

<https://doi.org/10.15388/vu.thesis.537>

<https://orcid.org/0000-0003-1202-4555>

VILNIAUS UNIVERSITETAS

Antanas Bliūdžius

Fizinio aktyvumo vertinimas  
naudojant išmaniąsias apyrankes  
prediabeto kontrolei  
šeimoms gydytojo praktikoje

**DAKTARO DISERTACIJA**

Medicinos ir sveikatos mokslai,  
Medicina (M 001)

VILNIUS 2023

Disertacija rengta 2017–2023 metais Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Klinikinės medicinos instituto Vidaus ligų ir šeimos medicinos klinikoje.

**Mokslinis vadovas** – prof. dr. Vytautas Kasiulevičius (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:**

doc. dr. Vilma Dženkevičiūtė (Vilniaus universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina, M 001),

doc. dr. Jūratė Pečeliūnienė (Vilniaus universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina, M 001),

prof. dr. Rimantas Stukas (Vilniaus universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, visuomenės sveikata, M 004),

doc. dr. Annamaria Zsakai (Eötvöso Lorando universitetas (Vengrija), gamtos mokslai, biologija, N 010).

Disertacija ginama viešame Gynimo tarybos posėdyje 2023 m. spalio 4 d. 12 val. Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto 203 auditorijoje. Adresas: M. K. Čiurlionio g. 21, Vilnius, Lietuva, tel. +370 5 239 8700; el. paštas mf@mf.vu.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.537>

<https://orcid.org/0000-0003-1202-4555>

VILNIUS UNIVERSITY

Antanas Bliūdžius

Physical Activity Evaluation  
using Wrist-Worn Activity Trackers  
for Prediabetes Follow-Up  
in Family Doctor Practice

**DOCTORAL DISSERTATION**

Medicine and Health Sciences,  
Medicine (M 001)

VILNIUS 2023

The dissertation was prepared between 2017 and 2023 at Vilnius University.

**Academic supervisor –**

**Prof. Dr. Vytautas Kasiulevičius** (Vilnius University, Medicine and Health Sciences, Medicine, M 001).

This doctoral dissertation will be defended in a public meeting of the Dissertation Defence Panel:

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

**Members:**

Assoc. Prof. Dr. Vilma Dženkevičiūtė (Vilnius University, Medicine and Health Sciences, Medicine, M 001),

Assoc. Prof. Dr. Jūratė Pečeliūnienė (Vilnius University, Medicine and Health Sciences, Medicine, M 001),

Prof. Dr. Rimantas Stukas (Vilnius University, Medicine and Health Sciences, Public Health, M 004),

Assoc. Prof. Dr. Annamaria Zsakai (Eötvös Loránd University (Hungary), Natural Sciences, Biology, N 010).

The dissertation shall be defended at a public meeting of the Dissertation Defence Panel at 12 a. m. on 4th of October 2023 in meeting room 203 of the Vilnius University Faculty of Medicine.

Address: M. K. Čiurlionio str. 21, Vilnius, Lithuania, tel. +370 5 239 8700; e-mail: mf@mf.vu.lt.

The text of this dissertation can be accessed at the library of Vilnius University, as well as on the website of Vilnius University:

[www.vu.lt/lt/naujienos/ivykiu-kalendorius](http://www.vu.lt/lt/naujienos/ivykiu-kalendorius)

## SANTRUMPOS

CD – cukrinis diabetas,  
CDC – Jungtinių Amerikos Valstijų Ligų prevencijos ir kontrolės centras,  
COVID-19 – koronaviruso sukeliama infekcinė liga,  
FA – fizinis aktyvumas,  
GPS – globalinė padėties nustatymo sistema,  
HbA1c – glikozilintas hemoglobinas,  
IDF – Tarptautinė diabeto federacija,  
IPAQ-L – Tarptautinis fizinio aktyvumo klausimynas, ilgoji forma,  
IPAQ-S – Tarptautinis fizinio aktyvumo klausimynas, trumpoji forma,  
KMI – kūno masės indeksas,  
MET – metabolinis ekvivalentas,  
OS – operacinė sistema,  
PDPAR – Praėjusios dienos fizinio aktyvumo apžvalga (klausimynas),  
PSO – Pasaulio sveikatos organizacija,  
SD – standartinis nuokrypis,  
SD1 – trumpalaikis variabilumas,  
SD2 – ilgalaikis variabilumas,  
SD12 – trumpalaikio ir ilgalaikio variabilumo santykis,  
VUL SK – Vilniaus universiteto ligoninė Santaros klinikos,  
Q – kvartilai.

# TURINYS

ĮVADAS .....	9
1. LITERATŪROS APŽVALGA .....	11
1.1. Prediabetas.....	11
1.2. Cukrinis diabetas ir jo paplitimas .....	11
1.3. Prediabeto ir II tipo cukrinio diabeto prevencija.....	11
1.3.1. Prevencija Lietuvoje.....	12
1.3.2. Prevencijos politika pasaulyje .....	12
1.3.3. Prevencijos metodai ir pacientų įtraukimas.....	13
1.3.4. Pasaulinės rekomendacijos .....	14
1.4. Nutukimo įtaka prediabetui išsivystyti.....	15
1.5. Fizinio aktyvumo reikšmė nutukimo ir prediabeto prevencijoje.....	15
1.5.1. Fizinis aktyvumas ir jo įtaka antropometriniam duomenimui.....	16
1.5.2. Fizinio aktyvumo įtaka insulino jautrumui.....	16
1.6. Fizinio aktyvumo vertinimo metodai klinikinėje praktikoje .....	17
1.6.1. Klausimynai ir dienoraščiai .....	17
1.6.2. Objektivių duomenų rinkimas .....	18
1.6.3. Metabolinis ekvivalentas .....	19
1.6.4. Išmaniųjų technologijų naudojimas prediabetui prevenciškai kontroliuoti .....	21
1.7. Akselerometrų ir išmaniųjų įrenginių naudojimas fiziniam aktyvumui vertinti.....	22
1.7.1. Medicininiai akselerometrai .....	23
1.7.2. Išmanieji telefonai ir mobiliosios programos .....	23
1.7.3. Išmanieji laikrodžiai ir išmaniosios apyrankės.....	25
1.8. Fizinio aktyvumo kintamumo laike vertinimo metodai .....	27
2. DARBO METODOLOGIJA .....	29
2.1. Pacientų atranka .....	29
2.2. Tyrimo metodas ir imties apskaičiavimas .....	30
2.2.1. Pirmasis vizitas.....	31
2.2.2. Antrasis vizitas .....	32
2.3. Fizinio aktyvumo stebėjimas ir vertinimas.....	32
2.3.1. Išmaniųjų apyrankių naudojimas.....	33
2.3.2. Fizinio aktyvumo duomenų perkėlimas .....	34
2.3.3. Fizinio aktyvumo duomenys .....	34

2.3.4. „Fitbit“ išmaniųjų apyrankių naudojimo pagrindimas .....	34
2.4. Tarptautinis fizinio aktyvumo klausimynas (IPAQ).....	35
2.5. Fizinio aktyvumo kintamumo laike vertinimas.....	36
2.5.1. Bendrųjų fizinio aktyvumo charakteristikų vertinimas .....	36
2.5.2. Fizinio aktyvumo kintamumo laike vertinimas naudojant Poincaré grafiko metodą.....	36
2.6. Statistinė analizė.....	38
2.7. Autoriaus indėlis į tyrimą ir tyrimo finansavimas .....	38
3. TYRIMO REZULTATAI .....	39
3.1. Tiriamųjų bendroji charakteristika .....	39
3.2. Kūno masės sudėties analizė ir pokytis.....	39
3.3. Kraujo tyrimų pokytis .....	41
3.4. Fizinio aktyvumo duomenys (6 mėn.), surinkti iš „Fitbit“ išmaniųjų apyrankių .....	42
3.5. Fizinio aktyvumo kintamumo laike vertinimas naudojant Poincaré grafiko metodą.....	43
3.6. Poincaré grafikas ir fizinio aktyvumo kintamumo parametrai.....	47
3.6.1. Fizinio aktyvumo kintamumas laike, lipidogramos ir glikozilinto hemoglobino pokytis.....	49
3.6.2. Fizinio aktyvumo kintamumas ir trigliceridų pokyčiai .....	52
3.6.3. Fizinio aktyvumo kintamumas ir mažo tankio lipoproteinų pokyčiai .....	53
3.6.4. Fizinio aktyvumo kintamumas ir svoris .....	55
3.6.5. Fizinio aktyvumo kintamumas ir kūno masės sudėties analizė.....	55
3.6.5.1. Kūno riebalų masės pokytis .....	55
3.6.5.2. Fizinio aktyvumo kintamumas ir liesosios minkštosios kūno masės pokytis .....	57
3.6.5.3. Kūno riebalų procentinės dalies pokytis .....	59
3.6.5.4. Visceralinių riebalų ploto pokytis .....	61
3.6.5.5. Fizinio aktyvumo kintamumas bei juosmens ir klubų apimties santykio pokytis.....	63
3.6.5.6. Fizinio aktyvumo kintamumas ir pilvo apimties pokytis.....	64
3.6.5.7. Fizinio aktyvumo kintamumas bei liesosios minkštosios ir riebalų masės pokytis galūnėse.....	66
3.7. Fizinio aktyvumo vertinimas naudojant klausimynus.....	66

4. REZULTATŲ APTARIMAS.....	69
4.1. Diskusija.....	69
4.2. Nuotolinio pacientų stebėjimo integracijos į elektroninę sveikatos sistemą vizija .....	75
IŠVADOS .....	78
REKOMENDACIJOS.....	79
LITERATŪROS SĄRAŠAS .....	80
PRIEDAI .....	94
SANTRAUKA (SUMMARY).....	96
CURRICULUM VITAE.....	112
PADĖKA .....	113
PUBLIKACIJŲ SĄRAŠAS.....	114



# ĮVADAS

## Darbo aktualumas

Tiek Lietuvoje, tiek visame pasaulyje pastebima sergamumo prediabetu ir II tipo cukriniu diabetu didėjimo tendencija. Sukurta šių ligų prevencijos programų, tačiau jose nėra objektyvių fizinio aktyvumo vertinimo priemonių.

Fizinio aktyvumo vertinimas – vienas iš reikšmingiausių prediabeto ir II tipo cukrinio diabeto prevencijos bei valdymo komponentų. Išmaniųjų apyrankių naudojimas fiziniam aktyvumui vertinti nėra reglamentuotas šeimos gydytojo darbe ir nėra traktuojamas kaip diagnostikos metodas.

## Darbo tikslas

Išanalizuoti fizinio aktyvumo vertinimą naudojant išmaniąsias apyrankes prediabeto kontrolei šeimos gydytojo praktikoje.

## Darbo uždaviniai

1. Įvertinti išmaniųjų apyrankių naudojimą ir jomis gaunamus duomenis prediabeto kontrolei šeimos gydytojo praktikoje.
2. Remiantis išmaniųjų apyrankių duomenimis, įvertinti įvairaus intensyvumo fizinio aktyvumo trumpalaikių ir ilgalaikių svyravimų reikšmę kūno sudėties, lipidogramos ir glikozilinto hemoglobino pokyčiams.
3. Įvertinti išmaniųjų apyrankių ir įprastinių fizinio aktyvumo klausimynų duomenų koreliacijų ypatumus.

## Darbo naujumas ir praktinė reikšmė

Kaip matyti iš mokslinės literatūros analizės, šiandien atlikta daug tyrimų, sisteminių analizių ir metaanalizių, kuriose remiamasi išmaniųjų apyrankių duomenimis, įrodytas šių apyrankių naudojimo tyrimams patikimumas. Vis dėlto tyrimų, atspindinčių fizinio aktyvumo kitimo laike sąsają su prediabeto ir metabolinių sutrikimų parametrais, iki šiol nėra [80, 86, 87, 90–92, 119–122, 124]. Tai pirmas mokslinis darbas Lietuvoje ir pasaulyje, kuriame tiriamas išmaniųjų apyrankių naudojimas prediabeto kontrolei šeimos gydytojo praktikoje.

## Ginamieji teiginiai

1. Išmaniosios apyrankės – reikšminga ir reikalinga priemonė, taikytina šeimos gydytojo praktikoje nuotoliniam pacientų stebėjimui, siekiant objektyviai įvertinti pacientų, sergančių prediabetu, fizinį aktyvumą.

2. Išmaniaisiais įrenginiais fizinis aktyvumas gali būti matuojamas neribotą laiką. Tai leidžia ne tik įvertinti fizinį aktyvumą trumpuoju laikotarpiu, bet ir atskleisti fizinio aktyvumo kintamumą laike.

3. Kintamumo laike svyravimų (Poincaré) grafiko metodas tinka fizinio aktyvumo kintamumui laike vertinti ir tolesniems klinikiniams tyrimams atlikti.

4. Išmaniosios apyrankės – inovatyvus ir visiems prieinamas naujas metodas fiziniam aktyvumui vertinti klinikinėje praktikoje. Tai įrankis, lygiavertis fizinio aktyvumo vertinimo klausimynams.

# 1. LITERATŪROS APŽVALGA

## 1.1. Prediabetas

Prediabetas – tai tarpinė hiperglikeminė būklė, kai gliukozės kiekis kraujyje yra padidėjęs, bet nėra toks aukštas, kad atitiktų cukrinio diabeto diagnostinius kriterijus. Pasaulio sveikatos organizacija (PSO) išskiria dvi būkles: sutrikusį gliukozės kiekį nevalgius ir sutrikusią gliukozės toleranciją. Sutrikusi alkio glikemija diagnozuojama, kai gliukozės kiekis kraujyje nevalgius yra 6,1–6,9 mmol/l, o sutrikusi gliukozės tolerancija nustatoma, kai, išgėrus 75 g gliukozės tirpalą ir po 2 val. atlikus tyrimą, gliukozės kiekis kraujyje yra 7,8–11,0 mmol/l [1].

Amerikos diabeto asociacija, be PSO naudojamų kriterijų, prediabetui diagnozuoti dar naudoja glikozilinto hemoglobino tyrimą (HbA<sub>1c</sub>). Prediabetas diagnozuojamas, kai HbA<sub>1c</sub> yra 5,7–6,4 proc. [2].

## 1.2. Cukrinis diabetas ir jo paplitimas

Cukrinis diabetas (CD) yra lėtinis, metabolinis sutrikimas, kuriam būdingas padidėjęs gliukozės kiekis kraujyje. Padidėjęs gliukozės kiekis kraujyje lemia ilgalaikius sveikatos sutrikimus, tokius kaip širdies, kraujagyslių, akių, nervų ir inkstų pažeidimai [3].

Diabetas skirstomas į I ir II tipo CD. I tipo CD susergama, kai autoimuninių procesų metu suardomos insulino gaminančios β ląstelės, esančios kasos Langerhanso salelėse, todėl kasa visai negamina arba pagamina labai mažai insulino [4]. II tipo CD susergama, kai atsiranda rezistentiškumas insulinui arba jo gaminama nepakankamai. Viena dažniausių II tipo CD atsiradimo priežasčių yra nutukimas ir mažas fizinis aktyvumas [5].

2021 m. duomenimis, pasaulyje CD sirgo 537 mln. gyventojų. Padidėjusią riziką susirgti II tipo CD turi 541 mln. žmonių. 2021 m. duomenimis, CD buvo tiesioginė mirties priežastis net 7 mln. atvejų [6].

Lietuvos higienos instituto duomenimis, 2021 m. Lietuvoje CD sirgo 143 063 gyventojai. 14 126 asmenims nustatytas padidėjęs gliukozės kiekis kraujyje arba gliukozės tolerancijos sutrikimas. 2018 m. 257 asmenims amputuotos galūnės, o 528 žmonės mirė nuo CD ir jo sukeltų komplikacijų [7].

