

<https://doi.org/10.15388/vu.thesis.620>

<https://orcid.org/0000-0001-7031-0731>

VILNIAUS UNIVERSITETAS

Jūratė Zupkauskienė

Individualiai parinktų fizinių treniruočių
savarankiško tęsimo naudojant išmaniuosius
prietaisus arba vien įprastas rekomendacijas
efektyvumo palyginimas asmenims su padidėjusia
kardiometaboline rizika

DAKTARO DISERTACIJA

Medicinos ir sveikatos mokslai,
Medicina (M 001)

VILNIUS 2024

Disertacija rengta 2018-2023 metais Vilniaus universiteto, Medicinos fakulteto, Širdies ir kraujagyslių ligų klinikoje.

Mokslinis vadovas: prof. habil. dr. Aleksandras Laucevičius (Vilniaus universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001).

Gynimo taryba:

Pirmininkė – prof. dr. Janina Tutkuvienė (Vilniaus universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001).

Nariai:

prof. dr. Jaan Eha (Tartu universitetas, Estija, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001),

prof. dr. Sigita Glaveckaitė (Vilniaus universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001),

prof. dr. Germanas Marinskis (Vilniaus universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001),

prof. dr. Marius Miglinas (Vilniaus universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001).

Disertacija ginama viešame Gynimo tarybos posėdyje 2024 m. birželio mėn. 28 d. 12:00 val. Vilniaus universiteto ligoninės Santaros klinikose Konferencijų salėje. Adresas: Santariškių g. 2, LT-08661, Vilnius, Lietuva. Tel. +370 688 32514; el. paštas: cardio@santa.lt

Disertaciją galima peržiūrėti Vilniaus universiteto bibliotekoje ir VU interneto svetainėje adresu: <https://www.vu.lt/naujienos/ivykiu-kalendorius>

<https://doi.org/10.15388/vu.thesis.620>

<https://orcid.org/0000-0001-7031-0731>

VILNIUS UNIVERSITY

Jūratė Zupkauskienė

The Effectiveness of Individually Tailored Physical Training Followed by Home-Based Intervention Using Self-Monitoring Devices or Just Provided Physical Activity Recommendations in Individuals with Increased Cardiometabolic Risk

DOCTORAL DISSERTATION

Medical and Health Sciences,
Medicine (M 001)

VILNIUS 2024

This dissertation was prepared between 2018 and 2023 in the Clinic of Cardiovascular Diseases of the Faculty of Medicine at Vilnius University.

Academic supervisor: Prof. Habil. Dr. Aleksandras Laucevičius (Vilnius University, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001).

Dissertation Defence Panel:

Chairperson – Prof. Dr. Janina Tutkuvienė (Vilnius University, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001).

Members:

Prof. Dr. Jaan Eha (University of Tartu, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001),

Prof. Dr. Sigita Glaveckaitė (Vilnius University, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001),

Prof. Dr. Germanas Marinskis (Vilnius University, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001),

Prof. Dr. Marius Miglinas (Vilnius University, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001).

The dissertation shall be defended at a public meeting of the Dissertation Defence Panel at 12:00 p.m. on 28 June 2024 at the Conference Hall of Vilnius University Hospital Santaros Klinikos.

Address: Santariškių 2, LT-08661, Vilnius, Lithuania.

Tel. +370 688 32514; e-mail: cardio@santa.lt

The text of this dissertation can be accessed at the Library of Vilnius University, Universiteto 3, LT-01122 Vilnius, Lithuania, as well as on the website of Vilnius University: www.vu.lt/lt/naujienos/ivykiu-kalendorius

TURINYS

1. SANTRUMPOS	12
2. ĮVADAS.....	14
2.1. Tiriamoji problema.....	14
2.2. Darbo aktualumas.....	15
2.3. Darbo tikslas.....	16
2.4. Darbo uždaviniai	16
2.5. Darbo mokslinis naujumas ir reikšmė	17
2.6. Ginamieji teiginiai.....	18
3. LITERATŪROS APŽVALGA.....	19
3.1. Kardiometabolinė rizika	19
3.2. Fizinė nejudra ir fizinio aktyvumo rekomendacijos	20
3.3. Padidėjusios kardiometabolinės rizikos asmenys.....	22
3.4. Naujausių fizinio aktyvumo rekomendacijų laikymasis tiriamojoje populiacijoje.....	24
3.5. Įvairių fizinių treniruočių veiksmingumas asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika.....	27
3.6. Motyvacinių, fizinių aktyvumą skatinančių priemonių taikymas asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika	35
3.7. Širdies susitraukimo dažnio monitoravimui skirtos įrangos palyginamoji analizė	37
3.8. Psichoemocinės būklės vertinimas asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika, atliekantiems savarankiškas fizines treniruotes.....	42
3.9. Kraujagyslinių markerių palyginamoji vertė, monitoruojant fizinio aktyvumo efektą, tiriamojoje populiacijoje.....	49
4. TIRIAMIEJI ASMENYS IR TYRIMO METODIKA	52
4.1. Tiriamieji asmenys	52
4.2. Pasiruošimas tyrimui	53
4.2.1. Kardiometabolinės rizikos bei fizinio krūvio vertinimo ir monitoravimo kompiuterinio protokolo sukūrimas.....	53
4.2.2. Fizinio krūvio savimonitoravimo priemonės parinkimas ir mobiliosios aplikacijos sukūrimas.....	56

4.2.3. Interaktyvaus fizinio krūvio intervencijos modelio sukūrimas.....	59
4.2.3.1. Duomenų bazės sukūrimas.....	59
4.2.3.2. Kardiotreniruočių portalo sukūrimas.....	60
4.3. Tyrimo eiga	66
4.4. Klinikinis ištyrimas	68
4.4.1. Antropometriniai matavimai, hemodinaminiai rodikliai ir kardiovaskulinių rizikos veiksnių vertinimas	68
4.4.2. Kardiorespiracinio fizinio pajėgumo įvertinimas.....	69
4.4.3. Arterijų tyrimai.....	70
4.4.3.1. Arterijų standumo ir centrinio arterinio kraujospūdžio tyrimas aplanacinės tonometrijos metodu	70
4.4.3.2. Širdies – kulkšnies kraujagyslių indekso matavimas	71
4.4.3.3. Bendrosios miego arterijos standumo ir intimos–medijos storio matavimas.....	71
4.4.4. Laboratoriniai tyrimai	71
4.4.5. Tiriamųjų anketavimas.....	72
4.4.5.1. Nerimo ir depresijos vertinimas	72
4.4.5.2. Kasdienio fizinio aktyvumo vertinimas	72
4.4.5.3. Motyvacijos fizinėms treniruotėms vertinimas	73
4.5. Ambulatorinė 2 mėnesių aerobinių treniruočių programa.....	73
4.6. Motyvacinė konsultacija ir pasiruošimas savarankiškoms treniruotėms.....	75
4.7. 6 mėnesių savarankiškų fizinių treniruočių programa.....	76
4.8. Statistiniai metodai.....	77
5. REZULTATAI.....	80
5.1. Tiriamųjų bendroji charakteristika	80
5.2. Rodiklių pokyčiai po 8 mėnesių (tarp 1 ir 3 vizito).....	88
5.2.1. Kardiorespiracinio fizinio pajėgumo dinamika	88
5.2.2. Nerimo ir depresijos rodiklių dinamika.....	90
5.2.3. Hemodinaminių rodiklių dinamika.....	91

5.2.4. Dislipidemijos, alkio glikemijos ir didelio jautrumo C-reaktyvaus baltymo dinamika	92
5.2.5. Nutukimo dinamika	94
5.2.6. Metabolinio sindromo komponentų dinamika.....	96
5.2.7. Arterijų sienelės funkcinių ir struktūrinių rodiklių dinamika	98
5.2.8. Kasdienio fizinio aktyvumo lygio dinamika.....	102
5.2.9. Motyvacijos fizinėms treniruotėms pokyčių vertinimas.....	103
5.2.10. Širdies ir kraujagyslių ligų rizikos veiksnių ir metabolinio sindromo parametrų optimalių pokyčių reikšmių nustatymas.....	105
5.2.11. Koreliacinės tiriamų rodiklių pokyčių sąsajos pagrindinėje grupėje	109
5.2.12. Arterijų standumo pokyčių priklausomybių tyrimas	110
5.3. Rodiklių pokyčiai po 6 mėnesių (tarp 2 ir 3 vizito)	116
5.3.1. Kardiorespiracinio fizinio pajėgumo dinamika.....	116
5.3.2. Nerimo ir depresijos rodiklių dinamika	117
5.3.3. Hemodinaminių rodiklių dinamika	118
5.3.4. Dislipidemijos, alkio glikemijos ir didelio jautrumo C-reaktyvaus baltymo kiekio kraujyje dinamika	119
5.3.5. Nutukimo dinamika.....	121
5.3.6. Metabolinio sindromo komponentų dinamika	122
5.3.7. Arterijų sienelės funkcinių ir struktūrinių rodiklių dinamika.....	125
5.3.8. Kasdienio fizinio aktyvumo lygio dinamika	128
5.3.9. Motyvacijos fizinėms treniruotėms pokyčių vertinimas	129
5.3.10. Širdies ir kraujagyslių ligų rizikos veiksnių ir metabolinio sindromo parametrų optimalių pokyčių reikšmių nustatymas.....	131
5.3.11. Koreliacinės tiriamų rodiklių pokyčių sąsajos pagrindinėje grupėje	133
6. REZULTATŲ APTARIMAS	138
6.1. Visos aerobinių treniruočių programos ir savarankiškų aerobinių treniruočių programos dalies, naudojant išmaniuosius prietaisus, poveikis kardiorespiraciniam pajėgumui	139

6.2. Visos aerobinių treniruočių programos ir savarankiškų aerobinių treniruočių programos dalies, naudojant išmaniuosius prietaisus, poveikis nerimo ir depresijos lygiui.....	143
6.3. Visos aerobinių treniruočių programos ir savarankiškų aerobinių treniruočių programos dalies, naudojant išmaniuosius prietaisus, poveikis hemodinamikai.....	146
6.4. Visos aerobinių treniruočių programos ir savarankiškų aerobinių treniruočių programos dalies, naudojant išmaniuosius prietaisus, poveikis dislipidemijai, glikemijai ir didelio jautrumo C-reaktyvaus baltymo kiekiui kraujyje.....	149
6.5. Visos aerobinių treniruočių programos ir savarankiškų aerobinių treniruočių programos dalies, naudojant išmaniuosius prietaisus, poveikis nutukimui	154
6.6. Visos aerobinių treniruočių programos ir savarankiškų aerobinių treniruočių programos dalies, naudojant išmaniuosius prietaisus, poveikis metabolinio sindromo komponentų skaičiui	157
6.7. Visos aerobinių treniruočių programos ir savarankiškų aerobinių treniruočių programos dalies, naudojant išmaniuosius prietaisus, poveikis arterijų sienelės funkciniams ir struktūriniams rodikliams	160
6.8. Visos aerobinių treniruočių programos ir savarankiškų aerobinių treniruočių programos dalies, naudojant išmaniuosius prietaisus, poveikis kasdienio fizinio aktyvumo lygiui.....	167
6.9. Visos aerobinių treniruočių programos ir savarankiškų aerobinių treniruočių programos dalies, naudojant išmaniuosius prietaisus, poveikis motyvacijai atlikti fizines treniruotes.....	171
6.10. Darbo trūkumai	176
IŠVADOS.....	178
PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS.....	179
PUBLIKACIJŲ IR PRANEŠIMŲ SĄRAŠAS	180
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	184
PRIEDAI	205
SUMMARY	211
1. INTRODUCTION.....	213
1.1. Aim of the Dissertation	215
1.2. Objectives of the Dissertation.....	215

1.3. Novelty and Practical Significance of the Dissertation	215
1.4. Defended Statements	216
3. METHODS.....	217
3.1. Research Methodology and Study Participants	217
3.2. Preparation for the Study.....	218
3.2.1. Development of the Computerized Protocol for the Assessment and Monitoring of Cardiometabolic Risk and Physical Activity	218
3.2.2. Selection and Verification of Physical Activity Self- Monitoring Tools and Development of the Application for Home- Based Training.....	220
3.2.3. Development of the Interactive Physical Activity Care Model.....	223
3.2.3.1. Development of the Data Base	223
3.2.3.2. Development of the Cardio Training Portal	223
3.3. Study Design	229
3.4. Clinical Assessment.....	231
3.4.1. Assessment of Anthropometric, Hemodynamic Parameters and Cardiovascular Risk Factors	231
3.4.2. Assessment of Cardiorespiratory Fitness	231
3.4.3. Assessment of Arterial Parameters	232
3.4.3.1. Assessment of Arterial Stiffness and Mean Central Blood Pressure by Applanation Tonometry	232
3.4.3.2. Assessment of Cardio-Ankle Vascular Index	233
3.4.3.3. Assessment of Common Carotid Artery Intima-Media Thickness and β Stiffness Index.....	233
3.4.4. Assessment of Laboratory Blood Tests.....	234
3.4.5. Assessment of Questionnaire Data.....	234
3.4.5.1. Assessment of Anxiety and Depression Levels	234
3.4.5.2. Assessment of Daily Physical Activity	235
3.4.5.3. Assessment of Motivation for Physical Activity....	235
3.5. 2-month Ambulatory Aerobic Exercise Training Program	236

3.6. Motivational Consultation and Preparation for Home-Based Training	236
3.7. 6-month Home-Based Training Program	238
3.8. Statistical Analysis	238
4. RESULTS	241
4.1. Baseline Characteristics of the Participants.....	241
4.2. Changes in Parameters after 8 Months (Between Visits 1 and 3) .	248
4.2.1. Changes in Cardiorespiratory Fitness.....	248
4.2.2. Changes in Anxiety and Depression Levels	249
4.2.3. Changes in Hemodynamic Parameters	250
4.2.4. Changes in Laboratory Blood Parameters	252
4.2.5. Changes in Anthropometric Parameters	254
4.2.6. Changes in Metabolic Syndrome Components.....	255
4.2.7. Changes in Arterial Parameters	258
4.2.8. Changes in Daily Physical Activity Levels	262
4.2.9. Changes in Motivation for Physical Activity	263
4.2.10. Assessment of Optimal Values of Changes in Cardiovascular Risk Factors and Metabolic Syndrome Parameters	265
4.2.11. Correlations Between Analyzed Parameters in the Study Group.....	268
4.2.12. Interrelationships of the Change in Arterial Stiffness	269
4.3. Changes in Parameters after 6 Months (Between Visits 2 and 3) .	275
4.3.1. Changes in Cardiorespiratory Fitness	275
4.3.2. Changes in Anxiety and Depression Levels.....	276
4.3.3. Changes in Hemodynamic Parameters.....	277
4.3.4. Changes in Laboratory Blood Parameters.....	278
4.3.6. Changes in Metabolic Syndrome Components	281
4.3.7. Changes in Arterial Parameters.....	284
4.3.8. Changes in Daily Physical Activity Levels.....	287
4.3.9. Changes in Motivation for Physical Activity	288
5. DISCUSSION	295

5.1. The Effects of the Entire Aerobic Exercise Training Program and the Home-Based Aerobic Training on Cardiorespiratory Fitness	296
5.2. The Effects of the Entire Aerobic Exercise Training Program and the Home-Based Aerobic Training on Anxiety and Depression Levels	299
5.3. The Effects of the Entire Aerobic Exercise Training Program and the Home-Based Aerobic Training on Hemodynamic Parameters	303
5.4. The Effects of the Entire Aerobic Exercise Training Program and the Home-Based Aerobic Training on Laboratory Blood Parameters	305
5.5. The Effects of the Entire Aerobic Exercise Training Program and the Home-Based Aerobic Training on Anthropometric Parameters	310
5.6. The Effects of the Entire Aerobic Exercise Training Program and the Home-Based Aerobic Training on the Number of Metabolic Syndrome Components.....	313
5.7. The Effects of the Entire Aerobic Exercise Training Program and the Home-Based Aerobic Training on Arterial Parameters	316
5.8. The Effects of the Entire Aerobic Exercise Training Program and the Home-Based Aerobic Training on Daily Physical Activity Levels	323
5.9. The Effects of the Entire Aerobic Exercise Training Program and the Home-Based Aerobic Training on Motivation for Physical Activity ...	326
5.10. Limitations of the Study	331
CONCLUSIONS	332
PRACTICAL RECOMMENDATIONS	333
PADÉKA.....	334
APIE DISERTANTEŢ	335

1. SANTRUMPOS

a. – arterija

aFT – aerobinė fizinė treniruotė

AH – arterinė hipertenzija

AIx – augmentacijos indeksas

AKS – arterinis kraujo spaudimas

Apo A-I – apolipoproteinas A-I

Apo B – apolipoproteinas B

ASMK – Amerikos sporto medicinos kolegija

AŠKL – aterosklerozinė širdies ir kraujagyslių liga

B-Chol – bendrasis cholesterolis

BMA – bendroji miego arterija

BPG – bendrosios praktikos gydytojas

CAVI – širdies ir kulkšnies kraujagyslių indeksas

CD – cukrinis diabetas

CRB – C-reaktyvus baltymas

dj-CRB – didelio jautrumo C-reaktyvus baltymas

DTL-Chol - didelio tankio lipoproteinų cholesterolis

EKD – Europos kardiologų draugija

EKG – elektrokardiografija

ES – Europos Sąjunga

FA – fizinis aktyvumas

FPG – fotopletizmografija

GTM – gliukozės tolerancijos mėginys

GTS – gliukozės tolerancijos sutrikimas

HbA1c – glikozilintas hemoglobinas

IMS BMA – bendrosios miego arterijos intimos ir medijos storis

IT – informacinės technologijos

JAV – Jungtinės Amerikos Valstijos

KMI – kūno masės indeksas

KRFP – kardiorespiracinis fizinis pajėgumas

KV – kardiovaskulinis

MET – metabolinis ekvivalentas

MetS – metabolinis sindromas

MK – motyvacinė konsultacija

MKPP – motyvacinė konsultacija ir pozityvioji psichologija

MTL-Chol – mažo tankio lipoproteinų cholesterolis

PBG – pulsinės bangos greitis
PS – pulsinis spaudimas
PSO – Pasaulio sveikatos organizacija
SGN – sutrikusi glikemija nevalgius
ŠKL – širdies ir kraujagyslių ligos
ŠSD – širdies susitraukimų dažnis
ŠSD max – maksimalus širdies susitraukimų dažnis
TG – trigliceridai
VAKS – vidutinis arterinis kraujospūdis
VCO₂ – išskiriamo anglies dvideginio tūris
VE – maksimali plaučių minutinė ventiliacija
VO₂ – suvartoto deguonies tūris
VO₂ max – maksimalus deguonies suvartojimas
VT1 – pirmasis ventiliacinis slenkstis
VT2 – antrasis ventiliacinis slenkstis
Δ – pokytis

2. ĮVADAS

2.1. Tiriamoji problema

Širdies ir kraujagyslių ligos (ŠKL) kasmet visame pasaulyje lemia daugiausia mirčių, o šių ligų sąlygotos komplikacijos ženkliai prisideda prie neįgalumo ir gyvenimo kokybės pablogėjimo. Pagal Pasaulio sveikatos organizacijos (PSO) duomenis, 2019 m. nuo ŠKL iš viso mirė beveik 17,9 milijonai žmonių, kas sudarė 32 proc. visų mirčių¹. Net 85 proc. su ŠKL susijusių mirties atvejų buvo nulemtos miokardo infarkto ir galvos smegenų insulto¹. Lietuvoje 2020 m. mirtys dėl kraujotakos sistemos ligų, pagal Lietuvos Respublikos Statistikos departamento duomenis, sudarė daugiau nei pusę visų mirčių (52,7 proc.). 2019 m. atliktas tarptautinis tyrimas GBD (angl. *The Global Burden of Disease Study*) parodė, jog sergamumas ŠKL tik didėja². Nuo 1990 m. iki 2019 m. ŠKL atvejų skaičius padvigubėjo: 271 milijonas atvejų vs. 523 milijonai atvejų atitinkamai². Dėl didelio ŠKL paplitimo per tą patį laikotarpį padaugėjo ir su tuo susijusių prarastų gyvenimo metų (angl. *Years of life lost* – YLL), negalios koreguotų gyvenimo metų (angl. *Disability adjusted life years* – DALY) bei padvigubėjo gyvenimo metų su negalia (angl. *Years lived with disability* – YLD)².

Ypatingas dėmesys skiriamas ŠKL prevencijai, kurios tikslas sumažinti sergamumą ir kartu mirtingumą nuo ŠKL. Pagal naujausias ŠKL prevencijos rekomendacijas sveikos gyvensenos ir kardiovaskulinių (KV) rizikos veiksnių mažinimo principų turi būti laikomasi visą gyvenimą³. Išskirti pagrindiniai koreguojami KV rizikos veiksniai yra arterinė hipertenzija (AH), padidėjusi lipidų koncentracija kraujyje, sutrikusi gliukozės apykaita ar cukrinis diabetas (CD), rūkymas ir nutukimas³. Ne ką mažiau svarbiu KV rizikos veiksniu pripažintas ir nepakankamas fizinis aktyvumas (FA) arba fizinė nejudra⁴.

Kiekvienas KV rizikos veiksnys nepriklausomai padidina riziką susirgti ŠKL³, tačiau išaiškinta, jog asmenys, turintys kelis kardiometabolinės rizikos veiksnius vienu metu, turi ženkliau padidėjusią KV riziką⁵. KV rizikos veiksnių derinys, susidedantis iš AH, pilvinio tipo nutukimo, atsparumo insulinui ir dislipidemijos vadinamas metaboliniu sindromu (MetS)⁶. Šio sindromo paplitimas pasaulyje yra didelis ir toliau sparčiai auga. Skaičiuojama, jog MetS turi ~25 proc. pasaulio populiacijos⁷. MetS siejamas su 2 kartus padidėjusia ŠKL rizika⁸⁻¹⁰ ir 5 kartus didesne rizika sirgti CD¹¹. Asmenims, dar nesergantiems ŠKL, bet turintiems padidėjusią kardiometabolinę riziką, prevencinių priemonių pritaikymas ypač svarbus,

kadangi taip galima išvengti ŠKL sukeltų komplikacijų ar su tuo susijusių priešlaikinių mirčių.

Vienas iš kertinių KV prevencijos priemonių pripažintas reguliarus FA^{3,12}, kuris naudingas ne tik sveikiems asmenims, bet ir jau turintiems padidėjusią kardiometabolinę riziką. Reguliarus, pakankamas FA, net ir netaikant kitų gyvenamosios intervencijų, gali šią riziką sumažinti¹³, kadangi reguliariai sportuojant, didėja jautrumas insulinui, mažėja arterinis kraujo spaudimas (AKS), koreguojasi lipidų apykaita¹⁴⁻¹⁷. Deja, MetS turintys asmenys nėra pakankamai fiziškai aktyvūs¹⁸, todėl reikalingos priemonės, kurios skatintų šiuos asmenis būti fiziškai aktyvesniais.

2.2. Darbo aktualumas

Aerobinių treniruočių nauda MetS turinčių asmenų sveikatai yra įrodyta, konkrečiai atliekant ambulatorines, individualiai pritaikytas aerobines fizines treniruotes (aFT) su tiesiogine medicinos personalo priežiūra¹⁹. Tačiau įprastai tokios fizinių treniruočių programos vykdomos specializuotose klinikose, atliekant spiroergometrija pagrįstas fizines treniruotes, kas reikalauja brangios aparatūros, specialiai paruoštų medicinos darbuotojų. Dėl šių priežasčių tokios treniruotės apima tik mažą tikslinės populiacijos dalį, gali būti taikomos ribotą laiką, o joms pasibaigus asmenys nustoja treniruotis savarankiškai vien pagal jiems pateiktas FA rekomendacijas. Nustatyta, jog tarp MetS turinčių asmenų aFT, kaip sveikatai itin palanki intervencija, nėra pakankamai plačiai taikomos^{20,21}.

Adekvataus FA nebuvimas ir paskirtų FA rekomendacijų nesilaikymas riboja šios prevencinės priemonės taikymą. Motyvacijos ilgalaikiam FA skatinimo metodų paieška – viena aktualiausių šiuolaikinės prevencinės ir klinikinės medicinos problemų. Siekiant padidinti asmenų FA lygį, rekomenduojama apsvarstyti net tik ambulatorinėmis sąlygomis atliekamas treniruočių programas, bet ir įvairias gyvenimo būdo intervencijas, kaip grupinį ar individualų ugdymą, elgesio keitimo metodus, nuotolines konsultacijas, taip pat ir vartotojui pritaikytų nešiojamų FA stebėsenos prietaisų naudojimą³. Reikalingos patikimos ir lengvai prieinamos priemonės individualiai ilgalaikiai asmens FA priežiūrai namų sąlygomis (angl. *home-based training*).

Šiuo metu plačiai naudojamos skaitmeninės sveikatos technologijos leidžia atlikti FA duomenų stebėseną realiu laiku ir tai panaudoti treniruojantis namų sąlygomis²². Svarbu tirti nešiojamų FA stebėsenos prietaisų panaudojimą savarankiškoms treniruotėms, kadangi tai leidžia sukurti efektyvesnes FA programas su geresniu FA paskyrimu laikymu²³. Tyrimų

duomenys rodo, jog FA intervencijos, derinančios nešiojamųjų FA stebėsenos prietaisų panaudojimą su sveikatos specialistų konsultacijomis, gali padidinti kasdienio FA lygį asmenims, sergantiems kardiometabolinėmis ligomis^{22,24}. Be to, nešiojamųjų FA stebėsenos prietaisų naudojimas kartu su tam skirta aplikacija, esančia išmaniajame telefone, gali būti labai svarbi FA skatinanti motyvacinė priemonė, padedanti asmenims, turintiems MetS, dažniau užsiimti įprasta fizine veikla²⁵. Vis dar nėra aišku, kaip išlaikyti padidėjusią kardiometabolinę riziką turinčių asmenų pakankamą FA lygį ilgesnį laiką po ambulatorinių aFT programų, ir kaip optimaliai pritaikyti FA programą namų sąlygomis.

2.3. Darbo tikslas

Palyginti individualiai ambulatorinėje grandyje parinktų aerobinių treniruočių savarankiško tęsimo poveikį, naudojant išmaniuosius sekimo prietaisus arba teikiant vien įprastas fizinio aktyvumo skatinimo rekomendacijas, asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika.

2.4. Darbo uždaviniai

1. Verifikuoti įrangą optimaliai pritaikytą fizinio aktyvumo sekimui namų sąlygomis.
2. Įdiegti originaliai sukurtą aplikaciją išmaniesiems prietaisams, skirtiems fizinio aktyvumo sekimui namų sąlygomis, bei sudaryti fizinio aktyvumo rekomendacijų laikymosi kompiuterinį dienyną.
3. Ištirti ir palyginti individualiai parinktų aerobinių treniruočių tęsimo savarankiškai poveikį, naudojant išmaniuosius sekimo prietaisus arba vien įprastas fizinio aktyvumo skatinimo rekomendacijas, kardiometaboliniams rizikos veiksniams ir kardiorespiraciniam fiziniam pajėgumui.
4. Sudaryti optimalų fizinio aktyvumo laikymosi algoritmą, jį derinant su motyvacinėmis priemonėmis, vertinant psichoemocinę būklę ir anketavimą.
5. Palyginti kraujagyslinių parametrų informatyvumą ir dinamiką, taikant individualiai parinktų aerobinių treniruočių tęsimą savarankiškai, naudojant išmaniuosius sekimo prietaisus arba vien įprastas fizinio aktyvumo skatinimo rekomendacijas.

2.5. Darbo mokslinis naujumas ir reikšmė

Iki šiol vyksta FA skatinančių priemonių paieškos, kurios būtų ypač efektyvios padidėjusią kardiometabolinę riziką turintiems asmenims. Vis tik dauguma tyrimų, vertinančių įvairių fizinių treniruočių programų efektą sveikatos rodikliams, atliekami su nutukimą, prediabetą turinčiais ar CD sergančiais pacientais, o MetS turintys asmenys yra dar menkai ištirti. Be to, ankstesniuose tyrimuose asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika buvo taikomos tik tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimos ambulatorinės aFT programos, o neseniai pradėtos tirti nuotolinės aFT programos tiriamiesiems taikytos be prieš tai atliktų ambulatorinių aFT.

Šis tyrimas nuo anksčiau atliktų išsiskiria tuo, jog turintiems padidėjusią kardiometabolinę riziką asmenims, po 2 mėnesius trunkančios aFT programos klinikoje, prižiūrint medicinos personalui, buvo taikoma ilgalaikė nuotolinė FA priežiūra namų sąlygomis, naudojant plačiai prieinamus, tikslus, elektrokardiogramos (EKG) registravimu pagrįstus, individualiam FA sekimui skirtus prietaisus. Šiame tyrime sukurta originali mobilioji programėlė įgalino asmenį palaikyti jam individualiai parinktą fizinio krūvio intensyvumą savarankiškai treniruojantis, realiu laiku registruojant širdies susitraukimų dažnį (ŠSD), jį palaikant „treniruojamose“ ribose. Sukurtas šiuolaikiškas integruotos FA priežiūros modelis, kuris apjungia medicinos personalo tiesiogiai klinikoje prižiūrimas aFT ir po jų sekančias nuotoliniu būdu išmaniomis priemonėmis prižiūrimas aFT namų sąlygomis, padidino asmenų su padidėjusia kardiometaboline rizika motyvaciją užsiimti fizine veikla bei FA lygį kasdieniniame gyvenime, tinkamai atliekant sveikatai ypač naudingas aFT.

Šiame tyrime turėjome išskirtinę galimybę palyginti ir įvertinti veiksmingumą dviejų FA priežiūros modelių: įprasto – kai po tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimų aFT vėliau suteikiamos tik FA rekomendacijos, ir šiame tyrime sukurto kombinuotos FA priežiūros modelio – kai po ambulatorinėmis sąlygomis atliktų aFT teikiamos ne tik FA rekomendacijos, bet ir papildomai taikoma nuotolinė savarankiškų aFT priežiūra naudojantis išmaniosiomis priemonėmis. Tyrime buvo įvertinti pagrindinių kardiometabolinių rodiklių, kraujagyslinių žymenų, kardiorespiracinio fizinio pajėgumo (KRFP), anketinių duomenų pokyčiai dinamikoje. Gauti rezultatai yra vieni iš pirmųjų šioje srityje, ženkliai prisidedantys gerinant padidėjusią kardiometabolinę riziką turinčių asmenų FA priežiūrą ir taip mažinant jų KV riziką.

2.6. Ginamieji teiginiai

1. Išmaniosios fizinio aktyvumo sekimui skirtos priemonės yra optimaliai pritaikomos ir tinkamos įgyvendinti fizinio aktyvumo priežiūrą namų sąlygomis asmenims su padidėjusia kardiomebatoline rizika.
2. Individualiai ambulatorinėmis sąlygomis parinktų aerobinių treniruočių tęsimas savarankiškai, naudojant išmaniuosius prietaisus, lyginant su vien įprastų fizinio aktyvumo skatinimo rekomendacijų taikymu savarankiškai treniruojantis, pagerina metabolinį sindromą turinčių asmenų kardiometabolinius rizikos veiksnius, kardiorespiracinį fizinį pajėgumą, psichoemocinę būklę bei kraujagyslinius parametrus.

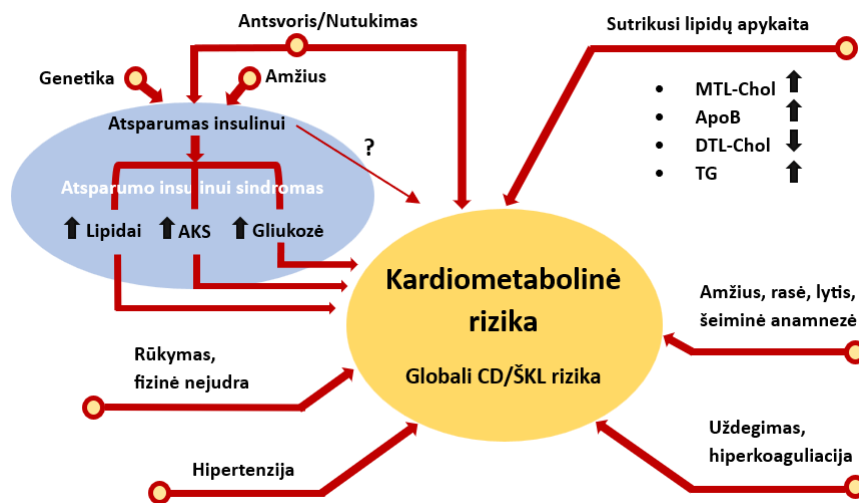
3. LITERATŪROS APŽVALGA

3.1. Kardiometabolinė rizika

Kardiometabolinė rizika – rizikos veiksniai, kurie padidina tikimybę patirti kraujagyslinius įvykius ar susirgti diabetu²⁶. Šis konceptas apima ne tik tradicinius rizikos veiksnius, įtrauktus į KV rizikos skaičiuokles, bet ir naujai pripažintus KV rizikos veiksnius. Tradiciniais KV rizikos veiksniais yra laikomas amžius, lytis, šeiminis paveldimumas, dislipidemija, AH, gliukozės apykaitos sutrikimas bei rūkymas. Asmeniui turint kad ir vieną rizikos veiksni, bendra jo kardiometabolinė rizika gali ženkliai padidėti kartu dar esant mažam FA lygiui²⁷. Naujesniems KV rizikos veiksniais priskiriamas sėslus gyvenimo būdas, pilvinio tipo nutukimas, nustatomas padidėjusia juosmens apimtimi, mažas vaisių ir daržovių vartojimas, rezistentiškumas insulinui, priklausymas tam tikrai etninei grupei, psichosocialinis stresas ir padidėjęs uždegiminio proceso lygis organizme, dažniausiai nustatomas matuojant C-reaktyvaus baltymo (CRB) kiekį kraujyje²⁷. Kiekvienas minėtas rizikos veiksnys atskirai gali padidinti kardiometabolinę riziką²⁶ (1 pav.).

Uždegiminio rodiklio CRB pritaikomumas ir vertė, nustatant KV riziką, yra plačiai tiriama mokslininkų^{28–30}. Pademonstruota, kad nuolatinis nedaug padidėjęs uždegimo lygis organizme, kurį galima aptikti tiriant didelio jautrumo CRB (dj-CRB) kiekį kraujyje, reikšmingai prisideda prie aterosklerozinių plokštelių susidarymo³¹. Nustačius ir nežymiai padidėjusį dj-CRB kiekį kraujyje, galima tiksliau numatyti ateityje laukiančius kraujagyslinius įvykius asmenims, kuriems matavimo metu dar nėra nustatyta aterosklerozinė širdies ir kraujagyslių liga (AŠKL)³². Taip pat CRB kiekio kraujyje sumažėjimas siejamas su KV rizikos sumažėjimu³³. Ypatingai rekomenduojama dj-CRB tirti asmenims, kurie turi labai didelę KV riziką arba kuriems nustatytas MetS^{32,34}.

Pabrėžiama pilvinio tipo nutukimo reikšmė kardiometabolinės rizikos kontekste²⁷. Nustatyta, jog pilvinis nutukimas padidina kraujyje cirkuliuojančių laisvų riebalų rūgščių, citokinų kiekį, kas skatina uždegiminį procesą, hipertenzijos vystymąsi²⁷. Esant nutukimui, sumažėja adiponektino kiekis, kuris įprastai palaiko normalų tiek gliukozės, tiek lipidų metabolizmą²⁷. Visi šie mechanizmai svariai prisideda prie dislipidemijos, rezistentiškumo insulinui, protrombotinės būklės išsivystymo, kas galiausiai veda prie 2 tipo CD atsiradimo ir aterosklerozės progresavimo²⁷. Riebalinio audinio susikaupimas pilvo srityje ir rezistentiškumas insulinui netgi nurodomi kaip kertiniai veiksniai, didinantys kardiometabolinę riziką²⁶.



1 pav. Kardiometabolinės rizikos veiksniai²⁶

3.2. Fizinė nejudra ir fizinio aktyvumo rekomendacijos

Fizinė nejudra pripažinta visuotinio masto pandemija ir PSO duomenimis užima ketvirtą vietą pagrindinių mirties rizikos veiksnių sąrašė¹⁴. Remiantis 2017 m. „Eurobarometer“ atlikta apklausa „Sportas ir fizinis aktyvumas“, fiziškai neaktyvių Europos Sąjungos (ES) gyventojų dalis išaugo nuo 42 proc. 2013 m. iki 46 proc. 2017 m., o daugiau nei du trečdaliai ES gyventojų sėdėdami praleidžia nuo 2,5 iki 8,5 valandų per dieną³⁵. 2017 m. Lietuvoje fiziškai pasyvių gyventojų dalis sudarė net 51 proc.³⁵. Asmeniniai įsitikinimai, laiko, įgūdžių ir socialinio palaikymo trūkumas, klaidingas FA rekomendacijų supratimas yra nurodomi kaip pagrindiniai veiksniai, dėl kurių nesikeičia asmens FA^{36,37}. Siekiant sumažinti mirtingumą dėl visų priežasčių, KV sergamumą ir mirtingumą, visų amžiaus grupių suaugusiems yra rekomenduojamas bent 150 min./sav. vidutinio intensyvumo arba bent 75 min./sav. didelio intensyvumo aerobinis FA arba vidutinio – didelio intensyvumo aerobinio FA kombinacija (IA lygio rekomendacija)^{3,12}. Siekiant pagerinti žmonių sveikatą, PSO užsibrėžusi tikslą iki 2030 m. fizinės nejudros lygį sumažinti 15 proc., lyginant su 2016 m. rodikliais³⁸.

Fizinė nejudra yra nepriklausomas kardiometabolinių ligų – prediabeto, 2 tipo CD, MetS ir nutukimo, rizikos veiksnys⁴. Įrodyta, kad reguliarus FA didina jautrumą insulinui, mažina hipertrigliceridemiją, AKS ir

kardiometabolinę riziką¹⁴. Mokslinių tyrimų rezultatai patvirtina, kad FA yra pagrindinė 2 tipo CD sergančių pacientų glikemijos ir lipidų kontrolės priemonė: FA mažina glikozilinto hemoglobino (HbA1c) kiekį, alkio glikemiją ir gliukozės koncentraciją kraujyje po valgio, rezistenciją insulinui^{15,16}. Taip pat stebimi teigiami pokyčiai lipidogramoje: sumažėja mažo tankio lipoproteinų cholesterolio (MTL-Chol), apolipoproteino B (Apo B), trigliceridų (TG) bei padidėja didelio tankio lipoproteinų cholesterolio koncentracija kraujyje (DTL-Chol)¹⁵⁻¹⁷. Dėl minėto poveikio sveikatai, būtent asmenims, jau turintiems padidėjusią kardiometabolinę riziką, ypač svarbu laikytis FA rekomendacijų.

Naujausios FA rekomendacijos pateiktos PSO 2020 m. bei Europos kardiologų draugijos (EKD) 2021 m. ŠKL prevencijos gairėse (1-2 lentelės).

1 lentelė. Fizinio aktyvumo rekomendacijos³

Rekomendacijos	Klasė ^a	Lygmuo ^b
Siekiant sumažinti mirtingumą dėl visų priežasčių, kardiovaskulinį sergamumą ir mirtingumą, visų amžiaus grupių suaugusiems rekomenduojamas bent 150–300 min. per savaitę vidutinio intensyvumo arba 75–150 min. per savaitę didelio intensyvumo aerobinis FA arba vidutinio – didelio intensyvumo FA kombinacija.	I	A
Suaugusiems, kurie negali atlikti 150 min. vidutinio intensyvumo FA veiklos per savaitę, rekomenduojama išlikti fiziškai aktyviems, kiek leidžia jų gebėjimai ir sveikata.	I	B
Siekiant sumažinti mirtingumą dėl visų priežasčių, papildomai rekomenduojama kartu su aerobinėmis fizinėmis treniruotėmis 2 ar daugiau dienų per savaitę atlikti jėgos pratimus.	I	B
Siekiant sumažinti sergamumą ir mirtingumą dėl visų priežasčių, rekomenduojama sumažinti laiką praleidžiamą sėdint ir dalyvauti bent jau lengvoje fizinėje veikloje dienos metu.	I	B
Siekiant padidinti FA, reikėtų apsvarstyti gyvenimo būdo intervencijas: grupinį ar individualų ugdymą, elgesio keitimo metodus, konsultacijas telefonu, vartotojui pritaikytą nešiojamą FA sekimo priemonių naudojimą.	IIa	B

^a - Rekomendacijų klasė; ^b - Įrodymų lygmuo.

I klasė – įrodymais pagrįsta ir/ar bendru ekspertų sutarimu priimta, kad procedūra/gydymas yra naudingas ir veiksmingas; IIa klasė – yra daugiau įrodymų/nuomonių, kad procedūra/gydymas yra naudingas/veiksmingas; A lygis – duomenys pagrįsti daugybiniais atsitiktinių imčių klinikiniais tyrimais ar metaanalizėmis; B lygis – duomenys pagrįsti vienu atsitiktinių imčių klinikinio tyrimu ar neatsitiktinių imčių tyrimu.

2 lentelė. Rekomenduojamo fizinio aktyvumo intensyvumo vertinimas metaboliniais ekvivalentais^{3,39}

Fizinio aktyvumo lygis	MET	MET-min./sav.	MET-val./sav.
Vidutinio intensyvumo fizinis aktyvumas	3-5,9	≥600 MET-min./sav.	≥10 MET-val./sav.
Didelio intensyvumo fizinis aktyvumas	≥ 6	≥3000 MET-min./sav.	≥50 MET-val./sav.

Paiškinimai: MET – metabolinis ekvivalentas.

*Mažas fizinis aktyvumas, kai nėra tenkinami vidutinio arba didelio intensyvumo fizinio aktyvumo kriterijai;

**1 MET lygus 1 kcal/kg/val. sunaudotos energijos (atitinka sunaudotą energiją ramiai sėdint).

3.3. Padidėjusios kardiometabolinės rizikos asmenys

Metabolinis sindromas (MetS) – tai kardiometabolinių rizikos veiksnių derinys, kuriam būdingas pilvinio tipo nutukimas, dislipidemija, padidėjęs AKS ir gliukozės kiekis kraujyje⁶. Tai pagrindinis sindromas, kurį turinčiam asmeniui gali būti nustatyti visi penki svarbiausi kardiometabolinės rizikos veiksniai. MetS įprastai diagnozuojamas, kai yra bent 3 iš 5 kriterijų: 1) pilvinio tipo nutukimas (vyrų juosmens apimtis ≥102 cm, moterų ≥88 cm); 2) TG ≥1,7 mmol/L arba vartoja lipidų kiekį mažinančius vaistus; 3) DTL-Chol: vyrų <1,03 mmol/L, moterų <1,29 mmol/L arba vartoja lipidų kiekį mažinančius vaistus; 4) padidėjęs AKS: sistolinis AKS ≥130 mmHg ir/arba diastolinis AKS ≥85 mmHg, arba pacientas vartoja kraujospūdį mažinančius vaistus; 5) gliukozės koncentracija kraujo plazmoje nevalgius ≥5,6 mmol/L arba diagnozuotas 2 tipo CD⁶. Šis sindromas 1,53-2,18 kartų padidina KV ligų riziką, 1,27 – 1,60 kartų padidina bendro mirtingumo riziką⁸⁻¹⁰ ir lemia 5 kartus didesnę riziką susirgti 2 tipo CD¹¹. MetS yra viena iš dažniausių kardiometabolinę riziką didinančių būklių. Tarp >60 m. amžiaus asmenų MetS paplitimas siekia 35–47 proc., tačiau dėl koreguojamų veiksnių – fizinės nejudros ir nesubalansuotos mitybos, MetS vis dažniau nustatomas visose amžiaus grupėse^{14,40,41}. Aktyvus gyvenimo būdas yra pagrindinė MetS prevencinė priemonė^{40,42,43}. Asmenims, jau turintiems MetS, FA sumažina kardiometabolinę riziką, todėl šiai populiacijai svarbu palaikyti rekomenduojamą FA lygį^{16,18}.

Nutukimas apibrėžiamas kaip energijos homeostazės sutrikimas, kuris pasireiškia pertekliniu riebalinio audinio susikaupimu organizme⁴⁴. Nutukimas diagnozuojamas, kai kūno masės indeksas (KMI) yra ≥ 30 kg/m² arba vyrų juosmens apimtis >94 cm, o moterų >80 cm⁴⁵. Ši būklė tiesiogiai siejasi su kitais KV rizikos veiksniais, tokiais kaip AH, dislipidemija, 2 tipo CD ir miego sutrikimai bei nepriklausomai, kaip atskiras rizikos veiksnys, lemia KV ligos išsivystymą bei su ja susijusį mirštamumą⁴⁶.

EUROASPIRE V (angl. „*European Action on Secondary and Primary Prevention by Intervention to Reduce Events*“) tyrimo, įtraukusio 2759 tiriamuosius iš 16 Europos valstybių, duomenys parodė, jog 37,2 proc. asmenų turėjo antsvorį (KMI 25,0–29,9 kg/m²), 43,5 proc. buvo nutukę, o daugiau nei pusei (63,8 proc.) tiriamųjų nustatytas pilvino tipo nutukimas (kuomet juosmens apimtis ≥ 88 cm moterims ir ≥ 102 cm vyrams)⁴⁷. Lietuvoje kas antras EUROASPIRE V tyrime dalyvavęs pacientas buvo nutukęs (47 proc. vyrų ir 52 proc. moterų)⁴⁷. FA rekomendacijos nutukusiems asmenims pateikiamos 2020 m. EKD Sporto kardiologijos gairėse⁴⁵. Šios grupės asmenims kartu su vidutinio ar didelio intensyvumo aerobiniu FA ≥ 3 k./sav. rekomenduojama atlikti ir jėgos pratimus (IA lygio rekomendacija)⁴⁵.

Prediabetes arba tarpinė hiperglikemija – tai būklė, kai gliukozės koncentracija kraujyje viršija normos ribas, tačiau toks nuokrypis dar neatitinka 2 tipo CD diagnostinių kriterijų⁴⁸. Prediabetes apima gliukozės toleravimo sutrikimą (GTS), sutrikusią glikemiją nevalgius (SGN) ir (ar) HbA1c svyravimus tarp 5,7 proc. ir 6,4 proc.^{48,49}. Tarptautinė diabeto asociacija prognozuoja, kad iki 2035 m. asmenų, kuriems nustatytas GTS, skaičius pasieks 471 milijoną⁵⁰. GTS diagnozuojamas, jei glikemija nevalgius $<7,0$ mmol/L, o po gliukozės tolerancijos mėginio (GTM) glikemija siekia 7,8–11,1 mmol/L. SGN nustatoma, jei glikemija nevalgius 6,1– 6,9 mmol/L, o po GTM glikemija $<7,8$ mmol/L^{48,49}.

Prediabetes yra siejamas ne tik su padidėjusia 2 tipo CD, bet ir su KV ligų išsivystymo rizika, todėl FA turėtų būti rekomenduojamas kiekvienam prediabetu sergančiam pacientui^{48,50,51}.

2 tipo CD – tai medžiagų apykaitos sutrikimas, kuriam būdinga lėtinė hiperglikemija ir daugelio organų, ypač akių, inkstų, nervų, širdies ir kraujagyslių, ilgalaikis pažeidimas arba disfunkcija⁵⁰. CD diagnozuojamas, kai glikemija nevalgius $\geq 7,0$ mmol/L ir (arba) glikemija po GTM $\geq 11,1$ mmol/L arba yra abu kriterijai⁴⁹. Tarptautinė diabeto asociacija 2021 m. nurodė, jog 2 tipo CD sirgo 537 milijonai pasaulio gyventojų, tačiau prognozuoja, kad per du dešimtmečius sergančiųjų skaičius pasieks 783 milijonus⁴⁸. 2 tipo CD yra nustatomas daugiau nei 90 proc. visų sergančiųjų

CD: Higienos instituto duomenimis, 2020 m. Lietuvoje CD sirgo 141,4 tūkst. gyventojų, iš kurių 135 tūkst. sudarė 2 tipo CD⁴⁸. Ši plačiai paplitusi liga siejama su 2–4 kartus padidėjusia KV rizika – daugiau nei du trečdaliai >65 m. amžiaus 2 tipo CD sergančių pacientų miršta dėl ŠKL¹⁵. Fizinė nejudra susijusi su 50–80 proc. didesne 2 tipo CD išsivystymo rizika, todėl ypač svarbu, kad 2 tipo CD jau sergantys pacientai laikytųsi FA rekomendacijų⁴⁵.

3.4. Naujausių fizinio aktyvumo rekomendacijų laikymasis tiriamojoje populiacijoje

Gallardo-Alfaro ir kt. tyrime, įtraukusiam MetS turinčius asmenis, vertinant minutėmis pagal minimalaus FA rekomendacijas, fiziškai aktyvūs buvo 89,2 proc. (kontrolinėje grupėje 100 proc.), o vertinant pagal metabolinius ekvivalentus (MET) (>300 MET-min./d., kai 1 MET lygus 3,5 ml suvartoto deguonies kilogramui per minutę) – 62,5 proc. respondentai (kontrolinėje grupėje 93,1 proc.)¹⁴. Tyrimas parodė, kad pagal abu FA vertinimo kriterijus, FA lygis tarp MetS turinčių tiriamųjų yra mažesnis, lyginant su asmenimis, kurie neturi MetS ($p < 0,001$)¹⁴. PREDIMED-Plus tyrimo duomenimis, daugiau nei pusė (61 proc.) MetS tiriamųjų akcelerometru išmatuotas FA lygis buvo ≥ 150 min./sav.⁵². Pagal respondentų atsakymus (63,6 proc.) minimalus FA lygis atitiko akcelerometru išmatuotą FA, tačiau objektyviai įvertinta vidutinio-didelio intensyvumo fizinė veikla vidutiniškai siekė 34,1 min./d., o subjektyviu tiriamųjų vertinimu – 53,1 min./d.⁵². Kiti autoriai nurodo, kad minimalaus FA rekomendacijas pagal MET atitiko daugiau nei pusė (51,2 proc.) MetS turinčių asmenų, iš kurių vidutinį FA lygį palaikė 9,8 proc., o didelį FA lygį (>1,200 MET-min./sav.) – 41,4 proc. tiriamųjų⁴³. Vis dėlto kitas didelės imties prospektyvinis tyrimas atskleidė, kad didžioji dalis (74,3 proc.) MetS pacientų yra fiziškai neaktyvūs, o vidutinio-didelio intensyvumo fizine FA veikla užsiima tik ketvirtadalis (25,7 proc.) tiriamųjų¹⁸. Apžvelgtų tyrimų rezultatai rodo, kad MetS turintys pacientai yra fiziškai aktyvūs, tačiau jų FA lygis dažnai yra mažesnis nei rekomenduojama FA gairėse^{16,18,43}.

Tyrimo „The Diabetes Community Lifestyle Improvement Program“ duomenimis, prediabetą turintys asmenys vidutinio-didelio intensyvumo fizinei veiklai vidutiniškai skiria 81,4 min./sav., o minimalaus FA rekomendacijų laikosi beveik ketvirtadalis (24,8 proc.) respondentų⁵³. Panašius rezultatus pateikia ir kiti autoriai. NHANES (angl. „The National Health and Nutrition Examination Survey“) tyrime pateiktas Jungtinių

Amerikos Valstijų (JAV) sporto medicinos kolegijos (ASMK) FA rekomendacijas pasiekė penktadalis prediabetą turinčių respondentų (24 proc. darbo ir 21 % laisvalaikio metu)⁵⁴. Kito nedidelės apimties randomizuoto tyrimo rezultatai parodė, kad prediabetu sergantieji yra fiziškai aktyvūs ir laikosi pateiktų FA rekomendacijų: vidutinio intensyvumo FA vidutiniškai sudarė 2384,1 MET-min./sav., o didelio intensyvumo – 3410,2 MET-min./sav. (2 lentelė)⁵⁵. Vis dėlto Europos šalyse vykdyto tyrimo EUROASPIRE V duomenimis, prediabetą turinčių asmenų FA lygis yra kur kas mažesnis⁵⁶. Daugiau nei pusė AŠKL sergančių pacientų (65 proc.), kuriems nustatytas GTS, yra fiziškai neaktyvūs ir net 44 proc. jų ateityje neplanuoja pradėti sportuoti⁵⁶. Mainous ir kt. tyrime CD nesergantys tiriamieji, kurių HbA1c $\geq 5,7$ proc., pagal tarptautinio FA klausimyno (angl. „*International Physical Activity Questionnaire*“ – IPAQ) atsakymus suskirstyti į tris FA kategorijas: 1) mažas FA (vyrams 0–120 min. vidutinio–didelio intensyvumo FA /sav., moterims 0–9 min. vidutinio–didelio intensyvumo FA/sav.); 2) vidutinis FA (vyrams 121–840 min. vidutinio–didelio intensyvumo FA/sav., moterims 10–496 min. vidutinio–didelio intensyvumo FA/sav.); 3) didelis FA (vyrams ≥ 841 min. vidutinio–didelio intensyvumo FA/sav., moterims ≥ 496 min. vidutinio–didelio intensyvumo FA/sav.)⁵⁷. Didžioji dalis tiriamųjų (23,7 proc.) buvo fiziškai neaktyvūs (mažo FA grupė), o minimalias FA rekomendacijas pasiekė mažiau nei penktadalis (14,8 proc.) respondentų (vidutinio FA grupė)⁵⁷. Aptarti tyrimai rodo, kad prediabetą turintys asmenys praktiškai nesilaiko minimalaus FA rekomendacijų, o tai yra siejama su didesne kardiometabolinių ligų išsivystymo rizika^{54,57}.

2021 m. publikuoto Chang ir kt. tyrimo duomenimis, vidutinio ir didelio intensyvumo FA veiklos vidurkis tarp 2 tipo CD sergančių pacientų atitinkamai sudarė 85 min./sav. ir 40,6 min./sav.⁵⁸. Nors daugiau nei trečdalis tiriamųjų buvo fiziškai neaktyvūs (37,4 proc.), vidutinio FA rekomendacijų laikėsi 51 proc., o didelio intensyvumo FA rekomendacijų – 11,7 proc. sergančiųjų 2 tipo CD⁵⁸. Panašūs rezultatai aprašomi ir kituose tyrimuose. Remiantis nedidelės apimties studijos išvadomis, minimalų FA lygį pasiekė beveik pusė (45 proc.) 2 tipo CD ir AŠKL sergančių ar bent vieną rizikos veiksnį turinčių asmenų⁵⁹. Kitame tyrime nurodoma, kad didelio intensyvumo FA veikla, vertinta pagal MET (2 lentelė), užsiima kiek daugiau nei ketvirtadalis (28 proc.) 2 tipo CD sergančių pacientų⁶⁰. Manoma, kad šiame tyrime geresnį FA rekomendacijų laikymąsi lėmė CD komplikacijų ir teigiamo FA poveikio pacientų glikemijos kontrolei supratimas⁶⁰. Tačiau kitų autorių teigimu, 2 tipo CD sergantys asmenys yra fiziškai pasyvesni⁶¹. Didelės apimties kohortinis tyrimas pademonstravo, kad minimalaus FA

rekomendacijų nepasiekė 24,7 proc. tiriamųjų 2 tipo CD grupėje ir 27,5 proc. tiriamųjų 2 tipo CD + ŠKL grupėje⁶¹. Didžioji dalis pacientų vidutinio intensyvumo FA skiria 0–15 min./d. (atitinkamai 36,1 proc. 2 tipo CD grupė ir 39,6 proc. 2 tipo CD + ŠKL grupė), o daugiau nei pusė respondentų neatlieka jokios didelio intensyvumo FA veiklos (atitinkamai 49,7 proc. ir 56,5 proc.)⁶¹. Rekomenduojamą vidutinio intensyvumo (16–30 min./d.) FA pasiekė ketvirtadalis (atitinkamai 25,3 proc. ir 23,2 proc.), o didelio intensyvumo (1–20 min./d.) FA pasiekė beveik penktadalis (atitinkamai 19,7 proc. ir 18 proc.) tyrimo dalyvių⁶¹. Siekiant padidinti jautrumą insulinui bei sumažinti KV riziką, 2020 m. EKD Sporto kardiologijos gairės CD sergantiems pacientams rekomenduoja kartu su vidutinio ar didelio intensyvumo aerobiniu FA ≥ 3 k./sav. atlikti ir jėgos pratimus (IA lygio rekomendacija)⁴⁵. Remiantis minimalaus FA rekomendacijomis, apžvelgti tyrimai rodo, kad 2 tipo CD sergančių asmenų FA yra nepakankamas.

Bell ir kt. publikuotoje studijoje, vertinant subjektyviai pagal pacientų atsakymus anketose, minimalaus FA rekomendacijų laikėsi 51,9 proc. atsavorį ir 44,2 proc. nutukimą turinčių respondentų, tačiau akcelerometru išmatuotas FA lygis buvo dvigubai mažesnis (atitinkamai 23,3 proc. ir 16,3 proc.)⁶². „National Health and Morbidity Survey“ apklausos duomenimis, FA lygis tarp asmenų, kurių KMI ≥ 25 kg/m², siekia 31,9–55,1 MET-val./sav. (minimalus FA atitinka 10 MET-val./sav.)⁶³. Nustatyta, kad vidutinio intensyvumo FA pagal MET pasiekė daugiau nei pusė (53,4 proc.), o didelio intensyvumo FA pasiekė 48,3 proc. atsavorį ir nutukimą turinčių respondentų. Nutukę vyrai vidutiniškai daugiau laiko skiria mažo (8,5 MET-val./sav.) ir didelio intensyvumo fizinei veiklai (34,4 MET-val./sav.), o moterys – vidutinio intensyvumo FA (16 MET-val./sav.)⁶³. Reikia paminėti ir tai, kad kliniškai reikšmingi svorio pokyčiai yra susiję su aktyvesne nei FA rekomendacijose apibrėžiama fizine veikla⁶⁴. Remiantis randomizuoto HBHU (angl. „*Healthy Body Healthy U*“) tyrimo duomenimis, mažiausias KMI nustatytas, kai vidutinio – didelio intensyvumo fizinė veikla siekia >300 min./sav., todėl siekiantiems numesti svorio, ASMK rekomenduoja 225–420 min. FA veiklos per savaitę^{64,65}.

Apibendrinant, padidėjusią kardiometabolinę riziką turinčių asmenų FA lygis yra mažesnis nei rekomenduojama FA gairėse. Minimalaus FA rekomendacijų nesilaiko daugiau nei pusė prediabetu, 2 tipo CD sergančių ar nutukimą turinčių asmenų. Įvairios FA skatinimo priemonės yra veiksmingos didinant FA asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika.

3.5. Įvairių fizinių treniruočių veiksmingumas asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika

FA rekomendacijose pagrindinę vietą užima aFT, kurių nauda sveikatai aiškiai įrodyta¹². Norint efektyviai atlikti tokio tipo treniruotę, dažniausiai reikia ilgiau treniuotis ir palaikyti vienodą fizinio krūvio intensyvumą. Vis dažniau tiriamos mažesnės trukmės, tačiau panašaus efektyvumo intervalinės fizinės treniruotės⁶⁶⁻⁶⁸ bei akcentuojama jėgos treniruočių svarba bendroje FA rutinoje^{37,69}. Siekiant suderinti aerobinių ir jėgos treniruočių teikiamą naudą, tiriamos ir sudėtinės fizinės treniruotės⁷⁰. Įvairių tipų fizinių treniruočių poveikis sveikatai gali skirtis, todėl svarbu parinkti fizines treniruotes, kurios efektyviai veiktų reikiamus kardiometabolinius veiksnius.

Aerobinės treniruotės

Tai ritmiška, ištvermės reikalaujanti fizinė veikla, kurios esminis principas yra aerobinis metabolizmas. Šių treniruočių metu dalyvauja didelės raumenų grupės. Tai gali būti vaikščiojimas, bėgimas, važiavimas dviračiu, plaukimas, šokiai ir kitos fizinės veiklos, jei jas atliekant pasiekiamas optimalus fizinio krūvio intensyvumas. Intensyvumas turi būti pakankamas, bet ne per didelis, kad būtų išlaikytas reikiamas deguonies pristatymas į audinius, atitinkantis padidėjusį deguonies poreikį fizinės veiklos metu⁷¹. Atliekamų aFT intensyvumas dažniausiai vertinamas remiantis asmeniui nustatytu maksimaliu deguonies suvartojimu (VO_2 max) ar maksimaliu šSD (šSD max)⁷²⁻⁷⁴. Šie rodikliai priklauso nuo asmens KRFP, kuris laikomas nepriklausomu mirštamumo nuo ŠKL rizikos veiksnium⁷⁵. Pagerinus VO_2 max vertę bent 3,5 ml/kg/min, mirtinų KV įvykių rizika sumažinama 19 proc.⁷⁵. Pagal treniruočių intensyvumą aFT galima skirstyti į mažo, vidutinio ir didelio intensyvumo (3 lentelė), o pagal treniruotės protokolą – į pastovaus intensyvumo ir intervalines.

Nustačius padidėjusią kardiometabolinę riziką, svarbu sureguliuoti paciento kūno svorį, sumažinti kūno riebalinės masės dalį, ypač pilvo srityje. Statistiškai reikšmingiau kūno svorį, juosmens apimtį mažina didelio ir vidutinio intensyvumo aFT, lyginant su mažo intensyvumo aFT^{76,77}. Kiti tyrimai taip pat rodo kūno svorio, juosmens apimties, visceralinių riebalų kiekio mažėjimą, ypač atliekant vidutinio pastovaus intensyvumo treniruotes (MICT, angl. *moderate-intensity continuous training*)^{78,79}. Tokius rezultatus galėtų paaiškinti didesnis energijos sunaudojimas, atliekant didelio ir vidutinio intensyvumo aFT. Lyginant izoenerginės intervalines, pastovaus mažo, vidutinio ar didelio intensyvumo aFT tarpusavyje, poveikis kūno masei

yra panašus^{80,81}. aFT efektyvumas kur kas didesnis nutukimą turintiems asmenims, kurie, be šių treniruočių, dar ir apskritai padidina FA lygį, pavyzdžiui, pradeda daugiau vaikščioti⁸². Tai leidžia reikšmingai sumažinti kūno svorį⁸². Swift ir kt. tyrimo duomenimis, bent 3 proc. kūno masę sumažinusiems nutukusiems asmenims gauti geresni jautrumo insulinui rezultatai⁸³. Kartu šiems asmenims sumažėjo TG, ne DTL-Chol, MTL-Chol bei padidėjo DTL-Chol kiekis kraujyje⁸³.

Siekiant sumažinti atsparumą insulinui, verčiau rinktis intensyvesnes aFT^{66,79}. Ramos ir kt. tyrimas parodė, kad MetS turintiems asmenims, atliekantiems vidutinio pastovaus intensyvumo treniruotes, per 16 savaičių reikšmingai sumažėjo atsparumas insulinui (Matsudos indeksas -32 proc., $p < 0,001$)⁷⁹. Reikšmingas atsparumo insulinui sumažėjimas nutukusiems vyrams buvo pasiektas ir per 4 savaites (Matsudos indeksas -24 proc.)⁶⁶ ar per 8 savaites pacientams, turintiems 2 tipo CD bei nealkoholinį kepenų suriebėjimą (-0,8 HOMA-IR)⁷⁸. Atliekamos aFT gali sumažinti glikemijos rodiklių svyravimus 2 tipo CD sergantiems asmenims, ypač tiems, kurių HbA1c >7,5 proc.⁸⁴. Esant padidėjusiai rizikai sirgti CD, aFT pagerina gliukozės apykaitą⁸⁵. Ypač aFT naudingos izoliuoto gliukozės toleravimo sutrikimo atveju – šio prediabeto fenotipo pacientams pastebėtas didžiausias alkio gliukozės bei HbA1c koncentracijos sumažėjimas⁸⁶.

Padidėjusios kardiometabolinės rizikos asmenims neretai nustatoma dislipidemija, kuriai koreguoti tinkamos didelio ar vidutinio intensyvumo aFT^{78,87}. Didelio ar vidutinio intensyvumo aFT gali sumažinti TG, MTL-Chol ir padidinti DTL-Chol koncentraciją kraujyje^{78,87}. Tačiau Said ir kt. atliktas tyrimas parodė, kad ir mažo intensyvumo aFT mažina bendrojo cholesterolio (B-Chol), Apo B, apolipoproteino A-I (Apo A-I) koncentracijas kraujyje⁷⁷.

Padidėjusios kardiometabolinės rizikos asmenims svarbus aFT teigiamas poveikis hemodinamikos bei kraujagyslių funkcijos rodikliams^{77,88,89}. Tyrime su prehipertenziją turinčiomis nutukusiomis moterimis 10 savaičių trukmės vidutinio pastovaus intensyvumo aFT koregavo AKS reguliavime dalyvaujančių ACE ir ADRB2 genų raišką, sumažino angiotenzino koncentraciją kraujo plazmoje, o tai leido sumažinti AKS⁹⁰. Šie pokyčiai pagerino ir endotelio funkciją – reikšmingai padidėjo tėkmės sąlygota žasto arterijos dilatacija⁹⁰. Padidinti azoto oksido sintezę, jo bioprieinamumą ir kartu pagerinti endotelio funkciją ne ką prasčiau gali namų sąlygomis atliekamos aFT su minimalia trenerio priežiūra. Tai parodė Scott ir kt. atliktas tyrimas, kuriame nutukę asmenys gavę nurodymus atliko savarankiškas treniruotes namuose, stengdamiesi pasiekti reikiamą ŠSD, išlaikyti numatytą treniruočių struktūrą (intensyvios intervalinės treniruotės ar vidutinio

pastovaus intensyvumo treniruotės), o jų treniruočių duomenys buvo stebimi tiek trenerio, tie pačių tyrimo dalyvių⁹¹. Teigiamas aFT poveikis sistoliniam AKS aprašomas rečiau. Said ir kt. savo tyrime antsvorį ir nutukimą turinčioms moterims taikę 24 savaitių trukmės aFT programą negavo reikšmingo aFT poveikio sistoliniam AKS⁷⁷. Tačiau Slivovskajos ir kt. tyrime 8 savaitių aFT programa reikšmingai sumažino MetS turinčių asmenų sistolinį AKS⁹². Dažniau pabrėžiama teigiama aFT įtaka diastoliniam AKS, sisteminiam kraujagyslių pasipriešinimui^{89,92}.

3 lentelė. Aerobinių treniruočių skirstymas pagal fizinio krūvio intensyvumą⁴⁵

Aerobinė treniruotė	Krūvio intensyvumas pagal VO ₂ max (%)	Krūvio intensyvumas pagal maksimalų ŠSD (%)	Krūvio intensyvumas pagal ŠSD rezervą (%)
Mažo intensyvumo	<40	<55	<40
Vidutinio intensyvumo	40–69	55–74	40–69
Didelio intensyvumo	70–85	75–90	70–85
Labai didelio intensyvumo	>85	>90	>85

Paaškinimai: VO₂ max – maksimalus deguonies sunaudojimas; ŠSD – širdies susitraukimų dažnis. Maksimalus ŠSD nustatomas pagal Karvoneno formulę: 220 – amžius metais. ŠSD rezervas – maksimalaus ŠSD ir ramybės ŠSD skirtumas.

Jėgos treniruotės

Jėgos treniruotės – tai fizinių pratimų derinys. Šios treniruotės dar kitaip vadinamos pasipriešinimo (angl. *resistance*) treniruotėmis, kurioms naudojami įvairūs svarmenys, stacionarūs treniruokliai, kūno svoris ar elastinės juostos. Per jėgos treniruotes atliekami judesio pakartojimai su pasipriešinimu. Judesys būna pritaikytas tam tikrai raumenų grupei treniruoti, pavyzdžiui, rankos lenkimas su svarmeniu per alkūnės sąnarį treniuoja priekinius žasto raumenis. Raumenų jėgą treniuoja ir pritūpimai, atsispaudimai, prisitraukimai⁷⁰. Jėgos treniruotės rekomenduojamos visiems asmenims bent dukart per savaitę, taip pat ir CD sergantiems pacientams^{12,37}. Jėgos treniruotės svarbios ne tik mažinant bendrą kūno svorį, juosmens apimtį, riebalinę kūno masės dalį^{69,93,94}, bet ir išlaikant ar padidinant kūno raumeninę masę⁹⁵. Tačiau jėgos treniruočių poveikis kūno svoriui nėra toks ryškus kaip aFT⁹⁶. Dažniau pastebima, jog atliekant jėgos treniruotes kūno

svoris mažėja nežymiai⁹⁷. Tai būtų galima paaiškinti tuo, jog per šias treniruotes riebalinę kūno masės dalį keičia didėjanti raumeninė kūno masė^{69,97}. Be teigiamų kūno svorio ir raumeninės masės pokyčių, po atliktų jėgos treniruočių pastebimi ir tam tikrų kardiometabolinių rodiklių pokyčiai. Jėgos treniruotės siejamos su lipidemijos mažinimu^{94,96}, teigiamu poveikiu gliukozės apykaitai^{96,97}, hemodinamikos ir kraujagyslių rodikliams^{69,87}. Pedro Delgado-Floody ir kt. atlikto 20 savaičių trukmės tyrimo duomenimis, jėgos treniruotės yra tinkamos MetS prevencijai nutukimą jau turintiems asmenims⁹³. Morbidinio nutukimo atveju pastebimas geresnis atsakas į jėgos treniruotes, nei esant I ar II laipsnio nutukimui, – galima ženklesnė kūno svorio, KMI, AKS, lipidų apykaitos sutrikimų korekcija⁹³. Lipidų apykaitą teigiamai veikia ir pavienės jėgos treniruotės, atliekamos prieš valgi⁹⁸. Tai mažina su maistu susijusią lipidemiją bei aktyvina lipidų oksidaciją organizme⁹⁸.

Vis dažniau tiriamos jėgos treniruotės, atliekamos rato principu (angl. *circuit training*). Per vieną pratimų ratą paeiliui atliekami pratimai skirtingų raumenų grupių jėgai lavinti be ilgesnių pertraukų tarp pratimų⁹⁹. Pavyzdžiui, atliekami pritūpimai, rankos lenkimas per alkūnės sąnarį, svarmens stūmimas nuo krūtinės gulint, kojų tiesimas ir lenkimas per kelio sąnarį, svarmens kėlimas virš galvos, svarmens tempimas žemyn. Baigus vieną pratimų ratą, galima daryti pertrauką. Per vieną treniruotę dažniausiai atliekami keli jėgos pratimų ratai⁹⁴. Didesnis šių treniruočių intensyvumas siejamas su galimu didesniu efektyvumu kardiometabolinei rizikai mažinti^{87,94}. Tiriant rato principu atliekamų jėgos treniruočių poveikį padidėjusiai kardiometabolinei rizikai pastebėta, jog 8 savaites atliekant tokias treniruotes padidėja DTL-Chol, sumažėja MTL-Chol, B-Chol ir TG koncentracijos kraujyje⁹⁴.

Įprastų jėgos treniruočių metu jėgos pratimai atliekami tam tikrai raumenų grupei, darant ilgesnes pertraukas, pavyzdžiui, penkiolika kartų svoris keliamas nuo krūtinės, triskart keliant su trumpomis pertraukomis ir tik po to atliekant kitą pratimą⁹⁷. Tiriant įprastas jėgos treniruotes teigiami lipidemijos pokyčiai pastebėti po 12 mėnesių, o glikemijos pokyčiai – po 3 mėnesių⁹⁶.

Prediabetą turintiems asmenims 24 mėnesiai jėgos treniruočių sumažino 2 tipo CD dažnį 65 proc.⁹⁶. Siekiant sumažinti HbA1c vertę reikia pakankamai ilgos jėgos treniruočių programos, ypač pacientams, sergantiems prediabetu, kurių HbA1c yra 5,4–5,5 proc.⁹⁷. Yuan ir kt. tyrime 6 mėnesiai jėgos treniruočių reikšmingai nesumažino pacientų HbA1c, tačiau prediabetą turintiems asmenims buvo pagerintas jautrumas insulinui ir išsaugota kasos β ląstelių funkcija⁹⁷. Kitame tyrime reikšmingas teigiamas HbA1c vertės pokytis buvo gautas tik po 12 mėnesių jėgos treniruočių programos⁸⁶.

Reikšmingas jėgos treniruočių poveikis glikemijos rodikliams pastebėtas asmenims, jau turintiems nutukimą, atsparumą insulinui ar sergantiems 2 tipo CD^{37,93,100}. Yra duomenų, kad jėgos treniruotės labiau nei aFT pagerina glikemijos kontrolę pacientams, kurių HbA1c >7,5 proc.⁸⁴. Rato principu atliekamos didelio intensyvumo jėgos treniruotės labiau pagerina alkio glikemiją ir HbA1c nei įprastos jėgos treniruotės⁸⁷.

Didelio intensyvumo jėgos treniruotės siejamos su reikšmingu AKS sumažėjimu⁸⁷, nors įprastos jėgos treniruotės mažiau efektyvios mažinant sistolinį ir diastolinį AKS nei aFT⁹⁷. Ramirez-Velez ir kt. atliktame tyrime pabrėžiama, kad jėgos treniruotės didžiausią teigiamą poveikį turi tokiems kraujagysliniams žymenims, kaip pulsinės bangos greitis (PBG) ir tėkmės sąlygota dilatacija⁶⁹.

Sudėtinės treniruotės

Skirtingas jėgos treniruočių ir aFT poveikis kardiometaboliniams rizikos veiksniams mažinti gali būti derinamas atliekant sudėtines treniruotes. Tyrimų metodikose aprašomi įvairūs aerobinių ir jėgos treniruočių deriniai. Galimos treniruotės, jungiančios jėgos pratimus ir vidutinio pastovaus intensyvumo treniruotes arba intervalines treniruotes^{69,96}. Neretai taikomas toks sudėtinių treniruočių protokolas, kai pradedama nuo jėgos treniruotės, o po jos atliekama aFT^{96,100,101}. Taip pat galimas toks sudėtinių treniruočių protokolas: tris dienas per savaitę atliekamos tik aFT, kitas dvi ne iš eilės dienas – jėgos treniruotės¹⁰⁰. Sudėtinėms treniruotėms galima priskirti ir didelio intensyvumo funkcinės treniruotes (F-HIT, angl. *functional high intensity exercise training*). Didelio intensyvumo funkcinės treniruotės susideda iš vienu metu atliekamos aerobinės ir jėgos treniruotės. Didelio intensyvumo funkcinės treniruotės paremtos nepertraukiamu didelio intensyvumo judesiu, kai treniruotės trunka apie 8–20 min. per vieną sesiją¹⁰².

Jėgos treniruotės, atliekamos kartu su aFT, reikšmingai koreguoja kūno svorį bei padeda palaikyti kūno raumeninę masę^{70,77,102}. Dvejus metus trukusios prediabetu sergančių pacientų sudėtinės treniruotės sumažino jų kūno svorį 7 proc.⁹⁶. Sudėtinių treniruočių tyrimas su antsvorio turinčiais vyresniais vyrais parodė, jog per 12 savaičių tiriamųjų kūno svoris sumažėjo 2,16 proc.¹⁰¹. Kituose antsvorio ar gliukozės apykaitos sutrikimų turinčių pacientų tyrimuose, kuriuose taikytos sudėtinės treniruotės, taip pat pabrėžiamas reikšmingas juosmens apimties, riebalinės kūno masės, visceralinių riebalų kiekio mažėjimas^{69,100,102}. Pastebėta, jog atliekant sudėtines treniruotes, raumeninės kūno masės kiekis ne tik išlaikomas, bet ir

padidindamas¹⁰⁰. Vertinant didelio intensyvumo funkcines treniruotes, taikytas 2 tipo CD pacientams, ne tik mažėjo šių pacientų riebalinė kūno masė, bet ir 110 proc. sumažėjo MetS sunkumo vertinimo rodiklis – z įvertis¹⁰².

Didelio intensyvumo funkcinės treniruotės trunka trumpiau nei rekomenduojama 2 tipo CD sergantiems pacientams, tačiau Fealy ir kt. tyrime šiems asmenims vis vien buvo reikšmingai koreguotas AKS, dislipidemija, pagerintas jautrumas insulinui¹⁰². Said ir kt. tyrimo duomenimis, nutukimą ar antsvorį turinčioms moterims mažo intensyvumo aFT, derintos su jėgos treniruotėmis, reikšmingo teigiamo poveikio glikemijai neturėjo⁷⁷. Pastebėta, jog intensyvesnių aerobinių ir jėgos treniruočių deriniai prediabetą turintiems asmenims sumažina 2 tipo CD išsivystymo riziką, mažina glikemiją, gerina jautrumą insulinui^{70,96}. Dai ir kt. tyrimas parodė, kad po 3 mėnesių sudėtinių treniruočių prediabeto pacientams sumažėjo glikemijos lygis, o po 2 metų tęsiamų sudėtinių treniruočių normalizavosi alkio gliukozės, gliukozės toleravimo testo bei HbA1c rezultatai⁹⁶. Pastarojo tyrimo sudėtinių treniruočių grupėje 2 tipo CD pasireiškimo dažnis sumažėjo 74 proc.⁹⁶. Kitas tyrimas pademonstravo, jog 12 savaičių intervalinių treniruočių ar vidutinio pastovaus intensyvumo treniruočių programos derinimo kartu su jėgos treniruotėmis pagerino jautrumą insulinui, sumažino alkio gliukozės, alkio insulino koncentracijas kraujyje bei HbA1c vertę¹⁰³. Tačiau Alvarez ir kt. atliktame tyrime sudėtinės treniruotės neturėjo reikšmingų teigiamų glikemijos ir jautrumo insulinui pokyčių moterims, turinčioms antsvorio ar nutukimą¹⁰⁰.

Sudėtinės treniruotės teigiamai veikia lipidų koncentraciją kraujyje. Derinant aerobines ir jėgos treniruotes 12 mėnesių pastebėta, kad prediabeto pacientams sumažėjo B-Chol, TG, MTL-Chol ir padidėjo DTL-Chol koncentracijos kraujyje⁹⁶. Said ir kt. duomenimis, po 24 mėnesių mažo intensyvumo aFT, derintų su jėgos treniruotėmis, kraujyje sumažėjo B-Chol, MTL-Chol, TG ir Apo B koncentracijos bei padidėjo DTL-Chol ir Apo A-I koncentracijos kraujyje⁷⁷. Tiriant 12 savaičių trukmės vidutinio intensyvumo aerobinių ir jėgos treniruočių derinio poveikį, rastas reikšmingas MTL-Chol, TG, epinefrino koncentracijų kraujyje sumažėjimas ir DTL-Chol koncentracijos padidėjimas kraujyje⁷⁰. Išanalizavus trumpų, didelio intensyvumo funkcinių treniruočių poveikį, tiriamiesiems buvo nustatyta padidėjusi riebalų oksidacija, padidėjusi didelės molekulinės masės adiponektino ir sumažėjusi TG koncentracija kraujyje, tačiau B-Chol bei MTL-Chol koncentracijos kraujyje pokyčiai nebuvo statistiškai reikšmingi¹⁰².

Sudėtinės treniruotės teigiamai veikia hemodinamikos ir kraujagyslinius rodiklius^{70,104}. Tiriant 12 savaičių sudėtinių treniruočių programos efektyvumą vyrams, turintiems prehipertenziją ir nutukimą, ramybės sistolinis AKS

sumažėjo -4,3 proc.¹⁰⁴. Kitame nutukusius pacientus įtraukusiame tyrime taip pat pastebėtas sistolinio AKS, vidutinio arterinio kraujospūdžio (VAKS) bei pulsinio spaudimo (PS) sumažėjimas⁷⁰. Tiriant 2 tipo CD sergančius pacientus po 6 savaičių didelio intensyvumo funkcinį treniruočių programos nustatytas tik ryškus VAKS ir diastolinio AKS sumažėjimas ~5,5 mmHg¹⁰², o tiriant antsvorio ar nutukimą turinčias moteris po 24 savaičių mažo intensyvumo aerobinių ir jėgos treniruočių derinio pastebėtas tik diastolinio AKS sumažėjimas $-3,31 \pm 1,9$ proc.⁷⁷.

Padidėjęs kūno svoris neigiamai veikia arterijų standumą¹⁰⁵. Kuo didesnio laipsnio paciento nutukimas ar antsvoris, tuo standesnės jo arterijos¹⁰⁴. Padidėjusį arterijų standumą gali rodyti padidėjęs PBG, o tai lemia blogesnę KV prognozę¹⁰⁶. Pademonstruota, jog sudėtinės treniruotės nutukimą turintiems asmenims sumažina PBG⁷⁰, o 12 savaičių trukmės sudėtinės treniruotės PBG gali sumažinti maždaug per 1,6 m/s (vidutiniškai apie -0,4 m/s)⁶⁹.

Didelio intensyvumo intervalinės treniruotės

Didelio intensyvumo intervalinės treniruotės (HIIT, angl. *high intensity interval training*) įprastai sudarytos iš didelio intensyvumo fizinio krūvio ir poilsio intervalų. Pavyzdžiui galėtų būti tokia treniruotė, kai atliekami keturi 4 minučių trukmės treniruočių intervalai, pasiekiant 85–95 proc. nustatyto ŠSD max, o tarp treniruočių būna aktyvaus poilsio intervalai, palaikant mažesnę fizinio krūvio intensyvumą (65 proc. nustatyto ŠSD max)⁶⁹. Didelio intensyvumo intervalinėms treniruotėms priskiriamos ir sprinto intervalinės treniruotės (SIT, angl. *sprint interval training*), per kurias atliekami maksimalaus intensyvumo fiziniai pratimai⁸⁰. Pavyzdžiui, Sun ir kt. tyrime sprinto intervalines treniruotes sudarė 6 sekundžių sprinto ir 9 sekundžių poilsio intervalai⁸⁰. Intervalinės treniruotės gali būti aerobinės ir anaerobinės. Dažnai didelis fizinio krūvio intensyvumas lemia anaerobinį metabolizmą, ypač sprinto intervalinių treniruočių atveju⁴⁵. Apskritai, didelio intensyvumo intervalinės treniruotės trunka trumpiau, tad tikėtina, jog tokios treniruotės galėtų užtikrinti pakankamą FA, neskiriant tam daug laiko¹⁰⁷. Išties, didelio intensyvumo intervalinių treniruočių veiksmingumą padidėjusią kardiometabolinę riziką turintiems asmenims analizuojantys tyrimai rodo, jog didelio intensyvumo intervalinės treniruotės yra efektyvios kardiometabolinei rizikai mažinti – pastebimas kūno svorio, juosmens apimties mažėjimas, koreguojama gliukozės ir lipidų apykaita, sumažinamas MetS sunkumo rodiklis – z įvertis⁶⁹. Tyrime su MetS turinčiais asmenimis 7 iš 8 tiriamųjų, kurie po 16 savaičių nebeatitiko MetS kriterijų, buvo iš didelio intensyvumo

intervalinių treniruočių grupės, 1 tiriamasis – iš vidutinio pastovaus intensyvumo treniruočių grupės⁷⁹.

Didelio intensyvumo intervalinės treniruotės bei sprinto intervalinės treniruotės efektyviai mažina kūno svorį bei didina asmens KRFP^{69,80}, nors ne visuose tyimuose nurodomas intervalinių treniruočių pranašumas dėl mažesnės jų trukmės¹³. Izoenerginės sprinto intervalinės treniruotės, didelio intensyvumo intervalinės treniruotės ir vidutinio pastovaus intensyvumo treniruotės antsvorio turinčioms moterims vienodai efektyviai sumažino kūno svorį (apie 5 proc.) bei pagerino KRFP (VO₂ max padidėjo apie 25 proc.), tačiau sprinto intervalinės treniruotės savo trukme buvo trumpiausios, palyginti su kitomis treniruotėmis⁸⁰. Didelio intensyvumo intervalinės treniruotės bei sprinto intervalinės treniruotės efektyviai gali mažinti KMI, riebalinę masę, visceralinių riebalų kiekį, juosmens apimtį^{13,67,78}. Ženkliu mažinti kūno riebalų kiekį sprinto intervalinės treniruotės gali dėl fizinio krūvio intensyvumo aktyvuojamo hormonų (epinefrino, norepinefrino) išskyrimo, padidėjusio deguonies suvartojimo po fizinio krūvio (angl. *excess post-exercise oxygen consumption* – EPOC), sumažėjusio alkio pojūčio po treniruotės¹⁰⁸. Ramos ir kt. tyrimo duomenimis, mažo intensyvumo intervalinių treniruočių pakanka siekiant sumažinti MetS sunkumo lygį^{67,79}.

Daugumoje tyrimų, analizuojančių didelio intensyvumo intervalines treniruotes bei sprinto intervalines treniruotes, nurodoma, jog šios treniruotės labai naudingos siekiant pagerinti jautrumą insulinui^{13,80,109}, tačiau tik sprinto intervalinės treniruotės gali būti efektyvios, nors joms atlikti skiriama mažiau laiko^{80,107}. Sun ir kt. tyrime antsvorio turinčių pacienčių jautrumas insulinui reikšmingai pagerėjo, tačiau sprinto intervalinių treniruočių grupės treniruotėms atlikti prireikė triskart mažiau laiko⁸⁰. Savarankiškai namų sąlygomis 12 savaičių atliktos aerobinės didelio intensyvumo intervalinės treniruotės su minimalia trenerio priežiūra 39 proc. pagerino nutukusių asmenų jautrumą insulinui (pagal Matsudos indeksą)⁹¹. Ramos ir kt. tyrime didelio intensyvumo intervalinės treniruotės neturėjo įtakos 2 tipo CD sergančių pacientų jautrumui insulinui, HbA1c ar alkio glikemijai⁷⁹. Teigiamas jautrumo insulinui pokytis pastebėtas tik tiriamiesiems, kurie nesirgo 2 tipo CD, bet turėjo MetS⁷⁹. Kitame tyrime didelio intensyvumo intervalinių treniruočių efektyvumas 2 tipo CD pacientėms pastebėtas – sumažėjo atsparumas insulinui bei HbA1c⁷⁸. Didelio intensyvumo intervalinės treniruotės taip pat padeda užtikrinti glikemijos pastovumą antsvorio turinčioms ar nutukusioms moterims, kurios turi padidėjusią riziką sirgti 2 tipo CD⁸⁵. Moterims, kurioms nustatytas atsparumas insulinui, didelio

intensyvumo intervalinės treniruotės gali sumažinti alkio gliukozę, insuliną bei HOMA atsparumo insulinui indeksą¹⁰⁰.

Padidėjusios kardiometabolinės rizikos asmenims didelio intensyvumo intervalinės treniruotės gali lemti teigiamus lipidų apykaitos pokyčius^{78,79}. Didelio intensyvumo intervalinių treniruočių taikymas 8 savaites reikšmingai sumažino nutukimu ir 2 tipo CD sergančių pacientų B-Chol, TG, MTL-Chol koncentracijas bei padidino DTL-Chol koncentraciją kraujyje⁷⁸. Ramos ir kt. atliktame tyrime reikšmingas DTL-Chol koncentracijos kraujyje padidėjimas MetS pacientams pastebėtas tik mažo intensyvumo didelio intensyvumo intervalinių treniruočių grupėje⁷⁹.

Didelio intensyvumo intervalines treniruotes bei sprinto intervalines treniruotes analizuojančiuose tyrimuose pastebimi ir teigiami hemodinamikos pokyčiai^{13,79,89,100}. Moterims, turinčioms atsparumą insulinui, 12 savaičių didelio intensyvumo intervalinių treniruočių programa sumažino sistolinį AKS bei ramybės ŠSD¹⁰⁰. Didelio intensyvumo intervalinės treniruotės lemia sistolinio ir diastolinio AKS sumažėjimą 2 tipo CD pacientams – tam pakanka ir mažo intensyvumo didelio intensyvumo intervalinių treniruočių⁷⁹. Didelio intensyvumo intervalinės treniruotės naudingos ir MetS turintiems, bet 2 tipo CD nesergantiems asmenims⁷⁹. Mora-Rodriguez ir kt. savo tyrime parodė, jog 6 mėnesių intervalinių treniruočių programa, palaikant submaksimalų ŠSD per treniruotę, MetS turintiems nutukusiems asmenims reikšmingai sumažino VAKS, pokyčiui siekiant 8 proc.⁸⁹.

Apibendrinant, atskirų fizinių treniruočių rūšių efektyvumas mažinti kardiometabolinę riziką skiriasi priklausomai nuo treniruotės trukmės, fizinio krūvio intensyvumo per treniruotę, besitreniruojančio asmens turimo kardiometabolinio sutrikimo (pvz.: nutukimas, CD, MetS). Visų aptartų tipų fizinės treniruotės padeda mažinti asmens kūno svorį, riebalinę kūno masę, juosmens apimtį, teigiamai veikia gliukozės bei lipidų apykaitą, pagerina hemodinamikos ir kraujagyslių rodiklius, tačiau labiausiai efektyvios kardiometabolinei rizikai mažinti yra aerobinės vidutinio ir didelio intensyvumo treniruotės.

3.6. Motyvacinių, fizinį aktyvumą skatinančių priemonių taikymas asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika

Siekiant padidinti asmenų FA lygį, 2021 m. EKD širdies ir kraujagyslių prevencijos gairės rekomenduoja apsvarstyti gyvenimo būdo intervencijas:

grupinį ar individualų ugdymą, elgesio keitimo metodus, konsultacijas telefonu, vartotojui pritaikytų nešiojamų FA stebėsenos priemonių naudojimą (IIa klasės rekomendacija)³. Išskirtos 8 pagrindinės FA skatinančios grandys: 1) specialisto priežiūra; 2) stebėjimas ir palaikymas; 3) elgesio keitimas; 4) edukacinė veikla; 5) į pacientą orientuota priežiūra; 6) savęs valdymas; 7) nusistatymas; 8) įgyvendinimo forma¹¹⁰. Siekiant FA lygio pokyčių, gali būti taikoma kognityvinė elgesio terapija ir motyvacinė konsultacija (MK) (angl. *motivational interviewing*)¹¹⁰. Tai sisteminis intervencijos metodas, kuris remiasi motyvacinės psichologijos principais ir skirtas sukelti vidinę motyvaciją pagrįstus pokyčius. Apibrėžti trys MK principai: 1) specialistai turėtų skatinti minimalius elgesio pokyčius; 2) rekomenduojamos > 2 MK sesijos > 1 k./mėn. arba MK trukmė > 30 min.; 3) MK turėtų atlikti patyrę specialistai – paskaitos ir mokymai padeda susipažinti su MK metodais, tačiau MK įgūdžius galima įgyti tik per MK sesijas¹¹¹. Millstein ir kt. analizavo MK ir pozityvios psichologijos kombinacijos (MKPP) įtaką MetS turinčių asmenų FA lygio pokyčiams¹¹². Lyginant su pradiniais duomenimis, po 8 savaites trukusių MKPP sesijų (90 min. 1 k./sav.) vidutinio intensyvumo FA trukmė tarp MetS tiriamųjų padidėjo nuo 75,3 min./sav. prieš MKPP iki 109,6 min./sav. po MKPP¹¹². Kita nedidelės imties randomizuota studija atskleidė, kad minimalų FA lygį pasiekė beveik visi nutukimą turintys asmenys (91,6 proc.), kurie dalyvavo keturiose MK sesijose (2 k./sav., kiekvienos sesijos trukmė 90 min) ir FA programoje (2 k./sav. 3 mėn.)¹¹³.

Nuo 2000 m. Švedijoje veikia FA skatinimo modelis – „Fizinio aktyvumo receptas“ (angl. *Physical activity on prescription* – PAP)¹¹⁴. Skiriami penki pagrindiniai šio modelio komponentai: 1) į pacientą orientuota, individuali konsultacija; 2) įrodymais grįstos FA rekomendacijos; 3) rašytinis FA „receptas“; 4) stebėseną; 5) palaikanti aplinka (bendruomenė)^{114,115}. Aittasalo ir kt. randomizuotas tyrimas parodė, kad pritaikius PAP modelį, asmenų, kurie anksčiau fizinei veiklai skyrė 30 min. < 4 d./sav., vidutinio intensyvumo FA trukmė padidėjo nuo 69 min./sav. iki 99 min./sav.¹¹⁶. Kitų autorių duomenimis, 6 mėnesių trukmės PAP programoje dalyvavusių nutukimą turinčių pacientų FA trukmė padidėjo dvigubai, o laikas, praleidžiamas sėdint, sutrumpėjo 2 val.¹¹⁷⁻¹¹⁹. Siekiant palengvinti PAP programos įdiegimą kitose šalyse, 2019 – 2022 m. Lietuva kartu su kitomis 9 ES valstybėmis dalyvavo Švedijos koordinuotame projekte „EUPAP – fizinio aktyvumo receptas“ (angl. *A European Physical Activity on Prescription Model*)¹¹⁵. Šiame projekte sveikatos priežiūros specialistai (gydytojas dietologas, kineziterapeutas ir kt.) kartu su pacientu įvertino jo esamą kasdienio FA lygį, kartu aptarė galimybes, kaip padidinti FA lygį (pirminės konsultacijos trukmė

30 min.). Pacientui rekomenduotos FA didinančios veiklos: pasivaikščiojimai, lipimas laiptais, sporto klubo lankymas, šokiai. Konsultacijos metu taip pat atlikta ir paciento kūno masės analizė. Siekiant, kad pacientas ilgiau laikytųsi jam paskirtų FA rekomendacijų, paskirtos įprastą žmogaus gyvenimą bei jo asmeninius pageidavimus atitinkančios fiziškai aktyvios veiklos¹¹⁵.

Didinant FA lygį svarbus yra ir bendrosios praktikos gydytojų (BPG) vaidmuo. „PACT“ (angl. „*The Physical Activity Challenges and Triumphs*“) tyrimas atskleidė, kad 2 tipo CD sergantys pacientai, kuriuos BPG skatino būti fiziškai aktyviais, numesti svorio ir sumažinti glikemiją sportuojant, minimalaus FA rekomendacijų laikėsi dvigubai dažniau¹²⁰. Asmenims, kurie yra fiziškai aktyvūs, BPG turėtų pabrėžti, kad net nesikeičiant svoriui yra stebimi teigiami kardiometabolinių rizikos veiksnių – lipidų profilio, insulino jautrumo, endotelio funkcijos bei fizinio pajėgumo pokyčiai, todėl svarbu ir toliau išlikti fiziškai aktyviems⁸³.

Siekiant sustiprinti paciento motyvaciją ir savikontrolę bei palengvinti specialisto – paciento bendravimą, rekomenduojama pasinaudoti skaitmeninių technologijų teikiama is privalumais¹¹⁰. Įvairūs su FA susijusius rodiklius registruojantys nešiojamieji prietaisai (pvz., pedometriai, akcelerometriai) ir kitos išmaniosios technologijos yra objektyviausi FA vertinimo instrumentai, naudojami daugumoje mokslinių tyrimų^{47,54,114}. 2022 m. Lietuvos mokslininkų publikuotame tyrime FA rekomendacijų laikymasis tarp prediabetą turinčių pacientų buvo vertinamas „Fitbit“ išmaniosiomis apyrankėmis (angl. *activity trackers*)¹²¹. Šių autorių duomenimis, vidutinio intensyvumo FA veikla tarp prediabetu sergančių pacientų vidutiniškai siekia 19 min./d., o didelio intensyvumo – 13 min./d.¹²¹. Didesnį nei ankstesniuose tyrimuose aprašomą FA lygį būtų galima sieti su pastarajame tyrime taikytomis FA skatinimo priemonėmis – BPG konsultacija ir FA nuotoline stebėseną¹²¹.

3.7. Širdies susitraukimo dažnio monitoravimui skirtos įrangos palyginamoji analizė

Vienas iš pagrindinių rodiklių, turinčių svarbią prognozinę reikšmę asmens sveikatai yra ŠSD. Per didelis ramybės ŠSD leidžia įtarti įvairias lėtines ligas ir prognozuoti padidėjusią KV įvykių tikimybę ateityje¹²². Ne mažiau svarbus sveikatai yra fizinio krūvio ŠSD ir jo stebėseną, leidžianti palaikyti optimalų treniruotės intensyvumą ir taip pasiekti maksimalią FA naudą sveikatai¹²³. Treniruotės metu viršijant rekomenduojamą individualų fizinio krūvio

intensyvumą galima sukelti tiek trumpalaikę, tiek ilgalaikę žalą sveikatai, todėl itin svarbu tiksliai matuoti ŠSD realiu laiku. Tam gali būti naudojami visuomenėje labai paplitę nešiojamieji prietaisai – ŠSD registratoriai. Jau 1980 m. pabaigoje buvo pradėti naudoti ant krūtinės ląstos tvirtinami ŠSD registratoriai, siekiant tiksliai palaikyti treniruočių fizinio krūvio intensyvumą¹²⁴, o 2021 m. pradžioje įvairius ŠSD registratorius kasdien naudojo apie 533,6 milijonai žmonių visame pasaulyje¹²⁵. Šių prietaisų įvairovė yra didelė. Pagal tvirtinimo ant kūno vietą ŠSD registratorius galima skirti į tris pagrindines grupes: tvirtinamus ant krūtinės ląstos, galūnių ir galvos¹²⁶. Pagal įrenginių veikimo principą ŠSD dažniausiai yra registruojamas naudojant EKG arba fotopletizmografiją (FPG)¹²³. Tarpusavyje nešiojamieji prietaisai skiriasi savo tikslumu net kai ŠSD registruojamas ramybėje¹²⁷. Dar labiau tikslumo skirtumai tarp prietaisų išryškėja ŠSD registratorius naudojant tam tikrų fizinių treniruočių metu. Siekiant optimalių rezultatų sveikatai atliekant įvairias individualias treniruotes, itin svarbu pasirinkti tinkamiausią ŠSD registratorių.

Ant krūtinės ląstos tvirtinami ŠSD registratoriai

Ant krūtinės ląstos tvirtinamuose ŠSD registratoriuose yra naudojamas elektrodas, registruojantis EKG – laidžiąją širdies sistema sklindantį elektrinį impulsą. Tokie ŠSD monitoriai veikia itin tiksliai – įvertinus jų išmatuotas ŠSD vertes ramybėje ir per įvairias treniruotes, buvo nustatyti beveik vienodi rezultatai, lyginant su EKG gautomis ŠSD vertėmis – atitikties koreliacijos koeficientas $r_c > 0,99$ (angl. *concordance correlation coefficient*)¹²⁸. Todėl EKG veikimu pagrįsti ŠSD registratoriai dažnai yra naudojami kaip standartas vertinant kitų ŠSD matuojančių prietaisų tikslumą^{129–132}. Dėl šios ypatybės tokius ŠSD registratorius dažnai renkasi ir profesionalūs sportininkai, kuriems svarbu tiksliai palaikyti reikiamą treniruotės intensyvumą¹³³. Šiuos registratorius ypač populiariau naudoti didelės ištvėmės reikalaujančiose sporto šakose – bėgimo ar dviračių sporto treniruotėse¹³⁴. Šie įrenginiai leidžia ne tik registruoti ŠSD ir palaikyti reikiamą treniruotės intensyvumą, bet ir stebėti energijos sunaudojimą, įveiktą atstumą, registruoti geriausius pasiektus treniruočių rezultatus, o fiksuojant judesius išvengti galimų traumų^{133,134}. Įvairių mokslinių tyrimų, vertinančių skirtingo tipo ŠSD registratorius, duomenys rodo, kad ant krūtinės ląstos tvirtinami, EKG veikimu besiremiantys registratoriai pasižymi didžiausiu ŠSD vertinimo tikslumu ir patikimumu atliekant įvairią fizinę veiklą – bėgant ($r_c = 0,98$), važiuojant dviračiu ($r_c = 0,99$), einant su šiaurietiško ėjimo lazdomis ($r_c = 0,94$), naudojantis elipsiniu treniruokliu ($r_c = 0,99$) ir atliekant įvairius jėgos pratimus

(intraklasinis koreliacijos koeficientas $R = 0,83$) (angl. *intraclass correlation coefficient*)^{123,128,134–138}. Taip pat pastebėta, kad tam tikri šio tipo monitoriai yra linkę šiek tiek pervertinti ŠSD, kai FA yra nedidelis^{135,136}. Pavyzdžiui, ramybės būsenoje nustatyta vidutinė absoliučioji paklaida tarp nešiojamojo registratoriaus ir EKG išmatuoto ŠSD buvo 3,12 k./min., o naudojantis stacionariu dviračiu nedidele 50 W galia – 6,62 k./min.¹³⁵. Pastebėta, kad ŠSD registravimo tikslumas išauga aktyvios fizinės veiklos metu, kai pasiekiamas didesnis ŠSD. Įprasto vaikščiojimo metu, kai ŠSD siekė <100 k./min., vidutinis skirtumas tarp EKG ir ant krūtinės tvirtinamo ŠSD monitoriaus buvo 0,5 k./min., o ŠSD pasiekus > 120 k./min. vidutinis skirtumas prilygo nuliui¹²³. Nors ant krūtinės laštos tvirtinami, EKG veikimu besiremiantys ŠSD registratoriai ir yra itin tikslūs, jie dar nėra plačiai naudojami, ypač moterų, dėl dėvint patiriamo diskomforto^{124,138}. Šie registratoriai yra tvirtinami dirželiu tiesiai ant kūno odos, ir siekiant kokybiško signalo sklidimo dažnai reikia palaikyti drėgmę tarp kontaktinių paviršių¹³⁹. Prietaiso dirželio sukeliamas spaudimas, trintis ir nuolatinė drėgmė gali sudirginti kūno odą ir riboti šių ŠSD registratorių ilgesnį dėvėjimą¹²⁴. Nepaisant minėtų trūkumų, ant krūtinės laštos tvirtinami ŠSD registratoriai yra patikima ir itin tiksli priemonė realiu laiku stebėti ŠSD per įvairias fizines treniruotes ir taip efektyviai kontroliuoti fizinio krūvio intensyvumą.

Ant riešo tvirtinami ŠSD registratoriai

Ant riešo tvirtinami ŠSD registratoriai dažniausiai veikia optiniu metodu, kuris remiasi FPG – kintančios pulsinės bangos nustatymu, naudojant šviesą skleidžiantį diodą ir fotodetektorius¹⁴⁰. Medicinoje šis metodas pradėtas plačiai naudoti pulsoksimetruose deguonies saturacijai kraujyje matuoti. Pritaikius šią technologiją ŠSD registruoti ant riešo tvirtinamuose įrenginiuose, tokie nešiojamieji prietaisai tapo populiarūs visuomenėje, nes juos itin lengva ir patogiu naudoti. Tačiau neigiama tokių prietaisų naudojimo patirtis dažniausiai yra susijusi su nepastoviu ir netiksliu ŠSD matavimu, kuris dažniausiai skiriasi priklausomai nuo gamintojo specifikacijų, atliekamos fizinės veiklos pobūdžio, fizinio krūvio intensyvumo ir kitų veiksnių. Daugumos atliktų mokslinių tyrimų duomenimis, šio tipo prietaisai ŠSD tiksliausiai registruoja esant ramybės būsenoje^{127,129,134,137,138}. Tai patvirtina vienas iš tyrimų, kuris analizavo 6 ant riešo tvirtinamų ŠSD registratorių rodmenis važiuojant dviračiu skirtingu intensyvumu¹³⁵. Ramybėje įvairių įrenginių koreliacija su EKG išmatuotu ŠSD buvo pakankamai gera ($R = 0,76–0,99$), o vidutinė absoliučioji paklaida (angl. *mean absolute percentage error* – MAPE) siekė 1,21–7,56 proc.¹³⁵. Važiuojant dviračiu 100 W galia tie patys rodikliai buvo

mažiau tikslūs registruojant ŠSD: $R = 0,32-0,85$, $MAPE = 4,84-27,75$ proc.¹³⁵. Lyginant skirtingo pobūdžio treniruotes tarpusavyje nustatyta, kad aktyvūs rankų judesiai lemia daug artefaktų ir mažina ant riešo dėvimų ŠSD monitorių tikslumą^{123,138,141}. Naudojant elipsinį treniruoklį su rankų svirtimis nė vienas iš tirtų optinių prietaisų nepateikė tikslių ŠSD matavimų¹³⁸. Palyginus ant riešo dėvimo ŠSD monitoriaus tikslumą vaikstant įprastai ir naudojant šiaurietiškas lazdas, būtent vaikščiojimas pastaruoju būdu pasižymėjo beveik dvigubai didesne vidutine absoliučiąja paklaida tarp EKG ir nešiojamojo prietaiso nurodyto ŠSD (atitinkamai 3,68 k./min. ir 6,60 k./min., $p < 0,001$)¹²³. Tiriant optinių monitorių veikimą atliekant jėgos pratimus, daugumos jų išmatuotas ŠSD skyrėsi ir buvo mažesnis nei registruotas EKG, o važiuojant dviračiu optinių ŠSD registratorių tikslumas labai sumažėjo didinant važiavimo greitį¹³⁵. Bėgimo metu tirtas ŠSD registravimo tikslumas parodė ganėtinai gerus optinių nešiojamųjų prietaisų rezultatus, tačiau intensyviai bėgant skirtingų ŠSD monitorių tikslumas ėmė mažėti – bėgant 12,88 ir 14,48 km/val. greičiu nė vienas iš tirtų ant riešo tvirtinamų ŠSD registratorių neparodė tikslių duomenų, kur r_c būtų $\geq 0,70$ ¹³⁴. Iš aprašytų tyrimų rezultatų galima daryti išvadą, kad ant riešo tvirtinamų, FPG veikimu pagrįstų ŠSD registratorių tikslumas priklauso ne tik nuo fizinės veiklos pobūdžio, bet ir nuo fizinio krūvio intensyvumo. Tiriant šių optinių prietaisų tikslumą pastebėta, kad tiksliausiai ŠSD buvo išmatuojamas nedidelio intensyvumo fizinės veiklos metu, o didėjantis treniruotės intensyvumas labai padidino paklaidą, palyginti su EKG rezultatais¹⁴². Vieno tyrimo duomenimis, optinių ŠSD registratorių tikslumas itin sumažėja plaukiant ir atliekant intervalines treniruotes, kai ŠSD sparčiai kinta¹³⁰. Taigi remiantis pateiktų tyrimų rezultatais galima teigti, kad ant riešo tvirtinamų optinių ŠSD registratorių tikslumas priklauso nuo atliekamos fizinės veiklos pobūdžio ir fizinio krūvio intensyvumo, ypačingai kuomet fizinio krūvio metu nemažai rankų judesių. Į tai turėtų atsižvelgti asmenys, rinkdamiesi nešiojamąjį prietaisą, kuris tiksliau vertintų ŠSD atliekant fizinės treniruotes.

Kiti ŠSD registratoriai

Sukurti ŠSD registratoriai, kurie tvirtinami ant kitų kūno vietų, pavyzdžiui galvos. Iš jų dažniausiai naudojami yra ausinių pavidalo monitoriai, kurie skirti ne tik klausytis muzikos, bet ir registruoti asmens ŠSD. Į ausis dedamuose prietaisuose, kaip ir ant riešo tvirtinamuose ŠSD monitoriuose, dažniausiai yra naudojama FPG metodika. Atlikti du tyrimai, kurie lygino tarpusavyje įvairaus tipo ŠSD monitorių tikslumą ir nustatė itin gerus ŠSD registruojančių ausinių veikimo rezultatus^{132,135}. Atliekant jėgos treniruotes į

ausis dedamas optinis prietaisas parodė ganėtinai tikslius ŠSD matavimus ($R = 0,86$, $MAPE = 6,24$ proc.), o važiuojant dviračiu šio tipo prietaiso registruotas ŠSD reikšmingai nesiskyrė nuo pamatuoto EKG, nepriklausomai nuo fizinio krūvio intensyvumo, todėl tikslumu aplenkė net ant krūtinės tvirtinamą ŠSD registratorių¹³⁵. Taip pat buvo pademonstruotas ŠSD registruojančių ausinių tikslumas, jas naudojant bėgimo treniruotėse ($r_c = 0,943$), o atliekant didelio intensyvumo intervalines treniruotes, šių prietaisų fiksuoto ŠSD tikslumas sumažėjo, tačiau vis tiek išliko patikimas ($r_c = 0,861$)¹³². Taigi ausinių tipo ŠSD registratorius, kaip alternatyvą, fizinio krūvio intensyvumui vertinti galėtų būti pasirenkami bėgimo treniruotėse, važiuojant dviračiu ar atliekant jėgos treniruotes.

Su vartotoju susiję ŠSD registratorių naudojimo ypatumai

ŠSD registratorių tikslumas priklauso ne tik nuo treniruotės pobūdžio ar fizinio krūvio intensyvumo, bet ir su pačiu vartotoju susijusių veiksnių – kūno odos spalvos, kūno temperatūros arba KMI. Kūno odos spalva yra vienas iš veiksnių, į kurį atsižvelgia dauguma optinių ŠSD registratorių tikslumą vertinančių tyrėjų^{128,129,143}. Kelių tyrimų duomenimis, skirtingi odos tonai ŠSD registravimo tikslumo neveikia^{128,129}, tačiau yra tyrimų, rodančių, kad tamsesnė kūno odos spalva sumažina optinių ŠSD registratorių tikslumą^{141,143}. Kitas svarbus veiksnys, galintis lemti ŠSD registravimo netikslumus, yra kūno temperatūra. Nustatyta, kad paviršinė kūno odos temperatūra <20 °C ar >38 °C lemia suprastėjusį FPG signalo registravimą¹⁴⁴. Į tai reikėtų atsižvelgti naudojantis ŠSD registratoriais sportuojant lauke, esant žemai ar itin aukštai aplinkos oro temperatūrai. KMI yra kitas svarbus rodiklis, į kurį atsižvelgia tyrėjai, vertinantys ŠSD registratorių tikslumą^{128,134,143,145,146}. Dauguma tyrėjų pastebėjo neigiamą koreliaciją tarp didesnio asmens KMI ir ŠSD registratorių tikslumo^{134,143,145}. Nustatyta, kad dėl didesnio odos storio nutukusių asmenų stipinės arterijos gylis nuo kūno paviršiaus yra padidėjęs nuo 2,5 mm iki 3,5 mm¹⁴⁷. Tai gali lemti iki 40 proc. FPG signalų netekimo¹⁴⁸ ir neigiamai paveikti matuojamo ŠSD tikslumą. Tačiau buvo ir tokių tyrimų, kuriuose, atsižvelgus į dalyvių KMI, tiriant ŠSD registratorių tikslumą, tokių sąsajų nepastebėta¹²⁸ ar net atvirkščiai – didesnis KMI buvo susijęs su tikslesniais ŠSD matavimais¹⁴⁶. Tokiems rezultatams įtakos galėjo turėti tiek geresnis prietaiso daviklio priglundimas prie tiriamųjų kūno odos, tiek nutukimo nulemtas didesnis transepiderminio vandens netekimas (angl. *transepidermal water loss*)¹⁴⁹, kuris galėjo pagerinti FPG signalo perdavimą. Taigi, kol kas nėra vienodų įrodymų, patvirtinančių, kad kuris nors konkretus su vartotoju

susijęs veiksnys akivaizdžiai teigiamai arba neigiamai veiktų ŠSD registratorių tikslumą.

Apibendrinant, nešiojamieji ŠSD registratoriai yra svarbi priemonė, leidžianti realiu laiku stebėti ŠSD ir pagal tai palaikyti individualų rekomenduojamą fizinio krūvio intensyvumą per įvairias fizines treniruotes. Iš rinkoje esamų nešiojamųjų prietaisų didžiausiu tikslumu pasižymi ant krūtinės ląstos tvirtinami ir EKG veikimu pagrįsti ŠSD registratoriai. Įvairių FPG veikimu pagrįstų ŠSD registratorių tikslumas labai priklauso nuo fizinės veiklos pobūdžio ir fizinio krūvio intensyvumo. Su vartotoju susiję ypatumai, pavyzdžiui kūno odos spalva arba KMI, gali skirtingai paveikti įvairių ŠSD registratorių tikslumą.