## 1.3. Prediabeto ir II tipo cukrinio diabeto prevencija

Prediabetas ir II tipo CD – ligos, kurių galima išvengti arba jas įmanoma atitolinti. Svarbu prevenciškai tirti asmenis, turinčius antsvorio arba

nutukusius ( $KMI > 25 \text{ kg/m}^2$ ), kuriems būdingas bent vienas iš rizikos veiksnių:

- žemas fizinis aktyvumas,
- kardiovaskulinės ligos,
- arterinė hipertenzija,
- hipercholesterolemija,
- pirmos eilės artimieji serga CD,
- moterų policistinių kiaušidžių sindromas,
- rasė (afroamerikiečiai, amerikiečiai, lotynų amerikiečiai, Ramiojo vandenyno salų gyventojai) [8].

Asmenims, kuriems būdingi minėti rizikos veiksniai, rekomenduojama reguliariai atlikti alkio gliukemijos tyrimą, HbA<sub>1c</sub> arba gliukozės tolerancijos mėginį. Prediabetu sergantiems pacientams gliukozės tyrimą rekomenduojama atlikti kas metus, kitus pacientus tikrinti nuo 45 m. ir, jei tyrimų rezultatai atitinka normas, tyrimą kartoti kas trejus metus [9].

### 1.3.1. Prevencija Lietuvoje

Šiuo metu Lietuvoje, remiantis LR Sveikatos apsaugos ministerijos įsakymais, gliukozės koncentracijos tyrimas suaugusiems 18–64 m. pacientams atliekamas du kartus per metus, o sulaukusiesiems 65 m. – kas metus [10].

2005–2023 m., vykdant Širdies ir kraujagyslių ligų prevencijos programą, 40–54 m. vyrams ir 50–64 m. moterims gliukozės koncentracijos kraujyje tyrimas buvo atliekamas kas metus. 2023 m. galiojusi tvarka pakeista – į programą įtraukti visi 40–60 m. vyrai ir moterys. Nustačius padidėjusią alkio gliukemiją, pacientui atliekamas gliukozės tolerancijos testas [11].

Nuo 2014 m. iki 2025 m. Lietuvoje taip pat vykdoma Sveikatos stiprinimo programa, skirta širdies ir kraujagyslių ligų bei cukrinio diabeto profilaktikai. Programos metu, siekiant puoselėti sveiką gyvenimą, pacientai mokomi sveikai maitintis, valdyti stresą, skatinami būti fiziškai aktyvūs [12].

### 1.3.2. Prevencijos politika pasaulyje

Jungtinės Amerikos Valstijos nuo 2010 m. pradėjo Nacionalinę diabeto prevencijos programą. Šios programos pagrindas – Ligų prevencijos ir kontrolės centro (CDC) gyvenimo būdo korekcijos programa, kurios metu orientuojamasi į sveiką mitybą ir fizinį aktyvumą. Įgyvendinant programą pastebėta, kad prediabetą turintys žmonės, kurie imasi gyvenimo būdo

korekcijų, II tipo CD riziką gali sumažinti iki 58 proc., o vyresni negu 60 m. asmenys – 71 proc. [13].

Remiantis Tarptautinės diabeto federacijos (IDF) duomenimis, Europos Sąjungoje nėra bendros politikos dėl II tipo CD, tačiau kiekviena šalis šiuo klausimu laikosi nacionalinės politikos. Esminiai skirtumai nedideli, visose šalyse žmonės skatinami vengti nutukimo, aktyviai judėti, sveikai maitintis, atsisakyti alkoholio ir rūkymo [14]. 2021 m. PSO pasirašė rezoliuciją, atkreipiančią dėmesį į neužkrečiamųjų ligų naštą ir diabeto prevenciją bei kontrolę. Rezoliucija skatinama gerinti vartojamo maisto kokybę ir atsižvelgti į sveikatos ir mitybos nelygybę, ypač besivystančiose šalyse [15].

Amerikos diabeto asociacijos ir Europos diabeto tyrimų asociacijos parengtos gairės prediabeto prevencijai ir priežiūrai suskirstytos į keturias pagrindines dalis:

1. Pacientų, turinčių sutrikusią alkio glikemiją ir (ar) gliukozės toleranciją, atranka. Asmenims, kurie patenka į rizikos grupę, rekomenduojama reguliariai atlikti gliukozės tyrimą nevalgius, gliukozės tolerancijos mėginį ir HbA1c.

2. Pacientams, kuriems jau nustatytas prediabetas, taikyti gyvenosenos būdo keitimo intervenciją. Tikslinga įgyvendinti įvairias socialines iniciatyvas bei programas ir siekti, kad asmuo per savaitę skirtų mažiausiai 150 min. vidutinio ar didelio intensyvumo fizinei veiklai, sveikai maitintųsi ir sumažintų kūno masę bent 5–7 proc.

3. Sveikatos priežiūros specialistams rekomenduojama sukurti pacientams, sergantiems prediabetu, individualias gyvenosenos keitimo gaires. Tikslinga pasitelkti tokias priemones, kaip užsibrėžtų tikslų siekimas, savistaba, naudojant įprastas priemones ir technologijas. Svarbu padėti pacientui spręsti iškilusias problemas ir aktyviai įsitraukti į prediabeto priežiūrą ir gyvenosenos keitimą.

4. Pacientus, kuriems nepavyksta pasiekti efektyvios prediabeto kontrolės ir išlieka didelė progresavimo rizika, rekomenduojama svarstyti gydyti medikamentiškai – metforminu [16,17].

### 1.3.3. Prevencijos metodai ir pacientų įtraukimas

Nacionalinės ir pasaulinės CD prevencijos programos – svarbiausias žingsnis mažinant ligos paplitimą [18]. Įvairios šalys renkasi skirtingas strategijas sergamumui ir galimiems rizikos veiksniams mažinti [19, 20]. Lietuvoje veikia jau minėta Širdies ir kraujagyslių ligų ir cukrinio diabeto rizikos grupių asmens sveikatos stiprinimo programa. Programoje gali dalyvauti 40–55 m. vyrai ir 50–65 m. moterys, kuriems būdingas bent vienas arba keli rizikos

veiksniai: padidėjęs kraujo spaudimas, padidėjusi cholesterolio koncentracija kraujyje, asmuo jau serga II tipo CD, turi antsvorį ar yra nutukęs, rūko. Minėta programa apima tik tam tikrą populiacijos dalį ir nepasiekia visų amžiaus grupių ir lyties žmonių [12].

Be nacionalinio lygmens programų, CD prevenciją įgyvendina šeimos gydytojai. Šeimos gydytojas, įvertinęs besilankančių pacientų būklę, rutiniškai atlieka kraujo, šlapimo tyrimus, taiko objektyvų ištyrimą, įvertina antsvorio, nutukimo riziką ir, esant poreikiui, teikia mitybos, fizinio aktyvumo rekomendacijas arba skiria gydymą, kitų specialistų konsultacijas [21, 22].

Z. Aziz ir bendraautoriai [14] atliko pasaulyje vykdomų II tipo CD prevencinių programų sisteminę apžvalgą. Tyrime apžvelgti per 15 m. paskelbtų prevencinių programų rezultatai ir poveikis ligos paplitimui. Nustatyta, kad paveikiausios ir efektyviausios buvo tos prevencinės programos, kuriose programos vykdytojas turėjo glaudų kontaktą su programos dalyviu, ypač kai buvo kalbama apie svorio mažinimą.

Apžvalgoje analizuotos prevencinės programos dažniausiai buvo pagrįstos Jungtinių Amerikos Valstijų diabeto prevencijos programų modeliu, paremtu struktūrizuotais vykdymo protokolais. Vis dėlto minėtos intervencijos paveikia tik mažą populiacijos dalį. Mažesnio intensyvumo, ilgesnės trukmės, mažesnio kontakto prevencinės programos taip pat efektyvios, jos daro poveikį didesnei populiacijos daliai. Taigi, jei intervencijos metu svorio sumažėjimas nėra didelis, prevencinė programa gali turėti reikšmingą įtaką ligos vystymuisi populiacijos lygmeniu. Svarbiausia stengtis, kad prevencinės programos kuo labiau įsiskverbtų į tikslines grupes, ir siekti kuo didesnio visuomenės dalyvavimo minėtose programose.

#### 1.3.4. Pasaulinės rekomendacijos

Vienas iš svarbiausių prediabeto prevencijos komponentų – gyvenimo būdo korekcija [10]. Atliktos sisteminės apžvalgos rodo, kad, siekiant pagerinti gliukozės toleranciją ir išvengti prediabeto progresavimo, pakanka padidinti fizinį aktyvumą ir taikyti sveiką mitybą, o nauda sveikatai išlieka ilgą laiką [23–26]. Fiziniai pratimai turėtų būti atliekami bent tris kartus per savaitę po 30–60 min. Ši rekomendacija atspindi PSO rekomendacijose ir atliktuose tyrimuose [27, 28].

Kalbant apie dietas, rekomenduojama nesikoncentruoti į konkrečius produktus, o valgyti saikingai, laikytis Viduržemio jūros regiono dietos principų [29]. Taip pat reikėtų vengti tabako gaminių rūkymo, nes rūkymas

padidina kraujyje gliukozės koncentraciją ir gali sumažinti jautrumą insulinui [30, 31].

#### 1.4. Nutukimo įtaka prediabetui išsivystyti

Nutukimas – vienas iš reikšmingiausių veiksnių, sukeliančių prediabetą. Antsvorį turinčių žmonių riebalinis audinys išskiria perteklinį kiekį neesterifikuotų riebalų rūgščių, glicerolio, hormonų, uždegiminių citokinų ir kitų faktorių, kurie dalyvauja didinant rezistentiškumą insulinui. Kai insulino rezistentiškumas vystosi kartu su kasos salelių  $\beta$  ląstelėmis, kurios atsakingos už insulino išsiskyrimą, disfunkcija, sutrinka kraujo gliukozės reguliavimas. Tai lemia prediabetą ir II tipo CD [32].

#### 1.5. Fizinio aktyvumo reikšmė nutukimo ir prediabeto prevencijoje

PSO fizinį aktyvumą apibrėžia kaip kūno judesių sukeltus skeleto raumenų susitraukimus, kuriems reikalingas energijos panaudojimas. 2020 m. parengtose gairėse teigiama, kad suaugęs žmogus, neturintis reikšmingų judėjimą ribojančių sutrikimų, turėtų bent 150 min. per savaitę skirti vidutinio intensyvumo aerobiniams pratimams arba bent 75 min. didelio intensyvumo fiziniams pratimams ar lygiaverčiams fizinio aktyvumo deriniams. Siekiant sveikatos gerinimo ir lėtinių ligų prevencijos, rekomenduojama aktyviai praleisti bent du kartus daugiau laiko, negu numatyta bazinėse fizinio aktyvumo rekomendacijose [33]. Reguliarus fizinio aktyvumo trūkumas neginčijamai yra vienas iš reikšmingiausių veiksnių, lemiančių žmogaus senėjimą ir lėtinių ligų išsivystymą bei ankstyvą mirtį. Žemas fizinis aktyvumas yra modifikuojamas rizikos veiksnys daugeliui lėtinių ligų, tokių kaip nutukimas, CD, širdies ir kraujagyslių, kaulų ir sąnarių ligos.

Sveikos gyvensenos specialistai ir ligų prevencinių programų kūrėjai aktyviai ieško, kaip pritaikyti ir įskiepyti aktyvesnio gyvenimo įpročius plačiajai visuomenei. Pastaruoju metu kaip vienas lengviausiai prieinamų būdų aktyviai judėti itin plačiai pristatomas vaikščiojimas [34]. Jis leidžia ne tik lengvai patekti iš taško A į tašką B, bet ir prisideda prie geresnės sveikatos.

Amerikos sporto medicinos kolegija minėtas rekomendacijas supaprastino ir įprastą rekomenduojamą fizinę veiklą prilygino 7 000–9 000 žingsnių per dieną [35]. Atsižvelgiant į tai, kad jau keletą metų rinkoje galima įsigyti išmaniuosius įrenginius, kurie matuoja nueitą žingsnių kiekį, pasiekti ir įvertinti rekomenduojamą žingsnių skaičių tampa paprastu uždaviniu kiekvienam vartotojui [36]. Išmaniųjų įrenginių surinktų duomenų

analizė parodė, kad vidutiniškai žmonės per dieną nueina apie 5 000 žingsnių [37]. Tai sudaro tik du trečdalius rekomenduojamo fizinio aktyvumo.

Fizinis aktyvumas reikšmingai pagerina jautrumą insulinui per 72 val. po paskutinio aktyvaus judėjimo arba treniruočių ciklo [38]. K. I. Galaviz ir kt. [39], atlikę pasaulinių diabeto prevencinių programų sisteminę apžvalgą ir metaanalizę, pastebi, kad gyvenimo būdo pokyčiai gali reikšmingai sumažinti II tipo CD riziką, net ir nedaug sumažinus kūno masę.

#### 1.5.1. Fizinis aktyvumas ir jo įtaka antropometriniams duomenims

Fizinio aktyvumo skatinimo įtakos antropometriniams duomenims sisteminėje apžvalgoje ir metaanalizėje [40, 41] nustatyta, kad tiek taikant tikslingą fizinio aktyvumo skatinimo intervenciją, tiek pasitelkiant paciento savimotyvaciją, gaunama teigiamų rezultatų mažinant arba palaikant kūno svorį, palyginti su kontrolinių grupių, turėjusių įprastinį fizinį aktyvumą, rezultatais. Taip pat nustatytas teigiamas ilgalaikis poveikis sveikatai. Taigi fizinis aktyvumas vertintinas kaip geresnis prognostinis mirtingumo rizikos rodiklis, negu kraujo spaudimo, cholesterolio arba rūkymo įtakos vertinimas.

#### 1.5.2. Fizinio aktyvumo įtaka insulino jautrumui

Insulinas – kasos Langerhanso salėlėse gaminamas peptidinis hormonas, reguliuojantis angliavandenių, riebalų ir baltymų metabolizmą. Insulinas veikia skatindamas gliukozės pasisavinimą iš kraujo į riebalus, raumenis ir kepenų ląsteles. Šiuose audiniuose gliukozė gliukogenezės metu virsta glikogenu, lipogenezės metu – trigliceridais, o kepenyse – abiem formomis. Veikiant insulinui, kepenyse gliukozės gamyba ir išskyrimas smarkiai ribojami. Jei insulino kiekis sumažėja, procesas tampa atvirkštinis. Prasideda kataboliniai procesai, ypač iš riebalinio audinio.

Pagrindiniai gliukozės apykaitos mechanizmai yra insulino ir gliukagono sekrecija. Kraujyje padidėjus gliukozės kiekiui, reaguoja  $\beta$  ląstelės ir insulino sekrecija padidėja. Gliukozės kiekiui mažėjant, mažėja ir insulino sekrecija. Kasos  $\alpha$  ląstelės išskiria gliukagoną. Kai kraujyje gliukozės kiekis sumažėja, gliukagonas kepenyse skatina glikogenolizę ir gliukoneogenezę [42, 43].

Insulino rezistentiškumas pasireiškia, kai organizmo atsakas į normalų arba padidėjusį insulino kiekį susilpnėja. Metabolinis sindromas, II tipo CD, širdies ir kraujagyslių ligos yra dažniausios insulino rezistentiškumo sindromo pasekmės [44].

2008 m. B. Balkau ir bendraautoriai [48] atliko vieną pirmųjų skerspjūvio tyrimų, kurio metu buvo vertinamas fizinio aktyvumo didinimo



poveikis insulino jautrumui. Fiziniam aktyvumui vertinti buvo naudojami akselerometrai, leidę atskirti įvairaus intensyvumo fizinę veiklą. Tyrimas parodė, kad bendrasis fizinis aktyvumas per dieną yra pagrindinis veiksnys, didinantis jautrumą insulinui. Atskiras įvairaus intensyvumo veiklos grupės poveikis esminio pokyčio neparodė. Didžiausią įtaką insulino jautrumo pokyčiui turėjo bendras visų tipų aktyvių veiklų per dieną didinimas.

Fizinio aktyvumo didinimas arba pakankamas, rekomenduotinas kiekis insulino jautrumą gali didinti keliais būdais. Pirmiausia, per ištirpusį ir nuo 4 tipo gliukozės transporterio bei hipoksijos priklausomą gliukozės transportavimą raumenyse [45]. Antra, fizinis aktyvumas didina griausių raumenų vaskuliarizaciją, todėl didėja mitochondrijų neobiogenezę ir audinių masę [46]. Trečia, minėtinas tarpląstelių riebalų persiskirstymas, dėl kurio gerėja šių riebalų panaudojimas [47]. Ketvirta, svarbu riebalų masės sumažėjimas [48, 49].

Kalbant apie insulino jautrumą fizinio aktyvumo pokyčiui, atkreiptinas dėmesys į jaunų žmonių iki 20 m. amžiaus grupę, nes aptartas tyrimas orientuotas į suaugusius 20–60 m. žmones. Pagrindiniai aktyvaus gyvenimo būdo įpročiai formuojasi pirmaisiais gyvenimo dešimtmečiais. 2013 m. M. V. Fedewa ir bendraautorai [50] metaanalize apžvelgė treniravimosi įtaką insulino jautrumo pokyčiams 6–19 m. amžiaus grupėse. Tyrimas parodė, kad vaikų ir paauglių amžiaus grupėse treniravimasis ir mankšta efektyviai sumažina alkio insulino kiekį ir pagerina jautrumą insulinui. Rezultatai taip pat atskleidė, kad geriausių rezultatų pasiekė asmenys, turėję aukštesnį kūno masės indeksą, o vaikai, kuriems diagnozuotas nutukimas, pasižymėjo didesniu rezistentiškumu insulinui negu liesi jų bendraamžiai.

## 1.6. Fizinio aktyvumo vertinimo metodai klinikinėje praktikoje

Apžvelgėme fizinio aktyvumo įtaką diabetui išsivystyti. Siekiant taikyti fizinį aktyvumą diabeto ir kitų metabolinių ligų prevencijai, svarbu įvertinti, kiek žmonės juda per dieną, savaitę, ilguoju laikotarpiu arba kiek laiko praleidžia sėdėdami, ir palyginti šių parametrų pokytį laike. Įvertinus sistemes apžvalgas, metaanalizes ir Amerikos širdies asociacijos rekomendacijas, tikslinga palyginti fizinio aktyvumo sekimo metodus ir išskirti jų privalumus ir trūkumus [51–55].

### 1.6.1. Klausimynai ir dienoraščiai

Dažniausia ir pigiausia priemonė pacientų fiziniam aktyvumui stebėti – fizinio aktyvumo (FA) vertinimo klausimynai. Skirtingi klausimynai skiriasi

duomenų matavimo, vertinimo intervalų bei duomenų rinkimo principais ir klasifikuojami į tris grupes. Skirtini pasauliniai, atkuriamieji (angl. *recall*) ir kiekybinės istorijos klausimynai.

Didžiausias FA vertinimo klausimynų privalumas – ne tik kaina, bet ir tai, kad šiais klausimynais gana tiksliai matuojama intensyvi veikla. Veiklą galima kategorizuoti į mažo, vidutinio ir didelio intensyvumo veiklas, vertinti skirtingų tiriamųjų grupių fizinio aktyvumo pokyčius. Trūkumas – mažas tikslumas, vertinant lengvą arba vidutinį fizinį aktyvumą ir energijos suvartojimą. Be to, klausimynai turi pereiti validacijos procesą, renkantis kitas kalbas.

Pasaulyje naudojama daugybė FA klausimynų. Neretai jie pritaikomi tam tikrai populiacijai, problemai arba klinikiniam tyrimui. Yra ir standartizuotų klausimynų. Populiariausi: Tarptautinis fizinio aktyvumo klausimynas (trumpoji (IPAQ-S) ir ilgoji forma (IPAQ-L)) [56], Pasaulinis fizinio aktyvumo klausimynas (GPAQ) [57], Praėjusios savaitės keičiamas aktyvumo klausimynas (PWMAQ) [58], Praėjusios dienos fizinio aktyvumo apžvalga (PDPAR) [59] ir kt. Dauguma šių klausimynų apžvelgia paskutinės savaitės fizinį aktyvumą, tačiau kai kurie taikytini ilgalaikiam stebėjimui ar vienai dienai vertinti.

Minėtinas ir dar vienas FA vertinimo metodas – dienoraščiai arba užrašai. Juos tyrėjai dažniausiai naudoja FA klausimynams vertinti. Veikla gali būti registruojama tiesiog fiksuojant savo veiklą tam tikrame blanke arba naudojant programėlę išmaniajame telefone [60] ar kompiuteryje [51, 53].

### 1.6.2. Objektyvių duomenų rinkimas

FA vertinti pasitelkiami ir objektyvūs duomenys. Šiuos duomenis galima suskirstyti į keturias grupes: 1) sunaudotos energijos matavimas, 2) fiziologinių rodiklių matavimas, 3) judesių matavimas, 4) padėties nustatymas.

Aktyvumui matuoti sunaudotos energijos metodu galima pasitelkti netiesioginę kalorimetriją. Jos metu matuojamas kvėpuojamasis tūris ir suvartotas deguonies bei išskirto anglies dvideginio kiekis. Minėtas metodas taikomas klinikinėje praktikoje, tačiau yra brangus ir nenaudojamas pirminėje sveikatos priežiūros grandyje [61]. Taip pat galima naudoti tiesioginio tiriamojo stebėjimo metodą, kurio metu tiriamąjį nuolat stebi tyrėjas ir vertina jo fizinės veiklos pobūdį, intensyvumą ir kitus rodiklius. Šis metodas dažniausiai naudojamas vaikų fiziniam aktyvumui vertinti. Minėti metodai reikalauja didelių žmogiškųjų išteklių, todėl įprastoje šeimos gydytojo praktikoje rutiniškai netaikomi.

Vertinant FA tikslingas fiziologinių rodmenų matavimas. Vienas iš fiziologinių parametų yra širdies susitraukimų dažnis. Jį galima matuoti davikliu, uždėtu ant riešo, arba daviklius pritvirtinus prie krūtinės. Matavimas paremtas širdies susitraukimo dažnio kitimu krūvio metu ir sunaudota energija. Tai nėra labai tikslus metodas FA matuoti, bet jis leidžia diferencijuoti energijos sunaudojimą skirtingos fizinės veiklos metu [55, 62].

Šiandien populiariausias metodas FA vertinti yra tiesioginis judesio matavimas. Tam naudojami pedometriai ir akselerometrai. Pedometrų veikimas paremtas specialaus sensoriaus judėjimu. Sensorius judinamas judant klubams. Jis dažniausiai nešiojamas kaip diržas arba prisegamas prie drabužių klubų srityje. Įrenginys matuoja, kiek žingsnių padaroma tam tikru laikotarpiu, taip pat gali skaičiuoti nueitą atstumą, sunaudotą energijos kiekį [63, 64].

Pasaulyje labiausiai paplitęs būdas FA matuoti – akselerometrų sistema paremti įrenginiai. Veikimo metodas grindžiamas judėjimo pagreičiu. Jutiklis įvertina judesio pagreitį metrų per sekundę kvadratu tam tikra kryptimi, tam tikru laiku. Vėliau šie duomenys perskaičiuojami pagal reikalingus algoritmus ir paverčiami į nueitą žingsnių skaičių, sunaudotą energijos kiekį ir fizinės veiklos intensyvumą. Įrenginiuose gali būti naudojama nuo vieno iki trijų akselerometrų. Šiuolaikiniuose išmaniuosiuose įrenginiuose (telefonuose, laikrodžiuose ir kt.) naudojami trijų ašių jutikliai, kurie vertina judėjimą visomis kryptimis. Pingant ir tobulėjant gamybos technologijoms, akselerometrai pradėti naudoti mediciniuose įrenginiuose judesiams vertinti, tačiau prietaisams tampant vis kompaktiškesniems, jie pradėti montuoti ir į visuomenėje plačiai prieinamus nešiojamus įrenginius [65, 66]. Atsižvelgiant į matavimo metodo populiarumą ir technines savybes, minėtas metodas pasirinktas analizuoti disertacijoje.

Žmogaus judėjimui matuoti galima pasitelkti ir palydovines technologijas, kitaip žinomas kaip globalinė padėties nustatymo sistema (GPS). Nešantis ar nešiojant įrenginį, susietą su palydovine sistema ir vietos nustatymu (pavyzdžiui, mobilusis telefonas), galima nustatyti žmogaus judėjimo greitį ir buvimo vietą. Metodas leidžia įvertinti FA, susijusią su judėjimo distancija, bet nevertina fizinės veiklos, vykdomos vienoje vietoje. Įprastai geriausių rezultatų gaunama padėties nustatymo sistemos rodiklius derinant su informacija, gaunama iš akselerometrų [67].

### 1.6.3. Metabolinis ekvivalentas

Fizinės veiklos metabolinis ekvivalentas (MET) yra deguonies kiekis mililitrais, sunaudotas per minutę kilogramui kūno masės, padalijus iš 3,5. MET galima apibrėžti ir toliau pateiktomis formulėmis:

$$1 \text{ MET} = 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \times \text{h}} = 4.184 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \times \text{h}} = 1.162 \frac{\text{W}}{\text{kg}},$$

kcal – kilokalorijos; kg – kilogramai, h – valandos, kJ – kilodžauliai, W – galia.

Tai plačiai taikytinas matavimo vienetas sunaudotos energijos kiekiui, kai atliekama specifinė fizinė veikla, įvertinti. MET leidžia specifikuoti energijos sunaudojimo lygį atsižvelgiant į fizinės veiklos intensyvumą [68, 69].

Daugeliu matavimų apskaičiuota, kiek vidutiniškai MET vienetų atitinka konkrečią fizinę veiklą (pagrindinės reikšmės pateikiamos 1 lentelėje) [70]. Minėtina, kad įprastai energijos sunaudojimas matuojamas MET minutėmis. Tai rodo, kiek laiko buvo atliekama tam tikro intensyvumo veikla, ir leidžia įvertinti fizinio aktyvumo intensyvumą [71].

Metabolinis ekvivalentas yra svarbus rodiklis, padedantis diferencijuoti atliekamą fizinę veiklą ir įvertinti energijos, sunaudotos fizinės veiklos metu, kiekį. MET naudojamas FA diferencijuoti tiek klausimynuose, tiek renkant duomenis akselerometrais.

**1 lentelė.** Fizinės veiklos intensyvumo MET

Fizinis aktyvumas	MET
<i>Žemo intensyvumo veikla</i>	
Miegas	0,9
Televizoriaus žiūrėjimas	1,0
Rašymas, sėdimas darbas	1,8
Vaikščiojimas 2,7 km/h lygiu paviršiumi, pasivaikščiojimas	2,3
Vaikščiojimas 4 km/h	2,9
<i>Vidutinio intensyvumo veikla</i>	
Treniruotė dviračiu, 50 W galingumu	3,0
Vaikščiojimas 4,8 km/h	3,3
Kalnetika, treniruotė namuose (lengvo ar vidutinio intensyvumo)	3,5
Vaikščiojimas 5,5 km/h	3,6
Važiavimas dviračiu <16 km/h (laisvalaikiu ar į darbą)	4,0
Treniruotė dviračiu, 100 W galingumu	5,5
<i>Didelio intensyvumo veikla</i>	
Bėgiojimas ristele	7,0
Sportas (pavyzdžiui, atsispaudimai, pritūpimai, prisitraukimai), sunki fizinė veikla	8,0
Bėgiojimas	8,0
Šokinėjimas per šokdynę	10,0

#### 1.6.4. Išmaniųjų technologijų naudojimas prediabetui prevenciškai kontroliuoti

Tobulėjant mobiliosioms technologijoms ir akselerometrams, atsirado galimybė juos pritaikyti sveikatos stebėjimo poreikiams. Šiandien akselerometrų galima rasti ir mobiliuosiuose telefonuose, ir išmaniuosiuose laikrodžiuose, ir fizinio aktyvumo matuokliuose. Šiuose įrenginiuose įmontuoti trijų ašių akselerometrai, teikiantys informaciją apie įrenginio judesį ir fiksuojantys pagreitį erdvėje, o gauta informacija specialiais algoritmais paverčiama į žingsnius, nueitus per dieną, atstumą, lengvo, vidutinio ir didelio fizinio aktyvumo minutes ir ramybės laiką. Minėtiems išmaniesiems įrenginiams įgalinti reikalinga programinė įranga, leidžianti vizualizuoti iš išmaniųjų įrenginių gautą informaciją ir paversti ją aiškia ir prieinama vartotojui. Dalis programų šiandien parengtos naudoti įrenginių gamintojų, kita dalis mobiliųjų programų integruoja ir apdoroja skirtingų gamintojų gautą informaciją ir pateikia rekomendacijas, atsižvelgdamos į vartotojo fizinį aktyvumą. Vienos populiariausių mobiliųjų programų yra „Google Fit“, „Samsung Health“, „Apple Health“.

Vis labiau tobulėjant technologijoms, pastebimas mažesnis skirtumas tarp medicininės paskirties akselerometrų ir komercinės paskirties laikrodžių ar FA matavimo apyrankių. Remiantis naujausiais klinikiniais duomenimis [72], galima teigti, kad išmaniųjų įrenginių teikiami duomenys patikimai vertina bendrąjį fizinį aktyvumą ir jo intensyvumą. Dažniausiai tyrimuose naudojami pasaulyje žinomų gamintojų, tokių kaip „Fitbit“, „Garmin“, „Samsung“ ir „Apple“, įrenginiai. Šių gamintojų technologijas jau ilgą laiką išbando ir tiria sporto medicinos specialistai. Tyrimai rodo, kad išmanieji įrenginiai gana patikimai leidžia registruoti sportininkų fizinį aktyvumą ir jo intensyvumą. Taip pat tiriama, kaip minėtus įrenginius galima pasitelkti vertinant nesportuojančių ar įvairaus amžiaus grupių populiacijų FA. Šiandien tai kelia didžiulį tyrėjų ir gydytojų susidomėjimą, tačiau, kaip matyti iš sisteminių apžvalgų rezultatų, vis dar nepakanka duomenų, leidžiančių įtraukti išmaniuosius įrenginius į sveikatinimo gaires. Vis dėlto turimi duomenys rodo, kad mobiliųjų technologijų naudojimas turi didelę įtaką fizinio aktyvumo skatinimui ir savikontrolei. Taip pat pastebimas teigiamas poveikis svoriui, cholesterolio ir gliukozės apykaitai, HbA<sub>1c</sub> [87, 88, 121, 122].

Išmanieji įrenginiai leidžia nuolat stebėti žmogaus FA. Tai tampa didžiuliu iššūkiu dėl gaunamų duomenų gausos. Šiandien atliekama tyrimų, kuriais vertinami baziniai fizinio aktyvumo parametrai ir jų įtaka gliukozės, lipidų apykaitai ir kūno masės sudėčiai, tačiau iškyla didžiulė duomenų

apdoravimo ir vertinimo problema, nes, vertinant didelės apimties FA duomenis, svarbu ne tik nueitas atstumas, žingsnių kiekis, FA intensyvumo lygiai, bet ir FA kintamumas laiko tėkmėje. Minėtina, kad iki šiol atlikta per mažai tyrimų ir nėra konkrečių rekomendacijų, kaip šį kintamumą vertinti. Pavyzdžiui, vienas tiriamasis per savaitę gali nueiti 35 000 žingsnių, kitas tiriamasis – tiek pat, tačiau abiejų tiriamųjų žingsnių kiekis per dieną gali smarkiai skirtis. Vienas tiriamasis per savaitgalį gali nueiti 20 000 žingsnių, o darbo dienomis vos 3 000, kitas – kasdien po 5 000. Toks fizinio aktyvumo pasiskirstymas turės skirtingą įtaką ir medžiagų apykaitai, ir sveikatai.