3.8. Psichoemocinės būklės vertinimas asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika, atliekantiems savarankiškas fizines treniruotes

Tyrimai rodo, kad MetS turintys asmenys skundžiasi prastesne gyvenimo kokybe, dažniau serga depresija ir susiduria su nerimo sutrikimais^{150–152}. Asmenims, neturintiems pakankamai kriterijų MetS diagnozuoti, tačiau priklausantiems padidėjusios kardiometabolinės rizikos grupei dėl tokių ligų kaip CD ar nutukimas, taip pat dažniau pasitaiko psichinės sveikatos problemų^{153–155}. Nustatyta, kad depresijos paplitimas tarp CD pacientų yra 2 kartus didesnis nei sveikoje populiacijoje¹⁵³, o nerimo sutrikimai yra 20 proc. dažnesni, palyginti su CD nesergančiais asmenimis¹⁵⁴. Atsižvelgiant į šiuos duomenis ir į tai, jog MetS ir su juo susijusių ligų paplitimas sparčiai didėja⁷, aktyviai ieškoma įvairių būdų, kuriais būtų galima pagerinti padidėjusios kardiometabolinės rizikos asmenų gyvenimo kokybę ir psichikos sveikatą. Vienas iš plačiausiai literatūroje nagrinėjamų metodų, įrodžiusių teigiamą poveikį šių asmenų sveikatai, yra reguliarios fizinės treniruotės¹⁵⁶. Jos gali būti atliekamos tiesiogiai prižiūrint medicinos personalui arba savarankiškai. Įvairi fizinių treniruočių priežiūra gali turėti skirtingą poveikį padidėjusios kardiometabolinės rizikos asmenų psichoemocinei sveikatai bei gyvenimo kokybei.

Medicinos personalo prižiūrimos fizinės treniruotės

Medicinos personalo ar sporto trenerių prižiūrimų fizinių treniruočių poveikis MetS turinčių asmenų psichoemocinei būsenai ir gyvenimo kokybei yra nagrinėtas moksliniuose tyrimuose. Farinha ir kt. po 15 savaičių trukmės

prižiūrimų vidutinio intensyvumo aFT programos taikymo nustatė teigiamus su sveikata susijusios gyvenimo kokybės pokyčius¹⁵⁷. Remdamiesi SF-36 klausimynu (angl. *Short Form Health Survey 36*), jie rado teigiamą „fizinio aktyvumo“, „kūno skausmo“, „veiklos apribojimo dėl fizinių sutrikimų“, „bendros sveikatos“ ir „socialinio funkcionavimo“ subskalių įverčių pokytį MetS turinčioms moterims¹⁵⁷. Morga ir kt. taip pat nustatė teigiamą fizioterapeuto prižiūrimų grupinių mažo intensyvumo aFT poveikį MetS turinčių vyresnio amžiaus moterų depresijos simptomams¹⁵⁸. Po 12 savaičių intervencijos GDS skalės (angl. *Geriatric Depression Scale-15*) vertės sumažėjo 37 proc.¹⁵⁸. Leung ir kt. ištyrė sporto trenerių prižiūrimų ir namie atliekamų Tai Chi treniruočių programos poveikį MetS turinčių asmenų sveikatai¹⁵⁹. Fizinių treniruočių programos, trukusios 12 savaičių, teigiamas poveikis gyvenimo kokybei buvo nustatytas tik fizinius pratimus atlikusių asmenų grupėje, kur pagerėjo SF-12v2 klausimyno (angl. *12-item Short-Form Health Survey version 2*) „bendros sveikatos“ ir „psichikos sveikatos“ subskalių įverčiai, o kontrolinėje grupėje nė vienos iš klausimyno subskalių įverčiai nepakito statistiškai reikšmingai¹⁵⁹. Kito tyrimo autoriai lygino mažo kaloringumo Viduržemio jūros dietos ir jos derinimo su vidutinio ar didelio intensyvumo medicinos personalo prižiūrimomis ir namuose atliekamomis aFT poveikį MetS turinčių asmenų gyvenimo kokybei¹⁶⁰. Nustatytas didesnis SF-36 klausimyno subskalių įverčių teigiamas pokytis tarp fizinės treniruotės atlikusių, o ne vien tik dietos besilaikiusių asmenų¹⁶⁰. „Veiklos apribojimo dėl fizinių sutrikimų“, „kūno skausmo“ ir „socialinio funkcionavimo“ subskalių įverčiai taip pat pagerėjo tik tiems tiriamiesiems, kurie atliko fizinius pratimus¹⁶⁰. Įvertinus tyrimų rezultatus galima teigti, kad MetS turinčių asmenų dalyvavimas tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimose fizinėse treniruotėse palankiai veikia jų gyvenimo kokybę ir depresijos simptomus, tačiau poveikis šių asmenų nerimui nėra pakankamai ištirtas.

Atlikta mokslinių tyrimų, analizuojančių medicinos personalo ar sporto trenerio prižiūrimų fizinių treniruočių programų poveikį CD sergančių asmenų gyvenimo kokybei, depresijos ir nerimo lygiui. Tyrimas, nagrinėjęs fizinio lavinimo specialisto prižiūrimų aFT poveikį 2 tipo CD sergančių asmenų psichoemociinei būsenai pagal GHQ-28 klausimyną (angl. *General Health Questionnaire – 28*), nustatė teigiamus „psichikos sveikatos“, „fizinių simptomų“ bei „nerimo ir nemigos“ subskalių vidurkių pokyčius tik tarp treniruotės atlikusių intervencinės grupės tiriamųjų¹⁶¹. Pastarojo tyrimo kontrolinėje grupėje, kurios tiriamųjų buvo prašoma riboti bet kokį FA, statistiškai reikšmingų pokyčių gyvenimo kokybei nenustatyta¹⁶¹. „Depresijos“ ir „socialinio funkcionavimo“ subskalių įverčiai po fizinių

treniruočių programos statistiškai reikšmingai nepakito nei intervencinėje, nei kontrolinėje grupėje¹⁶¹. Panašius rezultatus gavo Delevatti ir kt., lygindami vandenyje (angl. *aquatic aerobic training*) ir sausumoje (angl. *dry-land aerobic training*) atliekamų, medicinos personalo prižiūrimą aFT poveikį 2 tipo CD sergančių asmenų gyvenimo kokybei ir psichikos sveikatai¹⁶². Abejose grupėse buvo pastebėtas teigiamas efektas vertinant bendrą gyvenimo kokybę, fizinius ir psichologinius jos komponentus, tačiau depresijos įverčiams statistiškai reikšmingos įtakos neturėjo nė viena iš minėtų treniruočių rūšių¹⁶². Pastarojo tyrimo autoriai mano, jog tokį depresijos simptomų pokyčio nebuvimą galėjo lemti vadinamasis „lubų“ efektas – dar tyrimo pradžioje buvusios žemos depresijos skalės vertės¹⁶². Tačiau kiti tyrėjai, taip pat analizavę vandenyje atliekamų, prižiūrimų fizinių treniruočių poveikį vyresnio amžiaus 2 tipo CD sergančių asmenų psichoemocinei būsenai, nustatė, kad po 12 savaičių intervencijos tiriamųjų depresijos skalių įverčiai pagerėjo 57 proc., o nerimo – 41 proc.¹⁶³. Teigiamas poveikis depresijos ir nerimo lygiui pastebėtas vyresnio amžiaus 2 tipo CD sergančioms moterims, atlikusioms 12 savaičių trukmės prižiūrimų sudėtinių fizinių treniruočių programą, kurios kiekvieną treniruotę sudarė tempimo ir įvairūs dinaminiai pratimai¹⁶⁴. Kitas 1 metus trukęs tyrimas U-TURN į gyvenimo būdo keitimo programą įtraukė 2 tipo CD sergančius asmenis, kuriems buvo parenkami individualūs mitybos planai ir taikomos sporto trenerių ir fizioterapeuto prižiūrimos aerobinės bei jėgos treniruotės¹⁶⁵. Vertinant SF-36 klausimyną, pastarajame tyrime nustatytas „apibendrinto fizinės sveikatos“ gyvenimo kokybės komponento įverčių pagerėjimas 30 proc. tiriamųjų intervencinėje grupėje, lyginant su 18 proc. tiriamųjų įprastos priežiūros grupėje¹⁶⁵. Tačiau reikšmingų „apibendrinto psichikos sveikatos“ gyvenimo kokybės komponento pokyčių nebuvo nė vienoje iš šio tyrimo grupių¹⁶⁵. Baptista ir kt. palygino metformino ir fizinių pratimų poveikį 2 tipo CD sergančių asmenų gyvenimo kokybei, suskirstę tiriamuosius į tris grupes: 1) atliekančių sporto trenerių prižiūrimus fizinius pratimus, 2) vartojančių metforminą, 3) atliekančių sudėtinę fizinę treniruotę ir vartojančių metforminą¹⁶⁶. Šio tyrimo rezultatai parodė, kad gyvenimo kokybės rodikliai pagerėjo tų grupių tiriamųjų, kurie atlikdavo fizinius pratimus, tačiau tik metforminą vartojusiems tiriamiesiems jokie poveikio gyvenimo kokybei nepastebėta¹⁶⁶. Ta pati tyrėjų grupė nustatė, kad 24 mėnesių trukmės medicinos personalo prižiūrimų, sudėtinių fizinių treniruočių programa, susidedanti iš aerobinių, jėgos, pusiausvyros ir lankstumo pratimų, pagerino 2 tipo CD sergančių tiriamųjų gyvenimo kokybės „apibendrintų fizinės ir psichikos sveikatos“ komponentų įverčius¹⁶⁷.

Taip pat minėtame tyrime padidėjo „bendros sveikatos“, „fizinio ir socialinio funkcionavimo“, „veiklos apribojimo dėl emocinių ir fizinių sutrikimų“ subskalių įverčiai¹⁶⁷. Aptarti tyrimai pateikia prieštarungus rezultatus, susijusius su medicinos personalo ar sporto trenerių prižiūrimų fizinių treniruočių poveikiu 2 tipo CD sergančių asmenų depresijos simptomams, tačiau įrodo teigiamą poveikį gyvenimo kokybei ir nerimo simptomams.

Medicinos personalo prižiūrimų treniruočių poveikis antsvorį ir nutukimą turinčių asmenų psichoemocinei būsenai ir gyvenimo kokybei taip pat yra aprašytas mokslinėje literatūroje. Vancini ir kt., ištyrę sporto trenerių prižiūrimų pilateso ir vaikščiojimo treniruočių poveikį antsvorį ir nutukimą turintiems asmenims nustatė teigiamą poveikį abiejų grupių tiriamųjų emocinei būsenai ir gyvenimo kokybei¹⁶⁸. Naudojant SF-36 klausimyną, „psichikos sveikatos“ ir „socialinio funkcionavimo“ subskalių įverčiai padidėjo abiejų treniruočių grupėse, o „gyvybingumo“ subskalės įvertis – tik vaikščiojimo treniruočių dalyviams¹⁶⁸. Taikant BDI (angl. *Beck Depression Inventory*) ir STAI (angl. *State-Trait Anxiety Inventory*) klausimynus nustatyta, kad po 8 savaičių fizinių treniruočių intervencijos „depresijos“ ir „nerimo kaip bruožo“ įverčiai sumažėjo vaikščiojimo ir pilateso treniruotes atlikusiems tiriamiesiems¹⁶⁸. Tačiau „nerimo kaip būsenos“ įverčių reikšmingas teigiamas pokytis nustatytas tik vaikščiojimo treniruočių grupėje¹⁶⁸. STRRIDE-AT/RT atsitiktinių imčių tyrime taip pat pastebėtas teigiamas sporto trenerių prižiūrimų aerobinių, jėgos ir sudėtinių treniruočių poveikis antsvorį turinčių ir nutukusių asmenų gyvenimo kokybei¹⁶⁹. Vertinant pagal SF-36 klausimyną, jėgos treniruočių ir sudėtinių treniruočių grupėse buvo nustatytos padidėjusios „apibendrinto fizinės sveikatos“ komponento vertės, tačiau statistškai reikšmingas „apibendrinto psichikos sveikatos“ komponento verčių pokytis buvo nustatytas tik sudėtinių treniruočių grupėje¹⁶⁹. Šie rezultatai rodo, kad antsvorį turintys ar nutukę asmenys, atlikdami sudėtines fizines treniruotes, pasiekia geresnių rezultatų pagal skirtingus gyvenimo kokybės komponentus, nei atlikdami vienos rūšies fizines treniruotes. Teigiamas poveikis didelio laipsnio nutukimą turinčių asmenų psichoemocinei būsenai ir gyvenimo kokybei taip pat nustatytas Brazil ir kt. tyrime, analizavusiame individualių, medicinos personalo prižiūrimų fizinių treniruočių poveikį tiriamųjų sveikatai¹⁷⁰. Po 8 savaites trukusių grupinių treniruočių buvo nustatytas teigiamas pokytis tokių gyvenimo kokybės komponentų, kaip „fizinė sveikata“, „jausmai“, „kasdienė ir socialinė veikla“ bei „skausmas“¹⁷⁰. Tame pačiame tyrime pagal HADS klausimyną (HADS angl. *Hospital Anxiety and Depression Scale*) buvo lyginamas tiriamųjų nerimo ir depresijos lygis prieš ir po intervencijos¹⁷⁰.

Tiriamųjų, kuriems pagal surinktus klausimyno balus buvo nustatytas bent lengvo laipsnio nerimas ir (ar) depresija (HADS ≥ 8 balai), skaičius po taikytos treniruočių programos sumažėjo atitinkamai 20,2 proc. ir 44,8 proc.¹⁷⁰. EXERDIET-HTA studijoje buvo tiriami nutukusių ir AH sergančių asmenų gyvenimo kokybės pokyčiai, atliekant skirtingos trukmės ir intensyvumo fizinio lavinimo specialistų prižiūrimas aFT¹⁷¹. Tiriamieji buvo priskirti vienai iš 4 treniruočių programų: 1) didelės apimties (45 min.) vidutinio intensyvumo tęstinių aFT, 2) didelės apimties (45 min.) didelio intensyvumo intervalinių treniruočių, 3) mažos apimties (20 min.) didelio intensyvumo intervalinių treniruočių programai 4) kontrolinei grupei (tiriamiesiems buvo patariama savarankiškai atlikti aFT, tačiau ambulatorinės aFT jie nedalyvavo)¹⁷¹. Minėtos studijos rezultatai parodė, kad SF-36 klausimyno „gyvybingumo“ subskalės įverčiai pagerėjo visų programų grupių tiriamiesiems, tačiau „fizinio funkcionavimo“ ir „bendros sveikatos“ subskalių įverčiai labiausiai pasikeitė tik treniruotes atlikusių tiriamųjų grupėse¹⁷¹. „Bendro sveikatos“ komponento subskalės įverčių ryškiausias pokytis buvo didelio intensyvumo treniruočių grupėse, tačiau „socialinio funkcionavimo“ ir „psichikos sveikatos“ komponentų subskalių įverčių teigiamas pokytis nustatytas tik mažos apimties didelio intensyvumo intervalinių treniruočių grupės tiriamiesiems¹⁷¹. Skirtingo intensyvumo, ŠSD kontroliuojančių ir fizioterapeutų prižiūrimų treniruočių teigiamą poveikį didelio laipsnio nutukimą ir bent du MetS kriterijus turinčių asmenų gyvenimo kokybei patvirtina Reljic ir kt. tyrimas¹⁷². Naudojant EQ-5D-5L klausimyną (angl. *5-level EuroQoL-5 dimension version*), nustatyta, kad mažos apimties didelio intensyvumo intervalinės treniruotės pagerino tiriamųjų bendrą gyvenimo kokybės įvertį 10 proc., o mažos apimties vidutinio intensyvumo intervalinės treniruotės – 8 proc.¹⁷². Taigi, šie tyrimai rodo, kad atsvarę ar nutukimą turintiems asmenims, atliekantiems medicinos personalo prižiūrimas fizines treniruotes, gerėja gyvenimo kokybė ir mažėja nerimo bei depresijos simptomai.

Savarankiškai atliekamos fizinės treniruotės

Savarankiškų fizinių treniruočių poveikis MetS turinčių asmenų psichoemociinei sveikatai ir gyvenimo kokybei yra analizuotas moksliniuose tyrimuose. Marcos-Delgado ir kt., nagrinėdami 12 mėnesių trukmės elgesio terapijos, Viduržemio jūros dietos ir FA skatinimo atliekant savarankiškas aerobines ir jėgos treniruotes programą, pastebėjo teigiamą ryšį tarp MetS turinčių asmenų didesnio FA lygio ir geresnės gyvenimo kokybės¹⁷³. Haufe ir kt. savo studijoje taip pat analizavo MetS turinčių asmenų gyvenimo kokybės

ir psichoemocinės būsenos pokyčius savarankiškai atliekant fizines treniruotes¹⁷⁴. Pastarajame tyrime intervencinės grupės tiriamieji dalyvavo individualiose konsultacijose ir į mobiliuosius telefonus gaudavo pranešimus, skatinančius užsiimti vidutinio intensyvumo fizine veikla 150 minučių per savaitę¹⁷⁴. Tyrimo rezultatai parodė, kad HADS klausimyno įverčiai pagerėjo tiek intervencinėje, tiek kontrolinėje grupėje, tačiau reikšmingesnis poveikis nerimo ir depresijos simptomams buvo nustatytas intervencinėje grupėje¹⁷⁴. Vertinant 6 mėnesių trukmės savarankiškų treniruočių skatinimo programos įtaką gyvenimo kokybei, tik intervencinėje grupėje buvo rastas reikšmingesnis teigiamas pokytis pagal tokias SF-36 klausimyno subskales, kaip „fizinis aktyvumas“, „bendra ir psichikos sveikata“, „gyvybingumas“ ir „apibendrintas psichikos sveikatos komponentas“¹⁷⁴. Pasibaigus minėtojo tyrimo pirmajam etapui, ta pati tyrėjų grupė pradėjo antrąjį, palaikomojo gydymo etapą, siekdami išsiaiškinti pirminės intervencijos poveikio trukmę MetS turinčių asmenų sveikatai¹⁷⁵. Tiriamieji, pirmajame tyrimo etape priklausę intervencinei grupei, buvo suskirstyti į tris grupes pagal toliau taikomą skirtingą taktiką: A grupė – FA skatinančios konsultacijos ir nuotolinis FA registravimas naudojant nešiojamuosius prietaisus, B grupė – tik nešiojamųjų, FA registruojančių prietaisų naudojimas, C grupė – netaikoma nė viena iš prieš tai minėtų priemonių¹⁷⁵. Po 6 mėnesių šios palaikomojo gydymo programos buvo nustatyta, kad gyvenimo kokybės, depresijos ir nerimo klausimynų įverčiai reikšmingai nepakito ir teigiamas pirmojo tyrimo etapo intervencijos poveikis šiems rodikliams išliko visose trijose grupėse, nepriklausomai nuo tolesnės priežiūros taktikos¹⁷⁵. Tyrėjų teigimu, ilgalaikį teigiamą poveikį MetS turinčių asmenų psichoemocinei sveikatai ir gyvenimo kokybei lėmė būtent pirmajame tyrimo etape taikyta savarankišką FA skatinanti programa, paremta individualiomis konsultacijomis ir nuotoliniu FA registravimu, naudojant nešiojamuosius prietaisus, todėl antrajame etape tiriamųjų grupių rezultatai nebesiskyrė¹⁷⁵. Jahangiry ir kt. atliko atsitiktinių imčių tyrimą, kuriame taip pat buvo nagrinėjama internete įkeltos informacinės programos, skatinančios laikytis individualios dietos ir būti fiziškai aktyviems, nauda MetS turinčių asmenų gyvenimo kokybei¹⁷⁶. Vertinant skirtingus SF-36 klausimyno komponentus prieš 6 mėnesių trukmės programą ir po jos, tik intervencijos dalyviams statistiškai reikšmingai pagerėjo „fizinio aktyvumo“, „kūno skausmo“, „bendro sveikatos“, „gyvybingumo“, „veiklos apribojimo dėl emocijų sutrikimų“ ir „psichikos sveikatos“ komponentų įverčiai¹⁷⁶. Aptartų tyrimų rezultatai įrodo, jog savarankiškai atliekamos fizinės treniruotės teigiamai veikia MetS turinčių asmenų gyvenimo kokybę, depresijos bei nerimo lygį.

Moksliniuose tyrimuose taip pat nagrinėtas savarankiškų fizinių treniruočių poveikis 2 tipo CD ir nutukimą turinčių pacientų gyvenimo kokybei ir psichoemociinei sveikatai. MOVEdiabetes studijoje buvo tiriamas individualiai pritaikytos medicinos personalo konsultacijų programos, skatinančios palaikyti 150 minučių vidutinio ar didelio intensyvumo savarankišką FA per savaitę, poveikis 2 tipo CD pacientams¹⁷⁷. Naudojant modifikuotą SF-20 klausimyną nustatyta, kad po 12 savaičių taikytos programos „bendro sveikatos“ komponento įverčiai padidėjo 48,4 proc. intervencinės grupės tiriamųjų ir tik 32,7 proc. kontrolinės grupės tiriamųjų¹⁷⁷. Vertinant „kūno skausmo“ komponentą prieš taikytą programą ir po jos, teigiamas įverčių pokytis pastebėtas panašiai tiriamųjų daliai abejose grupėse, tačiau procentinė dalis asmenų, kuriems skausmo pojūtis padidėjo, buvo mažesnis intervencinėje grupėje¹⁷⁷. Tai įrodo teigiamą savarankiško FA poveikį, mažinant skausmo sukeltus nemalonius pojūčius, kas kartu lemia ir geresnę gyvenimo kokybę. Minėto tyrimo autoriai taip pat nustatė, kad didesnis savarankiško FA lygis buvo siejamas su mažesniu depresijos lygiu tarp nutukusių ir 2 tipo CD sergančių tiriamųjų¹⁷⁷. LookAHEAD studijos tyrėjų grupė, nagrinėjusi intensyvios gyvenimo būdo keitimo intervencijos įtaką nutukusių ir 2 tipo CD sergančių pacientų psichoemociinei sveikatai ir gyvenimo kokybei, ištyrė minėtos programos liekamąjį teigiamą poveikį, praėjus 6 metams po taikytos intervencijos¹⁷⁸. FA grupės tiriamieji buvo skatinami palaikyti > 175 min./sav. vidutinio intensyvumo fizinių krūvi savarankiškais treniruotėmis ir sumažinti savo kūno masę > 7 proc.¹⁷⁸. Praėjus 6 metams po savarankiškų fizinių treniruočių programos ir pakartotinai įvertinus FA grupės asmenų depresijos simptomus ir gyvenimo kokybę, pradinio teigiamo programos poveikio šioje grupėje nepastebėta¹⁷⁸. Vertinant „apibendrintą fizinės sveikatos“ komponentą buvo nustatyta, kad vyriausi tiriamieji nurodė reikšmingai didesnę įverčių sumažėjimą ir labiau suprastėjusią fizinę sveikatą, nei jauniausi tyrimo dalyviai¹⁷⁸. Todėl, tyrėjų manymu, ilgalaikio teigiamo intervencijos poveikio būtų galima tikėtis jaunesnio amžiaus tiriamųjų kohortoje¹⁷⁸. Tyrėjai taip pat teigė, kad vyresnio amžiaus nutukusiems ir 2 tipo CD sergantiems asmenims gyvenimo kokybės ir psichoemocinės sveikatos palaikymą galėtų užtikrinti nuolatinis ir nenutrūkstamas minėtos programos taikymas¹⁷⁸. Kempf ir kt. taip pat tyrė savarankiškų, namuose atliekamų fizinių treniruočių poveikį 2 tipo CD sergančių ir antsvorį bei nutukimą turinčių asmenų gyvenimo kokybei ir psichikos sveikatai¹⁷⁹. Šios studijos intervencinės grupės tiriamiesiems buvo įduotos žaidimų konsolės, balansinės lentos ir vaizdo žaidimas, kuris leidžia pasirinkti aerobinius, jėgos, pusiausvyros ir jėgos pratimus namuose,

skatinant šias priemones naudoti bent 30 minučių per dieną¹⁷⁹. Po 12 savaičių trukmės programos buvo nustatyta, kad SF-12 klausimyno „psichikos sveikatos“ komponento įverčiai pagerėjo tik intervencinėje grupėje, o kontrolinėje grupėje – pablogėjo¹⁷⁹. Panašūs rezultatai buvo gauti nagrinėjant ir bendrą gyvenimo kokybės įvertį, kuris statistiškai reikšmingai pagerėjo tik intervencinėje grupėje ir šiek tiek sumažėjo kontrolinėje grupėje¹⁷⁹. Teigiamas savarankiškų fizinių treniruočių poveikis buvo stebėtas ir depresijos simptomams – intervencinėje grupėje depresiją turinčių asmenų skaičius sumažėjo perpus (nuo 31 proc. iki 16 proc.), o kontrolinėje grupėje šis skaičius išliko nepakitęs (36 proc.)¹⁷⁹. Įvertinus tyrimų rezultatus galima teigti, kad savarankiškos fizinės treniruotės palankiai veikia 2 tipo CD sergančių ir nutukusių asmenų įvairius gyvenimo kokybės komponentus, mažina depresijos simptomus, tačiau jų poveikis nerimui dar nėra pakankamai iširtas.

Apibendrinant, tiek tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimos, tiek savarankiškai atliekamos fizinės treniruotės teigiamai veikia padidėjusios kardiometabolinės rizikos asmenų gyvenimo kokybę. Vertinant padidėjusios kardiometabolinės rizikos asmenų depresijos ir nerimo lygio pokyčius po savarankiškai atliktų ar medicinos personalui tiesiogiai prižiūrint atliktų fizinių treniruočių, rezultatai yra prieštaringi, todėl reikalingi tolimesni moksliniai tyrimai.

3.9. Kraujagyslinių markerių palyginamoji vertė, monitoruojant fizinio aktyvumo efektą, tiriamojoje populiacijoje

Viena iš MetS nulemtų KV rizikos padidėjimo priežasčių yra įvairūs arterijų pokyčiai, tokie kaip padidėjęs stambiujų arterijų standumas ir bendrosios miego arterijos intimos ir medijos storis (IMS BMA)¹⁸⁰. Pademonstruota, jog neigiami arterijų sienelių pokyčiai didėja kartu didėjant ir skirtingų, su MetS susijusių, kardiometabolinės rizikos veiksnių skaičiui¹⁸¹. Be to, tam tikrų specifinių MetS komponentų grupės yra susijusios su ženkliai padidėjusiu arterijų sienelių standumu ir storesnėmis arterijų sienelėmis^{182,183}.

Pats arterijų standumas, kaip kraujagyslių žymuo, yra nepriklausomas ir stiprus būsimų KV įvykių ir mirtingumo dėl visų priežasčių prognostinis rodiklis¹⁸⁴. Padidėjęs arterijų standumas atspindi arterijų sienelės elastinių savybių sumažėjimą, kartu ir kraujagyslių senėjimą¹⁸⁵, yra susijęs su aterosklerozės progresavimu¹⁸⁶. Arterijų standumas dažniausiai vertinamas matuojant PBG, rečiau matuojant kitus surogatinius žymenis, tokius kaip augmentacijos indeksą (AIX), PS aortoje, VAKS aortoje ir žasto arterijoje¹⁸⁶.

Centrinėse arterijose išmatuotas PBG – miego-šlaunies arterijų (a.) PBG, yra „aukso standartas“, vertinant arterijų standumo pokyčius, kadangi šis rodiklis tyrimuose ir pademonstravo KV rizikos ir mirtingumo dėl visų priežasčių prognostinę vertę¹⁸⁴. Kitas kraujagyslinis žymuo, IMS BMA, atspindintis intimos-medijos sluoksnio bendrojoje miego arterijoje sustorėjimą, taip pat reikšmingai siejasi su ateities KV įvykiais, net ir atmetus kitų KV rizikos veiksnių ar jau buvusių KV įvykių įtaką¹⁸⁷. Kraujagyslinių žymenų, tokių kaip PBG ir IMS BMA, KV rizikos nuspėjamoji vertė įrodyta ir asmenims, sergantiems MetS¹⁸⁸, todėl priemonės, kurios gali teigiamai veikti kraujagyslių sveikatą, ypač svarbios šiai populiacijai.

Ambulatorinės, tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimos aFT teigiamai veikia įvairius arterijų standumo žymenis asmenims su MetS. Prospektyviniame tyrime, kuriame iš viso dalyvavo 126 MetS turintys tiriamieji, 84 dalyviai dalyvavo 2 mėnesių trukmės pagal ŠSD pritaikytą aFT programoje, kuri 5 proc. sumažino jų pradinį arterijų standumą, išmatuotą kaip miego-šlaunies a. PBG ($p = 0,005$)⁹². Mora-Rodríguez ir kt. savo tyrime parodė, kad 6 mėnesius taikytos intensyvios aerobinės intervalinės treniruotės pagerino arterijų standumą 17 proc. sumažinant AIX ($p = 0,048$) asmenims, turintiems MetS¹⁸⁹. Nors miego-šlaunies a. PBG taip pat sumažėjo treniruočių grupėje po atliktų aerobinių intervalinių treniruočių, skirtumas tarp grupių nebuvo reikšmingas¹⁸⁹. Kitas tyrimas, kuriame buvo analizuojamos MetS turinčios moterys, parodė, kad 3 mėnesius medicinos personalo prižiūrima aFT programa reikšmingai sumažino žasto-čiurnos a. PBG ($p < 0,05$)¹⁹⁰. Neseniai buvo įrodytas reikšmingas kito svarbaus kraujagyslių žymens, IMS BMA, sumažėjimas pacientams, sergantiems 2 tipo CD, po 1 metus trukusių tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimų aFT, jas derinant kartu su jėgos treniruotėmis¹⁹¹. Panašu, kad ilgesnė medicinos personalo prižiūrimų aFT programų trukmė gali lemti dar ženklesnį kardiometabolinių asmenų IMS BMA sumažėjimą. Pažymėtina, kad minėtus kraujagyslinius pokyčius galima aptikti tik naudojant didelės raiškos aido sekimo (angl. *echo-tracking*) ultragarso technologiją^{192,193}.

Namų sąlygomis atliekamų aFT, jas prižiūrint nuotoliniu būdu, naudojant išmaniuosius prietaisus, vertė kraujagyslinių žymenų pokyčiams tarp asmenų su padidėjusia kardiometaboline rizika yra menkai ištirta. Scott ir kt. vertino trijų skirtingų, 3 mėnesius trukusių aFT programų veiksmingumą nutukusiems asmenims, kurie turi padidėjusią KV riziką⁹¹. Pademonstruota, jog namų sąlygomis atliekamos didelio intensyvumo intervalinės treniruotės, taip pat ir išmaniaisiais prietaisais nuotoliniu būdu prižiūrimos vidutinio intensyvumo intervalinės treniruotės reikšmingai sumažino PBG aortoje, taip kaip ir ambulatoriškai atliekama didelio intensyvumo aFT programa ($p < 0,001$ visose programose)⁹¹. Kitame tyrime 30 nutukusių moterų buvo taikoma 8 mėnesių trukmės aFT programa, kurioje treniruotės buvo prižiūrimos

nuotoliniu būdu išmaniaisiais prietaisais, taip skatinant palaikyti vidutinio intensyvumo aerobinį FA 150 minučių per savaitę¹⁹⁴. Po 8 mėnesius trukusios aFT programos nutukusių moterų aortos PBG pokytis nebuvo statistiškai reikšmingas, tačiau vis vien stebėta teigiama dinamika (pokytis $-0,46 \pm 0,29$ m/s, $p = 0,131$)¹⁹⁴. Alonso-Domínguez ir kt. tyrimas, kuriame dalyvavo 89 pacientai, sergantys 2 tipo CD, parodė, kad po medicinos personalo nuotoliniu būdu prižiūrimos vaikščiojimo programos, naudojant nešiojamuosius prietaisus, arterijų standumo parametrai, tokie kaip širdies ir kulkšnies kraujagyslių indeksas (angl. CAVI, *cardio-ankle vascular index*) bei PS kojų arterijose, reikšmingai sumažėjo ($p = 0,012$, $p < 0,001$, atitinkamai)¹⁹⁵.

Apibendrinant, ambulatorinės, tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimos aFT teigiamai veikia MetS turinčių asmenų arterijų standumą, daugiausia išmatuojamą kaip miego-šlaunies a. PBG, taip pat mažina IMS BMA. Namų sąlygomis savarankiškai atliekamų aFT, jas prižiūrint nuotoliniu būdu išmaniaisiais prietaisais, poveikis kraujagyslinių žymenų pokyčiams yra menkai ištirtas, tačiau atlikti tyrimai leidžia daryti prielaidą, kad jos gali turėti nepriklausomą teigiamą poveikį padidėjusią kardiometabolinę riziką turinčių asmenų arterijų standumui.

4. TIRIAMIEJI ASMENYS IR TYRIMO METODIKA

Tyrimas atliktas 2017-2019 m. UAB „InMedica“ klinikoje, taip pat dalį tyrimų atliekant Vilniaus universiteto ligoninės Santaros klinikose (VUL SK) pagal „Asmenų, priskirtų ŠKL didelės rizikos grupei, atrankos ir prevencijos priemonių finansavimo programą“ (angl. *The Lithuanian high cardiovascular risk primary prevention program – LitHiR*)^{196,197}. Prieš tiriamųjų įtraukimą buvo gautas Lietuvos bioetikos komiteto leidimas atlikti tyrimą (protokolo nr: PFAEV53, leidimo nr.: L-17-05/1-4, leidimo išdavimo data: 2017-07-07) (**1 priedas**). Tyrimas buvo atliekamas laikantis Helsinkio deklaracijos nuostatų. Iš visų tiriamųjų buvo gautas sutikimas dalyvauti tyrime, pasirašant informuoto asmens sutikimo formas. Tyrimas užregistruotas klinikinų tyrimų duomenų bazėje ClinicalTrials.gov (identifikacinis nr.: NCT05592704).

4.1. Tiriamieji asmenys

Įtraukimo į tyrimą kriterijai:

Į tyrimą buvo įtraukti abiejų lyčių asmenys: 50-65 metų moterys ir 40-55 metų vyrai, kuriems buvo nustatytas MetS, remiantis NCEP ATP III modifikuotais kriterijais (kai nustatyti bet kurie 3 iš žemiau išvardintų 5 kriterijų)⁶:

- Juosmens apimtis: vyrams ≥ 102 cm, moterims ≥ 88 cm;
- AKS: ≥ 130 mmHg sistolinis AKS, ≥ 85 mmHg diastolinis AKS, arba gydymas vaistais, esant AH anamnezėje;
- Gliukozės koncentracija kraujyje (nevalgius): $\geq 5,6$ mmol/L, arba gydymas vaistais esant hiperglikemijai;
- DTL–Chol koncentracija kraujo serume: vyrams $< 1,03$ mmol/L; moterims $< 1,30$ mmol/L;
- TG koncentracija kraujo serume: $\geq 1,7$ mmol/L, arba gydymas vaistais.

Neįtraukimo į tyrimą kriterijai:

- Pacientai, sergantys ŠKL, turėję KV įvykį (miokardo infarktą, galvos smegenų insultą, atliktą perkutaninę koronarinę intervenciją ar aortokoronarinių jungčių operaciją);
- Asmenys, turintys išreikštą širdies nepakankamumo kliniką, ženkliai, nesukoreguotą AH;
- Pacientai, sergantys šlapimo takų infekcija ar karščiuojantys dėl kitos neaiškios priežasties;

- Pacientai, aktyviai sportavę per paskutines 24 valandas iki pradinio klinikinio ištyrimo;
- Nėščios moterys.

Visus į tyrimą įtrauktus ir tyrimo kriterijus atitinkančius asmenis tyrėjas atsitiktinės atrankos būdu suskirstė į pagrindinę ir kontrolinę grupes. Tiriamųjų priskyrimas į grupes nebuvo nuslėptas.

4.2. Pasiruošimas tyrimui

4.2.1. Kardiometabolinės rizikos bei fizinio krūvio vertinimo ir monitoravimo kompiuterinio protokolo sukūrimas

Asmens KV ir kardiometabolinės rizikos bei fizinio krūvio vertinimo ir monitoravimo kompiuterinio protokolo kūrimo etapai:

1. Asmens KV ir kardiometabolinės rizikos bei fizinio krūvio vertinimo ir monitoravimo kompiuterinio protokolo koncepcija sukurta išanalizavus literatūros duomenis (įvertinti potencialūs rizikos veiksniai, šių veiksnių santykinė svarba). Buvo nuspręsta, kad asmens KV ir kardiometabolinės rizikos bei fizinio krūvio vertinimo ir monitoravimo kompiuterinis protokolai susidarys iš tyrimo metu identifikuoto unikalios asmens KV ir kardiometabolinės rizikos kitimo, laikantis individualios fizinio krūvio intervencijos, ir tai bus pateikiama grafiškai bei kiekybiniu rizikos balo apskaičiavimu bei jų kitimo dinamika.

2. Tyrimo metu naudojant į tyrimą įtrauktų pacientų duomenis identifikuoti KV ir kardiometabolinės rizikos veiksniai (4 lentelė) bei nustatyti veiksniai, kurių vertės po fizinio krūvio intervencijos statistiškai reikšmingai pakito (5 lentelė).

3. Asmens KV ir kardiometabolinės rizikos kiekybinio rizikos balo sukūrimas ir testavimas.

3.1. Sudaryta pirmoji rizikos balo versija (v.1). Kiekvienas kriterijus išskirstytas pagal tertiles. Atliktas rizikos balo (v.1) testavimas su turima mokslinė duomenų baze. Gautas išvados, jog rizikos balas (v.1) nepakankamai jautriai prognozuoja asmens KV ir kardiometabolinės rizikos parametrų pokytį.

3.2. Atlikta pakartotinė mokslinės duomenų bazės analizė, siekiant gauti alternatyvų, jautresnį rizikos balo modelį. Remiantis analizės

duomenimis, sukurta rizikos balo antroji versija (v.2). Kiekvienas kriterijus išskirstytas pagal deciles.

3.3. Atliktas rizikos balo (v.2) testavimas su turima mokslinė duomenų baze. Gautos išvados, jog rizikos balo (v.2) nepakankamai jautriai prognozuoja asmens KV ir kardiometabolinės rizikos parametru pokytį.

3.4. Atlikta pakartotinė mokslinės duomenų bazės analizė siekiant gauti alternatyvų, jautresnį rizikos balo modelį. Remiantis analizės duomenimis, sukurta rizikos balo trečioji versija (v.3). Kiekvienas kriterijus išskirstytas pagal procentiles.

3.5. Atliktas rizikos balo (v.3) testavimas su turima mokslinė duomenų baze. Gautos išvados, jog rizikos balas (v.3) kur kas jautriau prognozuoja asmens KV ir kardiometabolinės rizikos parametru pokytį. Nuspręsta, jog rizikos balo (v.3) apskaičiavimas yra pakankamai jautrus vertinti tiriamų asmenų KV ir kardiometabolinės rizikos parametru pokytį, laikantis pritaikytos fizinio krūvio intervencijos.

4. Asmens KV ir kardiometabolinės rizikos bei fizinio krūvio efekto asmens KV ir kardiometabolinei rizikai grafinio vaizdavimo sukūrimas.

4.1. Įvertinti galimi grafinio vizualizavimo būdai (linijiniai grafikai, sudėtinės stulpelinės diagramos, lygiagrečiųjų koordinačių metodas ir kt.). Įvertinus kriterijų skaičių ir poreikį vaizdžiai parodyti jų kitimo dinamiką, pasirinktas voratinklinės diagramos vizualizavimo metodas.

4.2. Grafike vaizduojami individualios asmens KV ir kardiometabolinės rizikos veiksniai.

4.3. Grafike vienu metu vaizduojami tiek dabartinės asmens parametru vertės (pradiniai duomenys), tiek prognozuojamos parametru vertės po 2 mėnesių, jeigu vartotojas laikysis individualiai parinktos fizinio aktyvumo programos, bei pasiektos parametru vertės (rezultatas). Prognozuojamos parametru vertės apskaičiuojamos pagal punkte 3.4 aprašytą rizikos balą.

5. Pagal anksčiau aprašytą rizikos balą sukurta automatinių pranešimų pacientui sistema.

5.1. Automatiniuose pranešimuose teikiama informacija apie asmens individualų KV ir kardiometabolinės rizikos profilį bei pasiektus rezultatus.

5.2. Numatyta pranešimus pateikti pagal KV ir kardiometabolinės rizikos balo pokytį, kurį sistema automatiškai priskiria pagal algoritmą. Pirmajame pranešime pateikiama apskaičiuota rizika ir rodikliai,

viršijantys rekomenduojamas vertes. Antrasis pranešimas sukuriamas pateikus informaciją apie asmens KV ir kardiometabolinę riziką po 2 mėnesių, kurių metu buvo laikytasi individualios fizinio krūvio intervencijos.

4 lentelė. Kardiovaskulinės ir kardiometabolinės rizikos veiksniai

Rodiklio pavadinimas	Trumpinys kompiuteriniame protokole	Matavimo vienetai
Sistolinis arterinis kraujospūdis	sAKS	mmHg
Diastolinis arterinis kraujospūdis	dAKS	mmHg
Juosmens apimtis	JA	cm
Serumo trigliceridų koncentracija	TG	mmol/L
MTL cholesterolio koncentracija	MTL	mmol/L
Miego – šlaunies arterijų pulsinės bangos greitis	PBG	m/s
Miego arterijos intimos – medijos storis	IMS	µm
DTL cholesterolio koncentracija	DTL	mmol/L
CRB koncentracija	CRB	mg/L
Gliukozės koncentracija kraujo serume	Glu	mmol/L
Ramybės ŠSD	ŠSD	k./min.
Kūno masės indeksas	KMI	kg/m ²

Paaiškinimai: sAKS – sistolinis arterinis kraujo spaudimas, dAKS – diastolinis arterinis kraujo spaudimas, JA – juosmens apimtis, TG – trigliceridai, MTL – mažo tankio lipoproteinų cholesterolis, PBG – pulsinės bangos greitis, IMS – intimos-medijos sluoksnis, DTL – didelio tankio lipoproteinų cholesterolis, CRB – C-reaktyvusis baltymas, Glu – gliukozė, ŠSD – širdies susitraukimų dažnis, KMI – kūno masės indeksas.

5 lentelė. Statistiškai patikimai kintantys kardiovaskulinės rizikos veiksniai

Rodiklis	Matavimo vienetai
Sistolinis arterinis kraujospūdis	mmHg
Diastolinis arterinis kraujospūdis	mmHg
Juosmens apimtis	cm
Serumo trigliceridų koncentracija	mmol/L
MTL cholesterolio koncentracija	mmol/L

Rodiklis	Matavimo vienetai
Miego – šlaunies arterijų pulsinės bangos greitis	m/s
Miego arterijos intimos – medijos storis	μm

Paiškinimai: MTL – mažo tankio lipoproteinų cholesterolis.

4.2.2. Fizinio krūvio savimonitoravimo priemonės parinkimas ir mobiliosios aplikacijos sukūrimas

Siekiant realiu laiku monitoruoti tiriamųjų ŠSD atliekant fizinę treniruotę, šiame tyrime buvo naudoti ŠSD registratoriai – Polar H10 monitoriai (*Polar Electro Oy, Kempelė, Suomija*) (2 pav.).



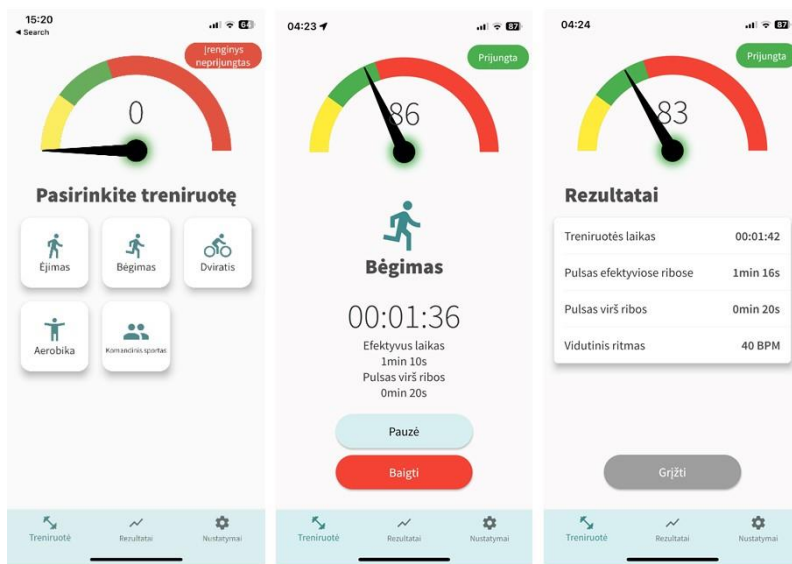
2 pav. Širdies susitraukimų dažnį registruojantis įrenginys – „Polar H10“ monitorius. Asmeninio archyvo nuotrauka

Šie monitoriai tvirtinami elastiniu diržu prie krūtinės ląstos ir ŠSD registravimui naudoja EKG elektrodus, todėl tiksliai matuoja ŠSD treniruojantis^{198,199} ir yra laikomi atskaitos prietaisais klinikiniuose tyrimuose, tiriant kitus ŠSD registratorius^{130,200}. Polar H10 monitoriai tyrime buvo susieti su išmaniaisiais telefonais Huawei Y5H (*Huawei Technologies Co., Ltd, Kinija*) per sukurtą *Bluetooth smart*, 5 kHz duomenų perdavimo sąsają. Tai leido kiekvienam išmaniajam telefonui gauti EKG registruojamus duomenis iš jam priskirto Polar H10 monitoriaus.

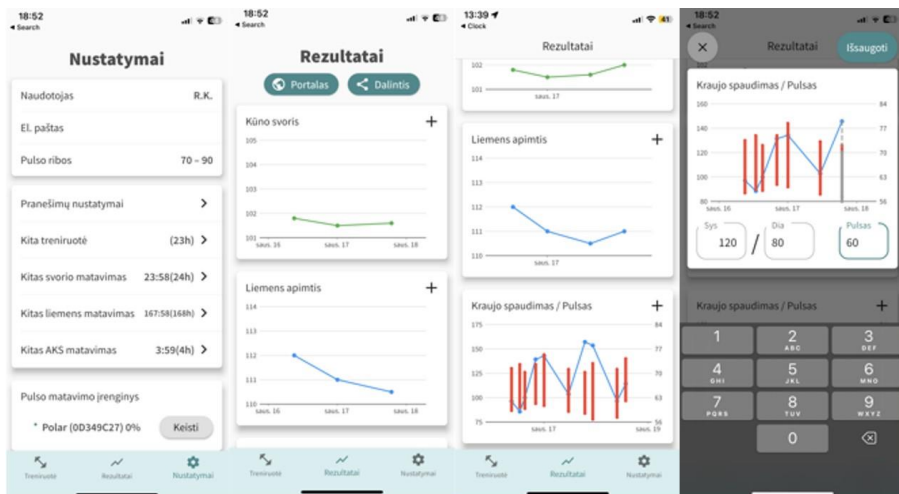
Kad tiriamajam būtų galima išmaniajame telefone realiu laiku matyti fizinių treniruočių duomenis ir turėti galimybę juos persiųsti tyrėjams, bendradarbiaujant su informacinių technologijų (IT) specialistais, sukurta

specialiai tyrimui skirta fizinių treniruočių aplikacija „InMedica Cardio“. Mobiliosios aplikacijos prototipas buvo sukurtas naudojant *Flutter* platformos priemones Android ir iOS operaciniams sistemoms, kurią nemokamai galima parsisiųsti į mobilųjį telefoną atitinkamai per „Play Store“ arba „App Store“. Išmaniajame telefone gautų duomenų perdavimui naudotas Wi-Fi bevielis ryšys, kurio pagalba duomenys toliau buvo perduodami tiesiai į informacinės sistemos tarnybinę stotį. Prototipo testavimo tikslais buvo sukurta galimybė duomenis perduoti per USB jungtį duomenų laikmenos (dokumento) pavidalu. Aplikacijoje taip pat buvo sukurta galimybė naudotojui inicijuoti duomenų perdavimą (naudojama tuo atveju, kai dėl ryšio ar kitų problemų nesuveikia automatinis duomenų perdavimas).

Visi prietaisai buvo iš anksto paruošiami tiriamųjų naudojimui. Kiekvienas išmanusis telefonas turėjo įdiegtą tuo metu naujausią operacinę sistemą, telefonuose buvo įdiegtos tyrimui reikalingos paskyros, kitos reikalingos programos ir pati tyrimo aplikacija „InMedica Cardio“. Žemiau pateikiamos sukurtos aplikacijos išmaniajame telefone valdymo vizualizacijos (3-4 pav.).



3 pav. Mobiliosios aplikacijos pagrindinis langas, aplikacijos langas treniruojantis ir treniruočių rezultatų langas



4 pav. Mobiliosios aplikacijos nustatymų ir rezultatų langai

Mobiliosios aplikacijos „InMedica Cardio“ veikimo principas:

1. Prieš numatomas treniruotes aplikacijos nustatymų lange suvedamas ir išsaugomas tiriamajam priskirtas identifikacinis numeris, individualiai nustatytos treniruojamojo ŠSD ribos (4 pav.).
2. Pradėdamas treniruotis, tiriamasis turi nurodyti, kaip bus atliekama aFT, paspausdamas vieną iš penkių mygtukų aplikacijos pagrindiniame ekrane (ėjimas, bėgimas, važiavimas dviračiu, aerobika, komandiniai žaidimai) (3 pav.).
3. Treniruotės pradžią iš karto žymi pagrindinio mygtuko „pradėti treniruotę“ paspaudimas. Aplikacija pradeda skaičiuoti laiką, ir galima žinoti, kiek tiksliai trunka aFT. Taip pat priklausomai nuo į aplikaciją įvesto pacientui optimalaus treniruojamojo ŠSD intervalo (pvz., 80-110 k./min.), aFT metu telefono ekranas keičia spalvą: mėlyna spalva reiškia nepasiektą treniruojamąjį ŠSD, žalia – pasiektas treniruojamojo ŠSD ribas, raudona – treniruojamojo ŠSD viršijimą. Esant nukrypimams nuo optimalių treniruojamojo ŠSD ribų, telefone atsiranda garsinis signalas, kad tiriamajam sportuojant, nereiktų nuolat žiūrėti į telefono ekraną ir sekti ŠSD. Signalas telefone intensyvėja, nurodydamas tiriamajam, kad reikia pasižiūrėti į telefono ekraną ir atitinkamai keisti fizinio krūvio intensyvumą, kad būtų palaikomas treniruojamasis ŠSD. Taip pat telefono ekrane vykstant aFT matomi pačios aplikacijos komentarai, paraginimai keisti fizinio krūvio intensyvumą.

4.2.3.2. Kardiotreneriuočių portalo sukūrimas

Sukurtas FA priežiūros modelis ir kardiometabolinės rizikos įvertinimo kompiuterinis protokolas įdiegti tarnybinėje stotyje a.inmedica.lt – saugumo sumetimais ši tarnybinė stotis yra dedikuota ir visiškai atskirta tiek nuo tiriamųjų klinikinių duomenų, tiek nuo tyrimo metu naudojamos mokslinių tyrimų bazės.

Informacinės sistemos veikimui buvo sukonfigūruota šių parametru tarnybinė stotis: procesorius: Intel Xeon, 2,6 GHz, 2 Core; RAM: 8GB; HD: 80GB; OS: MS Windows Server 2016 Standard; DVS: MS SQL Server 2017 Express; WEB server: IIS.

Informacinė sistema sudaryta iš šių, tarpusavyje glaudžiai integruotų komponentų:

1. duomenų bazių valdymo sistemos,
2. duomenų importo iš MIDAS įrankio,
3. integracinės saityno tarnybos (webservice) ir aplikacijų programavimo sąsajos (API),
4. interaktyvios internetinės svetainės – „Kardiotreneriuočių portalo“,
5. automatinio duomenų apdorojimo modulio.

Duomenų bazių valdymo sistema

Prototipo sukūrimui pasirinkta nemokama Microsoft SQL Server 2017 Express versija. Šios versijos techniniai apribojimai (naudojama iki 1 GB RAM, leidžiama duomenų bazė iki 10 GB, nėra SQL, kiekvienai instancijai iki 1 MB RAM bei duomenų bazės naudojamas tik vienas procesorius iki keturių branduolių) neturi didelės įtakos duomenų priėmimui ir prototipo testavimui. Tiesa, tyrimas parodė, kad komercinėje produkto versijoje rekomenduojama naudoti serverio versiją be limitu naudojamam RAM, tam kad būtų pagreitintas automatinio duomenų apdorojimo modulio darbas. Pateikiamos sukurtą interaktyvų fizinio krūvio intervencijos modelį sudarančių komponentų "Kardiotreneriuočių portale" vizualizacijos (6-9 pav.)

Sveikatos duomenų įvedimas

Demografiniai duomenys

GimimoData YYYYMMDD

Lytis ▼

Matavimų duomenys

Ūgis cm

Svoris kg

Sistolinis arterinis kraujospūdis mmHg

Diastolinis arterinis kraujospūdis mmHg

Juomens apimtis cm

Širdies susitraukimų dažnis k/min

Kūno masės indeksas kg/m²

Laboratorinių tyrimų duomenys

Serumo trigliceridų (TG) koncentracija mmol/L

MTL cholesterolio koncentracija mmol/L

DTL cholesterolio koncentracija mmol/L

Glukozės koncentracija nevalgius mmol/L

CRB koncentracija mg/L

Instrumentinių tyrimų duomenys

Miego – šlaunies arterijų pulsinės bangos greitis m/s

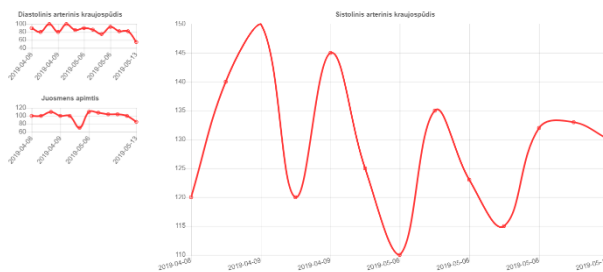
Miego arterijos intimos – medijos storis μm

6 pav. Sveikatos duomenų suvedimas „Kardiotreniruočių portale“

Sveikatos įrašai

© Virmos duomenys | © visi mano duomenys

Vertinimo laikotarpis patikrinamas švietimas įrašų rodiklio, pvz., juomens apimtis, pasikeitimas treniravimo (2 mėn.) laikotarpį. Jis vaizduojamas mėlyna punktyrine linija. Pažymėjus „visi mano duomenys“, matysite visų savo įvestų rodiklių kilmę laike.



Pagalba: kardiotreniutes@inmedica.lt

7 pav. Tiriamojo sveikatos įrašų puslapis „Kardiotreniruočių portale“

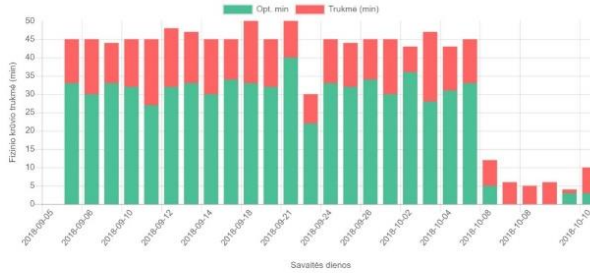
Mano rizika Sveikatos įrašai Mano treniruotės Žinynas

Pacientas **A.R.**

SAVAITINIAI DUOMENYS

Bendras rezultatas:

Iš viso treniruotasi **984 min.**



Veikla	Trukmė (min)	Opt. min	Opt. %	Data
Važiavimas dviračiu	10	3	42	2018-10-10 7
Važiavimas dviračiu	4	3	91	2018-10-10 7
	6			2018-10-08 7
	5			2018-10-08 7
	6			2018-10-08 7
	12	5	57	2018-10-08 7
	45	33	73	2018-10-05 7
Ejimas	43	31	72	2018-10-04 7
	47	28	61	2018-10-03 7

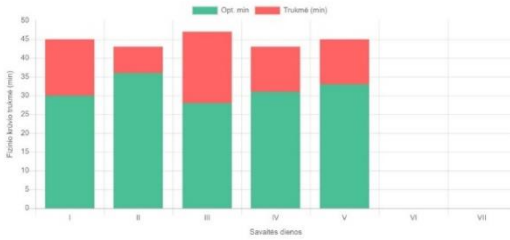
8 pav. Tiriamojo visų fizinių treniruočių puslapis „Kardiotreniruočių portale“

Mano rizika Sveikatos pajai Mano treniruotės Žinyras

Pacientas A.R.

<- praėjusi savaitė | sekanti savaitė ->

VISOS TRENIRUOTĖS



Bendras rezultatas:

Praėjusi savaitė: 2018-09-24 - 2018-10-01
Iš viso treniruotės 134 min.

Savaitės tikslą nepasiekėte, pastistenkite labiau!

Ši savaitė 2018-10-01 - 2018-10-08
Iš viso treniruotės 223 min.

Puiku, didžiąją dalį treniruotės patarėte optimalių pulsą!

Sveikiname, pasiekėte užsibrėžtą tikslą, tęskite taip ir toliau!



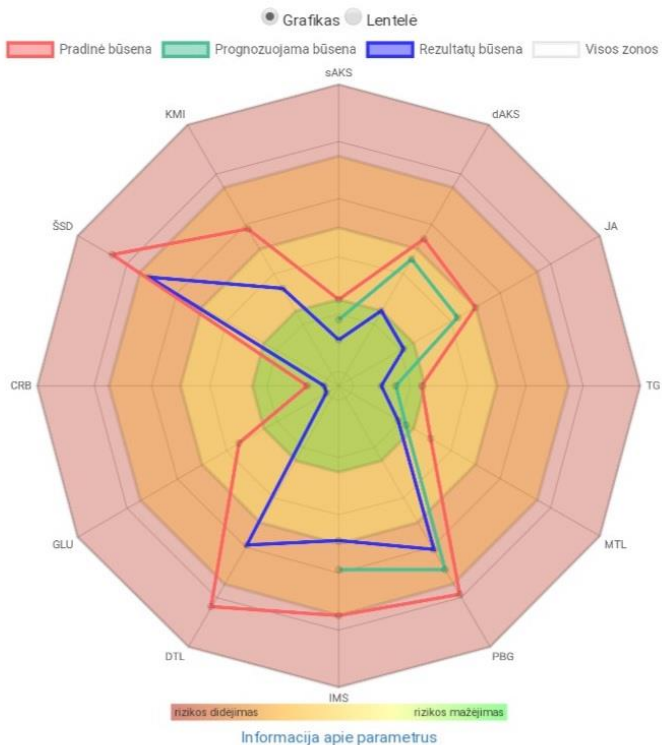
Veikla	Trukmė (min)	Opt. min	Opt. %	Data
	45	30	66	2018-10-01
	43	36	83	2018-10-02
	47	28	59	2018-10-03
Ejimas	43	31	72	2018-10-04
	45	33	73	2018-10-05

9 pav. Tiriamojo savaitės fizinių treniruočių kompiuterinis dienynas „Kardiotreniruočių portale“

Tyrimo metu sukurtas ir realaus gyvenimo sąlygomis testuotas asmens KV ir kardiometabolinės rizikos bei fizinio krūvio vertinimo ir monitoravimo kompiuterinio protololo prototipas. Žemiau pateiktos sukurto protokolo vizualizacijos (10-11 pav.).

KARDIOMETABOLINĖS RIZIKOS MAŽINIMAS PER 2 MĖN

Sveikiname prisijungus prie Jūsų kardiovaskulinės ir kardiometabolinės rizikos, fizinio krūvio vertinimo ir monitoravimo sistemos. Linkime malonių atradimų ir džiuginančių rezultatų, laikantis Jums individualiai skirtų gydytojo rekomendacijų.



Pacientas A.R.

Sveikatavimo pradžios data: 2019-05-13

PRADINIŲ DUOMENŲ ĮVEDIMAS
 REZULTATO DUOMENŲ ĮVEDIMAS
 (po 2 mėn)

Kardiometabolinės rizikos balas

Pradinė būseną: 24
 Prognozuojama būseną: 22
 Rezultatas: 8

10 pav. Asmens kardiovaskulinės ir kardiometabolinės rizikos bei fizinio krūvio vertinimo ir monitoravimo kompiuterinio protokolo grafinis atvaizdavimas

KARDIOMETABOLINĖS RIZIKOS MAŽINIMAS PER 2 MĖN

Sveikiname prisijungus prie Jūsų kardiovaskulinės ir kardiometabolinės rizikos, fizinio krūvio vertinimo ir monitoravimo sistemos. Linkime malonių atradimų ir džiuginančių rezultatų, laikantis Jums individualiai skirtų gydytojo rekomendacijų.

● Grafikas ● Lentelė

Pavadinimas	Pradinė būsena	Prognozuojama būsena	Rezultatų būsena	Norma
sAKS - Sistolinis arterinis kraujospūdis	130	125.9	123	< 140
dAKS - Diastolinis arterinis kraujospūdis	86	83.3	79	< 90
JA - Juosmens apimtis	105	103.6	98	< 94
TG - Serumo trigliceridų (TG) koncentracija	1.51	1.3	1.2	< 1.7
MTL - MTL cholesterolio koncentracija	3.68	3.3	3.2	< 2.6
PBG - Miego – šlaunies arterijų pulsinės bangos greitis	10.1	9.4	9.1	< 10
IMS - Miego arterijos intimos – medijos storis	723	677.2	650	≤ 900
DTL - DTL cholesterolio koncentracija	0.92	0.9	1.1	≥ 1.03
GLU - Gliukozės koncentracija nevalgius	5.8	5.8	5.04	< 5.6
CRB - CRB koncentracija	0.65	0.6	0.5	< 1
ŠSD - Širdies susitraukimų dažnis	80	80	72	< 90
KMI - Kūno masės indeksas	32.8	32.8	30	< 25

Pacientas A.R.

Sveikatinimo pradžios data: 2019-05-13

PRADINIŲ DUOMENŲ ĮVEDIMAS
 REZULTATO DUOMENŲ ĮVEDIMAS
 (po 2 mėn)

Kardiometabolinės rizikos balas

Pradinė būsena: 24
 Prognozuojama būsena: 22
 Rezultatas: 8

11 pav. Asmens kardiovaskulinės ir kardiometabolinės rizikos bei fizinio krūvio vertinimo ir monitoravimo kompiuterinis protokolas lentelės pavidalu

Sukurtas interaktyvus fizinio krūvio intervencijos modelis susideda iš 3 esminių dalių:

1. Mokymo. Tiriamajam detalai paaiškinama jo sveikatos būklė, remiantis atliktais tyrimų rezultatais, supažindinama su kardiometabolinės rizikos sąvoka ir jos reikšme asmens sveikatai. Paaiškinama FA nauda sveikatai, kartu motyvuojant asmenį pradėti arba tęsti fizines treniruotes, taip didinant jo FA. Supažindinama su FA priežiūros modelio pagrindiniais principais, tikslais.
2. Susitarimo ir asmens įgalinimo. Tiriamasis instruktuojamas, kaip reikia naudotis fizinio krūvio intervencijos modelyje naudojamais įrankiais (fizinį treniruočių mobilioji aplikacija „InMedica Cardio“ su jos valdymui reikalingais prietaisais, „Kardiotreniruočių portalas“ su jame esančiu kardiometabolinės rizikos vertinimo kompiuteriniu protokolu, atsiųstų fizinį treniruočių duomenimis bei jų suvestinėmis). Tiriamajam suteikiami FA registruojantys prietaisai, kuriais gali naudoti fizinį

treniruočių aplikaciją „InMedica Cardio“ ir turi galimybę nuotoliniu būdu siųsti treniruočių duomenis tiesiai į "Kardiotreniruočių portalą" (išmanusis telefonas, ŠSD registratorius – Polar H10 monitorius).

3. Prieinamumo. Palaikomas kontaktas tarp tiriamojo ir medicinos personalo-tyrėjo (tyrėjo ar paties tiriamojo inicijuojami telefoniniai skambučiai, žinutės telefonu), realiu laiku pagal gaunamus duomenis siunčiami automatiniai pranešimai tiriamajam elektroniniu paštu, siunčiamos sugeneruotos žinutės ir pranešimai tiriamajam „Kardiotreniruočių portale“, pagal kuriuos tiriamasis turi koreguoti savo FA intensyvumą, kad tinkamai galėtų laikytis paskirtų rekomendacijų. Kartu „Kardiotreniruočių portale“ tiriamasis gali matyti savo kardiometabolinės rizikos pokyčius dinamikoje ir taip didinti savo motyvaciją laikytis paskirtų FA rekomendacijų.

„Kardiotreniruočių portalas“ su jame esančiu kardiometabolinės rizikos vertinimo kompiuteriniu protokolu ir savarankiškų fizinio krūvio treniruočių kompiuteriniu dienynu sukūrimas leidžia realiomis gyvenimo sąlygomis įgyvendinti FA priežiūros modelį. Šis interaktyvus FA priežiūros modelis tyrime išbandytas ir veikia realiomis sąlygomis.

4.3. Tyrimo eiga

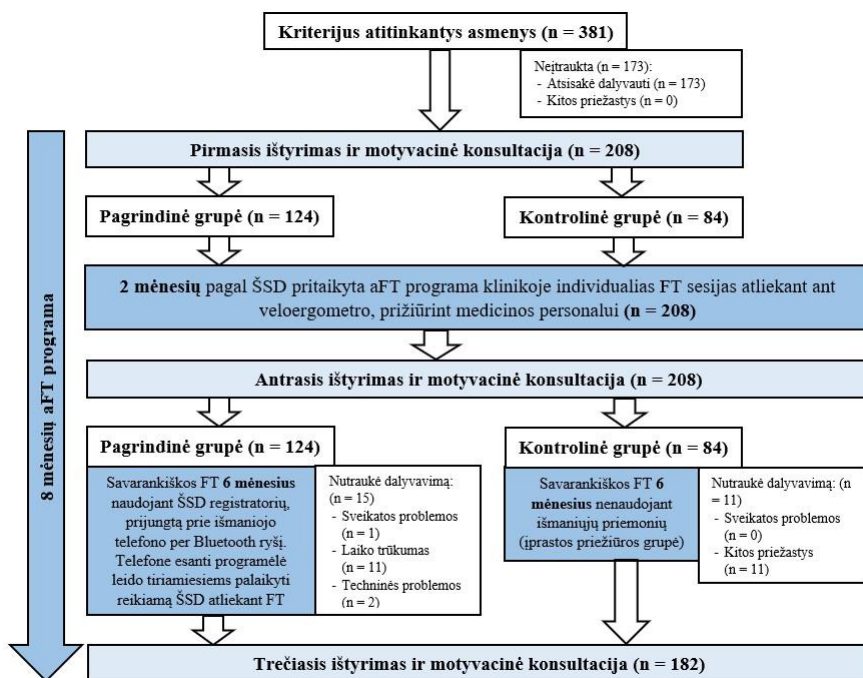
Visiems 208 prospektyviai įtrauktiems tiriamiesiems buvo atliktas pradinis ištyrimas tyrimo pradžioje, antrasis ištyrimas po 2 mėnesių, paskutinis trečiasis ištyrimas po dar 6 mėnesių, atliekant antropometrinius tyrimus, laboratorinius kraujo tyrimus, išsamų arterijų ištyrimą, KRFP vertinimą, anketavimą (detaliau žr. skyriuje 4.4. Klinikinis ištyrimas).

Visi 208 tiriamieji iš pradžių atliko individualias aFT ambulatorinėmis sąlygomis, tiesiogiai prižiūrint medicinos personalui. Treniruotės vyko UAB „InMedica“ klinikoje. Kiekviena tiriamojo individuali aFT truko 40 min., kurios buvo atliekamos 5 k./sav. Ši programos dalis truko 2 mėnesius (detaliau žr. skyriuje 4.5. Ambulatorinė 2 mėnesių aerobinių treniruočių programa).

Visiems tiriamiesiems buvo taikytos motyvacinės konsultacijos, dalyvaujant fizinės medicinos ir reabilitacijos gydytojui bei gydytojui kardiologui, tyrimo pradžioje, po 2 mėnesių ambulatorinių aFT programos su tiesiogine medicinos personalo priežiūra (40 min. 5 k./sav.) ir dar po 6 mėnesių savarankišką aFT programos dalies. Per antrąją, pagrindinę, motyvacinę konsultaciją buvo įvertinti kiekvieno tiriamojo spiroergometrijos ir atliktų aFT duomenys (optimalaus treniruojamojo ŠSD ribos). Remiantis

nustatytu optimaliu treniruojamuoju ŠSD, tiriamiesiems paskirtas atitinkamas treniruojamasis krūvis namuose. Pagrindinės grupės tiriamiesiems atitinkamo fizinio krūvio stebėsenai, motyvacijos treniruotis palaikymui paskirta naudoti FA ir ŠSD monitoruojančius prietaisus (išmanusis telefonas, ŠSD registratorius Polar H10) (40 min. 5 k./sav.), kurie būdavo iš anksto paruošti naudoti. Kontrolinės grupės tiriamiesiems rekomenduota atitinkamą fizinį krūvį palaikyti remiantis tik FA rekomendacijomis, nenaudojant FA ir ŠSD registruojančių prietaisų. Antrosios motyvacinės konsultacijos metu pagrindinės grupės tiriamieji būdavo papildomai apmokomi naudotis išmaniaisiais fizinio krūvio savimonitoravimo įrenginiais (detaliau žr. 4.6. Motyvacinė konsultacija ir pasiruošimas savarankiškomis treniruotėms).

Savarankiškų aFT programa truko 6 mėnesius. Kontrolinės grupės tiriamieji per šį laikotarpį nebuvo stebimi nuotoliniu būdu, o savarankiškas treniruotes atliko tik remdamiesi jiems pateiktomis FA rekomendacijomis. Per 6 mėnesius trukusią savarankiškų aFT programą pagrindinės grupės tiriamieji stengėsi savarankiškai treniruotis, naudodamiesi jiems priskirtais FA ir ŠSD registravimo prietaisais, pagal galimybes išsiųsti fizinio treniruočių duomenis į duomenų bazę. Tyrėjas nuolat palaikė ryšį su tiriamaisiais telefonu, elektroninėmis ryšio priemoneis, taip pat, atsiradus poreikiui, buvo susitinkama gyvai klinikoje (detaliau žr. skyriuje 4.7. Savarankiškų fizinio treniruočių 6 mėnesių programa). Bendra tyrimo eigos schema pateikta 12 paveiksle.



12 pav. Bendra tyrimo eigos schema

Paaiškinimai: ŠSD – širdies susitraukimų dažnis; FT – fizinės treniruotės; aFT – aerobinės fizinės treniruotės.

4.4. Klinikinis ištyrimas

4.4.1. Antropometriniai matavimai, hemodinaminiai rodikliai ir kardiovaskulinių rizikos veiksnių vertinimas

Visiems 208 prospektyviai įtrauktiems tiriamiesiems buvo atliktas pradinis klinikinis ištyrimas, ištyrimas po 2 mėnesių ir po 8 mėnesių nuo tyrimo pradžios. Klinikinis ištyrimas apėmė antropometrinius matavimus tokius, kaip KMI ir juosmens apimties nustatymą. Atsvertis buvo nustatomas, kai KMI 25-29,9 kg/m², nutukimas buvo nustatomas, kai KMI ≥30 kg/m² ²⁰¹.

Klinikiniai duomenys, tokie kaip AKS ir ŠSD, buvo matuoti, o laboratoriniai tyrimai iš veninio kraujo buvo paimami ramybėje 7-12 val. ryto prieš tai nevalgčius bent 12 val., nevartojus kofeino turinčių produktų ir prieš tai bent 2 val. nerūkius. AKS kiekvienam tiriamajam buvo matuotas sėdimose padėtyje, naudojant oscilometrines AKS matavimo priemones pagal 2018 m.

EKD / Europos hipertenzijos draugijos rekomendacijas²⁰¹. Tyrime AH nustatyta, esant sistoliniam AKS ≥ 140 mmHg ir/ar diastoliniam AKS ≥ 90 mmHg arba esant antihipertenzinių vaistų vartojimui²⁰¹.

Informacija apie tiriamųjų rūkymo statusą (nerūko, metęs rūkyti, rūko < 10 cig./d., rūko ≥ 10 cig./d.) buvo surinkta iš medicininės dokumentacijos.

4.4.2. Kardiorespiracinio fizinio pajėgumo įvertinimas

Visiems tiriamiesiems KRFP vertintas tyrimo pradžioje, po 2 mėnesių ir po 8 mėnesių nuo tyrimo pradžios, atliekant kardiopulmoninį fizinio krūvio testą⁷² ant veloergometro, naudojant Vmax® Encore 229 (*SensorMedics, JAV*) sistemą. Priklausomai nuo tiriamojo pradinio fizinio pajėgumo, amžiaus, lyties, kūno masės buvo parenkamas individualus progresyviai didėjančios apkrovos protokolas. Apkrova minant veloergometrą buvo didinama automatiškai ir nepertraukiamai nuo 15 iki 30 W/min. Po pirmų 2 min. mynimo be pasipriešinimo apkrova tolygiai buvo didinama iki tiriamojo atsisakymo toliau tęsti fizinį krūvį dėl nuovargio ar kitų tyrimo metu atsiradusių simptomų. Tyrime KRFP įvertinimas pagal pasirinktą protokolą truko 8-12 min. Prieš KRFP vertinimą buvo atlikta spirometrija rankiniu būdu kalibruotu spirometru (*SensorMedics, JAV*) ir nustatyta gyvybinė plaučių talpa bei forsuoto iškvėpimo tūris per pirmą sekundę. Tyrimo metu buvo nuolat registruojama ir vertinama 12-os derivacijų EKG, matuojamas AKS. Vertinant dujų sudėties analizę kalibruotu spirometru (*SensorMedics, JAV*), buvo nustatytas VO_2 max ml/kg/min ir procentinė šio rodiklio reikšmė, apkrova (W), krūvio trukmė (min), ŠSD ramybėje, ŠSD anaerobinio slenksčio metu, ŠSD max. Anaerobinis slenkstis nustatytas neinvaziniu būdu ventiliacinių ekvivalentų metodu⁷². Ventiliacinis deguonies ekvivalentas (VE/VO_2 , kur VE yra maksimali plaučių minutinė ventiliacija ir VO_2 yra suvartoto deguonies tūris) ir ventiliacinis anglies dioksido ekvivalentas (VE/VCO_2 , kur VCO_2 yra išskiriamo anglies dvideginio tūris) buvo naudojami pirmam ventiliaciniam slenksčiui (VT1) ir antram ventiliaciniam slenksčiui (VT2) arba anaerobiniam slenksčiui nustatyti. VT1 registruotas taške, kur VE/VO_2 grafike pakeičia savo kryptį, o VE/VCO_2 išlieka pastovios krypties ar tampa besileidžiantis⁷². VT2 registruotas taške, kur VE/VCO_2 grafike pakeičia savo kryptį⁷². ŠSD, registruotas ties VT1 atliekant kardiopulmoninį krūvio testą, buvo naudojamas kaip minimalus treniruojamasis ŠSD, o ŠSD, registruotas ties VT2, buvo naudojamas kaip maksimalus treniruojamasis ŠSD⁷²⁻⁷⁴. ŠSD, registruojamas ties ventiliaciniu

slenksčiu, yra vienas iš kardiopulmoninio pajėgumo ištyrimo fiziologinių rodiklių, kuris yra naudingas parenkant tinkamą aFT intensyvumą ir jį monitoruojant⁷³. Todėl minimalios ir maksimalios ŠSD treniruojamosios vertės buvo panaudotos šiame tyrime, 6 mėnesius atliekant individualias aFT namų sąlygomis. Tiriamojo KRFP buvo vertinamas pagal VO_2 max (ml/kg/min) ir pasiektus MET^{72,74}. Kardiopulmoninio pajėgumo tyrimo nutraukimo kriterijai: VO_2 pasiekia plato, dujų apykaitos santykis (RQ , VCO_2/VO_2) tampa >1 , kas vertinama kaip tiriamojo maksimalios pastangos atlikti fizinį krūvį.

4.4.3. Arterijų tyrimai

4.4.3.1. Arterijų standumo ir centrinio arterinio kraujospūdžio tyrimas aplanacinės tonometrijos metodu

Arterijų standumui ir centriniam AKS vertinti naudota applanacinės tonometrijos sistema (*SphygmoCor v.8.0; AtCor Medical, Sidnėjus, Australija*) su didelio tikslumo pjezoelektrinių kristalų mikromanometru (*Millar R; Millar Instruments, Hjustonas, Teksasas, JAV*). Prieš pradėdant tyrimą čiuopiant buvo surandamas stipininės, miego ir šlaunies arterijų pulsavimas atitinkamai riešo, kaklo ir kirkšnies srityse, kur arterijos yra arčiausiai kūno paviršiaus ir remiasi į kietas anatomines struktūras. Ant šių vietų uždedamas specialus applanacinės tonometrijos pjezokristalų daviklis. Centimetrine juostele kūno paviršiuje išmatuojami šie tyrimui reikalingi atstumai: tarp daviklio uždėto bendrosios miego arterijos projekcijoje ir jungo duobės, tarp daviklio uždėto stipininės arterijos projekcijoje ir jungo duobės ir tarp daviklio uždėto šlaunies arterijos projekcijoje ir jungo duobės. Specialioje programinėje įrangoje buvo suvedami pagrindiniai tiriamųjų duomenys: ūgis, svoris, amžius, periferinis AKS ir išmatuoti atstumai. Tyrimo metu nuolat buvo registruojama EKG ir matuojamas žastinis AKS. Naudojant pulsines bangos kreives, sistema automatiškai suskaičiavo pagrindinius arterinio standumo rodiklius: arterijų standumą aortoje (miego-šlaunies a. PBG), periferinį arterijų standumą (miego-stipininės a. PBG), centrinį PS aortoje, AIX, VAKS aortoje ir žasto arterijoje. Kiekvieno matavimo rezultatai buvo suvidurkinami. Apskaičiuoti rodikliai vertinti atsižvelgiant į literatūroje pateiktas nuo amžiaus ir lyties priklausomas normos vertes, kurios integruotos ir aparato programinėje įrangoje²⁰².

4.4.3.2. Širdies – kulkšnies kraujagyslių indekso matavimas

CAVI buvo matuojamas naudojant VaSera-1000 sistemą (*Fukuda Denshi Co, Japonija*). Tyrimui atlikti ant abiejų žastų ir kulkšnių buvo uždedamos AKS matavimo manžetės su pletizmografiniais jutikliais. CAVI buvo automatiškai paskaičiuotas iš EKG ir fonokardiogramos, žasto, kulkšnies arterijų bangų duomenų pagal formulę: $CAVI = a\{(2\rho/\Delta P) \ln (sAKS/dAKS)PBG^2\} + b$; kur ΔP yra skirtumas tarp sistolinio (sAKS) ir diastolinio (dAKS) kraujospūdžių, ρ – kraujo klampumas; a ir b yra konstantos. CAVI atspindi aortos, šlaunies, kulkšnelių arterijų standumą. Visi matavimai buvo atlikti pacientui prieš tai pagulėjęs ant nugaros ne mažiau kaip 10 min.

4.4.3.3. Bendrosios miego arterijos standumo ir intimos–medijos storio matavimas

IMS BMA ir BMA β standumo indekso (angl. *Quality Carotid Stiffness, QCS*) matavimai atlikti naudojant aukštos rezoliucijos ultragarsinio vaizdo kontūro brėžimo techniką (angl. *echotracking*) atliekančią Art.Lab sistemą (*Esaote Europe B.V., Maastrichtas, Nyderlandai*). Iš pradžių gulinčiam ant nugaros tiriamajam dvimačiu režimu skersiniame pjūvyje 7,5 MHz linijiniu davikliu buvo apžiūrima BMA, jos bifurkacija, vidinė ir išorinė miego arterijos, ieškoma aterosklerozinių plokštelių. Vėliau dvimačiu režimu BMA buvo tirima išilginiame pjūvyje, kuo proksimaliau BMA bifurkacijos. Turint tinkamą išilginį BMA vaizdą, ranka buvo parenkama matavimo vieta ne trumpesnėje negu 15 mm atkarpoje ir automatiškai atliekamas IMS BMA bei BMA β standumo indekso matavimas. Analizei naudotos vidutinės kairės ir dešinės IMS BMA ir BMA β standumo indekso vertės.

4.4.4. Laboratoriniai tyrimai

Laboratoriniai kraujo tyrimai buvo atliekami ryte, tiriamiesiems paimant veninio kraujo mėginius jiems prieš tai bent 12 val. nevalgius. Kraujo mėginiai buvo paimami ir atliekami UAB „InMedica“ klinikoje. Atlikti šie laboratoriniai kraujo tyrimai:

- lipidograma (B-Chol, MTL-Chol, DTL-Chol, TG koncentracijų veniniame kraujyje nustatymas). MTL-Chol koncentracija kraujyje

apskaičiuota taikant Friedewaldo formulę: $MTL\text{-}Chol = B\text{-}Chol - DTL\text{-}Chol - (TG/2,2)$ (mmol/L),

- gliukozės koncentracijos kraujo plazmoje nevalgius nustatymas,
- dj-CRB koncentracijos veniniame kraujyje nustatymas.

Dislipidemija nustatyta, kai B-Chol koncentracija kraujyje buvo >5 mmol/L arba MTL-Chol koncentracija buvo >3 mmol/L, arba DTL-Chol koncentracija <1,0 mmol/L vyrams ir <1,2 mmol/L moterims, arba TG >1,7 mmol/L⁶. Alkio hiperglikemija tiriamiesiems buvo nustatyta, gliukozės koncentracijai kraujo plazmoje esant $\geq 5,6$ mmol/L.

4.4.5. Tiriamųjų anketavimas

4.4.5.1. Nerimo ir depresijos vertinimas

Nerimo ir depresijos lygis tyrime buvo vertinamas, naudojant Ligoninės nerimo ir depresijos skalę HADS (**2 priedas**). Ši skalė plačiai naudojama, siekiant nustatyti nerimo ir depresijos sutrikimus, šių sutrikimų simptomų sunkumą tiek bendrojo profilio, tiek ir specialaus profilio medicinos įstaigose. Reguliariai atliekant anketavimą HADS klausimyną, galima stebėti nerimo ir/ar depresijos simptomų sunkumo dinamiką. Ši skalė Lietuvoje naudojama nuo 1991 m.²⁰³. Anketa paprasta, nereikalaujanti specialių psichologijos ar psichiatrijos žinių ją vertinant^{203,204}. Asmenų, turinčių MetS, psichoemocinei būklei vertinti ši anketa taip pat tinkanti ir plačiai naudojama tyrimuose^{205,206}. HADS klausimynas iš viso turi 14 klausimų, iš kurių 7 atspindi nerimo simptomus, o kiti 7 – depresijos simptomus²⁰⁷. Kiekvienas klausimas vertinamas nuo 0 iki 3 balų. Balų suma kiekvienoje grupėje gali svyruoti nuo 0 iki 21: surinkti 0-7 balai vertinami kaip normali psichoemocinė būklė, 8-10 balų – lengvi simptomai, 11-14 balų – vidutinio sunkumo simptomai, o 15-21 balas – sunkūs nerimo arba depresijos simptomai. Asmenims rekomenduota HADS klausimyną pildyti greitai, ilgai negalvojant, kadangi pirma reakcija į klausimą traktuojama kaip tiksliausiai atspindinti esamą savijautą.

4.4.5.2. Kasdienio fizinio aktyvumo vertinimas

Kasdienio FA vertinimas buvo atliktas, taikant IPAQ klausimyno trumpąją formą, kuri yra išversta į lietuvių kalbą (**3 priedas**). IPAQ klausimynas yra vienas iš dažniausiai naudojamų, patikimas ir validuotas, tinkamas tyrimuose vertinti suaugusių asmenų fizinio aktyvumo lygį²⁰⁸. Trumpoji IPAQ

klausimyno forma yra greitai ir paprastai užpildoma, atsakant į trumpus, atviro tipo 7 klausimus. Pildantis klausimyną asmuo turi įrašyti, kiek dienų per pastarąsias 7 dienas skyrė tam tikrai veiklai ir kiek laiko užsiėmė konkrečia veikla per vieną iš tų dienų (minutėmis arba valandomis per dieną). Klausimynas leidžia įvertinti trijų pobūdžių FA: 1) ėjimo; 2) vidutiniškai intensyvios fizinės veiklos; 3) labai intensyvios fizinės veiklos. Taip pat vertinamas laikas, praleistas sėdint. Vertinant atsakymus į anketose pateiktus klausimus, buvo vadovaujama Tarptautinio FA klausimyno mokslinio komiteto rekomendacijomis³⁹.

4.4.5.3. Motyvacijos fizinėms treniruotėms vertinimas

Motyvacijos fizinėms treniruotėms vertinimas buvo atliekamas naudojant „Fizinių treniruotėlių motyvų aprašą“ (angl. *The Exercise Motivation Inventory-2 – EMI-2*) (**4 priedas**). Klausimynas sukurtas 1997 m.²⁰⁹, yra patikimas ir naudojamas daugelyje pasaulio šalių. Tyrimuose EMI-2 klausimynas naudojamas ir Lietuvoje, panaudojant į lietuvių kalbą išverstą versiją^{210,211}. EMI-2 klausimynas skirtas tiek laisvalaikio besitreniruojančių asmenų, tiek visai nesitreniruojančių asmenų motyvacijai užsiimti fizine veikla vertinti bei tirti veiksnius, darančius įtaką FA. Klausimynas susideda iš fizinių treniruotėlių motyvų aprašo, 51 teiginio, kurie apima iš viso 5 motyvų grupes – rekreacijos ir emocinius motyvus, socialinius motyvus, sveikatos motyvus, kūno išvaizdos motyvus bei fizinių galių lavinimo motyvus. Tyrime dalyvių buvo prašoma atsakyti į 10 teiginių, atrinktų iš klausimyno, kurie apėmė visas 5 motyvų grupes, taip supaprastinant ir sutrumpinant anketavimo laiką. Atsakydami į kiekvieną teiginį, tiriamieji turėjo pasirinkti atsakymo variantą šešiabalėje sistemoje nuo „visiškai netinka“ – 0 balų iki „visiškai tinka“ – 5 balai. Motyvų grupių ir skalių rezultatai buvo apskaičiuojami vertinant reikiamų EMI-2 teiginių įverčių vidurkį.

4.5. Ambulatorinė 2 mėnesių aerobinių treniruotėlių programa

Ambulatorinė aFT programos dalis truko 2 mėnesius ir buvo vykdoma UAB „InMedica“ klinikoje, Vilniuje, tiesiogiai prižiūrint medicinos priežiūros specialistų komandai, sudarytai iš gydytojo rehabilitologo ir gydytojo kardiologo. Šiame tyrime visi, tiek pagrindinės, tiek kontrolinės grupės tiriamieji, dalyvavo 2 mėnesių trukmės aFT programoje, kurią sudarė individualios, pagal ŠSD pritaikytos aFT sesijos ant veloergometro.

Kiekviena aFT sesija truko 30-40 min. per dieną, 5 dienas per savaitę. Iš viso kiekvienas tiriamasis turėjo 40 individualių pagal ŠSD pritaikytų aFT.

Treniruočių protokolas buvo sukurtas, atsižvelgiant į standartines aFT sudarymo rekomendacijas^{72,74}, kurios buvo pritaikytos netreniruotiems, MetS turintiems asmenims. Kiekviena aFT sesija ant veloergometro prasidėdavo nuo apšilimo fazės (angl. *warm-up*), trunkančios 10 min. Iš pradžių pirmas 5 min. fizinio krūvio intensyvumas buvo laikomas ties 25 W pasipriešinimo lygiu ir tik po to intensyvumas palaipsniui buvo didinamas, kol būdavo pasiekiamas treniruojamasis ŠSD, nustatytas kardiopulmoninio fizinio pajėgumo ištyrimo metu. Per sekančią aFT sesijos dalį fizinio krūvio intensyvumas buvo parenkamas toks, jog nuolat būtų palaikomas treniruojamasis ŠSD. Paskutinė, atsigavimo (angl. *cool-down*), fazė taip pat trukdavo 10 min., per kurios pirmas 5 min. fizinio krūvio intensyvumas palaipsniui būdavo mažinamas ir paskutines 5 min. palaikomas ties pradiniu 25 W pasipriešinimo lygiu.

Per pirmas dvi aFT programos savaites fizinio krūvio intensyvumas buvo palaikomas ties treniruojamuoju ŠSD, registruotu ties VT1 kardiopulmoninio pajėgumo vertinimo metu (minimalus treniruojamasis ŠSD), kas buvo skirta pradiniam treniravimo etapui. Fizinio krūvio intensyvumas buvo palaipsniui didinamas per trečią ir ketvirtą aFT programos savaitę iki tikslinio treniruojamojo ŠSD, kuris buvo registruotas ties VT2 arba ties anaerobiniu slenksčiu (maksimalus treniruojamasis ŠSD), atliekant KRFP vertinimą. Likusias keturias aFT programos savaites fizinio krūvio intensyvumas buvo palaikomas, išlaikant maksimalų treniruojamąjį ŠSD. Kad realiu laiku būtų galima tiksliai monitoruoti ŠSD ir pagal tai atitaikyti fizinio krūvio intensyvumą, buvo naudojama Ergoline Rehabilitation System-2 sistema (*Ergoline GmbH, Bitz, Vokietija*). Ši sistema leido kontroliuoti veloergometro apkrovas taip, kad tiriamojo ŠSD aFT sesijos treniravimo fazės metu būtų palaikomas ties nustatyta maksimalia treniruojamąja riba. Maksimalaus treniruojamojo ŠSD nuokrypiai aFT sesijų metu buvo nereikšmingi. Veloergometro pedalų mynimo greitis kiekvienai aFT sesijai buvo nustatytas ties 60 apsisukimų per minutę. Tiriamojo pastangoms įvertinti aFT metu buvo naudojama Borgo skalė²¹².

4.6. Motyvacinė konsultacija ir pasiruošimas savarankiškoms treniruotėms

Visiems, tiek pagrindinės, tiek kontrolinės grupės, tiriamiesiems taikytos individualios motyvacinės konsultacijos tyrimo pradžioje, po 2 mėnesių individualių ambulatorinių aFT programos, tiesiogiai prižiūrint medicininiam personalui (40 min. 5 k./sav., 2 mėn.), ir dar po 6 mėnesių savarankiškų aFT programos dalies. Motyvacinės konsultacijos vyko UAB „InMedica“ klinikoje ir jas atliko fizinės medicinos ir reabilitacijos gydytojo bei gydytojo kardiologo komanda. Pirmoji ir trečioji motyvacinė konsultacija truko apie 15 min. Per šias konsultacijas būdavo aptariami tiriamojo ištyrimo duomenys, daugiausia dėmesio skiriant KRFP vertinimo duomenims, atliktas anketavimas. Pagal tai buvo parenkamos atitinkamo krūvio aFT, aptariama motyvacija treniruotis, pateikiamos sveikos gyvensenos ir bendros FA rekomendacijos.

Antroji, pagrindinė, motyvacinė konsultacija vyko po 2 mėnesių ambulatorinės aFT programos ir truko apie 30 min. Per antrąją motyvacinę konsultaciją buvo įvertinti kiekvieno tiriamojo KRFP vertinimo duomenys (optimalaus treniruojamojo ŠSD ribos). Remiantis nustatytu optimaliu treniruojamuoju ŠSD, tiriamiesiems paskirtas atitinkamas treniruojamasis fizinis krūvis savarankiškoms aFT namų sąlygomis. Taip pat atliktas tarpinis tiriamųjų anketavimas. Pagrindinės grupės tiriamiesiems atitinkamo fizinio krūvio monitoravimui, motyvacijos sportuoti palaikymui papildomai paskirta naudoti FA ir ŠSD monitoruojančius prietaisus (išmanusis telefonas, Polar H10 monitorius – ŠSD registratorius) (40 min. 5 k./sav., 6 mėn.). Kontrolinės grupės tiriamiesiems rekomenduota atitinkamą fizinį krūvį palaikyti remiantis tik FA rekomendacijomis (40 min. 5 k./sav., 6 mėn.), nenaudojant jokių FA ir ŠSD monitoruojančių prietaisų. Prieš kiekvieną pagrindinę motyvacinę konsultaciją tyrėjas atlikdavo FA ir ŠSD monitoravimo priemonių paruošimą naudoti. Kiekviename išmaniajame telefone (*Huawei Y5H*, *Huawei Technologies Co., Ltd, Kinija*) buvo įdiegta naujausia tuo metu operacinė sistema, sukurtos reikalingos paskyros, įdiegtos reikiamos bendro pobūdžio aplikacijos ir tyrimui skirta aplikacija „InMedica Cardio“. Atitinkamas Polar H10 diržas, skirtas registruoti realaus laiko ŠSD (*Polar Electro Oy, Kempele, Suomija*), ir išmanusis telefonas būdavo iš anksto susieti per *Bluetooth* ryšį, todėl abu įrenginius įjungus, aplikacija mobiliajame telefone iš karto pradėdavo veikti ir rodyti iš Polar H10 registratoriaus realiu laiku siunčiamus duomenis apie tiriamojo ŠSD. Kiekvienam pagrindinės grupės tiriamajam buvo parenkamas tinkamo dydžio Polar H10 diržas su elektrodu ir pirmą kartą pritvirtinamas ant krūtinės ląstos. Įjungiamas išmanusis telefonas ir specialiai

tyrimui sukurta mobilioji aplikacija „InMedica Cardio“. Aplikacijos nustatymuose būdavo įvedamas konkrečiam tiriamajam paskirtas identifikacinis numeris, kad vėliau būtų galima atsekti, iš kurio tiriamojo duomenų bazėje gaunami duomenys. Taip pat būdavo įvedamas nustatytos optimalaus treniruojamojo ŠSD ribos, pagal kurias tiriamasis turėjo savarankiškai treniuotis namų sąlygomis 6 mėnesius.

Per pagrindinę motyvacinę konsultaciją buvo atliekamas pagrindinės grupės tiriamųjų apmokymas naudoti išmaniuosius FA ir ŠSD monitoruojančius prietaisus. Sujungus sekimo prietaisus, tiriamiesiems pademonstruota, kaip treniuotės metu turi būti naudojama išmaniajame telefone esanti tyrimui skirta aplikacija, atliekant pirmąją, kontrolinę, treniuotę dar būnant klinikoje. Po demonstracijos tiriamajam būdavo išduodamas išmanusis telefonas, susietas su atitinkamu Polar H10 diržu, taip pat įduodamos prietaisų naudojimo ir priežiūros instrukcijos bei nurodomi atsakingo tyrėjo kontaktai.

4.7. 6 mėnesių savarankiškų fizinių treniuočių programa

Pagrindinės grupės tiriamųjų savarankišką aFT programa namų sąlygomis, naudojantis ŠSD monitoravimo prietaisais (išmanusis telefonas su jame esančia „InMedica Cardio“ aplikacija, Polar H10 diržas) truko 6 mėnesius. Savarankiško FA namuose metu tiriamieji stengėsi treniuotis 40 min. 5 k./sav. 6 mėnesius, pagal nustatytą optimalų treniuojamąjį ŠSD.

Šiame tyrime išmaniosios priemonės pagrindinės grupės tiriamiesiems buvo skirtos kaip motyvacinė priemonė atlikti savarankiškas aFT namų sąlygomis po intensyvios 2 mėnesių trukmės ambulatorinės aFT programos, tiesiogiai prižiūrint medicinos personalui, siekiant pratęsti aFT programą ir pasiekti dar didesnio sveikatos rodiklių pagerėjimo. Pagrindinės grupės tiriamųjų buvo prašoma pagal galimybes, naudojant išmaniausias priemones ir Wi-Fi ryšį, išsiųsti išmaniojo telefono aplikacijoje sukauptus aFT duomenis į tyrimo duomenų bazę, kad tiriamieji būtų dar labiau įsitraukę į tyrimą, galėtų apie atsiųstus duomenis padiskutuoti su tyrėju motyvacinės konsultacijos metu.

Duomenų bazėje gauti aFT duomenys buvo naudojami vertinant mobiliosios aplikacijos veikimą, bendras naudojimo tendencijas ją tobulinant, kad laiku būtų išspręstos aplikacijos veikimo techninės problemos. Specialiai tyrimui skirtoje serverio sistemoje realiu laiku buvo stebimas pagrindinės grupės tiriamųjų aktyvumas, periodiškai buvo kontaktuojama su tiriamaisiais

mobiliuotu telefonu, elektroninėmis ryšio priemonėmis, juos motyvuojant bei primenant, kaip reikia treniruotis, taip pat sprendžiant kilusias problemas, neaiškumus, naudojant prietaisus. Pagrindinės grupės tiriamieji, esant poreikiui, lankėsi UAB “InMedica“ klinikoje, kad gyvo susitikimo metu būtų išspręstos kilusios techninės problemos, aptarti jų pasiekti rezultatai, vertinant kompiuterinio aFT dienyno duomenis serveryje.

Kontrolinės grupės tiriamieji 6 mėnesius savarankiškai treniravosi nenaudodami jokių fizinio krūvio ir ŠSD monitoravimo priemonių, tik remdamiesi jiems pateiktomis bendro pobūdžio FA rekomendacijomis. Šios grupės tiriamųjų aFT nebuvo kaip nors registruojamos ar jų duomenys kaupiami duomenų bazėje. Taip pat kontrolinėje grupėje nebuvo taikomi telefoniniai skambučiai, gyvos konsultacijos ar siunčiami priminimai treniruotis.

4.8. Statistiniai metodai

Imties dydis skaičiuotas tam skirta G*Power programa (*Versija 3.1.9.6; Kylio universitetas, Kyllis, Vokietija*). Remiantis literatūros duomenimis^{213–215}, lyginant įvairių duomenų pokyčius tarp grupės, kurioje taikyta aFT programa, ir kontrolinės grupės, dažniausiai pasiekiamas vidutinio dydžio efektas. Apskaičiuota, kad vidutinio efekto dydžiui, nustatytam pagal Koheno d (*Cohen's $d = 0,5$*), kurio galia 0,8 ir reikšmingumo lygmuo (I tipo klaidos tikimybė) 0,05, pasiekti lyginant grupes kiekvienoje iš jų pakanka 64 pacientų, o vertinant pokytį grupės viduje – 34 pacientų imties. Kadangi įprastai dalis asmenų, pradėjusių dalyvauti aFT programoje, jos neužbaigia, nuspręsta į tyrimą pakviesti daugiau asmenų. Koheno d efekto dydis $<0,20$ buvo laikomas mažu, $0,20–0,79$ – vidutiniu, o $>0,80$ – dideliu²¹⁶.

Siekiant sumažinti šališkumą, lyginant pagrindinę ir kontrolinę grupes, buvo atlikta panašiausių atvejų (angl. *propensity score matching*) analizė, panaudojant pradinius 208 įtrauktų tiriamųjų duomenis. Panašiausių atvejų analizė buvo atlikta naudojant programinę įrangą XLSTAT (*Versija 2021.3.1*), taikant optimalų algoritmą, *Mahalanobis distance* atitikimo metodą. Panašiausių atvejų analizei buvo naudoti didžiausių grupių atitikimą pagal visus analizuotus rodiklius skaičiavimuose pademonstravę kintamieji: pradinis gliukozės kiekis kraujyje, amžius. Kiti panašiausių atvejų analizei naudoti parametrai: Caliper: $0,50 * \text{Sigma}$; atvejų atitikimo santykis 1:1; 95 proc. pasikliautinis intervalas; 0,001 tolerancija. Atlikus panašiausių atvejų analizę, iš viso gautos 66 labiausiai pagal pradinius duomenis atitinkančios

tiriamųjų poros iš abiejų grupių – iš viso 132 tiriamųjų imtis, kuri ir panaudota tolimesnei statistinei analizei.

Statistinė analizė buvo atlikta naudojant Jamovi statistinę programą (Versija 2.2.5)²¹⁷. Tyrime pateiktos pagrindinės duomenų skaitinės charakteristikos: vidurkiai, standartiniai nuokrypiai, dažniai, išreikšti absoliučiais skaičiais ir procentais. Duomenų pasiskirstymo normalumas tikrintas naudojant *Shapiro-Wilk* kriterijų. Lyginant dviejų grupių tolydžiuosius kintamuosius, buvo naudojamas *Student's t-test* normaliai pasiskirsčiusiems duomenims arba *Mann-Whitney U-test* nenormaliai pasiskirsčiusiems duomenims. Lyginant dviejų grupių kategorinius kintamuosius, buvo naudojamas *chi* kvadrato (χ^2) kriterijus arba *Fisher* tikslusis kriterijus, esant reikšmių dažniams mažesniems nei 5. Lyginant rodiklių pokyčius tarp 1 ir 3 vizito (po 8 mėnesių) bei tarp 2 ir 3 vizito (po 6 mėnesių) grupių viduje, naudotas porinis *Student's t-test* kriterijus arba *Wilcoxon signed-rank test* kriterijus priklausomoms imtims, kai analizuoti tolydieji kintamieji, ir *McNemar test* (2 kategorijos) arba ribinio homogeniškumo testas (angl. *marginal homogeneity*) (daugiau nei 2 kategorijos), kai analizuoti kategoriniai kintamieji. Lyginant rodiklių pokyčius tarp 1 ir 3 (po 8 mėnesių) bei tarp 2 ir 3 vizito (po 6 mėnesių) tarp pagrindinės ir kontrolinės grupės, naudota tiesinė daugialypė regresija, kur priklausomas kintamasis (pvz., PS aortoje po 8 mėnesių) yra regresuojamas su grupe (t.y., pagrindinė vs. kontrolinė grupė) ir kitais kintamaisiais (lytis, amžius, pradinis sistolinis AKS ir priklausomas kintamasis, pvz., tyrimo pradžioje). Dispersinė analizė ANCOVA buvo naudojama tiriant miego-stipininės a. PBG ir miego-šlaunies a. PBG pokyčio priklausomybę nuo pradinių šių rodiklių verčių, suskirstytų kvartilėmis pagrindinėje grupėje, pakoreguojant skaičiavimus pagal sistolinio AKS pokytį.

Skaičiuojant koreliacijas tarp įvairių rodiklių, naudoti *Pearson's* arba *Spearman's* koreliacijos koeficientai. ROC (angl. Receiver Operating Characteristic) kreivės analizės metodas buvo naudotas nustatyti rizikos veiksnių optimalaus pokyčio slenkstines reikšmes, kurioms esant pasiekiamas didžiausias tikslumas atskiriant pagrindinę ir kontrolinę grupes. Kiekvieno atrinkto kintamojo slenkstinei reikšmei tikslumas vertintas apskaičiuojant jautrumą, specifiškumą ir *Youden's* indeksą, kuris išreiškiamas pagal formulę: jautrumas + specifiškumas – 1. Atitinkamo kintamojo slenkstinė reikšmė, kuriai apskaičiuotas didžiausias *Youden's* indeksas, laikyta optimalia slenkstine reikšme. Turint paskaičiuotas atitinkamo kintamojo optimalias slenkstines reikšmes, buvo apskaičiuojamas galimybių santykis (angl. *odds ratio*) pagrindinei ir kontrolinei grupei pasiekti optimalų rizikos veiksnio

pokytį. Kitaip tariant, buvo nustatoma, kiek kartu pagrindinės grupės tiriamųjų galimybės pagal atitinkamą kintamąjį yra didesnės už kontrolinės grupės tiriamųjų. Galimybių santykiui apskaičiuoti, taikyta dvireikšmės (binarinės) logistinės regresijos analizė.

Visiems palyginimams skirtumai laikyti statistiškai reikšmingais, kai p reikšmė $<0,05$. Lentelėse statistiškai reikšmingų palyginimų p reikšmės pateiktos paryškintu šriftu.

Disertantės indėlis

Disertantė bendradarbiaudama su IT specialistais dalyvavo savarankiškų aFT sekimo mobiliosios aplikacijos „InMedica Cardio“, kardiotreneruočių portalo su jame esančiu treneruočių kompiuteriniu dienynu kūrime, atliko aplikacijos ir kardiotreneruočių portalo testavimus. Prieš kiekvieną pagrindinę motyvacinę konsultaciją tyrėja išmaniuosius prietaisus paruošdavo tiriamųjų naudojimui. Disertantė pati vykdė motyvacinės konsultacijas, per kurias atliko tiriamųjų apmokymą naudotis išmaniaisiais prietaisais, vertino tiriamųjų klinikinius duomenis, kartu su gydytoju reabilitologu sudarė tolimesnes FA rekomendacijas, vertino šios programos efektyvumą. Tyrėja pati prižiūrėjo pagrindinės grupės tiriamuosius per 6 mėnesių savarankiškų aFT programos dalį, nuotoliniu būdu sekdamą tiriamųjų atsiunčiamus savarankiškų aFT duomenis, susisiekdama su tiriamaisiais, kad būtų primenama, koku dažnumu ir kaip reikia treniruotis. Esant poreikiui, tiriamajam pageidaujant ar esant techninėms problemoms, tyrėja susitikdavo su pagrindinės grupės tiriamaisiais gyvai klinikoje, atlikdavo papildomą konsultavimą. Mokslininkė prižiūrėjo klinikinių ir savarankiškų fizinių treneruočių duomenų kaupimą duomenų bazėje, atliko visų surinktų duomenų apdorojimą bei statistinę analizę.

5. REZULTATAI

5.1. Tiriamųjų bendroji charakteristika

Į tyrimą iš viso buvo įtraukti 208 tiriamieji, atitinkantys įtraukimo kriterijus ir sutinkantys dalyvauti tyrime, iš kurių 55,3 proc. sudarė vyrai ($n = 115$) (14 pav.). Bendras tiriamųjų amžiaus vidurkis buvo $50,9 \pm 6,9$ metai. Pagrindinei grupei priskirti buvo 124 tiriamieji, o kontrolinei grupei – 84 tiriamieji. Visų į tyrimą įtrauktų tiriamųjų detalesnė charakteristika pateikta 6 lentelėje.

Į antrą vizitą ištyrimui po 2 mėnesių atvyko visi 208 tiriamieji per abi grupes. Trečiam, paskutiniam, ištyrimui po 8 mėnesių nuo tyrimo pradžios atvyko iš viso 182 tiriamieji, kadangi pagrindinėje grupėje toliau tyrime atsisakė dalyvauti 15 tiriamųjų (12,1 proc.), o kontrolineje grupėje – 11 tiriamųjų (13,1 proc.). Detalus tiriamųjų pasiskirstymas tyrimo eigoje pateiktas skyriaus 4.3. „Tyrimo eiga“ 12 paveiksle.

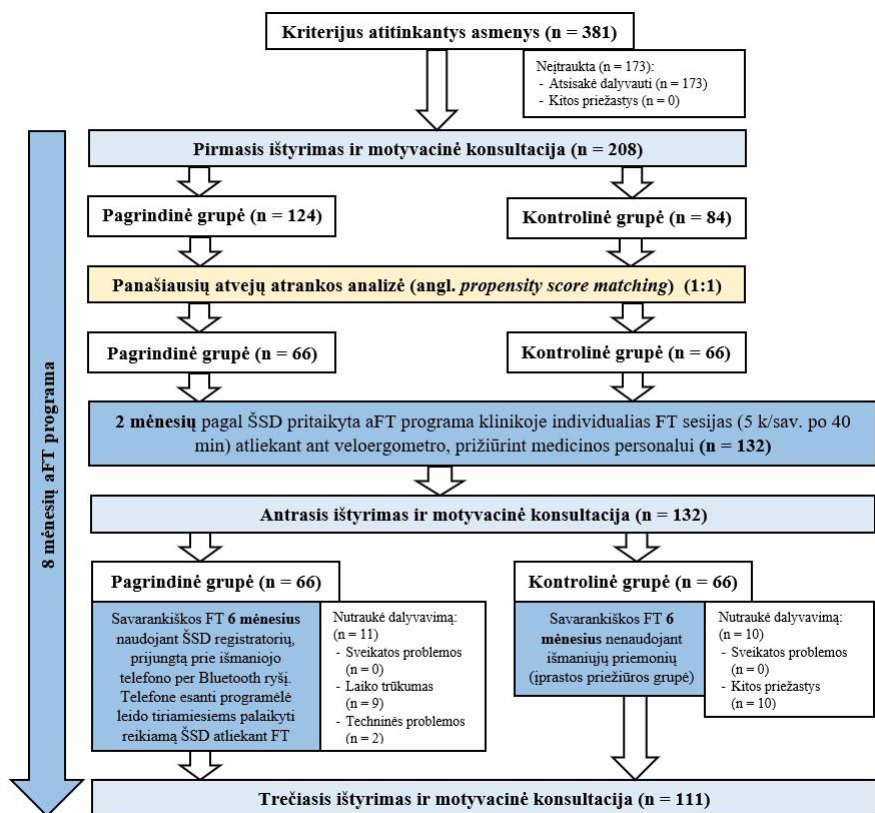
6 lentelė. Visų į tyrimą įtrauktų 208 tiriamųjų charakteristika

Pagrindinė grupė	n = 124
Kontrolinė grupė	n = 84
Visi įtraukti tiriamieji	n = 208
Rodiklis	
Moterys	93 (44,7 %)
Vyrai	115 (55,3 %)
Amžius (metai)	$50,9 \pm 6,9$
Ūgis (m)	$1,72 \pm 0,10$
Svoris (kg)	$94,07 \pm 17,49$
KMI (kg/m^2)	$31,5 \pm 4,5$
Juosmens apimtis (cm)	$104,52 \pm 10,70$
Moterų (cm)	$100,47 \pm 9,48$
Vyrių (cm)	$108,57 \pm 10,53$
Sistolinis AKS (mmHg)	$138,6 \pm 15,9$
Diastolinis AKS (mmHg)	$86,7 \pm 10,5$
VAKS žasto arterijoje (mmHg)	$105,1 \pm 12,4$
Ramybės ŠSD (k./min.)	$64,6 \pm 9,1$
B-Chol (mmol/L)	$6,02 \pm 1,37$
MTL-Chol (mmol/L)	$3,79 \pm 1,18$

Rodiklis	
TG (mmol/L)	2,24 ± 2,02
DTL-Chol (mmol/L)	1,23 ± 0,35
Alkio glikemija (mmol/L)	5,54 ± 0,84
dj-CRB (mg/L)	2,12 ± 2,17

Sutrumpinimai ir paaiškinimai: duomenys pateikiami vidurkiu ir standartiniu nuokrypiu arba procentais; KMI - kūno masės indeksas, AKS - arterinis kraujo spaudimas, VAKS - vidutinis arterinis kraujo spaudimas, ŠSD - širdies susitraukimų dažnis, B-Chol - bendrasis cholesterolis; MTL-Chol - mažo tankio lipoproteinų cholesterolis, TG - trigliceridai, DTL-Chol - didelio tankio lipoproteinų cholesterolis, dj-CRB - didelio jautrumo C-reaktyvus baltymas.