Taigi viena iš šios disertacijos užduočių – apžvelgti galimus FA kintamumo laike vertinimo metodus ir galimą FA praktinį panaudojimą prediabetui kontroliuoti.

### 1.7. Akselerometrų ir išmaniųjų įrenginių naudojimas fiziniam aktyvumui vertinti

FA gali būti matuojamas realiu laiku. Šiandien tai prieinama ne tik sveikatos specialistams, bet ir plačiajai visuomenei. Proveržio priežastis – akselerometrai.

Akselerometras – elektroninis įrenginys, leidžiantis išmatuoti tiesinį ir kampinį pagreitį. Ši technologija taip pat naudojama biomedicininuose įrenginiuose ir biomedicininuose sensoriuose, daugiausia žingsniams skaičiuoti ir judesiams bei fizinei veiklai sekti [73].

Žmonės ir dauguma žinduolių turi biologinius, panašius į akselerometrų mechanizmus. Tai už pusiausvyrą atsakingi vidinėje ausyje esantys pusratiniai kanalai, kurių veikimas paremtas endolimfos, aktyvinančios kanale esančius nervinius receptorių, judėjimu – taip gaunama informacija apie judėjimo pagreitį ir žemės traukos pojūtį.

Svarbiausia informacija, kurią akselerometrai teikia tiek tyrėjams, tiek vartotojams, – galimybė objektyviai, realiu laiku ir realiomis gyvenimo sąlygomis stebėti fizinės veiklos intensyvumą, dažnį ir trukmę [74]. Vis dėlto tyrėjams ir vartotojams ne visada lengva pasirinkti tinkamiausią įrenginį. Prieš pradėdant jį naudoti, reikia atsižvelgti į (1) akselerometro tipą, (2) ar bus nešiojamas vieno vektoriaus ar kelių vektorių akselerometras, (3) akselerometro padėtį kūno atžvilgiu, (4) intervalus, kuriais bus matuojami, sumuojami ir įrašomi gauti parametrai, (5) dienų, reikiamų stebėjimui įgyvendinti, skaičių [75].

### 1.7.1. Medicininiai akselerometrai

Vienas dažniausių akselerometrų panaudojimo būdų medicinoje – FA tyrimai. Minėti įrenginiai plačiau pradėti naudoti nuo 1980 m. Pradžioje akselerometrai buvo vienos krypties (vieno vektoriaus) ir matuodavo judėjimo pagreitį tik į vieną pusę. Tokio tipo akselerometrai dažniausiai fiksuoti ant rūbų, tvirtinti įvairiose kūno srityse [76]. 2009 m. pradėjo populiarėti kelių vektorių prietaisai, leidžiantys atlikti tikslesnius matavimus. Buvo fiksuojamas vienas įrenginys, tobulėjo duomenų apdorojimo algoritmai [77].

Šiuo metu populiariausias ir dažniausiai įvairiuose tyrimuose naudojamas akselerometras leidžia ne tik rinkti informaciją trijų krypčių vektoriais, bet ir matuoti vektoriaus dydį. Tai leidžia akselerometrus panaudoti visapusiškai. Atliktos mokslinės studijos [78, 79] atskleidžia, kad minėti akselerometrai yra patikimi FA matuoti įvairiose kūno vietose.

### 1.7.2. Išmanieji telefonai ir mobiliosios programos

Mobilieji telefonai, tobulėjant technologijoms, tapo multifunkciniais įrenginiais. Jų funkcionalumas prilygsta asmeniniams kompiuteriams, čia integruotos vaizdo kameros, fotoaparatai ir jau minėti akselerometrai. Dėl savo multifunkciškumo išmanieji telefonai pradėti naudoti ir FA vertinti [80, 81].

Galima išskirti tris būdus, kuriais išmaniuosiuose telefonuose renkama informacija apie FA: a) GPS, naudojant mobilųjį ryšį, b) vidinio akselerometro registruojamas judėjimas, c) mobiliosios programos (klausimynai). Naudojant GPS, gana tiksliai matuojamas įveiktas atstumas, tačiau nediferencijuojama, ar atstumas įveiktas judant transporto priemone, ar pėsčiomis. Šiais laikais išmanieji telefonai yra pagrindiniai mūsų palydovai, todėl FA vertinti naudojamas vidinis trijų ašių akselerometras. Įrenginio akselerometras renka informaciją, o išmaniojo telefono programa algoritmais fiksuoja nueitų žingsnių kiekį, atstumą, fizinės veiklos intensyvumą. Taip pat yra gausybė mobiliųjų programų, kuriose vartotojas gali rankiniu būdu suvesti duomenis apie savo fizinį aktyvumą (naudojama panašiai kaip popieriniai klausimynai). Visi šie būdai turi savų privalumų ir trūkumų, tačiau, sujungus visą surinktą informaciją, sukuriama ganėtinai tikslus FA algoritmas [82].

Išmaniaisiais telefonais, naudojant programinę įrangą, visa informacija apibendrinama algoritmais. Vadovaujantis gaunama informacija vartotojui suteikiama galimybė gauti rekomendacijas. Atsižvelgiant į vartotojo poreikius, rekomendacijos gali būti teikiamos pačiose mobiliosiose programose arba priminimų formatu. Pavyzdžiui, pranešama, kai įveikti

nusistatyti tikslai, ar siunčiami priminimai apie reikalingus pasiekti tikslus, kurie paremti PSO teikiamomis rekomendacijomis. Mobiliosios programos skatina dalytis savo pasiekimais su kitais vartotojais. Tai teikia papildomos motyvacijos daugiau judėti ar net varžytis tarpusavyje.

2019 m. M. Hosseinpour ir R. Terlutteris [83] atliko mobiliųjų programų įtakos FA padidėjimui sisteminei apžvalgą. Analizuoti 41 studijos duomenys. Tyrėjai, atsižvelgdami į poveikumą, išdėstė pagrindinius principus, leidžiančius padidinti FA naudojant mobiliąsias programas.

Pirmasis ir reikšmingiausias būdas, kaip mobiliosiomis programomis paskatinti FA, – aktyvaus atsako principas. Šis atsakas skirstytinas į vizualųjį fizinio aktyvumo atvaizdavimą, įvairius grafikus, žemėlapius (pavyzdžiui, nueito, nuvažiuoto atstumo). Taip pat šiam atsakui priskiriami virtualaus trenerio garsiniai atsakymai, virtualios vizualizacijos, atskleidžiančios fizinio aktyvumo padidėjimą arba sumažėjimą. Šioje grupėje poveikios buvo ir automatizuotos tekstinės žinutės arba elektroniniai laiški, siunčiami tiek esant pakankamam FA, tiek pastebėjus jo sumažėjimą, siekiant priminti, kad judėti reikėtų daugiau. Kitas svarbus aktyvumo skatinimo momentas – realaus laiko duomenų gavimas, savistaba, gaunant nuolatinius priminimus, ir globalios pozicijos nustatymo duomenys.

Antrasis efektyvus FA skatinimo būdas, išryškėjęs atliekant sistemine apžvalgą, – tikslų nusistatymas ir vykdymas. Užsibrėžti fizinio aktyvumo tikslai gali būti automatiškai nustatomi pačios mobiliosios programos, atsižvelgiant į naudotojo suvestus fizinius parametrus ir ankstesnę surinktą aktyvumo istoriją. Kitas būdas – savarankiškai iškelti tikslai, remiantis vartotojo pageidavimu ar tarptautinėmis rekomendacijomis.

Minėtina, kad abiejų aptartų FA didinimo būdų derinimas taip pat yra vienas iš efektyvių pasirinkimų. Dažnai vartotojai renkasi iššūkius remdamiesi išsamiais skaičiais (pavyzdžiui, 10 000 žingsnių per dieną; padidinti procentinį FA, tarkim, 10–20 proc.; pailginti nueitą atstumą). Atkreiptinas dėmesys, kad reikšmingiausių rezultatų pasiekia žmonės, siekiantys mažesnių iššūkių. Šių tiriamųjų grupėje pastebėtas nuolatinis FA augimas.

Trečiasis būdas – tai varžymasis tarpusavyje, dalijimasis pasiekimais su pažįstamais žmonėmis. Išmaniosios programėlės leidžia ne tik kaupti duomenis, bet ir kontaktuoti su kitais asmenimis. Vartotojai gali skleisti informaciją kitiems vartotojams, artimiesiems ar pažįstamiems laisva valia ir taip sukelti tarpusavio azartą siekti geresnių FA rezultatų.

Ketvirtasis, mažiausiai rezultatyvus FA skatinimo būdas, – dalijimasis informacija su nepažįstamais žmonėmis, plačiąja visuomene ir



apdovanojimai. Apdovanojimai – tai įrenginio ekrane atsirandantys medaliai, sveikinimai, paveikslėliai ar kitos vaizdinės raiškos priemonės [83].

T. Althoffas ir bendraautoriai [84] straipsnyje, spausdintame „Nature“ žurnale, apžvelgė išmaniųjų telefonų surinktos informacijos reikšmę populiacijos FA objektyviai vertinti ir visuomenės elgsenai bei gyvenimui planuoti. Atliekant tyrimą, įvertinta 718 tūkst. vartotojų iš 46 šalių „Argus“ mobiliosios programos anoniminių paskyrų. Nustatyta, kad vartotojai vidutiniškai per dieną nueina apie 5 tūkst. žingsnių. Duomenys parodė, kad didelis FA netolygumas yra svarbus indikatorius vertinant populiacijos aktyvumą, leidžiantis identifikuoti žemo fizinio aktyvumo grupes. Minėtina Artimųjų Rytų moterų populiacija, kurioje, atliekant tyrimą, nustatytas statistiškai reikšmingai mažas fizinis aktyvumas. Tyrimas atskleidė, kad didesnis populiacijos nueitų žingsnių skaičius asocijuojasi su sumažėjusia FA nelygybe tarp amžiaus, lyties ir kūno masės indeksų grupių, o tai turi didelę reikšmę priimant visuomenės sveikatos gerinimo sprendimus [84]. Remiantis tyrimo duomenimis, galima teigti, kad platus išmaniųjų telefonų ir mobiliųjų programų naudojimas gali būti svarbus ne tik individualiems poreikiams tenkinti, bet ir yra reikšmingas vertinant visuomenės FA įpročius, padeda atpažinti atskirų socialinių, etninių, religinių ar kitų grupių galimus sveikatos pavojus, kylančius dėl tam tikrų gyvenimo įpročių.

### 1.7.3. Išmanieji laikrodžiai ir išmaniosios apyrankės

Elektronikos elementų ir akumuliatorių gamybos technologinis proveržis leido sumažinti beveik visas mobiliems telefonams būdingas technologijas, taigi šiandien jas galima nešioti kaip laikrodį, pakabuką ar rūbų aksesuarą. Vienas iš pagrindinių išmaniųjų laikrodžių ir apyrankių, sekančių fizinį aktyvumą, elementų – trijų vektorių akcelerometras. Surinkta informacija algoritmais konvertuojama į jau minėtą FA informaciją ir gali būti vizualizuojama išmaniojo laikrodžio ekrane ar perduodama į jau aptartas išmaniojo telefono mobiliąsias programas. Ant riešo nešiojami FA matuokliai ir multifunkciniai prietaisai pastaruoju metu ne tik dažnai naudojami kasdieninio vartotojo, bet ir tapo neatsiejamu profesionalaus sporto įrankiu. Minėtais prietaisais galima matuoti ne tik FA ir jo intensyvumą, bet ir širdies susitraukimų dažnį, deguonies įsotinimą, kūno temperatūrą ir atmosferos slėgį. Dėl šių galimybių išmaniosios apyrankės prilygsta šiuo metu naudojamiems medicininiams akcelerometrams ir neretai juos net lenkia, todėl išmanieji prietaisai vis dažniau naudojami klinikiniam tyrimams atlikti [85, 86].

Tyrimai, sisteminės apžvalgos ir metaanalizės rodo, kad dauguma pagrindinių išmaniųjų apyrankių gamintojų prietaisų yra patikimi tiek sveikų, tiek sergančių žmonių FA vertinti realiomis sąlygomis. Išmaniųjų įrenginių gamyba tobulėja, keičiasi duomenų vertinimo algoritmai, todėl tradiciniai aktigrafai, šiandien naudojami klinikiniais tyrimams atlikti, dažnai pasirodo net prasčiau už šiuolaikinius išmaniuosius laikrodžius [87, 88].

Išaugus išmaniųjų apyrankių populiarumui klinikiniais tyrimams atlikti ir gaunant teigiamus rezultatus vertinant FA pokytį, atsirado galimybė susisteminti išmaniųjų įrenginių įtaką žmonių gyvenimui. Ferguson ir kt. [90] atliko sisteminę apžvalgą ir metaanalizę, kuriose aprašė nešiojamųjų išmaniųjų įrenginių įtaką FA skatinti ir sveikatai gerinti. Apžvalga apėmė 39 sisteminės apžvalgas, t. y. daugiau negu 163 tūkst. įvairių amžiaus ir sveikatos grupių tiriamųjų. Apibendrinti metaanalizės duomenys parodė, kad išmaniųjų apyrankių nešiojimas padėjo padidinti dalyvių FA ir pagerinti kūno masės sudėtį. Dalyviai per dieną nueitų žingsnių kiekį vidutiniškai padidino iki 1 800, kasdien vaikščiojo 40 min. daugiau, 6 min. padidino vidutinio ir didelio fizinio intensyvumo fizinę veiklą (šios veiklos padidinimas 5–10 min. per dieną yra kliniškai reikšmingas širdies ir kraujagyslių ligoms atitolinti [89]) ir tiriamuoju laikotarpiu sumažino kūno masę 1 kg. Sisteminė apžvalga atskleidė, kad FA pastebėtas nepriklausomai nuo amžiaus ar lyties, teigiami rezultatai fiksuoti klinikinį simptomų turinčiųjų grupėse. Reikšmingiausių kūno sudėties analizės pokyčių nustatyta suaugusiųjų grupėse, taip pat ir sergančiųjų II tipo CD, lėtine obstrukcine plaučių liga, širdies ir kraujagyslių ligomis, turinčiųjų antsvorį ar asmenų, kuriems diagnozuotas nutukimas, grupėse. Atliekant tyrimą, siekta išsiaiškinti, kokia išmaniųjų apyrankių nešiojimo trukmė statistiškai reikšmingiausia poveikiui gauti. Sisteminės apžvalgos parodė, kad didžiausią poveikį FA pokyčių ir kūno masės sudėties analizės rodikliams turėjo 4–6 mėn. laikotarpis, kiek mažesni, bet statistiškai reikšmingą poveikį – laikotarpis iki 4 m. [90].

Išmaniųjų apyrankių naudojimas dažnai traktuojamas kaip sveikatą palaikantis ar sveiką gyvenimą skatinantis komponentas. K. J. Brickwood ir bendraautorė [91] atliktoje sisteminėje apžvalgoje ir metaanalizėje vertinta, kokią įtaką išmaniosios apyrankės turi FA skatinti. Atliekant tyrimą, nustatyta, kad viešai prieinamos išmaniosios apyrankės ir laikrodžiai skatina ir padeda palaikyti FA tiek kaip pirminis intervencijos įrankis, tiek kaip platesnės FA skatinimo programos dalis. Pastebėta, kad dažniausiai FA didinimo intervencijų ir programų trukmė yra trumpa, todėl išmaniųjų apyrankių naudojimas yra efektyvus įrankis sveikatos specialistams pagelbėti tęsti pacientų stebėjimą ir palaikyti jų FA.