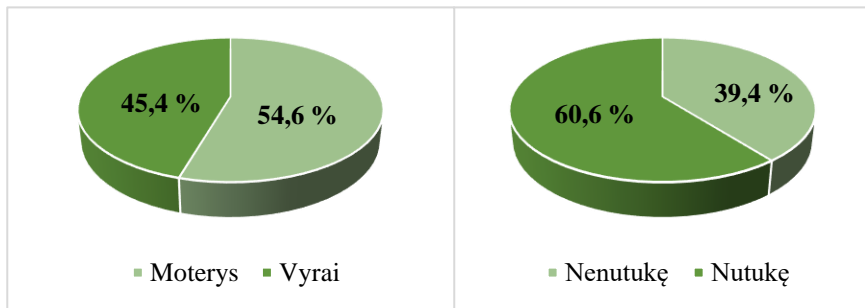
Po panašiausių atvejų statistinės analizės, atliktos siekiant sumažinti šališkumą, lyginant pagrindinę ir kontrolinę grupes, atrinkti iš viso 132 tiriamieji, po 66 tiriamuosius abeiose grupėse. Visi 132 atrinkti tiriamieji atvyko į antrą vizitą ištyrimui po 2 mėnesių. Per trečią vizitą iš 66 atrinktų pagrindinės grupės tiriamųjų ištirti buvo 55 tiriamieji (83,3 proc.), iš 66 atrinktų kontrolinės grupės tiriamųjų ištirti buvo 56 tiriamieji (84,9 proc.). Detalus tiriamųjų pasiskirstymas tyrimo eigoje pateiktas 13 paveiksle.



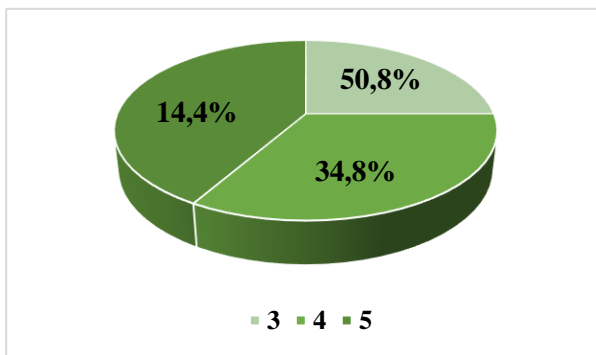
13 pav. Po panašiausių atvejų analizės atrinktų 132 tiriamųjų pasiskirstymas tyrimo eigoje

Paiškinimai: ŠSD – širdies susitraukimų dažnis; FT – fizinės treniruotės; aFT – aerobinės fizinės treniruotės.

Atrinktų 132 tiriamųjų amžiaus vidurkis – $52,4 \pm 6,3$ metai, tarp jų moterys sudarė 54,6 proc. ($n = 72$), nutukę asmenys sudarė 60,6 proc. ($n = 80$) (14 pav.). Tarp tiriamųjų per abi grupes tik 3 MetS komponentus turėjo 50,8 proc. tiriamųjų ($n = 67$) (15 pav.).



14 pav. Pagal panašiausių atvejų analizės duomenis atrinktų 132 tiriamųjų pasiskirstymas pagal lytį ir nutukimo statusą



15 pav. Pradinis MetS komponentų skaičiaus pasiskirstymas tarp 208 analizuotų tiriamųjų

Pagrindinės ir kontrolinės grupių homogeniškumas tyrimo pradžioje patikrintas atsižvelgiant į tiriamųjų amžių, lytį ir visus tyrime nagrinėtus rodiklius tokius, kaip MetS komponentai, kiti antropometriniai, hemodinaminiai, laboratoriniai kraujo rodikliai, KV rizikos veiksniai (rūkymo statusas, fizinė nejudra), kraujagysliniai ankstyvosios aterosklerozės žymenys, anketiniai duomenys ir aerobinis KRFP. Didžioji dalis pradinių duomenų, tarp jų amžius, lytis, nutukimo, rūkymo statusas, visi laboratoriniai kraujo rodikliai, arterijų standumo žymenys, statistiškai reikšmingai tarp pagrindinės ir kontrolinės grupės nesiskyrė. Rasti tokie pradiniai statistiškai reikšmingi skirtumai, kaip didesnis svoris, sistolinis AKS, diastolinis AKS, VAKS žasto arterijoje, ramybės ŠSD ir socialinių motyvų lygis pagrindinėje grupėje, mažesnis bendras FA lygis bei mažesnė vidutinė sedėjimo trukmė pagrindinėje grupėje lyginant su kontroline grupe. Vertinant pagal MetS komponentų skaičiaus procentinį pasiskirstymą, grupės statistiškai reikšmingai nesiskyrė. Vertinant atskirų 5 MetS komponentų pasiskirstymą

procentais, tarp grupių statistiškai reikšmingai skyrėsi tik padidėjusio AKS komponentas, kuris dažniau pasitaikė pagrindinėje grupėje (16 pav.). Pradinė 132 atrinktų tiriamųjų, išskirstytų į pagrindinę ir kontrolinę grupes, charakteristika pateikta 7 lentelėje.

7 lentelė. Po panašiausių atvejų analizės atrinktų 132 tiriamųjų charakteristika

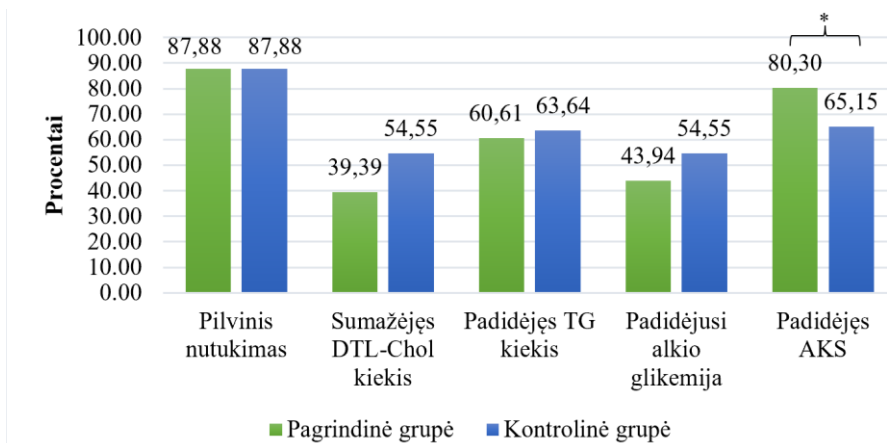
Rodiklis	Pagrindinė grupė (n = 66)	Kontrolinė grupė (n = 66)	p vertė tarp grupių
Amžius (metai)	52,1 ± 6,2	52,8 ± 6,4	0,393
Lytis			
Moterys (%)	34 (51,5)	38 (57,6)	0,484
Vyrai (%)	32 (48,5)	28 (42,4)	
Nutukimo vertinimas			
Ūgis (m)	1,73 ± 0,10	1,70 ± 0,09	0,109
Svoris (kg)	95,25 ± 15,34	87,76 ± 14,41	0,006
Juosmens apimtis (cm)	104,55 ± 9,36	101,66 ± 9,23	0,086
Moterų (cm)	100,37 ± 8,38	98,67 ± 8,56	0,420
Vyrių (cm)	108,73 ± 8,47	105,50 ± 8,76	0,159
Pilvinio tipo nutukimas (%)	58 (87,9)	58 (87,9)	1,000
KMI (kg/m ²)	31,7 ± 4,0	30,6 ± 4,1	0,144
Normalus KMI (%)	3 (4,6)	4 (6,1)	1,000
Antsvoris (%)	18 (27,3)	27 (40,9)	0,098
Nutukimas (%)	45 (68,2)	35 (53)	0,075
I laipsnio (%)	29 (64,5)	25 (71,4)	0,479
II laipsnio (%)	11 (24,4)	9 (25,7)	0,627
III laipsnio (%)	5 (11,1)	1 (2,9)	0,210
Kraujo lipidų vertinimas			
B-Chol (mmol/L)	5,84 ± 1,20	6,12 ± 1,12	0,185
Padidėjęs B-Chol (%)	50 (75,8)	57 (86,4)	0,120
MTL-Chol (mmol/L)	3,63 ± 0,98	3,87 ± 0,98	0,192
Padidėjęs MTL-Chol (%)	49 (74,2)	57 (86,4)	0,080
TG (mmol/L)	2,00 ± 0,77	1,86 ± 0,64	0,289
Padidėjusi TG koncentracija (%)	40 (60,6)	42 (63,6)	0,720
DTL-Chol (mmol/L)	1,20 ± 0,25	1,18 ± 0,28	0,793

Rodiklis	Pagrindinė grupė (n = 66)	Kontrolinė grupė (n = 66)	p vertė tarp grupių
Sumažėjęs DTL-Chol (%)	26 (39,4)	36 (54,6)	0,081
Dislipidemija (%)	63 (95,5)	66 (100)	0,244
Dislipidemijos gydymas (%)	9 (13,6)	3 (4,6)	1,000
Alkio glikemija (mmol/L)	5,54 ± 0,52	5,70 ± 0,44	0,057
Padidėjusi alkio glikemija (%)	29 (43,9)	36 (54,6)	0,223
dj-CRB kiekis kraujyje (mg/L)	1,48 ± 0,85	1,36 ± 0,84	0,434
Padidėjęs dj-CRB kiekis kraujyje (%)	7 (10,6)	2 (3)	0,160
Kraujospūdžio vertinimas			
Sistolinis AKS (mmHg)	138,8 ± 13,0	133,1 ± 13,7	0,020
Padidėjęs sistolinis AKS (%)	49 (74,2)	39 (59,1)	0,043
Diastolinis AKS (mmHg)	88,8 ± 8,4	83,5 ± 8,5	<0,001
Padidėjęs diastolinis AKS (%)	44 (66,7)	27 (40,9)	0,002
Arterinė hipertenzija (%)	41 (62,1)	62 (93,9)	<0,001
Rūkymo vertinimas			
Nerūko (%)	52 (78,8)	58 (87,9)	0,138
Rūko (%)	14 (21,2)	8 (12,1)	
<10 cig./d.	9 (64,3)	6 (75)	
>10 cig./d.	5 (35,7)	2 (25)	
Metęs rūkyti (%)	12 (18,2)	3 (4,6)	
MetS komponentų vertinimas			
Pilvinio tipo nutukimas (%)	58 (87,9)	58 (87,9)	1,000
Padidėjusi TG koncentracija (%)	40 (60,6)	42 (63,6)	0,720
Sumažėjęs DTL-Chol (%)	26 (39,4)	36 (54,6)	0,081
Padidėjęs AKS (%)	53 (80,3)	43 (65,2)	0,030
Padidėjusi alkio glikemija (%)	29 (43,9)	36 (54,6)	0,223
MetS komponentų skaičius			
3 (%)	39 (59,1)	28 (42,4)	0,142
4 (%)	20 (30,3)	26 (39,4)	
5 (%)	7 (10,6)	12 (18,2)	
Arterijų funkcinių ir struktūrinių rodiklių vertinimas			
Miego-stipinės arterijų PBG (m/s)	8,89 ± 1,40	9,11 ± 1,21	0,380
Miego-stipinės arterijų PBG:			

Rodiklis	Pagrindinė grupė (n = 66)	Kontrolinė grupė (n = 66)	p vertė tarp grupių
Miego-stipinės arterijų PBG:			
≥10 m/s (%)	16 (24,2)	15 (22,7)	
9–9,9 m/s (%)	17 (25,8)	14 (21,2)	
8–8,9 m/s (%)	12 (18,2)	19 (28,8)	0,239
7–7,9 m/s (%)	12 (18,2)	6 (9,1)	
<7 m/s (%)	6 (9,1)	2 (3)	
Miego-šlaunies arterijų PBG (m/s)	8,52 ± 1,21	8,46 ± 1,36	0,769
Miego-šlaunies arterijų PBG:			
≥10 m/s (%)	8 (12,1)	10 (15,1)	
9–9,9 m/s (%)	13 (19,7)	14 (21,2)	
8–8,9 m/s (%)	20 (30,3)	17 (25,8)	0,693
7–7,9 m/s (%)	16 (24,2)	14 (21,2)	
<7 m/s (%)	5 (7,6)	10 (15,2)	
Širdies-kulkšnies kraujagyslių indeksas	7,04 ± 0,97	7,41 ± 0,96	0,051
VAKS aortoje (mmHg)	105,3 ± 10,7	104 ± 9,3	0,479
VAKS žasto arterijoje (mmHg)	107,8 ± 10,6	99,2 ± 9,8	<0,001
Ramybės ŠSD (k./min.)	67,1 ± 7,4	63,2 ± 7	0,005
PS aortoje (mmHg)	40,8 ± 9,1	40,8 ± 9,1	0,976
AIx (%)	19,78 ± 10,62	21,51 ± 12,48	0,406
IMS BMA (µm)	676,37 ± 88,3	647,39 ± 110,24	0,106
BMA β standumo indeksas	4,06 ± 1,05	3,99 ± 1,19	0,837
Nerimo ir depresijos vertinimas			
Nerimas (balai)	5,95 ± 3,54	4,82 ± 2,78	0,069
Depresija (balai)	3,53 ± 2,54	3,07 ± 2,59	0,248
Nerimas:			
0–7 balai (%)	46 (69,7)	53 (80,3)	
8–10 balai (%)	12 (18,2)	5 (7,6)	0,119
11–14 balai (%)	6 (9,1)	3 (4,6)	
15–21 balai (%)	1 (1,5)	0 (0)	
Depresija:			
0–7 balai (%)	61 (92,4)	56 (84,9)	
8–10 balai (%)	3 (4,6)	5 (7,6)	0,482

Rodiklis	Pagrindinė grupė (n = 66)	Kontrolinė grupė (n = 66)	p vertė tarp grupių
Depresija:			
11–14 balai (%)	1 (1,5)	0 (0)	0,482
15–21 balai (%)	0 (0)	0 (0)	
Kasdienio FA lygio vertinimas			
Bendras FA (min./dieną)	168,65 ± 143,33	565,52 ± 383,06	<0,001
Sėdėjimas (min./dieną)	361,07 ± 186,43	565,08 ± 253,70	<0,001
Motyvacijos atlikti FA vertinimas			
Rekreacijos ir emociniai motyvai (balai)	3,49 ± 1,13	3,28 ± 0,97	0,062
Socialiniai motyvai (balai)	3,38 ± 1,21	2,33 ± 1,33	<0,001
Sveikatos motyvai (balai)	4,36 ± 0,82	4,30 ± 0,53	0,088
Kūno išvaizdos motyvai (balai)	4,05 ± 0,94	3,83 ± 0,84	0,104
Fizinių galių lavinimo motyvai (balai)	3,75 ± 1,39	3,67 ± 1,13	0,226
KRFP vertinimas			
VO₂ max (ml/kg/min)	19,87 ± 3,98	21,27 ± 4,69	0,083
Apibendrintos KRFP kategorijos pagal VO₂ max, amžių, lytį:			
žemiau vidurkio (%)	66 (100)	62 (93,9)	
vidurkis (%)	0 (0)	3 (4,6)	0,180
aukščiau vidurkio (%)	0 (0)	1 (1,5)	
MET	5,63 ± 1,14	6,04 ± 1,30	0,073
KRFP kategorijos pagal MET:			
Mažas ≤9 MET (%)	66 (100)	61 (92,4)	
Vidutinis 9-14 MET (%)	0 (0)	5 (7,6)	0,074
Didelis ≥14 MET (%)	0 (0)	0 (0)	
Treniruojamasis ŠSD (k./min.)	129,3 ± 11,9	128,5 ± 15,6	0,740

Sutrupinimai ir paaiškinimai: duomenys pateikiami vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu arba n (%). Paryškintas p vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). KMI - kūno masės indeksas, B-Chol - bendrasis cholesterolis; MTL-Chol - mažo tankio lipoproteinų cholesterolis, TG - trigliceridai, DTL-Chol - didelio tankio lipoproteinų cholesterolis, dj-CRB - didelio jautrumo C-reaktyvus baltymas, AKS - arterinis kraujo spaudimas, cig./d. - cigarečių per dieną, MetS - metabolinis sindromas, PBG - pulsinės bangos greitis, VAKS - vidutinis arterinis kraujo spaudimas, ŠSD - širdies susitraukimų dažnis, PS - pulsinis spaudimas, AIx - augmentacijos indeksas, IMS BMA - intimos - medijos storis bendrojoje miego arterijoje, FA - fizinis aktyvumas, KRFP - kardiorespiracinis fizinis pajėgumas, VO₂ max - maksimalus deguonies suvartojimas, MET - metabolinis ekvivalentas.



16 pav. Pradinis atskirų metabolinio sindromo komponentų pasiskirstymas procentais pagrindinėje ir kontrolinėje grupėje

Paiškinimai: DTL-Chol - didelio tankio lipoproteinų cholesterolis, TG - trigliceridai, AKS – arterinis kraujo spaudimas. * statistiškai reikšmingas skirtumas.

Remiantis pagrindinės grupės tiriamųjų fizinių treniruočių duomenimis, gautais iš aplikacijos „InMedica Cardio“ per 6 mėnesių savarankiškų aFT laikotarpį, nustatyta, jog vidutiniškai kiekvienas pagrindinės grupės tiriamasis atliko $22,02 \pm 34,32$ savarankiškas aFT, monitoruodamas savo šSD. Vidutinė savarankiška aFT pagrindinėje grupėje truko $30,16 \pm 20,16$ min. Kontrolinės grupės tiriamieji, atlikami savarankiškas aFT, nesinaudojo šSD registratoriumi ir „InMedica Cardio“ mobiliąja aplikacija.

5.2. Rodiklių pokyčiai po 8 mėnesių (tarp 1 ir 3 vizito)

5.2.1. Kardiorespiracinio fizinio pajėgumo dinamika

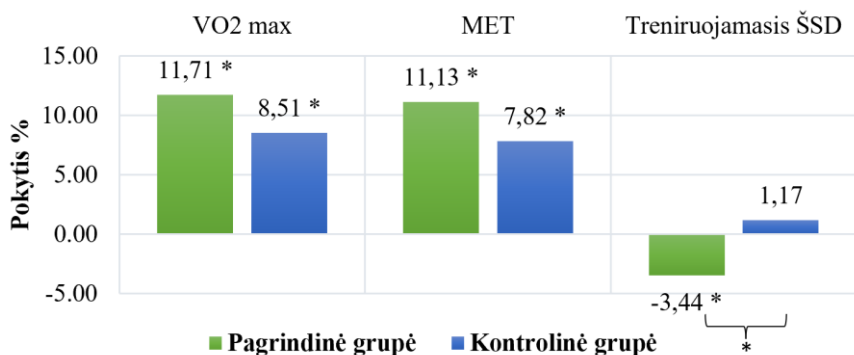
Tyrimo KRFP rodiklių pokyčiai buvo vertinti tarp 1 ir 3 vizito, kas apima visą 8 mėnesių aFT programą, per kurią abi grupės 2 mėnesius dalyvavo medicinos personalo prižiūrimose aFT, o likusius 6 mėnesius pagrindinės grupės tiriamieji aFT atliko be tiesioginės medicinos personalo priežiūros, naudodami išmaniuosius savimonitoravimo prietaisus, kuomet kontrolinės grupės tiriamieji aFT atliko remdamiesi tik pateiktomis FA rekomendacijomis (8 lentelė, 18 pav.). Po 8 mėnesių kombinuotos aFT programos tiek pagrindinėje, tiek kontrolinėje grupėje stebėtas statistiškai reikšmingas VO_2

max padidėjimas, kuris buvo kiek ženklesnis pagrindinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe (11,71 proc., $p < 0,001$ vs. 8,51 proc., $p < 0,001$, atitinkamai). Panašiai abejose grupėse didėjo MET vertė, tačiau vėlgi MET vertės pokytis po 8 mėnesių pagrindinėje grupėje buvo kiek didesnis nei kontrolineje grupėje (11,13 proc., $p < 0,001$ vs. 7,82 proc., $p = 0,002$, atitinkamai). Tik pagrindinėje grupėje gautas statistiškai reikšmingas treniruojamojo ŠSD sumažėjimas po 8 mėnesių, kuris vidutiniškai siekė 3,5 k./min. (-3,44 proc., $p = 0,007$). Treniruojamasis ŠSD kontrolineje grupėje po 8 mėnesių net padidėjo, vidutiniškai per 1,5 k./min., todėl šio rodiklio pokyčiai reikšmingai skyrėsi tarp grupių ($p < 0,001$).

8 lentelė. Kardiorespiracinio fizinio pajėgumo rodiklių pokyčiai po 8 mėnesių (tarp 1 ir 3 vizito)

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
1 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	1 vizitas	3 vizitas
VO₂ max (ml/kg/min)								
19,90 ± 3,95	22,23 ± 5,38	2,33 ± 2,67	<0,001	0,945	<0,001	1,78 ± 3,02	20,91 ± 4,65	22,74 ± 4,41
MET								
5,57 ± 1,19	6,20 ± 1,60	0,62 ± 0,79	<0,001	0,907	0,002	0,47 ± 0,97	6,01 ± 1,33	6,49 ± 1,27
Treniruojamasis ŠSD (k./min.)								
100,4 ± 10,2	97 ± 10,2	-3,5 ± 8,0	0,007	<0,001	0,461	1,5 ± 13,6	124,9 ± 12,9	126,3 ± 14,0

Paaškinimai: VO₂ max - maksimalus deguonies suvartojimas, MET - metabolinis ekvivalentas, ŠSD - širdies susitraukimų dažnis. Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas p vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). *Porinis *Student's t-test* arba *Wilcoxon signed-rank test*. **Tiesinė daugialypė regresija, koreguota pagal amžių, lytį ir grupę.



17 pav. Kardiorespiracinio fizinio pajėgumo rodiklių pokyčiai procentais po 8 mėnesių

Paaikškinimai: VO₂ max - maksimalus deguonies suvartojimas, MET - metabolinis ekvivalentas, ŠSD - širdies susitraukimų dažnis. * statistiškai reikšmingas pokytis ($p < 0,05$).

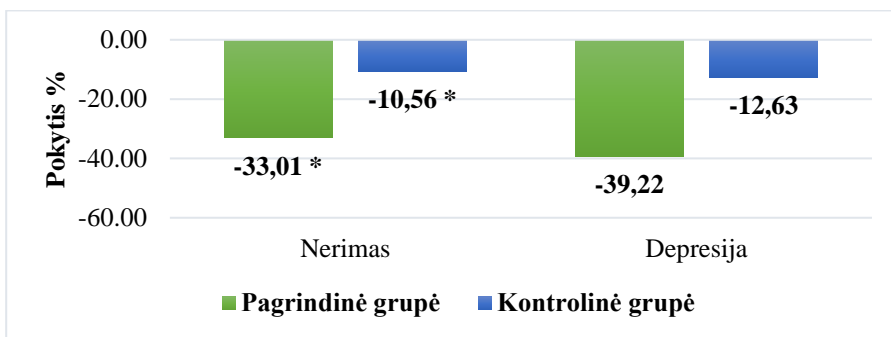
5.2.2. Nerimo ir depresijos rodiklių dinamika

Tarp 1 ir 3 vizito buvo vertinami nerimo ir depresijos lygio pokyčiai, remiantis anketiniais duomenimis. Nors pokyčiai tarp grupių nepasiekė reikšmingo skirtumo, statistiškai reikšmingai nerimo ir depresijos lygis balais sumažėjo tik pagrindinėje grupėje (atitinkamai $p = 0,008$ ir $p = 0,001$). Nerimo lygis pagrindinėje grupėje vidutiniškai sumažėjo per 1,72 balo, o depresijos lygis – per 1,40 balo. Detalūs nerimo ir depresijos lygio pokyčiai po 8 mėnesių pateikti 9 lentelėje ir 18 paveiksle.

9 lentelė. Nerimo ir depresijos lygio pokyčiai po 8 mėnesių (tarp 1 ir 3 vizito)

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
1 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	1 vizitas	3 vizitas
Nerimas (balai)								
5,21 ± 3,43	3,48 ± 2,76	-1,72 ± 3,26	0,008	0,096	0,119	-0,51 ± 1,67	4,83 ± 2,33	4,32 ± 2,44
Depresija (balai)								
3,57 ± 2,45	2,17 ± 2,20	-1,40 ± 2,13	0,001	0,078	0,403	-0,36 ± 2,18	2,85 ± 2,11	2,50 ± 1,87

Paaikškinimai: Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas p vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). *Porinis *Student's t-test* arba *Wilcoxon signed-rank test*. **Tiesinė daugialypė regresija, koreguota pagal amžių, lytį ir grupę.



18 pav. Nerimo ir depresijos simptomų balų pokyčiai procentais po 8 mėnesių
* statistiškai reikšmingas pokytis ($p < 0,05$).

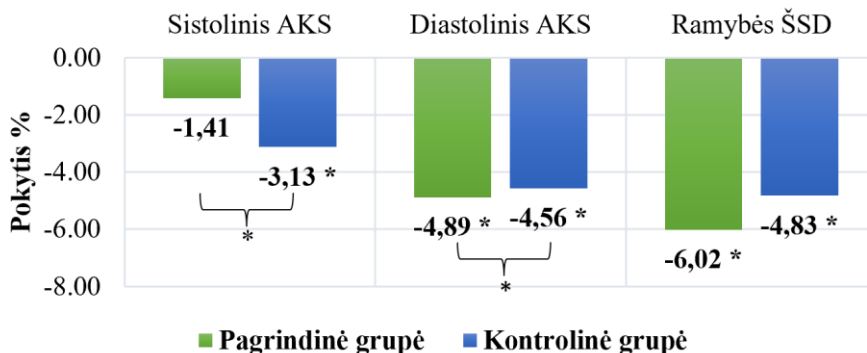
5.2.3. Hemodinaminių rodiklių dinamika

Po 8 mėnesių aFT programos buvo vertinami hemodinaminių rodiklių pokyčiai. Pagrindinėje grupėje po 8 mėnesių kombinuotos aFT programos sistolinis AKS sumažėjo vidutiniškai per 1,9 mmHg, tačiau kontrolinėje grupėje šio rodiklio sumažėjimas buvo statistiškai reikšmingas, pokyčiui vidutiniškai siekiant 4,2 mmHg ($p = 0,008$). Sistolinio AKS pokytis tarp grupių skyrėsi reikšmingai ($p = 0,031$). Taip pat tarp pagrindinės ir kontrolinės grupės reikšmingai skyrėsi diastolinio AKS pokytis po 8 mėnesių ($p = 0,033$), stebint kiek ženklesnį rodiklio sumažėjimą pagrindinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe (-4,4 mmHg, $p = 0,002$ vs. -3,8 mmHg, $p < 0,001$). Nors ramybės ŠSD pokytis po 8 mėnesių tiek pagrindinėje, tiek kontrolinėje grupėje buvo statistiškai reikšmingas ($p = 0,004$ vs. $p = < 0,001$), kiek ženklesnis ramybės ŠSD sumažėjimas vėlgi gautas pagrindinėje grupėje ir vidutiniškai siekė 4,1 k./min. Kontrolinėje grupėje ramybės ŠSD sumažėjo vidutiniškai per 3 k./min. Šio rodiklio pokyčiai tarp grupių reikšmingai nesiskyrė. Detalūs hemodinaminių rodiklių pokyčiai grupėse po 8 mėnesių savarankiškų aFT pateikti 10 lentelėje ir 19 paveiksle.

10 lentelė. Hemodinaminių rodiklių pokyčiai po 8 mėnesių (tarp 1 ir 3 vizito)

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
1 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	1 vizitas	3 vizitas
Sistolinis AKS (mmHg)								
137,2 ± 12,2	135,3 ± 12,2	-1,9 ± 13,9	0,712	0,031	0,008	-4,2 ± 10,5	132,8 ± 13,3	128,7 ± 9,4
Diastolinis AKS (mmHg)								
89,1 ± 8,0	84,7 ± 7,2	-4,4 ± 8,6	0,002	0,033	<0,001	-3,8 ± 6,2	83,3 ± 8,2	79,5 ± 6,2
Ramybės ŠSD (k./min.)								
67,6 ± 7,3	63,6 ± 7,7	-4,1 ± 9,0	0,004	0,161	<0,001	-3 ± 5,7	63 ± 6,7	59,9 ± 6,7

Paaikškinimai: AKS - arterinis kraujo spaudimas, ŠSD - širdies susitraukimų dažnis. Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas p vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). *Porinis Student's t-test arba Wilcoxon signed-rank test. **Tiesinė daugialypė regresija, koreguota pagal amžių, lytį ir grupę.



19 pav. Hemodinaminių rodiklių pokyčiai procentais po 8 mėnesių

Paaikškinimai: AKS - arterinis kraujo spaudimas, ŠSD - širdies susitraukimų dažnis. * statistiškai reikšmingas pokytis ($p < 0,05$).

5.2.4. Dislipidemijos, alkio glikemijos ir didelio jautrumo C-reaktyvaus baltymo dinamika

Laboratorinių kraujo rodiklių pokyčiai buvo vertinami po visos 8 mėnesius trukusios aFT programos. B-Chol pagrindinėje grupėje sumažėjo vidutiniškai

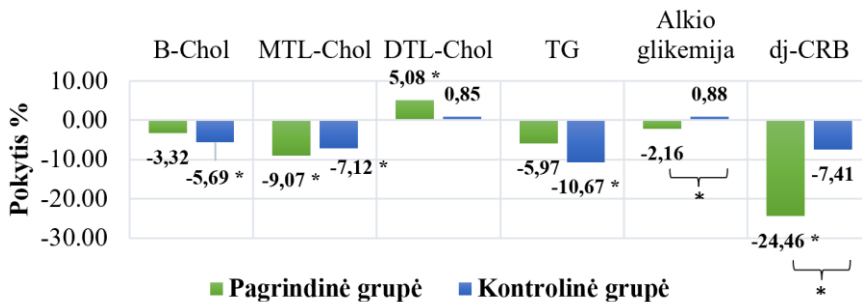
per 0,19 mmol/L, tačiau kontrolinėje grupėje šio rodiklio sumažėjimas buvo statistiškai reikšmingas, pokyčiui vidutiniškai siekiant 0,35 mmol/L ($p = 0,005$), nors tarp grupių reikšmingo skirtumo negauta. Tiek pagrindinėje, tiek kontrolinėje grupėje MTL-Chol kiekis kraujyje reikšmingai sumažėjo (-0,32 mmol/L, $p = 0,001$ vs. -0,28 mmol/L, $p = 0,029$, atitinkamai), tačiau be reikšmingo skirtumo tarp grupių. Tik pagrindinėje grupėje po 8 mėnesių DTL-Chol kiekis kraujyje padidėjo statistiškai reikšmingai, vidutiniškai per 0,06 mmol/L (5,08 proc., $p = 0,022$), kuomet kontrolinėje grupėje pokytis siekė 0,01 mmol/L. Abejose grupėse, be reikšmingo skirtumo tarp jų, sumažėjo TG kiekis kraujyje, tačiau kontrolinėje grupėje šis pokytis buvo reikšmingas ir vidutiniškai siekė 0,19 mmol/L ($p = 0,013$). Tarp grupių reikšmingai skyrėsi alkio glikemijos pokytis po 8 mėnesių ($p = 0,009$). Alkio glikemija sumažėjo tik pagrindinėje grupėje, vidutiniškai per 0,12 mmol/L, nors ir be statistinio reikšmingumo grupės viduje. Kontrolinėje grupėje alkio glikemija padidėjo vidutiniškai per 0,05 mmol/L. Gautas statistiškai reikšmingas dj-CRB sumažėjimas tik pagrindinėje grupėje, siekiantis 0,34 mg/L ($p < 0,001$). Šio rodiklio pokytis reikšmingai skyrėsi ir nuo kontrolinės grupės ($p = 0,018$). Detalūs laboratorinių kraujo rodiklių pokyčiai pateikti 11 lentelėje ir 20 paveiksle.

11 lentelė. Laboratorinių kraujo rodiklių pokyčiai po 8 mėnesių (tarp 1 ir 3 vizito)

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
1 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	1 vizitas	3 vizitas
B-Chol (mmol/L)								
5,73 ± 1,21	5,53 ± 1,18	-0,19 ± 0,72	0,074	0,666	0,005	-0,35 ± 0,72	6,15 ± 1,04	5,80 ± 1,10
MTL-Chol (mmol/L)								
3,53 ± 0,99	3,22 ± 0,89	-0,32 ± 0,62	0,001	0,385	0,029	-0,28 ± 0,65	3,93 ± 0,95	3,65 ± 1,06
DTL-Chol (mmol/L)								
1,18 ± 0,26	1,24 ± 0,26	0,06 ± 0,16	0,022	0,064	0,510	0,01 ± 0,14	1,17 ± 0,29	1,19 ± 0,30
TG (mmol/L)								
2,01 ± 0,75	1,89 ± 0,62	-0,12 ± 0,69	0,273	0,127	0,013	-0,19 ± 0,47	1,78 ± 0,65	1,59 ± 0,63
Alkio glikemija (mmol/L)								
5,55 ± 0,53	5,42 ± 0,49	-0,12 ± 0,48	0,336	0,009	0,387	0,05 ± 0,39	5,66 ± 0,46	5,71 ± 0,54

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
1 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	1 vizitas	3 vizitas
dj-CRB (mg/L)								
1,39 ± 0,82	1,05 ± 0,59	-0,34 ± 0,45	<0,001	0,018	0,121	-0,10 ± 0,41	1,35 ± 0,89	1,25 ± 0,85

Paiškinimai: B-Chol - bendrasis cholesterolis; MTL-Chol - mažo tankio lipoproteinų cholesterolis, DTL-Chol - didelio tankio lipoproteinų cholesterolis, TG - trigliceridai, dj-CRB - didelio jautrumo C-reaktyvus baltymas. Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas *p* vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). *Porinis *Student's t-test* arba *Wilcoxon signed-rank test*. **Tiesinė daugialypė regresija, koreguota pagal amžių, lytį ir grupę.



20 pav. Laboratorinių kraujo rodiklių pokyčiai procentais po 8 mėnesių

Paiškinimai: B-Chol - bendrasis cholesterolis; MTL-Chol - mažo tankio lipoproteinų cholesterolis, DTL-Chol - didelio tankio lipoproteinų cholesterolis, TG - trigliceridai, dj-CRB - didelio jautrumo C-reaktyvus baltymas. * statistiškai reikšmingas pokytis ($p < 0,05$).

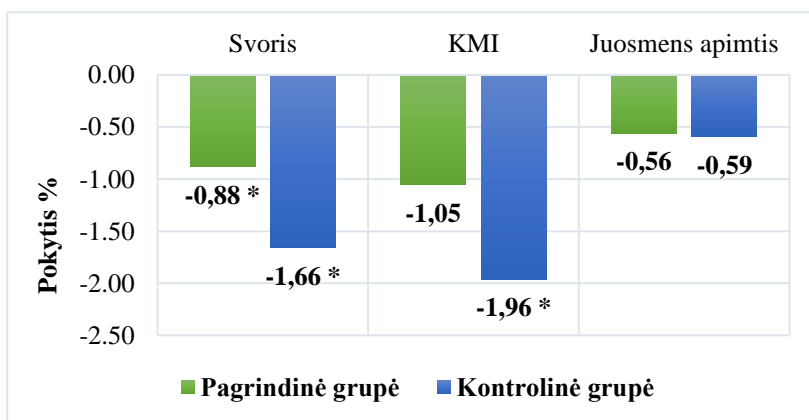
5.2.5. Nutukimo dinamika

Tarp 1 ir 3 vizito buvo vertinti nutukimą atspindinčių antropometrinių rodiklių pokyčiai (12 lentelė ir 22 pav.). Tiek pagrindinėje, tiek kontrolinėje grupėje svoris po 8 mėnesių aFT programos sumažėjo statistiškai reikšmingai (-0,82 kg, $p = 0,048$ vs. -1,45 kg, $p < 0,001$, atitinkamai), pokyčiams reikšmingai nesiskiriant tarp grupių. Tik kontrolinėje grupėje reikšmingai sumažėjo KMI (-0,6 kg/m², $p < 0,001$), tačiau reikšmingo skirtumo, lyginant su pagrindine grupe, nerasta. Juosmens apimties pokyčiai po 8 mėnesių tarp pagrindinės ir kontrolinės grupės nesiskyrė, stebint panašų juosmens apimties sumažėjimą (-0,58 cm vs. -0,60 cm, atitinkamai).

12 lentelė. Antropometrinių rodiklių pokyčiai po 8 mėnesių (tarp 1 ir 3 vizito)

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
1 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	1 vizitas	3 vizitas
Svoris (kg)								
93,52 ± 14,10	92,70 ± 14,42	-0,82 ± 2,67	0,048	0,133	< 0,001	-1,45 ± 2,76	87,28± 15,08	85,83 ± 14,25
KMI (kg/m²)								
31,5 ± 4,1	31,2 ± 4,0	-0,3 ± 1,0	0,072	0,169	< 0,001	-0,6 ± 1,0	30,7 ± 4,3	30,1 ± 4,1
Juosmens apimtis (cm)								
103,69 ± 9,35	103,11 ± 9,43	-0,58 ± 4,27	0,369	0,900	0,244	-0,60 ± 3,60	101,36 ± 9,94	100,76 ± 9,50

Paaiškinimai: KMI - kūno masės indeksas. Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas *p* vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). *Porinis *Student's t-test* arba *Wilcoxon signed-rank test*. **Tiesinė daugialypė regresija, koreguota pagal amžių, lytį ir grupę.



21 pav. Antropometrinių rodiklių pokyčiai procentais po 8 mėnesių

Paaiškinimai: KMI - kūno masės indeksas. * statistiškai reikšmingas pokytis ($p < 0,05$).

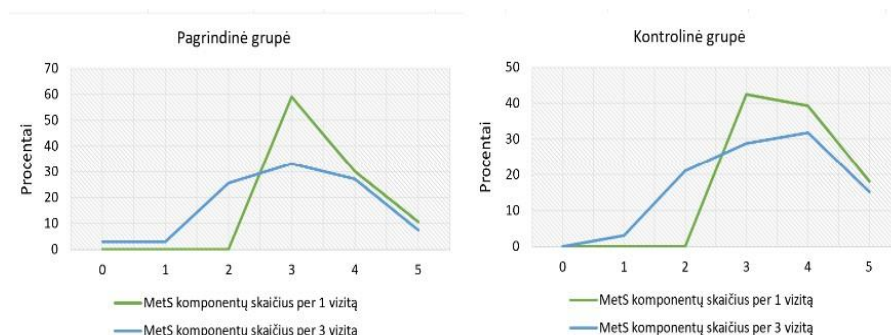
5.2.6. Metabolinio sindromo komponentų dinamika

Po 8 mėnesių kombinuotos aFT programos tiek pagrindinėje, tiek kontrolinėje grupėje MetS komponentų skaičius reikšmingai sumažėjo, tačiau pokytis pagrindinėje grupėje buvo kiek didesnis ir vidutiniškai siekė 0,5 komponento, kuomet kontrolinėje – 0,41 komponento ($p < 0,001$ vs. $p = 0,001$, atitinkamai). Per 3 vizitą bent 3 iš 5 MetS komponentų pagrindinėje grupėje nebeturėjo 31,8 proc. tiriamųjų ($n = 21$), o kontrolinėje grupėje - 24,2 proc. tiriamųjų ($n = 16$). Detalus MetS komponentų skaičiaus procentinis pasiskirstymas grupėse pateiktas 13 lentelėje ir 22 paveiksle.

13 lentelė. Metabolinio sindromo komponentų skaičiaus pasiskirstymas tarp grupių per 1 ir 3 vizitą

MetS komponentų skaičius	Pagrindinė grupė			Kontrolinė grupė		
	1 vizitas	3 vizitas	<i>p</i> vertė	1 vizitas	3 vizitas	<i>p</i> vertė
0	0 (0)	2 (3)	<0,001	0 (0)	0 (0)	0,001
1	0 (0)	2 (3)		0 (0)	2 (3)	
2	0 (0)	17 (25,8)		14 (21,2)	19 (28,8)	
3	39 (59,1)	22 (33,3)		28 (42,4)	21 (31,8)	
4	20 (30,3)	18 (27,3)		26 (39,4)	10 (15,2)	
5	7 (10,6)	5 (7,6)		12 (18,2)	5 (7,6)	

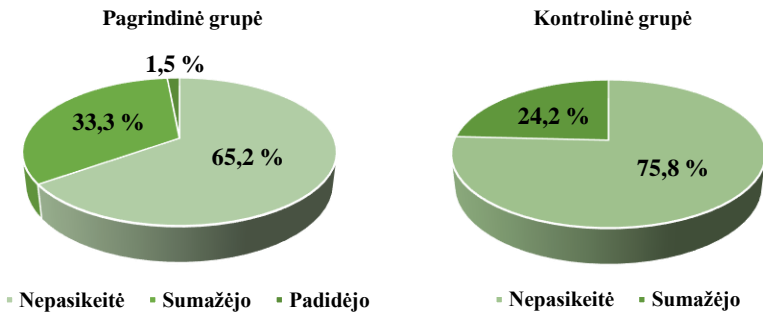
Paaškinimai: Duomenys pateikti n (%). Paryškintas *p* vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$).



22 pav. Metabolinio sindromo skaičiaus pasiskirstymo dinamika per 1 ir 3 vizitą

Paaškinimai: MetS – metabolinis sindromas.

Vertinant tiriamųjų pasiskirstymą pagal MetS komponentų skaičiaus pokytį kategorijomis, pagrindinėje grupėje MetS komponentų skaičius sumažėjo 33,3 proc. tiriamųjų, o kontrolinėje grupėje – 24,2 proc. tiriamųjų (24 pav.). Tarp konkrečių MetS komponentų rodiklių po 8 mėnesių statistiškai reikšmingai tik pagrindinėje grupėje padidėjo DTL-Chol kiekis kraujyje, kai pokytis vidutiniškai siekė 0,06 mmol/L ($p = 0,022$). Tik kontrolinėje grupėje reikšmingai sumažėjo sistolinis AKS (-4,2 mmHg, $p = 0,008$), kuomet pokyčiai skyrėsi tarp grupių ($p = 0,031$). Kontrolinėje grupėje sumažėjo TG kiekis kraujyje (-0,19 mmol/L, $p = 0,013$), tačiau tarp grupių šio rodiklio pokyčiai reikšmingai nesiskyrė. Tarp pagrindinės ir kontrolinės grupės reikšmingai skyrėsi diastolinio AKS pokytis po 8 mėnesių ($p = 0,033$), tačiau kiek ženklėsnis rodiklio mažėjimas stebėtas pagrindinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe (-4,4 mmHg, $p = 0,002$ vs. -3,8 mmHg $p < 0,001$). Alkio glikemija, nors ir nereikšmingai, sumažėjo tik pagrindinėje grupėje, vidutiniškai per 0,12 mmol/L, kuomet kontrolinėje grupėje alkio glikemija padidėjo vidutiniškai per 0,05 mmol/L. Tarp grupių alkio glikemijos pokytis reikšmingai skyrėsi ($p = 0,009$). Juosmens apimties pokyčiai po 8 mėnesių tarp pagrindinės ir kontrolinės grupės nesiskyrė, stebint panašų juosmens apimties sumažėjimą (-0,58 cm vs. -0,60 cm, atitinkamai). Detalūs atskirų, su MetS komponentais susijusių rodiklių pokyčiai po 8 mėnesių pateikti 14 lentelėje.



23 pav. Pagrindinės ir kontrolinės grupės tiriamųjų pasiskirstymas pagal metabolinio sindromo komponentų skaičiaus pokytį po 8 mėnesių

14 lentelė. Detalūs metabolinio sindromo komponentų pokyčiai po 8 mėnesių (tarp 1 ir 3 vizito)

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė				
1 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	1 vizitas	3 vizitas	
Juostmens apimtis (cm)									
103,69 ± 9,35	103,11 ± 9,43	-0,58 ± 4,27	0,369	0,900	0,244	-0,60 ± 3,60	101,36 ± 9,94	100,76 ± 9,50	
DTL-Chol (mmol/L)									
1,18 ± 0,26	1,24 ± 0,26	0,06 ± 0,16	0,022	0,064	0,510	0,01 ± 0,14	1,17 ± 0,29	1,19 ± 0,30	
TG (mmol/L)									
2,01 ± 0,75	1,89 ± 0,62	-0,12 ± 0,69	0,273	0,127	0,013	-0,19 ± 0,47	1,78 ± 0,65	1,59 ± 0,63	
Alkio glikemija (mmol/L)									
5,55 ± 0,53	5,42 ± 0,49	-0,12 ± 0,48	0,336	0,009	0,387	0,05 ± 0,39	5,66 ± 0,46	5,71 ± 0,54	
Sistolinis AKS (mmHg)									
137,2 ± 12,2	135,3 ± 12,2	-1,9 ± 13,9	0,712	0,031	0,008	-4,2 ± 10,5	132,8 ± 13,3	128,7 ± 9,4	
Diastolinis AKS (mmHg)									
89,1 ± 8,0	84,7 ± 7,2	-4,4 ± 8,6	0,002	0,033	<0,001	-3,8 ± 6,2	83,3 ± 8,2	79,5 ± 6,2	

Paaiškinimai: DTL-Chol - didelio tankio lipoproteinų cholesterolis, TG - trigliceridai, AKS - arterinis kraujo spaudimas. Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas p vertės šriftas reiškia statistškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). *Porinis *Student's t-test* arba *Wilcoxon signed-rank test*. **Tiesinė daugialypė regresija, koreguota pagal amžių, lytį ir grupę.

5.2.7. Arterijų sienelės funkcinių ir struktūrinių rodiklių dinamika

Po 8 mėnesių aFT programos, susidedančios iš 2 mėnesius trukusių ambulatorinių aFT ir vėliau 6 mėnesius trukusių savarankiškų aFT, naudojant fizinio krūvio savimonitoravimo priemonės (pagrindinė grupė) ar jų nenaudojant (kontrolinė grupė), tirti arterijų sienelės funkcinių ir struktūrinių rodiklių pokyčiai. Tarp pagrindinės ir kontrolinės grupės reikšmingai skyrėsi PS aortoje pokyčiai po 8 mėnesių ($p = 0,047$). Šis rodiklis ženkliau sumažėjo pagrindinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe (-2,1 mmHg vs. -0,1 mmHg, atitinkamai). Po 8 mėnesių tik pagrindinėje grupėje statistškai reikšmingai sumažėjo miego-stipinės a. PBG, kai rodiklio pokytis vidutiniškai siekė 1,02 m/s (-11,37 proc., $p < 0,001$) (24 pav.). Miego-

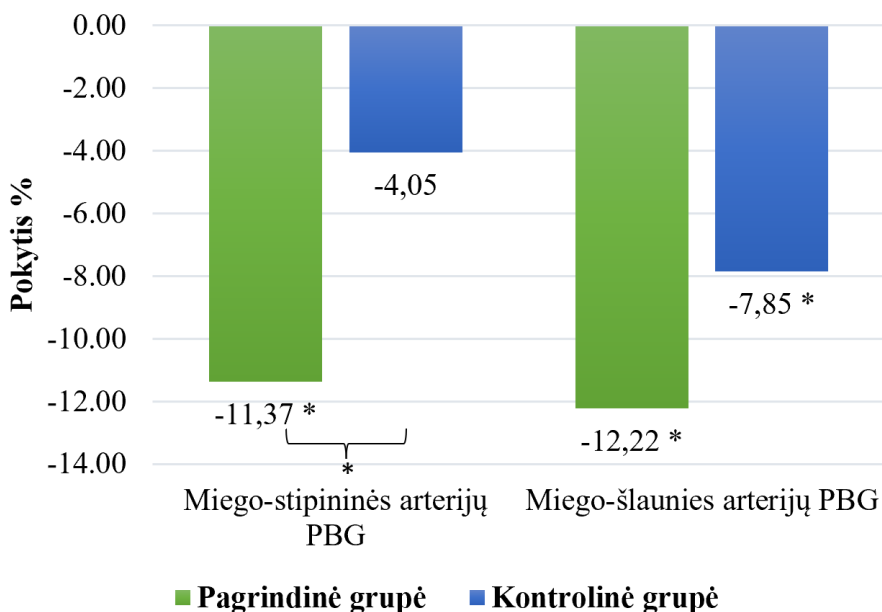
stipininės a. PBG pokytis pagrindinėje grupėje reikšmingai skyrėsi nuo pokyčio kontrolinėje grupėje ($p < 0,001$), kuris vidutiniškai sudarė $-0,37$ m/s. Tiek pagrindinėje, tiek kontrolinėje grupėje po 8 mėnesių reikšmingai sumažėjo miego-šlaunies a. PBG (abejose grupėse $p < 0,001$). Nors pokyčiai tarp grupių reikšmingai nesiskyrė, miego-šlaunies a. PBG kiek ženkliu sumažėjo pagrindinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe ($-1,05$ m/s vs. $-0,67$ m/s, atitinkamai) (24 pav.). CAVI ir BMA β standumo indekso pokyčiai nei grupių viduje, nei tarp grupių statistinio reikšmingumo nepasiekė. Nors VAKS aortoje bei VAKS žasto arterijoje vertės mažėjo abejose grupėse, reikšmingas šių rodiklių pokytis nustatytas kontrolinėje grupėje, kur VAKS aortoje vidutiniškai sumažėjo per $4,5$ mmHg ($p = 0,001$), o VAKS žasto arterijoje vidutiniškai sumažėjo per $3,5$ mmHg ($p = 0,002$, skirtumas tarp grupių $p < 0,001$). Tarp pagrindinės ir kontrolinės grupės reikšmingai skyrėsi AIX pokyčiai ($p = 0,017$). Šis rodiklis ženkliu sumažėjo pagrindinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe ($-1,78$ proc. vs. $-1,66$ proc., atitinkamai). Tik pagrindinėje grupėje po 8 mėnesių reikšmingai sumažėjo IMS BMA vertė, vidutiniškai per $22,71$ μ m ($-3,32$ proc., $p = 0,032$) (25 pav.). Visi arterijų sienelės funkcinių ir struktūrinių rodiklių pokyčiai po 8 mėnesių pateikti 15 lentelėje.

15 lentelė. Arterijų sienelės funkcinių ir struktūrinių rodiklių pokyčiai po 8 mėnesių (tarp 1 ir 3 vizito)

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
1 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	1 vizitas	3 vizitas
PS aortoje (mmHg)								
40,8 $\pm 9,5$	38,6 $\pm 9,4$	-2,1 $\pm 8,5$	0,081	0,047	0,928	-0,1 $\pm 8,0$	41,0 $\pm 9,2$	40,9 $\pm 10,7$
Miego-stipininės arterijų PBG (m/s)								
8,97 \pm 1,46	7,95 \pm 1,20	-1,02 \pm 1,52	<0,001	<0,001	0,121	-0,37 \pm 1,48	9,13 \pm 1,23	8,76 \pm 1,07
Miego-šlaunies arterijų PBG (m/s)								
8,59 \pm 1,25	7,54 \pm 1,11	-1,05 \pm 1,52	<0,001	0,144	<0,001	-0,67 \pm 1,27	8,53 \pm 1,37	7,86 \pm 1,25
Širdies-kulkšnies kraujagyslių indeksas								
7,11 \pm 1,02	7,13 \pm 1,01	0,01 \pm 0,88	0,915	0,222	0,069	0,23 \pm 0,68	7,34 \pm 1,04	7,57 \pm 0,89

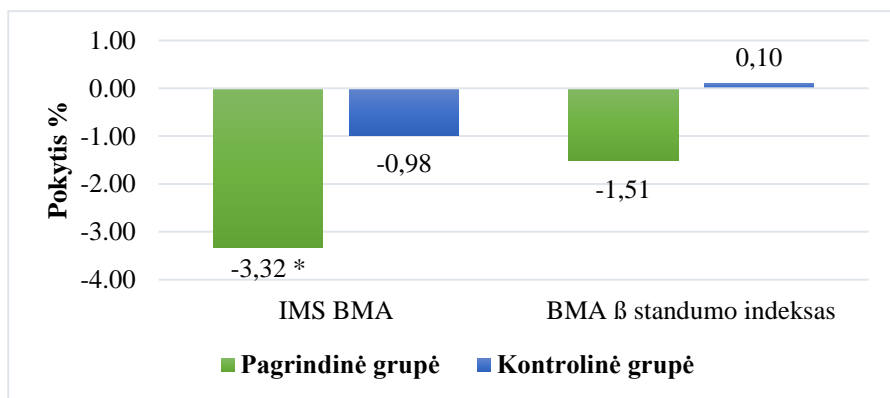
Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
1 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	1 vizitas	3 vizitas
VAKS aortoje (mmHg)								
105,0 ± 11,0	102,5 ± 9,2	-2,5 ± 9,7	0,086	0,512	0,001	-4,5 ± 8,6	105,1 ± 8,6	100,6 ± 9,3
VAKS žasto arterijoje (mmHg)								
107,7 ± 10,8	104,7 ± 8,3	-3 ± 11,0	0,099	<0,001	0,002	-3,5 ± 7,1	99,8 ± 9,1	96,3 ± 6,2
AIx (%)								
19,90 ± 10,11	18,12 ± 8,70	-1,78 ± 6,63	0,093	0,017	0,564	-1,66 ± 7,11	25,38 ± 11,48	23,72 ± 8,10
IMS BMA (µm)								
683,66 ± 90,14	660,95 ± 79,14	-22,71 ± 78,97	0,032	0,472	0,554	-6,34 ± 72,04	648,12 ± 113,36	641,78 ± 103,89
BMA β standumo indeksas								
3,98 ± 0,98	3,92 ± 1,00	-0,06 ± 0,97	0,678	0,698	0,762	0,004 ± 0,96	4,01 ± 1,21	4,01 ± 1,00

Paaškinimai: PS - pulsinis spaudimas, PBG - pulsinės bangos greitis, VAKS - vidutinis arterinis kraujo spaudimas, AIx - augmentacijos indeksas, IMS BMA - intimos - medijos storis bendrojoje miego arterijoje. Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas p vertės šriftas reiškia statistškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). *Porinis *Student's t-test* arba *Wilcoxon signed-rank test*. **Tiesinė daugialypė regresija, koreguota pagal amžių, lytį ir grupę, pradinį sistolinį arterinį kraujo spaudimą.



24 pav. Pulsinės bangos greičių pokyčiai procentais po 8 mėnesių

Paiškinimai: PBG - pulsinės bangos greitis. * statistiškai reikšmingas pokytis ($p < 0,05$).



25 pav. Miego arterijų struktūriniai pokyčiai procentais po 8 mėnesių

Paiškinimai: IMS BMA - intimos - medijos storis bendrojoje miego arterijoje. * statistiškai reikšmingas pokytis ($p < 0,05$).

Vertinant miego-stipinės a. PBG ir miego-šlaunies a. PBG pokyčius po 8 mėnesių, šių rodiklių vertės tarp 1 ir 3 vizito suskirsčius kategorijomis, gautas abiejų rodiklių statistiškai reikšmingas skirtumas tik pagrindinėje grupėje (atitinkamai, $p = 0,033$ ir $p = 0,012$) (16-17 lentelės). Per 3 vizitą

pagrindinėje grupėje tiriamųjų, kurių miego-stipinės a. PBG vertė nesiekė 9 m/s sudarė 74,5 proc., o kontrolinėje grupėje tokių tiriamųjų per 3 vizitą buvo 57,2 proc.

16 lentelė. Miego-stipinės arterijų PBG pokyčiai po 8 mėnesių, vertės skirstant į kategorijas (tarp 1 ir 3 vizito)

Miego-stipinės a. PBG:	Pagrindinė grupė			Kontrolinė grupė		
	1 vizitas	3 vizitas	<i>p</i> vertė	1 vizitas	3 vizitas	<i>p</i> vertė
≥10 m/s (%)	25,4	14,6	0,033	26,8	19,1	0,898
9–9,9 m/s (%)	27,0	10,9		25,0	23,8	
8–8,9 m/s (%)	19,0	20,0		33,9	38,1	
7–7,9 m/s (%)	19,1	36,4		10,7	14,3	
<7 m/s (%)	9,5	18,2		3,6	4,8	

Paaškinimai: PBG - pulsinės bangos greitis. Paryškintas *p* vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$).

17 lentelė. Miego-šlaunies arterijų PBG pokyčiai po 8 mėnesių, vertės skirstant į kategorijas (tarp 1 ir 3 vizito)

Miego-šlaunies a. PBG:	Pagrindinė grupė			Kontrolinė grupė		
	1 vizitas	3 vizitas	<i>p</i> vertė	1 vizitas	3 vizitas	<i>p</i> vertė
≥10 m/s (%)	12,9	3,6	0,012	15,4	7,8	0,305
9–9,9 m/s (%)	21,0	18,2		21,5	11,8	
8–8,9 m/s (%)	32,3	20,0		26,2	27,5	
7–7,9 m/s (%)	25,8	27,3		21,5	27,5	
<7 m/s (%)	8,1	30,9		15,4	25,5	

Paaškinimai: PBG - pulsinės bangos greitis. Paryškintas *p* vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$).

5.2.8. Kasdienio fizinio aktyvumo lygio dinamika

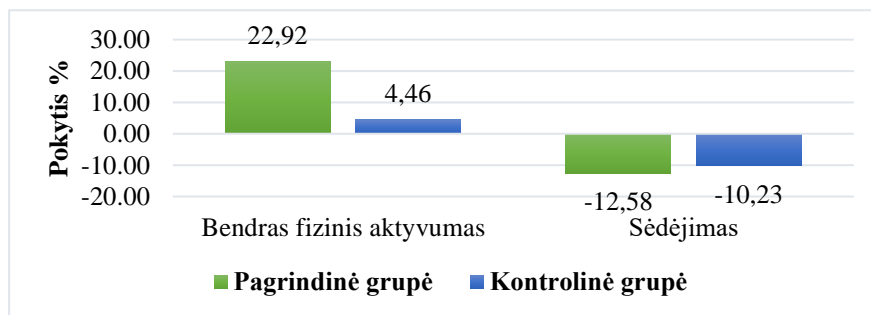
Po 8 mėnesių aFT programos buvo vertinti kasdienio FA lygio pokyčiai pagal anketinius duomenis. Bendras FA lygis, vertintas minutėmis per dieną, padidėjo abeiose grupėse, tačiau ženkliau pagrindinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe (22,92 proc. vs. 4,46 proc., atitinkamai). Sėdėjimo trukmė minutėmis per dieną taip pat kiek ženkliau sumažėjo pagrindinėje grupėje nei kontrolinėje (-12,58 proc. vs. -10,23 proc., atitinkamai). Tačiau kasdienio FA

lygio rodiklių pokyčiai nei grupių viduje, nei tarp grupių statistinio reikšmingumo nepasiekė (18 lentelė ir 26 pav.).

18 lentelė. Kasdienio fizinio aktyvumo lygio pokyčiai po 8 mėnesių (tarp 1 ir 3 vizito)

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
1 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	1 vizitas	3 vizitas
Bendras fizinio aktyvumo lygis (min./d.)								
156,92 ± 138,38	192,88 ± 162,88	35,96 ± 130,58	0,173	0,143	0,570	26,72 ± 250,62	599,31 ± 400,74	626,03 ± 370,08
Sėdėjimas (min./d.)								
353,33 ± 188,52	308,89 ± 169,46	-44,44 ± 178,91	0,208	0,298	0,187	-49,50 ± 200,40	484,00 ± 234,78	434,50 ± 236,95

Paaškinimai: Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas p vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). *Porinis *Student's t-test* arba *Wilcoxon signed-rank test*. **Tiesinė daugialypė regresija, koreguota pagal amžių, lytį ir grupę.



26 pav. Kasdienio fizinio aktyvumo lygio pokyčiai procentais po 8 mėnesių

5.2.9. Motyvacijos fizinėms treniruotėms pokyčių vertinimas

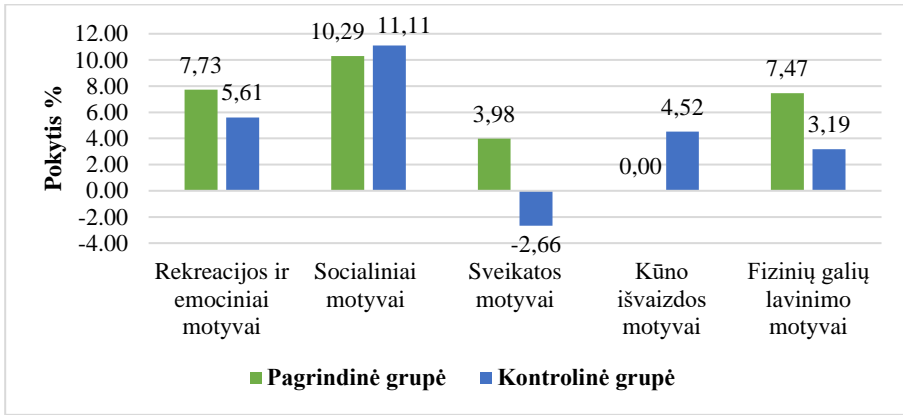
Tarp 1 ir 3 vizito buvo atlikta motyvų atlikti fizinės treniruotės anketinių duomenų pokyčių analizė. Pagrindinėje ir kontrolinėje grupėje, nesiekiant statistinio reikšmingumo, padidėjo rekreacijos ir emocinių (7,73 proc. vs. 5,61 proc., atitinkamai) ir fizinių galių lavinimo (7,47 proc. vs. 3,19 proc., atitinkamai) motyvų balų įverčiai, kurie ženkliau kito pagrindinėje grupėje.

Socialinių motyvų balų įverčiai be statistinio reikšmingumo padidėjo taip pat abeiose grupėse, kiek daugiau kontrolinėje grupėje, lyginant su pagrindine grupe (11,11 proc. vs. 10,29 proc.). Tik pagrindinėje grupėje po 8 mėnesių padidėjo sveikatos motyvų balų įverčiai, vidutiniškai per 0,17 balo, kuomet kontrolinėje grupėje šie įverčiai sumažėjo vidutiniškai per 0,11 balo. Kūno išvaizdos motyvų balų įverčiai pagrindinėje grupėje per 8 mėnesius praktiškai nekito, o kontrolinėje grupėje padidėjo vidutiniškai 4,52 proc. Visi motyvų atlikti fizinės treniruotos pokyčiai po 8 mėnesių pateikti 19 lentelėje ir 27 paveiksle.

19 lentelė. Motyvų atlikti fizinės treniruotos pokyčiai po 8 mėnesių (tarp 1 ir 3 vizito)

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė				
1 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	1 vizitas	3 vizitas	
Rekreacijos ir emociniai motyvai (balai)									
3,62 ± 1,29	3,90 ± 1,39	0,28 ± 0,84	0,131	0,480	0,102	0,18 ± 1,07	3,21 ± 0,82	3,39 ± 1,00	
Socialiniai motyvai (balai)									
3,40 ± 1,60	3,75 ± 1,55	0,35 ± 1,09	0,200	0,185	0,278	0,25 ± 1,10	2,25 ± 1,21	2,50 ± 1,31	
Sveikatos motyvai (balai)									
4,27 ± 1,07	4,50 ± 0,67	0,17 ± 0,94	0,309	0,080	0,904	-0,11 ± 0,91	4,14 ± 0,49	4,03 ± 0,92	
Kūno išvaizdos motyvai (balai)									
3,86 ± 1,20	3,86 ± 1,15	0 ± 1,06	1,000	0,548	0,119	0,17 ± 1,09	3,76 ± 0,83	3,93 ± 1,07	
Fizinių galių lavinimo motyvai (balai)									
3,48 ± 1,59	3,74 ± 1,51	0,26 ± 1,21	0,158	0,921	0,279	0,12 ± 1,18	3,76 ± 0,93	3,87 ± 1,16	

Paiškinimai: Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas p vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). *Porinis *Student's t-test* arba *Wilcoxon signed-rank test*. **Tiesinė daugialypė regresija, koreguota pagal amžių, lytį ir grupę.

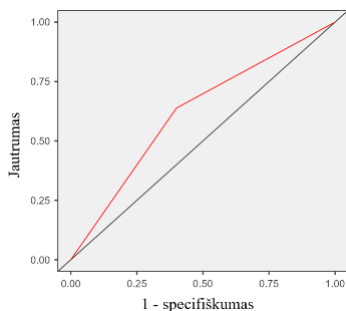


27 pav. Motyvų atlikti fizines treniruotes pokyčiai procentais po 8 mėnesių
* statistiškai reikšminga vertė ($p < 0,05$).

5.2.10. Širdies ir kraujagyslių ligų rizikos veiksnių ir metabolinio sindromo parametų optimalių pokyčių reikšmių nustatymas

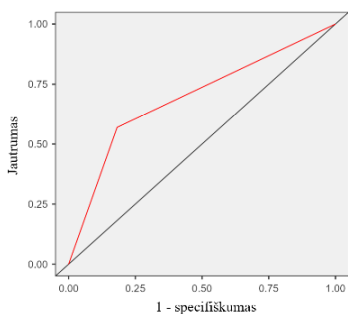
Siekiant nustatyti 8 mėnesių trukmės aFT programos, susidedančios iš 2 mėnesių ambulatorinės aFT programos ir 6 mėnesių savarankiškų aFT programos su išmaniaisiais prietaisais poveikį (tarp 1 ir 3 vizito), buvo pritaikytas ROC (angl. *Receiver Operating Characteristic*) kreivės analizės metodas ir nustatytos slenkstinės tyrime analizuotų kardiometabolinių rodiklių reikšmės. ROC metodu rastos DTL-Chol, gliukozės, dj-CRB, miego-stipininės a. PBG, miego-šlaunies a. PBG, IMS BMA, treniruojamo ŠSD statistiškai reikšmingos optimalios slenkstinės pokyčio vertės, kurios pagrindinę ir kontrolinę grupę atskiria didžiausiu tikslumu. Apskaičiuotas galimybių santykis, kiek kartų pagrindinės grupės tiriamieji turėjo didesnes galimybes nei kontrolinė grupė pasiekti optimalų kardiometabolinio rodiklio pokytį po 8 mėnesių aFT programos.

DTL-Chol: ROC metodu nustatyta optimali DTL-Chol pokyčio reikšmė - padidėjimas $\geq 0,04$ mmol/L. Šiame taške jautrumas yra 0,600, specifiskumas – 0,638, plotas po ROC kreive – 0,619 (28 pav.). Galimybių santykis, kad pagrindinės grupės tiriamųjų DTL-Chol padidėjimas po 8 mėnesių bus $\geq 0,04$ mmol/L, palyginti su kontrolinės grupės tiriamaisiais, yra 2,65 [1,14-6,15] ($p = 0,024$).



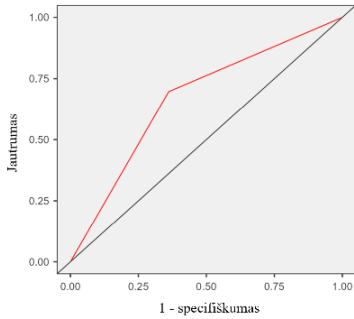
28 pav. Didelio tankio lipoproteinų cholesterolio pokyčio po 8 mėnesių slenkstinės reikšmės ROC kreivė

Gliukozė: ROC metodu nustatyta optimali gliukozės pokyčio reikšmė – sumažėjimas $\geq 0,5$ mmol/L. Šiame taške jautrumas yra 0,818, specifiskumas – 0,570, plotas po ROC kreive – 0,694 (29 pav.). Galimybių santykis, kad pagrindinės grupės tiriamųjų gliukozės sumažėjimas po 8 mėnesių bus $\geq 0,5$ mmol/L, palyginti su kontrolinės grupės tiriamaisiais, yra 5,96 [1,21-29,36] ($p = 0,028$).



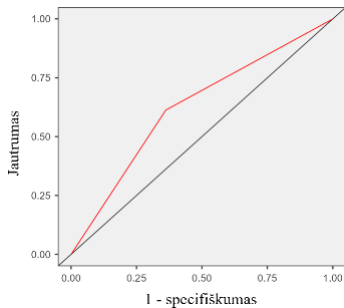
29 pav. Gliukozės pokyčio po 8 mėnesių slenkstinės reikšmės ROC kreivė

dj-CRB: ROC metodu nustatyta optimali dj-CRB pokyčio reikšmė – sumažėjimas $\geq 0,31$ mg/L. Šiame taške jautrumas yra 0,697, specifiskumas – 0,638, plotas po ROC kreive – 0,668 (30 pav.). Galimybių santykis, kad pagrindinės grupės tiriamųjų dj-CRB sumažėjimas po 8 mėnesių bus $\geq 0,31$ mg/L, palyginti su kontrolinės grupės tiriamaisiais, yra 4,06 [1,57-10,51] ($p = 0,004$).



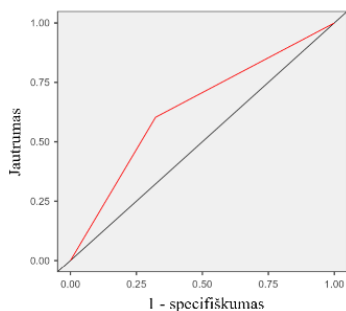
30 pav. Didelio jautrumo C-reaktyvaus baltymo pokyčio po 8 mėnesių slenkstinės reikšmės ROC kreivė

Miego-stipinės a. PBG: ROC metodu nustatyta optimali miego-stipinės a. PBG pokyčio reikšmė – sumažėjimas $\geq 0,3$ m/s. Šiame taške jautrumas yra 0,638, specifiskumas – 0,613, plotas po ROC kreive – 0,625 (31 pav.). Galimybių santykis, kad pagrindinės grupės tiriamųjų miego-stipinės a. PBG sumažėjimas po 8 mėnesių bus $\geq 0,3$ m/s, palyginti su kontrolinės grupės tiriamaisiais, yra 2,79 [1,14-6,86] ($p = 0,025$).



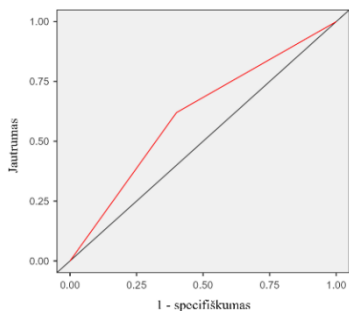
31 pav. Miego-stipinės arterijų pulsinės bangos greičio pokyčio po 8 mėnesių slenkstinės reikšmės ROC kreivė

Miego-šlaunies a. PBG: ROC metodu nustatyta optimali miego-šlaunies a. PBG pokyčio reikšmė – sumažėjimas $\geq 1,7$ m/s. Šiame taške jautrumas yra 0,677, specifiskumas – 0,603, plotas po ROC kreive – 0,640 (32 pav.). Galimybių santykis, kad pagrindinės grupės tiriamųjų miego-šlaunies a. PBG sumažėjimas po 8 mėnesių bus $\geq 1,7$ m/s, palyginti su kontrolinės grupės tiriamaisiais, yra 3,19 [1,29-7,90] ($p = 0,012$).



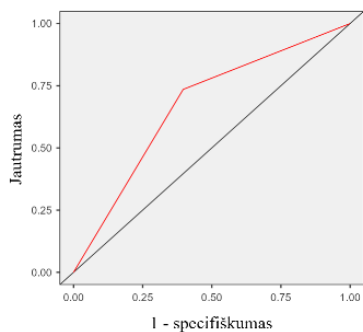
32 pav. Miego-šlaunies arterijų pulsinės bangos greičio pokyčio po 8 mėnesių slenkstinės reikšmės ROC kreivė

IMS BMA: ROC metodu nustatyta optimali IMS BMA pokyčio reikšmė – sumažėjimas $\geq 14,5$ μm . Šiame taške jautrumas yra 0,620, specifiskumas – 0,600, plotas po ROC kreive – 0,610 (33 pav.). Galimybių santykis, kad pagrindinės grupės tiriamųjų IMS BMA sumažėjimas po 8 mėnesių bus $\geq 14,5$ μm , palyginti su kontrolinės grupės tiriamaisiais, yra 2,45 [1,07-5,59] ($p = 0,034$).



33 pav. Bendrosios miego arterijos intimos-medijos storio pokyčio po 8 mėnesių slenkstinės reikšmės ROC kreivė

Treniruojamasis ŠSD: ROC metodu nustatyta optimali treniruojamojo ŠSD pokyčio reikšmė – sumažėjimas ≥ 2 k./min. Šiame taške jautrumas yra 0,603, specifiskumas – 0,735, plotas po ROC kreive – 0,669 (34 pav.). Galimybių santykis, kad pagrindinės grupės tiriamųjų treniruojamojo ŠSD sumažėjimas po 8 mėnesių bus ≥ 2 k./min, palyginti su kontrolinės grupės tiriamaisiais, yra 4,23 [1,68-10,67] ($p = 0,002$).



34 pav. Treniruojamojo širdies susitraukimo dažnio pokyčio po 8 mėnesių slenkstinės reikšmės ROC kreivė

5.2.11. Koreliacinės tiriamų rodiklių pokyčių sąsajos pagrindinėje grupėje

Šiame tyrime per 8 mėnesių aFT programos laikotarpį (tarp 1 ir 3 vizito) pagrindinėje grupėje nagrinėtos koreliacinės sąsajos tarp MetS komponentų antropometrinių ir hemodinaminių rodiklių, arterijų sienelės funkcinių ir struktūrinių parametrų, KRFP rodiklių bei motyvų atlikti fizines treniruotes balų įverčių pokyčių (20 lentelė). Didžiausias koreliacijos koeficientas, nurodantis statistiškai reikšmingą ir teigiamą sąsają, gautas tarp svorio ir KMI pokyčių po 8 mėnesių ($\rho = 0,979, p < 0,001$). Pagrindinėje grupėje VAKS aortoje vertės sumažėjimas reikšmingai ir teigiamai koreliavo su sistolinio AKS ($\rho = 0,634, p < 0,001$), diastolinio AKS ($r = 0,631, p < 0,001$) ir PS aortoje vertės ($r = 0,551, p < 0,001$) sumažėjimu tarp 1 ir 3 vizito. Pačios PS aortoje vertės sumažėjimas dar reikšmingai ir teigiamai koreliavo su sistolinio AKS sumažėjimu ($r = 0,440, p = 0,005$). Gautos statistiškai reikšmingos neigiamos koreliacijos tarp DTL-Chol kiekio kraujyje padidėjimo ir ramybės ŠSD sumažėjimo ($r = -0,431, p = 0,008$) bei tarp TG kiekio kraujyje sumažėjimo ir MET vertės padidėjimo ($\rho = -0,483, p = 0,008$) po 8 mėnesių.

20 lentelė. Didžiausią statistinį reikšmingumą turinčios koreliacijos tarp tirtų rodiklių 8 mėnesių pokyčių pagrindinėje grupėje (tarp 1 ir 3 vizito)

Rodikliai	Koreliacijos koeficientas	p vertė
Δ Svoris ir Δ KMI	0,979**	<0,001
Δ VO ₂ max ir Δ MET	0,950**	<0,001
Δ Sistolinis AKS ir Δ Diastolinis AKS	0,772**	<0,001
Δ FizGalLavMot ir Δ SocMot	0,706**	<0,001
Δ B-Chol ir Δ MTL-Chol	0,685*	<0,001

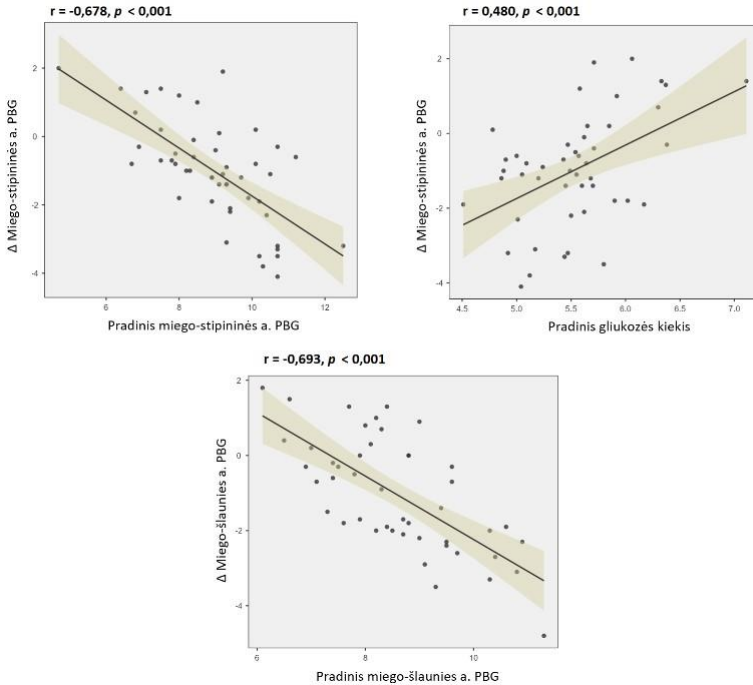
Rodikliai	Koreliacijos koeficientas	p vertė
Δ VAKS aortoje ir Δ Sistolinis AKS	0,634**	<0,001
Δ VAKS aortoje ir Δ Diastolinis AKS	0,631*	<0,001
Δ RekEmocMot ir Δ KūnIšvMot	0,594*	0,005
Δ RekEmocMot ir Δ SocMot	0,569**	0,009
Δ VAKS aortoje ir Δ PS aortoje	0,551*	<0,001
Δ KMI ir Δ Juosmuo	0,547**	<0,001
Δ B-Chol. ir Δ TG	0,519*	0,001
Δ Svoris ir Δ Juosmuo	0,490*	0,002
Δ PS aortoje ir Δ Sistolinis AKS	0,440*	0,005
Δ DTL-Chol ir Δ Ramybės ŠSD	-0,431*	0,008
Δ TG ir Δ MET	-0,483**	0,008

Paaiškinimai: Δ - rodiklio pokyčio vertė, KMI - kūno masės indeksas, VO₂ max - maksimalus deguonies suvartojimas, MET - metabolinis ekvivalentas, AKS - arterinis kraujo spaudimas, FizGalLavMot - fizinių galių lavinimo motyvai, SocMot - socialiniai motyvai, B-Chol - bendrasis cholesterolis, MTL-Chol - mažo tankio lipoproteinų cholesterolis, VAKS - vidutinis arterinis kraujo spaudimas, PS - pulsinis spaudimas, TG - trigliceridai, RekEmocMot - rekreaciniai ir emociniai motyvai, KūnIšvMot - kūno išvaizdos motyvai, DTL-Chol - didelio tankio lipoproteinų cholesterolis, ŠSD - širdies susitraukimų dažnis.

* Pearson's *r*; ** Spearman's *rho*.

5.2.12. Arterijų standumo pokyčių priklausomybių tyrimas

Tyrime analizuotos miego-stipinės a. PBG ir miego-šlaunies a. PBG pokyčių po 8 mėnesių kombinuotos aFT programos galimos koreliacinės sąsajos su pradinėmis kitų rodiklių vertėmis pagrindinėje grupėje. Nustatyta, kad miego-stipinės a. PBG pokytis po 8 mėnesių statistiškai reikšmingai ir neigiamai koreliavo su pradine miego-stipinės a. PBG verte ($r = -0,678$, $p < 0,001$), o teigiamai koreliavo su pradiniu gliukozės kiekiu kraujyje ($r = 0,480$, $p < 0,001$) (35 pav.). Gauta statistiškai reikšminga ir neigiama koreliacija tarp miego-šlaunies a. PBG pokyčio po 8 mėnesių ir miego-šlaunies a. PBG vertės tyrimo pradžioje ($r = -0,693$, $p < 0,001$) (35 pav.).



35 pav. Didžiausią statistinį reikšmingumą turinčios koreliacinės sąsajos tarp pulsinės bangos greičio pokyčių po 8 mėnesių programos ir pradinių kitų tyrimo rodiklių reikšmių pagrindinėje grupėje

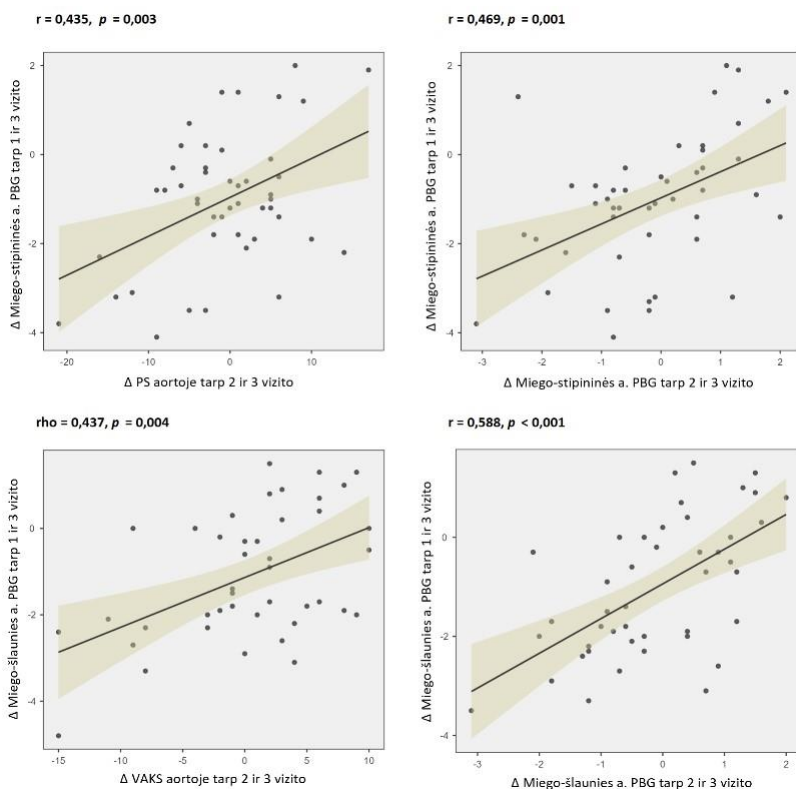
Siekiant išsiaiškinti miego-stipinės a. PBG pokyčio po 8 mėnesių aFT programos priklausomybę nuo pradinių kitų rodiklių verčių pagrindinėje grupėje, atlikome miego-stipinės a. PBG pokyčio daugialypės tiesinės regresijos analizę. Sudarytas daugialypės tiesinės regresijos modelis, į kurį įtraukta reikšmingai koreliavusi pradinė gliukozės kiekio kraujyje vertė ir pradinė miego-stipinės a. PBG vertė, miego-stipinės a. PBG pokyčio po 8 mėnesių variaciją paaiškina net 50 proc. (bendra modelio $p < 0,001$) (21 lentelė).

21 lentelė. Miego-stipininės arterijų pulsinės bangos greičio pokyčio per 8 mėnesius daugialypės tiesinės regresijos modelis pagrindinėje grupėje

Kintamieji	Standartizuotas beta koef.	Beta koeficiento 95% PI		<i>p</i> vertė	R ²	Koreguotas R ²	Modelio <i>p</i> vertė
Pradinė gliukozės vertė	0,264	0,038	0,491	0,023	0,522	0,5	<0,001
Pradinė miego-stipininės a. PBG vertė	-0,581	-0,808	-0,355	<0,001			

Paaiškinimai ir sutrumpinimai: PI – pasikliautinis intervalas, PBG - pulsinės bangos greitis, R² – determinacijos koeficientas.

Tyrimo buvo vertintos ir galimos koreliacinės sąsajos tarp arterijų standumo pokyčių po visos 8 mėnesių programos (tarp 1 ir 3 vizito) ir kitų tyrimo rodiklių pokyčių po 6 mėnesių savarankiško aFT programos dalies (tarp 2 ir 3 vizito) pagrindinėje grupėje. Gauta, jog miego-stipininės a. PBG sumažėjimas tarp 1 ir 3 vizito reikšmingai teigiamai koreliavo su PS aortoje sumažėjimu ($r = 0,435$, $p = 0,003$) ir miego-stipininės a. PBG sumažėjimu ($r = 0,469$, $p = 0,001$) tarp 2 ir 3 vizito (36 pav.). Miego-šlaunies a. PBG sumažėjimas tarp 1 ir 3 vizito reikšmingai teigiamai koreliavo su miego-šlaunies a. PBG pokyčiu ($\rho = 0,437$, $p = 0,004$) bei VAKS aortoje vertės pokyčiu tarp 2 ir 3 vizito ($r = 0,588$, $p < 0,001$) (36 pav.).



36 pav. Didžiausią statistinį reikšmingumą turinčios koreliacinės sąsajos tarp pulsinės bangos greičio pokyčių per 8 mėnesius ir kitų tyrimo rodiklių pokyčių per 6 mėnesius pagrindinėje grupėje

Analizuotas miego-stipinės a. PBG ir miego-šlaunies a. PBG pokytis pagrindinėje grupėje tarp 1 ir 3 vizito, šių rodiklių pradinės vertės suskirsčius kvartilėmis (22-23 lentelės). Miego-stipinės a. PBG pokytis po 8 mėnesių kombinuotos aFT programos statistiškai reikšmingai skyrėsi skirtingose miego-stipinės a. PBG kvartilėse ($p < 0,001$), taip pat ir koregavus skaičiavimus pagal sistolinio AKS pokytį tarp 1 ir 3 vizito ($p = 0,005$). Miego-stipinės a. PBG mažėjimas po 8 mėnesių stebėtas, jei pradinė šio rodiklio reikšmė buvo II kvartilėje ir siekė $\geq 7,90$ m/s (22 lentelė). Miego-šlaunies a. PBG pokytis tarp 1 ir 3 vizito taip pat buvo statistiškai reikšmingas, vertinant pagal šio rodiklio pradinių verčių suskirstymą kvartilėmis ($p < 0,001$). Pokyčio reikšmingumas išliko ir skaičiavimus koregavus pagal sistolinio AKS pokytį tarp 1 ir 3 vizito ($p < 0,001$). Miego-šlaunies a. PBG mažėjimas po 8

mėnesių stebėtas šio rodiklio pradinei vertei priklausant bet kuriai iš keturių kvartilų (23 lentelė).

22 lentelė. Miego-stipinės arterijų pulsinės bangos greičio pokytis tarp 1 ir 3 vizito pagal pradinio miego-stipinės arterijų pulsinės bangos greičio kvartiles pagrindinėje grupėje

Kvartilė	Pradinis miego-stipinės a. PBG (m/s)	Pokytis (m/s)	<i>p</i> vertė*	<i>p</i> vertė**
I	<7,90	0,45 ± 1,05	<0,001	0,005
II	7,90-8,99	-0,66 ± 0,96		
III	9,00-10,04	-1,15 ± 1,22		
IV	≥10,05	-2,24 ± 1,47		

Paiškinimai: PBG - pulsinės bangos greitis. Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas *p* vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$).

* ANCOVA testas, ** ANCOVA testas koreguojant pagal sistolinio arterinio kraujo spaudimo pokytį tarp 1 ir 3 vizito.

23 lentelė. Miego-šlaunies arterijų pulsinės bangos greičio pokytis tarp 1 ir 3 vizito pagal pradinio miego-šlaunies arterijų pulsinės bangos greičio kvartiles pagrindinėje grupėje

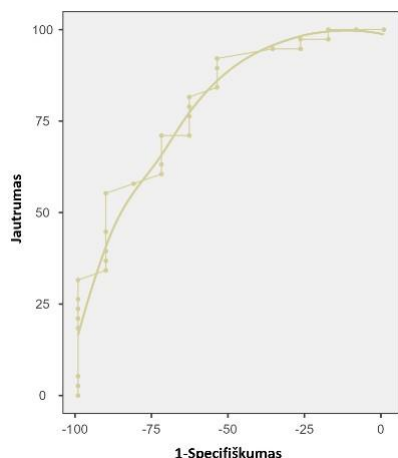
Kvartilė	Pradinis miego-šlaunies a. PBG (m/s)	Pokytis (m/s)	<i>p</i> vertė*	<i>p</i> vertė**
I	<7,70	-0,14 ± 1,10	<0,001	<0,001
II	7,70-8,49	-0,13 ± 1,24		
III	8,50-9,29	-1,31 ± 1,28		
IV	≥9,30	-2,38 ± 1,15		

Paiškinimai: PBG - pulsinės bangos greitis. Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas *p* vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$).

* ANCOVA testas, ** ANCOVA testas koreguojant pagal sistolinio arterinio kraujo spaudimo pokytį tarp 1 ir 3 vizito.

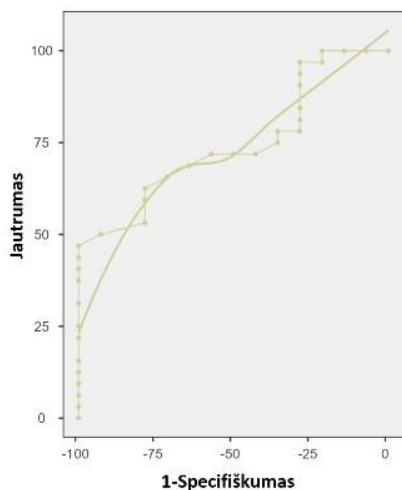
Siekiant nustatyti pradinio miego-stipinės a. PBG slenkstinę reikšmę, leidžiančią numatyti PBG pagerėjimą didžiausiu tikslumu (didžiausiu jautrumu ir specifiskumu) po 8 mėnesių trukmės aFT programos naudojant

išmaniuosius prietaisus, buvo atlikta ROC kreivės analizė ir nustatyta pradinio miego-stipinės a. PBG slenkstinė reikšmė – 7,8 m/s. Šiame taške jautrumas yra 0,875, specifiškumas – 0,667, plotas po kreive 0,801 (37 pav.).



37 pav. Pradinio miego-stipinės arterijų pulsinės bangos greičio slenkstinės reikšmės ROC kreivė

Siekiant nustatyti pradinio miego-šlaunies a. PBG slenkstinę reikšmę, leidžiančią numatyti šio rodiklio pagerėjimą didžiausiu tikslumu (didžiausiu jautrumu ir specifiškumu) po 8 mėnesių trukmės aFT programos naudojant išmaniuosius prietaisus, buvo atlikta ROC kreivės analizė ir nustatyta pradinio miego-šlaunies a. PBG slenkstinė reikšmė – 9,1 m/s. Šiame taške jautrumas yra 1,000, specifiškumas – 0,452, plotas po kreive 0,747 (38 pav.).



38 pav. Pradinio miego-šlaunies arterijų pulsinės bangos greičio slenkstinės reikšmės ROC kreivė

5.3. Rodiklių pokyčiai po 6 mėnesių (tarp 2 ir 3 vizito)

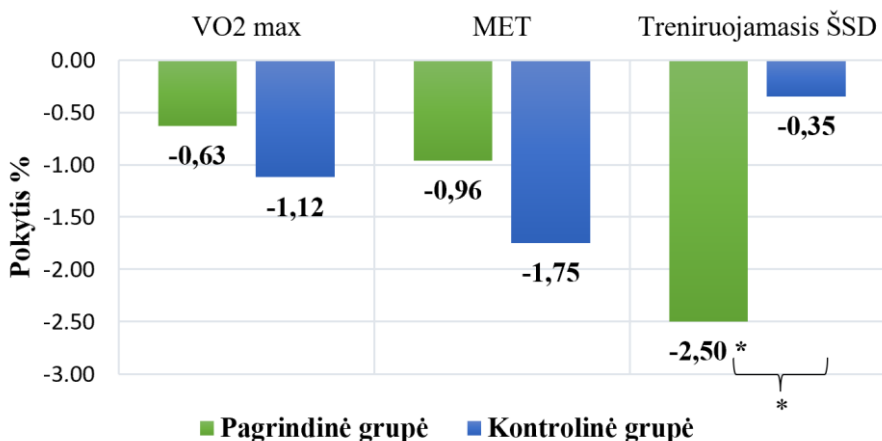
5.3.1. Kardiorespiracinio fizinio pajėgumo dinamika

Tarp 2 ir 3 vizito, kas atitinka 6 mėnesių savarankiškų aFT laikotarpį, per kurį pagrindinės grupės tiriamieji aFT atliko be tiesioginės medicinos personalo priežiūros, naudodami išmaniuosius savimonitoravimo prietaisus, o kontrolinės grupės tiriamieji aFT atliko remdamiesi tik pateiktomis FA rekomendacijomis, vertinti KRFP rodiklių pokyčiai. Tiek pagrindinėje grupėje, tiek kontrolinėje grupėje stebėtas VO_2 max mažėjimas (-0,63 proc. vs. -1,12 proc., atitinkamai) ir MET vertės mažėjimas (-0,96 proc. vs. -1,75 proc., atitinkamai), pokyčiams nesiekiant statistinio reikšmingumo. Tik pagrindinėje grupėje tarp 2 ir 3 vizito gautas statistiškai reikšmingas treniruojamojo ŠSD pokytis, kuris siekė -2,5 k./min. ($p = 0,012$). Treniruojamojo ŠSD pokytis po 6 mėnesių reikšmingai skyrėsi tarp pagrindinės ir kontrolinės grupės (-2,50 proc. vs. -0,35 proc., atitinkamai, $p = 0,005$). Detaliau KRFP rodiklių pokyčiai po 6 mėnesių pateikti 24 lentelėje ir 39 paveiksle.

24 lentelė. Kardiorespiracinio fizinio pajėgumo rodiklių pokyčiai po 6 mėnesių (tarp 2 ir 3 vizito)

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
2 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	2 vizitas	3 vizitas
VO_2 max (ml/kg/min)								
22,29 ± 4,46	22,14 ± 5,31	-0,14 ± 1,84	0,217	0,742	0,453	-0,27 ± 2,59	24,04 ± 5,25	23,71 ± 5,22
MET								
6,23 ± 1,31	6,18 ± 1,58	-0,06 ± 0,55	0,148	0,757	0,290	-0,12 ± 0,82	6,87 ± 1,49	6,75 ± 1,49
Treniruojamasis ŠSD (k./min.)								
99,7 ± 7,7	97,2 ± 10,0	-2,5 ± 6,4	0,012	0,005	0,785	-0,5 ± 11,7	128,2 ± 14,3	127,8 ± 14,9

Paaškinimai: VO_2 max - maksimalus deguonies suvartojimas, MET - metabolinis ekvivalentas, ŠSD - širdies susitraukimų dažnis. Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas p vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). *Porinis *Student's t-test* arba *Wilcoxon signed-rank test*. **Tiesinė daugialypė regresija, koreguota pagal amžių, lytį ir grupę.



39 pav. Kardiorespiracinio fizinio pajėgumo rodiklių pokyčiai procentais po 6 mėnesių

Paaiškinimai: VO₂ max - maksimalus deguonies suvartojimas, MET - metabolinis ekvivalentas, ŠSD - širdies susitraukimų dažnis. * statistiškai reikšmingas pokytis ($p < 0,05$).

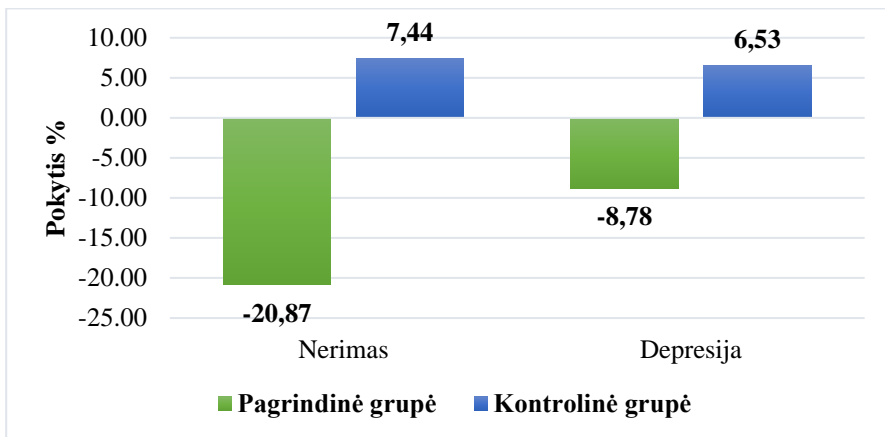
5.3.2. Nerimo ir depresijos rodiklių dinamika

Pagrindinė ir kontrolinė grupės buvo vertintos pagal nerimo ir depresijos lygio pokyčius tarp 2 ir 3 vizito. Nors pokyčiai grupių viduje ir tarp grupių nesiekė statistinio reikšmingumo, tik pagrindinėje grupėje mažėjo nerimo ir depresijos lygis (-20,87 proc. ir -8,78 proc., atitinkamai), kuomet nerimo ir depresijos lygis kontrolinėje grupėje padidėjo (7,44 proc. ir 6,53 proc., atitinkamai) (25 lentelė ir 40 pav.).

25 lentelė. Nerimo ir depresijos lygio pokyčiai po 6 mėnesių (tarp 2 ir 3 vizito)

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
2 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	2 vizitas	3 vizitas
Nerimas (balai)								
4,36 ± 4,43	3,46 ± 3,45	-0,91 ± 2,17	0,194	0,164	0,29 ± 1,62	3,90 ± 2,80	4,19 ± 2,42	
Depresija (balai)								
2,62 ± 2,72	2,38 ± 2,66	-0,23 ± 0,93	0,387	0,145	0,16 ± 1,26	2,45 ± 1,98	2,62 ± 1,89	

Paaiškinimai: Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas p vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). *Porinis *Student's t-test* arba *Wilcoxon signed-rank test*. **Tiesinė daugialypė regresija, koreguota pagal amžių, lytį ir grupę.



40 pav. Nerimo ir depresijos lygio pokyčiai procentais po 6 mėnesių

5.3.3. Hemodinaminių rodiklių dinamika

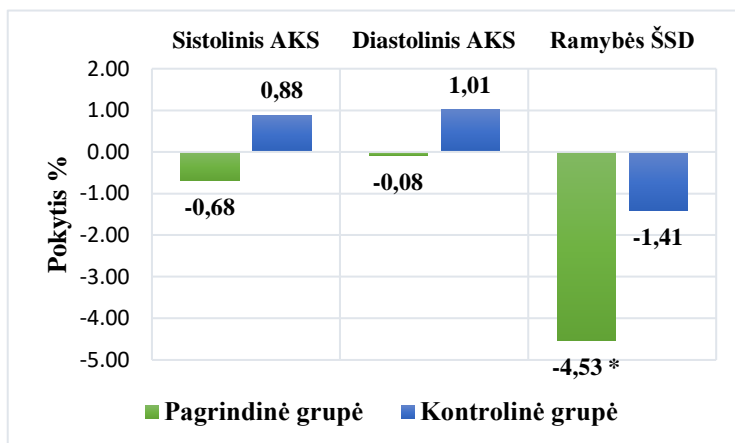
Hemodinaminių rodiklių pokyčiai tyrime buvo vertinti tarp 2 ir 3 vizito, kas atitinka 6 mėnesių savarankiškų aFT laikotarpį. Po 6 mėnesių stebėtas nežymus sistolinio AKS ir diastolinio AKS sumažėjimas tik pagrindinėje grupėje (atitinkamai pokytis -0,9 mmHg ir -0,1 mmHg), kuomet kontrolinėje grupėje šie rodikliai nežymiai padidėjo (atitinkamai pokytis 1,1 mmHg ir 0,8 mmHg), tačiau šių rodiklių pokyčių statistinio reikšmingumo nei grupių viduje, nei tarp grupių nebuvo gauta. Statistiškai reikšmingai ramybės ŠSD sumažėjo tik pagrindinėje grupėje, vidutiniškai per 3,1 k./min. (-4,53 proc., $p = 0,009$), be reikšmingo skirtumo tarp grupių. Kontrolinėje grupėje statistiškai reikšmingų pokyčių nebuvo rasta. Detalus hemodinaminių rodiklių pokyčiai grupėse po 6 mėnesių savarankiškų aFT pateikti 26 lentelėje ir 41 paveiksle.

26 lentelė. Hemodinaminių rodiklių pokyčiai po 6 mėnesių (tarp 2 ir 3 vizito)

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
2 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	2 vizitas	3 vizitas
Sistolinis AKS (mmHg)								
137,6 ± 11,8	136,7 ± 12,8	-0,9 ± 10,1	0,528	0,535	0,455	1,1 ± 10,3	128,3 ± 10,0	129,5 ± 9,7

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
2 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	2 vizitas	3 vizitas
Diastolinis AKS (mmHg)								
84,4 ± 6,5	84,3 ± 6,8	-0,1 ± 5,9	0,940	0,251	0,392	0,8 ± 6,2	79 ± 7,3	79,8 ± 6,3
Ramybės ŠSD (k./min.)								
67,5 ± 7,6	64,4 ± 7,3	-3,1 ± 7,8	0,009	0,225	0,447	-0,9 ± 7,5	61,1 ± 8,8	60,3 ± 6,4

Paaikškinimai: AKS - arterinis kraujo spaudimas, ŠSD - širdies susitraukimų dažnis. Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas *p* vertės šriftas reiškia statistškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). *Porinis *Student's t-test* arba *Wilcoxon signed-rank test*. **Tiesinė daugialypė regresija, koreguota pagal amžių, lytį ir grupę.



41 pav. Hemodinaminių rodiklių pokyčiai procentais po 6 mėnesių

Paaikškinimai: AKS - arterinis kraujo spaudimas, ŠSD - širdies susitraukimų dažnis. * statistškai reikšmingas pokytis ($p < 0,05$).

5.3.4. Dislipidemijos, alkio glikemijos ir didelio jautrumo C-reaktyvaus baltymo kiekio kraujyje dinamika

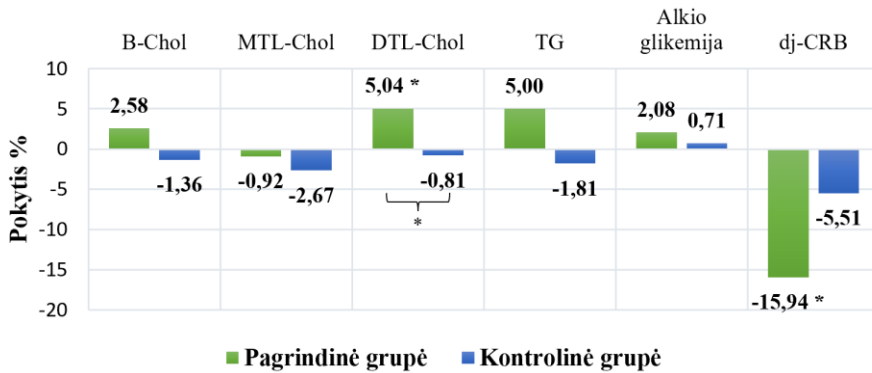
Po 6 mėnesių savarankiškų aFT programos pagrindinėje ir kontrolinėje grupėje buvo vertinti laboratorinių kraujo rodiklių pokyčiai. Pagrindinėje grupėje statistškai reikšmingai padidėjo DTL-Chol kiekis kraujyje, vidutiniškai per 0,06 mmol/L (5,04 proc., $p = 0,010$). Šis DTL-Chol kiekio

kraujyje pokytis po 6 mėnesių pagrindinėje grupėje statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo pokyčio kontrolinėje grupėje ($p = 0,005$). Taip pat pagrindinėje grupėje reikšmingai sumažėjo dj-CRB kiekis kraujyje, vidutiniškai per 0,22 mg/L (-15,94 proc., $p = 0,024$), tačiau reikšmingo skirtumo tarp grupių negauta. Statistiškai reikšmingų B-Chol, MTL-Chol, TG, alkio glikemijos pokyčių pagrindinėje grupėje nerasta. Kontrolinėje grupėje po 6 mėnesių nė vienas tirtas laboratorinis kraujo rodiklis reikšmingai nekito. Detalūs laboratorinių kraujo rodiklių pokyčiai po 6 mėnesių savarankiškų aFT pateikti 27 lentelėje ir 42 paveiksle.

27 lentelė. Laboratorinių kraujo rodiklių pokyčiai po 6 mėnesių (tarp 2 ir 3 vizito)

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
2 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	2 vizitas	3 vizitas
B-Chol (mmol/L)								
5,42 ± 1,19	5,56 ± 1,18	0,14 ± 0,65	0,167	0,468	0,512	-0,08 ± 0,75	5,88 ± 1,20	5,81 ± 1,09
MTL-Chol (mmol/L)								
3,27 ± 0,99	3,24 ± 0,97	-0,03 ± 0,62	0,773	0,956	0,251	-0,10 ± 0,58	3,74 ± 1,03	3,64 ± 1,04
DTL-Chol (mmol/L)								
1,19 ± 0,29	1,26 ± 0,28	0,06 ± 0,15	0,010	0,005	0,550	-0,01 ± 0,12	1,23 ± 0,29	1,22 ± 0,33
TG (mmol/L)								
1,80 ± 0,56	1,89 ± 0,60	0,09 ± 0,45	0,223	0,170	0,541	-0,03 ± 0,38	1,66 ± 0,60	1,63 ± 0,66
Alkio glikemija (mmol/L)								
5,29 ± 0,59	5,40 ± 0,47	0,11 ± 0,46	0,146	0,140	0,494	0,04 ± 0,41	5,63 ± 0,48	5,67 ± 0,54
dj-CRB (mg/L)								
1,38 ± 0,85	1,16 ± 0,75	-0,22 ± 0,59	0,024	0,329	0,640	-0,07 ± 0,44	1,27 ± 0,96	1,19 ± 0,83

Paaškinimai: B-Chol - bendrasis cholesterolis; MTL-Chol - mažo tankio lipoproteinų cholesterolis, DTL-Chol - didelio tankio lipoproteinų cholesterolis, TG - trigliceridai, dj-CRB - didelio jautrumo C-reaktyvus baltymas. Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas p vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). *Porinis *Student's t-test* arba *Wilcoxon signed-rank test*. **Tiesinė daugialypė regresija, koreguota pagal amžių, lytį ir grupę.



42 pav. Laboratorinių kraujo rodiklių pokyčiai procentais po 6 mėnesių

Paaškinimai: B-Chol - bendrasis cholesterolis; MTL-Chol - mažo tankio lipoproteinų cholesterolis, DTL-Chol - didelio tankio lipoproteinų cholesterolis, TG - trigliceridai, dj-CRB - didelio jautrumo C-reaktyvus baltymas. * statistiškai reikšmingas pokytis ($p < 0,05$).

5.3.5. Nutukimo dinamika

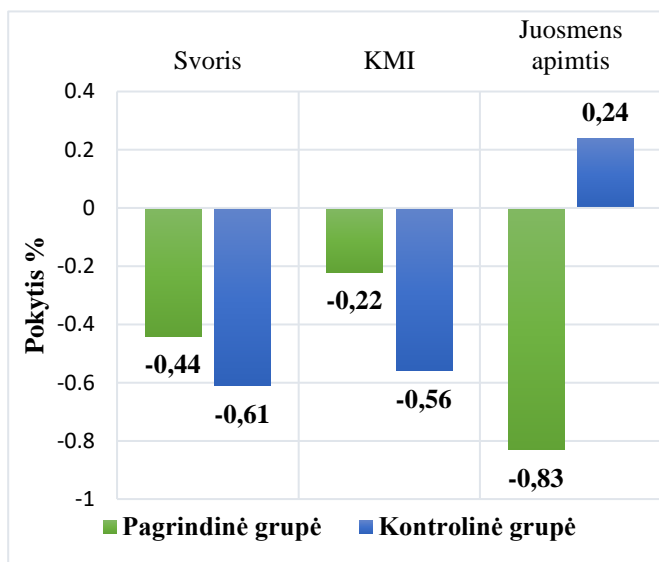
Tyrime tarp 2 ir 3 vizito buvo vertinti nutukimą atspindinčių antropometrinių rodiklių pokyčiai. Tiek pagrindinėje, tiek kontrolinėje grupėje stebėtas nežymus svorio (-0,44 proc. vs. -0,61 proc., atitinkamai), KMI (-0,22 proc. vs. -0,56 proc., atitinkamai) mažėjimas, tačiau šių rodiklių pokyčiai statistinio reikšmingumo nepasiekė. Juosmens apimtis mažėjo tik pagrindinėje grupėje, vidutiniškai per 0,87 cm, kuomet kontrolinėje grupėje juosmens apimtis vidutiniškai padidėjo per 0,24 cm, tačiau pokyčiai tiek grupės viduje, tiek tarp grupių nebuvo statistiškai reikšmingi (28 lentelė ir 43 pav.).

28 lentelė. Antropometrinių rodiklių pokyčiai po 6 mėnesių (tarp 2 ir 3 vizito)

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
2 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	2 vizitas	3 vizitas
Svoris (kg)								
93,11 ± 14,41	92,70 ± 14,42	-0,41 ± 2,08	0,201	0,684	0,149	-0,53 ± 2,59	86,36 ± 14,30	85,83 ± 14,25
KMI (kg/m²)								
31,2 ± 4,0	31,2 ± 4,0	-0,1 ± 0,9	0,602	0,590	0,201	-0,2 ± 1,0	30,3 ± 4,2	30,1 ± 4,1

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
2 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	2 vizitas	3 vizitas
Juosmens apimtis (cm)								
104,28 ± 9,78	103,41 ± 9,54	-0,87 ± 3,62	0,110	0,179	0,656	0,24 ± 3,82	100,61 ± 9,30	100,86 ± 9,57

Paiškinimai: KMI - kūno masės indeksas. Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas *p* vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). *Porinis *Student's t-test* arba *Wilcoxon signed-rank test*. **Tiesinė daugialypė regresija, koreguota pagal amžių, lytį ir grupę.



43 pav. Antropometrinių rodiklių pokyčiai procentais po 6 mėnesių
Paiškinimai: KMI - kūno masės indeksas.

5.3.6. Metabolinio sindromo komponentų dinamika

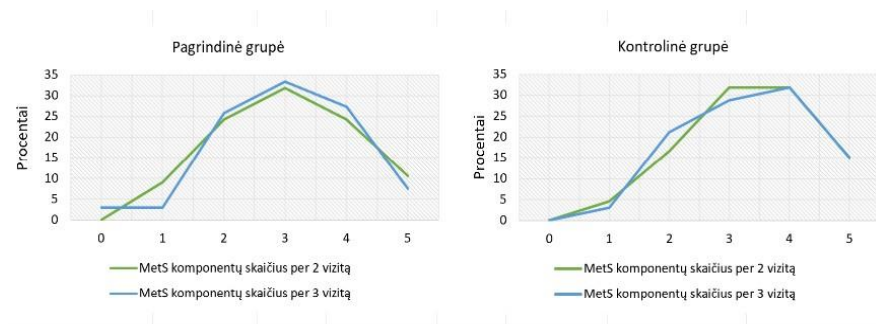
Po savarankiškų aFT programos dalies, trukusios 6 mėnesius, MetS komponentų skaičiaus pokyčiai pagrindinėje ir kontrolinėje grupėje praktiškai nesiskyrė. Tiek pagrindinėje, tiek kontrolinėje grupėje MetS komponentų skaičius tarp 2 ir 3 vizito nežymiai sumažėjo, pokyčiui vidutiniškai siekiant 0,02 komponento, todėl nebuvo pasiekta statistinio reikšmingumo. Per 3 vizitą bent 3 iš 5 MetS komponentų nebeturėjo 31,8 proc. tiriamųjų pagrindinėje grupėje ($n = 21$) ir 24,2 proc. tiriamųjų kontrolinėje grupėje ($n = 16$). Detalus

MetS komponentų skaičiaus procentinis pasiskirstymas grupėse pateiktas 29 lentelėje ir 44 paveiksle.

29 lentelė. Metabolinio sindromo komponentų skaičiaus pasiskirstymas tarp grupių per 2 ir 3 vizitą

MetS komponentų skaičius	Pagrindinė grupė			Kontrolinė grupė		
	2 vizitas	3 vizitas	<i>p</i> vertė	2 vizitas	3 vizitas	<i>p</i> vertė
0	0 (0)	2 (3)	0,479	0 (0)	0 (0)	0,956
1	6 (9,1)	2 (3)		3 (4,6)	2 (3)	
2	16 (24,2)	17 (25,8)		11 (16,7)	14 (21,2)	
3	21 (31,8)	22 (33,3)		21 (31,8)	19 (28,8)	
4	16 (24,2)	18 (27,2)		21 (31,8)	21 (31,8)	
5	7 (10,6)	5 (7,6)		10 (15,2)	10 (15,2)	

Paaškinimai: Duomenys pateikti n (%). Paryškintas *p* vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$).



44 pav. Metabolinio sindromo skaičiaus pasiskirstymo dinamika per 2 ir 3 vizitą

Paaškinimai: MetS – metabolinis sindromas.

Vertinant bendrą MetS komponentų skaičiaus pokytį kategorijomis tarp 2 ir 3 vizito, statistinio reikšmingumo pagrindinėje ir kontrolinėje grupėje negauta (30 lentelė). Tarp konkrečių MetS komponentų rodiklių statistiškai reikšmingai pagrindinėje grupėje padidėjo DTL-Chol kiekis kraujyje, pokyčiui vidutiniškai siekiant 0,06 mmol/L ($p = 0,010$). Šio rodiklio pokytis statistiškai reikšmingai skyrėsi ir tarp grupių ($p = 0,005$). Kiti su MetS

komponentais susijusių rodiklių pokyčiai abejuose grupėse nebuvo reikšmingi (31 lentelė).

30 lentelė. Metabolinio sindromo komponentų skaičiaus bendras pokytis (%) po 6 mėnesių

MetS komponentų skaičiaus pokytis	Pagrindinė grupė (n = 66)	p vertė	Kontrolinė grupė (n = 66)	p vertė
Pagerėjo (%)	8 (12,1)	0,854	6 (9,1)	0,678
Nepasikeitė (%)	49 (74,3)		56 (84,8)	
Pablogėjo (%)	9 (13,6)		4 (6,1)	

Paiškinimai: MetS - metabolinis sindromas. Duomenys pateikti n (%). Paryškintas p vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$).

31 lentelė. Detalūs metabolinio sindromo komponentų rodiklių pokyčiai po 6 mėnesių (tarp 2 ir 3 vizito)

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
2 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	2 vizitas	3 vizitas
Juosmens apimtis (cm)								
104,28 ± 9,78	103,41 ± 9,54	-0,87 ± 3,62	0,110	0,179	0,656	0,24 ± 3,82	100,61 ± 9,30	100,86 ± 9,57
DTL-Chol (mmol/L)								
1,19 ± 0,29	1,26 ± 0,28	0,06 ± 0,15	0,010	0,005	0,550	-0,01 ± 0,12	1,23 ± 0,29	1,22 ± 0,33
TG (mmol/L)								
1,80 ± 0,56	1,89 ± 0,60	0,09 ± 0,45	0,223	0,170	0,541	-0,03 ± 0,38	1,66 ± 0,60	1,63 ± 0,66
Alkio glikemija (mmol/L)								
5,29 ± 0,59	5,40 ± 0,47	0,11 ± 0,46	0,146	0,140	0,494	0,04 ± 0,41	5,63 ± 0,48	5,67 ± 0,54
Sistolinis AKS (mmHg)								
137,6 ± 11,8	136,7 ± 12,8	-0,9 ± 10,1	0,528	0,535	0,455	1,1 ± 10,3	128,3 ± 10,0	129,5 ± 9,7
Diastolinis AKS (mmHg)								
84,4 ± 6,5	84,3 ± 6,8	-0,1 ± 5,9	0,940	0,251	0,392	0,8 ± 6,2	79,0 ± 7,3	79,8 ± 6,3

Paiškinimai: DTL-Chol - didelio tankio lipoproteinų cholesterolis, TG - trigliceridai, AKS - arterinis kraujo spaudimas. Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas p vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). *Porinis Student's t-test arba Wilcoxon signed-rank test. **Tiesinė daugialypė regresija, koreguota pagal amžių, lytį ir grupę.

5.3.7. Arterijų sienelės funkcinių ir struktūrinių rodiklių dinamika

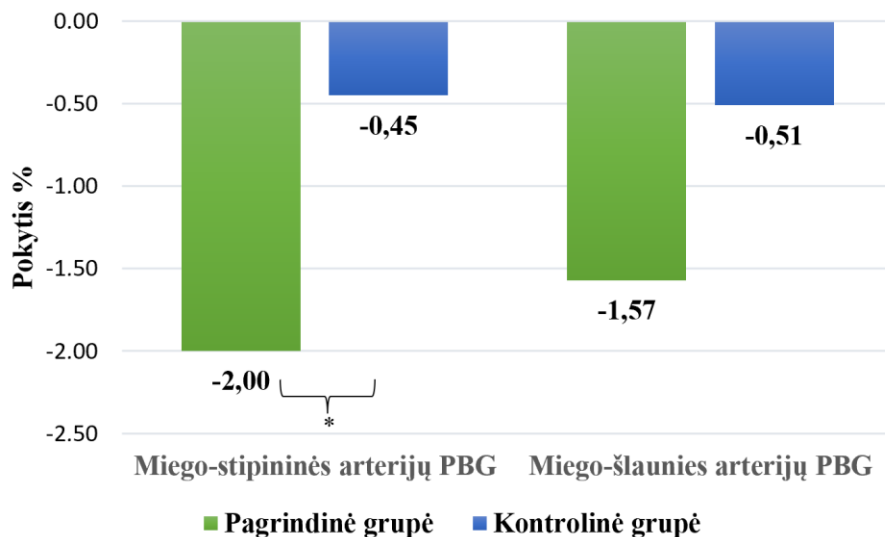
Praėjus 6 mėnesius trukusiai savarankiškų aFT programai, stebėtas ženklusnis PS aortoje mažėjimas pagrindinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe (-0,5 mmHg vs. -0,1 mmHg, atitinkamai), kuomet rodiklio pokytis tarp grupių buvo statistiškai reikšmingas ($p = 0,021$). Taip pat pagrindinėje grupėje ženkliau sumažėjo miego-stipinės a. PBG, lyginant su kontroline grupe (-2,00 proc. vs. -0,45 proc., atitinkamai) (45 pav.). Miego-stipinės a. PBG pokytis tarp grupių buvo statistiškai reikšmingas ($p = 0,007$). Miego-šlaunies a. PBG tarp 2 ir 3 vizito mažėjo pagrindinėje ir kontrolineje grupėje (-0,16 m/s vs. -0,04 m/s, atitinkamai), tačiau pokyčiai statistinio reikšmingumo tarp grupių ar grupės viduje nepasiekė. Tarp 2 ir 3 vizito abejose grupėse nežymiai, be statistinio reikšmingumo, didėjo CAVI, VAKS žasto arterijoje, AIX. VAKS aortoje mažėjimas stebėtas tik kontrolineje grupėje, kuris vidutiniškai sudarė 0,1 mmHg, tačiau pokytis statistinio reikšmingumo tarp grupių nepasiekė. Vertinant IMS BMA ir BMA β standumo indekso pokyčius tarp 2 ir 3 vizito, statistinio reikšmingumo grupių viduje ir tarp grupių negauta, tačiau abiejų rodiklių vertės ženkliau mažėjo pagrindinėje grupėje. Stebėtas IMS BMA pokytis pagrindinėje grupėje vidutiniškai siekė -11,04 μm , o kontrolineje grupėje siekė -0,27 μm (46 pav.). Tarp 2 ir 3 vizito pagrindinėje grupėje BMA β standumo indekso vertė vidutiniškai sumažėjo per 0,10, o kontrolineje grupėje ši vertė padidėjo per 0,05. Detalūs arterijų sienelės funkcinių ir struktūrinių rodiklių pokyčiai po 6 mėnesių savarankiškų aFT pateikti 32 lentelėje.

32 lentelė. Arterijų sienelės funkcinių ir struktūrinių rodiklių pokyčiai po 6 mėnesių (tarp 2 ir 3 vizito)

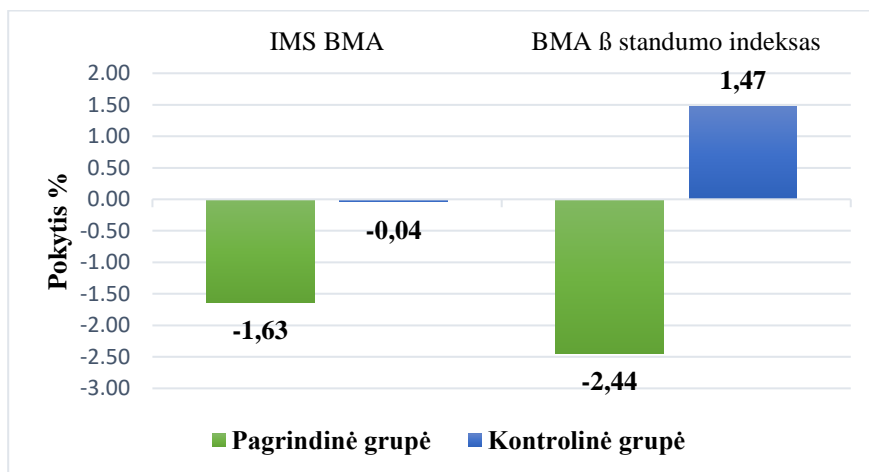
Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
2 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	2 vizitas	3 vizitas
PS aortoje (mmHg)								
39,1 ± 7,3	38,5 ± 9,1	-0,5 ± 7,2	0,591	0,021	0,972	-0,1 ± 8,6	40 ± 9,07	39,9 ± 9,4
Miego-stipinės arterijų PBG (m/s)								
8,01 ± 1,13	7,85 ± 1,14	-0,16 ± 1,23	0,377	0,007	0,814	-0,04 ± 1,19	8,80 ± 0,95	8,76 ± 1,06

Pagrindinė grupė				<i>p</i> vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė				
2 vizitas	3 vizitas	Pokytis	<i>p</i> vertė *		<i>p</i> vertė *	Pokytis	2 vizitas	3 vizitas	
Miego-šlaunies arterijų PBG (m/s)									
7,64 ± 1,05	7,52 ± 1,12	-0,12 ± 1,13	0,461	0,210	0,965	-0,04 ± 1,26	7,91 ± 1,04	7,87 ± 1,26	
Širdies-kulkšnies kraujagyslių indeksas									
6,91 ± 1,08	7,11 ± 1,01	0,20 ± 0,81	0,086	0,269	0,171	0,18 ± 0,77	7,36 ± 1,15	7,54 ± 0,89	
VAKS aortoje (mmHg)									
102,7 ± 9,3	103,2 ± 10,1	0,6 ± 6,1	0,229	0,443	0,949	-0,1 ± 9,5	101 ± 10,8	100,9 ± 19,2	
VAKS žasto arterijoje (mmHg)									
103 ± 7,1	104,1 ± 8,2	1 ± 7,0	0,361	0,108	0,108	1,6 ± 6,3	95,3 ± 7,5	96,9 ± 6,4	
AIx (%)									
17,81 ± 9,70	18,52 ± 8,61	0,71 ± 5,54	0,408	0,235	0,068	1,21 ± 3,68	22,58 ± 8,88	23,79 ± 7,98	
IMS BMA (µm)									
675,82 ± 88,35	664,78 ± 84,95	-11,04 ± 52,92	0,147	0,092	0,968	-0,27 ± 45,26	642,05 ± 92,92	641,78 ± 103,89	
BMA β standumo indeksas									
4,10 ± 1,06	3,99 ± 1,04	-0,10 ± 1,04	0,502	0,267	0,739	0,05 ± 0,91	3,40 ± 1,25	4,04 ± 1,01	

Paaškinimai: PS - pulsinis spaudimas, PBG - pulsinės bangos greitis, VAKS - vidutinis arterinis kraujo spaudimas, AIx - augmentacijos indeksas, IMS BMA - intimos - medijos storis bendrojoje miego arterijoje. Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas *p* vertės šriftas reiškia statistškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). *Porinis *Student's t-test* arba *Wilcoxon signed-rank test*. **Tiesinė daugialypė regresija, koreguota pagal amžių, lytį ir grupę, sistolinį arterinį kraujo spaudimą po 2 mėn.



45 pav. Pulsinės bangos greičių pokyčiai procentais po 6 mėnesių
 Paaškinimai: PBG - pulsinės bangos greitis. * statistiškai reikšmingas pokytis ($p < 0,05$).



46 pav. Miego arterijų struktūriniai pokyčiai procentais po 6 mėnesių
 Paaškinimai: IMS BMA - intimos - medijos storis bendrojoje miego arterijoje.

Vertinant miego-stipinės a. PBG ir miego-šlaunies a. PBG pokyčius po 6 mėnesių, šių rodiklių vertės tarp 2 ir 3 vizito suskirsčius kategorijomis, statistinio reikšmingumo grupių viduje negauta (33-34 lentelės). Tačiau per 3 vizitą pagrindinėje grupėje tiriamųjų, kurių miego-stipinės a. PBG vertė

nesiekė 9 m/s sudarė 74,5 proc., o kontrolinėje grupėje tokių tiriamųjų per 3 vizitą buvo 57,2 proc.

33 lentelė. Miego-stipinės arterijų PBG pokyčiai po 6 mėnesių, vertės skirstant į kategorijas (tarp 2 ir 3 vizito)

Miego-stipinės a. PBG:	Pagrindinė grupė			Kontrolinė grupė		
	2 vizitas	3 vizitas	<i>p</i> vertė	2 vizitas	3 vizitas	<i>p</i> vertė
≥10 m/s (%)	7,8	14,6	0,401	15,5	19,1	0,761
9–9,9 m/s (%)	12,5	10,9		31	23,8	
8–8,9 m/s (%)	34,4	20		29,3	38	
7–7,9 m/s (%)	31,3	36,4		20,7	14,3	
<7 m/s (%)	14	18,1		3,5	4,8	

Paaškinimai: PBG - pulsinės bangos greitis.

34 lentelė. Miego-šlaunies arterijų PBG pokyčiai po 6 mėnesių, vertės skirstant į kategorijas (tarp 2 ir 3 vizito)

Miego-šlaunies a. PBG:	Pagrindinė grupė			Kontrolinė grupė		
	2 vizitas	3 vizitas	<i>p</i> vertė	2 vizitas	3 vizitas	<i>p</i> vertė*
≥10 m/s (%)	1,6	3,6	0,234	4,7	7,9	0,789
9–9,9 m/s (%)	6,3	18,2		12,5	11,8	
8–8,9 m/s (%)	31,3	20		28,1	27,4	
7–7,9 m/s (%)	28	27,3		35,9	27,4	
<7 m/s (%)	32,8	30,9		18,8	25,5	

Paaškinimai: PBG - pulsinės bangos greitis.

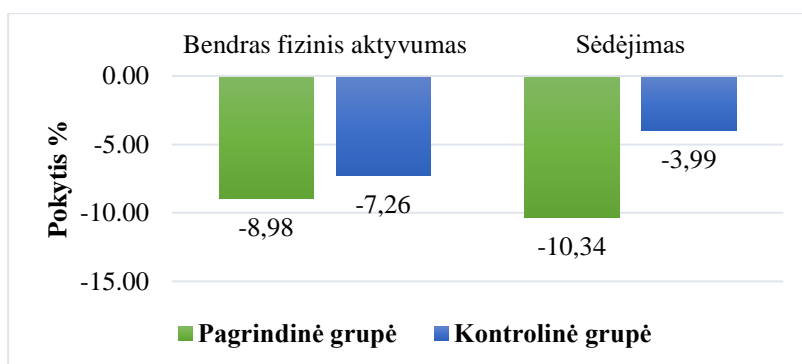
5.3.8. Kasdienio fizinio aktyvumo lygio dinamika

Vertinant kasdienio FA lygio pokyčius pagal anketinius duomenis tarp 2 ir 3 vizito, gautas statistiškai nereikšmingas bendro FA lygio sumažėjimas vidutiniškai 8,98 proc. pagrindinėje grupėje ir 7,26 proc. kontrolinėje grupėje. Abejose grupėse, nors ir nereikšmingai, mažėjo sėdėjimo laikas per dieną. Pagrindinėje grupėje sėdėjimo laikas sumažėjo kiek ženkliau ir pokytis vidutiniškai siekė -10,34 proc., kuomet kontrolinėje grupėje pokytis siekė -3,99 proc. (35 lentelė ir 47 pav.).

35 lentelė. Kasdienio fizinio aktyvumo lygio pokyčiai po 6 mėnesių (tarp 2 ir 3 vizito)

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
2 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	2 vizitas	3 vizitas
Bendras fizinio aktyvumo lygis (min./d.)								
177,27 ± 200,12	161,36 ± 193,16	-15,91 ± 69,53	0,465	0,076	0,457	-48,75 ± 342,06	671,79 ± 494,52	623,04 ± 376,52
Sėdėjimas (min./d.)								
290,00 ± 144,35	260,00 ± 177,87	-30,00 ± 70,06	0,234	0,176	0,575	-18,1 ± 171,67	453,10 ± 268,97	435,00 ± 241,13

Paaiškinimai: Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas p vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). *Porinis *Student's t-test* arba *Wilcoxon signed-rank test*. **Tiesinė daugialypė regresija, koreguota pagal amžių, lytį ir grupę.



47 pav. Kasdienio fizinio aktyvumo lygio pokyčiai procentais po 6 mėnesių

5.3.9. Motyvacijos fizinėms treniruotėms pokyčių vertinimas

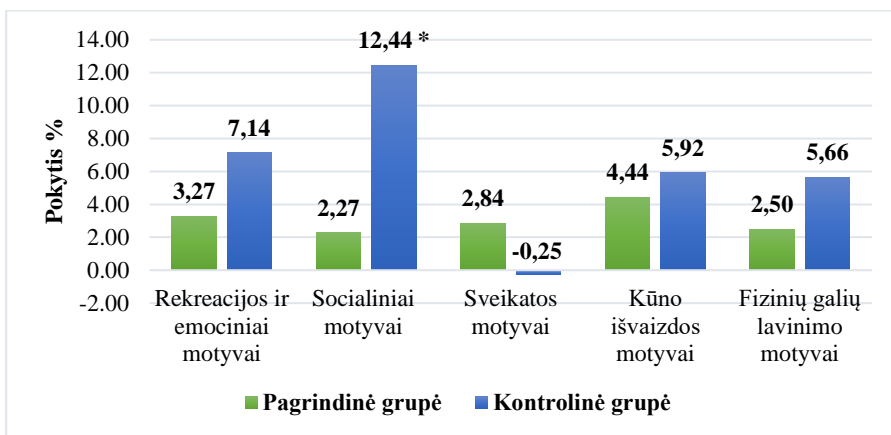
Atliktas motyvų atlikti fizinės treniruotes pokyčių vertinimas po 6 mėnesių savarankiškų aFT programos tarp pagrindinės ir kontrolinės grupės. Tarp 2 ir 3 vizito pagrindinėje ir kontrolinėje grupėje, nesiekiant statistinio reikšmingumo, padidėjo rekreacijos ir emocinių (3,27 proc. vs. 7,14 proc., atitinkamai), kūno išvaizdos (4,44 proc. vs. 5,92 proc., atitinkamai) ir fizinį galių lavinimo (2,50 proc. vs. 5,66 proc., atitinkamai) motyvų balų įverčiai. Tik pagrindinėje grupėje po 6 mėnesių, nors ir statistiškai nereikšmingai,

padidėjo sveikatos motyvų balų įverčiai, pokyčiui vidutiniškai siekiant 2,84 proc., kuomet kontrolinėje grupėje sveikatos motyvų balų įverčiai sumažėjo 0,25 proc. Kontrolinėje grupėje reikšmingai padidėjo socialinių motyvų balų įverčiai, pokyčiui vidutiniškai siekiant 12,44 proc. ($p = 0,034$). Detalūs motyvų atlikti fizinės treniruotes pokyčiai po 6 mėnesių pateikti 36 lentelėje ir 48 paveiksle.

36 lentelė. Motyvų atlikti fizinės treniruotes pokyčiai po 6 mėnesių (tarp 2 ir 3 vizito)

Pagrindinė grupė				p vertė tarp grupių **	Kontrolinė grupė			
2 vizitas	3 vizitas	Pokytis	p vertė *		p vertė *	Pokytis	2 vizitas	3 vizitas
Rekreacijos ir emociniai motyvai (balai)								
4,28 ± 0,60	4,42 ± 0,95	0,14 ± 0,56	0,408	0,798	0,078	0,22 ± 0,68	3,08 ± 1,13	3,30 ± 1,13
Socialiniai motyvai (balai)								
4,40 ± 0,97	4,50 ± 0,97	0,10 ± 0,32	1,000	0,421	0,034	0,27 ± 0,63	2,17 ± 1,43	2,44 ± 1,31
Sveikatos motyvai (balai)								
4,57 ± 0,52	4,70 ± 0,64	0,13 ± 0,50	0,583	0,363	0,930	-0,01 ± 0,54	4,02 ± 0,82	4,01 ± 0,89
Kūno išvaizdos motyvai (balai)								
4,05 ± 1,15	4,23 ± 0,96	0,18 ± 1,03	0,572	0,690	0,058	0,21 ± 0,59	3,55 ± 1,25	3,76 ± 1,14
Fizinių galių lavinimo motyvai (balai)								
4,00 ± 1,49	4,10 ± 1,29	0,10 ± 1,73	1,000	0,969	0,118	0,21 ± 0,72	3,71 ± 1,19	3,91 ± 1,16

Paaikškinimai: Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas p vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$). *Porinis *Student's t-test* arba *Wilcoxon signed-rank test*. **Tiesinė daugialypė regresija, koreguota pagal amžių, lytį ir grupę.

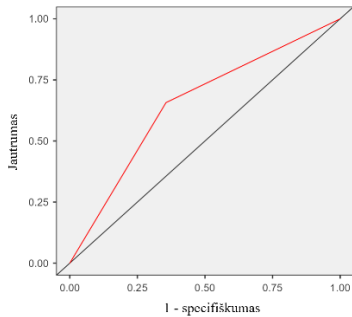


48 pav. Motyvų atlikti fizines treniruotes pokyčiai procentais po 6 mėnesių
* statistiškai reikšmingas pokytis ($p < 0,05$).

5.3.10. Širdies ir kraujagyslių ligų rizikos veiksnių ir metabolinio sindromo parametrų optimalių pokyčių reikšmių nustatymas

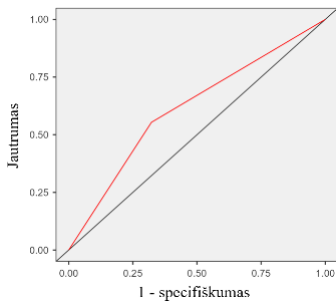
Siekiant nustatyti aFT programos su išmaniaisiais prietaisais poveikį per 6 mėnesius (tarp 2 ir 3 vizito), buvo pritaikytas ROC (angl. *Receiver Operating Characteristic*) kreivės analizės metodas ir nustatytos slenkstinės tyrime analizuotų kardiometabolinių rodiklių reikšmės. ROC metodu rastos DTL-Chol, IMS BMA ir treniruojamojo ŠSD statistiškai reikšmingos optimalios slenkstinės pokyčio vertės, kurios pagrindinę ir kontrolinę grupę atskiria didžiausiu tikslumu. Apskaičiuotas galimybių santykis, kiek kartų pagrindinės grupės tiriamieji turėjo didesnes galimybes nei kontrolinė grupė pasiekti optimalų kardiometabolinio rodiklio pokytį po 6 mėnesių savarankiškų aFT programos, naudojant išmaniuosius prietaisus.

DTL-Chol: ROC metodu nustatyta optimali DTL-Chol pokyčio reikšmė – padidėjimas $\geq 0,07$ mmol/L. Šiame taške jautrumas yra 0,697, specifiskumas – 0,656, plotas po ROC kreive – 0,651 (49 pav.). Galimybių santykis, kad pagrindinės grupės tiriamųjų DTL-Chol padidėjimas po 6 mėnesių bus $\geq 0,07$ mmol/L, palyginti su kontrolinės grupės tiriamaisiais, yra 3,47 [1,44–8,35] ($p = 0,006$).



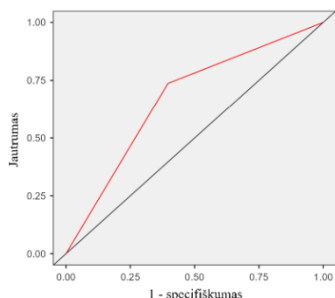
49 pav. Didelio tankio lipoproteinų cholesterolio pokyčio po 6 mėnesių slenkstinės reikšmės ROC kreivė

IMS BMA: ROC metodu nustatyta optimali IMS BMA pokyčio reikšmė – sumažėjimas ≥ 29 μm . Šiame taške jautrumas yra 0,677, specifiškumas – 0,554, plotas po ROC kreive – 0,616 (50 pav.). Galimybių santykis, kad pagrindinės grupės tiriamųjų IMS BMA sumažėjimas po 6 mėnesių bus ≥ 29 μm , palyginti su kontrolinės grupės tiriamaisiais, yra 2,61 [1,06–6,40] ($p = 0,036$).



50 pav. Bendrosios miego arterijos intimos-medijos storio pokyčio po 6 mėnesių slenkstinės reikšmės ROC kreivė

Treniruojamasis ŠSD: ROC metodu nustatyta optimali treniruojamojo ŠSD pokyčio reikšmė – sumažėjimas ≥ 1 k./min. Šiame taške jautrumas yra 0,603, specifiškumas – 0,737, plotas po ROC kreive – 0,670 (51 pav.). Galimybių santykis, kad pagrindinės grupės tiriamųjų treniruojamojo ŠSD sumažėjimas po 6 mėnesių bus ≥ 1 k./min., palyginti su kontrolinės grupės tiriamaisiais, yra 4,26 [1,74–10,41] ($p = 0,001$).



51 pav. Treniruojamojo širdies susitraukimo dažnio pokyčio po 6 mėnesių slenkstinės reikšmės ROC kreivė

5.3.11. Koreliacinės tiriamų rodiklių pokyčių sąsajos pagrindinėje grupėje

Šiame tyrime nagrinėtos koreliacinės sąsajos tarp MetS komponentų antropometrinių ir hemodinaminių rodiklių, arterijų sienelės funkcinių ir struktūrinių parametrų, KRFP rodiklių bei motyvų atlikti fizines treniruotes balų įverčių pokyčių po 6 mėnesių (tarp 2 ir 3 vizito) pagrindinėje grupėje (37 lentelė). Didžiausias koreliacijos koeficientas, nurodantis statistškai reikšmingą ir teigiamą sąsają, gautas tarp VO_2 max ir sveikatos motyvų balų įverčių pokyčių po 6 mėnesių ($\rho = 0,973$, $p = 0,005$). Nustatyta statistškai reikšminga teigiama koreliacija tarp miego-šlaunies a. PBG pokyčio ir VAKS aortoje pokyčio po 6 mėnesių ($\rho = 0,488$, $p = 0,003$). Pagrindinėje grupėje miego-stipinės a. PBG sumažėjimas reikšmingai teigiamai koreliavo su miego-šlaunies a. PBG ($r = 0,447$, $p = 0,004$), PS aortoje ($r = 0,428$, $p = 0,003$) ir sistolinio AKS ($r = 0,421$, $p = 0,008$) sumažėjimu.

37 lentelė. Didžiausią statistinį reikšmingumą turinčios koreliacijos tarp tirtų rodiklių pokyčių po 6 mėnesių pagrindinėje grupėje (tarp 2 ir 3 vizito)

Rodikliai	Koreliacijos koeficientas	p vertė
ΔVO_2 max ir Δ SveikMot	0,973**	0,005
ΔVO_2 max ir Δ MET	0,953**	<0,001
Δ Svoris ir Δ KMI	0,937*	<0,001
Δ B-Chol ir Δ MTL-Chol	0,895*	<0,001
Δ Sistolinis AKS ir Δ Diastolinis AKS	0,711*	<0,001
Δ KMI ir Δ Juosmuo	0,618*	<0,001
Δ Svoris ir Δ Juosmuo	0,534*	<0,001
Δ B-Chol ir Δ TG	0,502*	0,002
Δ Sistolinis AKS ir Δ VAKS aortoje	0,497**	<0,001

Rodikliai	Koreliacijos koeficientas	p vertė
Δ Diastolinis AKS ir Δ VAKS aortoje	0,476**	0,002
Δ VAKS aortoje ir Δ Miego-šlaunies a. PBG	0,448**	0,003
Δ Miego-stipinės a. PBG ir Δ Miego-šlaunies a. PBG	0,447*	0,004
Δ Miego-stipinės a. PBG ir Δ PS aortoje	0,428*	0,003
Δ Miego-stipinės a. PBG ir Δ Sistolinis AKS	0,421*	0,008

Paaškinimai: Δ - rodiklio pokyčio vertė, VO₂ max - maksimalus deguonies suvartojimas, MET - metabolinis ekvivalentas, KMI - kūno masės indeksas, B-Chol - bendrasis cholesterolis, MTL-Chol - mažo tankio lipoproteinų cholesterolis, AKS - arterinis kraujo spaudimas, VAKS - vidutinis arterinis kraujo spaudimas, TG - trigliceridai, PS - pulsinis spaudimas, PBG - pulsinės bangos greitis, SveikMot - sveikatos motyvai. * Pearson's r, ** Spearman's rho.

5.3.12. Arterijų standumo pokyčių priklausomybių tyrimas

Siekiant detaliau išsiaiškinti miego-stipinės a. PBG pokyčio po 6 mėnesių savarankiškų aFT programos priklausomybę nuo kitų parametru pokyčių per tą patį laikotarpį pagrindinėje grupėje, atlikome miego-stipinės a. PBG pokyčio vienalypės tiesinės regresijos analizę. Nustatyta, kad miego-stipinės a. PBG sumažėjimas po 6 mėnesių statistiškai reikšmingai priklauso nuo PS aortoje, miego-šlaunies a. PBG, sistolinio AKS ir VAKS aortoje pokyčių po 6 mėnesių, kurie atitinkamai paaškina 16,4 proc., 17,8 proc., 15,5 proc. ir 11,2 proc. miego-stipinės a. PBG pokyčio variacijos (38 lentelė).

38 lentelė. Miego-stipinės arterijų pulsinės bangos greičio pokyčio per 6 mėnesius vienalypė tiesinė regresija pagrindinėje grupėje (tarp 2 ir 3 vizito)

Kintamieji	Standartizuotas beta koef.	Beta koeficiento 95%		p vertė	R ²	Koreguotas R ²
		PI				
Δ PS aortoje	0,428	0,150	0,706	0,003	0,183	0,164
Δ Miego-šlaunies a. PBG	0,447	0,153	0,741	0,004	0,200	0,178
Δ Sistolinis AKS	0,421	0,190	0,723	0,008	0,178	0,155
Δ VAKS aortoje	0,365	0,075	0,655	0,015	0,133	0,112

Paaškinimai ir sutrumpinimai: Δ – pokytis, PI – pasikliautinis intervalas, PBG - pulsinės bangos greitis, PS - pulsinis spaudimas, AKS - arterinis kraujo spaudimas, VAKS - vidutinis arterinis kraujo spaudimas, R² – determinacijos koeficientas.

Buvo sudaryti daugialypės tiesinės regresijos modeliai, vertinant miego-stipinės a. PBG pokyčio priklausomybę nuo kitų koreliavusių rodiklių pokyčių tarp 2 ir 3 vizito pagrindinėje grupėje (39 lentelė). Daugialypės tiesinės regresijos modelis, į kurį įtraukti visų vienalypėje tiesinėje regresijoje

reikšmingai koreliavusių miego-šlaunies a. PBG, PS aortoje, sistolinio AKS ir VAKS aortoje pokyčiai, miego-stipinės a. PBG pokyčio variaciją paaiškina 18,9 proc. (bendra modelio $p = 0,038$). Daugiausiai miego-stipinės a. PBG pokyčio variacijos po 6 mėnesių paaiškina daugialypės regresijos modelis, į kurį įtrauktas PS aortoje ir miego-šlaunies a. PBG pokytis. Šis modelis paaiškina 24,4 proc. miego-stipinės a. PBG pokyčio variacijos (bendra modelio $p = 0,002$).

39 lentelė. Miego-stipinės arterijų pulsinės bangos greičio pokyčio per 6 mėnesius daugialypės tiesinės regresijos modeliai pagrindinėje grupėje (tarp 2 ir 3 vizito)

Kintamieji	Standartizuotas beta koef.	Beta koeficiento 95% PI		p vertė	R^2	Koreguotas R^2	Modelio p vertė
Modelis 1							
Δ Miego-šlaunies a. PBG	0,282	-0,074	0,637	0,116	0,287	0,189	0,038
Δ PS aortoje	0,256	-0,115	0,626	0,169			
Δ Sistolinis AKS	0,334	-0,071	0,738	0,103			
Δ VAKS aortoje	-0,134	-0,562	0,294	0,526			
Modelis 2							
Δ Miego-šlaunies a. PBG	0,349	0,034	0,664	0,031	0,299	0,231	0,011
Δ PS aortoje	0,190	-0,152	0,533	0,265			
Δ Sistolinis AKS	0,261	-0,073	0,594	0,122			
Modelis 3							
Δ PS aortoje	0,299	0,003	0,594	0,048	0,284	0,244	0,002
Δ Miego-šlaunies a. PBG	0,373	0,078	0,668	0,015			
Modelis 4							
Δ PS aortoje	0,330	0,017	0,643	0,040	0,236	0,197	0,005
Δ VAKS aortoje	0,242	-0,071	0,555	0,126			
Modelis 5							
Δ Miego-šlaunies a. PBG	0,389	0,082	0,697	0,015	0,269	0,224	0,007
Δ Sistolinis AKS	0,334	0,026	0,642	0,035			

Paaškinimai ir sutrumpinimai: Δ – pokytis, PI – pasikliautinis intervalas, PBG - pulsinės bangos greitis, PS - pulsinis spaudimas, AKS - arterinis kraujo spaudimas, VAKS - vidutinis arterinis kraujo spaudimas, R^2 – determinacijos koeficientas.

Vertintas miego-stipininės a. PBG ir miego-šlaunies a. PBG pokytis pagrindinėje grupėje tarp 2 ir 3 vizito, šių rodiklių vertės po 2 vizito suskirsčius kvartilėmis (40-41 lentelė). Miego-stipininės a. PBG pokytis po 6 mėnesių savarankiškų aFT programos statistiškai reikšmingai skyrėsi skirtingose miego-stipininės a. PBG kvartilėse ($p < 0,001$), taip pat ir koregavus skaičiavimus pagal sistolinio AKS pokytį tarp 2 ir 3 vizito ($p = 0,005$). Miego-stipininės a. PBG mažėjimas po 6 mėnesių stebėtas, jei šio rodiklio reikšmė prieš pat savarankiškas aFT buvo III kvartilėje ir siekė $\geq 8,10$ m/s. Vertinant pagal skirtingas miego-šlaunies a. PBG kvartiles, miego-šlaunies a. PBG pokytis tarp 2 ir 3 vizito taip pat buvo statistiškai reikšmingas ($p = 0,027$). Pokyčio reikšmingumas išliko ir skaičiavimus koregavus pagal sistolinio AKS pokytį tarp 2 ir 3 vizito ($p = 0,039$). Miego-šlaunies a. PBG mažėjimas po 6 mėnesių stebėtas, jei šio rodiklio vertė prieš pat savarankiškas aFT priklausė III kvartilei ir siekė $\geq 7,60$ m/s.

40 lentelė. Miego-stipininės arterijų pulsinės bangos greičio pokytis tarp 2 ir 3 vizito, vertinant šio rodiklio vertes kvartilėmis po 2 vizito pagrindinėje grupėje

Kvartilė	Miego-stipininės a. PBG vertė po 2 vizito (m/s)	Pokytis (m/s)	p vertė*	p vertė**
I	<7,40	$0,87 \pm 0,92$	<0,001	0,005
II	7,40-8,09	$0,01 \pm 0,73$		
III	8,10-8,69	$-0,65 \pm 1,12$		
IV	$\geq 8,70$	$-0,93 \pm 1,34$		

Paiškinimai: PBG - pulsinės bangos greitis. Duomenys pateikti vidurkiu \pm standartiniu nuokrypiu. Paryškintas p vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$).

* ANCOVA testas, ** ANCOVA testas koreguojant pagal sistolinio arterinio kraujo spaudimo pokytį tarp 2 ir 3 vizito.

41 lentelė. Miego-šlaunies arterijų pulsinės bangos greičio pokytis tarp 2 ir 3 vizito, vertinant šio rodiklio vertės kvartilius po 2 vizito pagrindinėje grupėje

Kvartilė	Miego-šlaunies a. PBG vertė po 2 vizito (m/s)	Pokytis (m/s)	<i>p</i> vertė*	<i>p</i> vertė**
I	<6,80	0,43 ± 0,82	0,027	0,039
II	6,80-7,59	0,34 ± 0,93		
III	7,60-8,39	-0,42 ± 1,10		
IV	≥8,40	-0,72 ± 1,24		

Paaškinimai: PBG - pulsinės bangos greitis. Duomenys pateikti vidurkiu ± standartiniu nuokrypiu. Paryškintas *p* vertės šriftas reiškia statistiškai reikšmingą vertę ($p < 0,05$).

* ANCOVA testas, ** ANCOVA testas koreguojant pagal sistolinio arterinio kraujo spaudimo pokytį tarp 2 ir 3 vizito.

6. REZULTATŲ APTARIMAS

Šio tyrimo pagrindinis tikslas buvo palyginti MetS turintiems asmenims taikytus du FA priežiūros modelius: įprastą – kai po ambulatorinių, tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimų aFT vėliau suteikiamos tik FA rekomendacijos savarankiškoms treniruotėms, ir kombinuotą FA priežiūros modelį – kai po ambulatorinėmis sąlygomis atliktų aFT teikiamos ne tik FA rekomendacijos, bet ir papildomai taikoma nuotolinė savarankiškų aFT priežiūra naudojantis išmaniosiomis priemonėmis. Kad būtų galima atlikti tokį palyginimą, šio tyrimo pasiruošimo etape, bendradarbiaujant su IT specialistais, buvo sukurtas originalus, interaktyvus FA priežiūros modelis, susidedantis iš keleto skirtingų komponentų. Vienas iš svarbiausių interaktyvaus FA priežiūros modelio komponentų – šiame tyrime specialiai sukurta, savarankiškoms aFT skirta FA savimonitoravimo aplikacija, susieta su išmaniuoju telefonu bei nešiojamuoju ŠSD registratoriumi. Aplikacijoje integruotas FA laikymosi algoritmas įgalino asmenį palaikyti jam individualiai parinktą fizinio krūvio intensyvumą treniruojantis, realiu laiku registruojant ir palaikant ŠSD treniruojamose ribose. Kitas interaktyvaus FA priežiūros modelio komponentas „Kardiotreniročių portalas“ leido tiek tiriamajam asmeniui, tiek tyrėjui stebėti duomenų bazėje sukauptus fizinių treniruočių duomenis, pateiktus elektroniniame dienyne, vertinti kardiometabolinės rizikos pokyčius dinamikoje, naudojantis kardiometabolinės rizikos bei fizinio krūvio vertinimo ir monitoravimo kompiuteriniu protokolu. Šio tyrimo pagrindinės grupės tiriamiesiems, turintiems padidėjusią kardiometabolinę riziką, po 2 mėnesius trukusios aFT programos klinikoje, 6 mėnesius buvo taikoma naujai sukurta interaktyvi FA priežiūra namų sąlygomis. Interaktyvus FA priežiūros modelis leido apjungti medicinos personalo tiesiogiai klinikoje prižiūrimas aFT ir savarankiškai atliekamas aFT į vieną 8 mėnesių individualiai parinktą aFT programą, kurios siekis buvo padidinti asmenų su padidėjusia kardiometaboline rizika motyvaciją užsiimti fizine veikla, padidinti FA lygį kasdieniniame gyvenime bei pagerinti FA rekomendacijų laikymąsi, tinkamai atliekant sveikatai ypač naudingas aFT.

Dviejų FA priežiūros modelių veiksmingumo palyginimas buvo atliekamas, vertinant pagrindinių kardiometabolinių rodiklių, kraujagyslinių žymenų, KRFP, anketinių duomenų pokyčius dinamikoje tarp asmenų turinčių MetS. Tiek pagrindinė, tiek kontrolinė grupė tyrimo pradžioje dalyvavo 2 mėnesių aFT programoje klinikoje su tiesiogine medicinos personalo priežiūra, po kurios abiejų grupių tiriamieji dalyvavo pagrindinėje motyvacinėje konsultacijoje ir gavo standartines FA rekomendacijas

savarankiškoms aFT. Tik pagrindinės grupės tiriamieji greta FA rekomendacijų laikymosi naudojosi išmaniosiomis priemonėmis 6 mėnesius atlikdami savarankiškas aFT. Kontrolinės grupės tiriamieji 6 mėnesius savarankiškai treniravosi tik pagal pateiktas standartines FA rekomendacijas. Visų tiriamųjų ištyrimas vyko prieš 2 mėnesių aFT programą (1 vizitas), prieš 6 mėnesių savarankišką aFT programos dalį (2 vizitas) ir po visos 8 mėnesių aFT programos (3 vizitas). Norėdami įvertinti visos 8 mėnesių aFT programos veiksmingumą, rodiklių pokyčiai buvo analizuoti tarp 1 ir 3 vizito. Siekdami įvertinti 6 mėnesių savarankišką aFT programos dalies, kurioje naudotasi išmaniaisiais prietaisais, veiksmingumą, rodiklių pokyčiai grupėse buvo nagrinėti tarp 2 ir 3 vizito.

6.1. Visos aerobinių treniruočių programos ir savarankiškų aerobinių treniruočių programos dalies, naudojant išmaniuosius prietaisus, poveikis kardiorespiraciniam pajėgumui

Pripažintas aerobinės treniruotės intensyvumo parinkimas ir vertinimas yra paremtas asmens KRFP atspindinčiais rodikliais: VO_2 max ir $\dot{V}SD$ max⁷²⁻⁷⁴. Asmens KRFP yra laikomas nepriklausomu mirštamumo nuo ŠKL rizikos veiksnio⁷⁵. Nustatyta, jog pagerinus VO_2 max vertę bent 3,5 ml/kg/min, mirtinų KV įvykių rizika sumažinama 19 proc.⁷⁵.

Mūsų tiriamųjų KRFP rodikliai, VO_2 max ir MET, buvo vertinami prieš ir po visos 8 mėnesių aFT programos, apimančios 2 mėnesių ambulatorinę aFT programą ir 6 mėnesių savarankišką aFT programą, kurioje pagrindinės grupės tiriamieji treniravosi, naudodamiesi $\dot{V}SD$ registratoriumi ir išmaniuoju telefonu su mobiliąja aplikacija, o kontrolinės grupės tiriamieji treniravosi įprastai, remdamiesi tik pateiktomis standartinėmis FA rekomendacijomis, nagrinėjome KRFP pokyčius. Tiek pagrindinėje, tiek kontrolinėje grupėje stebėtas statistiškai reikšmingas VO_2 max padidėjimas, kuris buvo kiek ženklėnis pagrindinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe (11,71 proc., $p < 0,001$ vs. 8,51 proc., $p < 0,001$, atitinkamai). Panašiai abejuose grupėse didėjo ir MET vertė, tačiau vėlgi po 8 mėnesių pagrindinėje grupėje šio rodiklio pokytis buvo kiek didesnis nei kontrolinėje grupėje (11,13 proc., $p < 0,001$ vs. 7,82 proc., $p = 0,002$, atitinkamai). Toks gana tolygus VO_2 max ir MET padidėjimas pagrindinėje ir kontrolinėje grupėje, panašu, sietinas su tuo, jog programos pradžioje abiejų grupių tiriamiesiems buvo taikoma 2 mėnesių aFT programa su tiesiogine medicinos personalo priežiūra, treniruočių intensyvumą palaikant pagal treniruojamąjį $\dot{V}SD$. Tik pagrindinės grupės tiriamieji po 2 mėnesių ambulatorinių aFT savarankiškai treniravosi 6 mėnesius, palaikydami treniruočių intensyvumą pagal treniruojamąjį $\dot{V}SD$ su

išmaniųjų prietaisų pagalba. Tai leido pagrindinės grupės tiriamiesiems po visos 8 mėnesių aFT programos pasiekti reikšmingą treniruojamojo ŠSD sumažėjimą, kuris vidutiniškai siekė 3,5 k./min. (-3,44 proc., $p = 0,007$). Treniruojamasis ŠSD kontrolinėje grupėje po 8 mėnesių net padidėjo, vidutiniškai per 1,5 k./min., todėl šio rodiklio pokyčiai reikšmingai skyrėsi tarp grupių ($p < 0,001$). Remiantis ROC metodu, nustatyta optimali treniruojamojo ŠSD pokyčio reikšmė – sumažėjimas ≥ 2 k./min. (jautrumas – 0,603, specifiškumas – 0,735). Pasiekti optimalų treniruojamojo ŠSD sumažėjimą po 8 mėnesių aFT programos pagrindinės grupės tiriamieji turėjo net 4,23 kartus daugiau šansų nei kontrolinės grupės tiriamieji ($p = 0,002$). Tai parodo, kad 2 mėnesių paruošiamoji aFT programa ambulatorinėje grandyje yra būtina, nukreipianti pacientą tinkama linkme prieš savarankiškų treniruočių atlikimą.

Kitų tyrimų, kurie būtų vertinę KRFP pokyčius asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika po kombinuotos priežiūros aFT programos, derinusios ambulatorines ir savarankiškas aFT su išmaniųjų prietaisų naudojimu, nebuvo rasta. Daugiausia tyrimuose KRFP pokyčiai tiriamai populiacijai buvo vertinti po tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimų aFT programų. Kang ir kt. savo tyrime nagrinėjo 12 savaičių aFT programos poveikį MetS turintiems asmenims ir nustatė, jog tik besitreniravusiems tiriamiesiems reikšmingai padidėjo VO_2 max ($p < 0,001$), kuomet kontrolinėje grupėje reikšmingo VO_2 max pokyčio nebuvo gauta¹⁹⁰. Tiriant intervalinių aFT poveikį, gautas 14 proc. VO_2 max padidėjimas bei reikšmingas treniruojamojo ŠSD sumažėjimas ($p < 0,05$) asmenims su MetS⁸⁹, panašiai kaip ir mūsų tyrimo pagrindinėje grupėje. 2017 m. paskelbta meta-analizė nurodė, jog tyrimuose, kuriuose buvo tiriamas aFT programų poveikis, VO_2 max MetS turintiems asmenims vidutiniškai padidėjo per 3 ml/kg/min ($p < 0,000001$)¹⁵⁶. Vėlesniuose tyrimuose taip pat stebėtas reikšmingas VO_2 max padidėjimas nutukimą ir/ar MetS turintiems asmenims po tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimų aFT programų, palaikant reikiamą krūvio intensyvumą^{70,92,189,218}, taip pat ir po ilgesnės trukmės gyvensenos programų, kuriose taikytos aFT^{219,220}. Tarpusavyje lyginant dvi skirtingo intensyvumo aFT programas, atliekant didelio intensyvumo intervalines treniruotes ar vidutinio intensyvumo aFT, asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika abiejų tipų aFT programos panašiai reikšmingai padidino VO_2 max^{221–223}. Taip pat reikšmingas VO_2 max padidėjimas stebėtas Bagheri ir kt. tyrime atsvarį ar nutukimą turintiems asmenims po įvairių aFT ir jėgos treniruočių kombinacijų, lyginant su kontroline grupe²²⁴. Norha ir kt. pabandė išsiaiškinti, ar asmenims su MetS KRFP pagerėja ženkliau nepadidinus FA lygio, bet 6 mėnesius kasdien bent 1 valanda sumažinus sedėjimo laiką²²⁵. Šių tyrėjų

rezultatai parodė, jog vien sedėjimo laiko sumažinimas, nepadidinus FA lygio ženkliau nepagerina VO_2 max, tačiau žingsnių skaičiaus per dieną padidinimas gali padidinti VO_2 max²²⁵. Vis tik svarbu palaikyti pakankamą FA lygį, kad KRFP taip pat išliktų stabilus. Jau po 3 savaitių nutrauktų reguliarių aFT asmenims su antsvoriu stebėtas VO_2 max sumažėjimas Ramirez-Jimenez ir kt. tyrime (pokytis nuo $2,81 \pm 0,54$ iki $2,65 \pm 0,53$ ml/kg/min, $p = 0,002$)²²⁶. Taigi, įvertinus prieš tai aptartų tyrimų rezultatus, mūsų tyrime jau nebuvo tiriamas 2 mėnesių trukmės aFT programos efektyvumas gerinti MetS turinčių pacientų KRFP, o nagrinėtas kombinuotos priežiūros aFT programos, derinančios tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimumą aFT ir nuotoliniu būdu prižiūrimumą savarankiškų aFT, poveikis KRFP rodikliams.

Mūsų tyrime KRFP pokyčius nagrinėjome ir tarp 2 ir 3 vizito, kas atitiko 6 mėnesių savarankiškų aFT programą. Tiek pagrindinėje grupėje, tiek kontrolinėje grupėje po 6 mėnesių vis tik stebėtas nežymus VO_2 max mažėjimas (-0,63 proc. vs. -1,12 proc., atitinkamai) ir MET vertės mažėjimas (-0,96 proc. vs. -1,75 proc., atitinkamai), pokyčiams nesiekiant statistinio reikšmingumo. Tai leidžia manyti, jog abiejų grupių tiriamieji savarankiškai treniravosi ne taip intensyviai, kaip per 2 mėnesių aFT programą su tiesiogine medicinos personalo priežiūra, kuri buvo taikyta visiems tiriamiesiems prieš savarankiškų aFT laikotarpį. Visgi tarp 2 ir 3 vizito, kas atitiko 6 mėnesių savarankiškų aFT programos dalį, tik pagrindinėje grupėje gautas statistiškai reikšmingas treniruojamojo ŠSD sumažėjimas, vidutiniškai per 2,5 k./min. ($p = 0,012$). Šio rodiklio pokytis reikšmingai skyrėsi tarp pagrindinės ir kontrolinės grupės (-2,50 proc. vs. -0,35 proc., atitinkamai, $p = 0,005$). Remiantis ROC metodu, nustatyta optimali treniruojamojo ŠSD pokyčio reikšmė – sumažėjimas ≥ 1 k./min. (jautrumas – 0,603, specifiskumas – 0,737). Lyginant su kontroline grupe, pagrindinės grupės tiriamieji turėjo net 4,26 kartus daugiau šansų po 6 mėnesių pasiekti optimalų treniruojamojo ŠSD sumažėjimą ($p = 0,001$). Įdomus radinys buvo ir tas, jog VO_2 max pokytis po 6 mėnesių pagrindinėje grupėje reikšmingai teigiamai koreliavo su sveikatos motyvų balų įverčių pokyčiu po 6 mėnesių ($\rho = 0,973$, $p = 0,005$). Taigi KRFP pagerėjimas pagrindinėje grupėje buvo aiškiai susijęs su didesne motyvacija pagerinti sveikatos rodiklius.

Asmenų su padidėjusia kardiometaboline rizika KRFP pokyčiai po įvairių nuotoliniu būdu prižiūrimumą aFT programų pradėti tirti visai neseniai. 2019 m. publikuotas tyrimas tarpusavyje lygino tris 12 savaitių trukmės aFT programas: 1) tiesiogiai klinikoje medicinos personalo prižiūrimas didelio intensyvumo intervalines treniruotes, 2) virtualiai prižiūrimas vidutinio pastovaus intensyvumo treniruotes namų sąlygomis, 3) didelio intensyvumo

intervalines treniruotes, atliktas namų sąlygomis be jokios priežiūros⁹¹. Buvo nustatytas reikšmingas VO₂ max padidėjimas visose trijose programų grupėse dalyvavusiems tiriamiesiems ($p < 0,001$), kas parodė, jog namų sąlygomis atliekamos didelio intensyvumo intervalinės treniruotės gali ne ką prasčiau pagerinti nutukusių ir padidėjusią KV riziką turinčių asmenų KRFP, nei įprastos, ambulatorinės aFT⁹¹. Kitas tais pačiais metais Höchsmann ir kt. atliktas tyrimas su atsvarių turinčiais CD pacientais pademonstravo, jog 24 savaites trukusi gyvenosenos programa, naudojant išmaniajame telefone esantį FA skatinantį žaidimą, reikšmingai pagerino tiriamųjų KRFP, nustatytą pagal VO₂ max ties VT1 ($p < 0,001$)²²⁷. Pilotiniame tyrime dalyvavę MetS turintys asmenys 12 savaičių atliko savarankiškas aFT namų sąlygomis, naudodamiesi į išmaniajame telefone įdiegta „Polar Beat“ aplikacija ir optiniu ŠSD registratoriumi (*Polar M430 GPS, Polar Electro Oy, Kempele, Suomija*), ir taip 15 proc. padidino savo VO₂ max (4.7 ± 8.4 mL/kg/min, $p < 0,05$)²²⁸. Tačiau pastarajame tyrime nebuvo kontrolinės grupės. Morales-Palomo ir kt. prospektyvinis tyrimas parodė, jog MetS turintiems asmenims, dalyvavusiems 4 mėnesių savarankiškų aFT programoje, naudojant stacionarų dviratį ir ant riešo tvirtinamą FA sekimo prietaisą (*Polar Electro Oy, Kempele, Suomija*), po 5 metų nuo tyrimo pradžios KRFP reikšmingai padidėjo (vidutiniškai per 1,1 MET, $p < 0,001$), o kontrolinėje grupėje buvusiems tiriamiesiems – KRFP sumažėjo (vidutiniškai per 0,5 MET, $p = 0,025$)²²⁹. 2022 m. atliktame tyrime asmenys su MetS buvo paskirstyti į tris skirtingas 6 mėnesių gyvenosenos programas: 1) įprastos mitybos, 2) viduržemio jūros dietos, dažniau valgant, 3) viduržemio jūros dietos ir savarankiškų aFT su tiesiogine ir nuotoline medicinos personalo priežiūra²³⁰. Visų tyrimo dalyvių buvo prašoma pasiekti ne mažiau nei 10,000 žingsnių per dieną ir tuo tikslu kiekvienam tiriamajam buvo duotas akcelerometras (*ActiGraph wGT3X-B; Pensacola, Florida, JAV*)²³⁰. Pastarasis tyrimas pademonstravo, jog KRFP pagerėjo tiems asmenims su MetS, kurie dalyvavo viduržemio jūros dietos ir aFT programoje²³⁰.

Mūsų tyrime mitybos korekcija tiriamiesiems nebuvo taikyta. Kitų tyrimų, vertinančių treniruojamojo ŠSD pokyčius po savarankiškų aFT su nuotoline priežiūra padidėjusios kardiometabolinės rizikos asmenims, nebuvo rasta. Taigi mūsų tyrime nustatytas reikšmingas treniruojamojo ŠSD pagerėjimas pagrindinėje grupėje yra vienas iš pirmųjų rezultatų šioje srityje. Iš aptartų tyrimų galima matyti, jog savarankiškos aFT su nuotoline priežiūra turi potencialo, gerinant padidėjusią kardiometabolinę riziką turinčių asmenų KRFP.

6.2. Visos aerobinių treniruočių programos ir savarankiškų aerobinių treniruočių programos dalies, naudojant išmaniuosius prietaisus, poveikis nerimo ir depresijos lygiui

Nustatytas ryšys tarp depresijos ar nerimo simptomų ir tam tikrų MetS komponentų, tokių kaip pilvinio tipo nutukimas, subklinikiniai aterosklerozės požymiai ir sutrikusi gliukozės apykaita^{231–233}. Yra tyrimų, kurie MetS labiau sieja su depresiniais simptomais, o ne su nerimu^{205,206}. Nepaisant prieštarų pastebėjimų, lyginant su bendra populiacija, tarp MetS turinčių asmenų yra daugiau nerimo ir depresijos atvejų²³⁴, todėl svarbu ieškoti efektyvių priemonių, mažinančių nerimo ir depresijos lygį šiems asmenims.

Mūsų tyrime buvo nagrinėtas 8 mėnesių aFT programos, susidedančios iš 2 mėnesius trukusių ambulatorinių aFT ir po jų sekusių 6 mėnesių savarankiškų aFT programos dalies, poveikis asmenų su MetS nerimo ir depresijos lygiui. Po 8 mėnesių statistiškai reikšmingai nerimo ir depresijos lygis balais sumažėjo tik pagrindinėje grupėje, naudojusioje išmaniuosius prietaisus (atitinkamai $p = 0,008$ ir $p = 0,001$). Nerimo lygis pagrindinėje grupėje vidutiniškai sumažėjo per 1,72 balo, o depresijos lygis – per 1,40 balo. Kontrolinėje grupėje po 8 mėnesių aFT programos reikšmingų nerimo ir depresijos įverčių pokyčių negauta. Ilgesnis stebėjimo laikotarpis leido mūsų tyrime gauti reikšmingą nerimo ir depresijos įverčių pokytį pagrindinėje grupėje. Nors programos pradžioje abiejų grupių tiriamieji 2 mėnesius atliko aFT su tiesiogine medicinos personalo priežiūra, tačiau tik pagrindinės grupės tiriamieji likusius 6 programos mėnesius savarankiškai atliko aFT su nuotoline priežiūra, panaudojant išmaniuosius prietaisus.

Kito tyrimo, kuris būtų analizavęs kombinuotos priežiūros aFT programos, derinusios ambulatorines ir savarankiškas aFT su išmaniųjų prietaisų naudojimu, poveikį MetS pacientų depresijos ir nerimo simptomams, nebuvo rasta. Daugiausia duomenų sukaupta apie tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimų aFT programų poveikį psichoemocinei CD sergančių pacientų būklei. Maharaj ir kt. atliktame tyrime CD sergančios moterys, kurios dalyvavo 12 savaičių programoje, atlikdamos aFT ant bėgtakio, pagerino savo nerimo ir depresijos įverčius, lyginant su kontroline grupe, kurioje tiriamosios dalyvavo tik nuotolinėse paskaitose apie sveiką mitybą, CD ir psichoemocinę sveikatą²³⁵. Kitame tyrime taip pat buvo taikoma 12 savaičių aFT programa su tiesiogine medicinos personalo priežiūra, tik treniruotes atliekant vandenyje ir jų intensyvumą palaikant pagal ŠSD regulatoriaus duomenis, kas net 57 proc. sumažino CD sergančių pacientų depresijos lygį ir 41 proc. sumažino nerimo lygį, vertintą balais pagal Beko depresijos ir nerimo klausimynus¹⁶³. Tačiau

paminėtina, jog pastarajame tyrime nebuvo taikyta kontrolinė grupė. Lyginant tarpusavyje 12 savaičių vandenyje atliekamų aFT ir 12 savaičių sausumoje atliekamų aFT programas, gauta, jog CD sergantiems pacientams abi programos reikšmingai pagerino su gyvenimo kokybe susijusius psichologinius aspektus ($p < 0,05$), tačiau nė viena programa reikšmingai nepakeitė depresijos lygio pagal Beko depresijos klausimyno įverčius¹⁶². Gilani ir kt. 12 savaičių aFT programą derino su jėgos treniruotėmis ir pademonstravo reikšmingą nerimo lygio sumažėjimą programoje dalyvavusiems CD sergantiems pacientams ($p = 0,044$) be ženklensio pokyčio depresijos lygiui ($p = 0,078$)¹⁶¹. Vis tik rasta tyrimų, kurie parodė, jog tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimos aFT programos gali sumažinti depresijos lygį pacientams su CD^{164,236}. Taigi klinikose atliekamų aFT programų poveikis CD sergančių pacientų psichoemocinei būklei tyrimuose vis dar aiškiai skiriasi.

Keletas atliktų tyrimų su nutukimą turinčiais asmenimis parodė teigiamą gyvensenos programų, taikančių tiesiogiai prižiūrimas aFT, poveikį šių asmenų nerimo ir depresijos lygiui^{168,170}. Vis dar trūksta duomenų ir apie MetS turinčių asmenų nerimo ir depresijos simptomų pokyčius po klinikose taikomų aFT programų. Konkrečiai MetS turinčias moteris į savo 12 savaičių aFT programą įtraukė Morga ir kt. bei nustatė, jog po atliktos programos tiriamųjų depresijos lygis sumažėjo net 37 proc., vertinant pagal geriatrinės depresijos skalės įverčius (GDS-15), o streso lygis sumažėjo 23 proc., vertinant pagal streso lygio klausimyną (SLQ) (abu $p < 0,01$)¹⁵⁸. Tačiau aptartas tyrimas buvo observacinio pobūdžio ir neturėjo kontrolinės grupės tiriamųjų. Mūsų tyrėjų grupė atliko prospektyvinį tyrimą, kuriame buvo vertintas ambulatorinės 2 mėnesių aFT programos, taikytos ir šiame doktorantūros darbe visiems tiriamiesiems prieš savarankiškų aFT programą, poveikis MetS turinčių asmenų psichoemocinei būklei²³⁷. Rezultatai parodė, jog 2 mėnesių tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimų aFT programa reikšmingai sumažina MetS pacientų depresijos lygį, vertintą pagal HADS skalės įverčius ($p = 0,021$)²³⁷. Taigi, pritaikydami efektyvią 2 mėnesių aFT programą klinikoje ir papildomai 6 mėnesiams programą pratęsdami savarankiškomis aFT su nuotoline priežiūra, reikšmingai sumažiname MetS turinčių asmenų ne tik depresijos, bet ir nerimo lygį. Mūsų žiniomis, šiame doktorantūros darbe gauti rezultatai yra vieni iš pirmųjų šioje srityje.

Nerimo ir depresijos lygio pokyčiai pagal HADS klausimyno įverčius mūsų tyrime buvo vertinami po 6 mėnesius taikytos savarankiškų aFT programos, kurioje pagrindinės grupės tiriamieji nuotoliniu būdu buvo prižiūrimi, naudojantis išmaniųjų prietaisų pagalba. Nors pokyčiai grupių

viduje ir tarp grupių nesiekė statistinio reikšmingumo, tačiau tik pagrindinėje grupėje po 6 mėnesių mažėjo nerimo ir depresijos lygis (-20,87 proc. ir -8,78 proc., atitinkamai), kuomet kontrolinėje grupėje nerimo ir depresijos lygis padidėjo (7,44 proc. ir 6,53 proc., atitinkamai). Gautas rezultatas parodė, jog FA savimonitoravimo prietaisų naudojimas, atliekant savarankiškas aFT, ir nuotolinė medicinos personalo priežiūra teigiamai veikia MetS turinčių asmenų psichoemocinę būklę.

Panašiai kaip mūsų tyrime, kita tyrėjų grupė po 6 mėnesių savarankiškų aFT telemonitoravimo, naudojant išmaniuosius telefonus su mobiliąja aplikacija, reikšmingo skirtumo tarp intervencinės ir kontrolinės grupės tiriamųjų su MetS, vertinant depresijos ir nerimo lygio pokyčius, nestebėjo^{174,175}. Tiek savarankiškų aFT programoje dalyvavusių, tiek kontrolinės grupės tiriamųjų depresijos ir nerimo įverčiai pagal HADS klausimyną reikšmingai sumažėjo po 6 mėnesių (abi grupės, $p < 0,01$), tačiau buvo pabrėžta, jog programoje dalyvavusiems rodiklių pokyčiai buvo ženkliai¹⁷⁴. Kita 6 mėnesius trukusi elektroninė kardiometabolinės rizikos mažinimo programa su taikytomis video konferencijomis, mokomaisiais įrašais asmenims su nutukimu reikšmingiau nesumažino streso ir kitų psichoemocinės sveikatos rodiklių, vertintų pagal PHQ-9 ir GAD-7 klausimynus bei suvokiamo streso skalę²³⁸. Vis tik teigiami streso ir kitų psichoemocinės sveikatos rodiklių pokyčiai kiek ženkliu stebėti tarp iš karto į programą įtrauktų tiriamųjų nei tų, kurie į programą buvo įtraukti po laukimo laikotarpio²³⁸. 2023 m. buvo atliktas pilotinis tyrimas su MetS turinčiais asmenimis, kurių savarankiškos aFT 12 savaitių buvo telemonitoruojamos, naudojantis praktiškai tais pačiais išmaniaisiais prietaisais, kaip mūsų tyrime: ant krūtinės ląstos tvirtinamu ŠSD registratoriumi Polar H10 arba ant riešo tvirtinamu optiniu ŠSD registratoriumi-laikrodžiu Polar M430 GPS, prijungtais prie išmaniojo telefono su FA sekimo aplikacija „Polar Beat“ (*Polar Electro Oy, Kempele, Suomija*)²²⁸. Minėtame tyrime MetS turinčių asmenų depresijos lygis po 12 savaitių, vertintas pagal Becko depresijos klausimyną (angl. *Beck Depression Inventory*), reikšmingiau nekito²²⁸, tačiau tyrime nebuvo įtraukta kontrolinės grupės tiriamųjų. Verta pažymėti tai, jog mūsų tyrime pagrindinės grupės tiriamieji be išmaniųjų prietaisų naudojami ir specialiai tyrimui sukurta FA savimonitoravimui skirta mobiliąja aplikacija. Reikšmingesnio nerimo ir depresijos lygio pokyčio nutukusiems asmenims su PAH, prediabetu ar CD nepavyko pademonstruoti Taylor ir kt., kurie net 1 metus taikė elektroninio pobūdžio gyvenamosios programą, skatinusią tiriamuosius naudotis žingsniamačiu ir taip didinti savo FA lygį²³⁹. Nors aptartuose tyrimuose padidėjusią kardiometabolinę riziką turintiems

asmenims savarankiškos aFT su nuotoline priežiūra reikšmingiau nepaveikė jų depresijos ir nerimo lygio, vis tik rasta tyrimų, kuriuose taip pat išmaniąsias priemones naudojusios, bet laisvesnio pobūdžio gyvensenos programos parodė teigiamą efektą^{177,179,240,241}. 2023 m. Khunti ir kt. publikuotas tyrimas parodė, jog moterims, turėjusioms gestacinį diabetą, 1 metus trukusi gyvensenos programa, naudojant mobiliąją aplikaciją su žingsnių sekimu ir FA skatinimo priemonėmis, reikšmingai sumažino jų nerimo lygį ($p = 0,031$)²⁴⁰. Kitas 2023 m. Seo ir kt. atliktas tyrimas antsvorį turinčioms moterims 8 savaites taikė virtualios realybės pratimus, aFT ant stacionaraus dviračio arba netaikė jokios intervencijos, kas atitiko kontrolinę grupę²⁴¹. Minėtas tyrimas parodė, jo reikšmingiausiai po 8 savaičių depresijos lygis sumažėjo antsvorį turinčioms moterims, kurios atliko virtualios realybės pratimus²⁴¹. Taigi galima matyti, jog depresijos ir nerimo lygio pokyčiai gali labai priklausyti nuo taikomos aFT programos metodikos. Gyvensenos programa, kurioje išmaniosiomis priemonėmis interaktyviai palaikomas ryšys tarp tiriamojo ir tyrėjo, leidžia ženkliau pagerinti padidėjusią kardiometabolinę riziką turinčių asmenų psichoemocinę būklę. Mūsų tyrimo 6 mėnesių savarankiškų aFT programa taip pat buvo interaktyvi, kadangi pagrindinės grupės tiramieji galėjo naudotis ne tik išmaniajame telefone esančia aplikacija, kurioje buvo reguliariai gaunami komentarai apie pasiektus rodiklius, pasveikinančios, motyvuojančios žinutės, bet ir kardiorenteriuočių portalu su jame esančiu kardiometabolinės rizikos vertinimo kompiuteriniu protokolu. Taip pat pagrindinės grupės tiramieji, galėjo, esant poreikiui, tiesiogiai susisiekti su tyrėju ir aptarti kilusius klausimus. Vis tik verta pabrėžti, jog mūsų tyrimas daugiausia buvo skirtas ne telemedicininei priežiūrai tirti, bet tiriamųjų savimonitoravimui skatinti, kas gali padidinti jų motyvaciją treniruotis.

6.3. Visos aerobinių treniruočių programos ir savarankiškų aerobinių treniruočių programos dalies, naudojant išmaniuosius prietaisus, poveikis hemodinamikai

Šiame tyrime analizavome MetS turinčių asmenų hemodinaminių rodiklių – sistolinio AKS ir diastolinio AKS bei ramybės ŠSD, pokyčius po visos 8 mėnesių aFT programos, prasidėjusios nuo 2 mėnesius trunkančių aFT su tiesiogine medicinos personalo priežiūra, po kurių sekė 6 mėnesius atliekamos savarankiškos aFT, kurias tik pagrindinės grupės tiramieji atliko naudodamiesi išmaniaisiais prietaisais. Sistolinis AKS pagrindinėje grupėje sumažėjo vidutiniškai per 1,9 mmHg, tačiau kontrolinėje grupėje šio rodiklio

sumažėjimas buvo statistiškai reikšmingas, pokyčiui vidutiniškai siekiant 4,2 mmHg ($p = 0,008$). Tarp grupių reikšmingai skyrėsi diastolinio AKS pokytis po 8 mėnesių ($p = 0,033$), šiuo atveju stebint kiek ženklėsnį rodiklio sumažėjimą pagrindinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe (-4,4 mmHg, $p = 0,002$ vs. -3,8 mmHg $p < 0,001$). Nors negauta reikšmingesnio sistolinio AKS sumažėjimo pagrindinėje grupėje, o diastolinis AKS sumažėjimas stebėtas abejose grupėse, verta pažymėti, jog tyrimo pradžioje sistolinio AKS ir diastolinio AKS vidurkiai tarp grupių reikšmingai skyrėsi ir pagrindinėje grupėje jie buvo didesni. Be to, yra paskaičiuota, jog po reguliariai atliktų fizinių treniruočių pasiektas kad ir nedidelis sistolinio AKS sumažėjimas, vidutiniškai per 2-3 mmHg, jau leidžia sumažinti besitreniruojančio asmens AŠKL išsivystymo riziką 5-9 proc., insulto riziką – 8-14 proc., o bendrąjį mirtingumą – 4 proc.²⁴².

Daugelyje tyrimų, kuriuose tiriami asmenų su padidėjusia kardiometaboline rizika hemodinaminiai pokyčiai po fizinių treniruočių, taikomos tik tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimos aFT, nederinant jų su savarankiškais treniruotėmis, naudojantis išmaniaisiais prietaisais^{89,90,92,190,243–245}. Meta-analizė, įtraukusi 17 klinikinių tyrimų su pacientais sergančiais 2 tipo CD, parodė, jog reguliarios aFT reikšmingai sumažino sistolinį AKS ir diastolinį AKS šiems pacientams ($p < 0,001$)²⁴⁶. Slivovskajos ir kt. tyrimas, konkrečiai analizavęs 126 MetS turinčių asmenų hemodinaminių rodiklių pokyčius po 2 mėnesių aFT programos su tiesiogine medicinos personalo priežiūra, pademonstravo reikšmingą ne tik sistolinio AKS ($p < 0,015$), diastolinio AKS ($p = 0,004$), bet ir ramybės ŠSD verčių sumažėjimą⁹². Mūsų tyrime ŠSD pokytis po 8 mėnesių aFT programos tiek pagrindinėje, tiek kontrolineje grupėje buvo statistiškai reikšmingas ($p = 0,004$ vs. $p < 0,001$), tačiau kiek ženklėsnis ramybės ŠSD sumažėjimas gautas pagrindinėje grupėje, kurioje tiriamieji savarankiškai treniravosi su išmaniaisiais prietaisais, pokyčiui vidutiniškai siekiant 4,1 k./min. Kontrolinėje grupėje ramybės ŠSD sumažėjo vidutiniškai per 3 k./min. Kitame klinikiniame tyrime MetS turinčiomis moterims 12 savaičių aFT programa reikšmingai sumažino jų ramybės ŠSD ($p < 0,001$), kuomet besitreniravusių moterų grupėje ramybės ŠSD prieš programą buvo $79,4 \pm 6,5$ k./min. ir po programos – $76,5 \pm 5,9$ k./min., o kontrolineje grupėje ramybės ŠSD prieš programą buvo $78,1 \pm 6,6$ k./min. ir po programos – $78,3 \pm 4,9$ k./min.¹⁹⁰. De Moraes ir kt. atliktas tyrimas pademonstravo, jog 9 savaites lauke atliekamos aFT reikšmingai sumažino diastolinį AKS ($p < 0,001$) asmenims, turintiems KV rizikos veiksnių²⁴³. Vėlgi reikšmingą hemodinamikos pagerėjimą, sumažėjus konkrečiai diastoliniam AKS ($p <$

0,001), nustatė Mora-Rodriguez ir kt., savo tyrime taikę intervalines aFT nutukusiems asmenims su MetS⁸⁹. Taikant 1 metus trukusią sveikos gyvensenos programą, koreguojančią mitybos įpročius ir didinančią FA lygį, pacientams su MetS reikšmingai sumažėjo abu AKS rodikliai ($p < 0,01$), tačiau ženkliau sumažėjo diastolinis AKS, lyginant su sistoliniu AKS (atitinkamai, -4,0 proc. vs. -3,4 proc.)²²⁰. Netgi ilgo sėdėjimo nutraukimai, atliekant bent 2 minutes truncančias lengvo ar vidutinio intensyvumo aFT, nutukusiems asmenims siejami su žemesniu sistoliniu ir diastoliniu AKS²⁴⁷. Tačiau tyrimai, kuriuose padidėjusią kardiometabolinę riziką turintiems asmenims taikomos aFT su jėgos treniruotėmis, pateikia prieštarungus rezultatus hemodinamikos pokyčiams^{70,77,104}. Aerobinių ir jėgos treniruočių programos, trukusios 12 savaičių, nutukusiems asmenims reikšmingai pagerino sistolinį AKS ($p < 0,05$)^{70,104}. Kita kombinuota 24 savaičių aerobinių ir jėgos treniruočių programa lėmė reikšmingą diastolinio AKS ir ramybės ŠSD sumažėjimą, tačiau reikšmingiau nesumažino sistolinio AKS pokyčio tarp nutukusių asmenų⁷⁷. Vis tik prieš tai aptarti kitų autorių tyrimai netaikė papildomos, ilgalaikės, nuotolinės savarankiškų treniruočių priežiūros išmaniaisiais prietaisais po aFT programos, kaip mūsų tyrime, todėl juose pateikti rezultatai atspindi tik tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimų aFT programos poveikį hemodinaminiais rodikliais.

Hemodinaminių rodiklių pokyčiai šiame tyrime buvo analizuoti ir tik po 6 mėnesius savarankiškai atliktų aFT, naudojant išmaniuosius prietaisus (pagrindinė grupė), lyginant su įprasta priežiūra, kai asmuo savarankiškai treniruojasi tik remdamasis pateiktomis standartinėmis FA rekomendacijomis be jokių savimonitoravimo prietaisų (kontrolinė grupė). Po 6 mėnesių savarankiškų aFT programos tik pagrindinėje grupėje stebėtas nežymus sistolinio AKS ir diastolinio AKS sumažėjimas (atitinkamai pokytis -0,9 mmHg ir -0,1 mmHg), kuomet kontrolinėje grupėje sistolinis AKS ir diastolinis AKS po 6 mėnesių netgi nežymiai padidėjo (atitinkamai pokytis 1,1 mmHg ir 0,8 mmHg). 2021 m. atlikta meta-analizė pademonstravo svarių įrodymų, jog edukacinės gyvensenos programos, skatinančios užsiimti fizine veikla ir tam naudoti išmaniuosius savimonitoravimo prietaisus, gali sumažinti AKS asmenims su MetS²⁴⁸. Wong ir kt. į savo tyrimą įtraukė 264 MetS turinčius asmenis, kuriems iš pradžių reikėjo dalyvauti 30 minučių sveikos gyvensenos konsultacijoje ir vėliau buvo pakviesti dalyvauti 24 savaites trukusioje gyvensenos programoje²⁴⁹. Visi tiriamieji buvo suskirstyti į tris grupes: 1) mobiliąją aplikaciją naudojančiųjų, 2) gavusių tik brošiūrą apie sveiką gyvenseną, 3) kontrolinę grupę. Lyginant su brošiūrą gavusių tiriamųjų grupe, mobiliąją aplikaciją naudojusią tiriamųjų grupę statistiškai

reikšmingai pagerino sistolinį AKS²⁴⁹. Tačiau kitas pilotinis tyrimas, atliktas su MetS rizikos veiksnių turinčiais asmenimis, kurie 24 savaites atliko savarankiškas aFT po 60-70 min., 3 k./sav., palaikydami 60-70 proc. maksimalaus ŠSD ir naudodami mobiliąją aplikaciją aFT registravimui, nerado statistiškai reikšmingo sistolinio AKS, diastolinio AKS ar ramybės ŠSD pokyčio po taikytos intervencijos²⁵⁰. Pilotiniame tyrime nebuvo kontrolinės grupės, tačiau panašiai, kaip mūsų tyrime, sistolinio AKS, diastolinio AKS pokyčiai nebuvo statistiškai reikšmingi, bet stebėta nežymiai teigiama šių rodiklių dinamika²⁵⁰. Mūsų tyrimas vienintelis pademonstravo, MetS turintys asmenys po 6 mėnesių savarankiškų aFT, naudodamiesi išmaniaisiais savimonitoravimo prietaisais, statistiškai reikšmingai sumažino savo ramybės ŠSD, vidutiniškai per 3,1 k./min. (-4,53 proc., $p = 0,009$). Kontrolinėje grupėje statistiškai reikšmingų ramybės ŠSD pokyčių nebuvo rasta. Galimas rezultato paaiškinimas galėtų būti toks, jog pagrindinės grupės tiriamieji savarankiškas aFT atliko naudodamiesi mobiliąja aplikacija, kuri leido palaikyti paskirtą fizinio krūvio intensyvumą palaikant ŠSD treniruojamose ribose.

6.4. Visos aerobinių treniruočių programos ir savarankiškų aerobinių treniruočių programos dalies, naudojant išmaniuosius prietaisus, poveikis dislipidemijai, glikemijai ir didelio jautrumo C-reaktyvaus baltymo kiekiui kraujyje

Pagrindiniai kardiometabolinę riziką atspindintys kraujo laboratoriniai rodikliai, tokie kaip kraujo lipidų, gliukozės ir dj-CRB kiekis kraujyje, tyrime buvo analizuoti prieš ir po visos 8 mėnesių aFT programos, susidedančios iš 2 mėnesių trukusių individualiai parinktų ambulatorinių aFT ir po jų sekusių 6 mėnesių trukmės savarankiškų aFT. Stebėtas reikšmingas DTL-Chol kiekio kraujyje padidėjimas tik pagrindinėje grupėje, kuris vidutiniškai siekė 0,06 mmol/L ($p = 0,022$). Gauta optimali DTL-Chol pokyčio po 8 mėnesių aFT programos reikšmė – padidėjimas $\geq 0,04$ mmol/L (jautrumas – 0,600, specifiskumas – 0,638). Tokiam DTL-Chol kiekio kraujyje pokyčiui pasiekti po 8 mėnesių pagrindinės grupės tiriamieji turėjo 2,65 kartus daugiau šansų nei kontrolinės grupės tiriamieji ($p < 0,024$). Taip pat tik pagrindinėje grupėje sumažėjo alkio glikemija, pokyčiui siekiant 0,12 mmol/L, kuomet alkio glikemija kontrolinėje grupėje padidėjo vidutiniškai per 0,05 mmol/L. Alkio glikemijos pokytis po 8 mėnesių aFT programos reikšmingai skyrėsi tarp grupių ($p = 0,009$). ROC metodu pavyko nustatyti optimalią gliukozės kiekio kraujyje pokyčio reikšmę – sumažėjimą $\geq 0,5$ mmol/L (jautrumas – 0,818,

specifiškumas – 0,570). Pagrindinės grupės tiriamieji turėjo net 5,96 kartus daugiau šansų pasiekti optimalų gliukozės kiekio sumažėjimą po 8 mėnesių aFT programos, lyginant su kontroline grupe ($p = 0,028$). Vertinant kitų lipidų pokyčius kraujyje po 8 mėnesių, stebėtas reikšmingas MTL-Chol kiekio mažėjimas abejuose grupėse, o B-Chol ir TG kiekis kraujyje mažėjo taip pat abejuose grupėse, bet kontrolinėje grupėje reikšmingai (atitinkamai, $p = 0,005$ ir $p = 0,013$). Tokie rezultatų netolygumai, vertinant lipidų pokyčius kraujyje po 8 mėnesių, mūsų tyrime galėtų būti paaiškinami galimais statinų vartojimo atvejais kontrolinėje grupėje.

Įvairaus intensyvumo aFT ar jų derinimo su jėgos treniruotėmis poveikis nutukimą, prediabetą turinčių asmenų ar CD sergančių pacientų lipidų profiliui bei glikemijai tyrimuose skiriasi. Tyrimuose, kuriuose tirti CD sergantys pacientai ar prediabetą turintys asmenys, gautas reikšmingas ir teigiamas glikemijos bei lipidų kiekio kraujyje pokytis po taikytų įvairių aFT programų^{78,86,96,244}. Tačiau rasta tyrimų, kuriuose nutukusiems ar antsvorį turintiems asmenims aFT programų poveikis lipidų ir gliukozės kiekiui kraujyje nebuvo aiškiai išreikštas^{77,83,88,223,245}. Fisher ir kt. atliktame randomizuotame tyrime tiek didelio intensyvumo intervalines treniruotes, tiek vidutinio pastovaus intensyvumo treniruotes atlikusiems nutukusiems ir antsvorį turintiems tiriamiesiems rastas reikšmingas lipidų kiekio kraujyje pagerėjimas (abi grupės, $p < 0,05$), tačiau šis pokytis buvo trumpalaikis²²³. Fedewa ir kt. tyrime gauta, jog nutukusiems asmenims tiek 6 savaites taikytos vidutinio intensyvumo aFT, tiek didelio intensyvumo intervalinės aFT panašiai pagerino DTL-Chol ir MTL-Chol kiekį kraujyje, tačiau iš esmės nepakeitė B-Chol ir TG kiekio kraujyje⁸⁸. Kitame tyrime nutukusiems asmenims DTL-Chol kiekis padidėjo po 12 savaičių taikytų 30 minučių nepertraukiamų aFT programos ($p < 0,05$), kuomet kontrolinėje, visai nesitreniravusių asmenų, grupėje DTL-Chol kiekis kraujyje sumažėjo ($p < 0,01$)²⁴⁵. Be to, nustatyta, jog glikemijos lygis kraujyje reikšmingai sumažėjo tiek po 12 savaičių nepertraukiamų aFT, tiek po intervalinių aFT programų, tačiau abejuose šių programų grupėse reikšmingai padidėjo MTL-Chol kiekis kraujyje (visi pokyčiai, $p < 0,05$)²⁴⁵. Lyginant 24 savaites trukusias didelio intensyvumo aFT ir mažo intensyvumo aFT programas su jėgos treniruočių atlikimu, nustatytas reikšmingas teigiamas visų lipidų kiekio pokytis kraujyje nutukusioms moterims, tačiau nė viena programa reikšmingiau nesumažino gliukozės kiekio kraujyje⁷⁷. Swift ir kt. atliktas tyrimas parodė, jog tie nutukę asmenys, kuriems per 8 mėnesius trukusią aFT programą pavyko kad ir nežymiai sumažinti savo kūno svorį, pasiekė reikšmingą TG, ne DTL-Chol kiekio sumažėjimą kraujyje, lyginant su tais asmenimis, kuriems nepavyko

pasiekti svorio pokyčių ($p < 0,05$)⁸³. Tačiau svorio pokyčiai per 8 mėnesių aFT programą neturėjo įtakos nutukusių asmenų MTL-Chol, DTL-Chol ir gliukozės kiekio kraujyje pokyčiams⁸³. Taigi galima matyti, jog tyrimuose su antsvorį ar nutukimą turinčiais asmenimis lipidų kiekio kraujyje pokyčiai, lyginant įvairaus intensyvumo aFT programas tarpusavyje, dažnai nesiskiria ar nepasiekia didesnio reikšmingumo. Mūsų tyrime taip pat abi grupės, pagrindinė ir kontrolinė, programos pradžioje 2 mėnesius atliko aFT, kas galėjo suvienodinti lipidų pokyčius tarp grupių, vertintus po visos 8 mėnesių priežiūros aFT programos.

Vertinant dj-CRB kiekio kraujyje pokyčius mūsų tyrime po 8 mėnesių dvejopai prižiūrimos aFT programos, gautas reikšmingas šio rodiklio kiekio kraujyje sumažėjimas tik pagrindinėje grupėje, kurioje po tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimų aFT vėliau papildomai buvo taikomas nuotolinis monitoravimas išmaniosiomis priemonėmis. Vidutiniškai pagrindinėje grupėje dj-CRB kiekis kraujyje sumažėjo per 0,34 mg/L ($p < 0,001$), o šis pokytis reikšmingai skyrėsi nuo pasiekto pokyčio kontrolinėje grupėje ($p = 0,018$). Remiantis ROC metodu nustatyta optimali dj-CRB kiekio kraujyje pokyčio reikšmė – sumažėjimas $\geq 0,31$ mg/L (jautrumas – 0,697, specifiškumas – 0,638). Analizė parodė, jog galimybė po 8 mėnesių kombinuotos priežiūros aFT programos pasiekti optimalų dj-CRB kiekio kraujyje pokytį pagrindinėje grupėje buvo 4,06 kartus didesnė nei kontrolinėje grupėje ($p = 0,004$).

Rasta tik pora tyrimų, kurie nagrinėjo dj-CRB kiekio kraujyje pokyčius asmenims su MetS po skirtingo pobūdžio fizinių treniruočių programų^{251,252}. Reljic ir kt. savo tyrime nustatė, jog nutukusiems, MetS turintiems asmenims dj-CRB kiekis kraujyje reikšmingai sumažėjo tiek po 12 savaičių trukusių mažos apimties didelio intensyvumo intervalinių aFT ($-1,4$ mg/L, $p = 0,001$), tiek po intensyvesnių jėgos treniruočių ($-0,6$ mg/L, $p = 0,044$), tačiau stebėtas didesnis intervalinių aFT pranašumas²⁵¹. Vis tik aptarto tyrimo metodika ženkliai skiriasi nuo taikytos mūsų tyrime, kadangi tyrėjai tarpusavyje lygino skirtingų tipų fizinių treniruočių veiksmingumą, mažinant uždegiminių kraujo rodiklių kiekį, ir tiriamųjų prašė savo dietoje apriboti suvartojamų kalorijų kiekį, kas mūsų tyrime nebuvo taikoma. Kitas tyrimas parodė, jog tiems MetS pacientams, kurie 3 mėnesius, 4 k./sav. atliko plaukimo treniruotes, reikšmingai sumažėjo dj-CRB kiekis kraujyje, lyginant su nesitreniravusiais pacientais²⁵². Tačiau svarbu paminėti, jog pastarajame tyrime visiems tiriamiesiems buvo skiriamas metforminas ir kiti jautrumą insulinui didinantys medikamentai, kaip tiazolidinedionas²⁵². Visgi 2021 m. atlikta

meta-analizė apibendrina, jog apskritai FA taikymas asmenims su MetS gali reikšmingai sumažinti jų dj-CRB kiekį kraujyje²⁵³.

Mūsų tyrime kraujo laboratoriniai rodikliai taip pat buvo analizuoti prieš ir po 6 mėnesius trukusių savarankiškų aFT programos dalies. Po 6 mėnesių tik pagrindinės grupės tiriamiesiems, kurie savarankiškoms treniruotėms naudojo išmaniuosius prietaisus, statistiškai reikšmingai padidėjo DTL-Chol kiekis kraujyje, vidutiniškai per 0,06 mmol/L (5,04 proc., $p = 0,010$). Pasiektas DTL-Chol kiekio kraujyje pokytis pagrindinėje grupėje reikšmingai skyrėsi nuo pokyčio kontrolinėje grupėje ($p = 0,005$). Remiantis ROC metodu nustatyta ir optimali DTL-Chol kiekio kraujyje pokyčio po 6 mėnesių savarankiškų aFT, naudojantis išmaniaisiais prietaisais, reikšmė – padidėjimas $\geq 0,07$ mmol/L (jautrumas – 0,697, specifiškumas – 0,656). Pagrindinės grupės tiriamieji turėjo 3,47 kartus daugiau šansų, jog jų DTL-Chol kiekio kraujyje padidėjimas po 6 mėnesių bus $\geq 0,07$ mmol/L, palyginti su kontrolinės grupės tiriamiesiems ($p = 0,006$). Statistiškai reikšmingų B-Chol, MTL-Chol, TG, alkio gliukemijos pokyčių po 6 mėnesių pagrindinėje grupėje nerasta, o kontrolinėje grupėje šiame programos etape reikšmingai nekito nė vienas tirtas laboratorinis kraujo rodiklis.

Vis tik daugiausia kraujo laboratorinių rodiklių pokyčiai tarp asmenų su padidėjusia kardiometaboline rizika analizuoti tyrimuose, kuriuose taikytos aFT be nuotolinio monitoravimo. Gutwenger ir kt. aFT poveikį asmenų su MetS lipidų kiekiui kraujyje tyrė pritaikydami kopimo į kalną užsiėmimus²⁵⁴. Po 2 savaičių užsiėmimų vidutiniame aukštyje į kalną kopusiems asmenims ženkliai pagerėjo jų lipidų profilis, konkrečiai sumažėjo B-Chol, MTL-Chol ir TG kiekis kraujyje, kuomet žemame aukštyje į kalną kopusiems tiriamiesiems lipidų profilis beveik nekito²⁵⁴. Kituose dvejuose tyrimuose po 6 mėnesių savarankiškų aFT ir dietos laikymosi programos be nuotolinio monitoravimo asmenims su MetS reikšmingai pagerėjo lipidų rodikliai, lyginant su kontroline grupe^{255,256}. 2017 m. atlikta meta-analizė apibendrina, jog aFT asmenims su MetS reikšmingai sumažina ne tik MTL-Chol, TG, bet ir gliukozės kiekį kraujyje¹⁵⁶. Naujesni tyrimai taip pat pademonstravo aFT teigiamą poveikį MetS turinčių asmenų B-Chol, MTL-Chol⁹² bei TG kiekiui kraujyje²²⁰. Reikšmingas gliukozės kiekio kraujyje sumažėjimas moterims su MetS nustatytas 2021 m. atliktame tyrime, kuriame taikyta 12 savaičių vandenyje atliekamą aFT programa²⁵⁷.

Tyrimų, kurie analizuotų lipidų ir gliukozės kiekio pokyčius kraujyje padidėjusią kardiometabolinę riziką turintiems asmenims po taikytos savarankiškų aFT programos, naudojantis išmaniaisiais prietaisais, rasta vos keletas^{150,228,250}. Pilotiniame tyrime su 55 MetS turinčiais asmenimis, kurie 12

savaičių savarankiškas aFT atliko naudodamiesi ŠSD registratoriumi, taip pat aptiktas reikšmingas DTL-Chol kiekio kraujyje padidėjimas, nuo $1,28 \pm 0,31$ mmol/L iki $1,68 \pm 0,36$ mmol/L ($p < 0,001$)²²⁸. Kitaip nei mūsų tyrime, šiame pilotiniame tyrime po 12 savaičių savarankiškų aFT, naudojantis išmaniaisiais prietaisais, rastas reikšmingas gliukozės kiekio sumažėjimas, nuo $6,16 \pm 1,26$ iki $5,44 \pm 1,31$ mmol/L ($p = 0,001$)²²⁸. Verta pažymėti, kad minėtame pilotiniame tyrime²²⁸ buvo naudotasi tokiais pačiais ant krūtinės ląstos tvirtinamais Polar H10 ŠSD registratoriais, kaip ir mūsų tyrime, tačiau nebuvo įtraukta kontrolinės grupės tiriamųjų, su kuriais būtų galima lyginti rodiklių pokyčius. Ryu ir kt. atliko pilotinį tyrimą, įtraukusį suaugusius asmenis, turinčius ≥ 1 MetS kriterijų, atmetant AH ir CD atvejus, į 24 savaičių trukmės savarankiškų aFT programą, kurioje aFT intensyvumą buvo prašoma palaikyti 60-70 proc. nustatyto ŠSD max, naudojantis specialiai tam sukurta mobiliąja aplikacija²⁵⁰. Po 24 savaičių išmaniai prižiūrimų aFT programos tiriamiesiems reikšmingai sumažėjo jų B-Chol, TG, MTL-Chol ir padidėjo DTL-Chol kiekis kraujyje ($p < 0,05$), tačiau glikemija reikšmingiau nekito²⁵⁰. 2019 m. atliktas nedidelis randomizuotas tyrimas su 32 jaunais nutukusiais asmenimis, pakviestais dalyvauti 8 savaičių ėjimo programoje, juos suskirsčius į 3 grupes: 1) WSG – siekiantys 12000 žingsnių per dieną, 2) WEG - siekiantys 12000 žingsnių per dieną ir papildomai 3 d/sav. atliekantys intensyvesnio ėjimo treniruotes, 3) CG – kontrolinė grupė¹⁵⁰. Ėjimo treniruočių monitoravimas buvo atliekamas, naudojantis išmaniuoju laikrodžiu (*ZenWatch 3, ASUS TeK Computer Inc., Taipėjus, Taivanas*)¹⁵⁰. Po 8 savaičių WEG priklausantys tiriamieji reikšmingai pagerino DTL-Chol, TG ir glikemijos rodiklius, kuomet WSG priklausantys tiriamieji pagerino tik DTL-Chol kiekį kraujyje (visi $p < 0,05$)¹⁵⁰. Tyrimas parodė, kad reikšmingesni lipidų ir glikemijos pokyčiai pasiekti, siekiant ne tik atitinkamo žingsnių skaičiaus per dieną, bet ir papildomai atliekant savarankiškas aFT, naudojantis išmaniuoju laikrodžiu¹⁵⁰. Kaip ir mūsų tyrime, aptartuose kitų autorių tyrimuose vyrauja aiškus DTL-Chol kiekio padidėjimas po savarankiškų aFT programų, papildomai naudojant išmaniuosius prietaisus.

Tyrimų, nagrinėjančių CRB kiekio pokyčius po savarankiškų aFT su išmaniųjų prietaisų pagalba tarp asmenų, turinčių padidėjusią kardiometabolinę riziką, nebuvo rasta. Mūsų tyrime po 6 mėnesių savarankiškų aFT programos dalies tik pagrindinėje grupėje reikšmingai sumažėjo dj-CRB kiekis kraujyje ($p = 0,024$), pokyčiui vidutiniškai siekiant $0,22$ mg/L (-15,94 proc.). Šis rezultatas parodo, kad naudojimas išmaniosiomis priemonėmis, atliekant savarankiškoms aFT, leidžia netgi sumažinti uždegiminio proceso lygį organizme, kas yra laikoma atskiru

kardiometabolinės rizikos veiksmu²⁶. Taip pat konkrečiai dj-CRB kiekio sumažėjimas siejamas su KV rizikos sumažėjimu³³.

6.5. Visos aerobinių treniruočių programos ir savarankiškų aerobinių treniruočių programos dalies, naudojant išmaniuosius prietaisus, poveikis nutukimui

Šiame tyrime kūno svorio, KMI ir juosmens apimties pokyčiai asmenims su MetS mūšų tyrime buvo vertinami po 8 mėnesių aFT programos, susidedančios iš 2 mėnesių aFT su tiesiogine medicinos personalo priežiūra ir po jų sekusių 6 mėnesių trukmės savarankiškų aFT programos, per kurią pagrindinės grupės tiriamieji papildomai naudojami išmaniaisiais prietaisais. Gauta, jog po 8 mėnesių aFT programos kūno svoris reikšmingai sumažėjo tiek pagrindinėje, tiek kontrolinėje grupėje ($-0,82$ kg, $p = 0,048$ vs. $-1,45$ kg, $p < 0,001$, atitinkamai), pokyčiams tarp grupių reikšmingai nesiskiriant. Vertinant KMI, reikšmingas šio rodiklio sumažėjimas stebėtas tik kontrolinėje grupėje ($-0,6$ kg/m², $p < 0,001$), tačiau vėlgi reikšmingo skirtumo, lyginant su pagrindine grupe, nerasta. Juosmens apimtis pagrindinėje ir kontrolinėje grupėje sumažėjo labai panašiai ($-0,58$ cm vs. $-0,60$ cm, atitinkamai). Bendrai kūno svoris, KMI ir juosmens apimtis po 8 mėnesių aFT programos mažėjo abejose grupėse, pokyčiams tarp grupių reikšmingiau nesiskiriant. Vėlgi tokius rezultatus galėtų lemti tai, jog tiriamųjų nebuvo prašoma keisti mitybos įpročių ar riboti suvartojamų kalorijų kiekį maiste tarp treniruočių. Verta pažymėti, jog vidutinis kūno svoris, KMI ir juosmens apimtis tyrimo pradžioje, prieš 8 mėnesių aFT programą, buvo didesni pagrindinėje grupėje, kas galėjo nulemti ne tokius ženklus antropometrinių rodiklių pokyčius, lyginant su kontroline grupe.

Daugiausia rasta tyrimų, vertinančių įvairaus intensyvumo aFT ar jų derinio su jėgos treniruotėmis veiksmingumą, koreguojant antropometrinius rodiklius asmenims, turintiems antsvorį ar nutukimą. Iš esmės įvairios aFT programos antsvorį ar nutukimą turintiems asmenims leido sumažinti jų kūno svorį, KMI ir juosmens apimtį, ir veiksmingumu ženkliau nenusileido jėgos treniruotėms^{70,76,77,80,81,101,102,218,226,245,258}. Tarp prediabetą turinčių asmenų ar CD sergančių pacientų tyrimuose taip pat stebėtas teigiamas aFT ar jų derinio su jėgos treniruotėmis poveikis kūno svoriui KMI bei juosmens apimčiai^{96,100,244}. 2023 m. atlikta meta-analizė, įtraukusi 26 tyrimų duomenis, apibendrina, jog aFT gali reikšmingai sumažinti juosmens apimtį CD sergantiems pacientams, pokyčiui vidutiniškai siekiant $0,34$ cm²⁵⁹. Asmenims su MetS tyrimuose taip pat vertintas įvairaus intensyvumo aFT programų

poveikis juosmens apimčiai, kūno svoriui ir KMI^{79,92,220,255,256,260}. Slivovskaja ir kt. MetS turintiems asmenims taikė 2 mėnesių tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimas aFT ir pademonstravo, jog programoje dalyvavę tiriamieji reikšmingai sumažino savo juosmens apimtį ($p < 0,004$)⁹². Kitame tyrime buvo taikyta 6 mėnesių aFT programa, įtraukianti ir dietos laikymąsi, kuris asmenims su MetS reikšmingai sumažino jų juosmens apimtį (-2,11 cm, $p = 0,03$), kūno svorį (-0,70 kg, $p = 0,01$) ir KMI (-0,2 kg/m², $p < 0,001$)²⁵⁵. Taikydami 6 mėnesius trunkančią gyvenenos programą, susidedančią iš vaikščiojimo treniruočių grupėse, savarankiškų vaikščiojimo ir jėgos treniruočių bei sveikos mitybos laikymosi pagal rekomendacijas, Tran ir kt. pademonstravo, jog programoje dalyvavusiems asmenims su MetS reikšmingai sumažėjo jų kūno svoris (-1,44 kg, $p < 0,001$), KMI (-0,6 kg/m², $p < 0,001$) ir juosmens apimtis (-1,63 cm, $p < 0,001$)²⁵⁶. Pastarajame tyrime nebuvo naudojamos išmaniosios priemonės atliekant savarankiškas treniruotes, kaip mūsų tyrime, tačiau taikyta mitybos įpročių korekcija galėjo turėti papildomos teigiamos įtakos gautiems rezultatams.

Mūsų tyrime po 2 mėnesių tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimų aFT programos dalies visi tiriamieji dalyvavo motyvacinėje konsultacijoje, dalyvaujant gydytojui rehabilitologui ir gydytojui kardiologui. Konsultacijos metu aptarti sveikos gyvenenos principai, pateiktos standartinės FA rekomendacijos, daugiausia dėmesio skiriant savarankiškomis aFT. Motyvacinės konsultacijos tikslas buvo tinkamai paruošti tiriamuosius prieš 6 mėnesių savarankiškų aFT programą, kad būtų padidinta jų motyvacija treniruotis, siekti savo sveikatos rodiklių pagerinimo. Teigiamą motyvacinių konsultacijų poveikį padidėjusią kardiometabolinę riziką turinčių asmenų nutukimui pademonstravo Suire ir kt.²⁶¹. Šių autorių tyrime MetS ar tik keletą MetS rizikos veiksnių turinčioms moterims, kurios po aFT programos dalyvavo tiesioginėse motyvacinėse konsultacijose su specialistu, juosmens apimtis sumažėjo vidutiniškai 2,07 cm, o moterims, po aFT programos gavusioms tik žinutes ar elektroninius laiškus su video medžiaga į mobiliuosius telefonus, juosmens apimtis vidutiniškai 3,16 cm padidėjo (skirtumas tarp grupių $p = 0,01$)²⁶¹. Tikėtina, jog mūsų tyrime motyvacinė konsultacija taip pat prisidėjo prie antropometrinių rodiklių gerinimo, tačiau ši priemonė buvo taikyta tiek pagrindinės, tiek kontrolinės grupės tiriamiesiems.

Nagrinėjome antropometrinių rodiklių pokyčius asmenims su MetS ir tik po 6 mėnesių savarankiškų aFT programos, kurioje pagrindinės grupės tiriamieji treniravosi papildomai naudodamiesi ŠSD registratoriumi ir išmaniuoju telefonu su mobiliąja aplikacija, o kontrolinės grupės tiriamieji treniravosi įprastai, remdamiesi tik pateiktomis standartinėmis FA rekomendacijomis. Juosmens apimtis po 6 mėnesių mažėjo tik pagrindinėje

grupėje, pokyčiui vidutiniškai siekiant $-0,87$ cm. Kontrolinėje grupėje juosmens apimtis netgi padidėjo, vidutiniškai per $0,24$ cm. Nors juosmens apimties pokyčiai tiek grupių viduje, tiek tarp grupių nebuvo statistiškai reikšmingi, teigiama tendencija stebėta tik pagrindinėje grupėje. Nors kitų antropometrinių rodiklių pokyčiai taip pat nepasiekė statistinio reikšmingumo, tiek pagrindinėje, tiek kontrolinėje grupėje stebėtas nežymus kūno svorio ($-0,44$ proc. vs. $-0,61$ proc., atitinkamai) ir KMI ($-0,22$ proc. vs. $-0,56$ proc., atitinkamai) mažėjimas po 6 mėnesių savarankiškų aFT. Tokie tolygūs antropometrinių rodiklių pokyčiai tarp grupių galėtų būti aiškinami tuo, jog per vertintą 6 mėnesių laikotarpį aFT buvo atliekamos savarankiškai, be tiesioginės medicinos personalo priežiūros, taip pat nebuvo taikytas griežtas kūno svorio sekimas ar ribojamas suvartojamų kalorijų kiekis tarp treniruočių.

Rasta tyrimų, kuriuose padidėjusios kardiometabolinės rizikos asmenims taikytos įvairios gyvenenos keitimo programos, naudojant išmaniąsias savimonitoravimo priemones, ir buvo vertinti kūno svorio ir juosmens apimties pokyčiai^{82,175,238,249,250,262,263}. Panašiausias į mūsų tyrimą savo metodika yra Bayerle ir kt. atliktas tyrimas su MetS turinčiais asmenimis, kuriems taip pat 6 mėnesius buvo taikytos savarankiškos aFT naudojant išmaniąsias priemones¹⁷⁵. Lyginant su kontrolinės grupės tiriamaisiais, pagrindinės grupės tiriamieji, atlikę savarankišką aFT su mobiliosios aplikacijos pagalba, reikšmingai sumažino savo kūno svorį bei KMI (atitinkamai $-3,4 \pm 4,9$ kg ir $-1,1 \pm 1,5$ kg/m², abu $p < 0,001$)¹⁷⁵. Tačiau kontrolinės grupės tiriamieji minėtame tyrime laikėsi sau įprasto gyvenimo būdo ir jų nebuvo prašoma atlikti savarankiškų aFT, remiantis FA rekomendacijomis, kaip mūsų tyrime, todėl galėjo būti stebimas reikšmingas kūno svorio ir KMI pokytis tarp abiejų grupių po 6 mėnesių. Kiti tyrimai parodė, jog tie MetS turintys asmenys, kurie gyvenenos keitimo programoje naudojami mobiliąja aplikacija, reikšmingai sumažino savo kūno svorį, KMI ir juosmens apimtį, lyginant su asmenimis, kurie nenaudojo išmaniųjų prietaisų ir gavo tik lankstinukus su rekomendacijomis^{249,262,263}. Taip pat yra duomenų, jog gyvenenos keitimo programos, kuriose fizinės treniruotės nėra tiesiogiai prižiūrimos medicinos personalo arba jos atliekamos panaudojant išmaniąsias priemones, leidžia MetS turintiems asmenims sumažinti savo juosmens apimtį²⁴⁸. Tiriant nutukusius asmenis, 6 mėnesius trukusi aFT programa, siekianti kartu padidinti ir su treniruotėmis nesusijusio FA lygį, leido reikšmingai sumažinti juosmens apimtį ir kūno svorį ($p < 0,05$)⁸². Kita 6 mėnesius trukusi elektroninė kardiometabolinės rizikos mažinimo programa su taikytomis video konferencijomis, mokomaisiais įrašais nutukusiems asmenims padėjo reikšmingai sumažinti jų kūno svorį (vidutiniškai $-3,1$ kg),

KMI (vidutiniškai -1 kg/m^2) bei juosmens apimtį²³⁸. Tačiau aptartame tyrime asmenims buvo koreguojami mitybos įpročiai, konkrečiai siekiant jų kūno svorio sumažėjimo, ir nebuvo taikoma reguliarių aFT programa ar kontroliuojamas treniruočių intensyvumas²³⁸. Ryu ir kt. tyrime MetS rizikos veiksnių turintis asmenys 24 savaites namų sąlygomis atliko aFT, jų intensyvumą palaikydami pagal nustatytą ŠSD max (60-70 proc. nustatyto ŠSD max), naudojantis mobiliąja aplikacija, tačiau jokio reikšmingo juosmens apimtys, kūno svorio ar KMI pokyčio nebuvo pasiekta²⁵⁰. Verta pažymėti, jog pastarajame tyrime nebuvo kontrolinės grupės. Taigi galima matyti, jog tyrimuose, kuriuose buvo taikomos gyvenamosios programos, apimančios ne tik FA lygio didinimą su išmaniaisiais prietaisais, bet ir mitybos įpročių keitimą, buvo gaunami reikšmingi kūno svorio ir juosmens apimtys pokyčiai.

6.6. Visos aerobinių treniruočių programos ir savarankiškų aerobinių treniruočių programos dalies, naudojant išmaniuosius prietaisus, poveikis metabolinio sindromo komponentų skaičiui

Kadangi į tyrimą buvo įtraukti MetS turintys asmenys, po visos 8 mėnesių kombinuotos priežiūros aFT programos buvo vertinti MetS komponentų skaičiaus pokyčiai tarp pagrindinės ir kontrolinės grupės. Tyrime vertinti 5 MetS komponentai, atitinkantys NCEP ATP III modifikuotus kriterijus, skirtus diagnozuoti MetS: padidėjusi juosmens apimtis, padidėjęs AKS, padidėjusi gliukozės koncentracija kraujyje, sumažėjusi DTL-Chol bei padidėjusi TG koncentracija kraujyje⁶. Tiek pagrindinėje, tiek kontrolinėje grupėje MetS komponentų skaičius mažėjo reikšmingai ($p < 0,001$ vs. $p = 0,001$, atitinkamai), tačiau pagrindinėje grupėje pokytis buvo kiek ženklesnis ir vidutiniškai siekė 0,5 komponento, kuomet kontrolinėje – 0,41 komponento. Per 3 vizitą, kas atitiko ištyrimą po 8 mėnesių aFT programos, bent 3 iš 5 MetS komponentų pagrindinėje grupėje nebeturėjo 31,8 proc. tiriamųjų, o kontrolinėje grupėje – 24,2 proc. tiriamųjų. Taigi vertinant MetS komponentų skaičiaus pokyčius po ilgesnės aFT programos, įtraukiant ir ambulatorinių aFT laikotarpį, pagrindinėje grupėje gauti kiek ženklesni rezultatai, nei pokyčius vertinant tik po 6 mėnesių savarankiškų aFT programos dalies.

Sistemine apžvalga, įtraukusi 8 tyrimus su 1218 MetS turinčiais pacientais, apibendrina, jog medicinos personalo priežiūros fizinių treniruočių programos gali reikšmingai sumažinti MetS komponentų skaičių, dažniausiai koreguojant juosmens apimtį²⁶⁴. Pasak apžvalgos autorių, didžiausią naudą siekiant šio efekto gali turėti ilgesnės trukmės, dažnai atliekamų intervalinių

treniruočių programos²⁶⁴. Tačiau rasta klinikinių tyrimų, kurie parodė, jog net ir mažos apimties ar namų sąlygomis atliktos aFT programos gali sumažinti MetS sunkumo lygį^{67,172,259} ar pagerinti MetS fenotipą²²¹. 2019 m. atlikta meta-analizė konstatavo, jog asmenims su MetS dalyvaujant įvairaus pobūdžio gyvenenos keitimo programose yra 1,59 kartų didesnė tikimybė nebeturėti MetS diagnozės, lyginant su medikamentų vartojimu²⁶⁵. Individualios ir grupėse atliekamos gyvenenos keitimo programos gali sėkmingai koreguoti MetS komponentus asmenims jau turintiems MetS, ypatingai dalyvaujant medicinos specialistų komandai, ir šiuo požiūriu yra pranašesnės už įprastą, vien rekomendacijų teikimu paremtą priežiūrą²⁶⁶. Taikydami 6 mėnesių gyvenenos programą, kurią sudarė savarankiškos ir grupėje atliekamos vaikščiojimo ir jėgos treniruotės bei mitybos korekcija pagal rekomendacijas, Tran ir kt. MetS turintiems asmenims reikšmingai sumažino MetS komponentų skaičių ($p < 0,001$), kuomet programoje nedalyvavusiems tiriamiesiems reikšmingų pokyčių nenustatė²⁵⁶. Tiriant sėslius asmenis su antsvoriu, iš kurių tik dalis tiriamųjų turėjo MetS, buvo nustatyta, jog 12 savaičių savarankiškų vidutinio intensyvumo aFT programa pagal medicinos personalo išankstinį apmokymą ir pateiktas rekomendacijas reikšmingai sumažino MetS komponentų skaičių tarp tiriamųjų ($p < 0,05$)²⁶⁷. Taip pat pastarajame tyrime tik programoje dalyvavusioje tiriamųjų grupėje reikšmingai sumažėjo MetS atvejų skaičius, kai įprastos priežiūros grupėje MetS atvejų skaičius net padidėjo²⁶⁷.

Padidėjusią kardiometabolinę riziką turinčių asmenų motyvacija dalyvauti gyvenenos keitimo programose taip pat turi didelės įtakos. Smith ir kt. retrospektyviai tyrė MetS komponentų skaičiaus pokyčius 336 asmenims, kurie savo iniciatyva prisijungė prie 4-6 mėnesius trukusios bendruomeninės FA programos, kurioje jie reguliariai atliko aFT, palaikydami krūvio intensyvumą pagal individualiai jiems nustatytas treniruojamo šSD ribas, kas atitiko ir mūsų tyrime taikytą metodiką²¹⁹. Savo tyrime autoriai nustatė, jog tirtoje kohortoje MetS atvejų skaičius prieš programą sudarė 23 proc., o po programos – 14 proc.²¹⁹. Be to, tarp tiriamųjų MetS komponentų skaičius sumažėjo nuo $1,4 \pm 1,3$ iki $1,2 \pm 1,2$ komponento ($p < 0,05$)²¹⁹. Motyvacinės konsultacijos gyvenenos programose, atliekamos susitikus gyvai ar nuotoliniu būdu, taip pat prisideda prie MetS rizikos ir komponentų skaičiaus mažinimo asmenims jau turintiems MetS^{268,269}. Mūsų tyrime po 2 mėnesių tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimų aFT programos dalies taip pat buvo taikomos motyvacinės konsultacijos, bet skirtingai nei daugelyje tyrimų, ši priemonė taikyta tiek pagrindinės, tiek kontrolinės grupės tiriamiesiems. Mūsų 8 mėnesių aFT programoje be motyvacinių konsultacijų buvo

derinamos individualios aFT klinikoje ir savarankiškos aFT namų sąlygomis išmaniųjų priemonių pagalba, kuriomis naudojosi tik pagrindinės grupės tiriamieji. Visos taikytos aFT priežiūros formos prisidėjo prie MetS komponentų skaičiaus mažėjimo pagrindinėje grupėje.