Tyrimai rodo, kad išmaniųjų apyrankių naudojimas turi reikšmingą poveikį skatinant FA ir palaikant sveikatą. Rinkoje yra didžiulis, besikeičiantis išmaniųjų apyrankių pasirinkimas, tačiau klinikiniuose tyrimuose dažniausiai naudojami tik pagrindinių, didžiausių patirtį turinčių gamintojų produktai, jie kruopščiai validuoti. Populiariausių ir dažniausiai tyrimuose naudojamų įmonių išmaniųjų laikrodžių ir apyrankių lyginamosios studijos rodo, kad visų šių gamintojų įrenginiai gali patikimai matuoti nueitus žingsnius, atstumą, širdies susitraukimų dažnį, miego ir jo fazių trukmę. Vis dar skiriasi tik sunaudotos energijos vertinimas [92, 93].

### 1.8. Fizinio aktyvumo kintamumo laike vertinimo metodai

Išmaniosios apyrankės, laikrodžiai, telefonai vartotojams ir tyrėjams pateikia didelius informacijos, susijusios su fizine veikla, srautus. Šie duomenys atitinkamų algoritmų jau būna paversti į nueitus žingsnius, atstumą, FA intensyvumą ir kitus parametrus. Minėti parametrai gali būti pateikiami minučių, valandų, dienų ar ilgesniais periodais. Praktikoje įprasta šiuos duomenis sudėti ir pateikti kaip tam tikrų laiko intervalų vidurkius arba vizualia forma. Tokius duomenis lengva suprasti ir interpretuoti kasdieniam vartotojui, tačiau, vertinant FA daromą poveikį sveikatai, svarbu įvertinti ne tik suminį nueitą žingsnių kiekį ar medianą, bet ir FA kintamumą (variabilumą) laike.

Akselerometrai ir išmanieji įrenginiai praktiškai naudojami jau gana seniai, tačiau tyrimų ir analizių, kaip vertinamas FA kintamumas laike, kol kas maža. Vienas iš galimų būdų įvertinti FA kintamumą – variabilumo koeficiento skaičiavimas. Šį metodą aprašė D. El Fatouhi ir bendraautorai [94]. Atliekant tyrimą, išanalizuota daugiau negu 26 tūkst. išmaniųjų apyrankių duomenų rinkinių, surinktų per 6 mėn. iš „Withings“ platformos. FA kintamumui laike vertinti naudoti tik pirmųjų ir paskutinių tyrimo 30 dienų duomenys. FA variabilumui vertinti tyrėjai naudojo kiekvieno mėnesio variabilumo koeficientą, o lyginant jį su klinikinių parametru pokyčiu, naudota kintamųjų linijinė regresija.

Kitas būdas kintamumui vertinti – FA agregacijos modelis. Šį modelį duomenims, gautiems iš išmaniųjų apyrankių, analizuoti aptarė M. Šimaitytė ir kt. [95]. Tyrėjų pasiūlytas modelis atsižvelgia į FA pasiskirstymą per stebėjimo laikotarpį, todėl variabilumo vertės priklauso nuo to, ar aktyvumas yra tolygiai pasiskirstęs laikui bėgant, ar vyksta intensyvi veiklos kaita. Hipotetinis vienodas pasiskirstymas rodo tolygiai pasiskirsčiusį FA per stebėjimo laikotarpį ir yra atskaitos taškas matuojant faktinio pasiskirstymo vienodumą.

Paprastesnis metodas – standartinio nuokrypio skaičiavimas. Tai reikšmių sklaida aplink vidurkį. Kuo standartinis nuokrypis didesnis, tuo mažesnis fiksuojamas pastovumas.

Kiti skaičiavimo metodai sudėtingesni. Minėtina autokoreliacijos funkcija. Ji nurodo koreliaciją tarp duomens ir ankstesnės jo vertės skirtingais laiko tarpais. Šiam metodui svarbus duomenų atskaitos taškas, pagal kurį vertinami duomenys [96–99].

Tiriant fiziologinius procesus, dažnai naudojami tokie metodai kaip imties arba apytikslio kiekio entropija. Tai neigiamas natūralusis logaritmas sąlyginės tikimybės, kad  $m$  ilgio duomenų pakopos, kurios taškai sutampa tolerancijos  $r$  ribose, sutampa ir kitame taške. Šis metodas dažnai naudojamas medicinoje, ekonomikoje, biologijoje, tačiau jis reikalauja didelių duomenų imčių (>500) [100, 101].

Disertacijoje pasirinktas Poincaré grafiko metodas. Juo matuojamas ir vizualizuojamas duomenų pasiskirstymas ankstesnės vertės atžvilgiu. Šiuo metodu galima vizualizuoti duomenų pasiskirstymą tam tikro laikotarpio intervalais ir gauti duomenų dėsningumą, kurio įprastai negalima iširti naudojant kitus metodus. Poincaré grafiko metodas yra vienas iš dažniausių klinikiniams tyrimams atlikti naudojamų matematinių metodų dėl, palyginti su kitais metodais, paprasto skaičiavimo [102]. Vizualinis atvaizdavimas ir FA kintamumo laike vertinimas trumpuoju ir ilguoju laikotarpiais lėmė šio metodo pasirinkimą ir pranašumą prieš anksčiau aprašytus metodus [103, 104].

Atliekant išsamią mokslinės literatūros apžvalgą, rasta tik pavienių eksperimentinių tyrimų, kuriuose analizuojamas FA kintamumas laike. Sisteminių apžvalgų ir gairių, kurios apibrėžtų akselerometrų ar išmaniųjų apyrankių naudojimą vertinant FA kintamumą laike, nenustatyta. Klinikinių tyrimų, analizuojančių sąsajas tarp akselerometrais ir išmaniaisiais įrenginiais gautos informacijos apie FA kintamumą laike ir kūno masės sudėties pokyčius, anksčiau nebuvo atlikta.

## 2. DARBO METODOLOGIJA

### 2.1. Pacientų atranka

Atliktas intervencinis savikontrolės tyrimas. Jis vykdytas Vilniaus universiteto ligoninės Santaros klinikų (VUL SK) Šeimos medicinos centre. Į tyrimą įtraukti pacientai, kuriems 2018–2019 m. atlikus gliukozės tyrimą veniniame kraujyje ryte nevalgius nustatyta 5,6–6,9 mmol/l alkio glikemija, tačiau, atlikus gliukozės tolerancijos tyrimą, gliukozės koncentracija nevalgius nesiekė 7,0 mmol/l, o po 2 val. išgėrus 75 g gliukozės tirpalo, ji buvo mažiau negu 11,1 mmol/l [6]. Tirti pasirinkta grupė, kurios nariams nustatyta sutrikusi alkio glikemija, nes, mokslinės literatūros duomenimis, asmenims, kuriems nustatyta sutrikusi alkio glikemija nevalgius, kyla didesnė II tipo CD išsivystymo rizika negu asmenims, kuriems nustatytas gliukozės tolerancijos sutrikimas [105, 106]. Asmenys, kuriems būdinga sutrikusi alkio glikemija nevalgius, turi didesnę rezistentiškumą insulinui negu turintieji sutrikusią gliukozės toleranciją [107, 108].

Tyrimo dalyviai privalėjo atitikti tinkamumo reikalavimus. Tiriamieji negalėjo sirgti judėjimą arba judėjimo funkciją bloginančiomis lėtinėmis ligomis ar kitais susirgimais, kurie galėtų riboti pacientų judėjimo galimybę.

Neįtraukimo kriterijai:

- atramos ir judamojo sistemos ligos,
- širdies ir kraujagyslių ligos,
- kvėpavimo sistemos ligos,
- psichikos sutrikimai.

Vienas iš pagrindinių atrankos kriterijų – reikalavimas gebėti naudotis išmaniosiomis technologijomis ir turėti bazinį technologinį raštingumą. Pacientas turėjo turėti išmanųjį telefoną, kuriame veikė „Apple iOS 13“ arba „Android OS 8.0“ ar naujesnė operacinė sistema. Taip pat privalėjo turėti elektroninį paštą ir mokėti juo naudotis.

Tiriamąją imtį sudarė VUL SK Šeimos medicinos centro pacientai. Tiriamuoju laikotarpiu, 2018–2019 m. duomenimis, šis centras turėjo 11,9 tūkst. pacientų [109]. Alkio glikemijos nevalgius sutrikimas identifikuotas 132 asmenims. Šie asmenys informuoti apie tyrimą ir pasirašė informuoto asmens sutikimo formą. Pacientai į tyrimą buvo kviečiami vadovaujantis VUL SK numatyta nuotolinio pacientų konsultavimo tvarka, nustatyta paskelbus ekstremalią situaciją sveikatai Lietuvoje dėl COVID-19 infekcijos plitimo, ir Biomedicininio tyrimo protokolu. Pacientus apie tyrimą ir jo galimybes informavo paciento šeimos gydytojo komanda nuotolinės

konsultacijos metu. Pacientui sutikus dalyvauti tyrime, tolesnės su tyrimu susijusios procedūros vykdytos planinių kontaktinių konsultacijų metu.

Tyrime sutiko dalyvauti 30 pacientų. Jiems suteikta visa informacija apie tyrimą, jo naudą ir galimą poveikį sveikatai. Taip pat pasirašytos informuotų pacientų sutikimo dalyvauti tyrime formos. Pacientų duomenys per 6 mėn. laikotarpį buvo renkami dviejų vizitų metu. Jokie papildomi intervenciniai tyrimai biomedicininio tyrimo tikslais nebuvo atliekami. Kaupiami duomenys surinkti rutininio tyrimo metu.

## 2.2. Tyrimo metodas ir imties apskaičiavimas

Tyrimui atlikti pasirinktas intervencinis savikontrolės tyrimas. Šio tipo tyrimuose tiriamieji veikia kaip savo pačių kontrolė, lyginamieji asmenys. Taigi tiriamąją imtį sudaro tik tiriamieji, patiriantys įvykį, apskaičiuojamas poveikio ir įvykio ryšys. Metodas taikytinas trūkstant tikslios informacijos apie rizikos grupės dydį arba kai sunku nustatyti atitinkamą lyginamąją grupę [110, 111]. Tyrimo metu analizuojama viena tiriamųjų kohorta.

Atleikant tyrimą, išmanieji laikrodžiai naudoti ne tik kaip intervencijos, bet ir kaip stebėjimo ir duomenų rinkimo priemonė. Pasirinktas tinkamiausias metodas, nes visu tyrimo laikotarpiu (6 mėn.) tiriamųjų FA buvo stebimas aktyviai nesikišant ir nedarant įtakos tiriamųjų įpročiams. Tam tikra intervencija atlikta tyrimo pradžioje, visiems dalyviams suteikiant bazines mitybos ir FA rekomendacijas.

Išmaniosios apyrankės tiriamiesiems suteikė savikontrolės galimybes. Tyrimo metu dalyviai aktyviai sekė savo FA duomenis arba tiesiog nešiojo apyrankes, taip formuodami natūralią tyrimo eigą, atitinkančią savikontrolės principus.

Tiriamųjų imtis įvertinta mokslinėje literatūroje aprašytais matematiniais skaičiavimais ir rekomendacijomis. C. Tudor-Locke ir bendraautorai [112] atliko metaanalizę, kurioje analizavo skirtingų rasių, lyčių, tautybių, religijų žmonių populiacijų nueitą žingsnių kiekį per dieną. Matavimai atlikti naudojant pedometrus, akselerometrų ir kitas priemones. Nustatyta, kad sveiki suaugusieji iki 65 m. vidutiniškai per dieną nueina 4 000–18 000 žingsnių. Minėtoje metanalizėje standartinis nuokrypis visoje tiriamojoje populiacijoje nebuvo nurodytas, todėl standartiniam nuokrypiui apskaičiuoti panaudota S. P. Hozo ir kt. aptarta formulė [113]. Vertinant, kad minėtų tyrimų imtis yra didesnė negu 70, minėtą žingsnių diapazoną padalijus iš 6, gaunamas standartinis nuokrypis – 2 334 žingsniai per dieną. Metaanalizėje naudoti skirtingi matavimo metodai, todėl leistinu matavimo

nuokrypiu laikytina  $\pm 1\,000$  žingsnių per dieną [114]. Skaičiavimams pasirinktas 95 proc. patikimumo lygis.

Rekomenduojamas imties dydis apskaičiuotas naudojant *Epitools* ir *Statulator* skaičiuokles – gauta 24 tiriamieji [115]. Atlikus mokslinės literatūros analizę, apskaičiuotą tyrimo imtį nuspręsta padidinti iki 30. Remiantis C. C. Serdar ir kt. [116] apžvalga, šis skaičius rekomenduojamas kaip minimalus imties dydis klinikiniuose tyrimuose. Taip pat 30 tiriamųjų yra minimali imtis, siekiant išlaikyti pakankamą tyrimo galią ties 0,8 koeficientu.

*Epitools* ir *Statulator* skaičiuoklėse naudojama formulė:

$$n = (Z^2 * \sigma^2) / E^2,$$

$n$  – reikalingas imties dydis,  $Z$  –  $Z$  balas, atitinkantis 95 proc. patikimumo lygį,  $\sigma$  – standartinis populiacijos nuokrypis,  $E$  – norima paklaidos riba.

### 2.2.1. Pirmasis vizitas

Visi 30 pacientų, kurie sutiko dalyvauti tyrime, po nuotolinės šeimos gydytojo konsultacijos atvyko į kontaktinę konsultaciją. Kontaktinės konsultacijos metu pacientams atlikti rutininiai tyrimai (tirtas bendrasis cholesterolis, trigliceridai, mažo tankio lipoproteinai, didelio tankio lipoproteinai, glikozilintas hemoglobinas kraujyje ir kt.).

Konsultacijos metu pacientai informuoti apie sveiką mitybą, gyvenseną, fizinio aktyvumo naudą (žr. 2 priedą). Siekiant įvertinti pacientų FA, taip pat biomedicininio tyrimo tikslais pacientai atliko Tarptautinį fizinio aktyvumo klausimyną (ilgąją formą) (IPAQ). Konsultacijos pabaigoje pacientams atlikta kūno masės sudėties analizė. Naudotas medicininės paskirties bioimpedanso prietaisas „X-Contact 356“.

Vizito metu pacientams skirtos „Fitbit Inspire“ išmaniosios apyrankės. Pacientai turėjo prisijungti į savo išmanųjį telefoną „Fitbit“ programinę įrangą ir susikurti naudotojo paskyrą, nurodydami savo elektroninį pašta. Jei pacientui tai padaryti pačiam nepavykdavo arba kildavo kliūčių, šiuos veiksmus padėdavo atlikti tyrėjai.

Išmaniosios apyrankės pacientams suteiktos kaip atlygis už dalyvavimą tyrime. Iškelta sąlyga, kad pacientas tyrimo pabaigoje suteiks prieigą prisijungti tyrimui reikalingus duomenis apie tiriamojo FA per paskutinius 6 mėn. Šio leidimo reikėjo todėl, kad nuo tyrimo pradžios, įteikus išmaniają apyrankę, ji tapdavo tiriamojo asmenine nuosavybe ir savikontrolės priemone. Sutikimas dėl duomenų perdavimo pasirašytas kartu su išmaniosios apyrankės priėmimo ir perdavimo aktu.

### 2.2.2. Antrasis vizitas

Kontrolinis medicininių ir nemedicininų duomenų rinkimas ir pakartotinis duomenų kaupimas buvo vykdomas antrojo vizito metu. Pacientai dėl COVID-19 infekcijos plitimo grėsmės ir paskelbtos ekstremalios situacijos bei karantino Lietuvos Respublikoje pakartotinės konsultacijos po 6 mėn. atvykdavo mėnesio tikslumu.

Antrosios konsultacijos metu buvo pakartotinai atlikti bendrojo cholesterolio, trigliceridų, mažo tankio lipoproteinų, didelio tankio lipoproteinų ir glikozilinto hemoglobino tyrimai. Taip pat vėl pakartotas FA vertinimas naudojant IPAQ, pakartota kūno masės sudėties analizė tuo pačiu prietaisu kaip ir pirmojo vizito metu.

Antrojo susitikimo metu iš paciento „Fitbit“ paskyros į pagrindinio tyrėjo kompiuterį perkelti tiriamojo FA duomenys.

### 2.3. Fizinio aktyvumo stebėjimas ir vertinimas

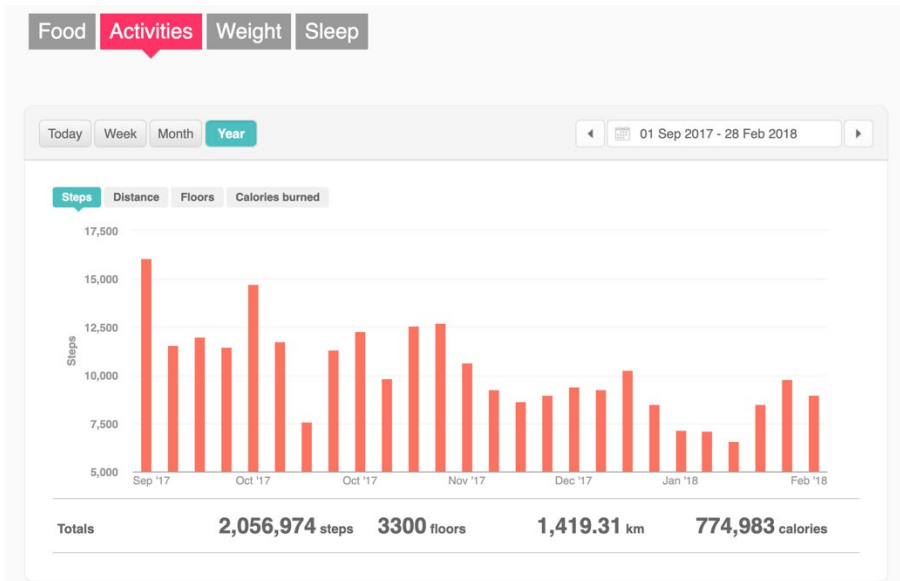
Išmaniausias apyrankes „Fitbit Inspire“ tiriamieji turėjo nešioti visą tyrimo laikotarpį – 6 mėn. Prieš įteikiant įrenginius, tiriamiesiems suteiktos FA rekomendacijos. Apyrankės veikė nuolat fiksuodamos rankos judesius visomis trimis ašimis ir matematiniais algoritmais gautus rodiklius vertė į žingsnius, judėjimo trukmę ir intensyvumą (1 pav.).



**1 pav.** „Fitbit Inspire“ išmanioji apyrankė

Tiriamiesiems rekomenduota kasdien nueiti bent 7 000–9 000 žingsnių ir tai daryti reguliariai. Savikontrolės duomenis pacientai galėjo matyti išmaniosios apyrankės ekrane, savo išmaniajame telefone („Fitbit“ programėlėje) arba savo paskyroje [www.fitbit.com](http://www.fitbit.com) svetainėje (2 pav.).

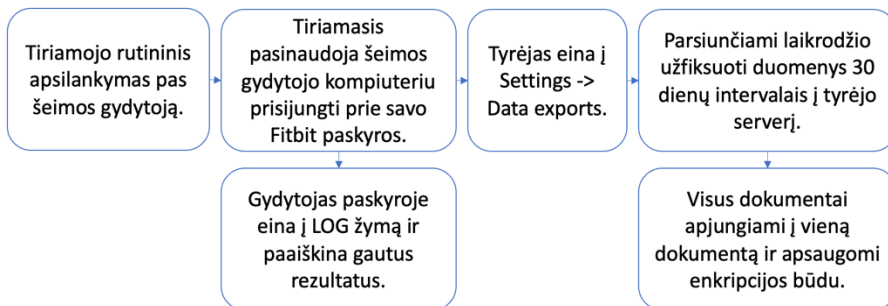




2 pav. Duomenų pateikimas [www.fitbit.com](http://www.fitbit.com) svetainėje

### 2.3.1. Išmaniųjų apyrankių naudojimas

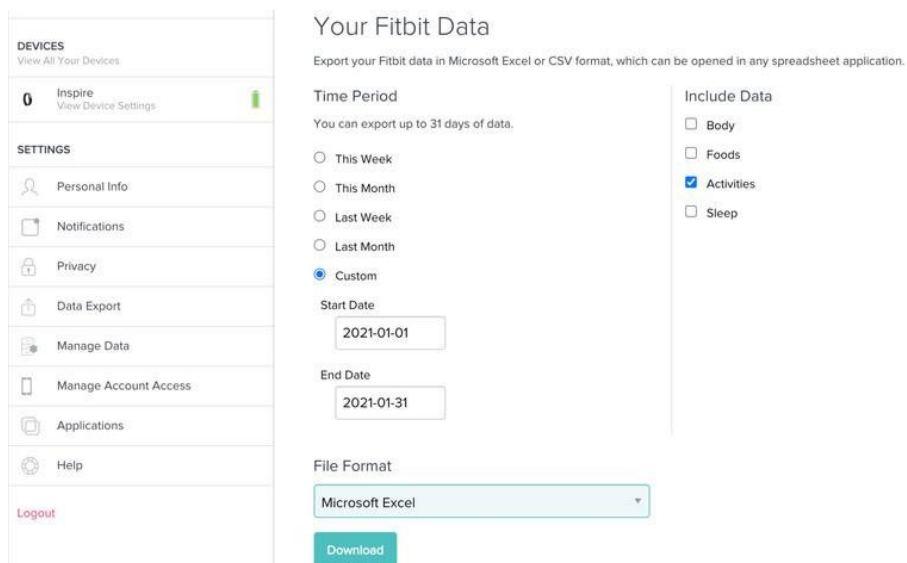
Tiriamieji, gavę išmaniąsias apyrankes, turėjo jas susieti su savo išmaniuoju telefonu. Pirmiausia, jie privalėjo įsidiesti „Fitbit“ programėlę ir susikurti asmeninę vartotojo paskyrą, naudodami savo elektroninio pašto adresą. Tada, pasitelkę „Bluetooth“ sistemą, turėjo susieti išmaniąją apyrankę su telefonu, sinchronizuoti ją su savo „Fitbit“ programėle ir paskyra. Tiriamieji buvo įsipareigoję periodiškai sinchronizuoti duomenis su savo išmaniuoju įrenginiu, išjungdami „Fitbit“ programėlę, taip pat reguliariai įkraudami apyrankę kas 6–7 dienas.



3 pav. Duomenų iš „Fitbit Inspire“ apyrankių perkėlimo schema

### 2.3.2. Fizinio aktyvumo duomenų perkėlimas

Antrojo vizito pas šeimos gydytoją metu tyrėjai prašė tiriamojo prisijungti prie savo „Fitbit“ paskyros <https://accounts.fitbit.com/login> svetainėje. Naudodamiesi „Fitbit“ duomenų perkėlimo platforma, tyrėjai parsisiuntė tiriamųjų FA duomenis 30 dienų intervalais nuo tyrimo pradžios iki pabaigos ir sujungė juos į galutinį kiekvieno paciento duomenų rinkinį (3, 4 pav.).



4 pav. „Fitbit“ vartotojo paskyros duomenų perkėlimo langas

### 2.3.3. Fizinio aktyvumo duomenys

Duomenys, rinkti iš išmaniųjų apyrankių: žingsniai per dieną, atstumas, minutės sėdint, mažo fizinio intensyvumo minutės, aktyvaus judėjimo minutės, vidutiniškai aktyvaus ir labai aktyvaus judėjimo minutės.

Kiekvienas iš minėtų parametų fiksuoti kiekvieną dieną, duomenų fiksavimo data nurodyta dienos tikslumu. Duomenys rinkti nuo tyrimo pradžios, tiriamajam pradėjus nešioti apyrankę, iki tyrimo pabaigos, praėjus 6 mėn.

### 2.3.4. „Fitbit“ išmaniųjų apyrankių naudojimo pagrindimas

Tyrimui naudotos „Fitbit Inspire“ išmaniosios apyrankės, nes šio gamintojo išmaniosios apyrankės šiandien plačiausiai naudojamos klinikiniuose tyrimuose. Duomenų bazės [www.clinicaltrials.gov](http://www.clinicaltrials.gov) duomenimis, naudojant „Fitbit“ įrenginius, šiuo metu atlikta arba atliekama daugiau negu

800 klinikinių tyrimų. Kaip rodo duomenų bazės *www.fitabase.com* paieška, tyrimų rezultatai paskelbti beveik tūkstantyje publikacijų [117, 118].

S. S. Paul ir bendraautorai [119] atliko tyrimą, kurio metu lygino duomenis, gautus iš „Fitbit“ apyrankių ir medicininiuose tyrimuose paplitusių „ActiGraph“ įrenginių. Tyrimas parodė, kad „Fitbit“ apyrankės tiksliau matavo nueitų žingsnių kiekį ir yra pakankamai patikimos tokiems matavimams atlikti. A. Sushames [120] taip pat lygino „Fitbit“ išmaniąsias apyrankes su įprastais akselerometrais. Prieita prie išvados, kad išmanieji įrenginiai pakankamai tiksliai vertina įvairų FA intensyvumą.

„Fitbit“ įrenginiai pakankamai patikimi klinikiniams tyrimams atlikti, todėl plačiai naudojami vertinant jų įtaką gyvenimui [22, 121]. M. Ringevalis ir kt. [122] sisteminėje apžvalgoje ir metaanalizėje apžvelgė beveik 40 studijų, kuriose nurodoma, kad „Fitbit“ apyrankių naudojimas padėjo statistiškai patikimai padidinti nueinamų žingsnių skaičių, vidutinio ir didelio intensyvumo fizinę krūvį, sumažinti svorį. Tyrimas atskleidė, kad pasiekti šių rezultatų padėjo ne tik savikontrolė, bet ir nustatyti siekiami rezultatai bei priminimai.

Kaip jau minėta, „Fitbit“ algoritmais skirsto FA į žemo, vidutinio ir didelio intensyvumo aktyvumą, išskiria ramybės laikotarpį. Ramybės laikotarpis prilyginamas <1,5 MET. Lengva fizinė veikla yra nuo 1,5 MET, bet mažiau negu 3,0 MET, vidutinio intensyvumo – nuo 3,0 MET, bet mažiau negu 6,0 MET, didelio intensyvumo fizinė veikla – kai MET lygu arba daugiau negu 6,0 [123, 124]. Vertinimas naudotas lyginant FA tarp skirtingų instrumentų, išmaniųjų apyrankių ir IPAQ.

#### 2.4. Tarptautinis fizinio aktyvumo klausimynas (IPAQ)

Tyrimėse naudotas Tarptautinis fizinio aktyvumo klausimynas – ilgoji forma (IPAQ) [125]. Klausimynas pildytas savarankiškai pirmosios ir paskutinės konsultacijos metu. IPAQ sukurtas su sveikata susijusiam FA populiacijoje įvertinti [126].

C. L. Craig ir bendraautorai [127] apžvelgė IPAQ patikimumą 12 skirtingų šalių ir priėjo prie išvados, kad IPAQ yra patikimas įrankis FA vertinti. Tyrėjai pažymi, kad IPAQ trumpoji forma rekomenduojama naudoti pacientams stebėti nacionaliniu lygmeniu, o ilgąją formą rekomenduojama naudoti tyrimams atlikti. Laikantis V. Sember ir bendra autorių [128] atliktos sisteminės apžvalgos ir metaanalizės rekomendacijų, disertacijoje pristatomam tyrimui atlikti taip pat naudotas IPAQ (lietuviška versija). Lietuviškosios Tarptautinio fizinio aktyvumo klausimyno trumpoji ir ilgoji versijos yra aprobuotos ir tinkamos naudoti Lietuvoje [129].

Klausimyno teikiami duomenys skirstomi į tris pagrindinius fizinės veiklos intensyvumo lygius. Lengva fizinė veikla arba vaikščiojimas prilyginama 3,3 MET, vidutinio intensyvumo veikla – 4 MET, didelio intensyvumo veikla – 8 MET [130].

## 2.5. Fizinio aktyvumo kintamumo laike vertinimas

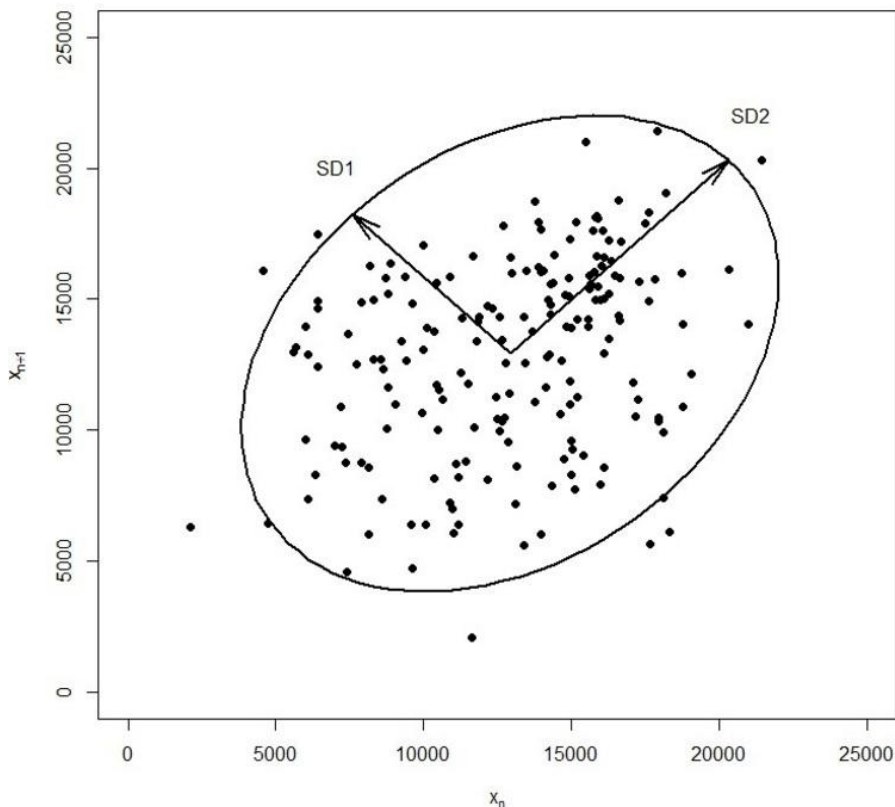
### 2.5.1. Bendrųjų fizinio aktyvumo charakteristikų vertinimas

Vertinant pradines FA charakteristikas, atskirai palyginti visi mėnesiai, kai tyrimas buvo atliekamas. Apskaičiuotas nueitų žingsnių, laiko, praleisto sėdint, lengvo, vidutinio ir didelio intensyvumo fizinės veiklos minučių vidurkis per dieną, standartinis nuokrypis ir kintamumo koeficientas.

### 2.5.2. Fizinio aktyvumo kintamumo laike vertinimas naudojant Poincaré grafiko metodą

Fizinio aktyvumo kintamumui laike vertinti taikytas Poincaré grafiko metodas. Poincaré grafiko metodas – tai dviejų dimensijų sklaidos diagrama, kuri vizualizuoja dviejų taškų koreliaciją vienas kito atžvilgiu ir jų išsidėstymą laiko tėkmėje. X ašis rodo taško vertę laiko duotuoju momentu  $n(X_n)$ , Y ašis rodo taško vertę, esant laiko uždelsimui  $i(X_{n+i})$ . Pav 5.