Analizuotas MetS skaičiaus pokytis tarp pagrindinės ir kontrolinės grupės tiriamųjų ir po 6 mėnesius trukusios savarankišku aFT programos, kurioje tik pagrindinės grupės tiriamieji savo treniruotėms naudojo išmaniuosius prietaisus. Vis tik tarp 2 ir 3 vizito, kas atitiko 6 mėnesių savarankišku aFT programos dalį, MetS komponentų skaičiaus pokyčiai tarp grupių praktiškai nesiskyrė. Komponentų skaičius nežymiai sumažėjo tiek pagrindinėje, tiek kontrolinėje grupėje, pokyčiui abejose grupėse vidutiniškai siekiant 0,02 komponento. Kita tyrėjų grupė taip pat 6 mėnesius telemonitoravo MetS turinčių asmenų savarankiškas aFT, tam panaudodami ant riešo tvirtinamus FA sekimo prietaisus (*Forerunner 35; Garmin, Vokietija*), ir aktyviai konsultavo tiriamuosius mitybos klausimais^{175,270}. Dalyvavusiems minėtoje 6 mėnesių gyvenenos keitimo programoje tiriamiesiems reikšmingai sumažėjo MetS sunkumo lygis, vertintas pagal apskaičiuotą z-balą ($p < 0,001$)^{175,270,271}. Kadangi nebuvo vertintas MetS komponentų skaičiaus pokytis, tiesiogiai šių rezultatų lyginti su gautais mūsų tyrime negalime. Morales-Palomo ir kt. savo 5 metus trukusiame prospektyviniame tyrime vertino MetS komponentų skaičiaus pokyčius tarp vidutinio amžiaus sėšlių asmenų su MetS, priklausomai nuo jų dalyvavimo savarankišku aFT programoje²²⁹. Pastarajame tyrime savarankišku aFT programa kasmet truko 4 mėnesius, treniruotes atliekant 3 k./sav., naudojant stacionarų dviratį ir ant riešo tvirtinamą FA sekimo prietaisą (*Polar Electro Oy, Kempele, Suomija*)²²⁹. Tyrėjai įvertino, jog per 5 metus MetS komponentų skaičius nuosekliai mažėjo tik tiems asmenims, kurie dalyvavo minėtoje aFT programoje su išmaniųjų prietaisų naudojimu²²⁹. Lyginant su mūsų tyrimu, prieš tai aptarto tyrimo privalumas yra ilga tyrimo trukmė ir kasmet atnaujintos savarankiškos aFT su išmaniaisiais prietaisais, kas galėjo sudaryti geresnes sąlygas aptikti reikšmingesnius MetS komponentų skaičiaus pokyčius²²⁹. Kitame 1 metus trukusiame tyrime daliai MetS turinčių asmenų buvo taikyta išmani gyvenenos keitimo programa, pasitelkiant mobiliuosius telefonus ir interaktyvią balso reagavimo sistemą, reguliariai siunčiančią žinutes apie sveiką gyveneną, kartu ir FA lygio didinimą²⁷². Pademonstruota, jog tokia mobiliųjų telefonų naudojimu ir balso žinutėmis pagrįsta gyvenenos keitimo programa 22,3 proc. sumažino MetS turinčių asmenų skaičių intervencinėje grupėje, kuomet kontrolinėje grupėje MetS turinčių asmenų skaičius sumažėjo tik 3,9 proc. ($p < 0,001$)²⁷². Mūsų tyrime per 6 mėnesių aFT programos dalį pagrindinės grupės tiriamieji taip pat naudojami mobiliuosius telefonais ir juose esančia FA savimonitoravimo aplikacija, per kurią reguliariai buvo

siunčiami ne balso, o tekstiniai priminimai treniruotis, komentarai apie pasiektus treniruočių rezultatus. Rasta pilotinių tyrimų, kuriuose MetS ar tik keletą MetS rizikos veiksnių turintiems asmenims savarankiškos aFT su nešiojamųjų FA monitoravimo prietaisų naudojimu sumažino MetS rizikos veiksnių skaičių ir MetS atvejų skaičių tirtose grupėse^{25,273}. Taigi tyrimuose daugiausia stebimas teigiamas savarankiškų aFT su išmaniųjų priemonių naudojimu poveikis MetS komponentų skaičiui tarp asmenų jau turinčių MetS. Panašu, jog norint pasiekti ženklesnį teigiamą poveikį MetS komponentų skaičiui, savarankiškų aFT programos su išmaniųjų prietaisų naudojimu turi būti ilgesnės trukmės.

6.7. Visos aerobinių treniruočių programos ir savarankiškų aerobinių treniruočių programos dalies, naudojant išmaniuosius prietaisus, poveikis arterijų sienelės funkciniams ir struktūriniais rodikliams

Mūsų tyrime buvo vertinami tokie arterijų sienelės rodikliai, kaip miego-šlaunies a. PBG, miego-stipininės a. PBG, AIX, PS aortoje, VAKS aortoje ir žasto arterijoje, CAVI, IMS BMA bei BMA β standumo indeksas. Arterijų sienelės rodiklių pokyčiai mūsų tyrime buvo analizuoti po 8 mėnesių aFT programos, susidedančios iš 2 mėnesius trukusių tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimų aFT programos dalies ir 6 mėnesių trukmės savarankiškų aFT dalies, kurioje tik pagrindinės grupės tiriamieji savo treniruotėms naudojo išmaniuosius prietaisus. Vienas reikšmingiausių rezultatų mūsų tyrime buvo tai, jog po 8 mėnesių tik pagrindinėje grupėje statistiškai reikšmingai sumažėjo miego-stipininės a. PBG, rodiklio pokyčiui vidutiniškai siekiant 1,02 m/s (-11,37 proc., $p < 0,001$)²⁷⁴. Miego-stipininės a. PBG pokytis pagrindinėje grupėje reikšmingai skyrėsi nuo pokyčio kontrolinėje grupėje ($p < 0,001$)²⁷⁴. Remiantis ROC metodu, buvo nustatyta optimali miego-stipininės a. PBG pokyčio po 8 mėnesių reikšmė – sumažėjimas $\geq 0,3$ m/s (jautrumas – 0,638, specifiskumas – 0,613). Pagrindinės grupės tiriamieji turėjo netgi 2,79 kartus didesnius šansus po 8 mėnesių aFT programos pasiekti miego-stipininės a. PBG sumažėjimą $\geq 0,3$ m/s, lyginant su kontroline grupe ($p = 0,025$). Nustatyta, kad miego-stipininės a. PBG pokytis po 8 mėnesių pagrindinėje grupėje statistiškai reikšmingai ir neigiamai koreliavo su pradine miego-stipininės a. PBG verte ($r = -0,678$, $p < 0,001$), o teigiamai koreliavo su pradiniu gliukozės kiekiu kraujyje ($r = 0,480$, $p < 0,001$). Taigi, kuo didesnė prieš programą buvo miego-stipininės a. PBG vertė ir mažesnė gliukozės kiekio kraujyje vertė, tuo po 8 mėnesių buvo gautas ženklesnis miego-stipininės a. PBG sumažėjimas. Daugialypės tiesinės regresijos modelis parodė, jog pradinė miego-stipininės a. PBG ir pradinė gliukozės kiekio kraujyje vertė miego-stipininės a. PBG pokyčio po 8 mėnesių variaciją

paiškina net 50 proc. (bendra modelio $p < 0,001$). Slenkstinė pradinio miego-stipinės a. PBG reikšmė, leidžianti numatyti šio rodiklio pagerėjimą didžiausiu tikslumu po 8 mėnesių aFT programos naudojant išmaniuosius prietaisus – 7,8 m/s (jautrumas – 0,875, specifiskumas – 0,667).

Vertinant miego-šlaunies a. PBG pokytį tarp 1 ir 3 vizito, kas atitiko 8 mėnesių programos laikotarpį, rastas reikšmingas šio rodiklio sumažėjimas tiek pagrindinėje, tiek kontrolinėje grupėje (abejose grupėse $p < 0,001$)²⁷⁴. Nors pokyčiai tarp grupių reikšmingai nesiskyrė, miego-šlaunies a. PBG kiek ženkliau sumažėjo pagrindinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe (-1,05 m/s vs. -0,67 m/s, atitinkamai). ROC metodu nustatyta optimali miego-šlaunies a. PBG pokyčio po 8 mėnesių reikšmė – sumažėjimas $\geq 1,7$ m/s (jautrumas – 0,677, specifiskumas – 0,603). Atsižvelgus į tai, gauta, jog pagrindinės grupės tiriamieji vis tik turėjo 3,19 kartų daugiau šansų po 8 mėnesių aFT programos pasiekti optimalią miego-šlaunies a. PBG reikšmę, lyginant su kontroline grupe ($p = 0,012$). Taip pat gauta, jog kuo didesnė buvo pradinė miego-šlaunies a. PBG vertė, tuo po 8 mėnesių buvo pasiektas ženklesnis miego-šlaunies a. PBG sumažėjimas ($r = -0,693$, $p < 0,001$). Slenkstinė pradinio miego-šlaunies a. PBG reikšmė, leidžianti numatyti šio rodiklio pagerėjimą didžiausiu tikslumu po 8 mėnesių aFT programos naudojant išmaniuosius prietaisus – 9,1 m/s (jautrumas – 1,000, specifiskumas – 0,452, plotas po kreive – 0,747).

Mūsų tyrime gautas reikšmingas miego-šlaunies a. PBG sumažėjimas abejose grupėse galėtų būti aiškinamas tuo, jog tiek pagrindinės, tiek kontrolinės grupės tiriamieji programos pradžioje, 2 mėnesius, atliko tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimas aFT. Tai parodo, jog tokios reguliarios ir griežtai prižiūrimos aFT teigiamai veikia miego-šlaunies a. PBG ir sudaro sąlygas teigiamą poveikį išlaikyti ilgiau, net ir taikant savarankiškas aFT be tiesioginės medicinos personalo priežiūros. Mūsų tyrime po 8 mėnesių aFT programos gautas ženklus miego-stipinės a. PBG sumažėjimas pagrindinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe, galėtų būti aiškinamas tuo, jog periferinis PBG linkęs greičiau sureaguoti į taikomą fizinę krūvį, ypačingai į atliekamas aFT^{191,275}. Pagrindinės grupės tiriamieji, kitaip nei tiriamieji kontrolinėje grupėje, atlikdami savarankiškas aFT papildomai naudojo išmaniuoju telefonu su jame esančia mobiliąja aplikacija ir ŠSD registratoriumi, kas leido treniruotis tinkamu dažniu ir intensyvumu. Nors miego-stipinės a. PBG prognostinė vertė KV įvykiams nėra aiškiai įrodyta, kaip miego-šlaunies a. PBG atveju¹⁸⁴, šis rodiklis vis vien turi savo klinikinę svarbą. Kadangi periferinių arterijų sienelėse daugiau lygiųjų raumenų ir jų didesnis tonusas, miego-stipinės a. PBG pokyčiai gali atspindėti arterijų standumo funkcinių aspektą²⁷⁶. Be to, miego-stipinės a. PBG gali būti laikomas funkciniu rodikliu, atspindinčiu arterijų vazodilatacinę rezervą ir galbūt endotelio funkciją²⁷⁷. Apskritai, padidėjęs centrinis ar periferinis

arterijų standumas gali reikšti arterijų sienelės pažeidimą ir aterosklerozės progresavimą.

Reguliarūs fizinės treniruotės, ypač aFT, gali atsverti žalingą MetS poveikį kraujagyslėms, sumažindamos simpatinį aktyvumą organizme ir pagerindamos endotelio funkciją, kas teigiamai veikia ir arterijų elastingumą²⁷⁸. Visa tai gali prisidėti prie arterijų standumo mažinimo asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika²⁷⁸. Nustatyta, jog vidutinio amžiaus asmenims su MetS padidėjęs arterijų standumas sietinas su KV išėjimais²⁷⁹. Net per 1 vienetą padidėjusi miego-šlaunies a. PBG vertė 10 proc. padidina KV riziką asmenims su MetS ($p < 0,001$)²⁷⁹.

Rasta atliktų tyrimų, kurie analizavo PBG pokyčius tik po įvairaus intensyvumo aFT programų su tiesiogine medicinos personalo priežiūra. Slivovskaja ir kt. parodė, jog 2 mėnesių aFT programa klinikoje, treniruotes atliekant ant veloergometro ir jų intensyvumą palaikant pagal treniruojamąjį ŠSD, reikšmingai sumažino MetS turinčių asmenų aortinį PBG ($8,47 \pm 1,40$ m/s vs. $8,01 \pm 1,06$ m/s; $p = 0,005$)⁹². Įvertinę šį rezultatą, mūsų tyrime pritaikėme Slivovskajos ir kt. tyrime taikytą metodiką, ir pradinę 2 mėnesių aFT programos dalį taip pat atlikome su tiesiogine medicinos personalo priežiūra bei treniruočių intensyvumą palaikydami pagal kiekvienam asmeniui nustatytas treniruojamojo ŠSD ribas. Tačiau mūsų tyrimo metodikos išskirtinumas tas, jog po 2 mėnesių aFT programos klinikoje, papildomai 6 mėnesius buvo taikyta savarankiškų aFT programa, kurioje tik pagrindinės grupės tiriamieji naudojo savimonitoravimo prietaisais. Lyginant tarpusavyje skirtingo intensyvumo ir kombinacijų aFT programas, nutukimą ar antsvorį turintiems asmenims tyrimuose visos 12 savaičių trukusios programos: didelio intensyvumo intervalinių treniruočių programa, vidutinio intensyvumo aFT programa ar didelio intensyvumo intervalinių treniruočių programa su jėgos treniruočių derinimu, reikšmingai sumažino tiriamųjų centrinį PBG (visos programos $p < 0,03$)^{69,280}. Vis tik Kleinloog ir kt. savo 2022 m. atliktame tyrime, kuriame asmenims su nutukimu 8 savaites buvo taikytos tiesiogiai medicinos personalo priežiūros aFT ant veloergometro, palaikant reikiamą fizinio krūvio intensyvumą, negavo reikšmingo miego-šlaunies a. PBG pokyčio²⁸¹. Tačiau į pastarąjį tyrimą buvo įtraukta tik 17 nutukimą turinčių vyrų, kurie po taikytos intervencijos praėjus 12 savaičių buvo tiriami ir kaip kontrolinė grupė²⁸¹. Panašiai kaip mūsų tyrime, Kang ir kt. nustatė reikšmingą periferinio PBG sumažėjimą moterims su MetS, kurios 12 savaičių klinikoje atliko aFT ant bėgtakio, treniruočių intensyvumą palaikant pagal ŠSD ($p < 0,05$)¹⁹⁰. Kita tyrėjų grupė tarpusavyje lygino 1 metų didelio intensyvumo intervalinių ir jėgos treniruočių programos ir 1 metų vidutinio intensyvumo aFT ir jėgos treniruočių programos poveikį CD sergančių pacientų arterijų standumui, įtraukdami kontrolinę grupę^{191,282}. Nustatyta, jog tik 1 metų didelio intensyvumo intervalinių ir jėgos treniruočių

programa reikšmingai sumažino pacientų periferinį arterijų standumą, išmatuotą kaip miego-stipininės a. PBG ($p = 0,044$) ir miego-užpakalinės blauzdikaulio a. PBG ($p < 0,01$)¹⁹¹. Lyginant su kontroline grupe, 1 metus bet kurioje programoje dalyvavusiems CD sergantiems pacientams apatinės galūnės PBG sumažėjo nepriklausomai nuo KRFP pokyčių, o viršutinės galūnės PBG sumažėjo tik tarp savo KRFP pagerinusių programų dalyvių²⁸². Taip pat tyrėjai nustatė, jog lyginant su 1 metus besitreniravusiais ir savo KRFP pagerinusiiais pacientais, savo KRFP nepagerinę pacientai po 1 metų treniruočių turėjo netgi padidėjusį PBG aortoje²⁸². Taigi, galima matyti, jog asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika periferinis PBG gali ženkliau pagerėti nei centrinis PBG po įvairaus intensyvumo aFT programų, nepriklausomai nuo KRFP pokyčių.

Mūsų tyrime po 8 mėnesių kombinuotos priežiūros aFT programos tarp pagrindinės ir kontrolinės grupės reikšmingai skyrėsi AIx pokyčiai ($p = 0,017$), šiam rodikliui ženkliau sumažėjus pagrindinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe (-1,78 proc. vs. -1,66 proc., atitinkamai)²⁷⁴. Tarp grupių reikšmingai skyrėsi ir PS aortoje pokyčiai po 8 mėnesių ($p = 0,047$)²⁷⁴. Lyginant su kontroline grupe, PS aortoje ženkliau sumažėjo pagrindinėje grupėje (-0,1 mmHg vs. -2,1 mmHg, atitinkamai). Pačios PS aortoje vertės sumažėjimas pagrindinėje grupėje reikšmingai ir teigiamai koreliavo su sistolinio AKS sumažėjimu ($r = 0,440$, $p = 0,005$). Ženklesnis AIx ir PS aortoje verčių mažėjimas pagrindinėje grupėje gana logiškas, kadangi pagrindinėje grupėje ženkliau pagerėjo ir kitas arterijų standumo rodiklis – miego-stipininės a. PBG. Po 8 mėnesių mūsų tyrime CAVI pokyčiai nei grupių viduje, nei tarp grupių statistinio reikšmingumo nepasiekė. Vertinant VAKS pokyčius aortoje ir žasto arterijoje, abiejų rodiklių vertės po 8 mėnesių mažėjo tiek pagrindinėje, tiek kontrolinėje grupėje, tačiau statistinį reikšmingumą pasiekė tik kontrolinėje grupėje (abiejų rodiklių $p \leq 0,002$). Tai, jog pagrindinėje grupėje po 8 mėnesių nebuvo gautas statistiškai reikšmingas VAKS aortoje ir žasto arterijoje verčių sumažėjimas, galima būtų sieti su reikšmingai didesniais pradiniais sistolinio ir diastolinio AKS vidurkiais pagrindinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe.

Kaip ir mūsų tyrime, Bellia ir kt. savo tyrime pademonstravo, jog 12 savaičių aerobinių intervalinių treniruočių ant bėgtakio programa pacientams su CD reikšmingai sumažino jų AIx ($-28,9 \pm 3,2$ proc. vs. $+12,7 \pm 2,4$ proc., $p < 0,001$), lyginant su kontroline grupe²⁸³. 2023 m. atliktas randomizuotas tyrimas, įtraukęs 60 nutukimą ir padidėjusį AKS turinčių moterų, taip pat parodė, jog 12 savaičių didelio intensyvumo intervalinių treniruočių programa leidžia reikšmingai sumažinti AIx²⁸⁴. Tačiau 4 mėnesių savarankiško šiaurietiško ėjimo programa, nenaudojant nešiojamųjų savimonitoravimo prietaisų FA sekti, ženkliau nepagerino tiriamųjų AIx, nepriklausomai nuo to, ar tiriamieji sirgo CD ir kokia buvo jų gliukozės tolerancija²⁸⁵. Verta pabrėžti,

jog prieš tai aptartų tyrimų aFT programose nebuvo derinama tiesioginė ir nuotolinė medicinos personalo priežiūra išmaniaisiais savimonitoravimo prietaisais, kaip tai buvo atliekama mūsų tyrime. Vertinant VAKS ir PS aortoje pokyčius kituose tyrimuose, asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika šie rodikliai reikšmingai sumažėjo aFT derinant su jėgos treniruotėmis vienoje programoje^{70,102,189}. Mūsų tyrime taikėme vien aFT be papildomų jėgos treniruočių.

Po 8 mėnesių kombinuotos priežiūros aFT programos mūsų tyrime IMS BMA vertė reikšmingai sumažėjo tik pagrindinėje grupėje, vidutiniškai per 22,71 μm (-3,32 proc., $p = 0,032$)²⁷⁴. ROC metodu nustatyta optimali IMS BMA pokyčio reikšmė – sumažėjimas $\geq 14,5 \mu\text{m}$ (jautrumas – 0,620, specifiskumas – 0,600). Pagrindinės grupės tiriamieji turėjo 2,45 kartus daugiau šansų po 8 mėnesių aFT programos pasiekti optimalų IMS BMA vertės sumažėjimą, palyginti su kontroline grupe ($p = 0,034$). Tačiau BMA β standumo indekso pokyčiai po 8 mėnesių nei grupių viduje, nei tarp grupių statistinio reikšmingumo nepasiekė. Kituose tyrimuose MetS turintiems asmenims vien tiesiogiai medicinos personalo priežiūros 2 mėnesių aFT programos reikšmingai nesumažino jų IMS BMA^{92,286}. Taip pat kitas tyrimas su CD sergančiais pacientais nerado ženkesnių IMS BMA pokyčių po 4 mėnesių savarankiško šiaurietiško ėjimo programos, nenaudojant išmaniųjų prietaisų²⁸⁵. Tarpusavyje lygindami 1 metų didelio intensyvumo intervalinių ir jėgos treniruočių programos, 1 metų vidutinio intensyvumo aFT ir jėgos treniruočių programos ir kontrolinės grupės poveikį CD sergančių pacientų BMA struktūriniais pokyčiams, Magalhães ir kt. gavo reikšmingą IMS BMA sumažėjimą po abiejų taikytų programų ($p < 0,01$), o BMA β standumo indekso pagerėjimą – tik po didelio intensyvumo intervalinių ir jėgos treniruočių programos ($p < 0,01$)¹⁹¹. Lyginant su kontroline grupe, 1 metus bet kurioje programoje dalyvavusiems CD sergantiems pacientams, nepriklausomai nuo to, ar po programos jų KRFP pagerėjo, stebėtas IMS BMA sumažėjimas, o BMA β standumo indekso pablogėjimas stebėtas tik tiems pacientams, kurie nepagerino savo KRFP²⁸². Taigi panašu, jog ilgesnės trukmės ir kombinuotos priežiūros aFT programos, derinančios savarankiškas treniruotes, gali padėti ženkliau sumažinti IMS BMA asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika. Konkrečiai mūsų tyrime IMS BMA pokyčiams įtakos turėjo ne skirtingo intensyvumo treniruočių derinimas, o tiesioginės ir nuotolinės priežiūros derinimas, panaudojant išmaniuosius savimonitoravimo prietaisus, atliekant vien aFT ilgesnį laiką.

Arterijų sienelės struktūrinių ir funkcinių rodiklių pokyčiai mūsų tyrime buvo vertinti ir po 6 mėnesių savarankiško aFT programos, kurioje pagrindinės grupės tiriamieji treniravosi papildomai naudodamiesi ŠSD registratoriumi ir išmaniuoju telefonu su mobiliąja aplikacija, o kontrolinės grupės tiriamieji treniravosi įprastai, remdamiesi tik pateiktomis

standartinėmis FA rekomendacijomis. Vertinant miego-stipinės a. PBG pokyčius po 6 mėnesių savarankiškų aFT, rastas statistiškai reikšmingas pokytis tarp grupių ($p = 0,007$), šiam rodikliui ženkliau sumažėjus pagrindinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe (-2,00 proc. vs. -0,45 proc., atitinkamai). Pagrindinėje grupėje miego-stipinės a. PBG sumažėjimas reikšmingai teigiamai koreliavo su miego-šlaunies a. PBG, PS aortoje ir sistolinio AKS sumažėjimu po 6 mėnesių. Daugialypės tiesinės regresijos modelis, į kurį įtrauktas PS aortoje ir miego-šlaunies a. PBG pokytis, paaiškina net 24,4 proc. miego-stipinės a. PBG pokyčio variacijos po 6 mėnesių savarankiškų aFT programos pagrindinėje grupėje (bendra modelio $p = 0,002$). Taip pat tyrime nustatėme, jog miego-stipinės a. PBG mažėjimas po 6 mėnesių stebėtas, jei šio rodiklio reikšmė prieš pat savarankiškas aFT siekė $\geq 8,10$ m/s. Miego-šlaunies a. PBG tarp 2 ir 3 vizito, kas atitiko 6 mėnesių aFT programos dalį, mažėjo pagrindinėje ir kontrolineje grupėje (-0,16 m/s vs. -0,04 m/s, atitinkamai), tačiau pokyčiai statistinio reikšmingumo tarp grupių ar grupės viduje nepasiekė. Miego-šlaunies a. PBG mažėjimas po 6 mėnesių stebėtas, jei šio rodiklio vertė prieš pat savarankiškas aFT siekė $\geq 7,60$ m/s. Taigi mūsų tyrime po 6 mėnesių savarankiškų aFT reikšmingi skirtumai tarp grupių išryškėjo, vertinant ne centrinę, o periferinę PBG tarp miego ir stipinių arterijų. Pagrindinėje grupėje ženkliau sumažėjusį miego-stipinės a. PBG galėtų paaiškinti tai, kad pagrindinės grupės tiriamieji savo savarankiškoms treniruotėms atlikti naudojo išmaniuosius savimonitoravimo prietaisus, kas paskatino juos dažniau treniruotis ir tai atlikti tinkamu intensyvumu. Geresnė periferinio PBG reakcija į fizinę krūvį galėtų būti grindžiama didesniu periferinių arterijų standumu, lyginant su įprastai elastingomis centrinėmis arterijomis, ir didesniu periferinių arterijų sienelėse esančiu raumeninio audinio kiekiu²⁸⁷. Taip pat yra duomenų, jog konkrečiai aFT gali turėti didesnę poveikį periferiniam PBG negu centriniam PBG^{191,275}.

Panašiausias savo metodika į mūsų tyrimą galėtų būti Radhakrishnan ir kt. tyrimas su MetS turinčiais asmenimis, kuriame taip pat pagrindinė ir kontroline grupė atliko savarankiškas aFT namų sąlygomis, tačiau tik pagrindinės grupės tiriamiesiems per 12 savaičių laikotarpį buvo reguliariai skambinama ir buvo siunčiamos žinutės į mobiliuosius telefonus su sveikatai aktualia informacija, priminimais treniruotis²⁸⁸. Tyrimas parodė, jog centrinis PBG reikšmingai sumažėjo tik pagrindinėje grupėje ($p < 0,05$), bet reikšmingo skirtumo tarp grupių nebuvo gauta²⁸⁸. Kitame mažos apimties tyrime su nutukusiais asmenimis tarpusavyje lygintos trys 12 savaičių trukmės didelio intensyvumo intervalinių treniruočių programos: 1) tiesiogiai klinikoje medicinos personalo prižiūrimos didelio intensyvumo intervalinių treniruočių programos, 2) virtualiai prižiūrimos didelio intensyvumo intervalinių treniruočių programos namų sąlygomis, 3) didelio intensyvumo intervalinių treniruočių programos, atliekamos namų sąlygomis be jokios priežiūros⁹¹.

Pademonstruota, jog visos trys didelio intensyvumo intervalinių treniruočių programos reikšmingai sumažino nutukusių asmenų aortos PBG ($p < 0,001$), o virtualiai prižiūrimų didelio intensyvumo intervalinių treniruočių programa savo veiksmingumu nenusileido tiesiogiai klinikose prižiūrimų didelio intensyvumo intervalinių treniruočių programai⁹¹. Joseph ir kt. savo tyrime įtraukė 60 nutukimą turinčių moterų, iš kurių 30 priklausė pagrindinei grupei, naudojusiai mobiliąją aplikaciją, skirtą savarankiškos aFT, o kitos 30 moterų priskirtos kontrolinei grupei, taip pat naudojusiai mobiliąją aplikaciją, tik skirtą kitiems sveikatos gerinimo aspektams, nesusijusiems su FA¹⁹⁴. Šie tyrėjai nustatė, jog po 4 mėnesių virtualios programos aortos PBG nežymiai sumažėjo tik pagrindinėje grupėje, tačiau statistinio reikšmingumo negauta nei grupės viduje, nei tarp grupių¹⁹⁴. Vertinant 1 metų trukmės žingsnių paskyrimo programos naudojant žingsniamačius poveikį CD ir AH sergančių pacientų kraujagyslių sveikatai, stebėtas nežymus miego-šlaunies a. PBG mažėjimas, tačiau pokytis statistinio patikimumo nepasiekė²⁸⁹. Verta pažymėti, jog prieš tai aptarduose tyrimuose visai nebuvo vertinamas periferinis PBG. Rastas tik vienas neseniai Choi ir kt. atliktas tyrimas, kuriame buvo vertintas periferinio PBG pokytis padidėjusią kardiometabolinę riziką turintiems asmenims po savarankiškų aFT programos su išmaniųjų priemonių pagalba²⁹⁰. Po 12 savaičių savarankiškų aFT programos, naudojantis mobiliuoju telefonu ir išmaniuoju laikrodžiu (*Charge 4, Fitbit, JAV*), nutukimą turinčioms moterims reikšmingai sumažėjo žasto-kulkšnies a. PBG ($p < 0,01$)²⁹⁰. Pastarojo tyrimo rezultatai kartu su mūsų tyrimo rezultatais parodo, jog nuotoliniu būdu prižiūrimos savarankiškos aFT gali veiksmingai mažinti periferinį PBG.

Mūsų tyrime, praėjus 6 mėnesius trukusiai savarankiškų aFT programai, stebėtas ženklus PS aortoje mažėjimas pagrindinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe (-0,5 mmHg vs. -0,1 mmHg, atitinkamai). Šio rodiklio pokyčiai tarp grupių statistiškai reikšmingai skyrėsi ($p = 0,021$). Tarp 2 ir 3 vizito, kas atitiko 6 mėnesių savarankiškų aFT programos dalį, abejose grupėse nežymiai, be statistinio reikšmingumo, didėjo CAVI, VAKS žasto arterijoje, AIx. Vertinant VAKS aortoje, šio rodiklio mažėjimas stebėtas tik kontrolinėje grupėje, kuris vidutiniškai sudarė 0,1 mmHg, tačiau pokytis statistinio reikšmingumo nei grupės viduje, nei tarp grupių nepasiekė. Anksčiau aptartas Radhakrishnan ir kt. tyrimas parodė, jog po 12 savaičių savarankiškų aFT programos su IT priemonių pagalba reikšmingai sumažėjo MetS turinčių asmenų PS aortoje ($p < 0,05$), tačiau reikšmingų AIx pokyčių nebuvo rasta²⁸⁸. Kitas tyrimas vertino CD sergančių pacientų kraujagyslinius rodiklius prieš ir po 4 km ėjimo mažu-vidutiniu intensyvumu, tiriamesiems naudojantis išmaniuoju telefonu ir jame esančia aplikacija, ir nustatė CAVI (pokytis -0,2) bei PS aortoje (pokytis -3,9 mmHg) sumažėjimą po taikytos

intervencijos¹⁹⁵. Vis tik pastarajame tyrime taikyta intervencija buvo itin trumpa ir nebuvo kontrolinės grupės.

Vertinant IMS BMA ir BMA β standumo indekso pokyčius po mūsų taikytos 6 mėnesių savarankiškų aFT programos, statistinio reikšmingumo grupių viduje ir tarp grupių negauta, tačiau abiejų rodiklių vertės ženkliau mažėjo pagrindinėje grupėje. Stebėtas IMS BMA pokytis pagrindinėje grupėje vidutiniškai siekė -11,04 μm , o kontrolinėje grupėje siekė -0,27 μm . Tarp 2 ir 3 vizito pagrindinėje grupėje BMA β standumo indekso vertė vidutiniškai sumažėjo per 0,10, o kontrolinėje grupėje ši vertė padidėjo per 0,05. Remiantis ROC analize, nustatyta optimali IMS BMA pokyčio reikšmė – sumažėjimas $\geq 29 \mu\text{m}$ (jautrumas – 0,677, specifiskumas – 0,554). Pagrindinės grupės tiriamieji turėjo 2,61 kartą daugiau šansų pasiekti optimalų IMS BMA sumažėjimą po 6 mėnesių savarankiškų aFT, lyginant su kontrolinės grupės tiriamaisiais ($p = 0,036$). Kitų tyrimų, vertinančių vien savarankiškų aFT su išmaniųjų prietaisų panaudojimu efektą miego arterijų rodikliams tarp asmenų su padidėjusia kardiometaboline rizika, nebuvo rasta.

6.8. Visos aerobinių treniruočių programos ir savarankiškų aerobinių treniruočių programos dalies, naudojant išmaniuosius prietaisus, poveikis kasdienio fizinio aktyvumo lygiui

Kasdienio FA lygio pokyčiai mūsų tyrime buvo vertinti po visos 8 mėnesių aFT programos, susidedančios iš 2 mėnesių ambulatorinių aFT ir po jų sekusių 6 mėnesių trukmės savarankiškų aFT programos, per kurią tik pagrindinės grupės tiriamieji naudojami išmaniaisiais prietaisais. Kasdienį tiriamųjų FA lygį vertinome pagal Tarptautinio fizinio aktyvumo klausimyno trumposios formos (IPAQ) anketinius duomenis: bendrą FA lygį minutėmis per dieną ir sėdėjimo trukmę minutėmis per dieną. Nors statistinio reikšmingumo nebuvo gauta, bendras FA lygis, vertintas minutėmis per dieną, padidėjo abeiose grupėse, bet ženkliau pagrindinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe (22,92 proc. vs. 4,46 proc., atitinkamai). Taip pat pagrindinėje grupėje ženkliau sumažėjo sėdėjimo trukmė minutėmis per dieną, lyginant su kontroline grupe (-12,58 proc. vs. -10,23 proc., atitinkamai). Taigi ilgesnės trukmės aFT programa, apimanti individualiai parinktų ambulatorinių aFT atlikimą bei tolimesnį aFT tęsimą savarankiškai, naudojantis išmaniaisiais sekimo prietaisais, leidžia ženkliau padidinti FA lygį ir sumažinti sėdėjimo laiką, nei ambulatorinės aFT ir vien rekomendacijomis paremtas tolimesnis FA skatinimas. Vis tik prieš savarankišką aFT reikalingos tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimos aFT, kad asmenims būtų individualiai parinktos tinkamo intensyvumo treniruotės ir reguliarus FA taptų įprasta

veikla, kas paskatintų aFT tęsti ir namų sąlygomis. 2023 m. atlikta metaanalizė tai pat parodė, jog tiesioginis bendravimas su sveikatos priežiūros specialistu sveikatos gerinimo tikslais paskatina vidutinio amžiaus suaugusius žmones būti fiziškai aktyvesniais kasdieniame gyvenime²⁹¹.

Rasta tyrimų, kuriuose MetS pacientams taikytos įvairios gyvensenos programos su išmaniųjų prietaisų naudojimu daugiausia atliekant savarankiškas treniruotes, o kasdienis tiriamųjų FA lygis, kaip ir mūsų tyrime, buvo vertintas anketiniais duomenimis^{175,176,230,249,255,256,262}. Blackford ir kt. savo tyrime MetS turintiems asmenims taikė FA skatinančią ir mitybą koreguojančią 6 mėnesių gyvensenos programą, kurioje tik intervencinės grupės tiriamieji savarankiškai atliko aFT, reguliariai gaudami motyvacinius elektroninius laiškus ir palaikydami ryšį su tyrėjais telefonu bei nagrinėdami savo vartojamų maisto produktų sudėtį, kūno svorio pokyčius²⁵⁵. Tokioje gyvensenos programoje dalyvavę asmenys su MetS, vertinant pagal IPAQ klausimyną, padidino vidutinio intensyvumo MET minučių skaičių per savaitę ($p = 0.049$)²⁵⁵. Kiti pagal IPAQ klausimyną kasdienio FA lygį vertinę tyrimai parodė, jog MetS turintys asmenys, kurie gyvensenos programoje naudojami išmaniosiomis priemonėmis, reikšmingai padidino savo vidutinio intensyvumo FA lygį, vaikščiojimo trukmę, lyginant su kontroline grupe^{176,256}. Tyrėjų grupė, vertinusi MetS pacientų kasdienio FA lygio pokyčius po gyvensenos programos pagal Godin-Shephard laisvalaikio FA klausimyną, nustatė, jog mobiliąją aplikaciją naudoję tiriamieji ženkliai pagerino savo FA lygį, kitaip nei gavusieji tik lankstinukus su FA rekomendacijomis^{249,262}.

Teigiami kasdienio FA lygio pokyčiai, vertinti pagal anketinius duomenis po savarankiškų aFT naudojančių išmaniaisiais prietaisais, stebėti ne tik tarp asmenų su MetS^{175,230}, bet ir tarp prediabetu ar CD sergančių pacientų^{292,293}. Vienas iš panašiausių į mūsų tyrimą savo metodika yra MacPherson ir kt. atliktas tyrimas, kuriame visi CD riziką turintys asmenys iš pradžių dalyvavo 2 savaičių trukmės CD prevencijos programoje, susidedančioje iš individualių konsultacijų ir tiesiogiai trenerio prižiūrimų aFT, o vėliau, 1 metams, vienai grupei tiriamųjų paskirta savarankiškai atlikti didelio intensyvumo intervalines treniruotes, o kitai grupei – vidutinio intensyvumo aFT²⁹³. Per 1 metus trukusią savarankiškų aFT programą abiejų grupių tiriamieji naudojami mobiliąją aplikaciją, kuri leido patiems tiriamiesiems savo nuožiūra nurodyti savo FA lygį, tiek gauti įvairiu dažnumu siunčiamus priminimus treniruotis²⁹³. Pastarasis tyrimas parodė, jog per savarankiškų aFT laikotarpį CD riziką turinčių asmenų FA lygis reikšmingai padidėjo per 3 dienas nuo priminimo treniruotis atsiuntimo į mobiliąją aplikaciją, remiantis ne tik pačių tiriamųjų nurodytais FA duomenimis, bet ir aplikacijos užfiksuotais FA duomenimis ($p = 0,03$ ir $p < 0,001$, atitinkamai)²⁹³. Rezultatai tarp didelio intensyvumo intervalinių treniruočių grupės ir vidutinio intensyvumo aFT grupės reikšmingai nesiskyrė²⁹³. Taigi MacPherson ir kt. savo tyrime parodė, jog

mobilioji aplikacija su paraginimais treniruotis gali padidinti kardiometabolinę riziką turinčių asmenų FA lygį bent jau trumpalaikiu periodu²⁹³. Panašaus pobūdžio mobiliąją aplikaciją naudojo ir mūsų tyrimo pagrindinės grupės tiriamieji.

Tik pagal nešiojamųjų FA sekimo prietaisų duomenis FA lygio pokyčius po gyvenenos programų asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika vertinantys tyrimai demonstruoja nevienareikšmius rezultatus. 2023 m. atliktame tyrime tie MetS turintys asmenys, kurie per 6 mėnesių trukmės individualizuotą elgsenos keitimo programą naudojami interaktyviu, ant šlaunies tvirtinamu akcelerometru ir mobiliąja aplikacija, 40 min./d. sumažino savo sėdėjimo laiką, o vidutinio intensyvumo FA lygį padidino 20 min./d., kuomet kontrolinėje grupėje jokių reikšmingų FA lygio pokyčių nestebėta²⁹⁴. Verta pažymėti, jog pastarojo tyrimo intervencinėje grupėje stovėjimo trukmė ir nedidelio intensyvumo FA lygis per dieną reikšmingai nekito²⁹⁴. Keletas kitų tyrimų su CD sergančiais pacientais, kuriuose intervencinės grupės tiriamieji savarankiškai treniruodamiesi naudojami akcelerometru ir mobiliąja aplikacija ar žaidimu išmaniąjame telefone, taip pat parodė teigiamą šių priemonių poveikį didinant FA lygį ir mažinant sėdėjimo laiką^{227,295}. Tačiau rasta tyrimų, kuriuose kasdienis FA lygis po gyvenenos keitimo programų reikšmingiau nepadidėjo prediabetu ar CD sergantiems tiriamiesiems, kurie savarankiškai treniravosi papildomai naudodami FA sekimo prietaisus ir mobiliąsias aplikacijas, lyginant su kontroline grupe^{240,296–298}. Kadangi FA sekimo prietaisų užregistruoti duomenys yra priskiriami objektyviems FA duomenims, tokie prieštaringi tyrimų rezultatai gali rodyti, jog realybėje tiriamieji iš tiesų mažiau treniruojasi nei patys nurodo anketose. Vis tik vertinant FA lygio pokyčius vien pagal FA sekimo prietaisų užregistruotus duomenis, svarbu atkreipti dėmesį į tai, jog ne visi tiriamieji sugeba tinkamai naudotis jiems paskirtais prietaisais arba susiduria su techninėmis kliūtimis, kas neleidžia išsiųsti visų savo FA duomenų tyrėjams. Su panašiomis problemomis buvo susidūrę ir mūsų tyrimo pagrindinės grupės tiriamieji, nors jų nebuvo prašoma atsiųsti visų savo FA duomenų. Atsižvelgus į minėtus aspektus, reikalinga atlikti daugiau tyrimų, kuriuose asmenų su padidėjusia kardiometaboline rizika FA lygis būtų vertinamas pagal FA sekimo prietaisų užregistruotus duomenis.

Motyvacinių konsultacijų taikymas gyvenenos programose gali padidinti MetS turinčių asmenų kasdienio FA lygį, ką parodė Lin ir kt. 2016 m. atliktas tyrimas²⁶⁸. Minėtame tyrime 155 MetS turinčios moterys buvo priskirtos vienai iš trijų grupių: 1) eksperimentinei su individualių motyvacinių konsultacijų taikymu telefonu, bendraujant su specialiai tam parengta slaugytoja, 2) trumpos konsultacijos gyvenenos keitimo klausimais grupei su lankstinuko pateikimu, 3) įprastos priežiūros grupei²⁶⁸. Po 12 savaičių

gyvensenos programų, skirtų skatinti FA, tik eksperimentinėje grupėje dalyvavusios moterys su MetS reikšmingai padidino savo kasdienio FA lygį ($p = 0,01$)²⁶⁸. Mūsų tyrime po 2 mėnesių individualiai parinktų ambulatorinių aFT visi tiriamieji dalyvavo motyvacinėje konsultacijoje, skirtai ne tik apmokėti tiriamuosius prieš 6 mėnesių savarankišką aFT programą, bet ir padidinti jų motyvaciją treniruotis namų sąlygomis, kas, mūsų manymu, prisidėjo tiek prie pagrindinės, tiek prie kontrolinės grupės tiriamųjų FA lygio padidėjimo po 8 mėnesių aFT programos.

Šiame tyrime vertinome MetS turinčių asmenų kasdienio FA lygio pokyčius ir po 6 mėnesių savarankišką aFT programos dalies, kurioje pagrindinės grupės tiriamieji treniravosi naudodamiesi išmaniuoju telefonu su jame esančia aplikacija ir ŠSD registratoriumi, o kontrolinės grupės tiriamieji treniravosi be jokių savimonitoravimo prietaisų. Tarp 2 ir 3 vizito, kas atitiko 6 mėnesių savarankišką aFT laikotarpį, bendras FA lygis pagrindinėje grupėje mažėjo vidutiniškai 8,98 proc., o kontrolinėje grupėje mažėjo vidutiniškai 7,26 proc., tačiau šis bendro FA lygio mažėjimas nei grupių viduje, nei tarp grupių statistinio reikšmingumo nepasiekė. Be to, tiriamųjų subjektyvų kasdienio FA lygio vertinimą per 6 mėnesių savarankišką aFT laikotarpį atitinkamai galėjo paveikti prieš tai jiems taikyta 2 mėnesių trukmės intensyvi ambulatorinių aFT programa su tiesiogine medicinos personalo priežiūra. Visgi po 6 mėnesių, kad ir nereikšmingai, abeiose grupėse mažėjo sėdėjimo laikas per dieną. Sėdėjimo laiko per dieną mažėjimas buvo ženklus pagrindinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe (-10,34 proc. vs. -3,99 proc.). Taigi šiame tyrime anketiniai duomenys parodė, jog išmaniųjų savimonitoravimo priemonių naudojimas savarankiškai treniruojantis gali teigiamai koreguoti kardiometabolinę riziką turinčių asmenų sėslų gyvenimo būdą. Nepriklausomai nuo bendro sėdėjimo laiko ir vidutinio intensyvumo FA lygio, dažnesnis sėdėjimo pertraukimas yra susijęs su kardiometabolinių rizikos veiksnių gerinimu²⁹⁹. Sėdėjimo laiko sumažinimas netgi gali būti laikomas MetS prevencine priemone³⁰⁰. Net ir trumpos, su treniruotėmis nesusijios FA veiklos, atliekamos vidutiniu intensyvumu, teigiamai veikia sėslių asmenų KV sveikatą ir prailgina jų gyvenimo trukmę³⁰¹. Kadangi mūsų tyrimo pagrindinės grupės tiriamieji per 6 mėnesių savarankišką aFT laikotarpį naudojo išmaniajame telefone esančią FA skatinančią aplikaciją ir per ją reguliariai gaudavo reguliarius priminimus atlikti savarankiškas aFT, tai galėjo paskatinti tiriamuosius pertraukti savo sėdėjimo laiką.

Svarbu paminėti, jog kasdienio FA lygio vertinimas, remiantis anketiniais duomenimis, vis dar dažnai naudojamas klinikiniuose tyrimuose, tačiau yra subjektyvus ir gali būti netikslus³⁰². Objektyvus kasdienio FA lygio vertinimas galėtų būti paremtas nešiojamų FA savimonitoravimo prietaisų naudojimu, kadangi tai leidžia užregistruoti net ir menkiausią FA lygį ir jį monitoruoti

realiu laiku²². Mūsų tyrime per 6 mėnesių savarankiškų aFT laikotarpį naudotis ŠSD registratoriumi ir išmaniuoju telefonu su jame esančia aplikacija, per kurią buvo galima į tyrimo duomenų bazę atsiųsti savo treniruočių duomenis, turėjo tik pagrindinės grupės tiriamieji. Taigi, atlikti pagrindinės grupės FA lygio pokyčių palyginimo su kontroline grupe, remiantis ir išmaniųjų prietaisų pateiktais objektyviais duomenimis, nebuvo galima. Be to, mūsų FA skatinimo aplikacija šiame tyrime nebuvo skirta surinkti visus pagrindinės grupės tiriamųjų FA duomenis, o visų pirma buvo sukurta kaip motyvacinė ir pagalbinė priemonė, padedanti tiriamiesiems teisingai ir reguliariai atlikti savarankiškas aFT. Asmenims su MetS taikomos gyvensenos programos, kuriose FA skatinamas išmaniosiomis priemonėmis be tiesioginės medicinos personalo priežiūros gali reikšmingiau padidinti jų FA lygį, nei įprasta priežiūra²⁴⁸. Efektyvumu didinti suaugusiųjų asmenų kasdienį FA lygį išsiskiria konkrečiai FA rodiklius registruojančių prietaisų naudojimas³⁰³, kas mūsų tyrimo savarankiškų aFT programos dalyje pagrindinės grupės tiriamiesiems ir buvo skirta naudoti.

6.9. Visos aerobinių treniruočių programos ir savarankiškų aerobinių treniruočių programos dalies, naudojant išmaniuosius prietaisus, poveikis motyvacijai atlikti fizinės treniruotes

Šiame tyrime motyvų atlikti fizinės treniruotes pokyčius asmenims su MetS vertinome po visos 8 mėnesių aFT programos, kurios pradžioje visi tiriamieji 2 mėnesius atliko individualiai parinktas, ambulatorines aFT, o vėliau 6 mėnesius treniravosi savarankiškai, tačiau tik pagrindinės grupės tiriamieji treniruodamiesi naudojami jiems skirtais išmaniaisiais prietaisais. Motyvų atlikti fizinės treniruotes pokyčiai vertinti pagal EMI-2 klausimyno įverčius. Tarp 1 ir 3 vizito, kas atitiko visą 8 mėnesių aFT programos laiką, pagrindinėje ir kontrolineje grupėje, nesiekiant statistinio reikšmingumo, padidėjo rekreacijos ir emocijų (7,73 proc. vs. 5,61 proc., atitinkamai) ir fizinių galių lavinimo (7,47 proc. vs. 3,19 proc., atitinkamai) motyvų balų įverčiai, kurie ženkliau kito pagrindinėje grupėje. Kūno išvaizdos motyvų balų įverčiai per 8 mėnesius pagrindinėje grupėje praktiškai nekito, o kontrolineje grupėje padidėjo vidutiniškai 4,52 proc. Socialinių motyvų balų įverčiai be statistinio reikšmingumo padidėjo abeiose grupėse, tačiau kiek daugiau kontrolineje grupėje, lyginant su pagrindine grupe (11,11 proc. vs. 10,29 proc.). Po 8 mėnesių tik pagrindinėje grupėje padidėjo sveikatos motyvų balų įverčiai, vidutiniškai per 0,17 balo, kuomet kontrolineje grupėje šie įverčiai sumažėjo vidutiniškai per 0,11 balo. Taigi 8 mėnesių aFT programa nulėmė beveik visų motyvų įverčių didėjimą abeiose grupėse, o rezultatų tolygumas

tarp grupių gali būti paaiškinamas tuo, jog tiek pagrindinės, tiek kontrolinės grupės tiriamieji programos pradžioje dalyvavo ambulatorinėse aFT, o prieš savarankiškų aFT laikotarpį dalyvavo motyvacinėje konsultacijoje, kuri ir buvo skirta didinti motyvaciją savarankiškai treniruotis. Vis tik, kaip ir per 6 mėnesių savarankiškų aFT programos laikotarpį, taip ir po visos 8 mėnesių aFT programos, sveikatos motyvai treniruotis išliko svarbiausi tik pagrindinėje grupėje, kuomet kontrolinėje grupėje šių motyvų svarba po 8 mėnesių netgi sumažėjo. Visos pagrindinės grupės tiriamiesiems skirtos išmaniosios priemonės: ŠSD registratorius, išmanusis telefonas su jame esančia originalia aplikacija bei kardiotreniruočių portalas, kurios buvo skirtos didinti motyvaciją treniruotis ir įsitraukti į savo sveikatos valdymą, prisidėjo prie sveikatos motyvų svarbos padidinimo šioje grupėje.

Motyvacija yra kritiškai svarbi, siekiant keisti gyvenimo būdą, konkrečiai palaikyti reguliarių FA kasdieniame gyvenime. Sebire ir kt. analizavo pacientų su naujai diagnozuotu 2 tipo CD atsakymus apie motyvaciją keisti gyvenseną sužinojus diagnozę, kurie buvo surinkti bendraujant susitikus gyvai po 6 mėnesių ir susiskambinus telefonu su tyrėju po 9 mėnesių nuo tyrimo pradžios³⁰⁴. Per 9 mėnesių gyvensenos keitimo programą tiriamųjų buvo prašoma sekti savo svorio pokyčius, dietos laikymąsi, pildyti FA dienyną ir naudoti žingsniamatį³⁰⁴. Motyvacija pastarajame tyrime buvo vertinta, remiantis asmeninio apsisprendimo teorija (angl. *self determination theory*), kuri plačiai naudojama, tiriant asmens motyvus fizinei veiklai atlikti³⁰⁵. Atsakymų analizė Sebire ir kt. tyrime parodė, jog su laiku kito tiek skirtingų tiriamųjų, tiek to paties tiriamojo motyvacijos kokybė, o motyvai keisti gyvenseną buvo daugialypiai ir tarpusavyje konkuruojantys³⁰⁴. Daugiausia tiriamieji nurodė išorinės motyvacijos aspektus (angl. *extrinsic motivation*), kuriuos atspindi kontrole paremta motyvų reguliacija (angl. *controlled regulation*), kadangi gyvensenos pokyčiai buvo inicijuoti tyrėjų³⁰⁴. Vis tik autonominė motyvų reguliacija (angl. *autonomous regulation*), kuri labiau priklauso nuo paties asmens apsisprendimo, tyrime buvo linkusi atsirasti praėjus daugiau laiko, tiriamiesiems daugiausia nurodant motyvą pagerinti savo sveikatą, gyvenimo kokybę ar praleistą laiką su savo šeima³⁰⁴. Taigi mūsų tyrime motyvų atlikti fizinės treniruotes pokyčiai galėjo būti reikšmingesni, pratęsus programai skirtą laiką, po ambulatorinių aFT programos ilgiau taikant nuotolinę savarankiškų aFT priežiūrą.

Vis tik daugiausia FA skatinančiose gyvensenos programose taikomos tik ambulatorinėmis sąlygomis atliekamos aFT. Nors tokio pobūdžio aFT programos yra ribotos dėl savo prieinamumo ir trukmės, tačiau yra duomenų, jog jos teigiamai veikia padidėjusią kardiometabolinę riziką turinčių asmenų motyvaciją treniruotis^{237,306}. Alarcón-Gómez ir kt. 1 tipo CD sergantiems

pacientams taikė 6 savaičių trukmės ambulatorinę didelio intensyvumo intervalinių treniruočių programą, kurioje pagrindinės grupės tiriamieji treniruotes atliko 3 k./sav. ant stacionaraus dviračio, o kontrolinės grupės tiriamieji visai nesitreniravo³⁰⁶. Visi tiriamieji tyrimo pradžioje ir pabaigoje užpildė elgesio savireguliacijos sportuojant klausimyną BREQ-2 (angl. *Behavioral Regulation in the Exercise Questionnaire* – BREQ-2) ir malonumo treniruojantis klausimyną PACES (angl. *Physical Activity Enjoyment Scale* – PACES), kurių surinkti duomenys parodė, jog pagrindinės grupės tiriamųjų vidinė motyvacija treniuotis po ambulatorinės didelio intensyvumo intervalinių treniruočių programos padidėjo 13 proc., o malonumas treniuotis padidėjo 7 proc., pokyčiams siekiant statistinį reikšmingumą³⁰⁶. Mūsų tyrėjų grupė nagrinėjo ambulatorinės 2 mėnesių aFT programos, taikytos šiame doktorantūros darbe visiems tiriamiesiems prieš savarankišką aFT programą, poveikį MetS turinčių asmenų motyvacijai treniuotis, remiantis EMI-2 klausimyno įverčių pokyčiais²³⁷. Gauta, jog po 2 mėnesių tiesiogiai medicinos personalo prižiūrimą aFT programos asmenims su MetS reikšmingai padidėjo socialinių, rekreacijos ir emocinių bei fizinių galių lavinimo motyvai ($p = 0,003$, $p < 0,001$, $p = 0,023$, atitinkamai)²³⁷. Įvertinę šiuos duomenis, mūsų tyrime prieš savarankišką aFT programą nusprendėme visiems savo tiriamiesiems taikyti ir ambulatorinę aFT programą.

Gyvensenos keitimo programose svarbią funkciją vis dažniau atlieka ir motyvacinės konsultacijos, kurios skirtos ne tik didinti asmens motyvaciją keisti gyvenimo būdą. Rasta keletas tyrimų, kuriuose motyvacinės konsultacijos buvo atliekamos ir su tikslu pateikti tiriamiesiems reikiamą, su sveikata susijusią informaciją, apklausti tiriamuosius, atlikti jų anketavimą, kaip ir mūsų tyrime, kad būtų galima įvertinti esamus tiriamųjų motyvus keisti gyvenimą, geriau suprasti pačių tiriamųjų poreikius ir patirtis, dalyvaujant gyvensenos programose^{114,307}. Mangyo ir kt. savo 12 savaičių trukmės gyvensenos programoje, skirtoje koreguoti mitybą ir didinti FA lygį, MetS turintiems asmenims taikė reguliarias motyvacines konsultacijas³⁰⁷. Išanalizavus per motyvacines konsultacijas surinktus duomenis paaiškėjo, jog pacientams su MetS, siekiant savo gyvensenos keitimo tikslų, svarbu atpažinti savo vaidmenį sveikatos valdyje ir turėti pasitikėjimo savimi³⁰⁷. Tyrėjai mano, jog tokius apklausos rezultatus lėmė tai, jog programos pradžioje tiriamiesiems buvo pateikta su MetS susijusi informacija ir konkrečios sveikos gyvensenos rekomendacijos, mažinančios MetS žalą sveikatai bei buvo sudaryta galimybė patiems tiriamiesiems pasirinkti jiems priimtinius tikslus, kad labiau įsitrauktų į programą³⁰⁷. Joelsson ir kt. taip pat taikė motyvacines, į pacientą orientuotas konsultacijas 5 metų trukmės FA paskyrimo programoje

PAP (angl. *Physical Activity on Prescription* – PAP) ir iš konsultacijų surinktų duomenų nustatė, jog motyvacija treniruotis padidėjo tiems kardiometabolinių rizikos veiksnių turintiems asmenims, kurie patys susikūrė savo FA rutiną¹¹⁴. Tiriamųjų motyvaciją treniruotis, pasak minėtų autorių, skatino ir programoje pasiekti teigiami sveikatos pokyčiai bei pastovus sveikatos priežiūros specialistų palaikymas¹¹⁴. Socialinio palaikymo svarba padidėjusios kardiometabolinės rizikos asmenims, keičiant su FA susijusią elgseną, pabrėžiama ir kituose tyrimuose^{308,309}. Mūsų tyrime pradinė 2 mėnesių aFT programa sudarė sąlygas visiems tiriamiesiems gauti tiesioginę medicinos personalo priežiūrą klinikoje. Nors per 6 mėnesių savarankiškų aFT laikotarpį pagrindinės grupės tiriamieji buvo prižiūrimi medicinos personalo nuotoliniu būdu, kas galėjo sumažinti socialinio palaikymo pojūtį, jie turėjo galimybę sau patogiu metu atlikti savarankiškas aFT, naudodami išmaniąsias savimonitoravimo priemones, bei stebėti teigiamus savo sveikatos rodiklių pokyčius kardiotreniuočių portale. Mūsų manymu, ypač svarbu užtikrinti, jog asmuo, atlikdamas savarankiškas aFT, reguliariai gautų grįžtamąjį ryšį iš medicinos personalo išmaniųjų priemonių pagalba, kas gali dar labiau padidinti asmens motyvaciją treniruotis ir taip pagerinti sveikatos rodiklius.

Rasta vos keletas tyrimų, kuriuose asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika po savarankiškų aFT programos panaudojant išmaniuosius prietaisus būtų vertinami motyvų treniruotis pokyčiai^{227,241,310}. Höchsmann ir kt. 36 antsvorį turinčius CD pacientus įtraukė 24 savaičių gyvenenos programą, kurioje pagrindinės grupės tiriamieji ne tik dalyvavo konsultacijoje gyvenenos keitimo klausimais, kaip kontrolinės grupės tiriamieji, bet papildomai naudojo išmaniajame telefone esantį interaktyvų, FA skatinantį žaidimą²²⁷. Vertinant pagal vidinės motyvacijos klausimyną (angl. *Intrinsic Motivation Inventory* – IMI), po 24 savaičių programos pagrindinės grupės tiriamųjų vidinė motyvacija treniruotis padidėjo $6,4 \pm 4,2$ balo ($p < 0,001$), o kontrolinės grupės tiriamųjų – sumažėjo $1,9 \pm 16,5$ balo ($p = 0,623$)²²⁷. Tokių vidinės motyvacijos klausimyno subkalių, kaip „susidomėjimas/mėgavimasis“ (angl. *interest/enjoyment*) ir „įgytos kompetencijos“ (angl. *perceived competence*), įvertinimai balais reikšmingai padidėjo tik pagrindinėje grupėje²²⁷. Kitame tyrime CD sergantys pacientai dalyvavo 4 mėnesių gyvenenos keitimo programoje ir patekusieji į eksperimentinę grupę tiriamieji turėjo savarankiškai treniruotis, remdamiesi jiems pateiktais vaizdo įrašais per mobiliąją aplikaciją „WhatsApp“³¹⁰. Remiantis FA ir laisvalaikio motyvacijos klausimynu (angl. *Physical Activity and Leisure Motivation Scale-Malay* – PALMS-M), visų 8 motyvų būti fiziškai aktyviam balų įverčiai padidėjo tik eksperimentinėje grupėje, o

kontrolinėje grupėje – sumažėjo, kas leido aptikti reikšmingą pokyčių skirtumą tarp grupių³¹⁰. To paties tyrimo eksperimentinės grupės tiriamiesiems 4 mėnesių gyvenenos programa reikšmingai pagerino tokius motyvus treniruotis, kaip „išvaizda“, „kitų asmenų lūkesčiai“, „fizinė būklė“ ir „meistriškumas“, kas lėmė ir reikšmingą FA lygio padidėjimą eksperimentinėje grupėje, lyginant su kontroline grupe ($p = 0,001$)³¹⁰. 2023 m. atliktame tyrime antsvorį turinčios moterys buvo suskirstytos į 3 grupes: 1) virtualios realybės fizinių treniruočių grupę, 2) fizinių treniruočių ant stacionaraus dviračio grupę, 3) kontrolinę grupę²⁴¹. Pirmoji grupė tiriamųjų savarankiškas aFT taip pat atliko ant stacionaraus dviračio, tik skirtingai nei antroje grupėje, stacionarus dviratis buvo susietas su išmaniuoju telefonu ir ant galvos tvirtinamais akiniais, kad būtų galima mankštintis įtraukiančioje virtualioje realybėje²⁴¹. Po 8 savaičių programos tokių motyvacijos aspektų, kaip „džiaugsmo treniruotis“ ir „įsitraukimo į treniruotes“, įverčiai reikšmingai padidėjo tik virtualios realybės fizinių treniruočių grupėje, lyginant su įprastų treniruočių grupe ir kontroline grupe (abu rodikliai, $p < 0,001$)²⁴¹. Taigi išmaniųjų priemonių panaudojimas, atliekant savarankiškas treniruotes gyvenenos keitimo programose, gali teigiamai veikti padidėjusią kardiometabolinę riziką turinčių asmenų motyvaciją treniruotis, ką parodė ir mūsų tyrimas.

Motyvų atlikti fizines treniruotes pokyčiai pagal EMI-2 klausimyno įverčius mūsų tyrime buvo vertinami ir po 6 mėnesius taikytos savarankiško aFT programos, kurioje pagrindinės grupės tiriamieji papildomai naudojami išmaniųjų prietaisų pagalba ir tokiu būdu buvo vykdoma jų nuotolinė priežiūra. Tarp 2 ir 3 vizito, kas atitiko 6 mėnesių savarankiško aFT programos dalį, pagrindinėje ir kontrolinėje grupėje, nesiekiant statistinio reikšmingumo, padidėjo rekreacijos ir emocinių (3,27 proc. vs. 7,14 proc., atitinkamai), kūno išvaizdos (4,44 proc. vs. 5,92 proc., atitinkamai) ir fizinių galių lavinimo (2,50 proc. vs. 5,66 proc., atitinkamai) motyvų balų įverčiai. Po 6 mėnesių tik pagrindinėje grupėje, nors ir nereikšmingai, padidėjo sveikatos motyvų balų įverčiai, pokyčiui vidutiniškai siekiant 2,84 proc., o kontrolinėje grupėje sveikatos motyvų balų įverčiai sumažėjo 0,25 proc. Socialinių motyvų balų įverčiai reikšmingai padidėjo kontrolinėje grupėje, pokyčiui vidutiniškai siekiant 12,44 proc. ($p = 0,034$). Sveikatos motyvų svarbą pagrindinėje grupėje būtų galima aiškinti tuo, jog šios grupės tiriamieji per 6 mėnesių savarankiško aFT laikotarpį palaikė ryšį su sveikatos priežiūros specialistu-tyrėju telefonu, taip pat susitikus gyvai, o su mobiliąja aplikacija ir kardiorentiruočių portalu galėjo stebėti savo sveikatos rodiklių pokyčius dinamikoje. Kontrolinės grupės tiriamieji savarankiškai treniruodamiesi nepalaikė ryšio su sveikatos priežiūros specialistu, nesinaudojo jokiomis FA

sekimo priemonėmis bei neregistravo savo sveikatos rodiklių kardiotreniruočių portale. Socialiniai motyvai kontrolinės grupės tiriamiesiems per 6 mėnesių savarankišką aFT programą buvo svarbiausi galbūt dėl artimųjų, draugų paraginimo, palaikymo tęsti dalyvavimą tyrime. Taip pat mūsų tyrime buvo gauta, jog pagrindinėje grupėje sveikatos motyvų balų įverčių pokyčiai reikšmingai teigiamai koreliavo su VO_2 max pokyčiais per 6 mėnesių savarankišką aFT laikotarpį ($\rho = 0,973$, $p = 0,005$). Taigi galime matyti, jog kuo didesnė asmens motyvacija pagerinti savo sveikatos rodiklius besitreniruojant, tuo pasiekiamas geresnis KRFP.

6.10. Darbo trūkumai

Reikėtų pabrėžti keletą mūsų tyrimo trūkumų. Visų pirma, šiame tyrime nebuvo analizuoti tiriamųjų vartojami vaistai, tarp kurių galėjo būti antihipertenziniai vaistai, statinai dislipidemijai kontroliuoti, glikemiją koreguojantys vaistai, taip pat β adrenoblokatoriai, kurie galėjo mažinti ŠSD. Tačiau svarbu paminėti, kad per 8 mėnesių tyrimo laikotarpį tiriamųjų vartojamo medikamentinio gydymo dozės nebuvo keičiamos. Net ir atlikus statistinę panašiausių atvejų analizę, išliko statistiškai reikšmingi skirtumai tarp pagrindinės ir kontrolinės grupės pagal svorio, sistolinio AKS, diastolinio AKS, VAKS žasto arterijoje, ramybės ŠSD, socialinių motyvų lygio, bendro FA lygio, vidutinės sedėjimo trukmės ir ramybės ŠSD vidutines vertes tyrimo pradžioje. Visų antra, tyrimo eigoje duomenų bazėje liko trūkstamų ištyrimo duomenų, kadangi pasitaikė atvejų, kai tiriamieji neatvykdavo į kurį nors ištyrimo vizitą arba atvykę vizitui, neatlikdavo visų paskirtų tyrimų. Be to, ne visi tiriamieji pilnai užpildė jiems pateiktus klausimynus, kas apsunkino anketų vertinimą. Svarbu paminėti, jog per 6 mėnesių savarankišką aFT programos laikotarpį kontrolinės grupės tiriamųjų FA nebuvo kaip nors registruojamas ar sekamas nuotoliniu būdu, kadangi kontrolinės grupės tiriamieji šiame tyrime neturėjo naudoti jokių nešiojamųjų savimonitoravimo prietaisų. Pagrindinės grupės tiriamieji per 6 mėnesių savarankišką aFT programos laikotarpį naudojami išmaniaisiais FA sekimo prietaisais, tačiau jų naudojimo pagrindinė paskirtis nebuvo pateikti visus FA duomenis tyrėjams, bet padidinti asmens motyvaciją treniruotis ir padėti savarankiškas aFT atlikti tinkamu intensyvumu pagal jiems nustatytas treniruojamojo ŠSD ribas. Taigi šiame tyrime nebuvo lyginti savarankišką aFT treniruočių skaičiaus pokyčiai tarp pagrindinės ir kontrolinės grupės. Nors tyrime taikyta 8 mėnesių trukmės aFT programa gali pasirodyti nelabai ekonomiška, tai buvo gana trumpa FA intervencija, o tiriamųjų savikontrolei buvo naudotos plačiai prieinamos nešiojamosios priemonės, skirtos išlaikyti asmens motyvaciją treniruotis. Dar

geresni rezultatai galėjo būti gauti į tyrimą įtraukus tik išmaniųjų telefoną naudojančius, išmaniuosius savimonitoravimo prietaisus anksčiau bandžiusius naudoti asmenis. Norėta į tyrimą įtraukti ir daugiau tiriamųjų, tačiau dėl COVID-19 pandemijos sąlygotų apribojimų teko anksčiau nutraukti tiriamųjų įtraukimą. Taip pat reguliariesnis grįžtamasis ryšys iš medicinos personalo išmaniųjų priemonių pagalba galėjo dar labiau padidinti asmens motyvaciją treniruotis ir taip pagerinti sveikatos rodiklius. Nepaisant minėtų trūkumų, mūsų žiniomis, tai yra pirmasis tyrimas, kuriame MetS turintiems asmenims buvo vertinti įvairių rodiklių pokyčiai po jiems taikytos individualiai parinktos ambulatorinės aFT programos, toliau aFT savarankiškai tęsiant namų sąlygomis, remiantis ne vien pateiktomis FA rekomendacijomis, bet ir palaikant treniruojamojo ŠSD ribas su išmaniųjų sekimo prietaisų pagalba.

IŠVADOS

1. Išmanusis telefonas ir su juo susietas elektrokardiogramos registravimu paremtas nešiojamasis prietaisas yra optimaliai pritaikoma įranga fizinių treniruočių sekimui namų sąlygomis asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika.
2. Sukurta originali mobilioji aplikacija bei fizinio aktyvumo rekomendacijų laikymosi kompiuterinis dienynas leidžia įgyvendinti interaktyvią fizinio aktyvumo priežiūrą namų sąlygomis asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika.
3. Metabolinį sindromą turintiems asmenims, dalyvavusiems kombinuotos priežiūros aerobinių fizinių treniruočių programoje, ženkliau koregavosi kardiometaboliniai rizikos veiksniai ir pagerėjo kardiorespiracinis fizinis pajėgumas.
4. Pagrindinėje grupėje ženkliau sumažėjo metabolinį sindromą turinčių asmenų nerimo ir depresijos lygis, padidėjo motyvacija treniruotis dėl teigiamų sveikatos pokyčių.
5. Pagrindinėje grupėje ženkliau sumažėjo metabolinį sindromą turinčių asmenų periferinis arterijų standumas bei miego arterijų intimos-medijos sluoksnis.

PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS

1. Rekomenduojama aerobinių treniruočių programą pradėti ambulatorinėmis sąlygomis, tiesiogiai dalyvaujant medicinos personalui, prieš rekomendaciją asmenims treniuotis savarankiškai namų sąlygomis.
2. Rekomenduojama aerobinių treniruočių programose taikyti kontaktines motyvacines konsultacijas, kurias atliktų treniruotes paskiriantis sveikatos priežiūros specialistas ar specialistų komanda.
3. Rekomenduojama savarankiškoms treniruotėms naudoti elektrokardiogramos registravimu paremtus nešiojamuosius prietaisus, tvirtinamus ant krūtinės ląstos, dėl didesnio gaunamų duomenų tikslumo.
4. Asmenims su padidėjusia kardiometaboline rizika mobilioji programėlė su nešiojamuoju širdies susitraukimų dažnio registratoriumi – tinkamos priemonės motyvacijai palaikyti treniruojantis savarankiškai.
5. Svarbu užtikrinti, jog asmuo, atlikdamas savarankiškas aerobines treniruotes, reguliariai gautų grįžtamąjį ryšį iš medicinos personalo išmaniųjų priemonių pagalba, kas gali dar labiau padidinti asmens motyvaciją treniuotis ir taip pagerinti sveikatos rodiklius.

PUBLIKACIJŲ IR PRANEŠIMŲ SĄRAŠAS

Su disertacijos tema susijusios publikacijos tarptautinės duomenų bazės „Clarivate Analytics Web of Science“ (CA WoS) referuojamuose leidiniuose su citavimo indeksu:

Nr.	Straipsnio citata su DOI	Kvartilė	IF
1.	<p>Zupkauskiene J, Lauceviciene I, Ryliskyte L, Navickas P, Kizlaitis R, Laucevicius A. Ambulatory and successive home-based heart rate targeted aerobic training improves arterial parameters: a follow-up study in people with metabolic syndrome. <i>Ann Med.</i> 2023;55(2):2250363.</p> <p>doi: 10.1080/07853890.2023.2250363. PMID: 37625386;</p>	Q2	4.4
2.	<p>Zupkauskiene J, Lauceviciene I, Navickas P, Ryliskyte L, Puronaite R, Badariene J, Laucevicius A. Changes in health-related quality of life, motivation for physical activity, and the levels of anxiety and depression after individualized aerobic training in subjects with metabolic syndrome. <i>Hellenic J Cardiol.</i> 2022 Jul-Aug;66:41-51.</p> <p>doi: 10.1016/j.hjc.2022.04.003. Epub 2022 Apr 16.</p>	Q2	4.1

Pranešimai disertacijos tema tarptautinėse mokslinėse konferencijose ir šių pranešimų santraukos tarptautinės duomenų bazės „Clarivate Analytics Web of Science“ (CA WoS) referuojamuose leidiniuose su citavimo indeksu:

1. 31st European Meeting on Hypertension and Cardiovascular Protection (ESH 2022). 2022 m. birželio 17-20 d. Atėnai, Graikija. **Jūratė Zupkauskiene**, Aleksandras Laucevičius. Changes in blood lipids after 2-month outpatient aerobic training followed by 6-month home-based training with heart rate monitoring in people with metabolic syndrome. *Journal of hypertension: ESH 2022: abstract book*. Philadelphia:

Lippincott Williams & Wilkins. ISSN 0263-6352. eISSN 1473-5598. 2022, vol. 40, suppl. 1, p. e261.

2. 7th Baltic and North Sea conference on physical and rehabilitation medicine vascular rehabilitation. 2022 m. birželio 9-11 d. Tartu, Estija. **Jūratė Zupkauskienė**, Ieva Laucevičienė. 2-month heart rate targeted aerobic exercise training effect on cardiorespiratory fitness parameters in subjects with metabolic syndrome. Journal of rehabilitation medicine. Supplement: 7th Baltic and North Sea conference on physical and rehabilitation medicine vascular rehabilitation – the journey from causes to results, Tartu, Estonia, June 9–11, 2022: abstract book. Uppsala: Foundation Rehabilitation Information. ISSN 1650-1969. 2022, vol. 54, suppl. no. 56, p. 18.
3. European Atherosclerosis Society Congress 2022. 2022 m. gegužės 22-25 d. Milanai, Italija. **Jūratė Zupkauskienė**, Aleksandras Laucevičius. Changes in arterial stiffness after outpatient aerobic training followed by home-based training using a heart rate monitor in people with metabolic syndrome. Atherosclerosis. East Park Shannon: Elsevier. ISSN 0021-9150. eISSN 1879-1484. 2022, vol. 355, p. 191-192. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2022.06.780.

Kitos mokslinės publikacijos tarptautinės duomenų bazės „Clarivate Analytics Web of Science“ (CA WoS) referuojamuose leidiniuose su citavimo indeksu:

1. Kujawska A, Bromage S, Simoes JA, **Zupkauskienė J**, McMahon N, Zalewski P, Kujawski S. The impact of dietary supplements on blood pressure in older adults: A network meta-analysis of randomized controlled trials. Heliyon. 2024 Feb 8;10(4):e25615. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e25615. PMID: 38380006; PMCID: PMC10877265.
2. Bianchini E, Guala A, Golemati S, Alastruey J, Climie RE, Dalakleidi K, Francesconi M, Fuchs D, Hartman Y, Malik AEF, Makūnaitė M, Nikita KS, Park C, Pugh CJA, Šatrauskienė A, Terentes-Printizios D, Teynor A, Thijssen D, Schmidt-Trucksäss A, **Zupkauskienė J**, Boutouyrie P, Bruno RM, Reesink KD. The Ultrasound Window Into Vascular Ageing: A Technology Review by the VascAgeNet COST Action. J Ultrasound Med. 2023 Oct;42(10):2183-2213. doi: 10.1002/jum.16243. Epub 2023 May 6.
3. Gopcevic KR, Gkaliagkousi E, Nemcsik J, Acet Ö, Bernal-Lopez MR, Bruno RM, Climie RE, Fountoulakis N, Fraenkel E, Lazaridis A, Navickas P, Rochfort KD, Šatrauskienė A, **Zupkauskienė J**, Terentes-Printizios D. Pathophysiology of Circulating Biomarkers and Relationship With Vascular Aging: A Review of the Literature From VascAgeNet Group on Circulating Biomarkers, European Cooperation in Science and Technology Action 18216. Front Physiol. 2021 Dec 14;12:789690. doi: 10.3389/fphys.2021.789690. PMID: 34970157; PMCID: PMC8712891.

- Ryliškytė L, Navickas R, Šerpytis P, Puronaitė R, **Zupkauskienė J**, Jucevičienė A, Badariene J, Rimkienė MA, Ryliškiene K, Skiauterytė E, Laucevičius A. Association of aortic stiffness, carotid intima-media thickness and endothelial function with cardiovascular events in metabolic syndrome subjects. *Blood Press*. 2019 Apr;28(2):131-138. doi: 10.1080/08037051.2019.1569461. Epub 2019 Jan 30. PMID: 30698025.
- Laucevicius A, Ryliskyte L, **Balsyte J**, Badariene J, Puronaite R, Navickas R, Solovjova S. Association of cardio-ankle vascular index with cardiovascular risk factors and cardiovascular events in metabolic syndrome patients. *Medicina*. 2015, Vol.51(3):152–158.

Kitos mokslinės publikacijos:

- Jūratė Zupkauskienė**, Margarita Kiseliūtė. Padidėjusios kardiometabolinės rizikos asmenų, dalyvaujančių įvairiai prižiūrimų fizinių treniruočių programose, psichoemocinės būklės ir gyvenimo kokybės pokyčiai. *Laboratorinė medicina*. Vilnius: Lietuvos laboratorinės medicinos draugija. ISSN 1392-6470. 2023, t. 25, Nr. 1 (93), p. 52-62.
- Jūratė Vertelytė, **Jūratė Zupkauskienė**. Įvairių fizinių treniruočių veiksmingumas padidėjusios kardiometabolinės rizikos asmenims: literatūros apžvalga. *Laboratorinė medicina*. Vilnius: Lietuvos laboratorinės medicinos draugija. ISSN 1392-6470. 2023, t. 25, Nr. 1 (93), p. 26-36.
- Margarita Kiseliūtė, **Jūratė Zupkauskienė**. Širdies susitraukimo dažnio matavimo įrangos palyginamoji analizė, jos taikymas įvairioms fizinėms treniruotėms. *Laboratorinė medicina*. Vilnius: Lietuvos laboratorinės medicinos draugija. ISSN 1392-6470. 2022, t. 24, Nr. 1(91), p. 40-44.
- Jūratė Zupkauskienė**, Ieva Rudinskaitė, Jolita Badariene. Naujausių fizinio aktyvumo rekomendacijų laikymasis esant padidėjusiai kardiometabolinei rizikai. *Laboratorinė medicina*. Vilnius: Lietuvos laboratorinės medicinos draugija. ISSN 1392-6470. 2022, t. 24, Nr. 2(92), p. 93-100.
- Ieva Marija Saulė, Jurgita Mikolaitytė, Jolita Badariene, **Jūratė Zupkauskienė**, Roma Puronaitė, Alma Čypienė, Aleksandras Laucevičius. Association of high sensitivity C-reactive protein and metabolic syndrome components in middle-aged subjects without overt cardiovascular disease in LitHiR primary prevention programme. *Seminars in cardiovascular medicine*. Vilnius: Lietuvos širdies asociacija. eISSN 1822-7767. 2020, vol. 26, no. 1, p. 14-19.
- Aleksandras Laucevičius, Egidija Rinkūnienė, Ligita Ryliškytė, Vytautas Kasiulevičius, Dalius Jatužis, Žaneta Petrulionienė, Jolita Badariene, Rokas Navickas, Agnė Jucevičienė, Sandra Kutkienė, Svetlana Solovjova, Viktorija Andrejevaitė, Ingrida Lisauskienė, **Jūratė Zupkauskienė**, Roma Puronaitė, Romualdas Gurevičius, Jurgita Mykolaitytė. Primary prevention strategy for

cardiovascular disease in Lithuania. („A Funding Programme for the Screening and Preventive Management of the High Cardiovascular Risk Individuals“ – main results: 2006-2017 years). Seminars in cardiovascular medicine / Lietuvos širdies asociacija. Warsaw : DeGruyter Open. eISSN 1822-7767. 2019, vol. 25, p. 14-39.

Monografijos, vadovėliai:

1. **Jūratė Zupkauskienė**, Jolita Badarienė. Fizinio aktyvumo rekomendacijos sergantiems 2 tipo cukriniu diabetu. Endokrininių ligų diagnostikos ir gydymo algoritmai: mokomoji knyga: antras atnaujintas ir papildytas nauja tematika leidinys / recenzentai: Indrė Čeponienė, Giedrė Vasylienė, Germanas Marinskis, Marius Miglinas; sudarytojas Antanas Norkus; Lietuvos sveikatos mokslų universitetas. Vilniaus universiteto Medicinos fakultetas. Kaunas: Medicininės informacijos centras, 2023. ISBN 9786098070293. p. 357-366.

Kiti pranešimai mokslinėse konferencijose:

1. Nordic-Baltic Region University Research Course. 2019 m. rugsėjo 19-21 d. Gdanskas, Lenkija. PhD student **Jūratė Zupkauskienė**, supervisor Aleksandras Laucevičius. Promotion of individually-tailored physical activity methods and comparison of their efficacy in subjects with high cardiometabolic risk. First year of PhD.
2. 6th International Conference on Prehypertension, Hypertension, Metabolic Disorders and Cardiovascular Disease. 2019 m. vasario 28 d. – kovo 3 d. Vilnius, Lietuva. **Jūratė Zupkauskienė**. „Carotid-Femoral Pulse Wave Velocity: A Useful Tool for Monitoring Metabolic Syndrome Subjects“.
3. Vascular Aging Course „Arterial Stiffness and Vascular Aging“. 2018 m. lapkričio 15-16 d. Vilnius, Lietuva. **Jūratė Balsytė**. „Promotion of aerobic training in cardiometabolic patients: changes in arterial parameters“.
4. Artery 2018. 2018 m. spalio 18-20 d. Gimarainsas, Portugalija. Andrius Berūkštis, Gintarė Neverauskaitė-Piliponienė, Nerijus Misonis, Vytautas Juknevičius, **Jūratė Balsytė**, Laucevičius, Aleksandras. Modification of sympathetic tone by renal artery denervation causes early, significant and sustained arterial de-stiffening // Artery research. Amsterdam : Elsevier Science BV. ISSN 1872-9312. 2018, vol. 24, abstract no. P63, p. 97. DOI: 10.1016/j.artres.2018.10.116.
5. Artery 2018. 2018 m. spalio 18-20 d. Gimarainsas, Portugalija. Ieva Slivovskaja, **Jūratė Balsytė**, Ligita Ryliškytė, Jolita Badarienė, Rokas Navickas, Aleksandras Laucevičius. Aortic but not peripheral pulse wave velocity is improved after Heart Rate targeted aerobic physical training in metabolic syndrome subjects. Artery research. Amsterdam: Elsevier Science BV. ISSN 1872-9312. eISSN 1876-4401. 2018, vol. 24, abstract no. P73, p. 100. DOI: 10.1016/j.artres.2018.10.126.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Cardiovascular diseases (CVDs). Accessed October 10, 2021. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
2. Roth GA, Mensah GA, Johnson CO, et al. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990–2019. *Journal of the American College of Cardiology*. 2020;76(25):2982-3021. doi:10.1016/j.jacc.2020.11.010
3. Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J*. 2021;42(34):3227-3337. doi:10.1093/eurheartj/ehab484
4. Bull F, Goenka S, Lambert V, Pratt M. Physical Activity for the Prevention of Cardiometabolic Disease. In: Prabhakaran D, Anand S, Gaziano TA, Mbanya JC, Wu Y, Nugent R, eds. *Cardiovascular, Respiratory, and Related Disorders*. 3rd ed. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank; 2017. Accessed February 4, 2023. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK525161/>
5. Smith SC. Multiple risk factors for cardiovascular disease and diabetes mellitus. *Am J Med*. 2007;120(3 Suppl 1):S3-S11. doi:10.1016/j.amjmed.2007.01.002
6. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. EXecutive summary of the third report of the national cholesterol education program (ncep) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (adult treatment panel iii). *JAMA*. 2001;285(19):2486-2497. doi:10.1001/jama.285.19.2486
7. Saklayen MG. The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome. *Curr Hypertens Rep*. 2018;20(2). doi:10.1007/s11906-018-0812-z
8. Galassi A, Reynolds K, He J. Metabolic syndrome and risk of cardiovascular disease: a meta-analysis. *Am J Med*. 2006;119(10):812-819. doi:10.1016/j.amjmed.2006.02.031
9. Gami AS, Witt BJ, Howard DE, et al. Metabolic syndrome and risk of incident cardiovascular events and death: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *J Am Coll Cardiol*. 2007;49(4):403-414. doi:10.1016/j.jacc.2006.09.032
10. Ford ES. Risks for all-cause mortality, cardiovascular disease, and diabetes associated with the metabolic syndrome: a summary of the evidence. *Diabetes Care*. 2005;28(7):1769-1778. doi:10.2337/diacare.28.7.1769
11. Ford ES, Li C, Sattar N. Metabolic syndrome and incident diabetes: current state of the evidence. *Diabetes Care*. 2008;31(9):1898-1904. doi:10.2337/dc08-0423
12. World Health Organization. *WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour*. World Health Organization; 2020. Accessed April 5, 2023. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/336656>
13. Keating SE, Johnson NA, Mielke GI, Coombes JS. A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. *Obes Rev*. 2017;18(8):943-964. doi:10.1111/obr.12536
14. Gallardo-Alfaro L, Bibiloni MDM, Mateos D, Ugarriza L, Tur JA. Leisure-Time Physical Activity and Metabolic Syndrome in Older Adults. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(18):3358. doi:10.3390/ijerph16183358
15. Barreira E, Novo A, Vaz JA, Pereira AMG. Dietary program and physical activity impact on biochemical markers in patients with type 2 diabetes: A systematic review. *Aten Primaria*. 2018;50(10):590-610. doi:10.1016/j.aprim.2017.06.012
16. Gallardo-Alfaro L, Bibiloni MDM, Bouzas C, et al. Physical activity and metabolic syndrome severity among older adults at cardiovascular risk: 1-Year trends. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2021;31(10):2870-2886. doi:10.1016/j.numecd.2021.06.015

17. Church TS, Earnest CP, Skinner JS, Blair SN. Effects of different doses of physical activity on cardiorespiratory fitness among sedentary, overweight or obese postmenopausal women with elevated blood pressure: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2007;297(19):2081-2091. doi:10.1001/jama.297.19.2081
18. Ekblom-Bak E, Halldin M, Vikström M, et al. Physical activity attenuates cardiovascular risk and mortality in men and women with and without the metabolic syndrome - a 20-year follow-up of a population-based cohort of 60-year-olds. *Eur J Prev Cardiol*. 2021;28(12):1376-1385. doi:10.1177/2047487320916596
19. Slivovskaja I. *The Effectiveness of Individual Aerobic Training in Subjects with Metabolic Syndrome* /. Vilnius universitetas.; 2018. Accessed February 28, 2024. <https://epublications.vu.lt/object/elaba:25547898/>
20. Myers J, Kokkinos P, Nyelin E. Physical Activity, Cardiorespiratory Fitness, and the Metabolic Syndrome. *Nutrients*. 2019;11(7):1652. doi:10.3390/nu11071652
21. van der Bij AK, Laurant MGH, Wensing M. Effectiveness of physical activity interventions for older adults: a review. *Am J Prev Med*. 2002;22(2):120-133. doi:10.1016/s0749-3797(01)00413-5
22. Kirk MA, Amiri M, Pirbaglou M, Ritvo P. Wearable Technology and Physical Activity Behavior Change in Adults With Chronic Cardiometabolic Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am J Health Promot*. 2019;33(5):778-791. doi:10.1177/0890117118816278
23. Smuck M, Odonkor CA, Wilt JK, Schmidt N, Swiernik MA. The emerging clinical role of wearables: factors for successful implementation in healthcare. *npj Digit Med*. 2021;4(1):1-8. doi:10.1038/s41746-021-00418-3
24. Hodkinson A, Kontopantelis E, Adeniji C, et al. Interventions Using Wearable Physical Activity Trackers Among Adults With Cardiometabolic Conditions: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2021;4(7):e2116382. doi:10.1001/jamanetworkopen.2021.16382
25. Huh U, Tak YJ, Song S, et al. Feedback on Physical Activity Through a Wearable Device Connected to a Mobile Phone App in Patients With Metabolic Syndrome: Pilot Study. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2019;7(6):e13381. doi:10.2196/13381
26. Brunzell JD, Davidson M, Furberg CD, et al. Lipoprotein Management in Patients With Cardiometabolic Risk. *Journal of the American College of Cardiology*. 2008;51(15):1512-1524. doi:10.1016/j.jacc.2008.02.034
27. Chatterjee A, Harris SB, Leiter LA, Fitchett DH, Teoh H, Bhattacharyya OK. Managing cardiometabolic risk in primary care. *Can Fam Physician*. 2012;58(4):389-393.
28. Wang J, Tan GJ, Han LN, Bai YY, He M, Liu HB. Novel biomarkers for cardiovascular risk prediction. *J Geriatr Cardiol*. 2017;14(2):135-150. doi:10.11909/j.issn.1671-5411.2017.02.008
29. Emerging Risk Factors Collaboration, Kaptoge S, Di Angelantonio E, et al. C-reactive protein, fibrinogen, and cardiovascular disease prediction. *N Engl J Med*. 2012;367(14):1310-1320. doi:10.1056/NEJMoa1107477
30. Li Y, Zhong X, Cheng G, et al. Hs-CRP and all-cause, cardiovascular, and cancer mortality risk: A meta-analysis. *Atherosclerosis*. 2017;259:75-82. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2017.02.003
31. Shah PK, Lecis D. Inflammation in atherosclerotic cardiovascular disease. *F1000Res*. 2019;8:F1000 Faculty Rev-1402. doi:10.12688/f1000research.18901.1
32. Wang A, Liu J, Li C, et al. Cumulative Exposure to High-Sensitivity C-Reactive Protein Predicts the Risk of Cardiovascular Disease. *J Am Heart Assoc*. 2017;6(10):e005610. doi:10.1161/JAHA.117.005610
33. Ridker PM, Cannon CP, Morrow D, et al. C-reactive protein levels and outcomes after statin therapy. *N Engl J Med*. 2005;352(1):20-28. doi:10.1056/NEJMoa042378

34. Ridker PM, Wilson PWF, Grundy SM. Should C-reactive protein be added to metabolic syndrome and to assessment of global cardiovascular risk? *Circulation*. 2004;109(23):2818-2825. doi:10.1161/01.CIR.0000132467.45278.59
35. Standard Eurobarometer 87 - Spring 2017 - August 2017 - - Eurobarometer survey. Accessed February 28, 2024. <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2142>
36. Lavie CJ, Ozemek C, Carbone S, Katzmarzyk PT, Blair SN. Sedentary Behavior, Exercise, and Cardiovascular Health. *Circulation Research*. 2019;124(5):799-815. doi:10.1161/CIRCRESAHA.118.312669
37. Kanaley JA, Colberg SR, Corcoran MH, et al. Exercise/Physical Activity in Individuals with Type 2 Diabetes: A Consensus Statement from the American College of Sports Medicine. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2022;54(2):353-368. doi:10.1249/MSS.0000000000002800
38. World Health Organization. *Global Action Plan on Physical Activity 2018–2030: More Active People for a Healthier World*. World Health Organization; 2018. Accessed February 4, 2023. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272722>
39. IPAQ scoring protocol - International Physical Activity Questionnaire. Accessed February 5, 2023. <https://sites.google.com/site/theipaq/scoring-protocol>
40. Wewege MA, Thom JM, Rye KA, Parmenter BJ. Aerobic, resistance or combined training: A systematic review and meta-analysis of exercise to reduce cardiovascular risk in adults with metabolic syndrome. *Atherosclerosis*. 2018;274:162-171. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2018.05.002
41. Jung WS, Park HY, Kim SW, Lim K. Sex-Specific Energy Intakes and Physical Activity Levels According to the Presence of Metabolic Syndrome in Korean Elderly People: Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2016–2018. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(15):5416. doi:10.3390/ijerph17155416
42. Jo H, Kim JY, Jung MY, Ahn YS, Chang SJ, Koh SB. Leisure Time Physical Activity to Reduce Metabolic Syndrome Risk: A 10-Year Community-Based Prospective Study in Korea. *Yonsei Med J*. 2020;61(3):218-228. doi:10.3349/ymj.2020.61.3.218
43. Xu F, Cohen S, Lofgren I, Greene G, Delmonico M, Greaney M. The Association between Physical Activity and Metabolic Syndrome in Older Adults with Obesity. *Kinesiology Faculty Publications*. Published online January 1, 2018. doi:10.14283/jfa.2018.34
44. Dobrowolski P, Prejbisz A, Kuryłowicz A, et al. Metabolic syndrome – a new definition and management guidelines. *Arch Med Sci*. 2022;18(5):1133-1156. doi:10.5114/aoms/152921
45. Pelliccia A, Sharma S, Gati S, et al. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. *Eur Heart J*. 2021;42(1):17-96. doi:10.1093/eurheartj/ehaa605
46. Powell-Wiley TM, Poirier CP, Burke VCLE, et al. Obesity and Cardiovascular Disease. *Circulation*. 2021;143(21):e984-e1010. doi:10.1161/CIR.0000000000000973
47. Kotseva K, De Backer G, De Bacquer D, et al. Primary prevention efforts are poorly developed in people at high cardiovascular risk: A report from the European Society of Cardiology EURObservational Research Programme EUROASPIRE V survey in 16 European countries. *Eur J Prev Cardiol*. 2021;28(4):370-379. doi:10.1177/2047487320908698
48. Home, Resources, diabetes L with, et al. IDF Diabetes Atlas 2021 | IDF Diabetes Atlas. Accessed February 28, 2024. <https://diabetesatlas.org/atlas/tenth-edition/>
49. World Health Organization, Federation ID. *Definition and Diagnosis of Diabetes Mellitus and Intermediate Hyperglycaemia : Report of a WHO/IDF Consultation*. World Health Organization; 2006. Accessed February 4, 2023. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43588>

50. Home, Resources, diabetes L with, et al. 6th edition | IDF Diabetes Atlas. Accessed February 4, 2023. <https://diabetesatlas.org/atlas/sixth-edition/>
51. Hemmingsen B, Gimenez-Perez G, Mauricio D, Roqué i Figuls M, Metzendorf M, Richter B. Diet, physical activity or both for prevention or delay of type 2 diabetes mellitus and its associated complications in people at increased risk of developing type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;2017(12):CD003054. doi:10.1002/14651858.CD003054.pub4
52. Colom A, Mavoa S, Ruiz M, et al. Neighbourhood walkability and physical activity: moderating role of a physical activity intervention in overweight and obese older adults with metabolic syndrome. *Age Ageing.* 2021;50(3):963-968. doi:10.1093/ageing/afaa246
53. Ford CN, Do WL, Weber MB, Narayan K MV, Ranjani H, Anjana RM. Moderate-to-vigorous physical activity changes in a diabetes prevention intervention randomized trial among South Asians with prediabetes - The D-CLIP trial. *Diabetes Res Clin Pract.* 2021;174:108727. doi:10.1016/j.diabres.2021.108727
54. Pazmino L, Esparza W, Aladro-Gonzalvo AR, León E. Impact of Work and Recreational Physical Activity on Prediabetes Condition among U.S. Adults: NHANES 2015–2016. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(4):1378. doi:10.3390/ijerph18041378
55. Shamizadeh T, Jahangiry L, Sarbakhsh P, Ponnet K. Social cognitive theory-based intervention to promote physical activity among prediabetic rural people: a cluster randomized controlled trial. *Trials.* 2019;20(1):98. doi:10.1186/s13063-019-3220-z
56. Ferrannini G, De Bacquer D, De Backer G, et al. Screening for Glucose Perturbations and Risk Factor Management in Dysglycemic Patients With Coronary Artery Disease—A Persistent Challenge in Need of Substantial Improvement: A Report From ESC EORP EUROASPIRE V. *Diabetes Care.* 2020;43(4):726-733. doi:10.2337/dc19-2165
57. Mainous AG, Tanner RJ, Anton SD, Jo A, Luetke MC. Physical Activity and Abnormal Blood Glucose Among Healthy Weight Adults. *Am J Prev Med.* 2017;53(1):42-47. doi:10.1016/j.amepre.2016.11.027
58. Chang CH, Kuo CP, Huang CN, Hwang SL, Liao WC, Lee MC. Habitual Physical Activity and Diabetes Control in Young and Older Adults with Type II Diabetes: A Longitudinal Correlational Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(3):1330. doi:10.3390/ijerph18031330
59. Jarvie JL, Pandey A, Ayers CR, et al. Aerobic Fitness and Adherence to Guideline-Recommended Minimum Physical Activity Among Ambulatory Patients With Type 2 Diabetes Mellitus. *Diabetes Care.* 2019;42(7):1333-1339. doi:10.2337/dc18-2634
60. Kadariya S, Aro AR. Barriers and facilitators to physical activity among urban residents with diabetes in Nepal. *PLoS One.* 2018;13(6):e0199329. doi:10.1371/journal.pone.0199329
61. Cassidy S, Chau JY, Catt M, Bauman A, Trenell MI. Cross-sectional study of diet, physical activity, television viewing and sleep duration in 233 110 adults from the UK Biobank; the behavioural phenotype of cardiovascular disease and type 2 diabetes. *BMJ Open.* 2016;6(3):e010038. doi:10.1136/bmjopen-2015-010038
62. Bell JA, Hamer M, van Hees VT, Singh-Manoux A, Kivimäki M, Sabia S. Healthy obesity and objective physical activity. *Am J Clin Nutr.* 2015;102(2):268-275. doi:10.3945/ajcn.115.110924
63. Chan YY, Lim KK, Lim KH, et al. Physical activity and overweight/obesity among Malaysian adults: findings from the 2015 National Health and morbidity survey (NHMS). *BMC Public Health.* 2017;17(1):733. doi:10.1186/s12889-017-4772-z
64. Swift DL, McGee JE, Earnest CP, Carlisle E, Nygard M, Johannsen NM. The Effects of Exercise and Physical Activity on Weight Loss and Maintenance. *Prog Cardiovasc Dis.* 2018;61(2):206-213. doi:10.1016/j.pcad.2018.07.014

65. Dipietro L, Zhang Y, Mavredes M, et al. Physical Activity and Cardiometabolic Risk Factor Clustering in Young Adults with Obesity. *Med Sci Sports Exerc.* 2020;52(5):1050-1056. doi:10.1249/MSS.0000000000002214
66. Cocks M, Shaw CS, Shepherd SO, et al. Sprint interval and moderate-intensity continuous training have equal benefits on aerobic capacity, insulin sensitivity, muscle capillarisation and endothelial eNOS/NAD(P)H oxidase protein ratio in obese men. *J Physiol.* 2016;594(8):2307-2321. doi:10.1113/jphysiol.2014.285254
67. Ramos JS, Dalleck LC, Borrani F, et al. Low-Volume High-Intensity Interval Training Is Sufficient to Ameliorate the Severity of Metabolic Syndrome. *Metab Syndr Relat Disord.* 2017;15(7):319-328. doi:10.1089/met.2017.0042
68. Clark T, Morey R, Jones MD, et al. High-intensity interval training for reducing blood pressure: a randomized trial vs. moderate-intensity continuous training in males with overweight or obesity. *Hypertens Res.* 2020;43(5):396-403. doi:10.1038/s41440-019-0392-6
69. Ramírez-Vélez R, Castro-Astudillo K, Correa-Bautista JE, et al. The Effect of 12 Weeks of Different Exercise Training Modalities or Nutritional Guidance on Cardiometabolic Risk Factors, Vascular Parameters, and Physical Fitness in Overweight Adults: Cardiometabolic High-Intensity Interval Training-Resistance Training Randomized Controlled Study. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2020;34(8):2178-2188. doi:10.1519/JSC.0000000000003533
70. Park W, Jung WS, Hong K, Kim YY, Kim SW, Park HY. Effects of Moderate Combined Resistance- and Aerobic-Exercise for 12 Weeks on Body Composition, Cardiometabolic Risk Factors, Blood Pressure, Arterial Stiffness, and Physical Functions, among Obese Older Men: A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(19):E7233. doi:10.3390/ijerph17197233
71. Patel H, Alkhawam H, Madanieh R, Shah N, Kosmas CE, Vittorio TJ. Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. *World J Cardiol.* 2017;9(2):134-138. doi:10.4330/wjc.v9.i2.134
72. Mezzani A, Hamm LF, Jones AM, et al. Aerobic exercise intensity assessment and prescription in cardiac rehabilitation: a joint position statement of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation and the Canadian Association of Cardiac Rehabilitation. *Eur J Prev Cardiol.* 2013;20(3):442-467. doi:10.1177/2047487312460484
73. Mezzani A, Agostoni P, Cohen-Solal A, et al. Standards for the use of cardiopulmonary exercise testing for the functional evaluation of cardiac patients: a report from the Exercise Physiology Section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2009;16(3):249-267. doi:10.1097/HJR.0b013e32832914c8
74. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, et al. Exercise Standards for Testing and Training. *Circulation.* 2013;128(8):873-934. doi:10.1161/CIR.0b013e31829b5b44
75. Lee D, Sui X, Artero EG, et al. Long-term effects of changes in cardiorespiratory fitness and body mass index on all-cause and cardiovascular disease mortality in men: the Aerobics Center Longitudinal Study. *Circulation.* 2011;124(23):2483-2490. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.111.038422
76. Chiu CH, Ko MC, Wu LS, et al. Benefits of different intensity of aerobic exercise in modulating body composition among obese young adults: a pilot randomized controlled trial. *Health Qual Life Outcomes.* 2017;15(1):168. doi:10.1186/s12955-017-0743-4
77. Said M, Lamya N, Olfa N, Hamda M. Effects of high-impact aerobics vs. low-impact aerobics and strength training in overweight and obese women. *J Sports Med Phys Fitness.* 2017;57(3):278-288. doi:10.23736/S0022-4707.16.05857-X

78. Abdelbasset WK, Tantawy SA, Kamel DM, et al. Effects of high-intensity interval and moderate-intensity continuous aerobic exercise on diabetic obese patients with nonalcoholic fatty liver disease: A comparative randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(10):e19471. doi:10.1097/MD.00000000000019471
79. Ramos JS, Dalleck LC, Borrani F, et al. The effect of different volumes of high-intensity interval training on proinsulin in participants with the metabolic syndrome: a randomised trial. *Diabetologia*. 2016;59(11):2308-2320. doi:10.1007/s00125-016-4064-7
80. Sun S, Zhang H, Kong Z, Shi Q, Tong TK, Nie J. Twelve weeks of low volume sprint interval training improves cardio-metabolic health outcomes in overweight females. *J Sports Sci*. 2019;37(11):1257-1264. doi:10.1080/02640414.2018.1554615
81. Berge J, Hjelmestaeth J, Hertel JK, et al. Effect of Aerobic Exercise Intensity on Energy Expenditure and Weight Loss in Severe Obesity-A Randomized Controlled Trial. *Obesity (Silver Spring)*. 2021;29(2):359-369. doi:10.1002/oby.23078
82. Swift DL, Nevels TR, Solar CA, et al. The Effect of Aerobic Training and Increasing Nonexercise Physical Activity on Cardiometabolic Risk Factors. *Med Sci Sports Exerc*. 2021;53(10):2152-2163. doi:10.1249/MSS.0000000000002675
83. Swift DL, Houmard JA, Slentz CA, Kraus WE. Effects of aerobic training with and without weight loss on insulin sensitivity and lipids. *PLOS ONE*. 2018;13(5):e0196637. doi:10.1371/journal.pone.0196637
84. Ranasinghe C, Devage S, Constantine GR, Katulanda P, Hills AP, King NA. Glycemic and cardiometabolic effects of exercise in South Asian Sri Lankans with type 2 diabetes mellitus: A randomized controlled trial Sri Lanka diabetes aerobic and resistance training study (SL-DARTS). *Diabetes Metab Syndr*. 2021;15(1):77-85. doi:10.1016/j.dsx.2020.12.011
85. Rafiei H, Robinson E, Barry J, Jung ME, Little JP. Short-term exercise training reduces glycaemic variability and lowers circulating endothelial microparticles in overweight and obese women at elevated risk of type 2 diabetes. *Eur J Sport Sci*. 2019;19(8):1140-1149. doi:10.1080/17461391.2019.1576772
86. Liu L, Ma X, Xu H, Ruan S, Yuan X. Comparing the effects of 12 months aerobic exercise and resistance training on glucose metabolism among prediabetes phenotype: A explorative randomized controlled trial. *Prim Care Diabetes*. 2021;15(2):340-346. doi:10.1016/j.pcd.2020.11.003
87. Roberson KB, Potiaumpai M, Widdowson K, et al. Effects of high-velocity circuit resistance and treadmill training on cardiometabolic risk, blood markers, and quality of life in older adults. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2018;43(8):822-832. doi:10.1139/apnm-2017-0807
88. Fedewa MV, Hathaway ED, Higgins S, Forehand RL, Schmidt MD, Evans EM. Moderate, but not vigorous, intensity exercise training reduces C-reactive protein. *Acta Cardiol*. 2018;73(3):283-290. doi:10.1080/00015385.2017.1364832
89. Mora-Rodriguez R, Fernandez-Elias VE, Morales-Palomo F, Pallares JG, Ramirez-Jimenez M, Ortega JF. Aerobic interval training reduces vascular resistances during submaximal exercise in obese metabolic syndrome individuals. *Eur J Appl Physiol*. 2017;117(10):2065-2073. doi:10.1007/s00421-017-3697-7
90. Azadpour N, Tartibian B, Koşar ŞN. Effects of aerobic exercise training on ACE and ADRB2 gene expression, plasma angiotensin II level, and flow-mediated dilation: a study on obese postmenopausal women with prehypertension. *Menopause*. 2017;24(3):269-277. doi:10.1097/GME.0000000000000762
91. Scott SN, Shepherd SO, Hopkins N, et al. Home-hit improves muscle capillarisation and eNOS/NAD(P)H oxidase protein ratio in obese individuals with elevated cardiovascular disease risk. *The Journal of Physiology*. 2019;597(16):4203-4225. doi:10.1113/JP278062

92. Slivovskaja I, Ryliskyte L, Serpytis P, et al. Aerobic Training Effect on Arterial Stiffness in Metabolic Syndrome. *Am J Med.* 2018;131(2):148-155. doi:10.1016/j.amjmed.2017.07.038
93. Delgado-Floody P, Álvarez C, Lusa Cadore E, Flores-Opazo M, Caamaño-Navarrete F, Izquierdo M. Preventing metabolic syndrome in morbid obesity with resistance training: Reporting interindividual variability. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2019;29(12):1368-1381. doi:10.1016/j.numecd.2019.07.002
94. Kolahdouzi S, Baghadam M, Kani-Golzar FA, et al. Progressive circuit resistance training improves inflammatory biomarkers and insulin resistance in obese men. *Physiol Behav.* 2019;205:15-21. doi:10.1016/j.physbeh.2018.11.033
95. Wróbel M, Rokicka D, Czuba M, et al. Aerobic as well as resistance exercises are good for patients with type 1 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2018;144:93-101. doi:10.1016/j.diabres.2018.08.008
96. Dai X, Zhai L, Chen Q, et al. Two-year-supervised resistance training prevented diabetes incidence in people with prediabetes: A randomised control trial. *Diabetes Metab Res Rev.* 2019;35(5):e3143. doi:10.1002/dmrr.3143
97. Yuan X, Dai X, Liu L, et al. Comparing the effects of 6 months aerobic exercise and resistance training on metabolic control and β -cell function in Chinese patients with prediabetes: A multicenter randomized controlled trial. *J Diabetes.* 2020;12(1):25-37. doi:10.1111/1753-0407.12955
98. Bittel AJ, Bittel DC, Mittendorfer B, et al. A single bout of resistance exercise improves postprandial lipid metabolism in overweight/obese men with prediabetes. *Diabetologia.* 2020;63(3):611-623. doi:10.1007/s00125-019-05070-x
99. Marín-Pagán C, Blazeovich AJ, Chung LH, Romero-Arenas S, Freitas TT, Alcaraz PE. Acute Physiological Responses to High-Intensity Resistance Circuit Training vs. Traditional Strength Training in Soccer Players. *Biology.* 2020;9(11):383. doi:10.3390/biology9110383
100. Álvarez C, Ramírez-Vélez R, Ramírez-Campillo R, et al. Interindividual responses to different exercise stimuli among insulin-resistant women. *Scand J Med Sci Sports.* 2018;28(9):2052-2065. doi:10.1111/sms.13213
101. Kim SW, Jung WS, Park W, Park HY. Twelve Weeks of Combined Resistance and Aerobic Exercise Improves Cardiometabolic Biomarkers and Enhances Red Blood Cell Hemorheological Function in Obese Older Men: A Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(24):5020. doi:10.3390/ijerph16245020
102. Fealy CE, Nieuwoudt S, Foucher JA, et al. Functional high-intensity exercise training ameliorates insulin resistance and cardiometabolic risk factors in type 2 diabetes. *Exp Physiol.* 2018;103(7):985-994. doi:10.1113/EP086844
103. Rowan CP, Riddell MC, Gledhill N, Jamnik VK. Aerobic Exercise Training Modalities and Prediabetes Risk Reduction. *Med Sci Sports Exerc.* 2017;49(3):403-412. doi:10.1249/MSS.0000000000001135
104. Phoemsapthawee J, Sriton B. Combined exercise training improves blood pressure at rest and during exercise in young obese prehypertensive men. *J Sports Med Phys Fitness.* 2021;61(3):468-479. doi:10.23736/S0022-4707.20.11222-2
105. Matsui M, Yoshikawa T, Mizushima R, et al. Association between duration of excessive weight and arterial stiffness in middle-aged and older adults. *Clin Exp Hypertens.* 2020;42(3):213-217. doi:10.1080/10641963.2019.1619752
106. Valencia-Hernández CA, Lindbohm JV, Shipley MJ, et al. Aortic Pulse Wave Velocity as Adjunct Risk Marker for Assessing Cardiovascular Disease Risk: Prospective Study. *Hypertension.* 2022;79(4):836-843. doi:10.1161/HYPERTENSIONAHA.121.17589
107. Gillen JB, Martin BJ, MacInnis MJ, Skelly LE, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. Twelve Weeks of Sprint Interval Training Improves Indices of Cardiometabolic Health Similar