Metodas plačiai naudojamas tiriant fiziologinius signalus, kuriems būdingas pasikartojimas [131], dažniausiai taikytinas širdies ritmo variabilumo tyrimams atlikti [132–134]. Kiti metodo taikymo atvejai: rankų raumenų jėgos vertinimas, siekiant nustatyti žmogaus kūno senėjimą [135], kraujo spaudimo kintamumo vertinimas, siekiant numatyti širdies operacijų išėtis [136], temporalinės srities kraujo gliukozės svyravimo stebėjimas, siekiant įžvelgti hiperglikemijos pavojų miego metu asmenims, sergantiems I tipo CD [137–139], reakcijos laiko vertinimas, atliekant pakartotinius testus, ir kt. [140].



**5 pav.** Poincaré grafikas, atskleidžiantis žingsnių skaičių per dieną

Siekiant atlikti FA kintamumo laike analizę, naudotas Poincaré metodo grafikas, kuriam priskirtas laiko uždelsimas – viena diena ( $i = 1$ ), nes tokiu laiko „žingsniu“ buvo renkami duomenys iš išmaniųjų apyrankių. Pagrindiniai parametrai, skaičiuoti naudojant šį metodą: vidutinė reikšmė (AVG), standartinis nuokrypis (SD), taip pat standartiniai Poincaré metodo parametrai, apibūdinantys trumpalaikį kintamumą (SD1), ilgalaikį kintamumą (SD2), trumpalaikio ir ilgalaikio kintamumo santykį (SD12) ir tinkamumo elipsės plotą (AFE). Šie parametrai minėti ir aptarti anksčiau apžvelgtuose tyrimuose.

$$SD1 = \frac{\sqrt{2}}{2} * SD(x_n - x_{n+1}),$$

$$SD2 = \sqrt{2SD(x_n)^2 - \frac{1}{2}SD(x_n - x_{n+1})^2},$$

$$SD12 = \frac{SD1}{SD2},$$

$$AFE = \pi * SD1 * SD2.$$

## 2.6. Statistinė analizė

Prieš atliekant skaičiavimus, naudotas Shapiro–Wilk testas duomenų pasiskirstymo normalumui įvertinti. Pagrindiniai duomenys – vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai (SD) (vidurkis  $\pm$  SD) arba medianos ir kvartilai (Q) (mediana [Q1–Q2]), kai pasiskirstymas nebuvo normalus. Lyginant pirmojo ir paskutinio apsilankymo duomenis, naudotas porinis t testas (angl. *paired t test*) arba Wilcoxon suderintos poros rangų testas (angl. *matched pairs signed rank test*). Statistiškai patikimu laikytas skirtumas, kai  $p < 0,05$ . Vertinant asociacijas ir koreliacijas tarp kūno masės sudėties bei kraujo pokyčių ir FA kintamumo laike parametrų, naudotos Pearsono ir Spearmano koreliacijos. Skaičiavimai atlikti naudojant *jamovi 1.6* [141], *R 4.1.0* [142], R paketus: *RHRV* [143] ir *corrplot* [144].

## 2.7. Autoriaus indėlis į tyrimą ir tyrimo finansavimas

Darbo autorius dalyvavo visuose tyrimo rengimo ir įgyvendinimo etapuose ir juos atliko. Parengė tyrimo koncepciją, metodologiją. Rengė dokumentaciją VRBTEK bioetikos leidimui gauti ir tyrimui atlikti VUL SK Šeimos medicinos centre. Organizavo ir atliko tiriamąjį darbą, rengė darbo atlikimo ataskaitas minėtoms institucijoms. Gautus duomenis publikavo dviejuose tarptautiniuose „Clarivate Analytics“ recenzuojamuose žurnaluose, tyrimą pristatė trijuose tarptautiniuose renginiuose.

Tyrimas finansuotas iš darbo autoriui skirtos Vilniaus universiteto doktoranto stipendijos.

### 3. TYRIMO REZULTATAI

#### 3.1. Tiriamųjų bendroji charakteristika

Tiriamąją imtį sudarė 30 pacientų: 9 moterys ir 21 vyras. Vidutinis tiriamųjų amžius – 53,8±9,1 m. (mediana [Q1–Q3] 54 [49,5–61]).

#### 3.2. Kūno masės sudėties analizė ir pokytis

Kūno sudėties analizė atlikta tyrimo pradžioje ir pabaigoje, praėjus 6 mėn. Tyrimo pradžioje kūno svorio mediana buvo 87,6±16,9 kg, kūno masės indeksas – 32,0 [26,4–34,6]. Lyginant matavimus tyrimo pradžioje ir pabaigoje, pastebimas statistiškai reikšmingas svorio ( $p = 0,022$ ) ir kūno riebalų masės sumažėjimas ( $p < 0,001$ ). Taip pat statistiškai reikšmingai sumažėjo visceralinių riebalų lygis, visceralinės srities plotas, liemens ir klubų santykis bei liemens apimtis ( $p < 0,001$ ). Pastebimas riebalinės masės sumažėjimas kairėje ( $p = 0,008$ ) ir dešinėje rankose ( $p = 0,005$ ) bei kojose ( $p < 0,001$ ).

**2 lentelė.** Kūno masės sudėties analizės duomenys

	Pirmasis matavimas ( $n = 30$ )	Antrasis matavimas ( $n = 30$ )	$p$ reikšmė	Poveikio dydis
Svoris [kg] <sup>#</sup>	87,6±16,9	86,1±16,4	0,022*	-0,4406
Kūno riebalų masė [kg] <sup>#</sup>	32,0±9,72	30,2±9,05	<0,001*	-0,7617
Kūno riebalų procentinė dalis [%] <sup>#</sup>	36,1±6,86	34,7±6,58	<0,001*	-0,8971
Visceralinių riebalų lygis [vienetai] <sup>§</sup>	16,0 [13,0–18,0]	12,3 [12,3–17]	<0,001*	-0,87619
Visceralinių riebalų plotas [cm <sup>2</sup> ] <sup>#</sup>	169±79,1	148±69,1	<0,001*	-0,9162
Liemens ir klubų santykis <sup>#</sup>	0,948±0,0912	0,926±0,0864	<0,001*	-0,7798
Pilvo apimtis [cm] <sup>#</sup>	98,1±13,0	95,9±12,2	<0,001*	-0,7618
Riebalų masė (kairė ranka) [kg] <sup>#</sup>	1,93±0,612	1,86±0,586	0,008*	-0,5227
Riebalų masė (dešinė ranka) [kg] <sup>#</sup>	1,91±0,625	1,82±0,603	0,005*	-0,5518
Riebalų masė (kairė koja) [kg] <sup>#</sup>	5,84±1,75	5,50±1,62	<0,001*	-0,7810

	Pirmasis matavimas ( <i>n</i> = 30)	Antrasis matavimas ( <i>n</i> = 30)	<i>p</i> reikšmė	Poveikio dydis
Riebalų masė (dešinė koja) [kg] <sup>#</sup>	5,83±1,76	5,47±1,62	<0,001*	-0,8146
Riebalų masė (liemuo) [kg] <sup>#</sup>	16,5±4,98	15,5±4,65	<0,001*	-0,7666

Reikšmės nurodomos kaip vidurkiai arba kaip medianos vidurkis ± SD, arba kaip mediana [Q1–Q3].

\* Dvipusė *p* reikšmė < 0,05.

<sup>#</sup> Porinis *t* testas (Cohen's *d*).

<sup>§</sup> Wilcoxon suderintos poros rangų testas.

Vertinant kitus kūno masės duomenis, tokius kaip liesoji kūno masė, liesoji minkštoji kūno masė, skeleto raumenų sistemos masė, kūną sudarančių mineralų masė, viso kūno vandens masė, liesosios minkštosios masės galūnėse, statistiškai reikšmingo pokyčio nenustatyta.

### 3 lentelė. Kūno masės sudėties analizės duomenys

	Pirmasis matavimas ( <i>n</i> = 30)	Antrasis matavimas ( <i>n</i> = 30)	<i>p</i> reikšmė	Poveikio dydis
Liesoji masė [kg] <sup>#</sup>	54,2±12,1	56,0±11,1	0,181	0,2505
Liesoji minkštoji masė [kg] <sup>#</sup>	50,7±10,1	51,2±10,3	0,080	0,3312
Liesoji raumenų masė [kg] <sup>#</sup>	30,4±6,07	30,7±6,21	0,076	0,3357
Mineralai [kg] <sup>#</sup>	4,93±0,937	4,86±0,926	0,055	-0,3651
Baltymai [kg] <sup>§</sup>	10,0 [8,67–12]	8,90 [8,90–12,4]	0,026*	0,4759
Visas vanduo [kg] <sup>#</sup>	40,0±7,87	40,4±8,03	0,141	0,2764
Liesoji minkštoji masė (kairė ranka) [kg] <sup>#</sup>	3,50±0,718	3,51±0,728	0,751	0,0584
Liesoji minkštoji masė (dešinė ranka) [kg] <sup>#</sup>	3,52±0,736	3,53±0,745	0,795	0,0478
Liesoji minkštoji masė (kairė koja) [kg] <sup>#</sup>	9,07±2,17	9,41±1,97	0,095	0,3155
Liesoji minkštoji masė	9,32±1,90	9,51±1,98	0,008*	0,5158



	Pirmasis matavimas (n = 30)	Antrasis matavimas (n = 30)	p reikšmė	Poveikio dydis
(dešinė koja) [kg] <sup>#</sup>				
Liesoji minkštoji masė (liemuo) [kg] <sup>#</sup>	25,1±4,96	25,2±5,02	0,258	0,2105
E.C.W / T.B.W <sup>#</sup>	0,401±0,008	0,399±0,00839	0,052	-0,3700

Reikšmės nurodomos kaip vidurkiai arba medianos vidurkis ± SD, arba mediana [Q1–Q3].

\* Dvipusė p reikšmė <0,05.

<sup>#</sup> Porinis t testas (Cohen's d).

<sup>§</sup> Wilcoxon suderintos poros rangų testas.

### 3.3. Kraujo tyrimų pokytis

Tyrimo metu glikozilintas hemoglobinas (HbA<sub>1c</sub>) sumažėjo 0,04 proc. ( $p = 0,367$ ), bendrasis cholesterolis padidėjo 0,2 mmol/l ( $p = 0,338$ ), trigliceridų kiekis kraujyje sumažėjo 0,65 mmol/l ( $p = 0,271$ ), didelio tankio lipoproteinai (DTL) sumažėjo 0,18 mmol/l ( $p = 0,593$ ), o mažo tankio lipoproteinų kiekis padidėjo (MTL) 0,13 mmol/l ( $p = 0,247$ ). Nė vienas iš šių pokyčių nebuvo statistiškai reikšmingas.

#### 4 lentelė. Kraujo tyrimų rezultatai

	Pirmasis matavimas (n = 30)	Antrasis matavimas (n = 30)	p reikšmė	Poveikio dydis
HgbA <sub>1c</sub> [%] <sup>#</sup>	5,61±0,352	5,65±0,395	0,367	0,1674
HgbA <sub>1c</sub> [mmol/l] <sup>#</sup>	37,7±3,74	38,2±4,36	0,331	0,1804
Bendrasis cholesterolis [mmol/l] <sup>#</sup>	5,70±1,14	5,90±1,25	0,338	0,1779
Trigliceridai [mmol/l] <sup>§</sup>	1,81 [1,19–2,50]	1,16 [1,16–2,14]	0,271	-0,2344
DTL [mmol/l] <sup>§</sup>	1,29 [1,12–1,52]	1,11 [1,11–1,61]	0,593	0,1140
MTL [mmol/l] <sup>#</sup>	3,44±1,04	3,67±1,23	0,247	0,2156

Reikšmės nurodomos kaip vidurkiai arba medianos vidurkis ± SD, arba mediana [Q1–Q3].

<sup>#</sup> Porinis t testas (Cohen's d).

<sup>s</sup> Wilcoxon suderintos poros rangų testas.

### 3.4. Fizinio aktyvumo duomenys (6 mėn.), surinkti iš „Fitbit“ išmaniųjų apyrankių

Lyginant iš „Fitbit Inspire“ išmaniųjų apyrankių gautus pirmojo ir paskutinio mėnesių duomenis, matyti, kad nueitas žingsnių vidurkis sumažėjo iki 1 870 žingsnių per dieną ( $p < 0,001$ ), o nueitas atstumas sumažėjo iki 1,29 km per dieną. Taip pat pastebėtas laiko, skirto lengvai fizinei veiklai, sumažėjimas iki 47 min. per dieną ( $p < 0,001$ ). Vis dėlto laiko, skirto vidutiniškai aktyviai arba labai aktyviai veiklai, statistiškai reikšmingo pokyčio nenustatyta. Laikas, praleistas sėdint, padidėjo iki 67,3 min. per dieną, bet šis pokytis taip pat nebuvo statistiškai reikšmingas. Apibendrinti kiekvieną mėnesį iš išmaniųjų įrenginių gauti duomenys pateikiami 5 lentelėje.

**5 lentelė.** Duomenys iš išmaniųjų apyrankių (mėn.)

<b>Žingsniai per dieną</b>			
Mėnuo	Žingsnių vidurkis	Standartinis nuokrypis	Dispersijos koeficientas
I	9 908	3 625	0,43
II	9 816	3 834	0,41
III	8 881	3 969	0,46
IV	8 217	4 117	0,53
V	7 971	3 597	0,52
VI	8 038	3 897	0,54
<b>Veikla: sėdėjimas (ramybė)</b>			
Mėnuo	Minučių vidurkis (per dieną)	Standartinis nuokrypis	Dispersijos koeficientas
I	804	274	0,24
II	805	287	0,19
III	816	275	0,18
IV	898	322	0,18
V	927	290	0,17
VI	871	266	0,25
<b>Aktyvumas: lengva fizinė veikla</b>			
Mėnuo	Minučių vidurkis (per dieną)	Standartinis nuokrypis	Dispersijos koeficientas
I	281	117	0,4
II	270	116	0,29
III	263	121	0,36
IV	216	132	0,54
V	211	105	0,55

VI	233	99	0,45
<b>Aktyvumas: vidutinio intensyvumo fizinė veikla</b>			
Mėnuo	Minučių vidurkis (per dieną)	Standartinis nuokrypis	Dispersijos koeficientas
I	17	15	1,05
II	16	14	1,17
III	14	11	1,06
IV	10	10	1,25
V	11	10	1,49
VI	14	13	1,34
<b>Aktyvumas: didelio intensyvumo fizinė veikla</b>			
Mėnuo	Minučių vidurkis (per dieną)	Standartinis nuokrypis	Dispersijos koeficientas
I	8	8	1,28
II	10	10	1,33
III	9	10	1,25
IV	10	15	1,43
V	9	13	1,74
VI	11	14	1,52

### 3.5. Fizinio aktyvumo kintamumo laike vertinimas naudojant Poincaré grafiko metodą

Vertinant ir analizuojant FA kitimą laike, pasirinktas Poincaré grafiko metodas. Gauti parametrai pateikiami 6 lentelėje.