- to Traditional Endurance Training despite a Five-Fold Lower Exercise Volume and Time Commitment. *PLoS One*. 2016;11(4):e0154075. doi:10.1371/journal.pone.0154075
108. Higgins S, Fedewa MV, Hathaway ED, Schmidt MD, Evans EM. Sprint interval and moderate-intensity cycling training differentially affect adiposity and aerobic capacity in overweight young-adult women. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2016;41(11):1177-1183. doi:10.1139/apnm-2016-0240
 109. De Strijcker D, Lapauw B, Ouwens DM, et al. High intensity interval training is associated with greater impact on physical fitness, insulin sensitivity and muscle mitochondrial content in males with overweight/obesity, as opposed to continuous endurance training: a randomized controlled trial. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2018;18(2):215-226.
 110. Aerts N, Le Goff D, Odorico M, et al. Systematic review of international clinical guidelines for the promotion of physical activity for the primary prevention of cardiovascular diseases. *BMC Fam Pract*. 2021;22(1):97. doi:10.1186/s12875-021-01409-9
 111. Soderlund PD. Effectiveness of motivational interviewing for improving physical activity self-management for adults with type 2 diabetes: A review. *Chronic Illn*. 2018;14(1):54-68. doi:10.1177/1742395317699449
 112. Millstein RA, Thorndike AN, Kim S, Park ER, Huffman JC. A community-based positive psychology group intervention to promote physical activity among people with metabolic syndrome: Proof of concept results to inform a pilot randomized controlled trial protocol. *Contemp Clin Trials Commun*. 2020;19:100626. doi:10.1016/j.conctc.2020.100626
 113. Freitas PD, Silva AG, Ferreira PG, et al. Exercise Improves Physical Activity and Comorbidities in Obese Adults with Asthma. *Med Sci Sports Exerc*. 2018;50(7):1367-1376. doi:10.1249/MSS.0000000000001574
 114. Joelsson M, Lundqvist S, Larsson MEH. Tailored physical activity on prescription with follow-ups improved motivation and physical activity levels. A qualitative study of a 5-year Swedish primary care intervention. *Scandinavian Journal of Primary Health Care*. 2020;38(4):399-410. doi:10.1080/02813432.2020.1842965
 115. EUPAP. Accessed February 4, 2023. <https://www.eupap.org/en/about>
 116. Aittasalo M, Miilunpalo S, Kukkonen-Harjula K, Pasanen M. A randomized intervention of physical activity promotion and patient self-monitoring in primary health care. *Prev Med*. 2006;42(1):40-46. doi:10.1016/j.ypmed.2005.10.003
 117. Kallings LV, Johnson JS, Fisher RM, et al. Beneficial effects of individualized physical activity on prescription on body composition and cardiometabolic risk factors: results from a randomized controlled trial. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*. 2009;16(1):80-84. doi:10.1097/HJR.0b013e32831e953a
 118. Onerup A, Arvidsson D, Blomqvist Å, et al. Physical activity on prescription in accordance with the Swedish model increases physical activity: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2019;53(6):383-388. doi:10.1136/bjsports-2018-099598
 119. Sjögren P, Sierra-Johnson J, Kallings LV, et al. Functional changes in adipose tissue in a randomised controlled trial of physical activity. *Lipids Health Dis*. 2012;11:80. doi:10.1186/1476-511X-11-80
 120. Geerling R, Browne JL, Holmes-Truscott E, Furler J, Speight J, Mosely K. Positive reinforcement by general practitioners is associated with greater physical activity in adults with type 2 diabetes. *BMJ Open Diabetes Res Care*. 2019;7(1):e000701. doi:10.1136/bmjdr-2019-000701
 121. Bliudzius A, Purnaite R, Trinkunas J, Jakaitiene A, Kasiulevicius V. Research on physical activity variability and changes of metabolic profile in patients with prediabetes using Fitbit activity trackers data. *Technol Health Care*. 2022;30(1):231-242. doi:10.3233/THC-219006

122. Jensen MT. Resting heart rate and relation to disease and longevity: past, present and future. *Scand J Clin Lab Invest.* 2019;79(1-2):108-116. doi:10.1080/00365513.2019.1566567
123. Baek S, Ha Y, Park HW. Accuracy of Wearable Devices for Measuring Heart Rate During Conventional and Nordic Walking. *PM R.* 2021;13(4):379-386. doi:10.1002/pmjr.12424
124. Parak J, Uuskoski M, Machek J, Korhonen I. Estimating Heart Rate, Energy Expenditure, and Physical Performance With a Wrist Photoplethysmographic Device During Running. *JMIR mHealth and uHealth.* 2017;5(7):e7437. doi:10.2196/mhealth.7437
125. Wearables shipments worldwide 2021. Statista. Accessed February 3, 2023. <https://www.statista.com/statistics/437871/wearables-worldwide-shipments/>
126. Koymdemir HC, Ozcan A. Wearable and Implantable Sensors for Biomedical Applications. *Annu Rev Anal Chem (Palo Alto Calif).* 2018;11(1):127-146. doi:10.1146/annurev-anchem-061417-125956
127. Xie J, Wen D, Liang L, Jia Y, Gao L, Lei J. Evaluating the Validity of Current Mainstream Wearable Devices in Fitness Tracking Under Various Physical Activities: Comparative Study. *JMIR mHealth and uHealth.* 2018;6(4):e9754. doi:10.2196/mhealth.9754
128. Etiwy M, Akhrass Z, Gillinov L, et al. Accuracy of wearable heart rate monitors in cardiac rehabilitation. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2019;9(3):262-271. doi:10.21037/cdt.2019.04.08
129. Chow HW, Yang CC. Accuracy of Optical Heart Rate Sensing Technology in Wearable Fitness Trackers for Young and Older Adults: Validation and Comparison Study. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2020;8(4):e14707. doi:10.2196/14707
130. Budig M, Keiner M, Stoohs R, Hoffmeister M, Hölte V. Heart Rate and Distance Measurement of Two Multisport Activity Trackers and a Cellphone App in Different Sports: A Cross-Sectional Validation and Comparison Field Study. *Sensors (Basel).* 2021;22(1):180. doi:10.3390/s22010180
131. Dooley EE, Golaszewski NM, Bartholomew JB. Estimating Accuracy at Exercise Intensities: A Comparative Study of Self-Monitoring Heart Rate and Physical Activity Wearable Devices. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2017;5(3):e34. doi:10.2196/mhealth.7043
132. BUNN J, WELLS E, MANOR J, WEBSTER M. Evaluation of Earbud and Wristwatch Heart Rate Monitors during Aerobic and Resistance Training. *Int J Exerc Sci.* 2019;12(4):374-384.
133. Li RT, Kling SR, Salata MJ, Cupp SA, Sheehan J, Voos JE. Wearable Performance Devices in Sports Medicine. *Sports Health.* 2016;8(1):74-78. doi:10.1177/1941738115616917
134. Pasadyn SR, Soudan M, Gillinov M, et al. Accuracy of commercially available heart rate monitors in athletes: a prospective study. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2019;9(4):379-385. doi:10.21037/cdt.2019.06.05
135. Boudreaux BD, Hebert EP, Hollander DB, et al. Validity of Wearable Activity Monitors during Cycling and Resistance Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2018;50(3):624-633. doi:10.1249/MSS.0000000000001471
136. Morgado Areia C, Santos M, Vollam S, et al. A Chest Patch for Continuous Vital Sign Monitoring: Clinical Validation Study During Movement and Controlled Hypoxia. *J Med Internet Res.* 2021;23(9):e27547. doi:10.2196/27547
137. MONTES J, NAVALTA JW. Reliability of the Polar T31 Uncoded Heart Rate Monitor in Free Motion and Treadmill Activities. *Int J Exerc Sci.* 2019;12(4):69-76.
138. Gillinov S, Etiwy M, Wang R, et al. Variable Accuracy of Wearable Heart Rate Monitors during Aerobic Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2017;49(8):1697-1703. doi:10.1249/MSS.0000000000001284
139. Hettiarachchi IT, Hanoun S, Nahavandi D, Nahavandi S. Validation of Polar OH1 optical heart rate sensor for moderate and high intensity physical activities. *PLOS ONE.* 2019;14(5):e0217288. doi:10.1371/journal.pone.0217288

140. Chen S, Qi J, Fan S, Qiao Z, Yeo JC, Lim CT. Flexible Wearable Sensors for Cardiovascular Health Monitoring. *Adv Healthc Mater.* 2021;10(17):e2100116. doi:10.1002/adhm.202100116
141. Hermend E, Cassirame J, Ennequin G, Hue O. Validation of a Photoplethysmographic Heart Rate Monitor: Polar OH1. *Int J Sports Med.* 2019;40(7):462-467. doi:10.1055/a-0875-4033
142. Thomson EA, Nuss K, Comstock A, et al. Heart rate measures from the Apple Watch, Fitbit Charge HR 2, and electrocardiogram across different exercise intensities. *J Sports Sci.* 2019;37(12):1411-1419. doi:10.1080/02640414.2018.1560644
143. Shcherbina A, Mattsson CM, Waggott D, et al. Accuracy in Wrist-Worn, Sensor-Based Measurements of Heart Rate and Energy Expenditure in a Diverse Cohort. *J Pers Med.* 2017;7(2):3. doi:10.3390/jpm7020003
144. Maeda Y, Sekine M, Tamura T. The advantages of wearable green reflected photoplethysmography. *J Med Syst.* 2011;35(5):829-834. doi:10.1007/s10916-010-9506-z
145. Menghini L, Gianfranchi E, Cellini N, Patron E, Tagliabue M, Sarlo M. Stressing the accuracy: Wrist-worn wearable sensor validation over different conditions. *Psychophysiology.* 2019;56(11):e13441. doi:10.1111/psyp.13441
146. Blok S, Piek MA, Tulevski II, Somsen GA, Winter MM. The accuracy of heartbeat detection using photoplethysmography technology in cardiac patients. *J Electrocardiol.* 2021;67:148-157. doi:10.1016/j.jelectrocard.2021.06.009
147. Hirt PA, Castillo DE, Yosipovitch G, Keri JE. Skin changes in the obese patient. *J Am Acad Dermatol.* 2019;81(5):1037-1057. doi:10.1016/j.jaad.2018.12.070
148. Boonya-Ananta T, Rodriguez AJ, Ajmal A, et al. Synthetic photoplethysmography (PPG) of the radial artery through parallelized Monte Carlo and its correlation to body mass index (BMI). *Sci Rep.* 2021;11(1):2570. doi:10.1038/s41598-021-82124-4
149. Monteiro Rodrigues LM, Palma L, Santos O, Almeida MA, Bujan J, Tavares L. Excessive Weight Favours Skin Physiology - Up to a Point: Another Expression of the Obesity Paradox. *Skin Pharmacol Physiol.* 2017;30(2):94-101. doi:10.1159/000464338
150. Chiang LC, Chiang SL, Tzeng WC, Lee MS, Hung YJ, Lin CH. Active Physical Activity Patterns Are Associated With Improved Quality of Life and Depression Status in Taiwanese Women With Metabolic Syndrome. *J Cardiovasc Nurs.* 2019;34(6):491-502. doi:10.1097/JCN.0000000000000602
151. Saboya PP, Bodanese LC, Zimmermann PR, Gustavo A da S, Assumpção CM, Londero F. Metabolic syndrome and quality of life: a systematic review. *Rev Lat Am Enfermagem.* 2016;24:e2848. doi:10.1590/1518-8345.1573.2848
152. Tang F, Wang G, Lian Y. Association between anxiety and metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis of epidemiological studies. *Psychoneuroendocrinology.* 2017;77:112-121. doi:10.1016/j.psychneuen.2016.11.025
153. Ducat L, Philipson LH, Anderson BJ. The Mental Health Comorbidities of Diabetes. *JAMA.* 2014;312(7):691-692. doi:10.1001/jama.2014.8040
154. de Groot M, Golden SH, Wagner J. Psychological conditions in adults with diabetes. *Am Psychol.* 2016;71(7):552-562. doi:10.1037/a0040408
155. Almarhoon FH, Almarhoon KA, Alramdhan ZA, Albagshi RS, Alotayriz JK, Alqahtani AH. The Association Between Depression and Obesity Among Adults in the Eastern Province, Saudi Arabia. *Cureus.* 2021;13(10):e18794. doi:10.7759/cureus.18794
156. Ostman C, Smart NA, Morcos D, Duller A, Ridley W, Jewiss D. The effect of exercise training on clinical outcomes in patients with the metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc Diabetol.* 2017;16(1):110. doi:10.1186/s12933-017-0590-y

157. Farinha J, Dos Santos D, Bresciani G, et al. Weight loss is not mandatory for exercise-induced effects on health indices in females with metabolic syndrome. *Biol Sport*. 2015;32(2):109-114. doi:10.5604/20831862.1134313
158. Morga P, Cieřlik B, Sekułowicz M, Bujnowska-Fedak M, Drower I, Szczepańska-Gieracha J. Low-Intensity Exercise as a Modifier of Depressive Symptoms and Self-Perceived Stress Level in Women with Metabolic Syndrome. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2021;20(2):222-228.
159. Leung LYL, Chan AWK, Sit JWH, Liu T, Taylor-Piliae RE. Tai Chi in Chinese adults with metabolic syndrome: A pilot randomized controlled trial. *Complement Ther Med*. 2019;46:54-61. doi:10.1016/j.ctim.2019.07.008
160. Landaeta-Díaz L, Fernández J, Silva-Grigoletto MD, et al. Mediterranean diet, moderate-to-high intensity training, and health-related quality of life in adults with metabolic syndrome. *Eur J Prev Cardiol*. 2013;20(4):555-564. doi:10.1177/2047487312445000
161. Gilani SRM, Feizabad AK. The effects of aerobic exercise training on mental health and self-esteem of type 2 diabetes mellitus patients. *Health Psychol Res*. 2019;7(1):6576. doi:10.4081/hpr.2019.6576
162. S Delevatti R, Schuch FB, Kanitz AC, et al. Quality of life and sleep quality are similarly improved after aquatic or dry-land aerobic training in patients with type 2 diabetes: A randomized clinical trial. *J Sci Med Sport*. 2018;21(5):483-488. doi:10.1016/j.jsams.2017.08.024
163. Silva LA da, Menguer L da S, Doyenart R, et al. Effect of aquatic exercise on mental health, functional autonomy, and oxidative damages in diabetes elderly individuals. *Int J Environ Health Res*. 2022;32(9):2098-2111. doi:10.1080/09603123.2021.1943324
164. Sanches A, Guzzoni V, Miranda VCDR, et al. Recreational training improves cardiovascular adaptations, metabolic profile and mental health of elderly women with type-2 diabetes mellitus. *Health Care Women Int*. 2021;42(11):1279-1297. doi:10.1080/07399332.2020.1821689
165. MacDonald CS, Nielsen SM, Bjørner J, et al. One-year intensive lifestyle intervention and improvements in health-related quality of life and mental health in persons with type 2 diabetes: a secondary analysis of the U-TURN randomized controlled trial. *BMJ Open Diabetes Res Care*. 2021;9(1):e001840. doi:10.1136/bmjdr-2020-001840
166. Baptista LC, Machado-Rodrigues AM, Martins RA. Exercise but not metformin improves health-related quality of life and mood states in older adults with type 2 diabetes. *Eur J Sport Sci*. 2017;17(6):794-804. doi:10.1080/17461391.2017.1310933
167. Baptista LC, Dias G, Souza NR, Veríssimo MT, Martins RA. Effects of long-term multicomponent exercise on health-related quality of life in older adults with type 2 diabetes: evidence from a cohort study. *Qual Life Res*. 2017;26(8):2117-2127. doi:10.1007/s11136-017-1543-3
168. Vancini RL, Rayes ABR, Lira CAB de, Sarro KJ, Andrade MS. Pilates and aerobic training improve levels of depression, anxiety and quality of life in overweight and obese individuals. *Arq Neuropsiquiatr*. 2017;75(12):850-857. doi:10.1590/0004-282X20170149
169. Collins KA, Fos LB, Ross LM, et al. Aerobic, Resistance, and Combination Training on Health-Related Quality of Life: The STRRIDE-AT/RT Randomized Trial. *Front Sports Act Living*. 2020;2:620300. doi:10.3389/fspor.2020.620300
170. Brazil JF, Gibson I, Dunne D, et al. Improved Quality of Life, Fitness, Mental Health and Cardiovascular Risk Factors with a Publicly Funded Bariatric Lifestyle Intervention for Adults with Severe Obesity: A Prospective Cohort Study. *Nutrients*. 2021;13(11):4172. doi:10.3390/nu13114172
171. Tous-Espelosín M, Gorostegi-Anduaga I, Corres P, MartínezAguirre-Betolaza A, Maldonado-Martín S. Impact on Health-Related Quality of Life after Different Aerobic

- Exercise Programs in Physically Inactive Adults with Overweight/Obesity and Primary Hypertension: Data from the EXERDIET-HTA Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(24):9349. doi:10.3390/ijerph17249349
172. Reljic D, Frenk F, Herrmann HJ, Neurath MF, Zopf Y. Effects of very low volume high intensity versus moderate intensity interval training in obese metabolic syndrome patients: a randomized controlled study. *Sci Rep*. 2021;11(1):2836. doi:10.1038/s41598-021-82372-4
 173. Marcos-Delgado A, Fernández-Villa T, Martínez-González MÁ, et al. The Effect of Physical Activity and High Body Mass Index on Health-Related Quality of Life in Individuals with Metabolic Syndrome. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(10):3728. doi:10.3390/ijerph17103728
 174. Haufe S, Kahl KG, Kerling A, et al. Employers With Metabolic Syndrome and Increased Depression/Anxiety Severity Profit Most From Structured Exercise Intervention for Work Ability and Quality of Life. *Front Psychiatry*. 2020;11:562. doi:10.3389/fpsy.2020.00562
 175. Bayerle P, Kerling A, Kück M, et al. Effectiveness of wearable devices as a support strategy for maintaining physical activity after a structured exercise intervention for employees with metabolic syndrome: a randomized controlled trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2022;14(1):24. doi:10.1186/s13102-022-00409-1
 176. Jahangiry L, Montazeri A, Najafi M, Yaseri M, Farhangi MA. An interactive web-based intervention on nutritional status, physical activity and health-related quality of life in patient with metabolic syndrome: a randomized-controlled trial (The Red Ruby Study). *Nutr Diabetes*. 2017;7(1):e240. doi:10.1038/nutd.2016.35
 177. Al-Ghafri TS, Al-Harthi SM, Al-Farsi Y, Craigie AM, Bannerman E, Anderson AS. Perceived Changes in General Well-being: Findings from the ‘MOVEdiabetes’ Physical Activity Randomized Control Trial. *Oman Med J*. 2020;35(4):e149. doi:10.5001/omj.2020.68
 178. Look AHEAD Research Group, Wadden TA, Chao AM, et al. Changes in mood and health-related quality of life in Look AHEAD 6 years after termination of the lifestyle intervention. *Obesity (Silver Spring)*. 2021;29(8):1294-1308. doi:10.1002/oby.23191
 179. Kempf K, Martin S. Autonomous exercise game use improves metabolic control and quality of life in type 2 diabetes patients - a randomized controlled trial. *BMC Endocr Disord*. 2013;13:57. doi:10.1186/1472-6823-13-57
 180. Scuteri A, Najjar SS, Orru' M, et al. The central arterial burden of the metabolic syndrome is similar in men and women: the SardiNIA Study. *Eur Heart J*. 2010;31(5):602-613. doi:10.1093/eurheartj/ehp491
 181. Sequí-Domínguez I, Cavero-Redondo I, Álvarez-Bueno C, Saz-Lara A, Mesas AE, Martínez-Vizcaíno V. Association between arterial stiffness and the clustering of metabolic syndrome risk factors: a systematic review and meta-analysis. *J Hypertens*. 2021;39(6):1051-1059. doi:10.1097/HJH.0000000000002754
 182. Scuteri A, Cunha PG, Agabiti Rosei E, et al. Arterial stiffness and influences of the metabolic syndrome: A cross-countries study. *Atherosclerosis*. 2014;233(2):654-660. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2014.01.041
 183. Scuteri A, Franco OH, Majid A, et al. The relationship between the metabolic syndrome and arterial wall thickness: A mosaic still to be interpreted. *Atherosclerosis*. 2016;255:11-16. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2016.10.032
 184. Vlachopoulos C, Aznaouridis K, Stefanadis C. Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2010;55(13):1318-1327. doi:10.1016/j.jacc.2009.10.061

185. Cunha PG, Boutouyrie P, Nilsson PM, Laurent S. Early Vascular Ageing (EVA): Definitions and Clinical Applicability. *Curr Hypertens Rev.* 2017;13(1):8-15. doi:10.2174/1573402113666170413094319
186. Townsend RR, Wilkinson IB, Schiffrin EL, et al. Recommendations for Improving and Standardizing Vascular Research on Arterial Stiffness: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Hypertension.* 2015;66(3):698-722. doi:10.1161/HYP.0000000000000033
187. Kitagawa K, Hougaku H, Yamagami H, et al. Carotid intima-media thickness and risk of cardiovascular events in high-risk patients. Results of the Osaka Follow-Up Study for Carotid Atherosclerosis 2 (OSACA2 Study). *Cerebrovasc Dis.* 2007;24(1):35-42. doi:10.1159/000103114
188. Rylisškytė L, Navickas R, Šerpytis P, et al. Association of aortic stiffness, carotid intima-media thickness and endothelial function with cardiovascular events in metabolic syndrome subjects. *Blood Press.* 2019;28(2):131-138. doi:10.1080/08037051.2019.1569461
189. Mora-Rodriguez R, Ramirez-Jimenez M, Fernandez-Elias VE, et al. Effects of aerobic interval training on arterial stiffness and microvascular function in patients with metabolic syndrome. *J Clin Hypertens (Greenwich).* 2018;20(1):11-18. doi:10.1111/jch.13130
190. Kang SJ, Kim, E ho, Ko KJ. Effects of aerobic exercise on the resting heart rate, physical fitness, and arterial stiffness of female patients with metabolic syndrome. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(6):1764-1768. doi:10.1589/jpts.28.1764
191. Magalhães JP, Melo X, Correia IR, et al. Effects of combined training with different intensities on vascular health in patients with type 2 diabetes: a 1-year randomized controlled trial. *Cardiovasc Diabetol.* 2019;18:34. doi:10.1186/s12933-019-0840-2
192. Engelen L, Ferreira I, Stehouwer CD, Boutouyrie P, Laurent S, Reference Values for Arterial Measurements Collaboration. Reference intervals for common carotid intima-media thickness measured with echotracking: relation with risk factors. *Eur Heart J.* 2013;34(30):2368-2380. doi:10.1093/eurheartj/ehs380
193. Uejima T, Dunstan FD, Arbustini E, et al. Age-specific reference values for carotid arterial stiffness estimated by ultrasonic wall tracking. *J Hum Hypertens.* 2020;34(3):214-222. doi:10.1038/s41371-019-0228-5
194. Joseph RP, Todd M, Ainsworth BE, et al. Smart Walk: A Culturally Tailored Smartphone-Delivered Physical Activity Intervention for Cardiometabolic Risk Reduction among African American Women. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(2):1000. doi:10.3390/ijerph20021000
195. Alonso-Domínguez R, Recio-Rodríguez JI, Patino-Alonso MC, Sánchez-Aguadero N, García-Ortiz L, Gómez-Marcos MA. Acute effect of healthy walking on arterial stiffness in patients with type 2 diabetes and differences by age and sex: a pre-post intervention study. *BMC Cardiovasc Disord.* 2019;19(1):56. doi:10.1186/s12872-019-1039-x
196. Laucevičius A, Rinkūnienė E, Skorniakov V, et al. High-risk profile in a region with extremely elevated cardiovascular mortality. *Hellenic J Cardiol.* 2013;54(6):441-447.
197. Laucevičius A, Rinkūnienė E, Rylisškytė L, et al. Primary prevention strategy for cardiovascular disease in Lithuania. *Seminars in Cardiovascular Medicine.* 2019;25(1):14-39. doi:10.2478/semcard-2019-0004
198. Kingsley M, Lewis MJ, Marson RE. Comparison of Polar 810s and an ambulatory ECG system for RR interval measurement during progressive exercise. *Int J Sports Med.* 2005;26(1):39-44. doi:10.1055/s-2004-817878
199. Gilgen-Ammann R, Schweizer T, Wyss T. RR interval signal quality of a heart rate monitor and an ECG Holter at rest and during exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2019;119(7):1525-1532. doi:10.1007/s00421-019-04142-5

200. Müller AM, Wang NX, Yao J, et al. Heart Rate Measures From Wrist-Worn Activity Trackers in a Laboratory and Free-Living Setting: Validation Study. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2019;7(10):e14120. doi:10.2196/14120
201. Williams B, Mancia G, Spiering W, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Hypertension (ESH). *European Heart Journal*. 2018;39(33):3021-3104. doi:10.1093/eurheartj/ehy339
202. McEniery CM, Yasmin null, Hall IR, et al. Normal vascular aging: differential effects on wave reflection and aortic pulse wave velocity: the Anglo-Cardiff Collaborative Trial (ACCT). *J Am Coll Cardiol*. 2005;46(9):1753-1760. doi:10.1016/j.jacc.2005.07.037
203. Bunevičius R, Žilėnienė S. MMPI and HAD scale comparison. *PSY*. 1991;11(0):95-102. doi:10.15388/Psichol.1991.11.9062
204. Burkauskas J, Bunevičius R. HAD skalė: depresijos ir nerimo sutrikimų vertinimo instrumentas. Published online 2013. Accessed April 26, 2023. <https://www.lsmuni.lt/cris/handle/20.500.12512/14048>
205. Skilton MR, Moulin P, Terra JL, Bonnet F. Associations between anxiety, depression, and the metabolic syndrome. *Biol Psychiatry*. 2007;62(11):1251-1257. doi:10.1016/j.biopsych.2007.01.012
206. Butnorienė J, Bunevicius A, Norkus A, Bunevicius R. Depression but not anxiety is associated with metabolic syndrome in primary care based community sample. *Psychoneuroendocrinology*. 2014;40:269-276. doi:10.1016/j.psyneuen.2013.11.002
207. Stern AF. The Hospital Anxiety and Depression Scale. *Occupational Medicine*. 2014;64(5):393-394. doi:10.1093/occmed/kqu024
208. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(8):1381-1395. doi:10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB
209. Markland D, Ingledew DK. The measurement of exercise motives: Factorial validity and invariance across gender of a revised Exercise Motivations Inventory. *British Journal of Health Psychology*. 1997;2(4):361-376. doi:10.1111/j.2044-8287.1997.tb00549.x
210. Garuckiene I KE Grajauskas L. Vyrų ir moterų fizinio aktyvumo motyvacijos ypatumai. *Journal of Young scientists*. 2014;1(41):8-11.
211. Razmaite D GL. Laisvalaikiu sportuojančių moterų ir vyrų motyvacijos sportui raiška. *Journal of Young scientists*. 2012;5(38):38-42.
212. Williams N. The Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) scale. *Occupational Medicine*. 2017;67(5):404-405. doi:10.1093/occmed/kqx063
213. Ramos RM, Coelho-Júnior HJ, Asano RY, et al. Impact of Moderate Aerobic Training on Physical Capacities of Hypertensive Obese Elderly. *Gerontology and Geriatric Medicine*. 2019;5:2333721419859691. doi:10.1177/2333721419859691
214. Nagyova I, Jendrichovsky M, Kucinsky R, Lachytova M, Rus V. Effects of Nordic walking on cardiovascular performance and quality of life in coronary artery disease. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2020;56(5):616-624. doi:10.23736/S1973-9087.20.06120-1
215. Hinchman CA, Cabral DF, Ciesla M, et al. Exercise engagement drives changes in cognition and cardiorespiratory fitness after 8 weeks of aerobic training in sedentary aging adults at risk of cognitive decline. *Front Rehabil Sci*. 2022;3:923141. doi:10.3389/fresc.2022.923141
216. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. New York (NY): Routledge Academic;1988.
217. about - jamovi. Accessed February 25, 2023. <https://www.jamovi.org/about.html>
218. Reljic D, Frenk F, Herrmann HJ, Neurath MF, Zopf Y. Low-volume high-intensity interval training improves cardiometabolic health, work ability and well-being in severely

- obese individuals: a randomized-controlled trial sub-study. *Journal of Translational Medicine*. 2020;18(1):419. doi:10.1186/s12967-020-02592-6
219. Smith BE, Peterman JE, Harber MP, et al. Change in Metabolic Syndrome and Cardiorespiratory Fitness Following Exercise Training - The Ball State Adult Fitness Longitudinal Lifestyle Study (BALL ST). *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2022;15:1553-1562. doi:10.2147/DMSO.S352490
 220. Marin-Couture E, Filion MJ, Boukari R, et al. Relationship between Cardiometabolic Factors and the Response of Blood Pressure to a One-Year Primary Care Lifestyle Intervention in Metabolic Syndrome Patients. *Metabolites*. 2022;12(9):861. doi:10.3390/metabo12090861
 221. von Korn P, Keating S, Mueller S, et al. The Effect of Exercise Intensity and Volume on Metabolic Phenotype in Patients with Metabolic Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *Metab Syndr Relat Disord*. 2021;19(2):107-114. doi:10.1089/met.2020.0105
 222. Morales-Palomo F, Ramirez-Jimenez M, Ortega JF, Mora-Rodriguez R. Effectiveness of Aerobic Exercise Programs for Health Promotion in Metabolic Syndrome. *Med Sci Sports Exerc*. 2019;51(9):1876-1883. doi:10.1249/MSS.0000000000001983
 223. Fisher G, Brown AW, Bohan Brown MM, et al. High Intensity Interval- vs Moderate Intensity- Training for Improving Cardiometabolic Health in Overweight or Obese Males: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One*. 2015;10(10):e0138853. doi:10.1371/journal.pone.0138853
 224. Bagheri R, Kargarfard M, Jalali K, et al. The Effects of 12 Weeks of Concurrent and Combined Training on Inflammatory Markers, Muscular Performance, and Body Composition in Middle-Aged Overweight and Obese Males. *Nutrients*. 2023;15(6):1482. doi:10.3390/nu15061482
 225. Norha J, Sjöros T, Garthwaite T, et al. Effects of reducing sedentary behavior on cardiorespiratory fitness in adults with metabolic syndrome: A 6-month RCT. *Scand J Med Sci Sports*. 2023;33(8):1452-1461. doi:10.1111/sms.14371
 226. Ramirez-Jimenez M, Morales-Palomo F, Ortega JF, et al. Effects of Exercise Training during Christmas on Body Weight and Cardiometabolic Health in Overweight Individuals. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(13):4732. doi:10.3390/ijerph17134732
 227. Höchsmann C, Müller O, Ambühl M, et al. Novel Smartphone Game Improves Physical Activity Behavior in Type 2 Diabetes. *Am J Prev Med*. 2019;57(1):41-50. doi:10.1016/j.amepre.2019.02.017
 228. Máthéné Köteles É, Rafael B, Korom A, et al. Physiological and psychological effects of a 12-week home-based telemonitored training in metabolic syndrome. *Front Cardiovasc Med*. 2022;9:1075361. doi:10.3389/fcvm.2022.1075361
 229. Morales-Palomo F, Moreno-Cabañas A, Ramirez-Jimenez M, et al. Exercise Reduces Medication for Metabolic Syndrome Management: A 5-Year Follow-up Study. *Med Sci Sports Exerc*. 2021;53(7):1319-1325. doi:10.1249/MSS.0000000000002591
 230. Mascaró CM, Bouzas C, Montemayor S, et al. Effect of a Six-Month Lifestyle Intervention on the Physical Activity and Fitness Status of Adults with NAFLD and Metabolic Syndrome. *Nutrients*. 2022;14(9):1813. doi:10.3390/nu14091813
 231. Corica F, Corsonello A, Apolone G, et al. Metabolic syndrome, psychological status and quality of life in obesity: the QUOVADIS Study. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32(1):185-191. doi:10.1038/sj.ijo.0803687
 232. Hernandez R, Allen NB, Liu K, et al. Association of depressive symptoms, trait anxiety, and perceived stress with subclinical atherosclerosis: results from the Chicago Healthy Aging Study (CHAS). *Prev Med*. 2014;61:54-60. doi:10.1016/j.yjmed.2013.12.032

233. Timonen M, Laakso M, Jokelainen J, Rajala U, Meyer-Rochow VB, Keinänen-Kiukaanniemi S. Insulin resistance and depression: cross sectional study. *BMJ*. 2005;330(7481):17-18. doi:10.1136/bmj.38313.513310.F71
234. Butnorienė J, Steiblienė V, Saudargienė A, Bunevicius A. Does presence of metabolic syndrome impact anxiety and depressive disorder screening results in middle aged and elderly individuals? A population based study. *BMC Psychiatry*. 2018;18:5. doi:10.1186/s12888-017-1576-8
235. Maharaj SS, Nuhu JM. Effect of treadmill walking for anxiety, depression, and social well-being in women with diabetes type 2: A randomized controlled trial. *Health Care Women Int*. 2023;44(6):734-752. doi:10.1080/07399332.2022.2090566
236. Nicolucci A, Haxhi J, D'Errico V, et al. Effect of a Behavioural Intervention for Adoption and Maintenance of a Physically Active Lifestyle on Psychological Well-Being and Quality of Life in Patients with Type 2 Diabetes: The IDES_2 Randomized Clinical Trial. *Sports Med*. 2022;52(3):643-654. doi:10.1007/s40279-021-01556-0
237. Zupkauskienė J, Lauceviciene I, Navickas P, et al. Changes in health-related quality of life, motivation for physical activity, and the levels of anxiety and depression after individualized aerobic training in subjects with metabolic syndrome. *Hellenic Journal of Cardiology*. 2022;66:41-51. doi:10.1016/j.hjc.2022.04.003
238. Azar KM, Koliwad S, Poon T, et al. The Electronic CardioMetabolic Program (eCMP) for Patients With Cardiometabolic Risk: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Medical Internet Research*. 2016;18(5):e5143. doi:10.2196/jmir.5143
239. Taylor AH, Taylor RS, Ingram WM, et al. Adding web-based behavioural support to exercise referral schemes for inactive adults with chronic health conditions: the e-coachER RCT. *Health Technol Assess*. 2020;24(63):1-106. doi:10.3310/hta24630
240. Khunti K, Sukumar N, Waheed G, et al. Structured group education programme and accompanying mHealth intervention to promote physical activity in women with a history of gestational diabetes: A randomised controlled trial. *Diabet Med*. 2023;40(7):e15118. doi:10.1111/dme.15118
241. Seo EY, Kim YS, Lee YJ, Hur MH. Virtual Reality Exercise Program Effects on Body Mass Index, Depression, Exercise Fun and Exercise Immersion in Overweight Middle-Aged Women: A Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(2):900. doi:10.3390/ijerph20020900
242. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(3):533-553. doi:10.1249/01.mss.0000115224.88514.3a
243. De Moraes JA, De Barcelos GT, Coneglian JC, Do Espírito Santo BC de R, Delevatti RS, Gerage AM. Combined Training with Aerobic Exercise Performed Outdoors Can Promote Better Blood Pressure and Affective Responses in Individuals with Cardiovascular Risk Factors. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(23):16009. doi:10.3390/ijerph192316009
244. Omar JS, Jaradat N, Qadoumi M, Qadoumi AN. Regular swimming exercise improves metabolic syndrome risk factors: a quasi-experimental study. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2021;13(1):22. doi:10.1186/s13102-021-00254-8
245. Chung J, Kim K, Hong J, Kong HJ. Effects of prolonged exercise versus multiple short exercise sessions on risk for metabolic syndrome and the atherogenic index in middle-aged obese women: a randomised controlled trial. *BMC Womens Health*. 2017;17(1):65. doi:10.1186/s12905-017-0421-z
246. Heberle I, de Barcelos GT, Silveira LMP, Costa RR, Gerage AM, Delevatti RS. Effects of aerobic training with and without progression on blood pressure in patients with type 2 diabetes: A systematic review with meta-analyses and meta-regressions. *Diabetes Res Clin Pract*. 2021;171:108581. doi:10.1016/j.diabres.2020.108581

247. Larsen RN, Kingwell BA, Sethi P, Cerin E, Owen N, Dunstan DW. Breaking up prolonged sitting reduces resting blood pressure in overweight/obese adults. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2014;24(9):976-982. doi:10.1016/j.numecd.2014.04.011
248. Peiris CL, van Namen M, O'Donoghue G. Education-based, lifestyle intervention programs with unsupervised exercise improve outcomes in adults with metabolic syndrome. A systematic review and meta-analysis. *Rev Endocr Metab Disord.* 2021;22(4):877-890. doi:10.1007/s11154-021-09644-2
249. Wong EML, Leung DYP, Wang Q, Leung AYM, Cheung ASP. The effect of a lifestyle intervention program using a mobile application versus the effect of a program using a booklet for adults with metabolic syndrome: A three-arm randomized controlled trial. *J Nurs Scholarsh.* Published online March 10, 2023. doi:10.1111/jnu.12883
250. Ryu HS, So WY. The Effects of 24 Weeks of Non-Face-to-Face Home Exercise on Body Composition, Physical Fitness, Cardiovascular Function, and Blood Profiles in Pre-Metabolic Syndrome Korean Adults: A Pilot Study. *Healthcare (Basel).* 2022;10(10):1963. doi:10.3390/healthcare10101963
251. Reljic D, Dieterich W, Herrmann HJ, Neurath MF, Zopf Y. "HIIT the Inflammation": Comparative Effects of Low-Volume Interval Training and Resistance Exercises on Inflammatory Indices in Obese Metabolic Syndrome Patients Undergoing Caloric Restriction. *Nutrients.* 2022;14(10):1996. doi:10.3390/nu14101996
252. Tan J, Guo L. Swimming intervention alleviates insulin resistance and chronic inflammation in metabolic syndrome. *Exp Ther Med.* 2019;17(1):57-62. doi:10.3892/etm.2018.6900
253. Alizaei Yousefabadi H, Niyazi A, Alae S, Fathi M, Mohammad Rahimi GR. Anti-Inflammatory Effects of Exercise on Metabolic Syndrome Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biol Res Nurs.* 2021;23(2):280-292. doi:10.1177/1099800420958068
254. Gutwenger I, Hofer G, Gutwenger AK, Sandri M, Wiedermann CJ. Pilot study on the effects of a 2-week hiking vacation at moderate versus low altitude on plasma parameters of carbohydrate and lipid metabolism in patients with metabolic syndrome. *BMC Res Notes.* 2015;8:103. doi:10.1186/s13104-015-1066-3
255. Blackford K, Jancey J, Lee AH, James AP, Waddell T, Howat P. Home-based lifestyle intervention for rural adults improves metabolic syndrome parameters and cardiovascular risk factors: A randomised controlled trial. *Preventive Medicine.* 2016;89:15-22. doi:10.1016/j.ypmed.2016.05.012
256. Tran VD, James AP, Lee AH, Jancey J, Howat PA, Thi Phuong Mai L. Effectiveness of a Community-Based Physical Activity and Nutrition Behavior Intervention on Features of the Metabolic Syndrome: A Cluster-Randomized Controlled Trial. *Metab Syndr Relat Disord.* 2017;15(2):63-71. doi:10.1089/met.2016.0113
257. Berahman H, Elmieh A, Fadaei Chafy MR. The effect of water-based rhythmic exercise training on glucose homeostasis and thyroid hormones in postmenopausal women with metabolic syndrome. *Horm Mol Biol Clin Investig.* 2021;42(2):189-193. doi:10.1515/hmbci-2020-0062
258. Madjd A, Taylor MA, Shafiei Neek L, et al. Effect of weekly physical activity frequency on weight loss in healthy overweight and obese women attending a weight loss program: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr.* 2016;104(5):1202-1208. doi:10.3945/ajcn.116.136408
259. Amin M, Kerr D, Atiase Y, Aldwikat RK, Driscoll A. Effect of Physical Activity on Metabolic Syndrome Markers in Adults with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports (Basel).* 2023;11(5):101. doi:10.3390/sports11050101
260. Aristizabal JC, Montoya E, Sánchez YL, et al. Effects of Low-Volume, High-Intensity Interval Training Compared with Continuous Training on Regional and Global Body

- Composition in Adults with Metabolic Syndrome: A post hoc Analysis of a Randomized Clinical Trial. *Ann Nutr Metab.* 2021;77(5):279-288. doi:10.1159/000518909
261. Suire KB, Peart A, Kavookjian J, Wadsworth DD. Impact of motivational interviewing as a follow-up to an exercise intervention among women with or at risk for metabolic syndrome: A randomized controlled trial. *SAGE Open Med.* 2022;10:20503121211073434. doi:10.1177/20503121211073434
 262. Wong EML, Leung DYP, Tam HL, Wang Q, Yeung KW, Leung AYM. The Effect of a Lifestyle Intervention Program Using a Mobile Application for Adults with Metabolic Syndrome, versus the Effect of a Program Using a Booklet: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Clin Interv Aging.* 2021;16:633-644. doi:10.2147/CIA.S303920
 263. Wong EML, Tam HL, Leung AYM, Cheung ASP, Cheung KC, Leung DYP. Impacts of Educational Interventions with Support of Mobile App versus Booklet for Patients with Hypertension and Metabolic Syndrome: A Secondary Data Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(19):12591. doi:10.3390/ijerph191912591
 264. Joseph MS, Tincopa MA, Walden P, Jackson E, Conte ML, Rubenfire M. The Impact Of Structured Exercise Programs On Metabolic Syndrome And Its Components: A Systematic Review. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2019;12:2395-2404. doi:10.2147/DMSO.S211776
 265. Guzmán A, Navarro E, Obando L, et al. Effectiveness of interventions for the reversal of a metabolic syndrome diagnosis: An update of a meta-analysis of mixed treatment comparison studies. *Biomedica.* 2019;39(4):647-662. doi:10.7705/biomedica.4684
 266. Piovesan CH, Gustavo A, Macagnan FE, et al. The Effect of Different Interventions for Lifestyle Modifications on the Number of Diagnostic Criteria and Clinical Aspects of Metabolic Syndrome. *Metab Syndr Relat Disord.* 2021;19(1):8-17. doi:10.1089/met.2019.0132
 267. Fang YY, Huang CY, Hsu MC. Effectiveness of a physical activity program on weight, physical fitness, occupational stress, job satisfaction and quality of life of overweight employees in high-tech industries: a randomized controlled study. *Int J Occup Saf Ergon.* 2019;25(4):621-629. doi:10.1080/10803548.2018.1438839
 268. Lin CH, Chiang SL, Heitkemper MM, et al. Effects of telephone-based motivational interviewing in lifestyle modification program on reducing metabolic risks in middle-aged and older women with metabolic syndrome: A randomized controlled trial. *Int J Nurs Stud.* 2016;60:12-23. doi:10.1016/j.ijnurstu.2016.03.003
 269. Badr HE, Saunders T, Carter A, Reyes Castillo L, Bayoumy O, Barrett M. Impact of Lifestyle Modification on Quality of Life in Patients with Metabolic Syndrome: Findings from the CHANGE Program Intervention Study in Prince Edward Island, Canada. *Metab Syndr Relat Disord.* 2022;20(9):532-542. doi:10.1089/met.2022.0056
 270. Haufe S, Kerling A, Protte G, et al. Telemonitoring-supported exercise training, metabolic syndrome severity, and work ability in company employees: a randomised controlled trial. *Lancet Public Health.* 2019;4(7):e343-e352. doi:10.1016/S2468-2667(19)30075-1
 271. Gurka MJ, Lilly CL, Oliver MN, DeBoer MD. An examination of sex and racial/ethnic differences in the metabolic syndrome among adults: a confirmatory factor analysis and a resulting continuous severity score. *Metabolism.* 2014;63(2):218-225. doi:10.1016/j.metabol.2013.10.006
 272. Sharma AK, Baig VN, Ahuja J, et al. Efficacy of IVRS-based mHealth intervention in reducing cardiovascular risk in metabolic syndrome: A cluster randomized trial. *Diabetes Metab Syndr.* 2021;15(5):102182. doi:10.1016/j.dsx.2021.06.019
 273. Kim HJ, Lee KH, Lee JH, Youk H, Lee HY. The Effect of a Mobile and Wearable Device Intervention on Increased Physical Activity to Prevent Metabolic Syndrome: Observational Study. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2022;10(2):e34059. doi:10.2196/34059

274. Zupkauskienė J, Lauceviciene I, Ryliskyte L, Navickas P, Kizlaitis R, Laucevicius A. Ambulatory and successive home-based heart rate targeted aerobic training improves arterial parameters: a follow-up study in people with metabolic syndrome. *Ann Med.* 2023;55(2):2250363. doi:10.1080/07853890.2023.2250363
275. Ashor AW, Lara J, Siervo M, Celis-Morales C, Mathers JC. Effects of exercise modalities on arterial stiffness and wave reflection: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS ONE.* 2014;9(10):e110034. doi:10.1371/journal.pone.0110034
276. Badhwar S, Chandran DS, Jaryal AK, Narang R, Deepak KK. Regional arterial stiffness in central and peripheral arteries is differentially related to endothelial dysfunction assessed by brachial flow-mediated dilation in metabolic syndrome. *Diabetes and Vascular Disease Research.* 2018;15(2):106-113. doi:10.1177/1479164117748840
277. Liu Y, Beck A, Olaniyi O, et al. Carotid-radial pulse wave velocity responses following hyperemia in patients with congestive heart failure. *Journal of the American Society of Hypertension.* 2014;8(10):687-692. doi:10.1016/j.jash.2014.07.025
278. Saladini F, Palatini P. Arterial Distensibility, Physical Activity, and the Metabolic Syndrome. *Curr Hypertens Rep.* 2018;20(5):39. doi:10.1007/s11906-018-0837-3
279. Ryliskyte L, Badariene J, Laucevicius A. Cardiovascular outcomes and arterial stiffness: Data from Lithuanian high-risk cohort (LITHIR). *Atherosclerosis.* 2023;379:S75. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2023.06.878
280. Way KL, Sabag A, Sultana RN, et al. The effect of low-volume high-intensity interval training on cardiovascular health outcomes in type 2 diabetes: A randomised controlled trial. *Int J Cardiol.* 2020;320:148-154. doi:10.1016/j.ijcard.2020.06.019
281. Kleinloog JPD, Mensink RP, Roodt JO, Thijssen DHJ, Hesselink MKC, Joris PJ. Aerobic exercise training improves not only brachial artery flow-mediated vasodilatation but also carotid artery reactivity: A randomized controlled, cross-over trial in older men. *Physiol Rep.* 2022;10(16):e15395. doi:10.14814/phy2.15395
282. Hetherington-Rauth M, Magalhães JP, Júdice PB, Melo X, Sardinha LB. Vascular improvements in individuals with type 2 diabetes following a 1 year randomised controlled exercise intervention, irrespective of changes in cardiorespiratory fitness. *Diabetologia.* 2020;63(4):722-732. doi:10.1007/s00125-020-05089-5
283. Bellia A, Iellamo F, De Carli E, et al. Exercise individualized by TRIMPi method reduces arterial stiffness in early onset type 2 diabetic patients: A randomized controlled trial with aerobic interval training. *Int J Cardiol.* 2017;248:314-319. doi:10.1016/j.ijcard.2017.06.065
284. Taha MM, Aneis YM, Hasanin ME, Felaya EE, Aldhahi MI, Abdeen H a. A. Effect of high intensity interval training on arterial stiffness in obese hypertensive women: a randomized controlled trial. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2023;27(9):4069-4079. doi:10.26355/eurev_202305_32314
285. Ring M, Eriksson MJ, Fritz T, et al. Influence of physical activity and gender on arterial function in type 2 diabetes, normal and impaired glucose tolerance. *Diab Vasc Dis Res.* 2015;12(5):315-324. doi:10.1177/1479164115588548
286. Donley DA, Fournier SB, Reger BL, et al. Aerobic exercise training reduces arterial stiffness in metabolic syndrome. *J Appl Physiol (1985).* 2014;116(11):1396-1404. doi:10.1152/japplphysiol.00151.2014
287. Green DJ, Hopman MTE, Padilla J, Laughlin MH, Thijssen DHJ. Vascular Adaptation to Exercise in Humans: Role of Hemodynamic Stimuli. *Physiol Rev.* 2017;97(2):495-528. doi:10.1152/physrev.00014.2016
288. Radhakrishnan J, Swaminathan N, Pereira N, Henderson K, Brodie D. Effect of an IT-supported home-based exercise programme on metabolic syndrome in India. *J Telemed Telecare.* 2014;20(5):250-258. doi:10.1177/1357633X14536354

289. Dasgupta K, Rosenberg E, Joseph L, et al. Physician step prescription and monitoring to improve ARTERial health (SMARTER): A randomized controlled trial in patients with type 2 diabetes and hypertension. *Diabetes Obes Metab.* 2017;19(5):695-704. doi:10.1111/dom.12874
290. Choi JH, Kim SW, Seo J, et al. Effects of a Mobile-Health Exercise Intervention on Body Composition, Vascular Function, and Autonomic Nervous System Function in Obese Women: A Randomized Controlled Trial. *J Multidiscip Healthc.* 2023;16:1601-1615. doi:10.2147/JMDH.S406905
291. Kwok ZCM, Tao A, Chan HYL. Effects of Health Coaching on Cardiometabolic Health in Middle-Aged Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Health Promot.* 2023;37(4):555-565. doi:10.1177/08901171221137332
292. Poppe L, De Bourdeaudhuij I, Verloigne M, et al. Efficacy of a Self-Regulation-Based Electronic and Mobile Health Intervention Targeting an Active Lifestyle in Adults Having Type 2 Diabetes and in Adults Aged 50 Years or Older: Two Randomized Controlled Trials. *J Med Internet Res.* 2019;21(8):e13363. doi:10.2196/13363
293. MacPherson MM, Merry KJ, Locke SR, Jung ME. Effects of Mobile Health Prompts on Self-Monitoring and Exercise Behaviors Following a Diabetes Prevention Program: Secondary Analysis From a Randomized Controlled Trial. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2019;7(9):e12956. doi:10.2196/12956
294. Sjöros T, Laine S, Garthwaite T, et al. Reducing Sedentary Time and Whole-Body Insulin Sensitivity in Metabolic Syndrome: A 6-Month Randomized Controlled Trial. *Med Sci Sports Exerc.* 2023;55(3):342-353. doi:10.1249/MSS.0000000000003054
295. Bailey DP, Mugridge LH, Dong F, Zhang X, Chater AM. Randomised Controlled Feasibility Study of the MyHealthAvatar-Diabetes Smartphone App for Reducing Prolonged Sitting Time in Type 2 Diabetes Mellitus. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(12):4414. doi:10.3390/ijerph17124414
296. Khunti K, Griffin S, Brennan A, et al. Behavioural interventions to promote physical activity in a multiethnic population at high risk of diabetes: PROPELS three-arm RCT. *Health Technol Assess.* 2021;25(77):1-190. doi:10.3310/hta25770
297. Thorsen IK, Yang Y, Valentiner LS, et al. The Effects of a Lifestyle Intervention Supported by the InterWalk Smartphone App on Increasing Physical Activity Among Persons With Type 2 Diabetes: Parallel-Group, Randomized Trial. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2022;10(9):e30602. doi:10.2196/30602
298. Li J, Wei D, Liu S, et al. Efficiency of an mHealth App and Chest-Wearable Remote Exercise Monitoring Intervention in Patients With Type 2 Diabetes: A Prospective, Multicenter Randomized Controlled Trial. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2021;9(2):e23338. doi:10.2196/23338
299. Healy GN, Dunstan DW, Salmon J, et al. Breaks in sedentary time: beneficial associations with metabolic risk. *Diabetes Care.* 2008;31(4):661-666. doi:10.2337/dc07-2046
300. Edwardson CL, Gorely T, Davies MJ, et al. Association of sedentary behaviour with metabolic syndrome: a meta-analysis. *PLoS ONE.* 2012;7(4):e34916. doi:10.1371/journal.pone.0034916
301. Ahmadi MN, Hamer M, Gill JMR, et al. Brief bouts of device-measured intermittent lifestyle physical activity and its association with major adverse cardiovascular events and mortality in people who do not exercise: a prospective cohort study. *The Lancet Public Health.* 2023;8(10):e800-e810. doi:10.1016/S2468-2667(23)00183-4
302. Prince SA, Adamo KB, Hamel ME, Hardt J, Connor Gorber S, Tremblay M. A comparison of direct versus self-report measures for assessing physical activity in adults: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2008;5:56. doi:10.1186/1479-5868-5-56

303. Brickwood KJ, Watson G, O'Brien J, Williams AD. Consumer-Based Wearable Activity Trackers Increase Physical Activity Participation: Systematic Review and Meta-Analysis. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2019;7(4):e11819. doi:10.2196/11819
304. Sebire SJ, Toumpakari Z, Turner KM, et al. "I've made this my lifestyle now": a prospective qualitative study of motivation for lifestyle change among people with newly diagnosed type two diabetes mellitus. *BMC Public Health*. 2018;18:204. doi:10.1186/s12889-018-5114-5
305. Teixeira PJ, Carraça EV, Markland D, Silva MN, Ryan RM. Exercise, physical activity, and self-determination theory: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2012;9:78. doi:10.1186/1479-5868-9-78
306. Alarcón-Gómez J, Chulvi-Medrano I, Martín-Rivera F, Calatayud J. Effect of High-Intensity Interval Training on Quality of Life, Sleep Quality, Exercise Motivation and Enjoyment in Sedentary People with Type 1 Diabetes Mellitus. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(23):12612. doi:10.3390/ijerph182312612
307. Mangyo R, Arai T. Intervention using behavior modification techniques to improve the lifestyle of high-risk metabolic syndrome patients. *J Phys Ther Sci*. 2020;32(2):156-160. doi:10.1589/jpts.32.156
308. Schmidt SK, Hemmestad L, MacDonald CS, Langberg H, Valentiner LS. Motivation and Barriers to Maintaining Lifestyle Changes in Patients with Type 2 Diabetes after an Intensive Lifestyle Intervention (The U-TURN Trial): A Longitudinal Qualitative Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(20):7454. doi:10.3390/ijerph17207454
309. Chen D, Zhang H, Shao J, et al. Determinants of adherence to diet and exercise behaviours among individuals with metabolic syndrome based on the Capability, Opportunity, Motivation, and Behaviour model: a cross-sectional study. *Eur J Cardiovasc Nurs*. 2023;22(2):193-200. doi:10.1093/eurjcn/zvac034
310. Hidrus A, Kueh YC, Norsaadah B, et al. Effects of Brain Breaks Videos on the Motives for the Physical Activity of Malaysians with Type-2 Diabetes Mellitus. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(7):2507. doi:10.3390/ijerph17072507
311. Binder RK, Wonisch M, Corra U, et al. Methodological approach to the first and second lactate threshold in incremental cardiopulmonary exercise testing. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*. 2008;15(6):726-734. doi:10.1097/HJR.0b013e328304fed4
312. Laurent S, Cockcroft J, Van Bortel L, et al. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications. *Eur Heart J*. 2006;27(21):2588-2605. doi:10.1093/eurheartj/ehl254

PRIEDAI

1 priedas. Lietuvos biomedicininų tyrimų etikos komiteto leidimas atlikti biomedicininį tyrimą

PATVIRTINTA
Lietuvos bioetikos komiteto direktoriaus
2016 m. birželio 10 d. įsakymu Nr. V-14



LIETUVOS BIOETIKOS KOMITETAS

Biudžetinė įstaiga, Vilniaus g. 16, LT-01402 Vilnius, tel. (8 5) 212 4565,
faks. (8 5) 260 8640, el. p. lbe@bioetika.sam.lt, <http://bioetika.sam.lt>
Duomenys kaupiami ir saugomi Juridinių asmenų registre, kodas 188710595

LEIDIMAS ATLIKTI BIOMEDICININĮ TYRIMĄ

2017-07-07 Nr. L-17-05/2

Vilnius

Tyrimo pavadinimas: „Personalizuoto fizinio aktyvumo efektyvumo vertinimo įrankio sukūrimas ir taikymo metodikos sukūrimas“
Protokolo Nr.: PFAEV53 Versija: 08 Data: 2017 m. gegužės 12 d.
Tiriamiesiems skirti dokumentai: Informuoto asmens sutikimo forma (lietuvių kalba) : Versija: 04 Data: 2017 m. gegužės 13 d. Informuoto asmens sutikimo forma (lietuvių kalba) : Versija: 05 Data: 2017 m. gegužės 13 d.
Pagrindinis tyrėjas: Gyd., habil. dr., prof. Aleksandras Laucevičius
Tyrimo centro pavadinimas: UAB "InMedica", Vilnius Adresas: Šeškinės g. 30-5, LT-08314 Vilnius

Leidimas atlikti biomedicininį tyrimą išduotas Lietuvos bioetikos komiteto Biomedicininų tyrimų ekspertų grupės posėdžio, įvykusio **2017 m. birželio 20 d.**, sprendimu.

Direktorius

Eugenijus Gefenas



2 priedas. HADS klausimynas

HAD skalė

Perskaitykite kiekvieną teiginį ir pabraukite atsakymą, kuris artimiausias Jūsų savijautai per praėjusią savaitę. Ilgai nesvarstykite, nes pirmą reakciją į klausimą tiksliau atspindi Jūsų savijautą nei apgalvotas atsakymas.

N 3 2 1 0	Aš jaučiu įtampą ir nerimą • Beveik visą laiką, nuolat • Didelę laiko dalį, dažnai • Laikas nuo laiko, retkarčiais • Niekada neįjaučiu	D 3 2 1 0	Aš jaučiuosi užslopintas (-a) ir sulėtėjęs(-usi) • Beveik visą laiką • Labai dažnai • Kartais, nežymiai • Visiškai ne
D 0 1 2 3	Mane ir dabar džiugina tai, kas teikė džiaugsmą anksčiau • Visiškai tiek pat • Mažiau nei anksčiau • Žymiai mažiau • Beveik visai nedžiugina	N 0 1 2 3	Mane apima baimė, lydima vidinio virpulių ar spaudimo po krūtine • Visiškai ne • Kartais • Gana dažnai • Labai dažnai, nuolat
N 3 2 1 0	Aš jaučiu baimę, lyg kažkas siaubingo turėtų atsitikti • Labai aiškiai ir stipriai • Taip, bet nestipriai • Nežymiai, bet tai manęs neįjaukina • Visiškai ne	D 3 2 1 0	Aš nustoju rūpintis savo išvaizda • Pradėjau visiškai nesirūpinti • Nesirūpinu tiek, kiek reikėtų • Rūpinimosi, bet mažiau nei anksčiau • Rūpinimosi tiek pat, kiek visuomet
D 0 1 2 3	Aš galiu juoktis ir suprasti humorą • Taip pat kaip anksčiau • Mažiau ir sunkiau • Žymiai mažiau ir sunkiau • Visiškai negaliu	N 3 2 1 0	Jaučiu, kad nerimstu vietoje • Labai stipriai • Gana stipriai • Trupučių • Visiškai ne
N 3 2 1 0	Mane vargina neramios mintys ir rūpesčiai • Didžiąją laiko dalį, nuolat • Daug laiko, dažnai • Laikas nuo laiko, bet ne dažnai • Tik retkarčiais	D 0 1 2 3	Įs gyvenimo aš laukiu kažko malonaus • Tiek pat, kiek visada • Mažiau nei anksčiau • Žymiai mažiau nei anksčiau • Visiškai nelaukiu
D 3 2 1 0	Man linksma • Niekada • Labai retai • Kartais • Didžiąją laiko dalį	N 3 2 1 0	Mane staiga apima didelis nerimas ar baimė • Tikrai labai dažnai • Pakankamai dažnai • Retai • Visiškai ne
N 0 1 2 3	Aš galiu ramiai sėdėti ir atsipalaiduoti • Visada • Dažnai • Retai • Niekada	D 0 1 2 3	Man suteikia džiaugsmo gera knyga, radijo ar TV laida • Dažnai • Kartais • Retai • Labai retai

3 priedas. Trumpoji IPAQ klausimyno forma

TARPTAUTINIS FIZINIO AKTYVUMO KLAUSIMYNAS

Norėtume Jums užduoti keletą klausimų ir nustatyti, kokia fizine veikla užsiimate savo kasdiniame gyvenime ir kiek laiko skyrėte fizinei veiklai per **pastarąsias 7 dienas**. Prašome atsakyti į kiekvieną klausimą, net jei ir nemanote, kad esate fiziškai aktyvus žmogus. Prisiminkite fizinę veiklą, kuria užsiimate darbe, namie ar kieme, judėjimą iš vienos vietos į kitą, taip pat fizinę veiklą laisvalaikio, skirtą rekreacijai, mankštinimuisi ar sportui.

Prisiminkite **labai intensyvią** fizinę veiklą, kuria užsiėmėte per **pastarąsias 7 dienas**. **Labai intensyvi** fizinė veikla – tai veikla, kuriai atlikti reikia didelių fizinių pastangų ir dėl kurios žymiai padažnėja Jūsų kvėpavimas.

1. Kelias iš **pastarųjų 7 dienų** Jūs užsiėmėte **labai intensyvia** fizine veikla, pavyzdžiui, kėlėte sunkius daiktus, kasėte žemę, žaidėte krepšinį, lankėte aerobiką arba greitai važiuote dviračiu?

_____ dienas per savaitę

Neteko užsiimti labai intensyvia fizine veikla



Pereikite prie 3 klausimo

2. Kiek laiko per vieną iš tų dienų užsiėmėte **labai intensyvia** fizine veikla?

_____ valandas (-ų) per dieną
_____ minutes (-čių) per dieną

Nežinau/Sunku pasakyti

Prisiminkite visas **vidutiniškai intensyvios** fizinės veiklos formas, kuriomis užsiėmėte per **pastarąsias 7 dienas**. **Vidutiniškai intensyvi** fizinė veikla – tai veikla, kuriai atlikti reikia vidutinių fizinių pastangų ir dėl kurios šiek tiek padažnėja Jūsų kvėpavimas. Prisiminkite tik tą fizinę veiklą, kuri truko ne mažiau kaip 10 minučių be pertraukos.

3. Kelias iš **pastarųjų 7 dienų** užsiėmėte **vidutiniškai intensyvia** fizine veikla, pavyzdžiui, kėlėte lengvus daiktus, vidutiniu greičiu važiuote dviračiu arba žaidėte badmintoną? Prašytume neįskaičiuoti ėjimo.

_____ dienas per savaitę

Neteko užsiimti vidutinio intensyvumo fizine veikla



Pereikite prie 5 klausimo

4. Kiek laiko per vieną iš tų dienų praleidote užsiimdami **vidutiniškai intensyvia** fizine veikla?

_____ valandas (-ų) per dieną
_____ minutes (-čių) per dieną

Nežinau/Sunku pasakyti

Prisiminkite laiką, kurį per **pastarąsias 7 dienas** praleidote **vaikščiodami**. Tai laikas, skirtas vaikščiojimui darbe ir namie, ėjimui iš vienos vietos į kitą ar pasivaikščiojimui laisvalaikiu.

5. Kelias iš **pastarųjų 7 dienų** Jūs **vaikščiojote** ne mažiau kaip 10 minučių be pertraukos?

_____ **dienas per savaitę**

Neteko vaikščioti



Pereikite prie 7 klausimo

6. Kiek laiko per vieną iš tų dienų praleidote **vaikščiodami**?

_____ **valandas (-ų) per dieną**

_____ **minutes (-čių) per dieną**

Nežinau/Sunku pasakyti

Prisiminkite laiką, kurį per **pastarąsias 7 dienas** praleidote **sėdėdami**. Įskaičiuokite laiką, praleistą darbe, namie, mokantis ar laiką, skirtą laisvalaikui, t.y. sėdint prie darbo stalo, su draugais, skaitant ar žiūrint televizorių.

7. Kiek laiko per vieną iš **pastarųjų 7 darbo dienų** vidutiniškai praleidote **sėdėdami**?

_____ **valandas (-ų) per dieną**

_____ **minutes (-čių) per dieną**

Nežinau/Sunku pasakyti

Dėkojame už dalyvavimą apklausoje!

4 priedas. EMI-2 klausimynas

Fizinių treniruočių motyvų aprašas EMI-2

Mielas(-a) respondente, šios anketos tikslas – nustatyti, kokios priežastys skatina žmones mankštintis/treniruotis. Todėl prašome atsakyti, kaip Jums tinka žemiau pateikti teiginiai – apibraukti Jums labiausiai tinkantį variantą.
Iš anksto dėkojame!

Besimankštinantiems: Asmeniškai aš mankštinausi / treniruojusi,
Nesimankštinantiems: Asmeniškai aš mankštinačiausi / treniruočiausi,
Pradedantiems mankštintis: Asmeniškai aš mankštinsiuosi / treniruosiuosi,

		Tai man visiškai netinka					Tai man visiškai tinka	
		0	1	2	3	4	5	
1.	Nes tai padeda išlikti lieknesniam(-iai)	0	1	2	3	4	5	
2.	Kad nesirgčiau	0	1	2	3	4	5	
3.	Kadangi tai padeda man atgauti jėgas, gerą nuotaiką	0	1	2	3	4	5	
4.	Nes tai leidžia atrodyti jaunesniam(-iai)	0	1	2	3	4	5	
5.	Nes tai stiprina mano vertę kitu akyse	0	1	2	3	4	5	
6.	Nes tai teikia erdvės apmąstymams ir susikaupimui	0	1	2	3	4	5	
7.	Nes tai garantuoja sveikatą	0	1	2	3	4	5	
8.	Nes fiziniai pratimai lavina jėgą	0	1	2	3	4	5	
9.	Nes man patinka išgyvenamas jausmas, dėl to, kad aš stengiuosi, įtempiu jėgas	0	1	2	3	4	5	
10.	Kad leisčiau prasmingai / kultūringai laiką su draugais	0	1	2	3	4	5	
11.	Nes gydytojas pataria man sportuoti	0	1	2	3	4	5	
12.	Nes man patinka siekti laimėjimų / pergalių	0	1	2	3	4	5	
13.	Kad tapčiau judresnis(-ė)	0	1	2	3	4	5	
14.	Kad turėčiau ko siekti	0	1	2	3	4	5	
15.	Nes tai padeda numesti atsvorį	0	1	2	3	4	5	
16.	Kad užkirsčiau kelią sveikatos problemoms	0	1	2	3	4	5	
17.	Nes fiziniai pratimai atgaivina organizmą	0	1	2	3	4	5	
18.	Kad turėčiau gražų kūną	0	1	2	3	4	5	
19.	Nes tokiu būdu galiu lyginti savo ir kitų sportuojančiųjų gebėjimus	0	1	2	3	4	5	
20.	Kadangi tai mažina įtampą	0	1	2	3	4	5	
21.	Nes noriu būti sveikas(-a)	0	1	2	3	4	5	
22.	Nes fiziniai pratimai ugdo ištvėrę	0	1	2	3	4	5	

23.	Nes fiziniai pratimai man teikia pasitenkinimą	0	1	2	3	4	5
24.	Kad mėgaučiausi bendravimu ir kitais socialiniais sportavimo aspektais	0	1	2	3	4	5
25.	Kad išvengčiau ligų, kuriomis serga mano šeimos nariai	0	1	2	3	4	5
26.	Kadangi man patinka varžytis su kitais	0	1	2	3	4	5
27.	Kad įgyčiau lankstumo	0	1	2	3	4	5
28.	Nes sportavimas man yra savotiškas iššūkis	0	1	2	3	4	5
29.	Nes tai padeda kontroliuoti mano svorį	0	1	2	3	4	5
30.	Kad išvengčiau širdies-kraujagyslių ligų	0	1	2	3	4	5
31.	Nes tai teikia jėgų darbui / veiklai	0	1	2	3	4	5
32.	Kad atrodyčiau geriau	0	1	2	3	4	5
33.	Nes tada teigiamai vertinami mano pasiekimai	0	1	2	3	4	5
34.	Nes tai padeda valdyti stresa	0	1	2	3	4	5
35.	Kad jausčiausi sveikesnis(-ė)	0	1	2	3	4	5
36.	Nes tai padeda tapti stipresniam(-ei)	0	1	2	3	4	5
37.	Dėl malonumo, kurį patiriu, atlikdamas(-a) fizinius pratimus	0	1	2	3	4	5
38.	Nes man malonu aktyviai leisti laiką su kitais žmonėmis	0	1	2	3	4	5
39.	Nes tai padeda atgauti jėgas po ligos / traumos	0	1	2	3	4	5
40.	Nes mėgstu varžybas, reikalaujančias fizinių pastangų	0	1	2	3	4	5
41.	Kad tapčiau lankstesnis(-ė)	0	1	2	3	4	5
42.	Kad plėtočiau asmeninius gebėjimus	0	1	2	3	4	5
43.	Nes fiziniai pratimai sudegina kalorijas	0	1	2	3	4	5
44.	Kad patraukčiau atrodyčiau	0	1	2	3	4	5
45.	Nes suvokiu, kad kiti to nesugeba	0	1	2	3	4	5
46.	Nes tai atpalaiduoja ir palengvina itampa	0	1	2	3	4	5
47.	Nes fiziniai pratimai stiprina mano raumenis	0	1	2	3	4	5
48.	Nes, atlikdamas(-a) fizinius pratimus, jaučiuosi geriausiai	0	1	2	3	4	5
49.	Kad susirasčiau naujų draugų	0	1	2	3	4	5
50.	Nes man patinka fizinė veikla, kurioje galima varžytis	0	1	2	3	4	5
51.	Kad nuolat galėčiau lyginti save su asmeniniais standartais	0	1	2	3	4	5

SANTRAUKA

SUMMARY

The Effectiveness of Individually Tailored Physical Training Followed by Home-Based Intervention Using Self-Monitoring Devices or Just Provided Physical Activity Recommendations in Individuals with Increased Cardiometabolic Risk

ABBREVIATIONS

a. – artery

aET – aerobic exercise training

AH – arterial hypertension

AIx – augmentation index

AT – anaerobic threshold

BMI – body mass index

BP – blood pressure

Carotid-femoral a. PWV – carotid-femoral artery pulse wave velocity

Carotid-radial a. PWV - carotid-radial artery pulse wave velocity

CAVI – Cardio-ankle vascular index

CCA – Common carotid artery

CPET – cardiopulmonary exercise test

CRF – cardiorespiratory fitness

CV – cardiovascular

CVD – cardiovascular disease

DM – diabetes mellitus

ECG – electrocardiogram

EMI-2 – Exercise Motivation Inventory-2

HADS – Hospital Anxiety and Depression Scale

HDL-Chol – high density lipoprotein cholesterol

HIIT – high intensity interval training

HR – heart rate

Hs – high sensitivity

IMT – intima-media thickness

IPAQ – International Physical Activity Questionnaire

IT – information technology

LDL-Chol – low density lipoprotein cholesterol

MBP – mean blood pressure

MET – metabolic equivalents of the task

MetS – metabolic syndrome
MICT – moderate-intensity continuous training
PA – physical activity
PP – pulse pressure
T-Chol – total cholesterol
TG – triglycerides
VCO₂ – carbon dioxide output
VE – maximal minute ventilation
VO₂ – oxygen uptake
VO₂ max – maximal oxygen uptake
VT1 – first ventilatory threshold
VT2 – second ventilatory threshold
WHO – World Health Organization
WR – work rate

1. INTRODUCTION

Cardiovascular diseases (CVD) annually cause the highest number of deaths worldwide, and complications related to these diseases significantly contribute to disability and deterioration in quality of life. According to the World Health Organization (WHO) data, in 2019 a total of nearly 17.9 million people died from CVD, accounting for 32% of all deaths¹. As many as 85% of CVD-related deaths were attributed to myocardial infarction and stroke¹. In Lithuania in 2020 deaths due to diseases of the circulatory system, according to the data of the Statistics Department of the Republic of Lithuania, accounted for more than half of all deaths (52.7%). In 2019 the international study GBD (The Global Burden of Disease Study) showed that the incidence of CVD is only increasing². Since 1990 until 2019, the number of CVD cases has doubled: 271 million cases vs. 523 million cases respectively². Due to the high prevalence of CVD, the related years of life lost (YLL), disability adjusted life years (DALY) and years lived with disability (YLD) have also increased during the same period².

Special attention is paid to the prevention of CVD, which aims to reduce the morbidity and, at the same time, mortality from CVD. According to the latest CVD prevention recommendations, the principles of a healthy lifestyle and reduction of CVD risk factors must be followed throughout life³. The main modifiable cardiovascular (CV) risk factors identified are arterial hypertension (AH), elevated blood lipids, impaired glucose metabolism or diabetes mellitus (DM), smoking and obesity³. Insufficient physical activity (PA) or physical inactivity is recognized as an equally important risk factor for CVD⁴.

Each CVD risk factor independently increases the risk of developing CVD³, however, it has been found that individuals with multiple cardiometabolic risk factors at the same time have a significantly increased CV risk⁵. A combination of CVD risk factors consisting of AH, abdominal obesity, insulin resistance, and dyslipidemia is called the metabolic syndrome (MetS)⁶. It is estimated that MetS may affect ~25% of the world's population⁷. MetS is associated with a 2-fold increased risk of CVD⁸⁻¹⁰ and a 5-fold increased risk of DM¹¹. For individuals, who do not yet have CVD, but who have an increased cardiometabolic risk, the application of preventive measures is especially important, as it is possible to avoid complications caused by CVD or premature deaths related to it.

Regular PA is recognized as one of the key measures of CVD prevention^{3,12}, which is beneficial not only for healthy individuals, but also for

those who already have an increased cardiometabolic risk. Regular, sufficient PA, even in the absence of other lifestyle interventions, can reduce this risk¹³, because regular exercise increases insulin sensitivity, lowers arterial blood pressure (BP), and corrects lipid metabolism¹⁴⁻¹⁷. Unfortunately, people with MetS are not physically active enough¹⁸, so measures are needed to encourage these people to be more physically active.

The health benefits of aerobic exercise training (aET) in individuals with MetS have been demonstrated, specifically in ambulatory setting, by applying individualized aET with direct medical staff supervision¹⁹. However, such aET programs are usually carried out in specialized outpatient clinics based on cardiopulmonary exercise test (CPET) data, which require expensive equipment, specially trained medical staff and last for a limited time. Therefore, only a small part of the target population is included in such training programs, and at the end of them, individuals usually stop training independently based on the provided PA recommendations. Moreover, it was established that among people with MetS, aET, as an extremely beneficial intervention for health, is not applied widely enough^{20,21}.

The lack of adequate PA and non-compliance with prescribed PA recommendations limit the application of these preventive measures. The search for long-term motivational methods to promote PA is one of the most relevant issues in modern preventive and clinical medicine. In order to increase daily PA levels, it is recommended to consider not only outpatient exercise programs, but also various lifestyle interventions such as group or individual education, behavior change methods, remote counseling, as well as the use of wearable PA monitoring devices³. Reliable and easily accessible tools are needed for individual long-term home-based training.

Currently, widely used digital health technologies allow real-time PA monitoring and its use for home-based training²². It is important to investigate the use of wearable devices for PA self-monitoring, as it can lead to more effective PA programs with better adherence to PA appointments²³. Research evidence suggests that PA interventions combining the use of wearable PA self-monitoring devices with health professional counseling can increase daily PA levels in individuals with cardiometabolic disease^{22,24}. Moreover, the use of wearable PA monitoring devices in combination with a dedicated application on a smartphone can be an important motivational tool, helping individuals with MetS to engage in regular PA more frequently²⁵. It is still not clear how to maintain adequate PA levels in individuals at increased cardiometabolic risk for a longer period of time after ambulatory aET programs, and how to optimally adapt the PA program in the home setting.

1.1. Aim of the Dissertation

To compare the effect of individually tailored ambulatory physical training followed by home-based intervention using self-monitoring devices or just provided physical activity recommendations in individuals with increased cardiometabolic risk.

1.2. Objectives of the Dissertation

1. Verify the equipment, which is optimally adapted for tracking physical activity at home.
2. Install an originally developed application for smart devices for physical activity self-monitoring at home, and create a computerized diary of compliance with physical activity recommendations.
3. To investigate and compare the effects of individually tailored ambulatory physical training followed by home-based intervention using self-monitoring device or just provided recommendations on cardiometabolic risk factors and cardiorespiratory fitness.
4. To create an optimal algorithm for physical activity compliance, combining it with motivational tools, evaluating psycho-emotional status by questionnaires.
5. To compare the informativeness and dynamics of arterial parameters, when applying individually tailored ambulatory physical training followed by home-based intervention using self-monitoring device or just provided recommendations.

1.3. Novelty and Practical Significance of the Dissertation

Until now, there is a search for measures that promote PA, which would be particularly effective in individuals with increased cardiometabolic risk. However, most studies evaluating the effect of various aET programs on health parameters are mostly conducted with patients who are obese, have prediabetes, or suffer from DM, while individuals with MetS remain poorly studied. Furthermore, in most previous studies, individuals with increased cardiometabolic risk were only subjected to ambulatory aET programs under direct medical staff supervision, while in the latest studies, mainly remotely supervised home-based aET programs are applied without prior ambulatory aET program.

In this study, after a 2-month aET program in the outpatient clinic under the direct supervision of medical staff, individuals at increased cardiometabolic risk participated in the long-term home-based training with remote supervision using accurate, widely accessible devices designed for individual PA tracking, based on precise electrocardiogram (ECG) recordings. The developed algorithm for PA compliance enabled a person to maintain an individually selected PA intensity during training by monitoring heart rate (HR) in real time and keeping it within the training limits. An integrated PA care model was developed, which combines directly supervised aET in the outpatient clinic and remotely supervised home-based aET using smart devices, increased the motivation to engage in PA and the level of daily PA in individuals with increased cardiometabolic risk by helping to properly perform aET, which is especially beneficial for health.

In this study, we were able to compare and assess the effectiveness of two PA care models: the conventional one, where after directly supervised aET only PA recommendations are provided, and the combined model of PA care, developed in this study, where after ambulatory aET not only PA recommendations are provided, but additionally home-based aET using smart devices is applied. After evaluating the results obtained during this study, we were able to detect changes in the main cardiometabolic, arterial, cardiorespiratory fitness (CRF) parameters and questionnaire data on psychoemotional status, motivation for PA and daily PA levels. The results of our study significantly contribute to improving PA care for individuals with increased cardiometabolic risk and thus reducing their CV risk.

1.4. Defended Statements

1. Smart physical activity tracking devices are optimally adapted and suitable for implementing physical activity monitoring at home for individuals with increased cardiometabolic risk.
2. Individually tailored ambulatory physical training followed by home-based training using self-monitoring devices in combination with an original mobile application, compared to the use of conventional physical activity recommendations alone, improves cardiometabolic risk factors, cardiorespiratory fitness, psycho-emotional condition and arterial parameters of individuals with metabolic syndrome.

3. METHODS

3.1. Research Methodology and Study Participants

This prospective study was carried out between 2017 and 2019 mainly at the outpatient clinic InMedica, as well as part of the clinical evaluation at Vilnius University Hospital Santaros Klinikos, Lithuania, under the Lithuanian High Cardiovascular Risk Primary Prevention Program – LitHiR^{196,197}. Prior to patient enrollment, the study was approved by the Lithuanian Bioethics Committee (protocol number: PFAEV53, approval number: L-17-05/1, date of approval: 7 July 2017) (**Appendix 1**) and conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki. Written informed consent was obtained from all subjects involved in the study. The study was registered at ClinicalTrials.gov (identifier: NCT05592704).

Inclusion criteria for the study:

The study included female aged 50-65 years and male aged 40-55 years, who were diagnosed with MetS according to the NCEP ATP III modified criteria (where any 3 of the 5 criteria listed below are present)⁶:

- Increased waist circumference: for men ≥ 102 cm, for women ≥ 88 cm;
- Elevated BP (systolic BP ≥ 130 mmHg and/or diastolic BP ≥ 85 mmHg or current use of antihypertensive drugs);
- Elevated fasting plasma glucose ≥ 5.6 mmol/L or current use of antidiabetic drugs;
- Decreased high density lipoprotein cholesterol (HDL-Chol) serum level: for male < 1.03 mmol/L; for female < 1.30 mmol/L;
- Elevated triglycerides (TG) serum level: ≥ 1.70 mmol/L.

Exclusion criteria for the study:

- Patients with overt cardiovascular disease (previous myocardial infarction, coronary artery bypass surgery, percutaneous coronary intervention, previous stroke);
- Patients having severe heart failure, uncontrolled AH;
- Patients suffering from a urinary tract infection or fever for another unknown reason;
- Patients who have been actively exercising in the last 24 hours prior to the initial clinical examination;
- Pregnant women.

All individuals recruited for this study were allocated to the study (with HR targeting by ECG) and control (conventional care) groups by the study researcher using a random sampling method. The allocation to groups was not blinded.

3.2. Preparation for the Study

3.2.1. Development of the Computerized Protocol for the Assessment and Monitoring of Cardiometabolic Risk and Physical Activity

Stages of developing the computerized protocol for the assessment and monitoring of a person's cardiometabolic risk and PA:

1. Literature data were analyzed and potential CVD and cardiometabolic risk factors and their relative importance were assessed. It was decided that the computerized protocol for the assessment and monitoring of a person's cardiometabolic risk and PA will consist of the variation of a unique individual's cardiometabolic risk identified during the study, following aET program, and this will be presented graphically and quantitatively by calculating the risk score and the dynamics of the change.
2. Using the data of the patients included in the study, CVD and cardiometabolic risk factors were identified and factors whose values changed statistically significantly after the exercise intervention were determined (**Table 1**).
3. Development and testing of a quantitative risk score for individual cardiometabolic risk.
 - 1.1. The first version of the risk score (v.1) was created. Each criterion was divided into tertiles. The risk score (v.1) has been tested with the available scientific database. Conclusions were obtained that the risk score (v.1) does not predict the change of a person's cardiometabolic risk parameters with sufficient sensitivity.
 - 1.2. A re-analysis of the scientific database was performed to obtain an alternative more sensitive risk score model. Based on the analysis data, the second version of the risk score (v.2) was created. Each criterion was divided into deciles.
 - 1.3. The risk score (v.2) has been tested with the available scientific database. Conclusions were obtained that the risk score (v.2) predicts

the change in cardiometabolic risk parameters of a person with insufficient sensitivity.

- 1.4. A re-analysis of the scientific database was performed to obtain an alternative more sensitive risk score model. Based on the analysis data, the third version of the risk score (v.3) was created. Each criterion was divided by percentiles.
- 1.5. The risk score (v.3) has been tested with the available scientific database. Conclusions were obtained that the risk score (v.3) predicts the change in a person's cardiometabolic risk parameters much more sensitively. It was decided that the calculation of the risk score (v.3) is sufficiently sensitive to assess the change in cardiometabolic risk parameters of the subjects under the aET program.
2. Creating a graphic visualization of the individual's cardiometabolic risk and the effect of aET program.
 - 2.1. Possible methods of graphical visualization were evaluated (line graphs, composite column charts, parallel coordinates method, etc.). After evaluating the number of criteria and the need to visually show the dynamics of the individual's cardiometabolic risk change, the spider diagram visualization method was chosen.
 - 2.2. The graph depicts selected cardiometabolic risk factors of an individual person.
 - 2.3. The graph simultaneously demonstrates the current values of the person's parameters (initial data), the predicted values of the parameters after 2 months, if the user follows the individually tailored ambulatory aET, and the achieved values of the parameters (result). The predicted parameter values are calculated according to the risk score described in subsection 3.4.
3. According to the previously described risk score, a system of automatic notifications to the user has been created.
 - 3.1. Automated notifications provide user information about individual cardiometabolic risk profile and results.
 - 3.2. It was designed to provide notifications based on the change in cardiometabolic risk score that the system will automatically assign based on the algorithm. The first notification will include the calculated risk and parameters above the recommended values. A second notification will be generated by providing information on an individual's cardiometabolic risk after 2 months of adherence to the individually tailored ambulatory aET.

Table 1. Statistically significant cardiovascular risk factors

Risk factor	Abbreviation in protocol	Units
Systolic blood pressure	sAKS	mmHg
Diastolic blood pressure	dAKS	mmHg
Waist circumference	JA	cm
Triglyceride level	TG	mmol/L
Low density lipoprotein cholesterol level	MTL	mmol/L
Carotid-femoral artery pulse wave velocity	PBG	m/s
Common carotid artery intima-media thickness	IMS	μm

3.2.2. Selection and Verification of Physical Activity Self-Monitoring Tools and Development of the Application for Home-Based Training

For real-time HR measuring during workouts, a HR monitor Polar H10 (*Polar Electro Oy, Kempele, Finland*), based on ECG recordings, was used. (**Figure 1**).



Figure 1. Heart rate monitor Polar H10. Personal archive photo

These monitors are attached with an elastic strap to the chest and use ECG electrodes to record HR, so they accurately measure HR during exercise^{198,199} and are considered as reference devices in clinical trials when studying other HR monitors^{130,200}. In the study, Polar H10 monitors were linked to Huawei Y5H smartphones (*Huawei Technologies Co., Ltd, China*) via the developed

Bluetooth smart, 5 kHz data transmission interface. This allowed each smartphone to receive ECG recording data from its assigned Polar H10 monitor.

InMedica Cardio, a home-based training application specifically designed for the study, was developed in collaboration with information technology (IT) specialists to allow the participant to see real-time PA data on a smartphone and to send it to the researchers. The prototype of the mobile application was created using the tools of the Flutter platform for Android and iOS operating systems, which can be downloaded for free to the mobile phone via the Play Store or the App Store, respectively. Wi-Fi wireless connection was used to transfer the data recorded on the smartphone directly to the service station of the information system. For the purpose of testing the prototype, the possibility to transfer data via the USB connection in the form of a data carrier (document) was created. The study application has also created an option for the user to initiate PA data transfer via the application (used in case automatic data transfer does not work due to connection or other problems).

All PA self-monitoring devices were prepared in advance for use by participants. Each smartphone had the latest operating system, the accounts required for the study, other necessary applications and the study application "InMedica Cardio" installed. Below are the visualizations of the developed study application on the smartphone (**Figures 2 and 3**).

The main features of the application for PA self-monitoring included the ability to select the type of aET (aerobics, cycling, walking, jogging, team sports), monitor workout time and real-time HR in order to maintain it within the training HR range during a workout. The aforementioned feature of the application was used to control the intensity of PA. According to the entered values of minimum and maximum training HR on the settings page, the application responded to the real-time HR during a workout and prompted the user to reduce or increase exercise intensity accordingly by changing the display color in the main application page: indicating yellow if the real-time HR was too low, green – the HR was within the training HR range, and red – the HR was too high. A corresponding comment and an audio signal also appeared according to the real-time HR. Audible notifications made it possible to use the application during training without constantly monitoring the screen. The text in the application was presented in Lithuanian language. The application's main page with features are presented in **Figure 2 and 3**.

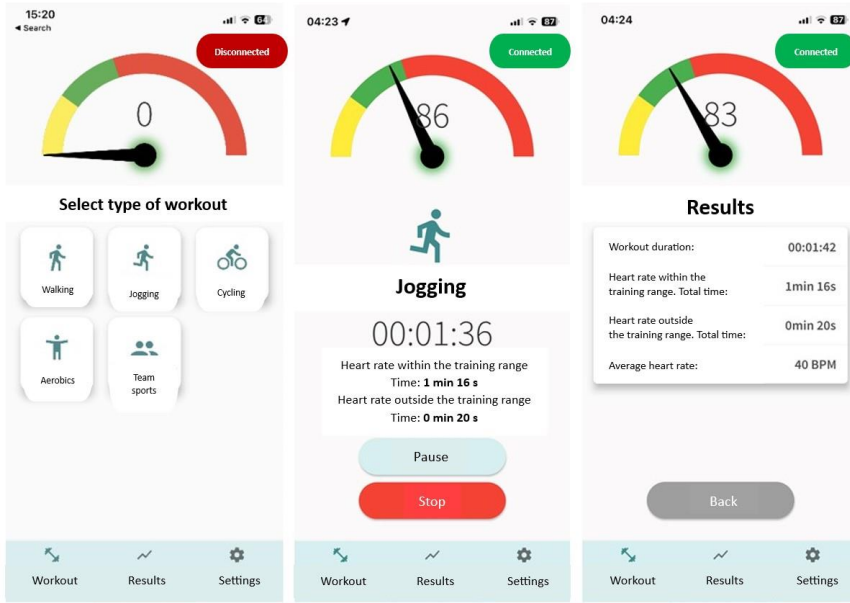


Figure 2. The main page and settings page of the study application with features

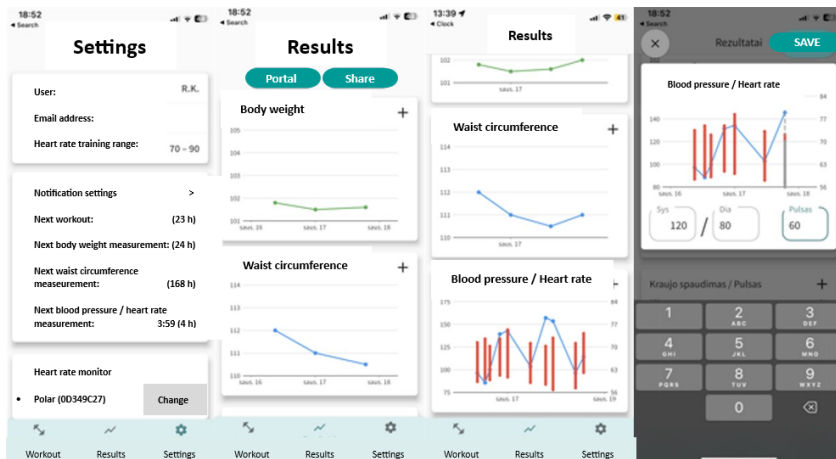


Figure 3. The settings page and results page of the study application

The information system consists of the following closely integrated components:

1. database management systems,
2. data import from the "MIDAS BIOMEDICINA" tool,
3. integrated web services and application programming interfaces (API),
4. interactive websites - "Cardio training portal",
5. automatic data processing module.

Database management systems

The free version of Microsoft SQL Server 2017 Express was chosen for the development of the prototype. The technical limitations of this version (up to 1 GB RAM was used, database up to 10 GB allowed, no SQL, only one processor up to four cores were used for each instance up to 1 MB RAM and database) did not have a significant impact on data acceptance and prototype testing. The study showed that in the commercial version of the product, it is recommended to use the server version without a limit on the RAM used, in order to speed up the work of the automatic data processing module. Visualizations of the "Cardio training portal" are presented in **Figures 5-8**.

The screenshot shows a web interface for 'Kardioreniuocių portalas' (Cardio training portal). The page title is 'Health data entry'. The form is organized into several sections:

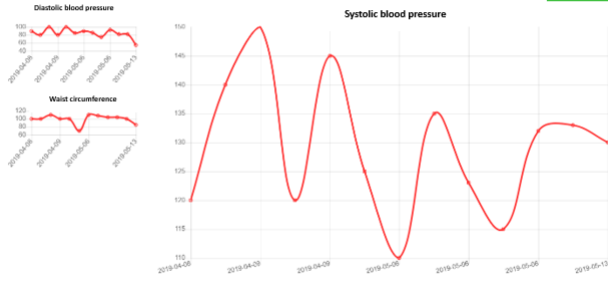
- Demographic data:** Date of birth (input field with 'YYYYMMDD' placeholder), Sex (dropdown menu).
- Measurements:** Height (input field, unit 'cm'), Weight (input field, unit 'kg'), Systolic blood pressure (input field with value '128', unit 'mmHg'), Diastolic blood pressure (input field with value '80', unit 'mmHg'), Waist circumference (input field with value '105', unit 'cm'), Heart rate (input field with value '48', unit 'k/min'), Body mass index (input field with value '30.8', unit 'kg/m²').
- Laboratory test data:** Serum triglycerides (input field with value '1.53', unit 'mmol/L'), LDL cholesterol (input field with value '3.07', unit 'mmol/L'), HDL cholesterol (input field with value '0.94', unit 'mmol/L'), Glucose (input field with value '5.8', unit 'mmol/L'), C-reactive protein (input field with value '0.62', unit 'mg/L').
- Arterial parameters:** Carotid-femoral PWV (input field with value '748', unit 'm/s'), Carotid-radial PWV (input field with value '748', unit 'µm').

A green 'SAVE' button is located at the bottom right of the form.

Figure 5. Health data entry in the "Cardio training portal"

Health data entry

Add data



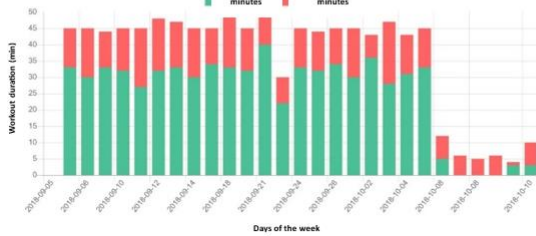
Help kardiotreniruotes@inmedica.lt

Figure 6. Personal health data record page in "Cardio training portal"

Patient A.R.

WEEKLY DATA

Total result:
984 min of training



Workout type	> Duration	> Opt. min.	> Opt. %	> Date
Cycling	10	3	42	2018-10-10 7:00
Cycling	4	3	91	2018-10-10 7:00
	6			2018-10-08 7:00
	5			2018-10-08 7:00
	6			2018-10-08 7:00
	12	5	57	2018-10-08 7:00
	45	33	73	2018-10-05 7:00
walking	43	31	72	2018-10-04 7:00
	47	28	61	2018-10-03 7:00

Figure 7. Personal computerized diary of all registered workouts in "Cardio training portal"

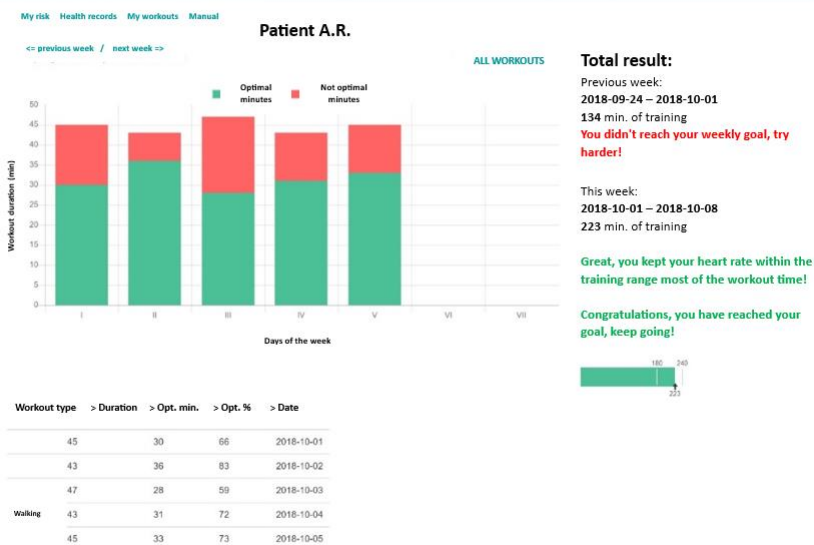
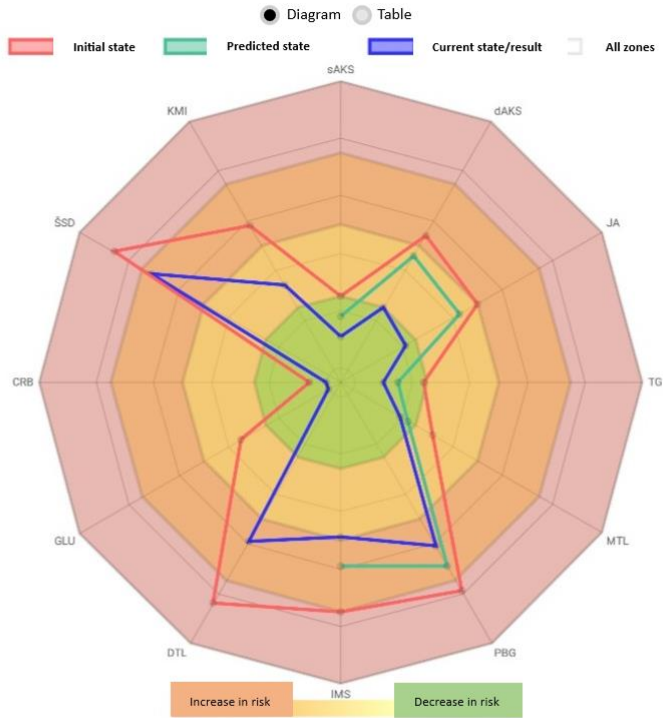


Figure 8. Personal computerized diary of weekly workouts in "Cardio training portal"

During the study, a prototype of a computerized protocol for cardiometabolic risk assessment was developed and tested in real-life conditions. Visualizations of the developed protocol are presented in **Figures 9-10.**

CARDIOMETABOLIC RISK REDUCTION WITHIN 2 MONTHS

Welcome to Your cardiovascular and cardiometabolic risk and physical activity monitoring system. We wish you pleasant discoveries and results by following the individual recommendations prescribed by Your doctor.



Patient A.R.

Program start date: 2019-05-13

[INITIAL DATA ENTRY](#)

[DATA AFTER 2 MONTHS ENTRY](#)



Cardiometabolic risk score

Initial state: 24

Predicted state: 22

Current state / result: 8

Figure 9. Graphic visualization of the computerized protocol for the assessment and monitoring of a person's cardiometabolic risk and physical activity

CARDIOMETABOLIC RISK REDUCTION WITHIN 2 MONTHS

Welcome to Your cardiovascular and cardiometabolic risk and physical activity monitoring system. We wish you pleasant discoveries and results by following the individual recommendations prescribed by Your doctor.

Diagram Table

Parameter	Initial state	Predicted state	Result	Normal value
sAKS – systolic blood pressure	130	125.9	123	< 140
dAKS – diastolic blood pressure	86	83.3	79	< 90
JA – waist circumference	105	103.6	98	< 94
TG – triglycerides	1.51	1.3	1.2	< 1.7
MTL – LDL cholesterol	3.68	3.3	3.2	< 2.6
PBG – carotid-femoral PWV	10.1	9.4	9.1	< 10
IMS – carotid artery intima-media thickness	723	677.2	650	<= 900
DTL – HDL cholesterol	0.92	0.9	1.1	>= 1.03
GLU – glucose	5.8	5.8	5.04	< 5.6
CRB – C-reactive protein	0.65	0.6	0.5	< 1
ŠSD – heart rate	80	80	72	< 90
KMI – body mass index	32.8	32.8	30	< 25

Patient A.R.

Program start date: 2019-05-13

[INITIAL DATA ENTRY](#)

[DATA AFTER 2 MONTHS ENTRY](#)



Cardiometabolic risk score

Initial state: 24

Predicted state: 22

Current state / result: 8

Figure 10. A computerized protocol for assessment and monitoring of a person's cardiometabolic risk and physical activity in the form of a table

The developed interactive PA care model consists of three essential parts:

1. Education. The health status is explained in detail to the person, based on the results of the clinical evaluation, the concept of cardiometabolic risk and its significance for the person's health are introduced. The health benefits of PA are explained while motivating the individual to start or continue physical training thus increasing their PA level. The main principles and goals of the PA care model are introduced.
2. Agreement and personal empowerment. The person is instructed on how to use the tools for interactive PA care intervention (smartphone application "InMedica Cardio" with the devices necessary for its management, "Cardio training portal" with a computerized protocol for assessment and monitoring of a person's cardiometabolic risk and PA, computerized diary of all registered workouts). The person is provided with PA self-monitoring devices, which allow to use the study application "InMedica Cardio" and remotely send workout data to the "Cardio training portal" (smartphone, HR monitor Polar H10).

3. Availability. Contact is maintained between the person and medical staff - the researcher (phone calls initiated or messages sent by mobile phone by the researcher or the subject himself), automatically generated real-time messages, based on the received workout data, are sent to the person by e-mail or in the "Cardio training portal", according to which the person should try to adjust the intensity of PA to adequately meet the prescribed PA guidelines. At the same time, the person can see changes in his cardiometabolic risk and thus increase his motivation to follow the prescribed PA recommendations.

The development of the "Cardio training portal" with the computerized protocol for assessment and monitoring of a person's cardiometabolic risk and PA, computerized diary of all registered workouts enables the implementation of the interactive PA care model. This interactive PA care model has been tested in this study and works under real-life conditions.

3.3. Study Design

All 208 prospectively enrolled individuals were investigated at baseline, after 2 months and after 8 months, by assessing their anthropometric parameters, venous blood sampling, CRF parameters, questionnaire data (for details, see section 2.4. Clinical assessment).

At first, all 208 subjects participated in the 2-month individually tailored ambulatory aET under the direct supervision of medical staff. This training program took place at the outpatient clinic "InMedica". Each individual aET session lasted 40 minutes, which were performed 5 times/week (for details, see section 2.5. 2-month ambulatory aerobic exercise training program).

After 2 months of aET, all individuals participated in motivational consultations at baseline, after 2 months and after 8 months, which were supervised by a rehabilitation specialist and cardiologist from the study. During the main motivational consultation after 2 months, limits of optimal training HR based on the CPET data were evaluated for each subject. According to the determined optimal training HR limits, all subjects were assigned an appropriate exercise intensity for home-based training. Only the study group subjects were assigned to use PA and HR self-monitoring devices (smartphone, HR monitor Polar H10) for 40 minutes 5 times/week, which were prepared for use in advance and were intended to increase and support the motivation to exercise. Subjects in the control group were recommended to maintain appropriate PA based on standard PA recommendations only,

without using PA and HR self-monitoring devices. During the main motivational consultation after 2 months of ambulatory aET, the study group subjects were trained to use PA self-monitoring devices (for details, see section 2.6. Motivational consultation and preparation for home-based training).

Home-based aET program lasted 6 months. Subjects from the control group performed home-based training only based on the PA recommendations provided to them without remote monitoring by the researcher. During 6 months of home-based aET, subjects from the study group tried to perform workouts using the assigned PA and HR self-monitoring devices and send workout data to the database when possible. The researcher was in constant contact with the study group subjects by phone, e-mail or, if necessary, by meeting in person at the clinic (for details, see section 2.7. 6-month home-based training program). The flowchart of the study enrollment and evaluation is presented in **Figure 11**.

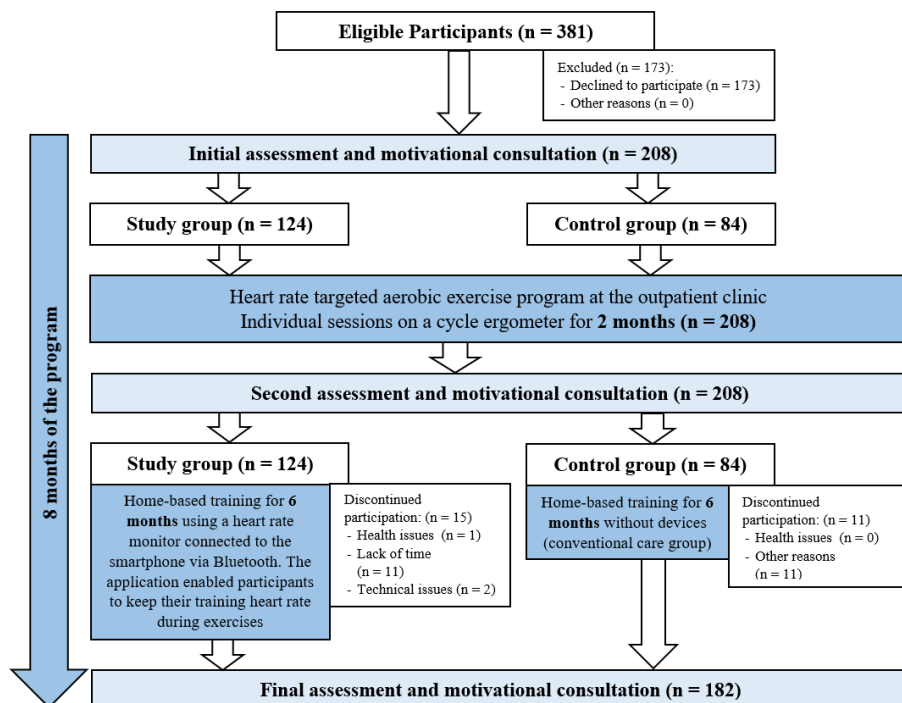


Figure 11. Flowchart of the study enrollment and evaluation

3.4. Clinical Assessment

3.4.1. Assessment of Anthropometric, Hemodynamic Parameters and Cardiovascular Risk Factors

All 208 prospectively enrolled subjects were evaluated at baseline, after 2 months, and after 8 months. Clinical evaluation included anthropometric measurements, such as BMI and waist circumference. Overweight was defined as a BMI of 25–29.9 kg/m², obesity was defined as a BMI \geq 30 kg/m²²⁰¹.

Clinical data, such as BP and HR, were measured, and laboratory tests were taken from venous blood at rest 7-12 AM without eating for at least 12 hours, without consuming caffeine-containing products or smoking at least 2 hours before. BP was measured for each subject in a sitting position using oscillometric BP measuring devices according to the 2018 European Society of Cardiology/European Society of Hypertension recommendations²⁰¹. In the study, AH was defined as systolic BP \geq 140 mmHg and/or diastolic BP \geq 90 mmHg or in the presence of antihypertensive medication usage²⁰¹. Information on persons' smoking status (non-smoker, quitter, smoker < 10 cig./day, smoker \geq 10 cig./day) was collected from the medical documentation.

3.4.2. Assessment of Cardiorespiratory Fitness

We evaluated CRF in all study participants by performing an incremental CPET⁷² on the cycle ergometer (*Sensormedics, Vmax ENCORE 229, USA*) at baseline, after 2 months, and after 8 months of aET. Depending on the persons's initial physical fitness, age, sex, body mass, an individual protocol of progressively increasing load was selected. The load on the cycle ergometer was increased automatically and continuously from 15 to 30 W per minute. After the first 2 minutes, the load of cycling without resistance was steadily increased until the subject refused to continue the exercise due to fatigue or other symptoms that appeared during the study. In the study, the evaluation of CRF lasted 8-12 minutes, according to the chosen protocol. Prior to CRF assessment, spirometry was performed using a manually calibrated spirometer (*SensorMedics, USA*) to determine vital lung capacity and forced expiratory volume in the first second. During the CRF evaluation, 12-lead ECG was continuously recorded and BP was measured. By evaluating gas composition analysis with a calibrated spirometer, maximal oxygen uptake (VO₂ max

ml/kg/min) and percentage value of VO_2 max, load (W), load duration (minutes), HR at rest, HR at anaerobic threshold (AT) and maximum HR were determined. Ventilatory equivalents for O_2 (VE/VO_2 , where VE – maximal minute ventilation, VO_2 – oxygen uptake) and CO_2 (VE/VCO_2 , where VCO_2 – carbon dioxide output) as a function of work rate (WR) were used as criteria for the establishment of the first ventilatory threshold (VT1) and the second ventilatory threshold (VT2). VT1 was identified at the point when VE/VO_2 ratio inverted its trend in the presence of a still decreasing or constant VE/VCO_2 , also as the nadir of the VE/VO_2 versus WR relationship⁷². VT2 was identified at the point where the VE/VCO_2 ratio inverted its trend, also as the nadir of the VE/VCO_2 versus WR relationship⁷². VT2 was considered as AT³¹¹. HR registered at VT1 during CPET was taken as the minimum training HR and HR registered at VT2 was the maximum training HR⁷²⁻⁷⁴. HR at the ventilatory threshold is one of the CPET physiological parameters useful for aerobic exercise training intensity prescription and monitoring⁷³. Therefore, the values of minimum and maximum training HR were used for those purposes during our 6-month home-based aET program. The CRF of the participant was described by VO_2 max ml/kg/min and metabolic equivalents of the task (METs) achieved^{72,74}. A criterion of maximal effort during CPET was the respiratory exchange ratio (RQ, VCO_2/VO_2) > 1.

3.4.3. Assessment of Arterial Parameters

3.4.3.1. Assessment of Arterial Stiffness and Mean Central Blood Pressure by Applanation Tonometry

Arterial stiffness parameters and wave reflection were assessed by an applanation tonometry system (*SphygmoCor v.8.0; AtCor Medical, Sydney, Australia*) with a high-fidelity micromanometer (*Millar R; Millar Instruments, Houston, TX, USA*), which was placed on the skin surface at the projection of radial, carotid and femoral arteries to obtain pulse pressure wave curves³¹². Before the analysis, the distance between the surface markings of the sternal notch and the femoral artery was measured. Brachial BP and ECG were recorded simultaneously during the analysis. By using pulse wave curves, the system automatically computed the main parameters of arterial stiffness: aortic arterial stiffness (carotid–femoral artery pulse wave velocity [carotid-femoral a. PWV]), peripheral arterial stiffness (carotid-radial artery pulse wave velocity [carotid-radial a. PWV]), pulse pressure (PP) in the aorta,

aortic augmentation index (AIx), aortic and brachial mean blood pressure (MBP). All measurement results were averaged. The calculated parameters were evaluated taking into account the age- and gender-dependent norm values presented in the literature, which are also integrated in the software of the device²⁰².

3.4.3.2. Assessment of Cardio-Ankle Vascular Index

Cardio-ankle vascular index (CAVI) was evaluated using VaSera-1000 system (*Fukuda Denshi Co, Japan*). BP measurement cuffs with plethysmographic sensors were placed on both upper arms and ankles for the evaluation. CAVI was automatically calculated from ECG and phonocardiogram, brachial, and ankle arterial wave data, according to the formula: $CAVI = a\{(2\rho/\Delta P) \ln (sBP/dBP)PWV^2\} + b$; where ΔP is the difference between systolic (sBP) and diastolic (dBP) blood pressure, ρ is blood viscosity; PWV is pulse wave velocity between heart and ankle, a and b are constants. CAVI reflects the stiffness of the aorta, femoral and ankle arteries. All measurements were taken after the person had been lying on his back for at least 10 minutes.

3.4.3.3. Assessment of Common Carotid Artery Intima-Media Thickness and β Stiffness Index

Common carotid artery (CCA) intima-media thickness (IMT) and non dimensional β stiffness index of CCA were assessed using high-resolution echo-tracking technology (*Art. Lab, Esaote Europe B.V., Maastricht, The Netherlands*). At first, using a 7.5 MHz linear transducer in a cross-section in a two-dimensional mode, the CCA, its bifurcation, the internal and external carotid arteries were examined, and atherosclerotic plaques were searched for, while the person was lying on his back. Subsequently, in two-dimensional mode, the CCA was examined in a longitudinal section as proximal as possible to the CCA bifurcation. The measurement site at the CCA was manually selected with a suitable longitudinal view, and the CCA IMT and CCA β stiffness index were automatically measured. Mean values of the left and right CCA IMT and CCA β stiffness index were used for analysis.

3.4.4. Assessment of Laboratory Blood Tests

Laboratory blood tests were taken from venous blood at rest 7-12 AM without eating for at least 12 hours, without consuming caffeine-containing products or smoking at least 2 hours before at the InMedica outpatient clinic. The following laboratory blood tests were evaluated:

- lipidogram (assessment of total cholesterol (T-Chol), low density lipoprotein cholesterol (LDL-Chol), HDL-Chol, TG concentrations in venous blood). LDL-Chol concentration in the blood was calculated using the Friedewald formula: $LDL\text{-Chol} = T\text{-Chol} - HDL\text{-Chol} - (TG/2.2)$ (mmol/L),
- assessment of fasting glucose concentration in blood plasma,
- assessment of high sensitivity C-reactive protein (Hs-CRP) concentration in venous blood.

Dyslipidemia was defined when T-Chol concentration in the blood was > 5 mmol/L or LDL-Chol concentration was > 3.0 mmol/L or HDL-Chol concentration < 1.0 mmol/L in men and < 1.2 mmol/L in women, or TG > 1.7 mmol/L⁶. Fasting hyperglycemia in the subjects was determined when the blood plasma glucose concentration was ≥ 5.6 mmol/L.

3.4.5. Assessment of Questionnaire Data

3.4.5.1. Assessment of Anxiety and Depression Levels

Levels of anxiety and depression in the study were assessed using the Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) questionnaire (**Appendix 2**). This scale is widely used to determine anxiety and depression disorders, the severity of anxiety and depression symptoms in various profile medical institutions. The dynamics of the severity of anxiety and/or depression symptoms can be monitored by regularly completing the HADS questionnaire. This scale has been used in Lithuania since 1991²⁰³. The questionnaire is simple and does not require special knowledge of psychology or psychiatry when evaluating it^{203,204}. This questionnaire is also suitable for assessing the psychoemotional state of individuals with MetS and is widely used in research studies^{205,206}.

The HADS questionnaire comprises 7 items related to anxiety and 7 related to depression²⁰⁷. Scoring for each item ranges between 0 and 3. A person can score between 0 and 21 for either anxiety or depression: 8-10 scores indicate mild, 11-14 scores – moderate, and 15-21 scores – severe anxiety or depression. Individuals were recommended to fill out the HADS

questionnaire quickly, without thinking for a long time, because the first reaction to the question is treated as the most accurate reflection of the current state of mind.

3.4.5.2. Assessment of Daily Physical Activity

Daily PA level and sitting time was assessed using the short form of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), which is translated into Lithuanian (**Appendix 3**). The IPAQ questionnaire is one of the most widely used, reliable and validated questionnaires, suitable for assessing PA levels in adults²⁰⁸. The short form of the IPAQ questionnaire is quick and simple to complete by answering 7 short, open-ended questions. When completing the questionnaire, a person must indicate how many days in the past 7 days they spent on a particular activity and how much time they spent doing a particular activity on one of those days (in minutes or hours per day). The questionnaire allows assessment of 3 types of PA: 1) walking; 2) moderate intensity PA; 3) high intensity PA; and sitting time. When evaluating the answers to the questions in the questionnaire, the recommendations of the Scientific Committee of the IPAQ were followed³⁹.

3.4.5.3. Assessment of Motivation for Physical Activity

Motivation for PA was assessed using The Exercise Motivation Inventory-2 questionnaire (EMI-2) (**Appendix 4**). The questionnaire was developed in 1997²⁰⁹, is reliable and is used in many countries around the world. In the studies carried out in Lithuania, the EMI-2 version translated into Lithuanian is used^{210,211}. The EMI-2 questionnaire is appropriate not only for physically active persons but also for non-exercisers. This questionnaire comprises 51 statements that cover 5 groups of motives: psychological motives (enjoyment and revitalization), interpersonal motives (social engagement), health motives, body-related motives (appearance/weight), and fitness motives. In the study, participants were asked to answer 10 statements selected from a questionnaire that covered all 5 groups of motives, thus simplifying and shortening the questionnaire time. In response to each statement, the participants had to choose an answer on a six-step scale from 0 points (“not at all true for me”) to 5 points (“very true for me”). Scores for motive groups and scales were calculated by averaging the required EMI-2 statement scores.

3.5. 2-month Ambulatory Aerobic Exercise Training Program

The 2-month ambulatory aET was carried out at the outpatient clinic and was supervised by a team of rehabilitation specialist and cardiologist. Initially, all subjects from the study and control groups participated in this individualized, HR-targeted aET, which consisted of exercises on a cycle ergometer for 30–40 min/day, 5 day/week for 2 months (a total of 40 individual sessions for each participant). The aerobic training protocol was developed according to the standard recommendations for incremental aerobic exercise and was adapted for untrained subjects with MetS^{72,74}.

Each aerobic exercise training on a cycle ergometer session started with a warm-up phase, which lasted 10 min. At first, the exercise intensity was set to 25 W for 5 min and then it was gradually increased until the training HR was reached. During the following phase of training, the intensity of exercise was maintained at such a level that the training HR remained constant. The last aerobic exercise training session phase of cool-down also lasted 10 min, during which the exercise intensity was gradually reduced to 25 W for the first 5 min and then was maintained for the last 5 min.

For the first 2 weeks of aET, the intensity of exercise was maintained at HR registered at VT1 during CPET for the initial training. The intensity of exercise was gradually increased during the third and fourth week of aET and reached the target HR, which was registered at VT2 or AT during CPET. The remaining 4 weeks of aET were dedicated to maintaining the exercise intensity at the target HR. To adjust and maintain the exercise intensity and monitor real-time HR, we used the Ergoline Rehabilitation System-2 (*Ergoline GmbH, Bitz, Germany*). This system allowed us to control the load of the cycle ergometer so that the patient's HR would be at a targeted level during the exercise training phase. Targeted HR was carefully monitored and always maintained and the deviation from the target HR was not significant. The pedaling frequency was set to 60 rpm throughout each session. The Borg Perceived Exertion 6–20 scale was used to assess the effort of the participant to exercise²¹².

3.6. Motivational Consultation and Preparation for Home-Based Training

Individual motivational counseling was applied to all participants of both the study and control groups at the beginning of the study, after 2 months of ambulatory aET under the direct supervision of medical staff and after another 6 months of home-based aET program. Motivational consultations were

carried out at the outpatient clinic and were supervised by a team of rehabilitation specialist and cardiologist. The first and third motivational consultation lasted about 15 min. During these consultations, the data of the person's clinical examination were discussed, focusing mainly on the CRF assessment, and the person was asked to fill in the questionnaires. Based on the clinical data, PA of appropriate intensity was prescribed, motivation for PA was discussed, healthy lifestyle and general PA recommendations were provided to the person.

After 2 months of aEP, all individuals participated in the second, main, motivational consultation which lasted about 30 min. During the second motivational consultation, the assessed CRF data of each person (the values of minimum and maximum training HR) were evaluated. Based on the determined optimal training HR range, all subjects were assigned the appropriate intensity of PA for home-based aET. The second completion of the questionnaires was carried out.

Only the study group subjects were encouraged to exercise using the study application on the smartphone, which was paired with the Polar H10 monitor. They were also requested to select the type of PA on the main application page before each workout and to maintain the assigned exercise intensity during the workout by keeping the HR within the training HR range at least 50% of the workout time. The importance of using the application and devices during a workout was explained to participants with no expectation or judgment from the researchers. All smartphones were already prepared for use. They were with the latest operating system and had the study application and other necessary applications installed. Before issuing the devices to the participants, supervisor of the motivational consultation filled the application settings by entering the study number and the values of minimum and maximum training HR, which were individually assessed. A suitable size Polar H10 chest strap was selected for the participant. After the Polar H10 monitor was connected to the smartphone, the demonstration on how to use these devices and the study application was carried out. Every participant sent the control PA data to the database during the main motivational consultation. After the demonstration, the aforementioned devices, the instructions for the use and care of the devices, and the contact details of the responsible researcher were issued to each participant of the study group. During the 6-month home-based training program, study group participants exercised with PA self-monitoring devices as instructed. Every participant was given full technical support during this home-based training program.

3.7. 6-month Home-Based Training Program

During the 6-month home-based aET program, participants of the study group tried to exercise for 40 min. 5 times/week at appropriate intensity based on the determined training HR range using self-monitoring devices (smartphone with the installed study application "InMedica Cardio", HR monitor Polar H10). In this study, smart devices were used as a motivational tool for subjects in the study group to perform home-based aET after an intensive 2-month ambulatory aET program under the direct supervision of medical staff, with the aim of extending the aET program and achieving even greater improvement in health. Subjects of the study group were asked to send PA data collected in the smartphone application to the research database as much as possible, using smart devices and Wi-Fi connection, so that the subjects were even more involved in the study and could discuss the sent data with the researcher during a motivational consultation. The aET data obtained in the database was used to evaluate the performance of the smartphone application, the general usage trends and to solve the technical problems of the application in a timely manner.

During the 6-month home-based aET program, the PA level of subjects in the study group was monitored in the specially designed server system. The subjects were periodically contacted by phone calls and e-mails in order to motivate and remind them how to exercise. Moreover, technical issues related to the use of devices were solved remotely. Subjects of the study group, if necessary, visited the outpatient clinic "InMedica" in order to solve the remaining technical problems, to discuss the results achieved by evaluating the data of the computerized aET diary.

Subjects in the control group independently exercised for 6 months without using any PA self-monitoring monitoring devices, only based on the provided PA recommendations. Home-based exercises of the control group subjects were not registered in the study database. Also, the control group subjects did not receive phone calls, e-mails with exercise reminders.

3.8. Statistical Analysis

Power and sample size calculations were computed a priori using G*Power (*Version 3.1.9.6; Universitat Kiel, Kiel, Germany*). Based on previous studies, comparing the changes in various variables between the intervention group with aerobic training and the control group²¹³⁻²¹⁵, a medium effect is usually

achieved. To detect at least the medium effect (Cohen's $d = 0.5$) between-group differences on the change in analyzed parameters with at least 80% power at the 5% significance level (t-test) a sample of 64 individuals per group was required, and a sample of 34 individuals was sufficient for evaluating within-group change. Since usually some of the people, who start participating in the aET program, withdraw from the study, it was decided to invite more people to the study. Cohen's d effect size of < 0.20 was categorized as small, $0.20-0.79$ – as moderate, and > 0.80 – as large²¹⁶.

In order to reduce bias and to increase the comparability between the study group and control groups for the statistical analysis, a propensity score matching analysis was performed on baseline data of 208 participants who were initially enrolled into the study. A propensity score matching was computed using XLSTAT (*Version 2021.3.1*) with optimal algorithm Mahalanobis distance matching method (variables used: glucose level at baseline, age; Caliper: $0.50 * \text{Sigma}$; number of matches: 1:1; 95% CI; 0.001 tolerance). A sample of 66 subjects per group was obtained after propensity score matching analysis. The main statistical analysis included data from 132 participants.

The main statistical analysis was performed using Jamovi (*Version 2.2.5*)²¹⁷. Descriptive statistics are presented as means \pm standard deviations for the continuous variables and as absolute numbers and percentages for the categorical variables. The normality of data distribution was tested using the Shapiro-Wilk test. Continuous variables between the groups at baseline were compared by the independent samples t-test for normally distributed data and the Mann-Whitney U-test for non-normally distributed data. Categorical variables at baseline were analyzed with the χ^2 test or Fisher's exact test. To assess the improvement in parameters between visit 1 and 3 (after 8 months) and between visit 2 and 3 (after 6 months) within the study group and the control groups, a paired Student's t-test or Wilcoxon signed-rank test for dependent samples was used when continuous variables were analyzed, and McNemar test (2 categories) or marginal homogeneity test (more than 2 categories) was used when categorical variables were analyzed. Linear multiple regression was conducted to assess the between-group difference after 8 months and after 6 months of the program where the dependent variable (e.g. PP in the aorta at 8 months) is regressed against the group (i.e. study group vs. control group) and other covariates (sex, age, systolic BP and dependent variable at baseline) are controlled for.

ANCOVA was used to test the dependence of change in carotid-radial a. PWV and carotid-femoral a. PWV on the magnitude of the baseline values

stratified by quartiles in the study group adjusted for the change in systolic BP. Correlation between variables was determined by calculating Pearson's or Spearman's correlation coefficients. The Receiver Operating Characteristic (ROC) curve analysis was used to determine the threshold values for the optimal change in analyzed parameters that achieve the highest accuracy in distinguishing the study and the control groups. The accuracy of the threshold value of each selected variable was assessed by calculating the sensitivity, specificity and Youden's index, which is expressed according to the formula: sensitivity + specificity - 1. The threshold value of the corresponding variable, for which the highest Youden's index was calculated, was considered the optimal threshold value. Having calculated the optimal threshold values of the relevant variable, the odds ratio was calculated for the study and control groups to achieve the optimal change in analyzed parameter. Binary logistic regression analysis was used to calculate the odds ratio. The level of significance was set at a p value < 0.05 . In the tables, p value in bold denotes a statistically significant difference.

Author's contributions

The author, in collaboration with IT specialists, participated in the development of the smartphone application "InMedica Cardio", "Cardio Training Portal," which included a computerized protocol for assessing and monitoring a person's cardiometabolic risk and PA, as well as a computerized diary for workouts. Before each main motivational consultation, the author prepared the smart devices for use by the participants. The researcher herself participated in motivational consultations, during which she trained the study subjects to use smart devices, evaluated the clinical data of the subjects, provided further PA recommendations together with the rehabilitation doctor, and evaluated the effectiveness of this aET program. The author herself supervised the study group subjects during the 6-month home-based aET program, remotely monitoring the aET data sent by the subjects, contacting the subjects to remind them how often and how to train. At the request of the subject or in case of technical problems, the author met with the study subjects at the outpatient clinic, performed additional counseling. The researcher supervised the study database, performed all collected data processing and statistical analysis.

4. RESULTS

4.1. Baseline Characteristics of the Participants

A total of 208 subjects, who met the inclusion criteria and agreed to participate in the study, were included in the study, of which 55.3% were male (n = 115) (**Figure 11**). The average age of 208 subjects was 50.9 ± 6.9 years. There were 124 subjects assigned to the study group and 84 subjects to the control group. Detailed characteristics of all subjects included in the study are presented in **Table 2**.

Table 2. Baseline characteristics of all 208 subjects included in the study

Study group	n = 124
Control group	n = 84
All participants	n = 208
Female	93 (44.7 %)
Male	115 (55.3 %)
Age (years)	50.9 ± 6.9
Height (m)	1.72 ± 0.10
Weight (kg)	94.07 ± 17.49
BMI (kg/m ²)	31.5 ± 4.5
Waist circumference (cm)	104.52 ± 10.70
Female (cm)	100.47 ± 9.48
Male (cm)	108.57 ± 10.53
Systolic BP (mmHg)	138.6 ± 15.9
Diastolic BP (mmHg)	86.7 ± 10.5
Brachial MBP (mmHg)	105.1 ± 12.4
HR at rest (bpm)	64.6 ± 9.1
T-Chol (mmol/L)	6.02 ± 1.37
LDL-Chol (mmol/L)	3.79 ± 1.18
TG (mmol/L)	2.24 ± 2.02
HDL-Chol (mmol/L)	1.23 ± 0.35
Fasting blood glucose (mmol/L)	5.54 ± 0.84
Hs-CRP (mg/L)	2.12 ± 2.17

Abbreviations and explanations: BMI – body mass index, BP – blood pressure, MBP – mean blood pressure, HR – heart rate, T-Chol – total cholesterol, LDL-Chol – low density lipoprotein cholesterol, TG – triglycerides, HDL-Chol – high density lipoprotein cholesterol, Hs-CRP - high sensitivity C-reactive protein. Data are presented as mean \pm SD or in absolute numbers (n) and percentage in parentheses (%).

All 208 subjects from both groups attended the second visit after 2 months. A total of 182 subjects arrived for the third and final clinical examination after 8 months from the start of the study, as 15 subjects withdrew from the study group (12.1%) and 11 subjects in the control group (13.1%). The detailed distribution of subjects during the course of the study is presented in **Figure 11**, section 2.3. "Preparation for the study".

After propensity score matching analysis, performed to reduce bias, comparing the study and control groups, a total of 132 subjects were selected, 66 subjects in both groups. All 132 selected subjects attended the second visit after 2 months. During the third visit, out of 66 selected subjects of the study group, 55 subjects (83.3%) were examined, out of 66 selected subjects of the control group, 56 subjects (84.9%) were examined. The detailed distribution of subjects during the course of the study is presented in **Figure 12**.

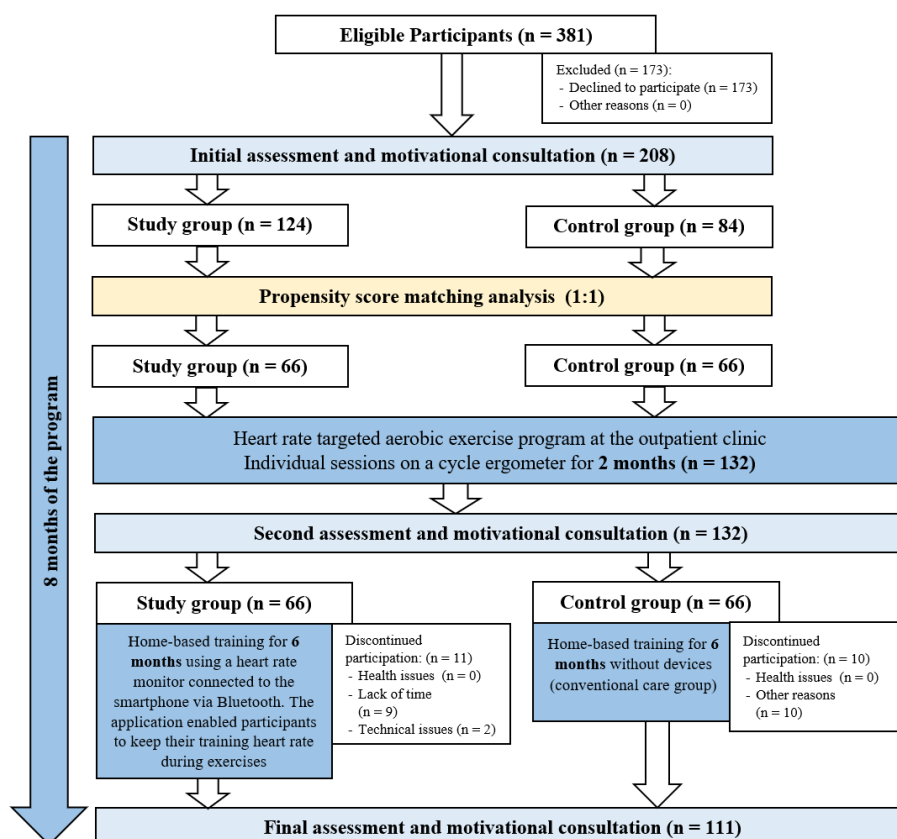


Figure 12. Flowchart of the study enrollment and evaluation after propensity score matching analysis

The mean age of the selected 132 subjects was 52.4 ± 6.7 years, among whom 54.6% were female (n = 72), and 60.6% were obese (n = 80) (**Figure 13**). Among subjects in both groups, only 3 MetS components were present in 50.8% of subjects (n = 67) (**Figure 14**).

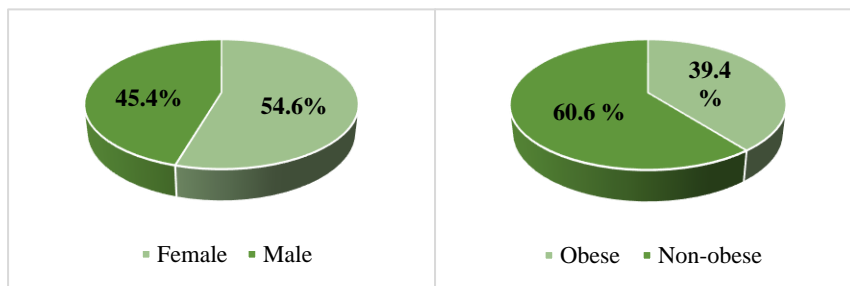


Figure 13. The distribution by sex and obesity status among 132 participants selected after propensity score matching analysis

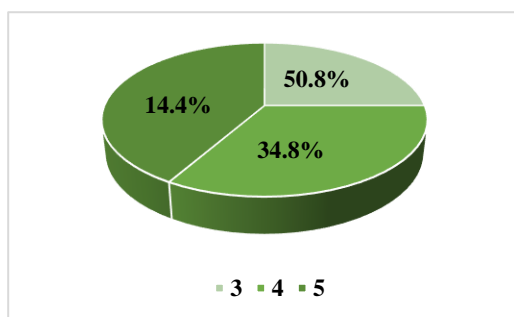


Figure 14. Baseline distribution of the number of MetS components among the 208 analyzed subjects

The homogeneity of the study and control groups was checked at the beginning of the study taking into account age, sex and analyzed parameters, such as MetS components, other anthropometric, hemodynamic, laboratory blood parameters, CV risk factors (smoking status, physical inactivity), arterial markers of early atherosclerosis, questionnaire data and CRF data. At the baseline, there were no significant differences between the study and control groups according to age, sex, obesity and smoking status, all laboratory blood parameters, markers of arterial stiffness, except for weight, arterial hypertension status, systolic BP, diastolic BP, brachial MBP, HR at rest, social engagement motives, daily PA level and sitting time. There was no statistically significant difference between the groups in terms of the percentage distribution of the number of MetS components. When assessing

the percentage distribution of the individual MetS components, only the component of elevated BP, which was more common in the study group, was statistically significantly different between the groups (**Figure 15**). Baseline characteristics of the 132 selected subjects, divided into the study and control groups, are presented in **Table 3**.

Table 3. Characteristics of 132 subjects selected after the propensity score matching analysis

Parameter	Study group (n = 66)	Control group (n = 66)	<i>p</i> value between the groups
Age (years)	52.1 ± 6.2	52.8 ± 6.4	0.393
Sex			
Female (%)	34 (51.5)	38 (57.6)	0.484
Male (%)	32 (48.5)	28 (42.4)	
Assessment of obesity			
Height (m)	1.73 ± 0.10	1.70 ± 0.09	0.109
Weight (kg)	95.25 ± 15.34	87.76 ± 14.41	0.006
Waist circumference (cm)	104.55 ± 9.36	101.66 ± 9.23	0.086
Female (cm)	100.37 ± 8.38	98.67 ± 8.56	0.420
Male (cm)	108.73 ± 8.47	105.50 ± 8.76	0.159
Abdominal obesity (%)	58 (87.9)	58 (87.9)	1.000
BMI (kg/m ²)	31.7 ± 4.0	30.6 ± 4.1	0.144
Normal BMI (%)	3 (4.6)	4 (6.1)	1.000
Overweight (%)	18 (27.3)	27 (40.9)	0.098
Obesity (%)	45 (68.2)	35 (53)	0.075
I degree (%)	29 (64.5)	25 (71.4)	0.479
II degree (%)	11 (24.4)	9 (25.7)	0.627
III degree (%)	5 (11.1)	1 (2.9)	0.210
Assessment of blood lipids			
T-Chol (mmol/L)	5.84 ± 1.20	6.12 ± 1.12	0.185
Elevated T-Chol (%)	50 (75.8)	57 (86.4)	0.120
LDL-Chol (mmol/L)	3.63 ± 0.98	3.87 ± 0.98	0.192
Elevated LDL-Chol (%)	49 (74.2)	57 (86.4)	0.080
TG (mmol/L)	2.00 ± 0.77	1.86 ± 0.64	0.289
Elevated TG concentration (%)	40 (60.6)	42 (63.6)	0.720
HDL-Chol (mmol/L)	1.20 ± 0.25	1.18 ± 0.28	0.793

Parameter	Study group (n = 66)	Control group (n = 66)	p value between the groups
Reduced of HDL-Chol (%)	26 (39.4)	36 (54.6)	0.081
Dyslipidemia (%)	63 (95.5)	66 (100)	0.244
Treatment of dyslipidemia (%)	9 (13.6)	3 (4.6)	1.000
Fasting blood glucose (mmol/L)	5.54 ± 0.52	5.70 ± 0.44	0.057
Elevated fasting blood glucose (%)	29 (43.9)	36 (54.6)	0.223
Hs-CRP level (mg/L)	1.48 ± 0.85	1.36 ± 0.84	0.434
Elevated Hs-CRP level (%)	7 (10.6)	2 (3)	0.160
Assessment of BP			
Systolic BP (mm Hg)	138.8 ± 13.0	133.1 ± 13.7	0.020
Elevated systolic BP (%)	49 (74.2)	39 (59.1)	0.043
Diastolic BP (mm Hg)	88.8 ± 8.4	83.5 ± 8.5	< 0.001
Elevated diastolic BP (%)	44 (66.7)	27 (40.9)	0.002
Arterial hypertension (%)	41 (62.1)	62 (93.9)	< 0.001
Smoking			
Non-smoking (%)	52 (78.8)	58 (87.9)	0.138
Smoking (%)	14 (21.2)	8 (12.1)	
< 10 cig./day	9 (64.3)	6 (75)	
> 10 cig./day	5 (35.7)	2 (25)	
Smoking cessation (%)	12 (18.2)	3 (4.6)	
Assessment of MetS components			
Abdominal obesity (%)	58 (87.9)	58 (87.9)	1.000
Elevated TG concentration (%)	40 (60.6)	42 (63.6)	0.720
Reduced HDL-Chol concentration (%)	26 (39.4)	36 (54.6)	0.081
Elevated BP (%)	53 (80.3)	43 (65.2)	0.030
Elevated fasting blood glucose level (%)	29 (43.9)	36 (54.6)	0.223
Number of MetS components			
- 3 (%)	39 (59.1)	28 (42.4)	0.142
- 4 (%)	20 (30.3)	26 (39.4)	
- 5 (%)	7 (10.6)	12 (18.2)	
Assessment of arterial wall functional and structural parameters			
Carotid-radial a. PWV (m/s)	8.89 ± 1.40	9.11 ± 1.21	0.380

Parameter	Study group (n = 66)	Control group (n = 66)	p value between the groups
Carotid-radial a. PWV:			
≥10 m/s (%)	16 (24.2)	15 (22.7)	0.239
9–9.9 m/s (%)	17 (25.8)	14 (21.2)	
8–8.9 m/s (%)	12 (18.2)	19 (28.8)	
7–7.9 m/s (%)	12 (18.2)	6 (9.1)	
<7 m/s (%)	6 (9.1)	2 (3)	
Carotid-femoral a. PWV (m/s)	8.52 ± 1.21	8.46 ± 1.36	0.769
Carotid-femoral a. PWV:			
≥10 m/s (%)	8 (12.1)	10 (15.1)	0.693
9–9.9 m/s (%)	13 (19.7)	14 (21.2)	
8–8.9 m/s (%)	20 (30.3)	17 (25.8)	
7–7.9 m/s (%)	16 (24.2)	14 (21.2)	
<7 m/s (%)	5 (7.6)	10 (15.2)	
Cardio-ankle vascular index	7.04 ± 0.97	7.41 ± 0.96	0.051
Aortic MBP (mm Hg)	105.3 ± 10.7	104 ± 9.3	0.479
Brachial MBP (mm Hg)	107.8 ± 10.6	99.2 ± 9.8	< 0.001
HR at rest (bpm)	67.1 ± 7.4	63.2 ± 7	0.005
PP in the aorta (mm Hg)	40.8 ± 9.1	40.8 ± 9.1	0.976
AIx (%)	19.78 ± 10.62	21.51 ± 12.48	0.406
CCA IMT (µm)	676.37 ± 88.3	647.39 ± 110.24	0.106
CCA β stiffness index	4.06 ± 1.05	3.99 ± 1.19	0.837
Assessment of anxiety and depression			
Anxiety (scores)	5.95 ± 3.54	4.82 ± 2.78	0.069
Depression (scores)	3.53 ± 2.54	3.07 ± 2.59	0.248
Anxiety:			
0–7 scores (%)	46 (69.7)	53 (80.3)	0.119
8–10 scores (%)	12 (18.2)	5 (7.6)	
11–14 scores (%)	6 (9.1)	3 (4.6)	
15–21 scores (%)	1 (1.5)	0 (0)	
Depression:			
0–7 scores (%)	61 (92.4)	56 (84.9)	0.482
8–10 scores (%)	3 (4.6)	5 (7.6)	
11–14 scores (%)	1 (1.5)	0 (0)	

Parameter	Study group (n = 66)	Control group (n = 66)	p value between the groups
Depression: 15–21 scores (%)	0 (0)	0 (0)	0.482
Assessment of daily physical activity			
Total physical activity (min/day)	168.65 ± 143.33	565.52 ± 383.06	< 0.001
Sitting (min/day)	361.07 ± 186.43	565.08 ± 253.70	< 0.001
Assessment of motivation for physical activity			
Enjoyment and revitalization motives (scores)	3.49 ± 1.13	3.28 ± 0.97	0.062
Social engagement motives (scores)	3.38 ± 1.21	2.33 ± 1.33	< 0.001
Health motives (scores)	4.36 ± 0.82	4.30 ± 0.53	0.088
Appearance / weight motives (scores)	4.05 ± 0.94	3.83 ± 0.84	0.104
Fitness motives (scores)	3.75 ± 1.39	3.67 ± 1.13	0.226
Assessment of CRF			
VO₂ max (ml/kg/min)	19.87 ± 3.98	21.27 ± 4.69	0.083
CRF summarized categories based on VO₂ max, age, gender:			
below average (%)	66 (100)	62 (93.9)	0.180
average (%)	0 (0)	3 (4.6)	
above average (%)	0 (0)	1 (1.5)	
MET	5.63 ± 1.14	6.04 ± 1.30	0.073
Categories of CRF based on MET:			
Low ≤ 9 MET (%)	66 (100)	61 (92.4)	0.074
Intermediate 9-14 MET (%)	0 (0)	5 (7.6)	
High ≥ 14 MET (%)	0 (0)	0 (0)	
Target training HR (bpm)	129.3 ± 11.9	128.5 ± 15.6	0.740

Abbreviations and explanations: BMI – body mass index, T-Chol – total cholesterol, LDL-Chol – low density lipoprotein cholesterol, TG – triglycerides, HDL-Chol – high density lipoprotein cholesterol, Hs-CRP - high sensitivity C-reactive protein, BP – blood pressure, cig./day - cigarettes per day, MetS – metabolic syndrome, PWV – pulse wave velocity, MBP – mean blood pressure, HR – heart rate, PP - pulse pressure, AIx - augmentation index, CCA IMT – common carotid artery intima–media thickness, CCA - common carotid artery, CRF - cardiorespiratory fitness, VO₂ max – maximal oxygen consumption, MET – metabolic equivalent.

Data are presented as mean ± SD or in absolute numbers (n) and percentage in parentheses (%). p value in bold denotes a statistically significant difference (p < .05).

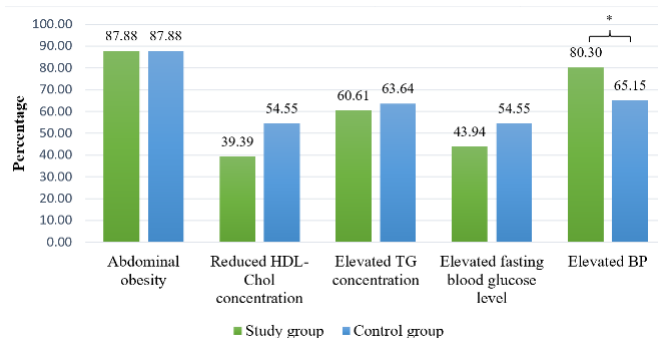


Figure 15. Percentage distribution of individual components of the metabolic syndrome in the study and control groups at baseline

Abbreviations: HDL-Chol – high density lipoprotein cholesterol, TG – triglycerides, BP – blood pressure
 * statistically significant difference.

Based on the PA data, obtained from the study application "InMedica Cardio", during the 6-month home-based aET program, it was determined that, on average, each study group subject performed 22.02 ± 34.32 workouts while monitoring their HR. The average home-based workout in the study group lasted 30.16 ± 20.16 min. Subjects in the control group did not use self-monitoring devices, such as HR monitors and the smartphone application "InMedica Cardio", during the 6-month home-based aET program.

4.2. Changes in Parameters after 8 Months (Between Visits 1 and 3)

4.2.1. Changes in Cardiorespiratory Fitness

In the study, changes in CRF parameters were assessed between visit 1 and visit 3, which includes the entire 8-month aET program, during which the study and control groups participated in the directly supervised aET at the outpatient clinic for 2 months, and for the remaining 6 months, subjects in the study group performed home-based aET without direct medical staff supervision using PA self-monitoring devices, while subjects in the control group performed home-based aET based only on the provided PA recommendations (**Table 4, Figure 16**). After 8 months of the combined aET program, a statistically significant increase in VO_2 max was observed in both groups, which was slightly more significant in the study group compared to the control group (11.71%, $p < 0.001$ vs. 8.51%, $p < 0.001$, respectively). Similarly, the MET value increased in both groups, but again the change in MET value at 8 months was slightly greater in the study group than in the control group (11.13%, $p < 0.001$ vs. 7.82%, $p = 0.002$, respectively). Only the study group showed a statistically significant reduction in training HR

after 8 months, which averaged 3.5 bpm (-3.44%, $p = 0.007$). The training HR in the control group even increased after 8 months, on average by 1.5 bpm, so the changes in this parameter differed significantly between the groups ($p < 0.001$).

Table 4. Changes in cardiorespiratory fitness parameters after 8 months (between 1st and 3rd visit)

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group				
1 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	1 visit	3 visit	
VO₂ max (ml/kg/min)									
19.90 ± 3.95	22.23 ± 5.38	2.33 ± 2.67	<.001	0.945	<.001	1.78 ± 3.02	20.91 ± 4.65	22.74 ± 4.41	
MET									
5.57 ± 1.19	6.20 ± 1.60	0.62 ± 0.79	<.001	0.907	0.002	0.47 ± 0.97	6.01 ± 1.33	6.49 ± 1.27	
Training HR (bpm)									
100.4 ± 10.2	97 ± 10.2	-3.5 ± 8.0	0.007	< 0.001	0.461	1.5 ± 13.6	124.9 ± 12.9	126.3 ± 14.0	

Abbreviations and explanations: VO₂ max – maximal oxygen consumption, MET – metabolic equivalent, HR - heart rate. Data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * *p* value calculated within the group using paired samples T-test. Student’s t-test for normally distributed continuous data or the Wilcoxon signed-rank test for non-normally distributed continuous data. ** *p* value calculated between the groups using multiple linear regression (dependent variable at 8 months adjusted for age, sex, group and dependent variable at 1st visit).

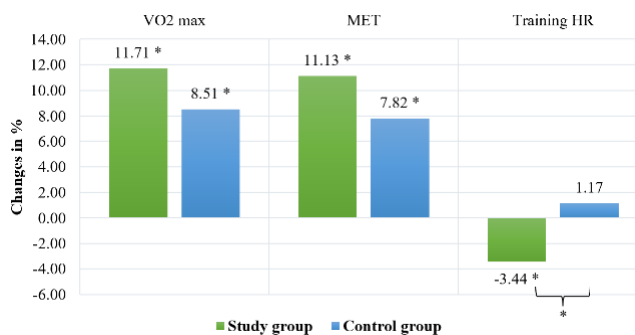


Figure 16. Percentage changes in parameters of cardiorespiratory fitness after 8 months

Abbreviations and explanations: VO₂ max – maximal oxygen consumption, MET – metabolic equivalent, HR - heart rate. * Statistically significant difference within group ($p < .05$).

4.2.2. Changes in Anxiety and Depression Levels

Between visits 1 and 3, changes in anxiety and depression levels were assessed based on questionnaire data. Although the changes between the

groups did not reach a significant difference, there were statistically significant decreases in anxiety and depression scores only in the study group ($p = 0.008$ and $p = 0.001$, respectively). The anxiety level in the study group decreased by an average of 1.72 points, and the depression level by 1.40 points. Detailed changes in anxiety and depression levels after 8 months are presented in **Table 5** and **Figure 17**.

Table 5. Changes in anxiety and depression levels after 8 months (between 1st and 3rd visit)

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group			
1 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	1 visit	3 visit
Anxiety (scores)								
5.21 ± 3.43	3.48 ± 2.76	-1.72 ± 3.26	0.008	0.096	0.119	-0.51 ± 1.67	4.83 ± 2.33	4.32 ± 2.44
Depression (scores)								
3.57 ± 2.45	2.17 ± 2.20	-1.40 ± 2.13	0.001	0.078	0.403	-0.36 ± 2.18	2.85 ± 2.11	2.50 ± 1.87

Explanations: data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * *p* value calculated within the group using paired samples T-test. Student's t-test for normally distributed continuous data or the Wilcoxon signed-rank test for non-normally distributed continuous data. ** *p* value calculated between the groups using multiple linear regression (dependent variable at 8 months adjusted for age, sex, group and dependent variable at 1 st visit).

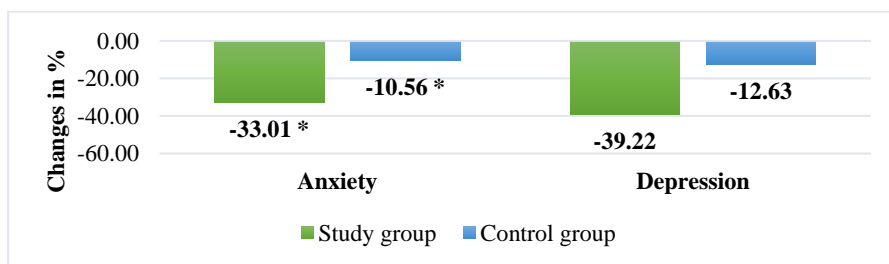


Figure 17. Percentage changes in anxiety and depression levels after 8 months

Explanations: *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$).

4.2.3. Changes in Hemodynamic Parameters

After 8 months of the aET program, changes in hemodynamic parameters were evaluated. In the study group, after 8 months of the combined aET program, systolic BP decreased by an average of 1.9 mmHg, but in the control

group, the decrease in this parameter was statistically significant, reaching an average change of 4.2 mmHg ($p = 0.008$). The change in systolic BP was significantly different between the groups ($p = 0.031$). There was also a significant difference in the change in diastolic BP after 8 months between the study and control groups ($p = 0.033$), with a slightly more significant decrease in this parameter in the study group compared to the control group (-4.4 mmHg, $p = 0.002$ vs. -3.8 mmHg, $p < 0.001$). Although the change in resting HR after 8 months was statistically significant in both the study and control groups ($p = 0.004$ vs. $p = < 0.001$), a slightly more significant decrease in resting HR was again obtained in the study group, averaging 4.1 bpm. Changes in resting HR did not differ significantly between the groups. Detailed changes in the hemodynamic parameters in both groups after 8 months of aET program are presented in **Table 6** and **Figure 18**.

Table 6. Changes in haemodynamic parameters after 8 months (between 1st and 3rd visit)

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group			
1 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	1 visit	3 visit
Systolic BP (mmHg)								
137.2 ± 12.2	135.3 ± 12.2	-1.9 ± 13.9	0.712	0.031	0.008	-4.2 ± 10.5	132.8 ± 13.3	128.7 ± 9.4
Diastolic BP (mmHg)								
89.1 ± 8.0	84.7 ± 7.2	-4.4 ± 8.6	0.002	0.033	<.001	-3.8 ± 6.2	83.3 ± 8.2	79.5 ± 6.2
Training HR (bpm)								
67.6 ± 7.3	63.6 ± 7.7	-4.1 ± 9.0	0.004	0.161	<.001	-3 ± 5.7	63 ± 6.7	59.9 ± 6.7

Abbreviations and explanations: BP - blood pressure, HR - heart rate. Data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * *p* value calculated within the group using paired samples T-test. Student's t-test for normally distributed continuous data or the Wilcoxon signed-rank test for non-normally distributed continuous data. ** *p* value calculated between the groups using multiple linear regression (dependent variable at 8 months adjusted for age, sex, group and dependent variable at 1st visit).

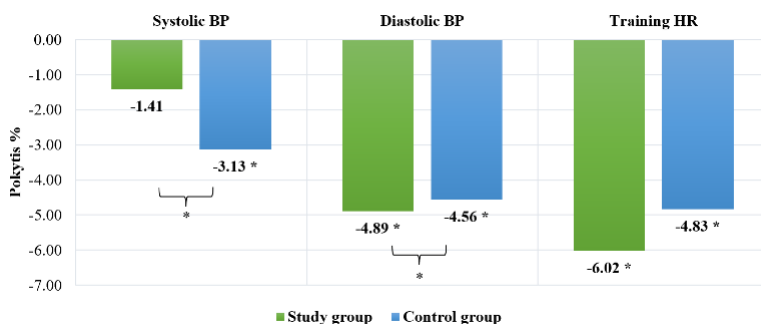


Figure 18. Percentage changes in haemodynamic parameters after 8 months
Abbreviations and explanations: BP - blood pressure, HR - heart rate. * Statistically significant difference within group ($p < .05$).

4.2.4. Changes in Laboratory Blood Parameters

Changes in laboratory blood parameters were evaluated after the entire 8-month aET program. The level of T-Chol in the study group decreased by an average of 0.19 mmol/L, but in the control group, the decrease in this parameter was statistically significant with a mean change of 0.35 mmol/L ($p = 0.005$), although there was no significant difference between the groups. In both the study and control groups, LDL-Chol blood levels were significantly reduced (-0.32 mmol/L, $p = 0.001$ vs. -0.28 mmol/L, $p = 0.029$, respectively), but without a significant difference between the groups. After 8 months, only in the study group, the level of HDL-Chol increased statistically significantly, on average by 0.06 mmol/L (5.08%, $p = 0.022$), while the change in the control group reached 0.01 mmol/L. TG decreased in both groups with no significant between-group difference, but in the control group this change was significant with a mean of 0.19 mmol/L ($p = 0.013$). The change in fasting glucose level at 8 months was significantly different between the groups ($p = 0.009$). Fasting glucose level in the blood decreased only in the study group, by an average of 0.12 mmol/L, although without statistical significance within the group. In the control group, fasting glycemia increased by an average of 0.05 mmol/L. A statistically significant decrease in Hs-CRP was obtained only in the study group, reaching 0.34 mg/L ($p < 0.001$). The change in this parameter was also significantly different from the control group ($p = 0.018$). Detailed changes in laboratory blood parameters are presented in **Table 7** and **Figure 19**.

Table 7. Changes in laboratory blood parameters after 8 months (between 1st and 3rd visit)

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group				
1 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	1 visit	3 visit	
T-Chol (mmol/L)									
5.73 ± 1.21	5.53 ± 1.18	-0.19 ± 0.72	0.074	0.666	0.005	-0.35 ± 0.72	6.15 ± 1.04	5.80 ± 1.10	
LDL-Chol (mmol/L)									
3.53 ± 0.99	3.22 ± 0.89	-0.32 ± 0.62	0.001	0.385	0.029	-0.28 ± 0.65	3.93 ± 0.95	3.65 ± 1.06	
HDL-Chol (mmol/L)									
1.18 ± 0.26	1.24 ± 0.26	0.06 ± 0.16	0.022	0.064	0.510	0.01 ± 0.14	1.17 ± 0.29	1.19 ± 0.30	
TG (mmol/L)									
2.01 ± 0.75	1.89 ± 0.62	-0.12 ± 0.69	0.273	0.127	0.013	-0.19 ± 0.47	1.78 ± 0.65	1.59 ± 0.63	
Fasting glucose (mmol/L)									
5.55 ± 0.53	5.42 ± 0.49	-0.12 ± 0.48	0.336	0.009	0.387	0.05 ± 0.39	5.66 ± 0.46	5.71 ± 0.54	
Hs-CRP (mg/L)									
1.39 ± 0.82	1.05 ± 0.59	-0.34 ± 0.45	<.001	0.018	0.121	-0.10 ± 0.41	1.35 ± 0.89	1.25 ± 0.85	

Abbreviations and explanations: T-Chol - total cholesterol, LDL-Chol – low density lipoprotein cholesterol, HDL-Chol – high density lipoprotein cholesterol, TG – triglycerides, Hs-CRP - high sensitivity C-reactive protein. Data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * *p* value calculated within the group using paired samples T-test. Student's t-test for normally distributed continuous data or the Wilcoxon signed-rank test for non-normally distributed continuous data. ** *p* value calculated between the groups using multiple linear regression (dependent variable at 8 months adjusted for age, sex, group and dependent variable at 1st visit).

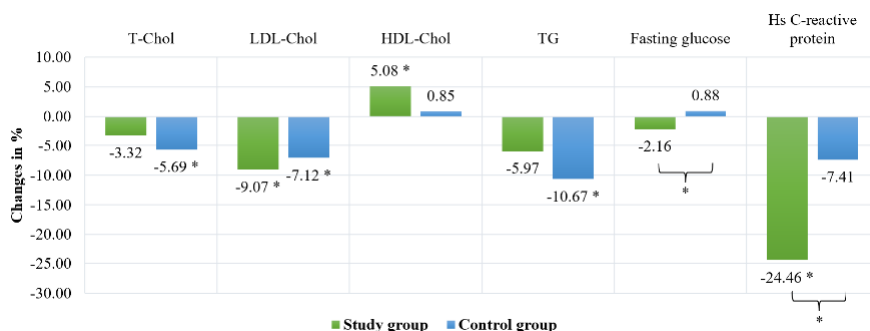


Figure 19. Percentage changes in laboratory blood parameters after 8 months

Abbreviations and explanations: T-Chol - total cholesterol, LDL-Chol – low density lipoprotein cholesterol, HDL-Chol – high density lipoprotein cholesterol, TG – triglycerides, Hs - high sensitivity.

* Statistically significant difference within group ($p < .05$).

4.2.5. Changes in Anthropometric Parameters

Between visits 1 and 3, changes in anthropometric parameters reflecting obesity were assessed (**Table 8, Figure 20**). Both the study and control groups had a statistically significant reduction in weight after 8 months of the aET program (-0.82 kg, $p = 0.048$ vs. -1.45 kg, $p < 0.001$, respectively), with no significant difference between the groups. Only the control group had a significant decrease in BMI (-0.6, $p < 0.001$), but no significant difference was found compared to the study group. Changes in waist circumference at 8 months did not differ between the study and control groups, with similar decreases in waist circumference observed (-0.58 cm vs. -0.60 cm, respectively).

Table 8. Changes in anthropometric parameters after 8 months (between 1st and 3rd visit)

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group			
1 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	1 visit	3 visit
Weight (kg)								
93.52 ± 14.10	92.70 ± 14.42	-0.82 ± 2.67	0.048	0.133	<.001	-1.45 ± 2.76	87.28 ± 15.08	85.83 ± 14.25

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group				
1 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	1 visit	3 visit	
BMI (kg/m²)									
31.5 ± 4.1	31.2 ± 4.0	-0.3 ± 1.0	0.072	0.169	<.001	-0.6 ± 1.0	30.7 ± 4.3	30.1 ± 4.1	
Waist circumference (cm)									
103.69 ± 9.35	103.11 ± 9.43	-0.58 ± 4.27	0.369	0.900	0.244	-0.60 ± 3.60	101.36 ± 9.94	100.76 ± 9.50	

Abbreviations and explanations: BMI - body mass index. Data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * *p* value calculated within the group using paired samples T-test. Student's t-test for normally distributed continuous data or the Wilcoxon signed-rank test for non-normally distributed continuous data. ** *p* value calculated between the groups using multiple linear regression (dependent variable at 8 months adjusted for age, sex, group and dependent variable at 1st visit).

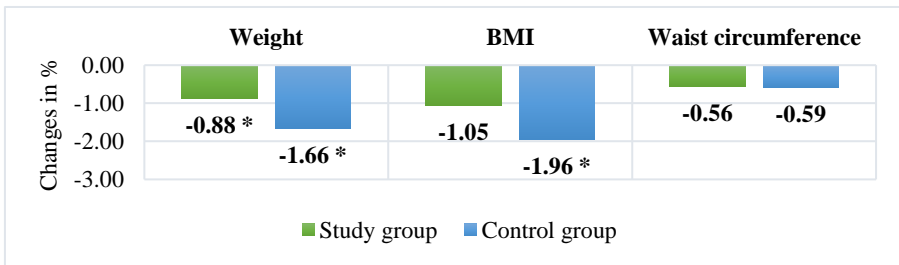


Figure 20. Percentage changes in anthropometric parameters after 8 months
Abbreviations and explanations: BMI - body mass index. * Statistically significant difference ($p < .05$).

4.2.6. Changes in Metabolic Syndrome Components

After 8 months of the combined aET program, the number of MetS components was significantly reduced in both the study and control groups, but the change in the study group was slightly larger and reached an average of 0.5 components, while in the control group it was 0.41 components ($p < 0.001$ vs. $p = 0.001$, respectively). At visit 3, 31.8% of subjects in the study group ($n = 21$) and 24.2% of subjects in the control group ($n = 16$) no longer had at least 3 of the 5 components of MetS. The detailed percentage distribution of the number of MetS components in the groups is presented in **Table 9** and **Figure 21**.

Table 9. Distribution of the number of metabolic syndrome components between the groups at visits 1 and 3

Number of components	Study group			Control group		
	2 visit	3 visit	<i>p</i> value *	2 visit	3 visit	<i>p</i> value *
0	0 (0)	2 (3)	<0.001	0 (0)	0 (0)	0.001
1	0 (0)	2 (3)		0 (0)	2 (3)	
2	0 (0)	17 (25.8)		0 (0)	14 (21.2)	
3	39 (59.1)	22 (33.3)		28 (42.4)	19 (28.8)	
4	20 (30.3)	18 (27.3)		26 (39.4)	21 (31.8)	
5	7 (10.6)	5 (7.6)		12 (18.2)	10 (15.2)	

Abbreviations: Data are presented as n (%). *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$).

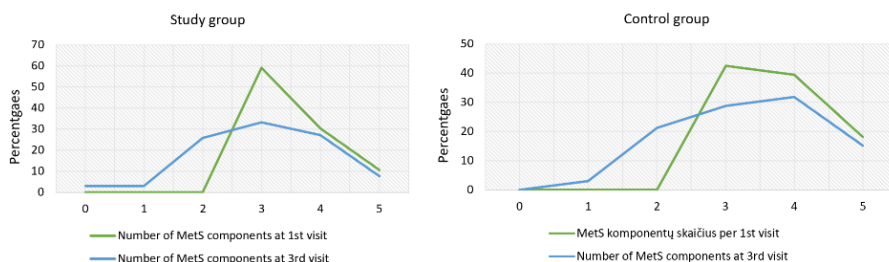


Figure 21. Dynamics of the distribution of the number of metabolic syndrome during the 1st and 3rd visit

Abbreviations: MetS – metabolic syndrome.

When evaluating the distribution of subjects, according to the change in the number of MetS components by categories, the number of MetS components decreased in 33.3% of subjects in the study group, and in 24.2% of subjects in the control group (**Figure 22**). After 8 months, among individual parameters of MetS components, only the study group had a statistically significant increase in blood HDL-Chol level, with a mean change of 0.06 mmol/L ($p = 0.022$). Only the control group had a significant decrease in systolic BP (-4.2 mmHg, $p = 0.008$), while the changes differed between the groups ($p = 0.031$). In the control group, the level of TG in the blood decreased (-0.19 mmol/L, $p = 0.013$), but the changes in this parameter did not differ significantly between the groups. There was a significant difference in the change in diastolic BP after 8 months between the study and control groups ($p = 0.033$), but a slightly more significant decrease was observed in the study

group compared to the control group (-4.4 mmHg, $p = 0.002$ vs. -3.8 mmHg $p < 0.001$). Fasting glucose level decreased only in the study group, by an average of 0.12 mmol/L, while in the control group, fasting glycemia increased by an average of 0.05 mmol/L. The change in fasting glucose level was significantly different between the groups ($p = 0.009$). After 8 months, changes in waist circumference did not differ between the study and control groups, with similar decreases in waist circumference observed (-0.58 cm vs. -0.60 cm, respectively). Detailed changes in the individual parameters related to MetS components after 8 months are presented in **Table 10**.

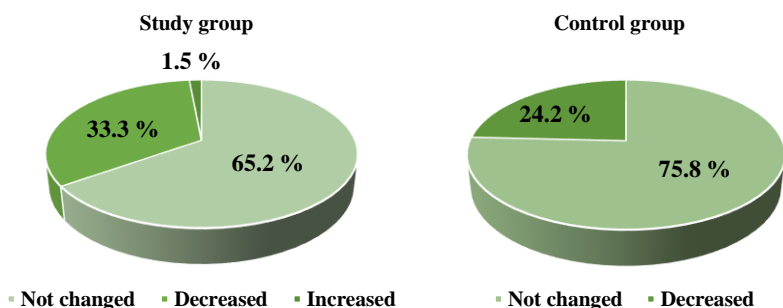


Figure 22. Distribution of subjects in the study and control groups according to the change in the number of metabolic syndrome components after 8 months

Table 10. Detailed changes in individual components of metabolic syndrome after 8 months (between 1st and 3rd visit)

Study group				p value between the groups **	Control group			
1 visit	3 visit	Change	p value *		p value *	Change	1 visit	3 visit
Waist circumference (cm)								
103.69 ± 9.35	103.11 ± 9.43	-0.58 ± 4.27	0.369	0.900	-0.60 ± 3.60	101.36 ± 9.94	100.76 ± 9.50	0.244
HDL-Chol (mmol/L)								
1.18 ± 0.26	1.24 ± 0.26	0.06 ± 0.16	0.022	0.064	0.01 ± 0.14	1.17 ± 0.29	1.19 ± 0.30	0.510
TG (mmol/L)								
2.01 ± 0.75	1.89 ± 0.62	-0.12 ± 0.69	0.273	0.127	-0.19 ± 0.47	1.78 ± 0.65	1.59 ± 0.63	0.013

Study group				p value between the groups **	Control group			
1 visit	3 visit	Change	p value *		p value *	Change	1 visit	3 visit
Fasting glucose (mmol/L)								
5.55 ± 0.53	5.42 ± 0.49	-0.12 ± 0.48	0.336	0.009	0.387	0.05 ± 0.39	5.66 ± 0.46	5.71 ± 0.54
Systolic BP (mmHg)								
137.2 ± 12.2	135.3 ± 12.2	-1.9 ± 13.9	0.712	0.031	0.008	-4.2 ± 10.5	132.8 ± 13.3	128.7 ± 9.4
Diastolic BP (mmHg)								
89.1 ± 8.0	84.7 ± 7.2	-4.5 ± 8.6	0.002	0.033	<.001	-3.8 ± 6.2	83.3 ± 8.2	79.5 ± 6.2

Abbreviations and explanations: HDL-Chol - high density lipoprotein cholesterol, TG – triglycerides, BP - blood pressure. Data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * *p* value calculated within the group using paired samples T-test. Student's t-test for normally distributed continuous data or the Wilcoxon signed-rank test for non-normally distributed continuous data. ** *p* value calculated between the groups using multiple linear regression (dependent variable at 8 months adjusted for age, sex, group and dependent variable at 1st visit).

4.2.7. Changes in Arterial Parameters

After the 8-month aET program, consisting of 2 months of ambulatory aET followed by a 6 months of home-based aET, using PA self-monitoring tools (study group) or without using them (control group), changes in the functional and structural parameters of the arterial wall were studied. After 8 months, there was a significant difference in aortic PP changes between the study and control groups ($p = 0.047$). This parameter decreased more significantly in the study group compared to the control group (-2.1 mmHg vs. -0.1 mmHg, respectively). After 8 months, only the study group had a statistically significant decrease in carotid-radial a. PWV, with an average change of 1.02 m/s (-11.37%, $p < 0.001$) (**Figure 23**). The change in carotid-radial a. PWV in the study group was significantly different from the change in the control group ($p < 0.001$), which averaged -0.37 m/s. After 8 months, carotid-femoral a. PWV was significantly reduced in both the study and control groups (both groups, $p < 0.001$). Although changes did not differ significantly between the groups, carotid-femoral a. PWV decreased more significantly in the study group compared to the control group (-1.05 m/s vs. -0.67 m/s, respectively) (**Figure 23**). Changes in CAVI and the CCA, β stiffness index neither within nor between the groups did not reach statistical significance. Although aortic and brachial MBP values decreased in both groups, a significant change in these parameters was found in the control group, where aortic MBP decreased

by 4.5 mmHg ($p = 0.001$) and brachial MBP decreased by 3.5 mmHg ($p = 0.002$, difference between the groups $p < 0.001$). There was a significant difference in AIx changes between the study and control groups after 8 months ($p = 0.017$). This parameter decreased more significantly in the study group compared to the control group (-1.78% vs. -1.66%, respectively). Only the study group showed a significant decrease in the CCA IMT value after 8 months, by an average of 22.71 μm (-3.32%, $p = 0.032$) (**Figure 24**). All changes in the functional and structural parameters of the arterial wall after 8 months are presented in **Table 11**.

Table 11. Changes in functional and structural arterial parameters after 8 months (between 1st and 3rd visit)

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group				
1 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	1 visit	3 visit	
PP in the aorta (mmHg)									
40.8 ± 9.5	38.6 ± 9.4	-2.1 ± 8.5	0.081	0.047	0.928	-0.1 ± 8.0	41.0 ± 9.2	40.9 ± 10.7	
Carotid-radial a. PWV (m/s)									
8.97 ± 1.46	7.95 ± 1.20	-1.02 ± 1.52	<.001	<.001	0.121	-0.37 ± 1.48	9.13 ± 1.23	8.76 ± 1.07	
Carotid-femoral a. PWV (m/s)									
8.59 ± 1.25	7.54 ± 1.11	-1.05 ± 1.52	<.001	0.144	<.001	-0.67 ± 1.27	8.53 ± 1.37	7.86 ± 1.25	
Cardio-ankle vascular index									
7.11 ± 1.02	7.13 ± 1.01	0.01 ± 0.88	0.915	0.222	0.069	0.23 ± 0.68	7.34 ± 1.04	7.57 ± 0.89	
Aortic MBP (mmHg)									
105.0 ± 11.0	102.5 ± 9.2	-2.5 ± 9.7	0.086	0.512	0.001	-4.5 ± 8.6	105.1 ± 8.6	100.6 ± 9.3	
Brachial MBP (mmHg)									
107.7 ± 10.8	104.7 ± 8.3	-3.0 ± 11.0	0.099	<.001	0.002	-3.5 ± 7.1	99.8 ± 9.1	96.3 ± 6.2	
AIx (%)									
19.90 ± 10.11	18.12 ± 8.70	-1.78 ± 6.63	0.093	0.017	0.564	-1.66 ± 7.11	25.38 ± 11.48	23.72 ± 8.10	

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group			
1 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	1 visit	3 visit
CCA IMT (µm)								
683.66 ± 90.14	660.95 ± 79.14	-22.71 ± 78.97	0.032	0.472	0.554	-6.34 ± 72.04	648.12 ± 113.36	641.78 ± 103.89
CCA β stiffness index								
3.98 ± 0.98	3.92 ± 1.00	-0.06 ± 0.97	0.678	0.698	0.762	0.004 ± 0.96	4.01 ± 1.21	4.01 ± 1.00

Abbreviations and explanations: PP - pulse pressures, PWV - pulse wave velocity, MBP - mean blood pressure, Aix - augmentation index, CCA IMT – common carotid artery intima–media thickness, CCA - common carotid artery. Data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * *p* value calculated within the group using paired samples T-test. Student’s t-test for normally distributed continuous data or the Wilcoxon signed-rank test for non-normally distributed continuous data. ** *p* value calculated between the groups using multiple linear regression (dependent variable at 8 months adjusted for age, sex, group, systolic blood pressure at 1st visit and dependent variable at 1st visit).

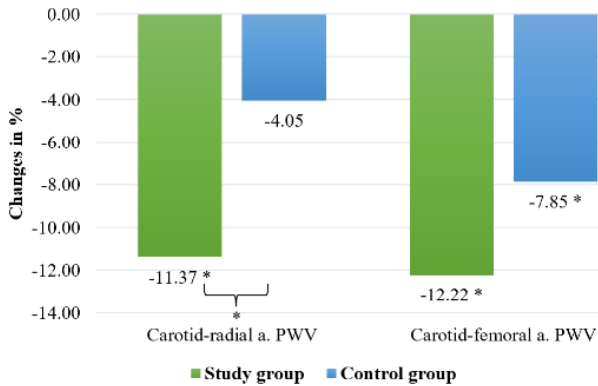


Figure 23. Percentage changes in pulse wave velocities after 8 months

Abbreviations and explanations: PWV - pulse wave velocity. * Statistically significant difference within group ($p < .05$).

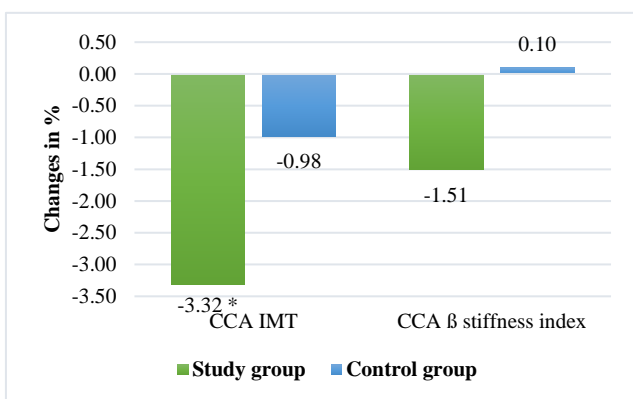


Figure 24. Percentage changes in parameters of the carotid artery after 8 months

Abbreviations and explanations: CCA IMT – common carotid artery intima–media thickness, CCA - common carotid artery. * Statistically significant difference within group ($p < .05$).

When evaluating changes in carotid-radial a. PWV and carotid-femoral a. PWV after 8 months, dividing the values of these parameters between visits 1 and 3 into categories, a statistically significant difference of both parameters was obtained only in the study group ($p = 0.033$ and $p = 0.012$, respectively) (Tables 12-13). During the 3rd visit, there were 74.54% subjects in the study group, whose carotid-radial a. PWV value was < 9 m/s, and in the control group there were 57.15% of such subjects.

Table 12. Changes in carotid-radial artery pulse wave velocity after 8 months (between 1st and 3rd visit) by categorizing values

Carotid-radial a. PWV:	Study group			Control group		
	1 visit	3 visit	<i>p</i> value	1 visit	3 visit	<i>p</i> value
≥ 10 m/s (%)	25.4	14.6	0.033	26.8	19.1	0.898
9–9.9 m/s (%)	27.0	10.9		25.0	23.8	
8–8.9 m/s (%)	19.0	20.0		33.9	38.1	
7–7.9 m/s (%)	19.1	36.4		10.7	14.3	
< 7 m/s (%)	9.5	18.2		3.6	4.8	

Abbreviations and explanations: PWV - pulse wave velocity. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$).

Table 13. Changes in carotid-femoral artery pulse wave velocity after 8 months (between 1st and 3rd visit) by categorizing values

Carotid-femoral a. PWV:	Study group			Control group		
	1 visit	3 visit	<i>p</i> value	1 visit	3 visit	<i>p</i> value
≥ 10 m/s (%)	12.9	3.6	0.012	15.4	7.8	0.305
9–9.9 m/s (%)	21.0	18.2		21.5	11.8	
8–8.9 m/s (%)	32.3	20.0		26.2	27.5	
7–7.9 m/s (%)	25.8	27.3		21.5	27.5	
< 7 m/s (%)	8.1	30.9		15.4	25.5	

Abbreviations and explanations: PWV - pulse wave velocity. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$).

4.2.8. Changes in Daily Physical Activity Levels

After 8 months of the aET program, changes in daily PA levels were assessed using questionnaire data. Total PA level, measured in minutes per day, increased in both groups, but slightly more in the study group compared to the control group (22.92% vs. 4.46%, respectively). Sitting time in minutes per day also decreased more significantly in the study group than in the control group (-12.58% vs. -10.23%, respectively). However, changes in daily PA level parameters neither within nor between the groups did not reach statistical significance (Table 14, Figure 25).

Table 14. Changes in daily physical activity levels after 8 months (between 1st and 3rd visit)

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group			
1 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	1 visit	3 visit
Total physical activity (min/day)								
156.92 ± 138.38	192.88 ± 162.88	35.96 ± 130.58	0.173	0.143	0.570	26.72 ± 250.62	599.31 ± 400.74	626.03 ± 370.08

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group			
1 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	1 visit	3 visit
Sitting time (min/day)								
353.33 ± 188.52	308.89 ± 169.46	-44.44 ± 178.91	0.208	0.298	0.187	-49.50 ± 200.40	484.00 ± 234.78	434.50 ± 236.95

Explanations: data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * *p* value calculated within the group using paired samples T-test. Student's t-test for normally distributed continuous data or the Wilcoxon signed-rank test for non-normally distributed continuous data. ** *p* value calculated between the groups using multiple linear regression (dependent variable at 8 months adjusted for age, sex, group and dependent variable at 1st visit).

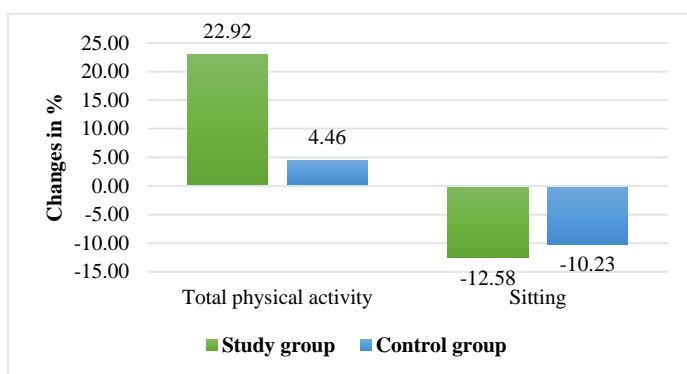


Figure 25. Percentage changes in daily physical activity levels after 8 months

4.2.9. Changes in Motivation for Physical Activity

After 8 months, between the 1st and 3rd visit, an analysis of the changes in the motivations for PA was performed based on the questionnaire data. In both the study and control groups, the scores for enjoyment and revitalization motives (7.73% vs. 5.61%, respectively) and fitness motives (7.47% vs. 3.19%, respectively) increased without reaching statistical significance, slightly more in the study group. The scores for social engagement motives increased without statistical significance in both groups, more in the control group compared to the study group (11.11% vs. 10.29%). After 8 months, the scores for health motives increased only in the study group, by an average of 0.17 points, while in the control group the value of this motive decreased by an average of 0.11 scores. The scores for appearance/weight motives in the study group remained almost unchanged over 8 months, while in the control group the value of this motive increased by an average of 4.52%. All the changes in motives for PA after 8 months are presented in **Table 15** and **Figure 26**.

Table 15. Changes in motives for physical activity after 8 months (between 1st and 3rd visit)

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group				
1 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	1 visit	3 visit	
Enjoyment and revitalization motives (scores)									
3.62 ± 1.29	3.90 ± 1.39	0.28 ± 0.84	0.131	0.480	0.102	0.18 ± 1.07	3.21 ± 0.82	3.39 ± 1.00	
Social engagement motives (scores)									
3.40 ± 1.60	3.75 ± 1.55	0.35 ± 1.09	0.200	0.185	0.278	0.25 ± 1.10	2.25 ± 1.21	2.50 ± 1.31	
Health motives (scores)									
4.27 ± 1.07	4.50 ± 0.67	0.17 ± 0.94	0.309	0.080	0.904	-0.11 ± 0.91	4.14 ± 0.49	4.03 ± 0.92	
Appearance / weight motives (scores)									
3.86 ± 1.20	3.86 ± 1.15	0 ± 1.06	1.000	0.548	0.119	0.17 ± 1.09	3.76 ± 0.83	3.93 ± 1.07	
Fitness motives (scores)									
3.48 ± 1.59	3.74 ± 1.51	0.26 ± 1.21	0.158	0.921	0.279	0.12 ± 1.18	3.76 ± 0.93	3.87 ± 1.16	

Explanations: data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * *p* value calculated within the group using paired samples T-test. Student's t-test for normally distributed continuous data or the Wilcoxon signed-rank test for non-normally distributed continuous data. ** *p* value calculated between the groups using multiple linear regression (dependent variable at 8 months adjusted for age, sex, group and dependent variable at 1st visit).

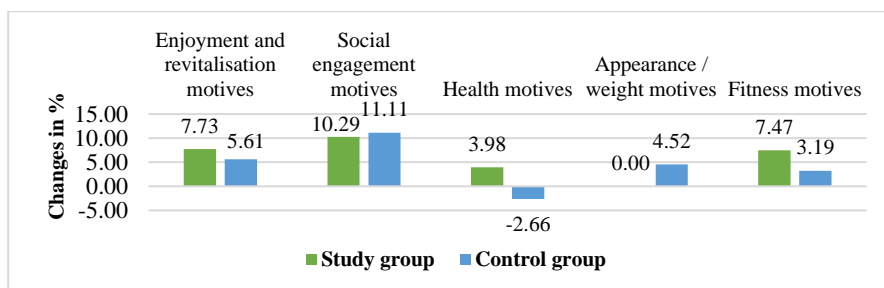


Figure 26. Percentage changes in motives for physical activity after 8 months

Explanations: * Statistically significant difference within group ($p < .05$).

4.2.10. Assessment of Optimal Values of Changes in Cardiovascular Risk Factors and Metabolic Syndrome Parameters

In order to determine the effect of the 8-month aET program, consisting of the 2-month ambulatory aET program and the 6-month home-based aET program with smart devices (between visits 1 and 3), the ROC curve analysis method was applied and thresholds of the analyzed parameters were determined. Based on the ROC method, statistically significant optimal threshold change values of HDL-Chol, fasting glucose, Hs-CRP, carotid-radial a. PWV, carotid-femoral a. PWV, CCA IMT, training HR were determined, which separate the study and control groups with the highest accuracy. The odds ratio was calculated to obtain, how many times the subjects in the study group had a higher chance than the control group to achieve the optimal change in particular cardiometabolic parameter.

HDL-Chol: the ROC method determined the optimal value of HDL-Chol change – an increase of ≥ 0.04 mmol/L. At this point, the sensitivity is 0.600, the specificity is 0.638, and the area under the ROC curve is 0.619 (**Figure 27**). The odds ratio of an increase in HDL-Chol of ≥ 0.04 mmol/L at 8 months for subjects in the study group is 2.65 compared to subjects in the control group [1.14-6.15] ($p = 0.024$).

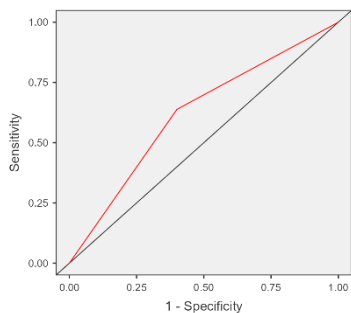


Figure 27. ROC curve for the threshold value of change in high-density lipoprotein cholesterol after 8 months

Fasting glucose: the ROC method determined the optimal value of fasting glucose change – a decrease of ≥ 0.5 mmol/L. At this point, the sensitivity is 0.818, the specificity is 0.570, and the area under the ROC curve is 0.694 (**Figure 28**). The odds ratio of ≥ 0.5 mmol/L reduction in glucose at 8 months for subjects in the study group is 5.96 compared to subjects in the control group [1.21-29.36] ($p = 0.028$).

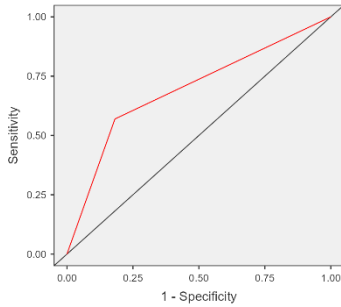


Figure 28. ROC curve for the threshold value of change in fasting glucose after 8 months

Hs-CRP: The ROC method determined the optimal value of the change in Hs-CRP – a decrease of ≥ 0.31 mg/L. At this point, the sensitivity is 0.697, the specificity is 0.638, and the area under the ROC curve is 0.668 (**Figure 29**). The odds ratio for a decrease in Hs-CRP of ≥ 0.31 mg/L at 8 months for subjects in the study group is 4.06 compared to subjects in the control group [1.57-10.51] ($p = 0.004$).

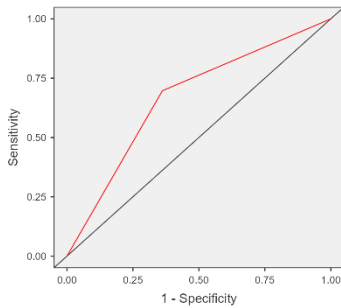


Figure 29. ROC curve for the threshold value of change in high-sensitivity C-reactive protein after 8 months

Carotid-radial a. PWV: the ROC method determined the optimal value of the change in carotid-radial a. PWV – a decrease of ≥ 0.3 m/s. At this point, the sensitivity is 0.638, the specificity is 0.613, and the area under the ROC curve is 0.625 (**Figure 30**). The odds ratio for a decrease in carotid-radial a. PWV of ≥ 0.3 m/s at 8 months for subjects in the study group is 2.79 compared to subjects in the control group [1.14-6.86] ($p = 0.025$).

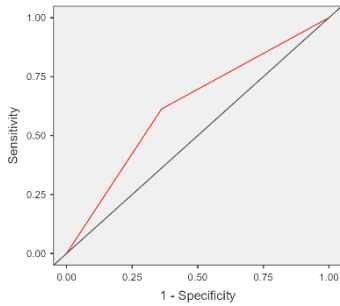


Figure 30. ROC curve for the threshold value of change in carotid-radial a. pulse wave velocity after 8 months

Carotid-femoral a. PWV: the ROC method determined the optimal value of the change in carotid-femoral a. PWV – a decrease of ≥ 1.7 m/s. At this point, the sensitivity is 0.677, the specificity is 0.603, and the area under the ROC curve is 0.640 (**Figure 31**). The odds ratio for a decrease in carotid-femoral a. PWV of ≥ 1.7 m/s at 8 months for subjects in the study group is 3.19 compared to subjects in the control group [1.29-7.90] ($p = 0.012$).

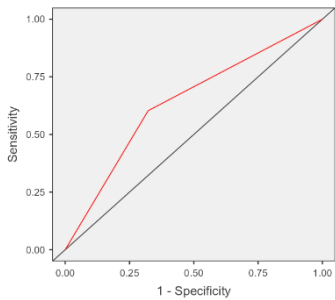


Figure 31. ROC curve for the threshold value of change in carotid-femoral a. pulse wave velocity after 8 months

CCA IMT: the ROC method determined the optimal value of the change in CCA IMT – a decrease of ≥ 14.5 μm . At this point, the sensitivity is 0.620, the specificity is 0.600, and the area under the ROC curve is 0.610 (**Figure 32**). The odds ratio for a decrease in CCA IMT of ≥ 14.5 μm at 8 months to subjects in the study group is 2.45 compared to subjects in the control group [1.07-5.59] ($p = 0.034$).

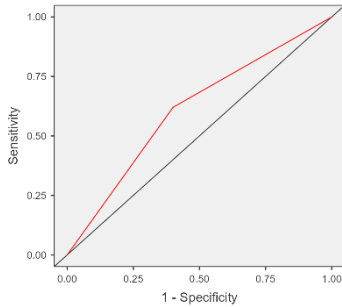


Figure 32. ROC curve for the threshold value of change in common carotid artery intima-media thickness after 8 months

Training HR: The ROC method determined the optimal value of the change in training HR – a decrease of ≥ 2 bpm. At this point, the sensitivity is 0.603, the specificity is 0.735, and the area under the ROC curve is 0.669 (**Figure 33**). The odds ratio of having ≥ 2 bpm reduction in training HR at 8 months for subjects in the study group is 4.23 compared to subjects in the control group [1.68-10.67] ($p = 0.002$).

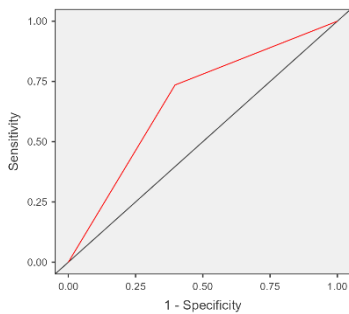


Figure 33. ROC curve for the threshold value of change in training heart rate after 8 months

4.2.11. Correlations Between Analyzed Parameters in the Study Group

In this study, after 8 months of the aET program (between visits 1 and 3), the correlations between changes in anthropometric and hemodynamic parameters of MetS components, functional and structural parameters of the arterial wall, CRF parameters and scores of motives for PA were examined in the study group (**Table 16**). The highest correlation coefficient indicating a statistically significant and positive association was obtained between changes in weight and BMI at 8 months ($\rho = 0.979$, $p < 0.001$). Between 1 and 3 visits, the decrease in aortic MBP value was significantly and positively correlated with the decrease in systolic BP ($\rho = 0.634$, $p < 0.001$), diastolic BP ($r = 0.631$, $p < 0.001$) and PP in the aorta ($r = 0.551$, $p < 0.001$) in the study group. The decrease in the value of aortic PP itself was significantly and positively correlated with the decrease in systolic BP ($r = 0.440$, $p = 0.005$).

Statistically significant negative correlations were obtained between the increase in HDL-Chol level in the blood and the decrease in resting HR ($r = -0.431, p = 0.008$), and between the decrease in TG level in the blood and the increase in METs value ($\rho = -0.483, p = 0.008$) after 8 months.

Table 16. Correlations with the highest statistical significance between changes in the analyzed parameters after 8 months in the study group (between 1st and 3rd visit)

Parameter	Correlation coefficient	p value
Δ Weight and Δ BMI	0.979**	< .001
Δ VO ₂ max and Δ MET	0.950**	< .001
Δ Systolic BP and Δ Diastolic BP	0.772**	< .001
Δ Fitness motives and Δ Social engagement motives	0.706**	< .001
Δ T-Chol and Δ LDL-Chol	0.685*	< .001
Δ Aortic MBP and Δ Systolic BP	0.634**	< .001
Δ Aortic MBP and Δ Diastolic BP	0.631*	< .001
Δ Enjoyment and revitalization motives and Δ Appearance motives	0.594*	0.005
Δ Enjoyment and revitalization motives and Δ Social engagement motives	0.569**	0.009
Δ Aortic MBP and Δ PP in the aorta	0.551*	< .001
Δ BMI and Δ Waist circumference	0.547**	< .001
Δ T-Chol and Δ TG	0.519*	0.001
Δ Weight and Δ Waist circumference	0.490*	0.002
Δ PP in the aorta and Δ Systolic BP	0.440*	0.005
Δ HDL-Chol and Δ HR at rest	-0.431*	0.008
Δ TG and Δ MET	-0.483**	0.008

Explanations: Δ - value of the parameter change, BMI - body mass index, VO₂ max – maximal oxygen consumption, MET – metabolic equivalent, BP - blood pressure, T-Chol - total cholesterol, LDL-Chol – low density lipoprotein cholesterol, MBP - mean blood pressure, PP - pulse pressure, TG – triglycerides, HDL-Chol - high density lipoprotein cholesterol, HR - heart rate. * Pearson's r; ** Spearman's rho.

4.2.12. Interrelationships of the Change in Arterial Stiffness

The possible correlational relationships between changes in carotid-radial a. PWV and carotid-femoral a. PWV after 8 months of the aET program with the initial values of other parameters in the study group were investigated. The change in carotid-radial a. PWV after 8 months correlated significantly and

negatively with the initial value of carotid-radial a. PWV ($r = -0.678, p < 0.001$), and positively with the initial fasting glucose level ($r = 0.480, p < 0.001$) (**Figure 34**). A statistically significant and negative correlation was also obtained between the change in carotid-femoral a. PWV after 8 months and the initial value of carotid-femoral a. PWV ($r = -0.693, p < 0.001$) (**Figure 34**).

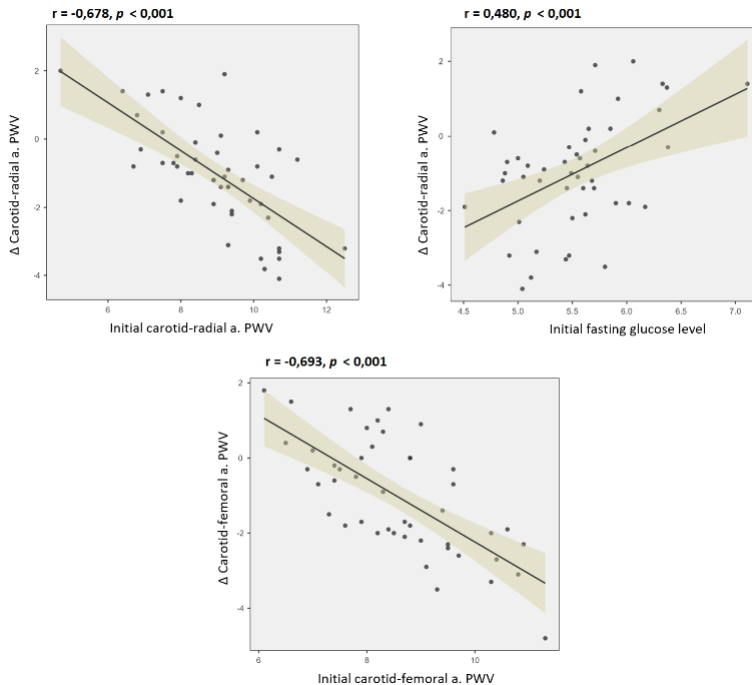


Figure 34. Correlations with the highest statistical significance between the changes in pulse wave velocity after the 8-month program and the initial values of other parameters in the study group

To investigate the dependency of the change in carotid-radial a. PWV after 8 months of the aET program on the initial values of other parameters in the study group, a multiple linear regression analysis was conducted. A multiple linear regression model was constructed, incorporating the significantly correlated initial values of fasting glucose and carotid-radial artery pulse wave velocity. This model elucidates up to 50% of the variation in carotid-radial a. PWV change at 8 months (overall model $p < 0.001$) (**Table 17**).

Table 17. Multiple regression model for the change in carotid-radial artery pulse wave velocity (as a dependent variable) in the study group during 8 months (between 1st and 3rd visit)

Model	Standardized beta coefficient	95% CI for beta coefficient		<i>p</i> value	R ²	Adjusted R ²	Model <i>p</i> value
Initial fasting glucose level	0.264	0.038	0.491	0.023	0.522	0.5	<.001
Initial carotid-radial a. PWV	-0.581	-0.808	-0.355	<.001			

Explanations: PWV - pulse wave velocity. Beta – standardized regression coefficient, CI - confidence interval, R² - coefficient of determination.

The possible correlational relationships between the changes in arterial stiffness after 8 months of the aET program (between visits 1 and 3) and changes in other study parameters after the 6-month home-based aET program (between visits 2 and 3) in the study group were also investigated. The decrease in carotid-radial a. PWV between visits 1 and 3 was significantly positively correlated with the decrease in aortic PP ($r = 0.435, p = 0.003$) and carotid-radial a. PWV ($r = 0.469, p = 0.001$) between visits 2 and 3 (**Figure 35**). The decrease in carotid-femoral a. PWV between visits 1 and 3 was significantly positively correlated with the change in carotid-femoral a. PWV ($\rho = 0.437, p = 0.004$) and by the change in aortic MBP between visits 2 and 3 ($r = 0.588, p < 0.001$) (**Figure 35**).

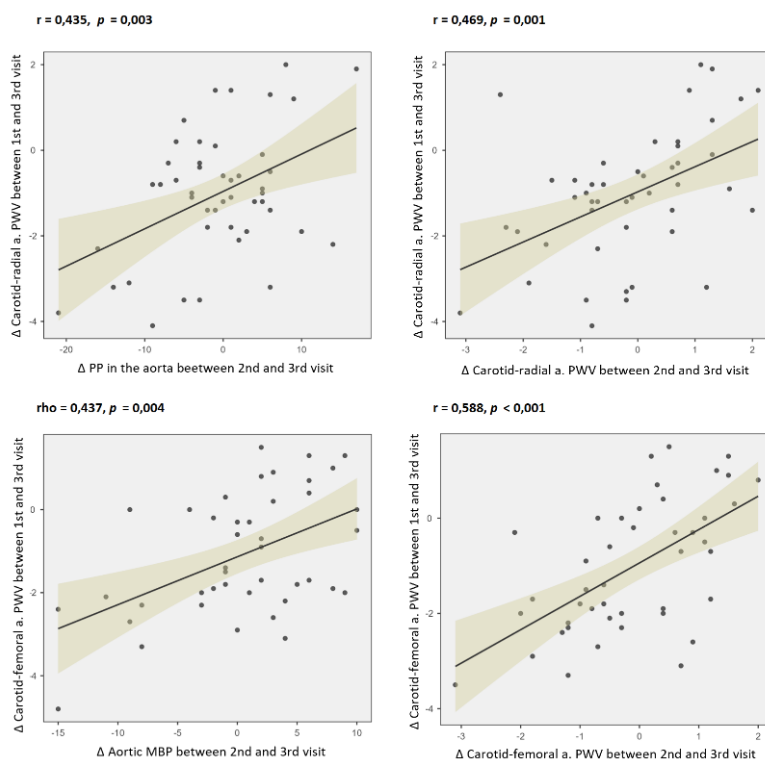


Figure 35. Correlations with the highest statistical significance between changes in pulse wave velocity over 8 months and changes in other study parameters over 6 months in the study group

The change in carotid-radial a. PWV and carotid-femoral a. PWV in the study group between visits 1 and 3 was analyzed after dividing the initial values of these parameters into quartiles (**Tables 18-19**). The change in carotid-radial a. PWV after 8 months of the aET program was statistically significant in different carotid-radial a. PWV quartiles ($p < 0.001$), even after adjusting the calculations for the change in systolic BP between visits 1 and 3 ($p = 0.005$). A decrease in carotid-radial a. PWV after 8 months was observed if the initial value of this parameter was in the II quartile and reached ≥ 7.90 m/s (**Table 18**).

The change in carotid-femoral a. PWV between visit 1 and visit 3 was also statistically significant after dividing the initial values of this parameter into quartiles ($p < 0.001$). The significance of the change remained even after adjusting the calculations for the change in systolic BP between visits 1 and 3 ($p < 0.001$). A decrease in carotid-femoral a. PWV after 8 months was

observed for the initial value of this parameter belonging to any of the four quartiles (**Table 19**).

Table 18. Change in carotid-radial artery pulse wave velocity between visits 1 and 3, evaluating the initial values of this parameter in quartiles in the study group

Quartiles	Baseline carotid-radial a. PWV (m/s)	Change (m/s)	<i>p</i> value*	<i>p</i> value**
I	< 7.90	0.45 ± 1.05	< 0.001	0.005
II	7.90 – 8.99	-0.66 ± 0.96		
III	9.00 – 10.04	-1.15 ± 1.22		
IV	>= 10.05	-2.24 ± 1.47		

Explanations: PWV - pulse wave velocity. Data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * ANCOVA, ** ANCOVA adjusted for the change in systolic blood pressure between visits 1 and 3.

Table 19. Change in carotid-femoral artery pulse wave velocity between visits 1 and 3, evaluating the values of this parameter in quartiles after visit 2 in the study group

Quartiles	Baseline carotid-femoral a. PWV (m/s)	Change (m/s)	<i>p</i> value*	<i>p</i> value**
I	< 7.70	-0.14 ± 1.10	< 0.001	< 0.001
II	7.70 – 8.49	-0.13 ± 1.24		
III	8.50 – 9.29	-1.31 ± 1.28		
IV	>= 9.30	-2.38 ± 1.15		

Explanations: PWV - pulse wave velocity. Data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * ANCOVA, ** ANCOVA adjusted for the change in systolic blood pressure between visits 1 and 3.

In order to determine the initial threshold value of carotid-radial a. PWV for predicting the improvement in PWV with the highest accuracy (highest sensitivity and specificity) after the 8-month aET program, the ROC curve

analysis was performed. The initial threshold value of carotid-radial a. PWV for the improvement in PWV is 7.8 m/s. At this point, the sensitivity is 0.875, the specificity is 0.667, and the area under the curve is 0.801 (**Figure 36**).

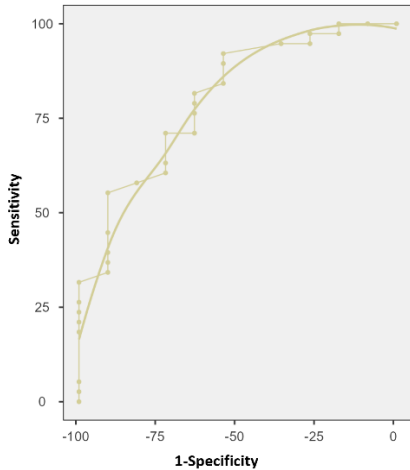


Figure 36. ROC curve of threshold value of initial carotid-radial artery pulse wave velocity

In order to determine the initial threshold value of carotid-femoral a. PWV for predicting the improvement in PWV with the highest accuracy (highest sensitivity and specificity) after the 8-month aET program, the ROC curve analysis was also performed. The initial threshold value of carotid-femoral a. PWV for the improvement is 9.1 m/s. At this point, the sensitivity is 1,000, the specificity is 0,452, and the area under the curve is 0,747 (**Figure 37**).

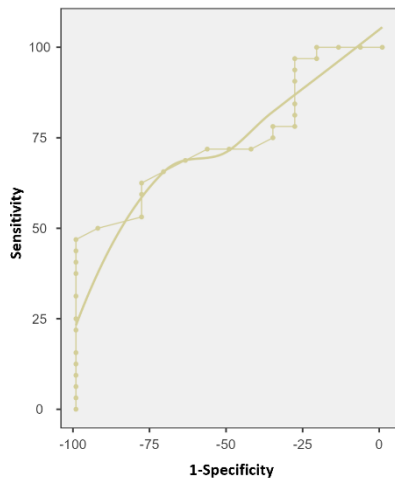


Figure 37. ROC curve of threshold value of initial carotid-femoral artery pulse wave velocity

4.3. Changes in Parameters after 6 Months (Between Visits 2 and 3)

4.3.1. Changes in Cardiorespiratory Fitness

After 6 months of the home-based aET program, which corresponds to the time period between visits 2 and 3, changes in CRF parameters were assessed. During the home-based aET program, subjects in the study group performed aET without direct medical staff supervision using smart self-monitoring devices, and subjects in the control group performed aET based only on the provided PA recommendations. In both the study group and the control group, decreases in VO₂ max (-0.63% vs. -1.12%, respectively) and MET value (-0.96% vs. -1.75%, respectively) were observed, but these changes did not reach statistical significance. Between visits 2 and 3, a statistically significant change in training HR, which amounted to -2.5 bpm, was obtained only in the study group ($p = 0.012$). The change in training HR after 6 months was significantly different between the study and control groups (-2.50% vs. -0.35%, respectively, $p = 0.005$). The changes in CRF parameters after 6 months are presented in detail in the **Table 20** and **Figure 38**.

Table 20. Changes in cardiorespiratory fitness parameters after 6 months (between 2nd and 3rd visit)

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group			
2 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	2 visit	3 visit
VO₂ max (ml/kg/min)								
22.29 ± 4.46	22.14 ± 5.31	-0.14 ± 1.84	0.217	0.742	0.453	-0.27 ± 2.59	24.04 ± 5.25	23.71 ± 5.22
MET								
6.23 ± 1.31	6.18 ± 1.58	-0.06 ± 0.55	0.148	0.757	0.290	-0.12 ± 0.82	6.87 ± 1.49	6.75 ± 1.49
Training HR (bpm)								
99.7 ± 7.7	97.2 ± 10.0	-2.5 ± 6.4	0.012	0.005	0.785	-0.5 ± 11.7	128.2 ± 14.3	127.8 ± 14.9

Abbreviations and explanations: VO₂ max – maximal oxygen consumption, MET – metabolic equivalent, HR - heart rate. Data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * *p* value calculated within the group using paired samples T-test. Student's t-test for normally distributed continuous data or the Wilcoxon signed-rank test for non-normally distributed continuous data. ** *p* value calculated between the groups using multiple linear regression (dependent variable at 8 months adjusted for age, sex, group and dependent variable at 2 months).

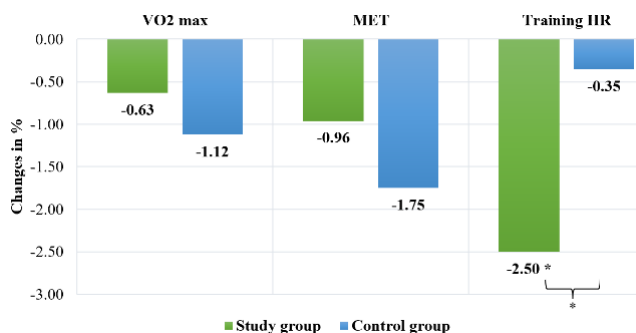


Figure 38. Percentage changes in parameters of cardiorespiratory fitness after 6 months

Abbreviations and explanations: VO₂ max – maximal oxygen consumption, MET – metabolic equivalent, HR - heart rate.* Statistically significant difference within group ($p < .05$).

4.3.2. Changes in Anxiety and Depression Levels

The study and control groups were evaluated for changes in anxiety and depression levels between visits 2 and 3. Although the changes within and between the groups did not reach statistical significance, only in the study group the level of anxiety and depression decreased (-20.87% and -8.78%, respectively), while the level of anxiety and depression increased in the control group (7.44% and 6.53%, respectively) (Table 21, Figure 39).

Table 21. Changes in anxiety and depression levels after 6 months (between 2nd and 3rd visit)

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group			
2 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	2 visit	3 visit
Anxiety (scores)								
4.36 ± 4.43	3.46 ± 3.45	-0.91 ± 2.17	0.194	0.164	0.29 ± 1.62	3.90 ± 2.80	4.19 ± 2.42	
Depression (scores)								
2.62 ± 2.72	2.38 ± 2.66	-0.23 ± 0.93	0.387	0.145	0.16 ± 1.26	2.45 ± 1.98	2.62 ± 1.89	

Explanations: data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * *p* value calculated within the group using paired samples T-test. Student's t-test for normally distributed continuous data or the Wilcoxon signed-rank test for non-normally distributed continuous data. ** *p* value calculated between the groups using multiple linear regression (dependent variable at 8 months adjusted for age, sex, group and dependent variable at 2 months).

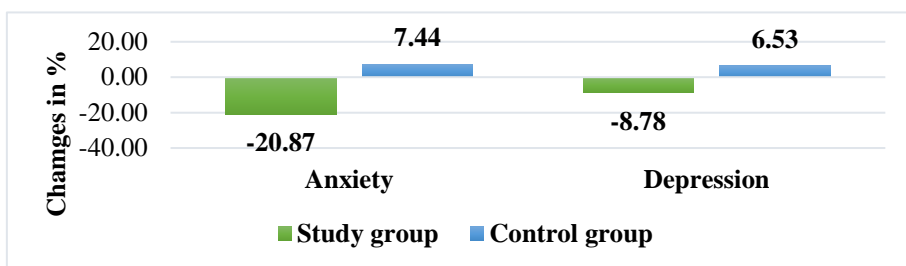


Figure 39. Percentage changes in anxiety and depression levels after 6 months

4.3.3. Changes in Hemodynamic Parameters

Changes in hemodynamic parameters were assessed between visits 2 and 3, which corresponds to 6 months of home-based aET. After 6 months, a slight decrease in systolic BP and diastolic BP was observed only in the study group (change -0.9 mmHg and -0.1 mmHg, respectively), while in the control group these parameters slightly increased (change 1.1 mmHg and 0.8 mmHg, respectively), but the statistical significance of changes in these parameters neither within nor between the groups was obtained. There was a statistically significant decrease in resting HR only in the study group, by an average of 3.1 bpm (-4.53%, $p = 0.009$), with no significant difference between the groups. No statistically significant changes in hemodynamic parameters were found in the control group. Detailed changes in hemodynamic parameters after the 6-month home-based aET are presented in **Table 22** and **Figure 40**.

Table 22. Changes in haemodynamic parameters after 6 months (between 2nd and 3rd visit)

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group			
2 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	2 visit	3 visit
Systolic BP (mmHg)								
137.6 ± 11.8	136.7 ± 12.8	-0.9 ± 10.1	0.528	0.535	1.1 ± 10.3	128.3 ± 10.0	129.5 ± 9.7	
Diastolic BP (mmHg)								
84.4 ± 6.5	84.3 ± 6.8	-0.1 ± 5.9	0.940	0.251	0.8 ± 6.2	79.0 ± 7.3	79.8 ± 6.3	

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group			
2 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	2 visit	3 visit
HR at rest (bpm)								
67.5 ± 7.6	64.4 ± 7.3	-3.1 ± 7.8	0.009	0.225	0.447	-0.9 ± 7.5	61.1 ± 8.8	60.3 ± 6.4

Abbreviations and explanations: BP - blood pressure, HR - heart rate. Data are presented as mean ± Standard deviation or % . *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * *p* value calculated within the group using paired samples T-test. Student's t-test for normally distributed continuous data or the Wilcoxon signed-rank test for non-normally distributed continuous data. ** *p* value calculated between the groups using multiple linear regression (dependent variable at 8 months adjusted for age, sex, group and dependent variable at 2 months).

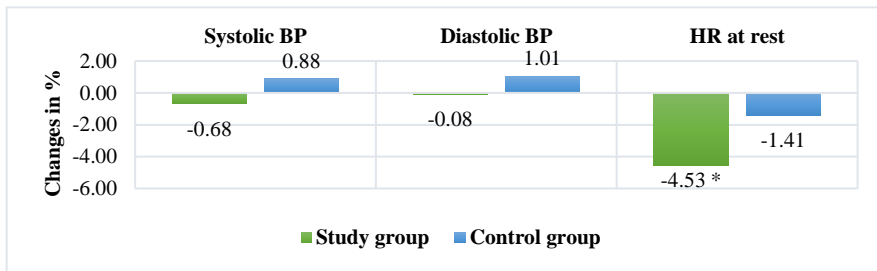


Figure 40. Percentage changes in haemodynamic parameters after 6 months
Abbreviations and explanations: BP - blood pressure, HR - heart rate. * Statistically significant difference within group ($p < .05$).

4.3.4. Changes in Laboratory Blood Parameters

After 6 months of home-based aET, changes in laboratory blood parameters were evaluated in the study and control groups. In the study group, the level of HDL-Chol in the blood increased statistically significantly, on average by 0.06 mmol/L (5.04%, $p = 0.010$). This change in HDL-Chol in the study group was statistically significantly different from the change in the control group after 6 months ($p = 0.005$). Also, in the study group the level of Hs-CRP was significantly decreased by an average of 0.22 mg/L (-15.94%, $p = 0.024$), but no significant difference was found between the groups. No statistically significant changes in T-Chol, LDL-Chol, TG, fasting glucose level in the blood were found in the study group. After 6 months, none of the investigated laboratory blood parameters changed significantly in the control

group. Detailed changes in laboratory blood parameters after 6 months are presented in **Table 23** and **Figure 41**.

Table 23. Changes in laboratory blood parameters after 6 months (between 2nd and 3rd visit)

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group				
2 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	2 visit	3 visit	
T-Chol (mmol/L)									
5.42 ± 1.19	5.56 ± 1.18	0.14 ± 0.65	0.167	0.468	0.512	-0.08 ± 0.75	5.88 ± 1.20	5.81 ± 1.09	
LDL-Chol (mmol/L)									
3.27 ± 0.99	3.24 ± 0.97	-0.03 ± 0.62	0.773	0.956	0.251	-0.10 ± 0.58	3.74 ± 1.03	3.64 ± 1.04	
HDL-Chol (mmol/L)									
1.19 ± 0.29	1.26 ± 0.28	0.06 ± 0.15	0.010	0.005	0.550	-0.01 ± 0.12	1.23 ± 0.29	1.22 ± 0.33	
TG (mmol/L)									
1.80 ± 0.56	1.89 ± 0.60	0.09 ± 0.45	0.223	0.170	0.541	-0.03 ± 0.38	1.66 ± 0.60	1.63 ± 0.66	
Fasting glucose (mmol/L)									
5.29 ± 0.59	5.40 ± 0.47	0.11 ± 0.46	0.146	0.140	0.494	0.04 ± 0.41	5.63 ± 0.48	5.67 ± 0.54	
Hs-CRP (mg/L)									
1.38 ± 0.85	1.16 ± 0.75	-0.22 ± 0.59	0.024	0.329	0.640	-0.07 ± 0.44	1.27 ± 0.96	1.19 ± 0.83	

Abbreviations and explanations: T-Chol - total cholesterol, LDL-Chol – low density lipoprotein cholesterol, HDL-Chol – high density lipoprotein cholesterol, TG – triglycerides, Hs-CRP - high sensitivity C-reactive protein. Data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference (*p* < .05). * *p* value calculated within the group using paired samples T-test. Student’s t-test for normally distributed continuous data or the Wilcoxon signed-rank test for non-normally distributed continuous data. ** *p* value calculated between the groups using multiple linear regression (dependent variable at 8 months adjusted for age, sex, group and dependent variable at 2 months).

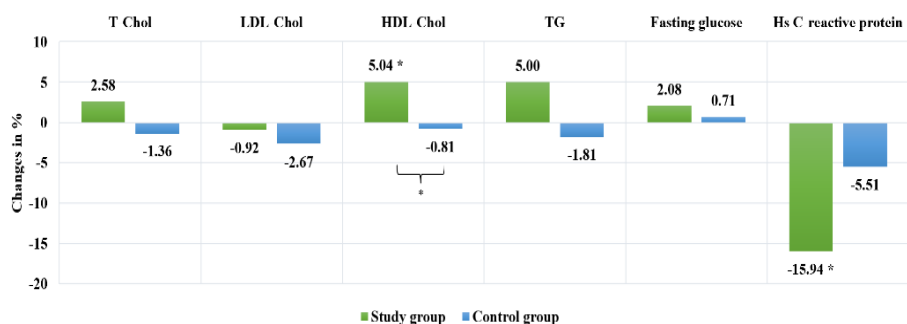


Figure 41. Percentage changes in laboratory blood parameters after 6 months

Abbreviations and explanations: T-Chol - total cholesterol, LDL-Chol – low density lipoprotein cholesterol, HDL-Chol – high density lipoprotein cholesterol, TG – triglycerides, Hs - high sensitivity. * Statistically significant difference within group ($p < .05$).

4.3.5. Changes in Anthropometric Parameters

The study assessed changes in anthropometric parameters reflecting obesity between visits 2 and 3. In both the study and control groups, a slight decrease in weight (-0.44% vs. -0.61%, respectively), BMI (-0.22% vs. -0.56%, respectively) was observed, but the changes in these parameters did not reach statistical significance. Waist circumference decreased only in the study group by an average of 0.87 cm, while in the control group waist circumference increased by an average of 0.24 cm. Changes in waist circumference both within and between the groups were not statistically significant (Table 24, Figure 42).

Table 24. Changes in anthropometric parameters after 6 months (between 2nd and 3rd visit)

Study group				p value between the groups **	Control group			
2 visit	3 visit	Change	p value *		p value *	Change	2 visit	3 visit
Weight (kg)								
93.11 ± 14.41	92.70 ± 14.42	-0.41 ± 2.08	0.201	0.684	-0.53 ± 2.59	86.36 ± 14.30	85.83 ± 14.25	
BMI (kg/m²)								
31.2 ± 4.0	31.2 ± 4.0	-0.1 ± 0.9	0.602	0.590	-0.2 ± 1.0	30.3 ± 4.2	30.1 ± 4.1	

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group			
2 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	2 visit	3 visit
Waist circumference (cm)								
104.28 ± 9.78	103.41 ± 9.54	-0.87 ± 3.62	0.110	0.179	0.656	0.24 ± 3.82	100.61 ± 9.30	100.86 ± 9.57

Abbreviations and explanations: BMI - body mass index. Data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * *p* value calculated within the group using paired samples T-test. Student's t-test for normally distributed continuous data or the Wilcoxon signed-rank test for non-normally distributed continuous data. ** *p* value calculated between the groups using multiple linear regression (dependent variable at 8 months adjusted for age, sex, group and dependent variable at 2 months).

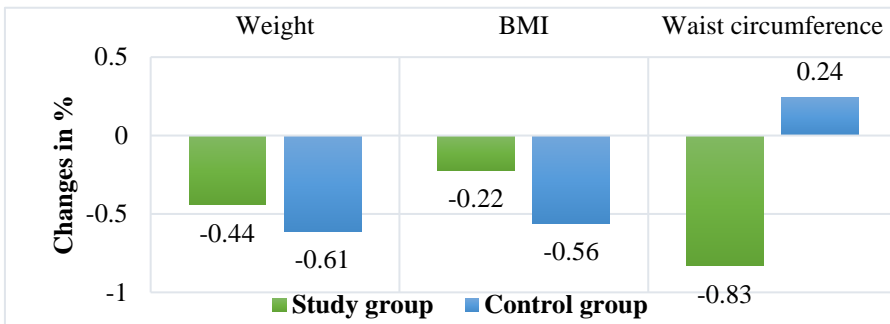


Figure 42. Percentage changes in anthropometric parameters after 6 months
Abbreviations and explanations: BMI - body mass index. * Statistically significant difference within group ($p < .05$).

4.3.6. Changes in Metabolic Syndrome Components

After the 6-month home-based aET program, changes in the number of MetS components in the study and control groups were very similar. In both the study and control groups, the number of MetS components slightly decreased between visit 2 and 3, with a mean change of 0.02 components, which did not reach statistical significance. At visit 3, 31.8% of subjects in the study group ($n = 21$) and 24.2% of subjects in the control group ($n = 16$) no longer had at least 3 of the 5 components of MetS. The detailed percentage distribution of the number of MetS components in the groups is presented in **Table 25** and **Figure 43**.

Table 25. Distribution of the number of metabolic syndrome components between the groups at visits 2 and 3

Number of components	Study group			Control group		
	2 visit	3 visit	<i>p</i> value *	2 visit	3 visit	<i>p</i> value *
0	0 (0)	2 (3)	0.479	0 (0)	0 (0)	0.956
1	6 (9.1)	2 (3)		3 (4.6)	2 (3)	
2	16 (24.2)	17 (25.8)		11 (16.7)	14 (21.2)	
3	21 (31.8)	22 (33.3)		21 (31.8)	19 (28.8)	
4	16 (24.2)	18 (27.2)		21 (31.8)	21 (31.8)	
5	7 (10.6)	5 (7.6)		10 (15.2)	10 (15.2)	

Abbreviations: Data are presented as n (%). *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$).

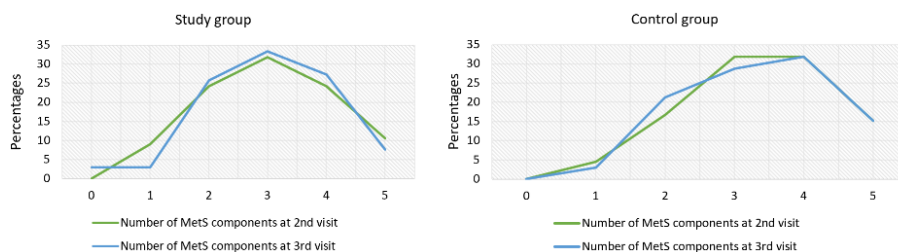


Figure 43. Dynamics of the distribution of the number of metabolic syndrome during the 2nd and 3rd visit

Abbreviations: MetS – metabolic syndrome.

When evaluating the overall change in the number of MetS components by categories between visits 2 and 3, statistical significance was not obtained in the study and control groups (**Table 26**). Among individual parameters of MetS components, HDL-Chol levels increased statistically significantly in the study group, with a mean change of 0.06 mmol/L ($p = 0.010$). The change in this parameter was statistically significantly different between the groups ($p = 0.005$). Other changes in individual parameters related to MetS components were not significant in both groups (**Table 27**).

Table 26. Overall change (%) in the number of metabolic syndrome components after 6 months

Change in the number of MetS components	Study group (n = 66)	<i>p</i> value	Control group (n = 66)	<i>p</i> value
Improved (%)	8 (12.1)	0.854	6 (9.1)	0.678
Not changed (%)	49 (74.3)		56 (84.8)	
Worsened (%)	9 (13.6)		4 (6.1)	

Abbreviations: MetS - metabolic syndrome. Data are presented as n (%). *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$).

Table 27. Detailed changes in individual components of metabolic syndrome after 6 months (between 2nd and 3rd visit)

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group			
2 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	2 visit	3 visit
Waist circumference (cm)								
104.28 ± 9.78	103.41 ± 9.54	-0.87 ± 3.62	0.110	0.179	0.656	0.24 ± 3.82	100.61 ± 9.30	100.86 ± 9.57
HDL-Chol (mmol/L)								
1.19 ± 0.29	1.26 ± 0.28	0.06 ± 0.15	0.010	0.005	0.550	-0.01 ± 0.12	1.23 ± 0.29	1.22 ± 0.33
TG (mmol/L)								
1.80 ± 0.56	1.89 ± 0.60	0.09 ± 0.45	0.223	0.170	0.541	-0.03 ± 0.38	1.66 ± 0.60	1.63 ± 0.66
Fasting glucose (mmol/L)								
5.29 ± 0.59	5.40 ± 0.47	0.11 ± 0.46	0.146	0.140	0.494	0.04 ± 0.41	5.63 ± 0.48	5.67 ± 0.54
Systolic BP (mmHg)								
137.6 ± 11.8	136.7 ± 12.8	-0.9 ± 10.1	0.528	0.535	0.455	1.1 ± 10.3	128.3 ± 10.0	129.5 ± 9.7
Diastolic BP (mmHg)								
84.4 ± 6.5	84.3 ± 6.8	-0.1 ± 5.9	0.940	0.251	0.392	0.8 ± 6.2	79.0 ± 7.3	79.8 ± 6.3

Abbreviations and explanations: HDL-Chol - high density lipoprotein cholesterol, TG – triglycerides, BP - blood pressure. Data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * *p* value calculated within the group using paired samples T-test. Student's t-test for normally distributed continuous data or the Wilcoxon signed-rank test for non-normally distributed continuous data. ** *p* value calculated between the groups using multiple linear regression (dependent variable at 8 months adjusted for age, sex, group and dependent variable at 2 months).

4.3.7. Changes in Arterial Parameters

After the 6-month home-based aET, a more significant reduction of aortic PP was observed in the study group compared to the control group (-0.5 mmHg vs. -0.1 mmHg, respectively), when the change in this parameter was statistically significant between the groups ($p = 0.021$). In the study group, carotid-radial a. PWV decreased more significantly compared to the control group (-2.00% vs. -0.45%, respectively) (**Figure 44**). The change in carotid-radial a. PWV between the groups was statistically significant ($p = 0.007$). Between visits 2 and 3, carotid-femoral a. PWV decreased in the study and control groups (-0.16 m/s vs. -0.04 m/s, respectively), but changes did not reach statistical significance between the groups or within the group. During the same period, CAVI, brachial MBP, AIx increased slightly in both groups without statistical significance. A decrease in aortic MBP was observed only in the control group, which averaged 0.1 mmHg, but the change did not reach statistical significance between the groups. When evaluating the changes in CCA IMT and the CCA β stiffness index between visits 2 and 3, statistical significance was not obtained within and between the groups, but the values of both parameters decreased more significantly in the study group. The observed change in CCA IMT averaged -11.04 μm in the study group and -0.27 μm in the control group (**Figure 45**). Between visits 2 and 3, the CCA β stiffness index decreased by an average of 0.10 in the study group, and increased by 0.05 in the control group. Detailed changes in the functional and structural parameters of the arterial wall after 6 months of home-based aET are presented in the **Table 27**.

Table 27. Changes in functional and structural arterial parameters after 6 months (between 2nd and 3rd visit)

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group			
2 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	2 visit	3 visit
PP in the aorta (mmHg)								
39.1 ± 7.3	38.5 ± 9.1	-0.5 ± 7.2	0.591	0.021	0.972	-0.1 ± 8.6	40.0 ± 9.1	39.9 ± 9.4
Carotid-radial a. PWV (m/s)								
8.01 ± 1.13	7.85 ± 1.14	-0.16 ± 1.23	0.377	0.007	0.814	-0.04 ± 1.19	8.80 ± 0.95	8.76 ± 1.06

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group			
2 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	2 visit	3 visit
Carotid-femoral a. PWV (m/s)								
7.64 ± 1.05	7.52 ± 1.12	-0.12 ± 1.13	0.461	0.210	0.965	-0.04 ± 1.26	7.91 ± 1.04	7.87 ± 1.26
Cardio-ankle vascular index								
6.91 ± 1.08	7.11 ± 1.01	0.20 ± 0.81	0.086	0.269	0.171	0.18 ± 0.77	7.36 ± 1.15	7.54 ± 0.89
Aortic MBP (mmHg)								
102.7 ± 9.3	103.2 ± 10.1	0.6 ± 6.1	0.229	0.443	0.949	-0.1 ± 9.5	101.0 ± 10.8	100.9 ± 19.2
Brachial MBP (mmHg)								
103.0 ± 7.1	104.1 ± 8.2	1.0 ± 7.0	0.361	0.108	0.108	1.6 ± 6.3	95.3 ± 7.5	96.9 ± 6.4
Aix (%)								
17.81 ± 9.70	18.52 ± 8.61	0.71 ± 5.54	0.408	0.235	0.068	1.21 ± 3.68	22.58 ± 8.88	23.79 ± 7.98
CCA IMT (µm)								
675.82 ± 88.35	664.78 ± 84.95	-11.04 ± 52.92	0.147	0.092	0.968	-0.27 ± 45.26	642.05 ± 92.92	641.78 ± 103.89
CCA β stiffness index								
4.10 ± 1.06	3.99 ± 1.04	-0.10 ± 1.04	0.502	0.267	0.739	0.05 ± 0.91	3.40 ± 1.25	4.04 ± 1.01

Abbreviations and explanations: PP - pulse pressures, PWV - pulse wave velocity, MBP - mean blood pressure, Aix - augmentation index, CCA IMT – common carotid artery intima–media thickness, CCA - common carotid artery. Data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * *p* value calculated within the group using paired samples T-test. Student's t-test for normally distributed continuous data or the Wilcoxon signed-rank test for non-normally distributed continuous data. ** *p* value calculated between the groups using multiple linear regression (dependent variable at 8 months adjusted for age, sex, group, systolic blood pressure at 2 months and dependent variable at 2 months).

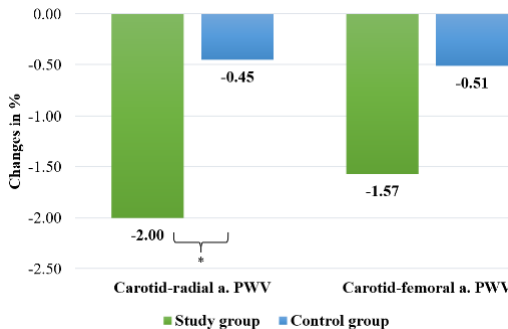


Figure 44. Percentage changes in pulse wave velocities after 6 months

Abbreviations and explanations: PWV - pulse wave velocity. * Statistically significant difference within group ($p < .05$).

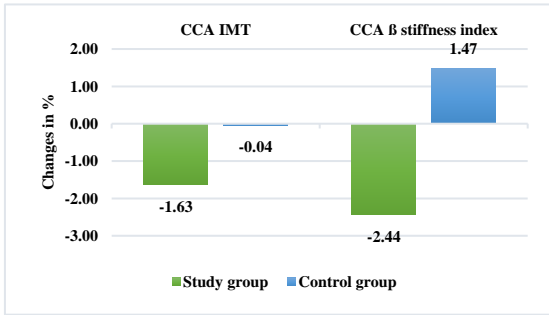


Figure 45. Percentage changes in parameters of the carotid artery after 6 months

Abbreviations and explanations: CCA IMT – common carotid artery intima-media thickness, CCA - common carotid artery. * Statistically significant difference within group ($p < .05$).

When evaluating changes in carotid-radial a. PWV and carotid-femoral a. PWV after 8 months, dividing the values of these parameters between visits 2 and 3 into categories, statistical significance was not obtained within the groups (**Tables 28-29**). However, during the 3rd visit, there were 74.5% subjects in the study group, whose carotid-radial a. PWV value was < 9 m/s, and in the control group there were 57.2% of such subjects.

Table 28. Changes in carotid-radial artery pulse wave velocity after 6 months (between 2nd and 3rd visit) by categorizing values

Carotid-radial a. PWV:	Study group			Control group		
	2 visit	3 visit	<i>p</i> value	2 visit	3 visit	<i>p</i> value
≥ 10 m/s (%)	7.8	14.6	0.401	15.5	19.1	0.761
9–9.9 m/s (%)	12.5	10.9		31	23.8	
8–8.9 m/s (%)	34.4	20		29.3	38	
7–7.9 m/s (%)	31.3	36.4		20.7	14.3	
< 7 m/s (%)	14	18.1		3.5	4.8	

Abbreviations: PWV - pulse wave velocity.

Table 29. Changes in carotid-femoral artery pulse wave velocity after 6 months (between 2nd and 3rd visit) by categorizing values

Carotid-femoral a. PWV:	Study group			Control group		
	2 visit	3 visit	<i>p</i> value	2 visit	3 visit	<i>p</i> value
≥ 10 m/s (%)	1.6	3.6	0.234	4.7	7.9	0.789
9–9.9 m/s (%)	6.3	18.2		12.5	11.8	
8–8.9 m/s (%)	31.3	20		28.1	27.4	
7–7.9 m/s (%)	28	27.3		35.9	27.4	
< 7 m/s (%)	32.8	30.9		18.8	25.5	

Abbreviations: PWV - pulse wave velocity.

4.3.8. Changes in Daily Physical Activity Levels

When assessing the change in daily PA levels between visits 2 and 3 from questionnaire data, a statistically non-significant decrease in total PA levels was obtained on average by 8.98% in the study group and 7.26% in the control group. Sitting time per day decreased in both groups, although not significantly. In the study group, sitting time decreased more significantly and the change reached an average of -10.34%, while in the control group the change reached -3.99% (Table 30, Figure 46).

Table 30. Changes in daily physical activity levels after 6 months (between 2nd and 3rd visit)

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group			
2 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	2 visit	3 visit
Total physical activity (min/day)								
177.27 ± 200.12	161.36 ± 193.16	-15.91 ± 69.53	0.465	0.076	-48.75 ± 342.06	671.79 ± 494.52	623.04 ± 376.52	
Sitting time (min/day)								
290.00 ± 144.35	260.00 ± 177.87	-30.00 ± 70.06	0.234	0.176	-18.1 ± 171.67	453.10 ± 268.97	435.00 ± 241.13	

Explanations: data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$).

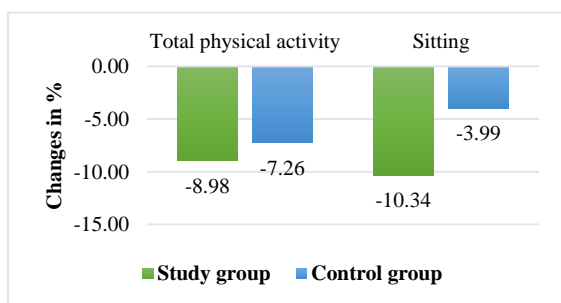


Figure 46. Percentage changes in daily physical activity levels after 6 months

4.3.9. Changes in Motivation for Physical Activity

After 6 months, between the 2nd and 3rd visit, an analysis of the changes in the motivations for PA was performed based on the questionnaire data. In both groups, the scores for enjoyment and revitalization motives (3.27% vs. 7.14%, respectively), appearance/weight motives (4.44% vs. 5.92%, respectively), and fitness motives (2.50% vs. 5.66%, respectively) increased without statistical significance. After 6 months, the scores for health motives increased only in the study group, with an average change of 2.84%, while in the control group the value of this motive decreased by 0.25%. The scores for social engagement motives significantly increased in the control group, with an average change of 12.44% ($p = 0.034$). Detailed changes in motives for PA after 6 months are presented in **Table 31** and **Figure 47**.

Table 31. Changes in motives for physical activity after 6 months (between 2nd and 3rd visit)

Study group				<i>p</i> value between the groups **	Control group			
2 visit	3 visit	Change	<i>p</i> value *		<i>p</i> value *	Change	2 visit	3 visit
Enjoyment and revitalization motives (scores)								
4.28 ± 0.60	4.42 ± 0.95	0.14 ± 0.56	0.408	0.798	0.078	0.22 ± 0.68	3.08 ± 1.13	3.30 ± 1.13
Social engagement motives (scores)								
4.40 ± 0.97	4.50 ± 0.97	0.10 ± 0.32	1.000	0.421	0.034	0.27 ± 0.63	2.17 ± 1.43	2.44 ± 1.31
Health motives (scores)								
4.57 ± 0.52	4.70 ± 0.64	0.13 ± 0.50	0.583	0.363	0.930	-0.01 ± 0.54	4.02 ± 0.82	4.01 ± 0.89
Appearance / weight motives (scores)								
4.05 ± 1.15	4.23 ± 0.96	0.18 ± 1.03	0.572	0.690	0.058	0.21 ± 0.59	3.55 ± 1.25	3.76 ± 1.14
Fitness motives (scores)								
4.00 ± 1.49	4.10 ± 1.29	0.10 ± 1.73	1.000	0.969	0.118	0.21 ± 0.72	3.71 ± 1.19	3.91 ± 1.16

Explanations: data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * *p* value calculated within the group using paired samples T-test. Student's *t*-test for normally distributed continuous data or the Wilcoxon signed-rank test for non-normally distributed continuous data. ** *p* value calculated between the groups using multiple linear regression (dependent variable at 8 months adjusted for age, sex, group and dependent variable at 2 months).

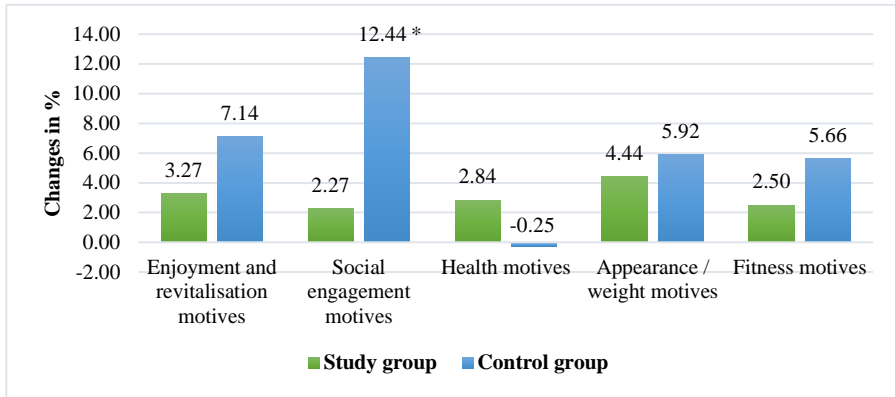


Figure 47. Percentage changes in motives for physical activity after 6 months
 Explanations: * Statistically significant difference within group ($p < .05$).

4.3.10. Assessment of Optimal Values of Changes in Cardiovascular Risk Factors and Metabolic Syndrome Parameters

In order to determine the effect of the 6-month home-based aET program with smart devices (between visits 2 and 3), the ROC curve analysis method was applied and thresholds of the analyzed parameters were determined. Based on the ROC method, statistically significant optimal threshold change values of HDL-Chol, CCA IMT and training HR were determined, which separate the study and control groups with the highest accuracy. The odds ratio was calculated to obtain, how many times the subjects in the study group had a higher chance than the control group to achieve the optimal change in particular cardiometabolic parameter.

HDL-Chol: the ROC method determined the optimal value of HDL-Chol change – an increase of ≥ 0.07 mmol/L. At this point, the sensitivity is 0,697, the specificity is 0.656, and the area under the ROC curve is 0.651 (**Figure 48**). The odds ratio of an increase in HDL-Chol of ≥ 0.07 mmol/L at 6 months for subjects in the study group is 3.47 compared to subjects in the control group [1,44–8,35] ($p = 0,006$).

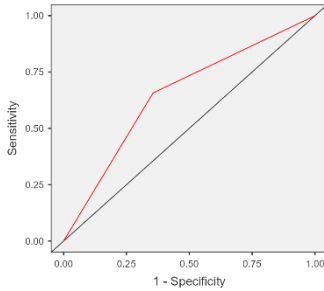


Figure 48. ROC curve for the threshold value of change in high-density lipoprotein cholesterol after 6 months

CCA IMT: the ROC method determined the optimal value of CCA IMT – a decrease of $\geq 29 \mu\text{m}$. At this point, the sensitivity is 0,677, the specificity is 0,554, and the area under the ROC curve is 0,616 (**Figure 49**). The odds ratio for a decrease in CCA IMT of $\geq 29 \mu\text{m}$ at 6 months for subjects in the study group is 2,61 compared to subjects in the control group [1,06–6,40] ($p = 0,036$).

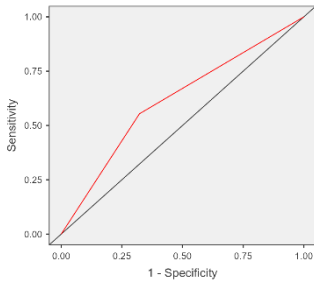


Figure 49. ROC curve for the threshold value of change in common carotid artery intima-media thickness after 6 months

Training HR: the ROC method determined the optimal value of training HR – a decrease of $\geq 1 \text{ bpm}$. At this point, the sensitivity is 0,603, the specificity is 0,737, and the area under the ROC curve is 0,670 (**Figure 50**). The odds ratio for a decrease in training HR of $\geq 1 \text{ bpm}$ at 6 months for subjects in the study group is 4,26 compared to subjects in the control group [1,74-10,41] ($p = 0,001$).

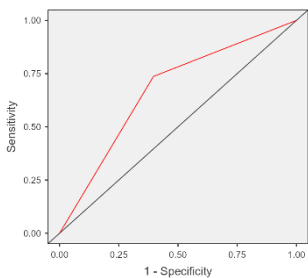


Figure 50. ROC curve for the threshold value of change in training heart rate after 6 months

4.3.11. Correlations Between Analyzed Parameters in the Study Group

In this study, after 6 months of the home-based aET program (between visits 2 and 3), the correlations between changes in anthropometric and hemodynamic parameters of MetS components, functional and structural parameters of the arterial wall, CRF parameters and scores of motives for PA were examined in the study group (**Table 32**). The highest correlation coefficient, indicating a statistically significant and positive association at 6 months, was obtained between changes in VO₂ max and health motive scores ($\rho = 0.973$, $p = 0.005$). A statistically significant positive correlation was found between changes in carotid-femoral a. PWV and aortic MBP after 6 months ($\rho = 0.488$, $p = 0.003$). In the study group, the reduction in carotid-radial a. PWV was significantly positively correlated with the decrease in carotid-femoral a. PWV ($r = 0.447$, $p = 0.004$), PP in the aorta ($r = 0.428$, $p = 0.003$) and systolic BP ($r = 0.421$, $p = 0.008$).

Table 32. Correlations with the highest statistical significance between changes in the studied parameters after 6 months in the study group (between 2nd and 3rd visit)

Parameter	Correlation coefficient	<i>p</i> value
Δ VO ₂ max and Δ Health motives	0.973**	0.005
Δ VO ₂ max and Δ MET	0.953**	<.001
Δ Weight and Δ BMI	0.937*	<.001
Δ T-Chol and Δ LDL-Chol	0.895*	<.001
Δ Systolic BP and Δ Diastolic BP	0.711*	<.001
Δ BMI and Δ Waist circumference	0.618*	<.001
Δ Weight and Δ Waist circumference	0.534*	<.001
Δ T-Chol and Δ TG	0.502*	0.002
Δ Systolic BP and Δ Aortic MBP	0.497**	<.001
Δ Diastolic BP and Δ Aortic MBP	0.476**	0.002
Δ Aortic MBP and Δ Carotid-femoral a. PWV	0.448**	0.003
Δ Carotid-radial a. PWV and Δ Carotid-femoral a. PWV	0.447*	0.004
Δ Carotid-radial a. PWV and Δ PP in the aorta	0.428*	0.003
Δ Carotid-radial a. PWV and Δ Systolic BP	0.421*	0.008

Explanations: Δ - value of the parameter change, VO₂ max – maximal oxygen consumption, MET – metabolic equivalent, BMI - body mass index, T-Chol - total cholesterol, LDL-Chol – low density lipoprotein cholesterol, BP - blood pressure, TG – triglycerides, MBP - mean blood pressure, PWV - pulse wave velocity, PP - pulse pressure. * Pearson's r; ** Spearman's rho.

4.3.12. Interrelationships of the Change in Arterial Stiffness

In order to further investigate the dependence of the significant carotid-radial a. PWV change after 6 months of the home-based aET program on other parameters during the same period in the study group, we performed a univariate linear regression analysis of the change of carotid-radial a. PWV. The univariate linear regression analysis demonstrated that the decrease in carotid-radial a. PWV in the study group was significantly dependent on the changes in aortic PP, carotid-femoral a. PWV, systolic BP and aortic MBP, which respectively explained 16.4%, 17.8%, 15.5% and 11.2% of variations in carotid-radial a. PWV change after 6 months (**Table 33**).

Table 33. Univariate linear regression for the change in carotid-radial artery pulse wave velocity (as a dependent variable) in the study group during 6 months (between 2nd and 3rd visit)

Independent variables	Standardized beta coefficient	95% CI for beta coefficient		<i>p</i> value	R ²	Adjusted R ²
Δ PP in the aorta	0.428	0.150	0.706	0.003	0.183	0.164
Δ Carotid-femoral a. PWV	0.447	0.153	0.741	0.004	0.200	0.178
Δ Systolic BP	0.421	0.190	0.723	0.008	0.178	0.155
Δ Aortic MBP	0.365	0.075	0.655	0.015	0.133	0.112

Explanations: Δ - value of the parameter change, PP – pulse pressure, PWV - pulse wave velocity, BP - blood pressure, MBP - mean blood pressure. Beta – standardized regression coefficient, CI - confidence interval, R² - coefficient of determination.

Multiple linear regression models were created assessing the dependence of the change in carotid-radial a. PWV on changes in other correlated parameters between visits 2 and 3 in the study group (**Table 34**). A multiple linear regression model, that included changes in carotid-femoral a. PWV, aortic PP, systolic BP, and aortic MBP, explained 18.9% of the variation in carotid-radial a. PWV change after 6 months (total model $p = 0.038$). Most of the variation in carotid-radial a. PWV change at 6 months was explained by a multiple regression model, that included changes in aortic PP and carotid-femoral a. PWV. This model explained 24.4% of the variation in carotid-radial a. PWV change after 6 months (overall model $p = 0.002$).

Table 34. Multiple regression models for the change in carotid-radial artery pulse wave velocity (as a dependent variable) in the study group during 6 months (between 2nd and 3rd visit)

Models	Standardized beta coefficient	95% CI for beta coefficient		p value	R ²	Adjusted R ²	Model p value
Model 1							
Δ Carotid-femoral a. PWV	0.282	-0.074	0.637	0.116	0.287	0.189	0.038
Δ PP in the aorta	0.256	-0.115	0.626	0.169			
Δ Systolic BP	0.334	-0.071	0.738	0.103			
Δ Aortic MBP	-0.134	-0.562	0.294	0.526			
Model 2							
Δ Carotid-femoral a. PWV	0.349	0.034	0.664	0.031	0.299	0.231	0.011
Δ PP in the aorta	0.190	-0.152	0.533	0.265			
Δ Systolic BP	0.261	-0.073	0.594	0.122			
Model 3							
Δ PP in the aorta	0.299	0.003	0.594	0.048	0.284	0.244	0.002
Δ Carotid-femoral a. PWV	0.373	0.078	0.668	0.015			
Model 4							
Δ PP in the aorta	0.330	0.017	0.643	0.040	0.236	0.197	0.005
Δ Aortic MBP	0.242	-0.071	0.555	0.126			
Model 5							
Δ Carotid-femoral a. PWV	0.389	0.082	0.697	0.015	0.269	0.224	0.007
Δ Systolic BP	0.334	0.026	0.642	0.035			

Explanations: Δ - value of the parameter change, PWV - pulse wave velocity, PP – pulse pressure, BP - blood pressure, MBP - mean blood pressure. Beta – standardized regression coefficient, CI - confidence interval, R² - coefficient of determination.

The change in carotid-radial a. PWV and carotid-femoral a. PWV in the study group between visits 2 and 3 was evaluated, with the values of these parameters after visit 2 divided into quartiles (**Tables 35-36**). The change in carotid-radial a. PWV after 6 months of the home-based aET program was statistically significantly different between the different carotid-radial a PWV quartiles ($p < 0.001$), also after adjusting the calculations for the change in systolic BP between visits 2 and 3 ($p = 0.005$). A decrease in carotid-radial a. PWV after 6 months was observed if the value of this parameter before the home-based aET was in the III quartile and reached ≥ 8.10 m/s. The change in carotid-femoral a. PWV between visits 2 and 3 was also statistically

significant ($p = 0.027$), when assessed by different quartiles of carotid-femoral a. PWV. The significance of the change remained even after adjusting the calculations for the change in systolic BP between visits 2 and 3 ($p = 0.039$). A decrease in carotid-femoral a. PWV after 6 months was observed if the value of this parameter before the home-based aET was in the III quartile and reached ≥ 7.60 m/s.

Table 35. Change in carotid-radial artery pulse wave velocity between visits 2 and 3, evaluating the values of this parameter in quartiles after visit 2 in the study group

Quartiles	Carotid-radial a. PWV (m/s) after visit 2	Change (m/s)	<i>p</i> value*	<i>p</i> value**
I	< 7.40	0.87 ± 0.92	< 0.001	0.005
II	7.40 - 8.09	0.01 ± 0.73		
III	8.10 - 8.69	-0.65 ± 1.12		
IV	≥ 8.70	-0.93 ± 1.34		

Explanations: PWV - pulse wave velocity. Data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * ANCOVA, ** ANCOVA adjusted for the change in systolic blood pressure between visits 2 and 3.

Table 36. Change in carotid-femoral artery pulse wave velocity between visits 2 and 3, evaluating the values of this parameter in quartiles after visit 2 in the study group

Quartiles	Carotid-femoral a. PWV (m/s) after visit 2	Change (m/s)	<i>p</i> value*	<i>p</i> value**
I	< 6.80	0.43 ± 0.82	0.027	0.039
II	6.80 - 7.59	0.34 ± 0.93		
III	7.60 - 8.39	-0.42 ± 1.10		
IV	≥ 8.40	-0.72 ± 1.24		

Explanations: PWV - pulse wave velocity. Data are presented as mean ± Standard deviation or %. *p* value in bold denotes a statistically significant difference ($p < .05$). * ANCOVA, ** ANCOVA adjusted for the change in systolic blood pressure between visits 2 and 3.

5. DISCUSSION

The objective of this study was to compare the effect of two PA care models applied to individuals with MetS: the conventional model, where after the ambulatory aET with direct medical staff supervision, only PA recommendations for home-based training are later provided; and the combined PA care model, where after the ambulatory aET, not only PA recommendations but also the home-based aET program using smart devices is implemented. In order to make such a comparison, an original, interactive PA care model consisting of several different components was developed in collaboration with IT specialists during the preparation phase of this study. One of the most important components of the interactive PA care model is an original mobile application "InMedica Cardio" for home-based aET, linked to a smartphone and a wearable HR monitor. The algorithm for PA compliance, which was integrated in the application, enabled a person to maintain an individually selected PA intensity during training by monitoring HR in real time and keeping it within the training limits. Another component of the interactive PA care model, "Cardio training portal", allowed both the person and the researcher to monitor the PA data accumulated in the computerized diary of all registered workouts, to assess changes in cardiometabolic risk using a special computerized protocol. The study group individuals with increased cardiometabolic risk initially participated in the 2-month ambulatory aET program under the direct supervision of medical staff. Following this, a newly developed interactive PA care model was implemented for the next 6 months in a home-based setting. The interactive PA care model allowed to combine directly supervised ambulatory aET and remotely supervised home-based aET, using self-monitoring devices and the original mobile application, into one individually tailored 8-month aET program. The main goal of this 8-month aET program was to enhance the motivation among individuals with increased cardiometabolic risk to engage in daily PA, and improve the adherence to PA recommendations, by properly performing aET, which is especially beneficial for health.

A comparison of the effectiveness of two PA care models was performed by evaluating the changes in the main cardiometabolic parameters, structural and functional parameters of the anterior wall, CRF, and questionnaire data among individuals with MetS. Initially, all individuals from both the study and control groups participated in the 2-month ambulatory aET program with direct medical staff supervision. After 2 months, all individuals participated in the main motivational consultation, where standard PA recommendations for

home-based aET were provided. During the 6-month home-based aET program, only the study group subjects exercised using self-monitoring devices in combination with an original mobile application in addition to following PA recommendations, whereas the control group subjects exercised only according to the provided standard PA recommendations. All subjects from both groups were evaluated before the 2-month ambulatory aET program (visit 1), before the 6-month home-based aET program (visit 2), and after the entire 8-month aET program (visit 3). To evaluate the effectiveness of the entire 8-month aET program, changes in parameters were analyzed between visits 1 and 3. To evaluate the effectiveness of the 6-month home-based aET program, changes in parameters were analyzed between visits 2 and 3.

5.1. The Effects of the Entire Aerobic Exercise Training Program and the Home-Based Aerobic Training on Cardiorespiratory Fitness

The recognized selection and assessment of aET intensity are based on individual CRF parameters: VO_2 max and HR max⁷²⁻⁷⁴. Individual CRF is considered an independent risk factor for mortality from CVD⁷⁵. It has been established that improving the VO_2 max value by at least 3.5 ml/kg/min reduces the risk of fatal CV events by 19%⁷⁵. Our study participants' CRF parameters, VO_2 max and MET, were assessed before and after the entire 8-month aET program, which consisted of a 2-month ambulatory aET followed by a 6-month home-based aET. In both the study and control groups, a statistically significant increase in VO_2 max was observed, with the improvement being slightly more significant in the study group compared to the control group (11.71%, $p < 0.001$ vs. 8.51%, $p < 0.001$, respectively). Similarly, MET value increased in both groups, but again, after 8 months, the change in this parameter was slightly greater in the study group than in the control group (11.13%, $p < 0.001$ vs. 7.82%, $p = 0.002$, respectively). The relatively consistent increase in VO_2 max and MET in both the study and control groups appears to be associated with the fact that, at the beginning of the program, the participants underwent a 2-month aET program with direct medical staff supervision, adjusting exercise intensity based on the training HR. Only the study group participants engaged in a home-based aET the subsequent 6 months, maintaining their exercise intensity based on the training HR using smart devices. This allowed the study group participants to achieve a significant reduction in training HR after the entire 8-month aET program, averaging 3.5 bpm (-3.44%, $p = 0.007$). The training HR in the control group even increased after 8 months, on average by 1.5 bpm, so the

changes in this parameter differed significantly between the groups ($p < 0.001$). Based on the ROC analysis, the optimal value of the training HR change was determined – a decrease ≥ 2 bpm (sensitivity – 0.603, specificity – 0.735). Subjects in the study group were even 4.23 times more likely to achieve an optimal reduction in training HR after 8 months of the aET program than subjects in the control group ($p = 0.002$).

No other studies were found that assessed changes in CRF parameters in individuals at increased cardiometabolic risk following the aET program that combined ambulatory and home-based aET with the use of smart devices. Most studies evaluated changes in CRF parameters after ambulatory aET programs with direct medical staff supervision. Kang et al. examined the effects of a 12-week aET program in subjects with MetS and found that only the exercise group subjects significantly increased their VO_2 max ($p < 0.001$), while no significant change was obtained in the control group subjects¹⁹⁰. When investigating the impact of interval aET, a 14% increase in VO_2 max and a significant reduction in training HR ($p < 0.05$) were observed in individuals with MetS⁸⁹, similar to the findings in our study group. In a meta-analysis published in 2017, it was reported that in studies investigating the impact of aET programs, there was an average increase of 3 ml/kg/min in VO_2 max for individuals with MetS ($p < 0.000001$)¹⁵⁶. Subsequent studies have also observed significant increases in VO_2 max in subjects with obesity and/or MetS following aET programs with direct medical staff supervision, while maintaining appropriate exercise intensity^{70,92,189,218}, as well as after longer-term lifestyle programs involving aET^{219,220}. When comparing two aET programs of different intensities, high intensity interval training (HIIT) and moderate-intensity continuous training (MICT), for individuals with increased cardiometabolic risk, both programs significantly increased VO_2 max in a similar manner^{221–223}. A significant increase in VO_2 max was also observed by Bagheri et al. study in overweight or obese subjects after various combinations of aET and strength training compared to the control group²²⁴. Norha et al. attempted to determine whether individuals with MetS show significant improvement in CRF without increasing PA levels, but by reducing sitting time by at least 1 hour daily for 6 months²²⁵. The results from these researchers demonstrated that solely reducing sitting time, without a significant increase in PA levels, did not improve VO_2 max. However, an increase in the number of daily steps was found to increase VO_2 max²²⁵. Nevertheless, it is crucial to maintain an adequate level of PA to ensure the stability of CRF. In a study by Ramirez-Jimenez et al., individuals with overweight who discontinued regular aET for just 3 weeks experienced a decrease in VO_2 max (change from 2.81 ± 0.54 to 2.65 ± 0.53 ml/kg/min, $p = 0.002$)²²⁶. Therefore, considering the results of the previously discussed studies, our study did not focus on the effectiveness of the ambulatory 2-month aET program in improving CRF in

patients with MetS. Instead, we examined the impact of a combined aET program, integrating ambulatory aET and home-based aET, on CRF parameters.

In our study, we examined changes in CRF parameters, between visits 2 and 3, which corresponded to the 6-month home-based aET program period, in which the study group subjects exercised using a HR monitor and a smartphone with the installed application, and control group subjects exercise as usual based only on the standard PA recommendations provided. Nonetheless, in both the study and control groups, there was a slight decrease in VO_2 max (-0.63% vs. -1.12%, respectively) and a decrease in MET values (-0.96% vs. -1.75%, respectively) after 6 months, but these changes did not reach statistical significance. This suggests that individuals in both groups exercised less intensively at home than during the 2-month ambulatory aET program, which was administered to all subjects prior to the 6-month home-based aET program. However, between visits 2 and 3, which corresponded to the 6-month home-based aET program period, only the study group obtained a statistically significant reduction in training HR, by an average of 2.5 bpm ($p = 0.012$). The change in this parameter was significantly different between the study and control groups (-2.50% vs. -0.35%, respectively, $p = 0.005$). According to the ROC analysis, the optimal value of the training HR change was determined - a decrease ≥ 1 bpm (sensitivity - 0.603, specificity - 0.737). In comparison to the control group, individuals in the study group were up to 4.26 times more likely to achieve an optimal reduction in training HR after 6 months ($p = 0.001$). An interesting finding was that the change in VO_2 max after 6 months in the study group was significantly positively correlated with the change in the scores for health motive after 6 months ($\rho = 0.973$, $p = 0.005$). Thus, the improvement in CRF in the study group was clearly associated with a higher motivation to improve health parameters.

Changes in CRF parameters for individuals with increased cardiometabolic risk following various remotely monitored aET programs have only been investigated relatively recently. A study published in 2019 compared three 12-week aET programs: 1) laboratory-based supervised HIIT, 2) virtually supervised home-MICT, 3) home-HIIT without any supervision⁹¹. A significant increase in VO_2 max was observed in all three program groups for the participants ($p < 0.001$), indicating that HIIT performed at home may not be inferior to conventional, ambulatory aET in improving CRF for individuals with obesity and increased CVD risk⁹¹. Another study conducted in the same year with overweight individuals diagnosed with DM demonstrated that a 24-week lifestyle program, incorporating a smartphone-based PA encouraging game, significantly improved the participants' CRF measured by VO_2 max at VT1 ($p < 0.001$)²²⁷. In a pilot study, individuals with MetS engaged in a home-based aET for 12 weeks, using the "Polar Beat" mobile application

downloaded onto a smartphone and an optical HR monitor (*Polar M430 GPS, Polar Electro Oy, Kempele, Finland*). This intervention resulted in a 15% increase in their VO_2 max (4.7 ± 8.4 mL/kg/min, $p < 0.05$)²²⁸. However, the aforementioned study did not include a control group. A prospective study by Morales-Palomo et al. demonstrated that individuals with MetS, who participated in a 4-month home-based aET program using a stationary bicycle and a wrist-worn PA tracking device (*Polar Electro Oy, Kempele, Finland*), demonstrated a significant improvement in CRF after 5 years from the start of the study (an average increase of 1.1 MET, $p < 0.001$). In contrast, the control group, consisting of former participants, showed a decrease in CRF (an average decrease of 0.5 MET, $p = 0.025$)²²⁹. In a study conducted in 2022, individuals with MetS were assigned to three different 6-month lifestyle programs: 1) conventional diet, 2) Mediterranean diet with increased frequency of meals, 3) Mediterranean diet combined with aET with remote and direct medical staff supervision²³⁰. All study participants were instructed to achieve no less than 10,000 steps per day, and for this purpose, each participant was provided with an accelerometer (*ActiGraph wGT3X-B; Pensacola, Florida, USA*)²³⁰. This study demonstrated that CRF improved for individuals with MetS, who participated in the Mediterranean diet and aET program²³⁰. Meanwhile, dietary adjustments were not applied to the participants in our study. No other studies evaluating changes in training HR after home-based aET with remote supervision for individuals with increased cardiometabolic risk were found. Therefore, the noteworthy improvement in training HR observed in the study group in our study stands out as one of the pioneering outcomes in this field. Based on the studies discussed, it becomes evident that home-based aET with remote supervision holds potential for improving CRF in individuals with increased cardiometabolic risk.

5.2. The Effects of the Entire Aerobic Exercise Training Program and the Home-Based Aerobic Training on Anxiety and Depression Levels

An association between depressive or anxiety symptoms and certain components of MetS, such as abdominal obesity, subclinical signs of atherosclerosis and impaired glucose metabolism, has been established^{231–233}. There is research that links MetS more to depressive symptoms than to anxiety^{205,206}. Despite conflicting observations, compared to the general population, there are more cases of anxiety and depression among individuals with MetS²³⁴, so it is important to find effective measures that reduce the level of anxiety and depression in these individuals.

Our study examined the effects of an 8-month aET program consisting of 2-month ambulatory aET followed by a 6-month home-based aET program on anxiety and depression levels in individuals with MetS. After 8 months, anxiety and depression scores decreased statistically significantly only in the study group ($p = 0.008$ and $p = 0.001$, respectively). The anxiety level in the study group decreased by an average of 1.72 points, and the depression level by 1.40 points. After 8 months of the aET program, there were no significant changes in anxiety and depression scores in the control group. The longer follow-up period allowed our study to obtain a significant change in anxiety and depression scores in the study group. Although at the beginning of the program, the subjects of both groups performed aET with direct medical staff supervision for 2 months, only the study group subjects used smart devices for home-based aET for the remaining 6 months of the program.

No other study was found that analyzed the effects of a combined care aET program that consisted of ambulatory and home-based aET with the use of smart devices on depressive and anxiety symptoms in individuals with MetS. Most data have been collected on the impact of ambulatory aET programs on psycho-emotional condition of patients with DM. In the study conducted by Maharaj et al., women with DM, who participated in the 12-week treadmill-based aET program demonstrated improvements in anxiety and depression scores compared to the control group. The control group participants, in contrast, only participated in remote lectures focusing on topics such as healthy eating, DM, and psychosocial health²³⁵. In another study, a 12-week aET program with direct medical staff supervision was implemented, focusing on aquatic exercises adjusting their intensity based on the data of PA monitoring device. This intervention resulted in a significant reduction of depression levels by 57% and anxiety levels by 41% among patients with DM, as assessed using the Beck Depression and Anxiety Inventories¹⁶³. However, the aforementioned study did not include a control group. When comparing a 12-week aquatic aET program with a 12-week dry-land aET program, it was found that both programs significantly improved psychological aspects related to quality of life for patients with DM ($p < 0.05$). However, neither program significantly changed levels of depression, as assessed by the Beck Depression Inventory scores¹⁶². In a study by Gilani et al., a 12-week aET program combined with strength training showed a significant reduction in anxiety levels for participants with DM ($p = 0.044$), with no significant change in depression levels ($p = 0.078$)¹⁶¹. Nevertheless, some studies have indicated that aET programs with direct medical staff supervision can reduce depression levels in patients with DM^{164,236}. Therefore, the impact of ambulatory aET

programs on the psychosocial well-being of patients with DM still varies across studies.

Several studies have shown a positive impact of lifestyle programs incorporating directly supervised aET on anxiety and depression levels in overweight individuals^{168,170}. However, there is still a lack of data on the changes in anxiety and depression levels in individuals with MetS following ambulatory aET programs. Specifically, Morga et al. included women with MetS in their 12-week aET program and found that after the program, participants experienced a 37% reduction in depression levels, as assessed by the Geriatric Depression Scale scores (GDS-15), and a 23% decrease in stress levels, as measured by the Stress Level Questionnaire (SLQ) (both $p < 0.01$)¹⁵⁸. However, the discussed study was observational and lacked a control group for comparison. Our research group conducted a prospective study to evaluate the effects of a 2-month ambulatory aET program on the psychosocial condition of individuals with MetS, which was applied to all participants in our study²³⁷. The results indicated that the 2-month aET program with direct supervision significantly reduces the level of depression in MetS patients, as assessed by the HADS questionnaire scores ($p = 0.021$)²³⁷. Thus, by implementing an effective ambulatory 2-month aET program and extending the program for an additional 6 months with home-based aET, supported by remote supervision, in this study we significantly reduced not only depression but also anxiety levels in individuals with MetS. To our knowledge, the results obtained in this doctoral thesis are among the first in this field.

Changes in anxiety and depression levels, as assessed by the HADS questionnaire, were evaluated in our study after the 6-month home-based aET program in which subjects in the study group were remotely supervised using smart devices. Although changes within the study and control groups did not reach statistical significance after 6 months, only in the study group the level of anxiety and depression decreased (-20.87% and -8.78%, respectively), while the level of anxiety and depression increased in the control group (7.44% and 6.53%, respectively). The obtained result showed that the home-based aET with remote supervision using PA self-monitoring devices have a positive effect on the psycho-emotional condition in subjects with MetS.

Similar to our study, another research group did not observe a significant difference between the exercise and control groups for changes in depression and anxiety levels in individuals with MetS after 6 months of independent aET telemonitoring using smartphones with an application^{174,175}. Both the exercise and control groups showed a significant reduction in depression and anxiety scores according to the HADS questionnaire after 6 months (both groups $p <$

0.01). However, it was emphasized that the changes in parameters were more significant in those who participated in the program. Another 6-month electronic cardiometabolic risk reduction program using video conferencing and educational recordings in obese individuals did not significantly reduce stress and other psychoemotional health parameters, as assessed by the PHQ-9 and GAD-7 questionnaires and the Perceived Stress Scale²⁷⁷. However, positive changes in stress and other psycho-emotional health parameters were more significant among subjects, who were immediately enrolled in the program than among those, who were enrolled in the program after a waiting period²³⁸. In 2023, a pilot study was carried out in patients with MetS, who were telemonitored for 12 weeks of home-based aET, using practically the same smart devices as in our study: a chest-mounted HR monitor Polar H10 or a wrist-mounted optical HR monitor-watch Polar M430 GPS, connected to a smartphone with the Polar Beat PA tracking application (*Polar Electro Oy, Kempele, Finland*)²²⁸. In the aforementioned study, the level of depression in patients with MetS after 12 weeks, as assessed by the Beck Depression Inventory, did not change significantly²²⁸, but no control subjects were included. It is worth noting that in our study, subjects in the study group used a special mobile application for PA self-monitoring in addition to smart devices. Taylor et al. were also unable to demonstrate a significant change in anxiety and depression levels for obese individuals with AH, prediabetes, or DM, even after implementing a 1-year lifestyle electronic program that encouraged participants to use a pedometer to increase their PA levels²³⁹. While in the mentioned studies home-based aET with remote monitoring did not significantly impact the depression and anxiety levels of individuals with increased cardiometabolic risk, there are still studies where the use of smart devices, coupled with more flexible lifestyle programs, demonstrated a positive effect^{177,179,240,241}. In 2023, Khunti et al. published study showed that in women with gestational diabetes, a 1-year lifestyle program using a mobile application with step tracking and PA promotion tools significantly reduced their anxiety levels ($p = 0.031$)²⁴⁰. Another study, also conducted in 2023, applied virtual reality exercises for 8 weeks to overweight women²⁴¹. The intervention group performed aET on a stationary bike, while the control group received no intervention²⁴¹. The aforementioned study showed a significant reduction in depression levels after 8 weeks of virtual reality exercises in overweight women²⁴¹. Thus, it can be seen that changes in the level of depression and anxiety can greatly depend on the applied methodology of the aET program. The lifestyle program, in which the connection between the subject and the researcher is interactively supported

by smart devices, allows to significantly improve the psycho-emotional condition of persons with increased cardiometabolic risk. The 6-month home-based aET program in our study was also interactive, as subjects in the study group could use not only a smartphone application that regularly displayed comments on the achieved parameters, congratulatory and motivational messages, but also a "Cardio training portal" with a computerized protocol for assessment and monitoring of a person's cardiometabolic risk and PA. Additionally, participants in the study group had the option to directly contact the researcher and discuss any arising questions if needed.

5.3. The Effects of the Entire Aerobic Exercise Training Program and the Home-Based Aerobic Training on Hemodynamic Parameters

In this study, we analyzed the changes in hemodynamic parameters - systolic BP, diastolic BP and resting HR - in subjects with MetS after the entire 8-month aET program, starting with the 2-month ambulatory aET with direct medical staff supervision, and followed by the 6-month home-based aET, during which only the study group subjects exercised using smart devices. Systolic BP decreased by an average of 1.9 mmHg in the study group, but the decrease in this parameter was statistically significant in the control group, with a mean change of 4.2 mmHg ($p = 0.008$). There was a significant difference between the groups in the change in diastolic BP after 8 months ($p = 0.033$), in this case a slightly more significant decrease in the parameter was observed in the study group compared to the control group (-4.4 mmHg, $p = 0.002$ vs. -3.8 mmHg $p < 0.001$). Although there was no significant decrease in systolic BP in the study group, and a decrease in diastolic BP was observed in both groups, it is worth noting that at the beginning of the study, mean values of systolic BP and diastolic BP differed significantly between the groups and they were higher in the study group. Moreover, it has been estimated that even a small decrease in systolic BP, on average by 2-3 mmHg, achieved through regular PA, can already lead to a 5-9% risk reduction for the development of CVD, an 8-14% risk reduction for stroke, and a 4% reduction in overall mortality²⁴².

Many studies investigating hemodynamic changes in individuals with increased cardiometabolic risk after physical training have only applied ambulatory aET without combining it with home-based aET using smart devices^{89,90,92,190,243-245}. A meta-analysis of 17 clinical trials showed that regular aET significantly reduced systolic BP and diastolic BP in type 2 DM patients ($p < 0.001$)²⁴⁶. The study by Slivovskaja et al., specifically analyzing

hemodynamic changes in 126 individuals with MetS after the 2-month ambulatory aET program with direct medical staff supervision, demonstrated a significant reduction not only in systolic BP ($p < 0.015$), diastolic BP ($p = 0.004$) but also in resting HR values⁹². In our study, the change in resting HR after the entire 8-month aET program in both the study and control groups was statistically significant ($p = 0.004$ vs. $p < 0.001$). However, the reduction in resting HR was more pronounced in the study group, averaging 4.1 bpm, while in the control group, resting HR decreased by an average of 3 bpm. In another clinical study, a 12-week aET program significantly reduced resting HR ($p < 0.001$) in women with MetS, with a resting HR of 79.4 ± 6.5 bpm before the program and 76.5 ± 5.9 bpm after, while in the control group resting HR was 78.1 ± 6.6 bpm before the program and 78.3 ± 4.9 bpm after the program¹⁹⁰. De Moraes et al. study demonstrated that 9 weeks of outdoor aET significantly reduced diastolic BP ($p < 0.001$) in subjects with CV risk factors²⁴³. Again, a significant improvement in hemodynamics with a reduction in diastolic BP specifically ($p < 0.001$) was found by Mora-Rodriguez et al in their study applying interval aET in obese subjects with MetS⁸⁹. Following a 1-year healthy lifestyle program, which adjusted dietary habits and increased PA levels, patients with MetS had a significant decrease in both BP parameters ($p < 0.01$), but a more significant decrease in diastolic BP compared to systolic BP (-4.0%, respectively) vs. -3.4%)²²⁰. Even interruptions of prolonged sitting by at least 2 minutes of light to moderate intensity aET are associated with lower systolic and diastolic BP in obese individuals²⁴⁷. However, studies applying aET with strength training in individuals at increased cardiometabolic risk report conflicting results on hemodynamic changes^{70,77,104}. Aerobic and strength training programs lasting 12 weeks significantly improved systolic BP in obese subjects ($p < 0.05$)^{70,104}. Another combined 24-week aerobic and strength training program resulted in significant reductions in diastolic BP and resting HR, but did not significantly reduce systolic BP in obese subjects⁷⁷. Nevertheless, the previously discussed studies did not apply additional, long-term home-based aET with remote supervision using smart devices after the ambulatory aET program, as in our study. Therefore, the results presented in those studies reflect only the impact of directly supervised aET programs on hemodynamic indicators.

Changes in hemodynamic parameters were also analyzed in this study after 6 months of home-based aET using smart devices (study group) compared to usual care (control group), when a person exercises independently only based on the provided standard PA recommendations without any PA self-monitoring devices. After 6 months of the home-based aET program, a slight

decrease in systolic BP and diastolic BP was observed only in the study group (change of -0.9 mmHg and -0.1 mmHg, respectively), while in the control group, systolic BP and diastolic BP even slightly increased after 6 months (respective change 1.1 mmHg and 0.8 mmHg).

A 2021 meta-analysis showed strong evidence that educational lifestyle programs encouraging PA and the use of smart PA self-monitoring devices can reduce BP in individuals with MetS²⁴⁸. Wong et al. enrolled 264 individuals with MetS in their study, who were initially required to participate in a 30-minute healthy lifestyle consultation and were then invited to participate in a 24-week lifestyle program²⁴⁹. All the subjects were divided into three groups: those who used the mobile application, those who received only the booklet about healthy lifestyle, and the control group²⁴⁹. Compared with the group of subjects who received the booklet, the group of subjects who used the mobile application had a statistically significant improvement in systolic BP²⁴⁹. However, another pilot study conducted with individuals at risk of MetS, who performed aET at home for 24 weeks, 60-70 minutes per session, at a frequency of 3 times/week, maintaining 60-70% of their maximum HR, and using a mobile application for aET monitoring, did not find statistically significant changes in systolic BP, diastolic BP, and resting HR after the intervention²⁵⁰. The study did not have a control group, but similarly to our study, changes in systolic BP and diastolic BP, although not statistically significant, showed a slightly positive trend²⁵⁰. Our study was the only one to demonstrate that subjects with MetS significantly reduced their resting HR by an average of 3.1 bpm (-4.53%, $p = 0.009$) after 6 months of home-based aET using smart PA self-monitoring devices. No statistically significant changes in resting HR were found in the control group. A possible explanation for the result could be that subjects in the study group exercised at home using a mobile application that allowed the individual to maintain the assigned exercise intensity by keeping the HR within the training HR range.

5.4. The Effects of the Entire Aerobic Exercise Training Program and the Home-Based Aerobic Training on Laboratory Blood Parameters

Key laboratory blood parameters that reflect cardiometabolic risk, such as blood lipids, fasting glucose and Hs-CRP, were analyzed in the study before and after the entire 8-month aET program, consisting of the 2-month ambulatory aET program followed by the 6-month home-based aET program. A significant increase in HDL-Chol was observed only in the study group, which averaged 0.06 mmol/L ($p = 0.022$). The optimal value of the change in

HDL-Chol after 8 months of the aET program was obtained - an increase of ≥ 0.04 mmol/L (sensitivity - 0.600, specificity - 0.638). Subjects in the study group were 2.65 times more likely to achieve this change in HDL-Chol blood levels after 8 months than subjects in the control group ($p < 0.024$). Additionally, fasting glycemia decreased in the study group, with a change of 0.12 mmol/L, while fasting glycemia increased by an average of 0.05 mmol/L in the control group. The change in fasting glucose level in the blood after the entire 8-month aET program differed significantly between the study and control groups ($p = 0.009$). The ROC analysis identified the optimal value for the change in blood glucose - a decrease of ≥ 0.5 mmol/L (sensitivity - 0.818, specificity - 0.570). Participants in the study group had a 5.96 times higher chance of achieving the optimal reduction in blood glucose after the 8-month aET program compared to the control group ($p = 0.028$). When evaluating the changes in blood lipids after 8 months, a significant decrease in LDL-Chol was observed in both groups, whereas T-Chol and TG decreased in both groups, but significantly only in the control group ($p = 0.005$ and $p = 0.013$, respectively). Such inconsistencies in blood lipid changes after 8 months in our study could be explained by possible cases of statin use in the control group.

The impact of various intensity levels of aET or their combination with strength training on the lipid profile and glycemia of obese individuals, those with prediabetes, or patients with CVD varies in studies. Studies focusing on patients with DM or individuals with prediabetes have demonstrated significant and positive changes in fasting glucose and lipid levels following different aET programs^{78,86,96,244}. However, studies were found in which the effects of aET programs on blood lipids and glucose levels were not clearly expressed in obese or overweight individuals^{77,83,88,223,245}. In a randomized trial conducted by Fisher et al., both HIIT and MICT led to a significant improvement in blood lipid levels for obese and overweight participants (both groups $p < 0.05$), however, this improvement was found to be short-term²²³. In the study by Fedewa et al., it was observed that both 6 weeks of moderate-intensity aET and high-intensity interval aET similarly improved HDL-Chol and LDL-Chol levels in the blood for obese individuals, while not significantly affecting T-Chol and TG levels⁸⁸. In another study, HDL-Chol levels increased in obese individuals after 12 weeks of a 30-minute continuous aET program ($p < 0.05$), while HDL-Chol levels decreased in the control, non-exercising group ($p < 0.01$)²⁴⁵. In addition, it was found that fasting glucose levels were significantly reduced both after 12 weeks of continuous and interval aET programs, but LDL-Chol levels increased significantly in both

groups of these programs (all changes $p < 0.05$)²⁴⁵. A comparison of 24-week high-intensity aET and low-intensity aET with strength training programs found a significant positive change in all blood lipids in obese women, but neither program significantly reduced fasting glucose level in the blood⁷⁷. Swift et al. study demonstrated that those obese individuals, who managed to reduce their body weight even slightly during the 8-month aET program, achieved a significant decrease in TG, non-HDL-Chol levels compared to those individuals, who failed to achieve weight changes ($p < 0.05$)⁸³. However, changes in weight during the 8-month aET program did not affect LDL-Chol, HDL-Chol and fasting glucose levels in obese subjects⁸³. Thus, it can be seen that in studies involving overweight or obese individuals, various intensity aET programs do not significantly affect blood lipid levels. In our study, both the study and control groups performed aET for the first 2 months, which could have equalized lipid changes between groups, assessed after the entire 8-month supervised aET program.

When evaluating the changes in blood levels of Hs-CRP in our study after 8 months of dual-supervised aET program, a significant decrease in this parameter was obtained only in the study group, in which remote monitoring with smart devices was additionally applied after the ambulatory aET program with direct supervision. On average, Hs-CRP decreased by 0.34 mg/L in the study group ($p < 0.001$), a change that was significantly different from that achieved in the control group ($p = 0.018$). Based on the ROC analysis, the optimal value of the change in Hs-CRP was determined – a decrease ≥ 0.31 mg/L (sensitivity – 0.697, specificity – 0.638). The analysis showed that the chance of achieving the optimal change in Hs-CRP blood level in the study group was 4.06 times higher than in the control group ($p = 0.004$) after 8 months of combined care aET program.

Only a couple of studies were found that examined changes in blood levels of Hs-CRP in individuals with MetS after different types of exercise programs^{251,252}. Reljic et al. found that in obese subjects with MetS, blood levels of Hs-CRP were significantly reduced both after 12 weeks of low-volume high-intensity interval aET (-1.4 mg/L, $p = 0.001$) and after more intense strength training (-0.6 mg/L, $p = 0.044$), but a greater advantage was observed for interval aET²⁵¹. However, the methodology of the discussed study is significantly different from that used in our study, since the researchers compared the effectiveness of different types of physical training in reducing the amount of inflammatory blood parameters and asked the subjects to limit the amount of calories they consumed in their diet, which was not applied in our study. Another study showed that those MetS subjects, who

performed swimming training for 3 months, 4 times/week, Hs-CRP levels in the blood significantly decreased compared to non-trained subjects²⁵². However, it is important to mention that in the aforementioned study, all subjects were prescribed metformin and other insulin-sensitizing drugs, such as thiazolidinedione²⁵². Nevertheless, a meta-analysis conducted in 2021 concluded that the overall application of aET for individuals with MetS can significantly reduce their Hs-CRP levels in the blood²⁵³.

In our study, laboratory blood parameters were also analyzed before and after the 6-month home-based aET program. After 6 months, only subjects in the study group, who used smart devices for home-based training, had a statistically significant increase in HDL-Chol, by an average of 0.06 mmol/L (5.04%, $p = 0.010$). The achieved change in HDL-Chol in the study group was significantly different from the change in the control group ($p = 0.005$). Based on the ROC analysis, the optimal value of the change in HDL-Chol after 6 months of home-based aET using smart devices was determined – an increase of ≥ 0.07 mmol/L (sensitivity - 0.697, specificity - 0.656). Subjects in the study group were 3.47 times more likely to have an increase in HDL-Chol ≥ 0.07 mmol/L at 6 months compared to subjects in the control group ($p = 0.006$). No statistically significant changes in T-Chol, LDL-Chol, TG, fasting glucose levels were found after 6 months in the study group. In the control group, none of the investigated laboratory blood parameters changed significantly at this stage of the program.

Nevertheless, most changes in blood laboratory parameters among individuals with increased cardiometabolic risk have been analyzed in studies applying aET without remote monitoring. Gutwenger et al. investigated the impact of aET on the lipid levels in MetS subjects by incorporating hiking vacation at moderate versus low altitude²⁵⁴. After 2 weeks, individuals hiking at a moderate altitude significantly improved their lipid profile, specifically T-Chol, LDL-Chol, and TG levels in the blood, while the lipid profile of those hiking at a low altitude almost remained unchanged²⁵⁴. In two other studies, after 6 months of the home-based aET and diet program without remote monitoring, subjects with MetS had significant improvements in blood lipids compared to controls^{255,256}. A meta-analysis conducted in 2017 summarized that aET in individuals with MetS significantly reduces not only LDL-Chol, TG, but also blood glucose levels¹⁵⁶. More recent studies have also demonstrated the positive effect of aET on T-Chol, LDL-Chol⁹² and TG levels in the blood of individuals with MetS²²⁰. A 2021 study of a 12-week water-based aET program found significant reductions in blood glucose levels in women with MetS²⁵⁷.

Only a few studies were found that analyzed changes in blood lipids and glucose levels in individuals at increased cardiometabolic risk following the home-based aET program using smart devices^{150,228,250}. A pilot study of 55 subjects with MetS, who performed 12 weeks of home-based aET using an HR monitor, also found a significant increase in blood HDL-Chol, from 1.28 ± 0.31 mmol/L to 1.68 ± 0.36 mmol/L ($p < 0.001$)²²⁸. In contrast to our study, this pilot study found a significant reduction in fasting glucose from 6.16 ± 1.26 to 5.44 ± 1.31 mmol/L ($p = 0.001$) after 12 weeks of home-based aET using smart devices²²⁸. It is worth noting that the aforementioned pilot study²²⁸ used the same chest-mounted HR monitors Polar H10 as our study. However, there was no inclusion of control group participants for comparison of the changes in laboratory blood parameters. Ryu et al. conducted a pilot study enrolling adults with one or more criteria for MetS, excluding AH and DM, in a 24-week home-based aET program²⁵⁰. Participants were asked to maintain aET intensity at 60-70% of their maximum determined training HR, using a specially designed mobile application²⁵⁰. Following 24 weeks of remotely supervised aET, participants experienced a significant reduction in T-Chol, TG, LDL-Chol levels, and an increase in HDL-Chol in their blood ($p < 0.05$). However, fasting glycemia did not show a significant change²⁵⁰. In 2019, a small randomized study was conducted with 32 young obese individuals invited to participate in an 8-week walking program¹⁵⁰. Participants were divided into three groups: WSG – aiming for 12,000 steps per day, WEG – aiming for 12,000 steps per day and additionally performing more intensive walking exercises for 3 days per week, CG – control group¹⁵⁰. The monitoring of walking exercises was conducted using a smartwatch (*ZenWatch 3, ASUS TeK Computer Inc., Taipei, Taiwan*)¹⁵⁰. After 8 weeks, participants in the WEG group significantly improved HDL-Chol, TG, and fasting glucose levels, while participants in the WSG group improved only HDL-Chol levels in the blood (all $p < 0.05$)¹⁵⁰. The discussed study showed that more significant changes in blood lipids and glycemia were achieved not only by reaching the specified number of steps per day but also by additionally performing aET using a smartwatch. Similar to our study and other research by various authors, a clear increase in HDL-Chol levels predominates after home-based aET programs, supplemented by the use of smart devices.

No studies examining changes in CRP levels after home-based aETs with the assistance of smart devices among individuals at increased cardiometabolic risk were found. In our study, after 6 months of the home-based aET program involving smart device usage, only the study group had a significant decrease in blood levels of Hs-CRP ($p = 0.024$), with a mean

change of 0.22 mg/L (-15.94%). This result shows that the use of smart devices during home-based aET even reduces the level of the inflammatory process in the body, which is considered a cardiometabolic risk factor²⁶. Additionally, a specific decrease in Hs-CRP levels is associated with a reduction in CV risk³³.

5.5. The Effects of the Entire Aerobic Exercise Training Program and the Home-Based Aerobic Training on Anthropometric Parameters

In our study, changes in body weight, BMI, and waist circumference in individuals with MetS were assessed after the entire 8-month aET program, consisting of 2 months of aET with direct medical staff supervision followed by a 6 months of home-based aET, during which subjects in the study group additionally used smart devices. It was found that after 8 months, body weight decreased significantly in both the study and control groups (-0.82 kg, $p = 0.048$ vs. -1.45 kg, $p < 0.001$, respectively), without significant differences between the groups. When assessing BMI, a significant decrease of this parameter was observed only in the control group (-0.6 kg/m², $p < 0.001$), but again no significant difference was found compared to the study group. Waist circumference decreased very similarly in the study and control groups (-0.58 cm vs. -0.60 cm, respectively). Overall, body weight, BMI, and waist circumference decreased in both groups after 8 months of aET program, with no significant differences between the groups. Such results could be due to the fact that the subjects were not asked to change their eating habits or limit the amount of calories consumed between workouts. It is worth noting that the average body weight, BMI and waist circumference at the beginning of our study, before the entire 8-month aET program, were higher in the study group, which could have determined less significant changes in anthropometric parameters compared to the control group.

The majority of studies evaluated the effectiveness of different intensities of aET or their combination with strength training in correcting anthropometric parameters for individuals with overweight or obesity. Overall, various aET programs in overweight or obese subjects reduced their body weight, BMI, and waist circumference, and were not significantly inferior in effectiveness to strength training^{70,76,77,80,81,101,102,218,226,245,258}. Among individuals with prediabetes or patients with DM, studies have also observed positive effects of aET or their combination with strength training on body weight, BMI, and waist circumference^{96,100,244}. A 2023 meta-analysis including data from 26 studies concluded that aET can significantly reduce waist circumference in DM patients with an average change of 0.34 cm²⁵⁹. In

individuals with MetS, studies have also evaluated the effects of aET programs of varying intensity on waist circumference, body weight and BMI^{79,92,220,255,256,260}. Slivovskaja et al. applied the ambulatory aET program with direct supervision for 2 months to individuals with MetS and demonstrated that subjects participating in the program significantly reduced their waist circumference ($p < 0.004$)⁹². Another study implemented the 6-month aET program with dietary intervention, which significantly reduced waist circumference (-2.11 cm, $p = 0.03$), body weight (-0.70 kg, $p = 0.01$) and BMI (-0.2 kg/m², $p < 0.001$) in subjects with MetS²⁵⁵. Tran et al. demonstrated that subjects with MetS, who participated in a 6-month lifestyle program consisting of walking groups, independent walking and strength training, education sessions on PA and healthy diet, had a significant reduction in their body weight (-1.44 kg, $p < 0.001$), BMI (-0.6 kg/m², $p < 0.001$) and waist circumference (-1.63 cm, $p < 0.001$)²⁵⁶. The aforementioned study did not use smart devices during home-based aET as in our study, but the applied correction of dietary habits may have had an additional positive effect on the obtained results.

In our study, after 2 months of the directly supervised ambulatory aET, all participants attended the main motivational consultation conducted by a rehabilitation doctor and a cardiologist. During this consultation, principles of healthy lifestyle were discussed, standard PA recommendations were provided, with a focus on home-based aET. The goal of the motivational consultation was to adequately prepare participants for the subsequent 6-month home-based aET program, aiming to increase their motivation for PA and improve their health parameters. The positive impact of motivational consultations on obesity in individuals with increased cardiometabolic risk was demonstrated by Suire et al.²⁶¹. In their study, women with MetS or just a few MetS risk factors, who received motivational consultations with a specialist after the ambulatory aET program, experienced an average reduction of 2.07 cm in waist circumference²⁶¹. In contrast, women who received only text messages or electronic messages with video material on their mobile phones showed an average increase of 3.16 cm in waist circumference after the ambulatory aET program (group difference $p = 0.01$)²⁶¹. It is likely that in our study the main motivational consultation also contributed to the improvement of anthropometric parameters, although this intervention was applied to both the study and control groups.

We examined the changes in anthropometric parameters in individuals with MetS after 6 months of the home-based aET program alone, in which the study group subjects exercised additionally using a HR monitor and a smartphone

with a mobile application, and the control group subjects exercised, based only on the standard PA recommendations provided. After 6 months, waist circumference decreased only in the study group, with an average change of 0.87 cm. In the control group, waist circumference even increased by an average of 0.24 cm. Although changes in other anthropometric parameters did not reach statistical significance, both the study and control groups showed a slight decrease in body weight (-0.44% vs. -0.61%, respectively) and BMI (-0.22% vs. -0.56%, respectively) after 6 months home-based aET. The consistent changes in anthropometric parameters between the groups could be explained by the fact that over the evaluated 6-month period, aET was performed independently without direct supervision from medical staff, and strict monitoring of body weight or calorie restriction between workouts was not implemented.

Studies were found that applied various lifestyle modification programs using smart PA self-monitoring tools to individuals at increased cardiometabolic risk and assessed changes in body weight and waist circumference^{82,175,238,249,250,262,263}. A study similar in methodology to ours was conducted by Bayerle et al., in which individuals having MetS also participated in home-based aET for 6 months using smart devices¹⁷⁵. Compared to subjects in the control group, subjects in the main group, who performed home-based aET using a smartphone with a mobile application, significantly reduced their body weight and BMI (-3.4 ± 4.9 kg; -1.1 ± 1.5 kg/m²; both $p < 0.001$)¹⁷⁵. However, the control group subjects in the aforementioned study maintained their normal lifestyle and were not asked to perform home-based aET based on PA recommendations, as in our study. Therefore, a significant change in body weight and BMI between the two groups after 6 months could be observed. Other studies have shown that those individuals with MetS, who used a mobile application as part of a lifestyle modification program, significantly reduced their body weight, BMI, and waist circumference compared to those who did not use smart devices and only received booklets with recommendations^{249,262,263}. There is also evidence that lifestyle modification programs, in which physical training is not directly supervised by medical staff or is performed using smart devices, allows people with MetS to reduce their waist circumference²⁴⁸. In study involving obese individuals, the 6-month aET program, which aimed at simultaneously increasing their PA level not related to exercise significantly reduced waist circumference and body weight ($p < 0.05$)⁸². Another 6-month electronic cardiometabolic risk reduction program, utilizing video conferences and instructional videos for obese individuals, led to a significant reduction in their

body weight (average -3.1 kg), BMI (average -1.0 kg/m²), and waist circumference (average -4.1 cm)²³⁸. However, in the discussed study, participants' dietary habits were modified with the specific goal of weight loss, and a regular aET program was not applied, nor was the intensity of the exercise monitored²³⁸. In the study by Ryu et al., individuals at risk of MetS performed home-based aET for 24 weeks, maintaining the exercise intensity based on the established maximum HR (60-70% of the established maximum HR) using a mobile application²⁵⁰. However, there were no significant changes in waist circumference, body weight, or BMI²⁵⁰. It is worth noting that there was no control group in the discussed study. Thus, it can be observed that in studies where lifestyle programs were implemented, including not only increasing PA levels with smart devices but also modifying dietary habits, significant changes in body weight and waist circumference were achieved.

5.6. The Effects of the Entire Aerobic Exercise Training Program and the Home-Based Aerobic Training on the Number of Metabolic Syndrome Components

Since this study included individuals with MetS, the changes in the number of MetS components were assessed after the entire 8-month aET program between the study and control groups. The study evaluated 5 MetS components, corresponding to modified NCEP ATP III criteria used to diagnose MetS: increased waist circumference, elevated BP, elevated fasting glucose level in the blood, reduced HDL-Chol, and elevated TG level in the blood⁶. In both the study and control groups, the number of MetS components decreased significantly ($p < 0.001$ vs. $p = 0.001$, respectively), but in the study group the change was more significant and reached an average of 0.5 components, while in the control group it was 0.41 components. At visit 3, which corresponded to the final evaluation after the 8-month aET program, at least 3 of the 5 MetS components were no longer present in 31.82% of subjects in the study group and 24.24% of subjects in the control group.

A systematic review including 8 studies with 1218 MetS subjects concluded that physical training programs with direct medical staff supervision can significantly reduce the number of MetS components, mostly by correcting waist circumference²⁶⁴. According to the authors of the review, longer duration, frequent interval training programs may have the greatest benefit in achieving this effect²⁶⁴. However, clinical studies have found that even small-scale or home-based aET programs can reduce the severity of

MetS^{67,172,259} or improve the MetS phenotype²²¹. A meta-analysis conducted in 2019 found that individuals with MetS participating in various lifestyle modification programs have a 1.59 times higher likelihood of no longer having a MetS diagnosis compared to those using medication²⁶⁵. Lifestyle modification programs conducted individually or in groups can successfully address MetS components in individuals already diagnosed with MetS, especially when supervised by a medical team. In this regard, they are advantageous over conventional care based solely on recommendations²⁶⁶. Applying the 6-month lifestyle program consisting of individual and group walking and strength training, as well as dietary corrections based on recommendations, Tran et al. significantly reduced the number of MetS components in individuals already diagnosed with MetS ($p < 0.001$), while no significant changes were found in subjects who did not participate in the program²⁵⁶. In a study involving overweight sedentary individuals, some of whom had MetS, a 12-week home-based moderate-intensity aerobic and resistance training program, following prior training by medical staff and provided recommendations, significantly reduced the number of MetS components among participants ($p < 0.05$)²⁶⁷. Furthermore, in the same study, the group of participants in the program experienced a significant decrease in the number of MetS cases, while the control group saw an increase in MetS cases²⁶⁷.

The motivation of individuals at increased cardiometabolic risk to participate in lifestyle modification programs also has a significant impact. Smith et al. retrospectively studied the changes in the number of MetS components in 336 individuals who voluntarily joined a community PA program for 4-6 months, in which they regularly performed aET, maintaining the intensity of exercise, according to the limits of their individually determined training HR, which was also consistent with the methodology used in our study²¹⁹. In their study, the authors found that the incidence of MetS in the studied cohort was 23% before the program and 14% after the program²¹⁹. Furthermore, there was a decrease in the number of MetS components among subjects, from 1.4 ± 1.3 to 1.2 ± 1.2 components ($p < 0.05$)²¹⁹. Motivational consultations in lifestyle programs, whether delivered face-to-face or remotely, also contributes to reducing MetS risk and components in individuals with pre-existing MetS^{268,269}. Our study also included motivational counselling after 2 months of the ambulatory aET program, but unlike most studies, this intervention was administered to both the study and control group subjects. Our 8-month aET program, without motivational counselling, combined ambulatory aET and home-based aET, during which smart devices

were used only by the study group subjects. All forms of aET care applied contributed to a decrease in the number of MetS components in the study group.

The change in the number of MetS components was analyzed between subjects in the study and control groups after the 6-month home-based aET program alone, in which only the study group subjects used smart devices for their training. However, between visits 2 and 3, which corresponded to the 6-month home-based aET program period, changes in the number of MetS components did not significantly differ between the groups. The number of components slightly decreased in both the study and control groups, with an average change of 0.02 components. Another group of researchers also remotely monitored the home-based aET of individuals with MetS for 6 months, using wrist-worn PA tracking devices (*Forerunner 35; Garmin, Germany*), and actively consulted participants on nutritional issues^{175,270}. Participants in this 6-month lifestyle modification program experienced a significant reduction in the severity of MetS, as assessed by the calculated z-score ($p < 0.001$)^{175,270,271}. Since the change in the number of MetS components was not assessed, a direct comparison of these results with those obtained in our study cannot be made. Morales-Palomo et al., in their 5-year prospective study, assessed the changes in the number of MetS components for middle-aged sedentary individuals with MetS based on their participation in a home-based aET program²²⁹. In the aforementioned study, the home-based aET program lasted for 4 months each year, with participants performing exercises 3 times/week, using a stationary bike and a wrist-mounted PA activity tracker (*Polar Electro Oy, Kempele, Finland*)²²⁹. The researchers found that over the 5-year period, the number of MetS components consistently decreased only for those individuals, who participated in the home-based aET program with the use of smart devices²²⁹. Compared with our study, the advantage of the previously discussed study is the long duration of the study and annually applied home-based aET with the usage of smart devices, which may have enabled better detection of more significant changes in the number of MetS components²²⁹. In another 1-year study, a smart lifestyle intervention program was applied to some individuals with MetS, using mobile phones and an interactive voice response system that regularly sent messages promoting a healthy lifestyle and encouraging increased PA levels²⁷². It was demonstrated that such a lifestyle intervention program using mobile phones and voice messages reduced the number of individuals with MetS by 22.3% in the intervention group, while in the control group, the number of individuals with MetS decreased by only 3.9% ($p < 0.001$)²⁷². In our study, during the 6-month

home-based aET program, the study group subjects also used mobile phones with a PA self-monitoring application, through which regular text reminders to exercise, comments about the achieved training results were sent instead of voice messages. Preliminary studies have found that in individuals with MetS or only a few risk factors for MetS, home-based aETs with the use of wearable PA monitoring devices reduced the number of MetS risk factors and the number of MetS cases in the study groups^{25,273}. Thus, studies predominantly highlight the positive impact of home-based aETs, facilitated by smart tools, on reducing the number of MetS components among individuals already diagnosed with MetS. It seems that to achieve a more significant positive effect on the number of MetS components, home-based aET programs using smart devices need to be of longer duration.

5.7. The Effects of the Entire Aerobic Exercise Training Program and the Home-Based Aerobic Training on Arterial Parameters

In our study, various arterial parameters were evaluated, including carotid-radial a. PWV, carotid-femoral a. PWV, AIx, PP in the aorta, aortic and brachial MBP, CAVI, CCA IMT and the CCA β stiffness index. The changes in arterial wall parameters in our study were analyzed after the entire 8-month aET program, consisting of the 2-month ambulatory aET with direct medical staff supervision and the 6-month home-based aET, where only the study group participants used smart devices for their workouts. One of the most significant findings in our study was that after 8 months, there was a statistically significant reduction in carotid-radial a. PWV only in the study group, with an average change of 1.02 m/s (-11.37%, $p < 0.001$)²⁷⁴. The change in carotid-radial a. PWV in the study group was significantly different from the change in the control group ($p < 0.001$)²⁷⁴. According to the ROC analysis, the optimal value of carotid-radial a. PWV change after 8 months was determined – a decrease ≥ 0.3 m/s (sensitivity – 0.638, specificity – 0.613). Subjects in the study group were even 2.79 times more likely to achieve a decrease in carotid-radial a. PWV of ≥ 0.3 m/s after the 8-month aET program compared to the control group ($p = 0.025$). The change in carotid-radial a. PWV after 8 months in the study group was found to be statistically significantly and negatively correlated with the initial value of carotid-radial a. PWV ($r = -0.678$, $p < 0.001$) and positively correlated with the initial value of fasting glucose ($r = 0.480$, $p < 0.001$). Therefore, the higher the value of carotid-radial a. PWV and the lower the value of fasting glucose level before the program, the more pronounced the reduction in carotid-radial a. PWV observed after 8 months. A multiple linear regression model demonstrated that

the initial values of carotid-radial a. PWV and fasting glucose could account for up to 50% of the variation in carotid-radial a. PWV change after 8 months (overall model $p < 0.001$). The initial threshold value of carotid-radial a. PWV for the improvement in PWV is 7.8 m/s. At this point, the sensitivity is 0.875, the specificity is 0.667.

When evaluating the change in carotid-femoral a. PWV between visits 1 and 3, which corresponded to the entire 8-month aET program period, a significant decrease in this parameter was observed in both the study and control groups (both $p < 0.001$)²⁷⁴. Although changes were not significantly different between the groups, carotid-femoral a. PWV decreased more significantly in the study group compared to the control group (-1.05 m/s vs. -0.67 m/s, respectively). The ROC analysis determined the optimal value of carotid-femoral a. PWV change after 8 months – a decrease of ≥ 1.7 m/s (sensitivity – 0.677, specificity – 0.603). Taking this into account, it was found that subjects in the study group still had 3.19 times more chances to reach the optimal carotid-femoral a. PWV value after 8 months of aET program compared to the control group ($p = 0.012$). It was also found that the higher the initial carotid-femoral a. PWV value, the more significant carotid-femoral a. PWV reduction was achieved after 8 months ($r = -0.693$, $p < 0.001$). The threshold value for the initial carotid-femoral a. PWV to predict improvement in this parameter with the highest accuracy after 8 months of aET program was 9.1 m/s (sensitivity 1.000, specificity 0.452, area under the curve 0.747).

The significant decrease in carotid-femoral a. PWV obtained in our both groups could be explained by the fact that the subjects of the study and control groups performed aET for 2 months under direct supervision of medical staff at the beginning of the program. This demonstrates that such regular and closely monitored aETs positively affect carotid-femoral a. PWV and allow for a longer-lasting positive impact, even when applying home-based aET without direct medical supervision. In our study, the significant reduction in carotid-radial a. PWV after 8 months of the aET program in the study group, compared to the control group, could be explained by the fact that peripheral PWV tends to respond more rapidly to the applied exercise interventions, especially to aET^{191,275}. Subjects in our study group, unlike subjects in the control group, additionally used a smartphone with a dedicated application and a HR monitor during home-based aET, which allowed them to exercise at an appropriate frequency and intensity. Although the prognostic value of carotid-radial a. PWV for CV events is not clearly established, as in the case of carotid-femoral a. PWV¹⁸⁴, this parameter still holds clinical significance. Since peripheral arteries have more smooth muscles and higher vascular smooth muscle tone, changes in carotid-radial a. PWV may reflect the functional aspect of arterial stiffness²⁷⁶. Moreover, carotid-radial a. PWV can be considered as a functional measure reflecting arterial vasodilatory reserve

and possibly endothelial function²⁷⁷. In general, increased central or peripheral arterial stiffness may signify arterial wall damage and the progression of atherosclerosis.

Regular physical training, especially aET, can counterbalance the detrimental impact of MetS on blood vessels by reducing sympathetic activity in the body and improving endothelial function, which positively affects arterial elasticity²⁷⁸. All of this can contribute to reducing arterial stiffness in individuals with increased cardiometabolic risk²⁷⁸. It has been found that increased arterial stiffness in middle-aged individuals with MetS is associated with CV outcomes²⁷⁹. Even a 1-unit increase in carotid-femoral a. PWV value, which reflects arterial stiffness, increases the CV risk by 10% in individuals with MetS ($p < 0.001$)²⁷⁹.

Studies were found that analyzed changes in PWV only after ambulatory aET programs of various intensities with direct medical staff supervision. Slivovskaja et al. demonstrated that the ambulatory 2-month aET program, involving cycling on a stationary bike with intensity maintained by the training HR monitoring, significantly reduced aortic PWV in individuals with MetS (8.47 ± 1.40 m/s vs. 8.01 ± 1.06 m/s; $p = 0.005$)⁹². After evaluating this result, in our study, we applied the methodology used in the study by Slivovskaja et al., where similarly, the initial ambulatory 2-month aET program was conducted under direct medical staff supervision, with exercise intensity maintained based on individually determined training HR values. Nevertheless, a distinctive feature of our study methodology is that after the initial ambulatory 2-month aET program, an additional 6-month home-based aET was implemented, where only participants from the study group utilized PA self-monitoring devices for their workouts. When comparing aET programs of different intensities and combinations, all 12-week programs: HIIT program, moderate-intensity aET program, or HIIT program with a combination of strength training significantly reduced aortic PWV in obese or overweight subjects (all programs $p < 0.03$)^{69,280}. However, Kleinloog et al. in their 2022 study, applied ambulatory aET on a cycle ergometer to obese individuals for 8 weeks, maintaining the required intensity of exercise load, and found no significant change in carotid-femoral a. PWV²⁸¹. It is worth noting that only 17 obese men were included in the discussed study, and after the intervention, the same participants were evaluated as a control group after 12 weeks²⁸¹. Similar to our study, Kang et al. found a significant reduction in peripheral PWV in women with MetS, who performed ambulatory aET on a treadmill for 12 weeks at an exercise intensity maintained by HR ($p < 0.05$)¹⁹⁰. Another group of researchers compared the effects of a 1-year HIIT and strength training program and a 1-year moderate-intensity aET and strength training program on arterial stiffness in DM patients, including a control group^{191,282}. It was found that only 1 year of HIIT and strength training

program significantly reduced patients' peripheral arterial stiffness, measured as carotid-radial a. PWV ($p = 0.044$) and carotid-posterior tibial a. PWV ($p < 0.01$)¹⁹¹. Compared to the control group, DM patients, who participated in any program for 1 year experienced a decrease in peripheral PWV regardless of changes in their CRF, while central PWV decreased only among participants who improved their CRF²⁸². Additionally, researchers found that compared to patients, who improved their CRF after training for 1 year, patients who did not improve their CRF after 1 year of training had even increased aortic PWV²⁸². Therefore, it can be observed that peripheral PWV may improve more significantly than central PWV after various intensity aET programs, regardless of CRF changes, in individuals with increased cardiometabolic risk.

In our study, after 8 months of combined care aET program, there was a significant difference in AIx changes between the study and control groups ($p = 0.017$), with a more significant decrease in the study group compared to the control group (-1.78% vs. -1.66% , respectively)²⁷⁴. Changes in aortic PP after 8 months were also significantly different between the groups ($p = 0.047$)²⁷⁴. Compared with the control group, the PP in the aorta decreased more significantly in the study group (-0.1 mmHg vs. -2.1 mmHg, respectively). The decrease in the value of aortic PP in the study group was significantly and positively correlated with the decrease in systolic BP ($r = 0.440$, $p = 0.005$). A more significant decrease in AIx and aortic PP in the study group is quite logical, since another parameter of arterial stiffness, carotid-radial a. PWV, also improved significantly in the study group. After 8 months in our study, changes in CAVI did not reach statistical significance within or between the groups. When evaluating changes in aortic and brachial MBP values after 8 months, both parameters decreased in the study and control groups, but statistical significance was only reached in the control group ($p \leq 0.002$ for both parameters). The fact that a statistically significant decrease in aortic and brachial MBP was not observed in the study group after 8 months may be related to significantly higher baseline systolic and diastolic BP mean values in the study group compared to the control group.

As in our study, Bellia et al. demonstrated that a 12-week aerobic interval training program on a treadmill in patients with DM significantly reduced their AIx ($-28.9 \pm 3.2\%$ vs. $+12.7 \pm 2.4\%$, $p < 0.001$) compared to the control group²⁸³. A 2023 randomized trial involving 60 obese and hypertensive women also showed that a 12-week HIIT program significantly reduced AIx²⁸⁴. However, a 4-month self-paced Nordic walking program without using wearable PA self-monitoring devices did not significantly improve the participants' AIx, regardless of their glucose tolerance status or whether they had DM²⁸⁵. It is worth emphasizing that the aET programs of the previously discussed studies did not combine direct and remote supervision of medical staff with smart devices, as was done in our study. Evaluating changes in aortic

MBP and aortic PP in other studies involving individuals with increased cardiometabolic risk, these parameters significantly decreased with aET combined with strength training in one program^{70,102,189}. In our study, we applied only aET without additional strength training.

After 8 months of the combined care aET program, in our study, the value of CCA IMT significantly decreased only in the study group, by an average of 22.71 μm (-3.32%, $p = 0.032$)²⁷⁴. The ROC analysis determined the optimal value of CCA IMT change – decrease of $\geq 14.5 \mu\text{m}$ (sensitivity – 0.620, specificity – 0.600). Subjects in the study group were 2.45 times more likely to achieve an optimal reduction in CCA IMT value after 8 months of the aET program compared to the control group ($p = 0.034$). However, changes in the CCA β stiffness index after 8 months neither within nor between the groups reached statistical significance. In other studies, directly supervised 2-month aETs did not significantly reduce CCA IMT in individuals with MetS^{92,286}. Another study with patients with DM found no significant changes in CCA IMT after a 4-month self-paced Nordic walking program without using smart devices²⁸⁵. When comparing the impact of the 1-year HIIT and strength training program, the 1-year moderate-intensity aET and strength training program, and the control group on structural changes in carotid arteries among patients with DM, Magalhães et al. found a significant reduction in CCA IMS after both programs ($p < 0.01$), and improvement in the CCA β stiffness index only after the HIIT and strength training program ($p < 0.01$)¹⁹¹. Compared with the control group, DM patients, who participated in either program for 1 year, regardless of whether their CRF improved, had a decrease in CCA IMT, and a worsening of the CCA β stiffness index was observed only in patients, who did not improve their CRF²⁸². Thus, it appears that longer-duration and combined care aET programs, including home-based workouts, may significantly reduce CCA IMT in individuals with increased cardiometabolic risk. Specifically in our study, it was not the combination of different intensities of training that influenced changes in CCA IMT, but the combination of direct and remote supervision using smart PA self-monitoring devices during a longer period of aET.

In our study, the changes in the structural and functional parameters of the arterial wall were also evaluated after 6 months of home-based aET, in which subjects in the study group exercised additionally using a HR monitor and a smartphone with a mobile application, while subjects in the control group exercised based only on the standard PA recommendations provided. A statistically significant difference between the groups was found in carotid-radial a. PWV after 6 months ($p = 0.007$), with a more significant decrease in the study group compared to the control group (-2.00% vs. -0.45%, respectively). In the study group, reduction in carotid-radial a. PWV was significantly positively correlated with reduction in carotid-femoral a. PWV,

aortic PP, and systolic BP after 6 months. A multiple linear regression model including aortic PP and carotid-femoral a. PWV change explained as much as 24.4% of the variation in carotid-radial a. PWV change after 6 month of home-based aET in the study group (total model $p = 0.002$). We also found that a decrease in carotid-radial a. PWV after 6 months was observed if the value of this parameter before the home-based aET was in the III quartile and reached ≥ 8.10 m/s. Between visits 2 and 3, which corresponded to the 6-month home-based aET program period, carotid-femoral a. PWV decreased in both the study and control groups (-0.16 m/s vs. -0.04 m/s, respectively). However, these changes did not reach statistical significance either within or between the groups. A decrease in carotid-femoral a. PWV after 6 months was observed if the value of this parameter before the home-based aET was in the III quartile and reached ≥ 7.60 m/s. Therefore, in our study, after 6 months of home-based aET, significant differences between the groups were observed when evaluating not central but peripheral PWV between the carotid and radial arteries. The more pronounced decrease in carotid-radial a. PWV during the 6-month home-based aET program in the study group could be explained by the fact that the study group participants used smart PA self-monitoring devices, which encouraged them to exercise more frequently and at an appropriate intensity. A better response in peripheral PWV to exercise intervention could be attributed to greater amount of muscle tissue in peripheral arteries, as well as a higher peripheral arterial stiffness compared to typically elastic central arteries²⁸⁷. There is also evidence that aET, specifically, may have a greater impact on peripheral PWV than central PWV^{191,275}.

The most similar in methodology to our study could be the Radhakrishnan et al. a study involving MetS subjects²⁸⁸. They also applied home-based aET to both the intervention and control groups, but only the intervention group received regular calls and text messages to their mobile phones with health-related information and exercise reminders over a 12-week period²⁸⁸. The study showed that central PWV decreased significantly only in the intervention group ($p < 0.05$), but no significant difference was found between the groups²⁸⁸. In another small-scale study involving obese individuals, three 12-week aET programs were compared: 1) laboratory-based supervised HIIT, 2) virtually supervised home-MICT, 3) home-HIIT without any supervision⁹¹. It was demonstrated that all three programs significantly reduced aortic PWV in obese individuals ($p < 0.001$). The virtually supervised home-MICT program proved to be as effective as the directly supervised HIIT program conducted in the outpatient setting⁹¹. Joseph et al. enrolled 60 obese women in their study, of which 30 were in the main group using a mobile application for home-based aETs, and another 30 women were assigned to the control group using a mobile application focused on other health improvement aspects

unrelated to PA¹⁹⁴. These researchers found that after 4 months of the virtual program, aortic PWV slightly decreased only in the main group, but no statistical significance was observed within or between the groups¹⁹⁴. In evaluating the impact of a 1-year step prescription program using a pedometer on the vascular health of patients with DM and AH, a slight decrease in carotid-femoral a. PWV was observed, but the change did not reach statistical significance²⁸⁹. It is worth noting that in the studies discussed earlier, peripheral PWV was not assessed at all. Only one recently conducted study was found that assessed changes in peripheral PWV in individuals at increased cardiometabolic risk after the home-based aET program with the use of smart devices²⁹⁰. Following the 12-week home-based aET program using a mobile phone and a smartwatch (*Charge 4, Fitbit, USA*), significantly decreased brachial-ankle a. PWV was observed in obese women ($p < 0.01$)²⁹⁰. The results of the discussed study, along with our study findings, indicate that remotely supervised home-based aET can effectively reduce peripheral PWV.

In our study, after the 6-month home-based aET program, a more significant decrease in aortic PP was observed in the study group compared to the control group (-0.5 mmHg vs. -0.1 mmHg, respectively). Changes in this parameter were statistically significantly different between the groups ($p = 0.021$). Between visits 2 and 3, which corresponded to the home-based aET program period, CAVI, brachial MBP and AIx slightly increased, without statistical significance, in both groups. When evaluating aortic MBP, the reduction of this parameter was observed only in the control group, which averaged 0.1 mmHg, but the change did not reach statistical significance either within or between the groups. The previously mentioned study by Radhakrishnan et al. demonstrated that after the 12-week home-based aET program with the use of smart devices, there was a significant reduction in aortic PP ($p < 0.05$) in individuals with MetS, although no significant changes in AIx were found²⁸⁸. Another study evaluated arterial parameters in patients with DM before and after a healthy walking of 4 km at a low-moderate intensity using a smartphone with a dedicated application, and demonstrated a decrease in CAVI (change -0.2) and aortic PP (change -3.9 mmHg) following the intervention¹⁹⁵. However, it is worth noting that the intervention in the aforementioned study was very short, and there was no control group.

When evaluating the changes in CCA IMT and the CCA β stiffness index after our 6-month home-based aET program, no statistical significance was obtained within or between the groups, but the values of both parameters significantly decreased in the study group. The observed change in CCA IMT averaged -11.04 μm in the study group and -0.27 μm in the control group. Between visits 2 and 3, the value of the CCA β stiffness index decreased by an average of 0.10 in the study group, and increased by 0.05 in the control group. According to the ROC analysis, the optimal value of the change in CCA

IMT was determined – a decrease of $\geq 29 \mu\text{m}$ (sensitivity – 0.677, specificity – 0.554). Subjects in the study group were 2.61 times more likely to achieve an optimal reduction in CCA IMT after 6 months of home-based aET compared to subjects in the control group ($p = 0.036$). No other studies evaluating the effect of home-based aET with the use of smart devices alone on carotid artery parameters among individuals at increased cardiometabolic risk were found.

5.8. The Effects of the Entire Aerobic Exercise Training Program and the Home-Based Aerobic Training on Daily Physical Activity Levels

Changes in daily PA levels in our study were assessed after the entire 8-month aET program, consisting of 2 months of ambulatory aET followed by a 6 months of home-based aET, during which only subjects in the study group used smart devices. We assessed the subjects' daily PA level according to the IPAQ questionnaire data: total PA level in minutes per day and sitting time in minutes per day. Although statistical significance was not obtained, total PA levels, measured in minutes per day, increased in both groups, but more significantly in the study group compared to the control group (22.92% vs. 4.46%, respectively). Also, the duration of sitting in minutes per day decreased more significantly in the study group, compared to the control group (-12.58% vs. -10.23%, respectively). Therefore, a longer-term aET program, involving individually tailored ambulatory aET, and further continuation of aET independently using smart devices, allows for a more significant increase in PA levels and a reduction in sedentary time compared to ambulatory aET, and further PA promotion based on recommendations alone. However, the ambulatory aET program with direct medical staff supervision is necessary before home-based aET, so that individuals can receive individually tailored exercises of appropriate intensity, and regular PA becomes a habitual activity, encouraging continued PA. A 2023 meta-analysis also demonstrated that direct supervision of a healthcare specialist encourages middle-aged adults to be more physically active in their daily lives²⁹¹.

Studies were found that applied various lifestyle programs with the use of smart devices in MetS patients mainly for home-based training, and assessed daily PA levels by questionnaire data, as in our study^{175,176,230,249,255,256,262}. Blackford et al. applied a 6-month lifestyle intervention program complemented by motivational interviewing to individuals with MetS, in which only the intervention group participants performed home-based aET, receiving regular motivational emails and calls by researchers, and examining the composition of their food intake, changes in their body weight²⁵⁵. Individuals with MetS, who participated in such a lifestyle program,

significantly increased the number of moderate-intensity MET minutes per week, as assessed by the IPAQ questionnaire ($p = 0.049$)²⁵⁵. Other studies, which evaluated the level of daily PA, according to the IPAQ questionnaire, showed that individuals with MetS, who used smart devices in a lifestyle program, significantly increased their moderate-intensity PA level and walking duration compared to the control group^{176,256}. A group of researchers, who evaluated changes in daily PA levels in MetS subjects after a lifestyle program using the Godin-Shephard leisure-time PA questionnaire found that subjects, who used the mobile application, significantly improved their PA levels, unlike those who only received booklets with PA recommendations^{249,262}.

Positive changes in daily PA levels assessed by questionnaire data after home-based aET using smart devices have been observed not only among individuals with MetS^{175,230}, but also among patients with prediabetes or DM^{292,293}. One of the studies most similar to our research in its methodology is the study conducted by MacPherson et al.²⁹³. In the aforementioned study, all individuals at risk for developing type 2 DM initially participated in a 2-week DM prevention program consisting of individual counseling and aETs directly supervised by a trained exercise counselor²⁹³. After the DM prevention program, one group of subjects was assigned to home-based HIIT and the other group to home-based MICT²⁹³. During the 1-year home-based aET program, subjects in both groups used a mHealth application that allowed subjects to self-report their PA level and receive personalized prompts to exercise at varying frequencies²⁹³. The discussed study demonstrated that during the period of home-based aET, the PA level of individuals at risk for DM significantly increased within 3 days of sending personalized prompts to the mHealth application, both based on self-reported PA data and PA data recorded by an application ($p = 0.03$ and $p < 0.001$, respectively)²⁹³. Results were not significantly different between the HIIT and MICT groups²⁹³. Thus, MacPherson et al. showed in their study that the usage of mobile application with exercise prompts can increase PA levels in individuals at cardiometabolic risk, at least in the short term²⁹³. A similar type of mobile mHealth application was used by our study group subjects.

Studies evaluating changes in PA levels using wearable PA tracking devices show ambiguous results for individuals with increased cardiometabolic risk. In a study conducted in 2023, individuals with MetS, who participated in a 6-month personalized behavior change program and utilized an interactive thigh-mounted accelerometer and a mobile application, reduced their daily sedentary time by 40 minutes and increased moderate-intensity PA by 20 minutes daily²⁹⁴. This was in contrast to the control group, where no significant changes in PA levels were observed²⁹⁴. It is worth noting that in the intervention group of the aforementioned study, standing time and low-

intensity PA time per day did not significantly change²⁹⁴. Several other studies with patients diagnosed with DM have shown a positive impact of using accelerometers and mobile applications or smartphone games during home-based training on increasing PA levels and reducing sedentary time^{227,295}. However, there are studies where daily PA levels did not significantly increase after lifestyle change programs for individuals with prediabetes or diagnosed with DM, who independently exercised using PA tracking devices and mobile applications, compared to the control group^{240,296–298}. Given that the data collected by PA tracking devices provide objective PA measurements, such contradictory study results may suggest that, in reality, participants may be engaging in less exercise than they self-report in the questionnaires. However, when evaluating changes in PA levels, based solely on data recorded by PA tracking devices, it is essential to consider that not all participants may effectively use the assigned devices or may encounter technical difficulties, hindering them from sending all their PA data to researchers. Our study group participants also faced similar issues, even though they were not asked to send all their PA data. Considering these aspects, more research is needed where individuals with an increased cardiometabolic risk have their PA levels assessed based on data recorded by PA tracking devices.

Motivational counseling in lifestyle programs can increase daily PA levels in individuals with MetS, as shown in a 2016 study by Lin et al.²⁶⁸. In the aforementioned study, 155 women with MetS were assigned to one of three groups: 1) the experimental group receiving telephone motivational interviewing delivered by an experienced nurse, 2) the brief group receiving a single brief lifestyle modification counseling with a brochure, 3) the usual care group²⁶⁸. After 12 weeks of lifestyle programs designed to promote PA, only the experimental group women with MetS significantly increased their daily PA levels ($p = 0.01$)²⁶⁸. In our study, after 2 months of individualized ambulatory aET, all subjects participated in motivational consultations. These consultations were designed not only to educate the participants before the 6-month home-based aET program but also to increase their motivation for home-based training. In our view, this contributed to the increase in PA levels for both the study and control groups after the entire 8-month aET program.

In our study, we assessed changes in daily PA levels in individuals with MetS after the 6-month home-based aET program period, in which subjects in the study group exercised using a smartphone with an application and HR monitor, while subjects in the control group exercised without any self-monitoring devices. Between visits 2 and 3, which corresponded to the 6-month home-based aET period, total PA levels decreased by an average of 8.98% in the study group and by an average of 7.26% in the control group. However, this decrease in total PA level, both within and between the groups, did not reach statistical significance. Nevertheless, after 6 months, sitting time

per day decreased in both groups, although insignificantly. The decrease in sitting time per day was more pronounced in the study group compared to the control group (-10.34% vs. -3.99%). Therefore, in our study, questionnaire data showed that the use of smart self-monitoring tools during home-based training can positively impact the sedentary lifestyle of individuals at risk of cardiometabolic diseases. Regardless of the total sedentary time and moderate-intensity PA level, more frequent interruption of sitting is associated with improvement in cardiometabolic risk factors²⁹⁹. Reducing sedentary time can even be considered a preventive measure for MetS³⁰⁰. Even short bouts of moderate-intensity PA, unrelated to structured exercise, positively impact the CV health of sedentary individuals and prolong their lifespan³⁰¹. Since the participants in our study group used a smartphone application through which they received regular reminders to exercise during the 6-month home-based aET program, this may have encouraged subjects to interrupt their sitting time.

It is important to mention that the assessment of daily PA levels based on questionnaire data is still commonly used in clinical studies, but it is subjective and can be inaccurate³⁰². An objective assessment of daily PA levels could be supported by the use of wearable PA self-monitoring devices, as this allows even the smallest PA levels to be recorded and monitored in real time²². In our study, during the 6-month home-based aET program, only the subjects of the study group had access to a HR monitor and a smartphone with an application, through which it was possible to send their training PA data to the study database. Therefore, it was not possible to compare the changes in PA level of the study group with the control group, based on the objective PA data provided by the smart devices. In addition, our mobile PA promotion application was not designed with the goal to collect all PA data of subjects in the study group, but was primarily designed as a motivational and support tool to help subjects perform home-based aET correctly and regularly. For individuals with MetS, lifestyle programs in which PA is promoted by smart devices without direct supervision by medical staff can increase their PA levels more significantly than usual care²⁴⁸. The use of devices specifically recording PA parameters stands out as effective in increasing daily PA levels in adults³⁰³, and this was intended for the use by participants during the home-based aET program in our study.

5.9. The Effects of the Entire Aerobic Exercise Training Program and the Home-Based Aerobic Training on Motivation for Physical Activity

In this study, we assessed changes in motivation for PA in individuals with MetS after the entire 8-month aET program, in which all subjects initially performed ambulatory aET for 2 months, and then participated in home-based

aET for 6 months, during which only the study group subjects used smart devices for their training. Changes in motives for PA were evaluated according to the EMI-2 questionnaire. Between visits 1 and 3, which corresponded to the 8-month aET program, the scores for enjoyment and revitalization motives (7.73% vs. 5.61%, respectively) and fitness motives (7.47% vs. 3.19%, respectively) increased in both the study and control groups, with no statistical significance, although the changes were more pronounced in the study group. The scores for appearance/weight motives remained practically unchanged in the study group over the 8 months, while in the control group, they increased on average by 4.52%. The scores for social engagement motives increased without statistical significance in both groups, slightly more in the control group compared to the study group (11.11% vs. 10.29%). After 8 months, the scores for health motives increased only in the study group by an average of 0.17 points, while in the control group these scores decreased by an average of 0.11 points. Thus, the 8-month aET program led to an increase in almost all motivation scores in both groups, and the consistency of results between the groups can be explained by the fact that both the study and control groups initially engaged in ambulatory aET. Before the home-based aET period, all subjects from both groups also participated in the main motivational consultation aiming to increase motivation for home-based training. However, just like during the 6-month home-based aET program, after the entire 8-month aET program, health-related motivations for exercise remained the most significant only in the study group, while in the control group, the importance of these motivations even decreased after 8 months. All the smart devices provided to the study group participants, including a HR monitor, a smartphone with a dedicated application, and a cardio training portal designed to increase motivation for exercise and engagement in health management, contributed to the increased significance of health-related motivations in this group.

Motivation is critically important in initiating lifestyle changes, particularly to maintain regular PA in daily life. Sebire et al. analyzed the responses of patients newly diagnosed with type 2 DM about motivation to change their lifestyle upon learning the diagnosis, which were collected through face-to-face meetings after 6 months and phone calls with the researcher after 9 months from the beginning of the study³⁰⁴. During the 9-month lifestyle intervention program, participants were asked to track their weight changes, adhere to their diet, complete a PA diary, and use a pedometer³⁰⁴. Motivation in this study was assessed based on the self-determination theory, widely used to study individual motives for engaging in PA³⁰⁵. The analysis of responses in the study by Sebire et al. revealed that over time, both the quality of motivation and the types of motivation to change lifestyle varied among different participants and even within the same

participant³⁰⁴. Most participants indicated aspects of extrinsic motivation, reflected in controlled regulation of motives, as the lifestyle changes were initiated by the researchers³⁰⁴. However, autonomous regulation of motives, which depends more on the individual's own decision, tended to emerge over time, with participants mainly indicating the motive to improve their health, quality of life or time spent with their family³⁰⁴. Therefore, in our study, changes in motivation to engage in PA could have been more significant with an extended duration of the program, especially when providing remote care during the home-based aET program after the ambulatory aET program.

Nevertheless, most lifestyle programs promoting PA primarily implement ambulatory aET. Although such aET programs are limited in accessibility and duration, there is evidence that they positively impact the motivation to exercise among individuals with increased cardiometabolic risk^{237,306}. Alarcón-Gómez et al. applied a 6-week ambulatory HIIT program for patients with type 1 DM, where participants performed exercises three times a week on a stationary bike, while those in the control group did not engage in any training³⁰⁶. At the beginning and end of the study, all participants completed the Behavioral Regulation in Exercise Questionnaire (BREQ-2) assessing self-regulation in exercising and the Physical Activity Enjoyment Scale (PACES) evaluating the enjoyment of training³⁰⁶. The collected data indicated that the internal motivation to exercise among participants in the HIIT group increased by 13% after the ambulatory HIIT program, and the enjoyment of training increased by 7%, achieving statistical significance³⁰⁶. Our research group examined the impact of the 2-month ambulatory aET program, which was applied to all our participants before the home-based aET program, on the motivation to exercise in individuals with MetS based on changes in the EMI-2 questionnaire scores²³⁷. It was found that after 2 months of ambulatory aET program with direct medical staff supervision, individuals with MetS experienced a significant increase in the scores for social engagement motive, enjoyment and revitalization motive, and fitness motive to exercise ($p = 0.003$, $p < 0.001$, $p = 0.023$, respectively)²³⁷. Based on these findings, in our study, we decided to apply the ambulatory aET program to all our participants before the home-based aET program.

Motivational consultations play an increasingly important role in lifestyle modification programs, as they are designed not only to enhance an individual's motivation to change their lifestyle but also to support them throughout the process. Several studies were found in which motivational consultations were conducted to provide participants with necessary health-related information, gather their input through interviews and surveys, as in our study. These efforts aim to assess current motivations for lifestyle change, gain a better understanding of participants' needs, and capture their experiences in participating in lifestyle programs^{114,307}. In their 12-week

lifestyle program, designed to modify nutrition and increase PA levels for individuals with MetS, Mangyo et al. implemented regular motivational consultations³⁰⁷. Upon analyzing the data collected through motivational consultations, it was revealed that individuals with MetS, who are endeavoring to achieve their lifestyle change goals, benefit significantly from recognizing their role in health management and developing self-confidence³⁰⁷. The researchers believe that these survey results were influenced by providing participants with information related to MetS and specific recommendations for a healthy lifestyle at the beginning of the program, aiming to reduce the adverse effects of MetS on health³⁰⁷. Additionally, participants in the discussed study were given the opportunity to choose goals that were acceptable to them, encouraging greater engagement in the program³⁰⁷. Joelsson et al. also applied motivational, patient-centered consultations in their 5-year Physical Activity on Prescription (PAP) program¹¹⁴. Data collected from the consultations revealed that motivation to exercise increased for individuals with cardiometabolic risk factors who created their own PA routine¹¹⁴. According to the authors, participants' motivation to exercise was influenced by achieving positive health changes in the program and receiving consistent support from healthcare professionals¹¹⁴. The importance of social support for individuals with increased cardiometabolic risk undergoing behavioral changes related to PA is highlighted in other studies as well^{308,309}. In our study, the initial 2-month ambulatory aET program enabled all subjects to receive direct care from medical staff in the clinic. Although during the 6-month period of home-based aET participants in the study group were supervised remotely by medical staff, which could reduce the feeling of social support, they had the opportunity to perform home-based aET at their convenience using smart PA self-monitoring devices and monitor positive changes in their health parameters on the "Cardio training portal". In our opinion, it is especially important to ensure that a person, performing home-based aET, receives regular feedback from the medical staff with the help of smart devices, which can further increase the motivation of the person to exercise and thus improve health parameters.

Only a few studies were found in which changes in motivation to exercise were evaluated in individuals with increased cardiometabolic risk after a home-based aET using smart devices^{227,241,310}. Höchsmann et al. included 36 overweight DM patients in a 24-week lifestyle program, where participants in the intervention group not only attended counselling on lifestyle changes, like those in the control group, but additionally used an interactive smartphone game to promote PA²²⁷. According to the Intrinsic Motivation Inventory (IMI), after 24 weeks of the program, the intrinsic motivation to exercise increased by 6.4 ± 4.2 points ($p < 0.001$) in the intervention group subjects, while it decreased by 1.9 ± 16.5 points ($p = 0.623$) in the control group subjects²²⁷. The

scores of such subscales of the internal motivation questionnaire as "interest/enjoyment" and "perceived competence" increased significantly only in the intervention group²²⁷. In another study, DM patients participated in a 4-month lifestyle modification program, where subjects in the experimental group had to perform aET at home based on videos presented to them via the mobile application "WhatsApp"³¹⁰. Based on the Physical Activity and Leisure Motivation Scale-Malay (PALMS-M), scores for all 8 motivations to exercise increased only in the experimental group, while in the control group, they decreased, allowing the detection of a significant difference in changes between the groups³¹⁰. In the same study, after 4 months, participants in the experimental group significantly improved their motivations for exercise such as "appearance," "others' expectations," "physical condition," and "mastery"³¹⁰, leading to a significant increase in PA levels in the experimental group compared to the control group ($p = 0.001$)³¹⁰. In a study conducted in 2023, overweight individuals were divided into three groups: 1) the virtual reality exercise group, 2) indoor bicycle exercise group, 3) control group²⁴¹. Participants in the first group performed aET on a stationary bicycle, but unlike the second group, the stationary bicycle was linked to a smartphone and head-mounted display for immersive virtual reality exercise²⁴¹. After 8 weeks of the program, motivation aspects such as "exercise fun" and "exercise immersion" significantly increased only in the virtual reality exercise group compared to the indoor bicycle exercise group and control group (both parameters, $p < 0.001$)²⁴¹. Therefore, the use of smart devices in home-based aET sessions within lifestyle intervention programs can positively impact the motivation for exercise in individuals with increased cardiometabolic risk, as our study also demonstrated.

In our study, the changes in motivation exercise according to the scores of the EMI-2 questionnaire were also evaluated after 6 months of home-based aET, in which the study group subjects additionally used smart devices, enabling remote supervision. Between visits 2 and 3, which corresponded to the 6-month home-based aET program period, the scores for enjoyment and revitalization motives (3.27% vs. 7.14%, respectively), appearance/weight motives (4.44% vs. 5.92%, respectively), and fitness motives (2.50% vs. 5.66%, respectively) increased in both the study and control groups without reaching statistical significance. After 6 months, the scores for health motives increased non-significantly only in the study group, with an average change of 2.84%, while in the control group, the scores for health motives decreased by 0.25%. The scores for social engagement motives significantly increased in the control group, with an average change of 12.44% ($p = 0.034$). The importance of health motives in the study group could be explained by the fact that participants in this group maintained communication with the healthcare specialist – the researcher via phone and face-to-face meetings during the 6-

month period of home-based aET. Additionally, the study group participants could monitor the dynamics of their health parameters using a mobile application and the "Cardio training portal". In contrast, participants in the control group, who also performed home-based aET, did not maintain communication with a healthcare specialist, did not use any PA tracking devices, and did not record their health parameters in the "Cardio training portal". Social motives were crucial for participants in the control group during the 6-month period of home-based aET, possibly due to encouragement and support from family and friends to continue participating in the study. Furthermore, we showed that changes in the scores for health motives in the study group were significantly positively correlated with changes in VO_2 max over the 6-month period of home-based aET ($\rho = 0.973$, $p = 0.005$). Thus, we can see that the greater the motivation of a person to improve his health parameters through training, the better CRF is achieved.

5.10. Limitations of the Study

It is important to highlight several limitations of our study. Firstly, the medications used by the participants were not analyzed in this study, including antihypertensive drugs, statins for controlling dyslipidemia, medications controlling glycemia, as well as β -blockers, which could reduce HR. However, it is important to note that during the 8-month study period, the doses of medications used by the participants were not changed. Even after propensity score matching analysis, statistically significant differences remained between the study and control groups in terms of baseline weight, systolic BP, diastolic BP, and baseline resting HR. Secondly, during the course of the study, there were missing data in the database due to cases where participants did not attend one of the study visits or did not complete all the scheduled clinical evaluation tests. Additionally, not all participants fully completed the questionnaires provided to them, complicating the evaluation of survey results. It is essential to note that during the 6-month home-based aET program period, we did not record any exercise training sessions in the control group subjects because they were not supposed to use any wearable devices or somehow track their exercises. Participants in the study group used smart PA self-monitoring devices during the 6-month home-based aET program, but the primary purpose of their use was not to provide all PA data to the researchers. Instead, the devices aimed to enhance individual motivation for exercise and assist in performing home-based aET at an appropriate intensity based on the individual training HR range. Therefore, this study did not compare changes in the number of home-based aET sessions between the

study and control groups. Although the 8-month aET program used in the study may not appear to be very cost-effective, it was a relatively short PA intervention and the tools used for self-monitoring were widely available and were intended to maintain the subject's motivation to exercise. Even better results could have been obtained in this study by including only smartphone users who had previously tried using smart PA self-monitoring devices. It was intended to include more participants in the study, but due to the restrictions imposed by the COVID-19 pandemic, the recruitment of participants had to be terminated earlier. Additionally, more regular feedback from the medical staff through smart devices could have further increased individuals' motivation to exercise and thus improve health parameters. Despite the mentioned limitations, to our knowledge, this is the first study to assess changes in various cardiometabolic risk parameters in individuals with MetS after the individually tailored ambulatory aET program, followed by the home-based aET program, relying not only on provided PA recommendations but also by HR monitoring using ECG and smart devices.

CONCLUSIONS

1. The smartphone, paired with a wearable device based on electrocardiogram recording, is optimally suited equipment for home-based physical activity self-monitoring for individuals with increased cardiometabolic risk.
2. The developed original mobile application and a computerized diary of compliance with physical activity recommendations enable interactive physical activity monitoring at home for individuals with increased cardiometabolic risk.
3. Individuals with metabolic syndrome, who participated in the combined care aerobic exercise training program, showed significant improvement in cardiometabolic risk factors and cardiorespiratory fitness.
4. In the study group, the level of anxiety and depression significantly decreased, and the motivation to exercise due to positive health changes significantly increased among individuals with metabolic syndrome.
5. In the study group, there was a significant decrease in peripheral arterial stiffness and intima-media thickness of the carotid arteries among individuals with metabolic syndrome.

PRACTICAL RECOMMENDATIONS

1. It is recommended to start an aerobic training program in an outpatient setting with direct medical staff supervision before applying home-based training.
2. It is recommended to implement face-to-face motivational consultations in aerobic exercise programs, conducted by a healthcare provider or team of specialists assigning the workouts.
3. It is recommended to use wearable devices based on electrocardiogram recording, attached to the chest, for greater accuracy of obtained data during home-based training.
4. For individuals with an increased cardiometabolic risk, a mobile application with a wearable heart rate monitor is a suitable tool for maintaining motivation during home-based training.
5. It is crucial to ensure that individuals, while performing home-based training, regularly receive feedback from medical professionals through smart devices, as this can further enhance personal motivation to exercise and improve health parameters.

PADEKA

Noriu nuoširdžiai padėkoti visiems, prisidėjusiems prie šio mokslinio darbo.

Ypatingai dėkoju savo darbo vadovui prof. habil. dr. Aleksandrui Laucevičiui už pasitikėjimą ir nuolatinę paramą, idėjas. Ačiū už svarbias pastabas, ruošiant tyrimų protokolus, straipsnius bei disertaciją, už patarimus, iškilus problemoms. Jūsų profesionalus vadovavimas ir palaikymas labiausiai padėjo man siekti tikslo ir įgyvendinti savo idėjas.

Ypatingą padėką skiriu Romualdai Kizlaičiui už idėjas, bendradarbiavimą, kuriant mobiliąją programėlę ir kardiortreniruočių portalą, už konsultacijas ir pagalbą, iškilus techninėms problemoms viso tyrimo metu.

Esu labai dėkinga dr. Ievai Laucevičienei, doc. dr. Jolitai Badarienei, prof. dr. Ligitai Ryliškytei, dr. Rokui Navickui, Petruui Navickui už patarimus ir pagalbą, rengiant mokslinius straipsnius.

Esu labai dėkinga Romai Purnaitei už konsultacijas ir patarimus biomedicininės statistikos klausimais.

Dėkoju visam UAB „InMedica“ klinikų personalui, prisidėjusiam prie šio mokslinio darbo įgyvendinimo, ypatingai kolegoms kardiologams už tyrimo metu atliktą klinikinį pacientų ištyrimą, taip pat Ievai Gvozdovičienei, kuri padėjo suvesti tiriamųjų duomenis į duomenų bazės sistemą, padėjo su duomenų rinkimu susijusiais klausimais.

Esu dėkinga visiems pacientams, kurie pasitikėjo ir sutiko dalyvauti tyrime.

Dėkoju recenzentams prof. dr. Sigitai Aidietienei, prof. dr. Germanui Marinskiui, doc. dr. Jūratei Barysienei už disertacijos peržiūrai skirtą laiką ir vertingas pastabas, kurios padėjo man patobulinti disertacijos rankraštį.

Galiausiai, noriu padėkoti savo šeimai, ypatingai savo vyrui Mykolui, už palaikymą, supratingumą ir kantrybę per visą disertacijos rengimo procesą.

APIE DISERTANTE

Jūratė Zupkauskienė 2015 m. Vilniaus universiteto medicinos fakultete įgijo medicinos gydytojo kvalifikaciją. Nuo 2015 m. įstojo į kardiologijos rezidentūrą Vilniaus universitete ir pradėjo dirbti jaunesniąja mokslo darbuotoja Vilniaus universiteto širdies ir kraujagyslių ligų klinikoje. 2018 m. įstojo į Vilniaus universiteto doktorantūros studijų programą. 2019 m. baigusi kardiologijos rezidentūrą Vilniaus universiteto medicinos fakultete, pradėjo dirbti gydytoja kardiologe VšĮ „Antakalnio poliklinikoje“, UAB „Kardiolitos Klinikose“. Disertantė nuolat tobulina žinias ir skaito pranešimus tarptautinėse konferencijose, kongresuose ir kituose renginiuose. Gydytoja yra Europos kardiologų draugijos, Lietuvos kardiologų draugijos ir Lietuvos hipertenzijos draugijos narė.

Vilniaus universiteto leidykla
Saulėtekio al. 9, III rūmai, LT-10222 Vilnius
El. p. info@leidykla.vu.lt, www.leidykla.vu.lt
Tiražas 15 egz.