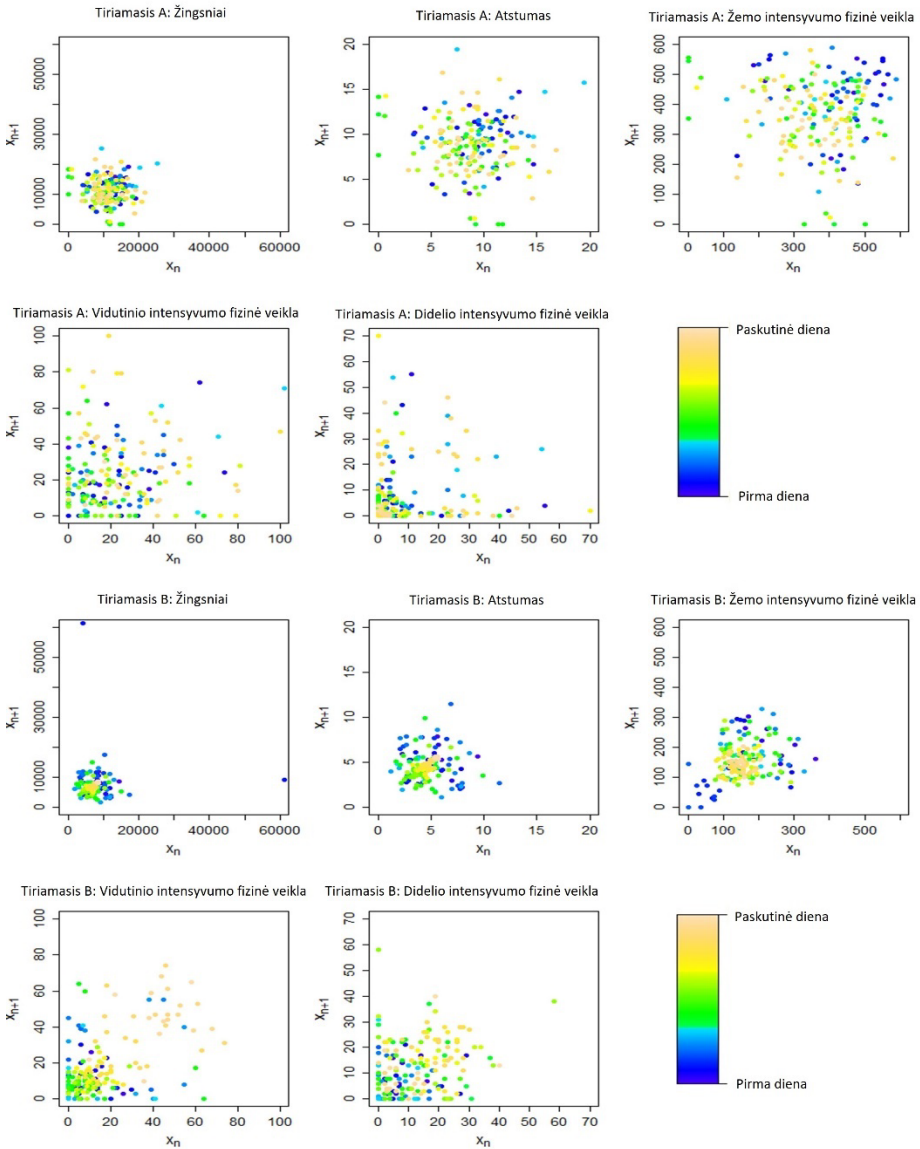
**6 lentelė.** „Fitbit“ duomenų suvestinė ir apskaičiuoti fizinio aktyvumo kintamumo parametrai

„Fitbit“ kintamieji	Parametras	Vidurkis±SD	Mediana [Q1–Q3]	p <sup>#</sup>
Žingsniai per dieną	SD1	3 457±1 120	3 375 [2 601–4 157]	0,631
	SD2	4 441±1 462	4 176 [3 568–5 342]	0,063
	SD1/SD2	0,791±0,164	0,707 [0,680–0,933]	0,002
	AFE	5,22e+7±3,33e+7	4,68e+7 [2,92e+7–6,40e+7]	0,001
	AVG	8 924±3 050	9 388 [6 548–11 410]	0,087
	SD	3 997±1 245	3 875 [3 149–4 575]	0,218
Atstumas [km/d]	SD1	2,37±0,842	2,33 [1,77–2,90]	0,348
	SD2	3,05±1,10	2,92 [2,21–3,70]	0,118
	SD1/SD2	0,790±0,163	0,709 [0,680–0,932]	0,002
	AFE	25,0±17,4	20,6 [13,0–32,7]	0,001
	AVG	6,18±2,09	6,68 [4,57–8,06]	0,117
	SD	2,74±0,946	2,60 [2,06–3,35]	0,272
Žemo intensyvumo fizinės veiklos trukmė [min/d]	SD1	70,0±29,1	59,6 [50,1–75,0]	<0,001
	SD2	108±48,2	88,1 [72,7–137]	0,001
	SD1/SD2	0,697±0,209	0,696 [0,593–0,797]	0,691
	AFE	26 158±20 444	16 300 [12 568–33 848]	<0,001
	AVG	245±95,9	234 [191–315]	0,889
	SD	92,0±37,1	75,0 [65,2–129]	<0,001
Vidutinės intensyvumo fizinės veiklos trukmė [min/d]	SD1	18,6±7,53	17,1 [14,8–20,6]	0,086
	SD2	23,2±9,69	21,8 [18,1–25,5]	0,027
	SD1/SD2	0,819±0,141	0,811 [0,768–0,890]	0,200
	AFE	1 558±1 291	1 156 [782–1 597]	<0,001
	AVG	19,0±11,3	17,3 [9,42–24,8]	0,212
	SD	21,1±8,52	19,4 [16,0–23,1]	0,026

<b>„Fitbit“ kintamieji</b>	<b>Parametras</b>	<b>Vidurkis±SD</b>	<b>Mediana [Q1–Q3]</b>	<b><i>p</i><sup>#</sup></b>
Didelio intensyvumo fizinės veiklos trukmė [min/d]	SD1	14,5±8,27	12,0 [9,24–17,7]	0,002
	SD2	16,7±8,55	14,1 [11,4–23,3]	0,013
	SD1/SD2	0,870±0,151	0,873 [0,768–0,917]	0,065
	AFE	957±954	507 [338–1 472]	<0,001
	AVG	13,0±9,86	11,3 [6,43–13,5]	<0,001
	SD	15,7±8,28	12,9 [10,5–21,7]	0,004

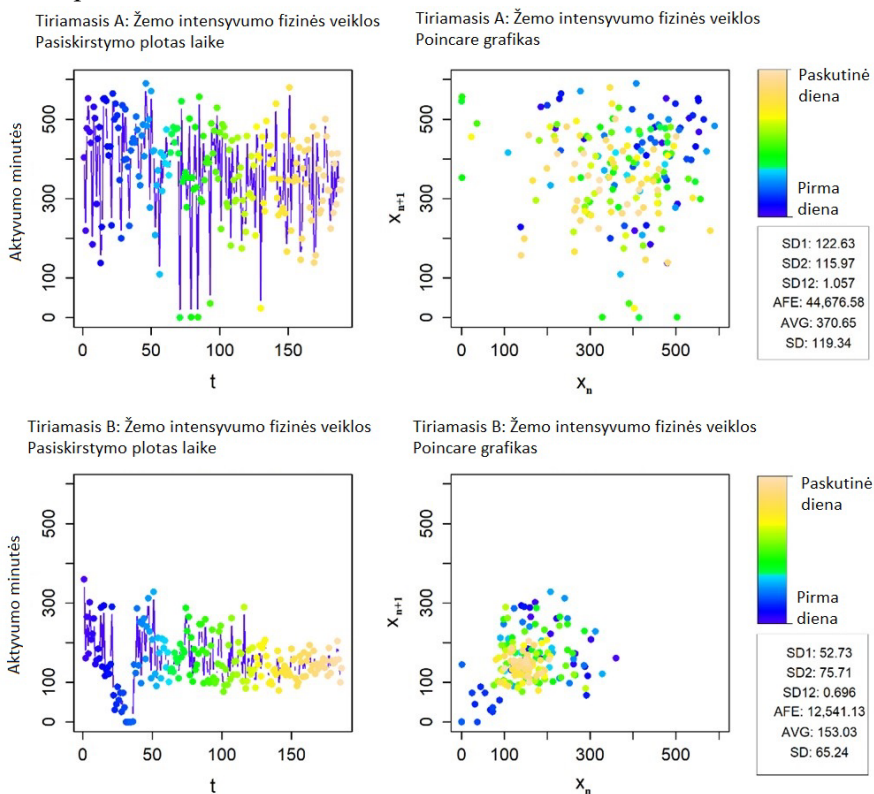
<sup>#</sup> Shapiro-Wilk testas

Iš gautų duomenų matyti, kad FA kintamumo laike modeliai tarp skirtingų pacientų ir skirtingų duomenų kintamųjų skiriasi. SD1/SD2 santykis svyravo tarp 0,697 ir 0,870, o tai rodo aukštesnį ilgalaikį kintamumą negu trumpalaikis FA kintamumas laike. Skirtumą tarp duomenų, gautų iš skirtingų tiriamųjų, galime matyti 6 ir 7 pav.



**6 pav.** „Fitbit“ duomenų vizualiniai Poincaré grafiko modeliai (A pacientas – 42 m. vyras, B pacientė – 65 m. moteris)

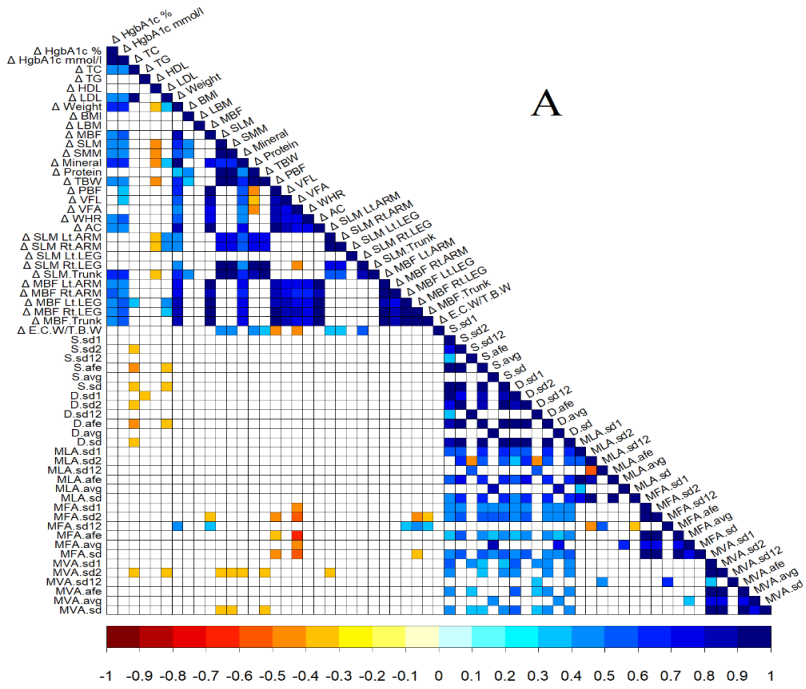
6 pav. pateikiamas FA kintamumo laike pavyzdys. Viršuje matyti pirmojo paciento duomenys: žemo intensyvumo fizinės veiklos SD1 ir SD2 santykis yra arti 1, tai reiškia, kad FA kitimas visada yra aukštas. Antrasis, žemiau esantis pavyzdys rodo kur kas mažesnę SD12 santykį. Čia trumpojo laikotarpio FA kitimas statistiškai reikšmingai mažesnis negu ilgojo laikotarpio.



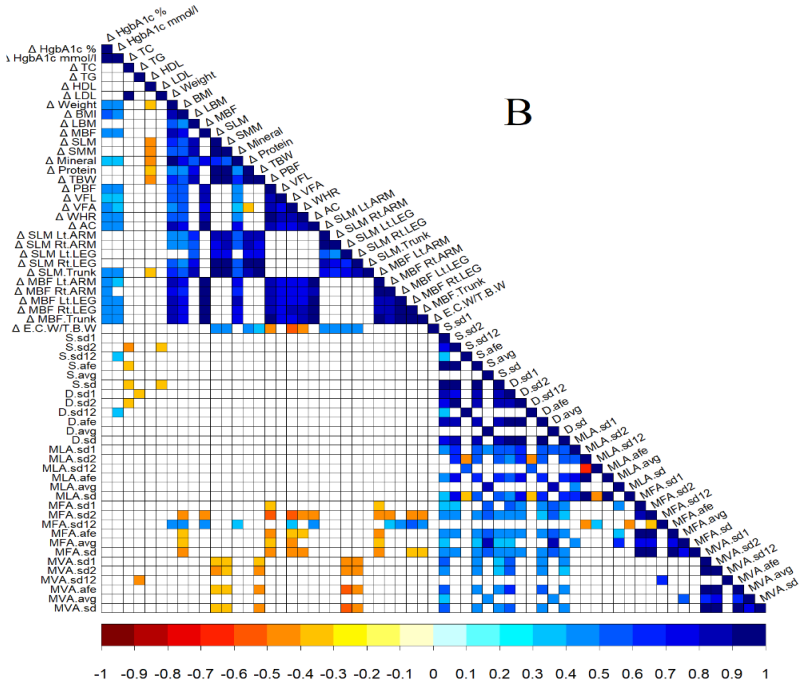
7 pav. Fizinio aktyvumo kintamumas laike (dviejų tiriamųjų duomenų palyginimas)

### 3.6. Poincaré grafikas ir fizinio aktyvumo kintamumo parametrai

Kūno sudėties analizės ir kraujo tyrimų pokyčiui palyginti su FA kintamumu laike apskaičiuoti Pearsono ir Spearmano koreliacijos koeficientai. Vizualiniam atvaizdavimui panaudotas šilumos žemėlapis (angl. *heatmap*) (8 pav.).



A



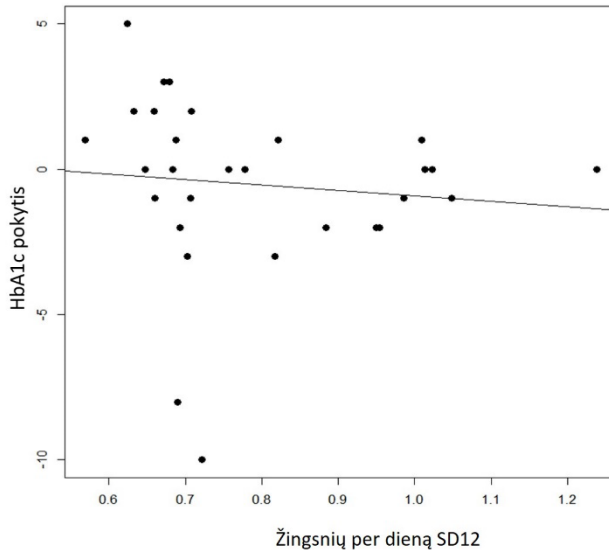
B

8 pav. Pearsono (A) ir Spearmano (B) koreliacijos koeficientų „šilumos žemėlapis“ (statistiškai nereikšmingi plotai pažymėti balta spalva)



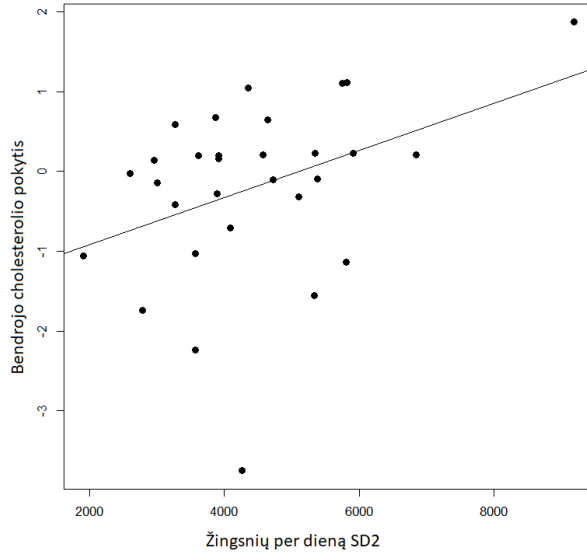
### 3.6.1. Fizinio aktyvumo kintamumas laike, lipidogramos ir glikozilinto hemoglobino pokytis

Glikozilinto hemoglobino pokytis per 6 mėn. koreliavo su nueitų žingsnių per dieną ( $p = 0,0404$ ) ir nueito atstumo ( $p = 0,0366$ ) SD1 ir SD2 santykiu. Kuo mažesnis buvo ilgalaikis nueitų žingsnių ir atstumo kitimas, palyginti su trumpalaikiu kitimu, tuo didesnis glikozilinto hemoglobino kiekio mažėjimas pastebėtas (9 pav.).

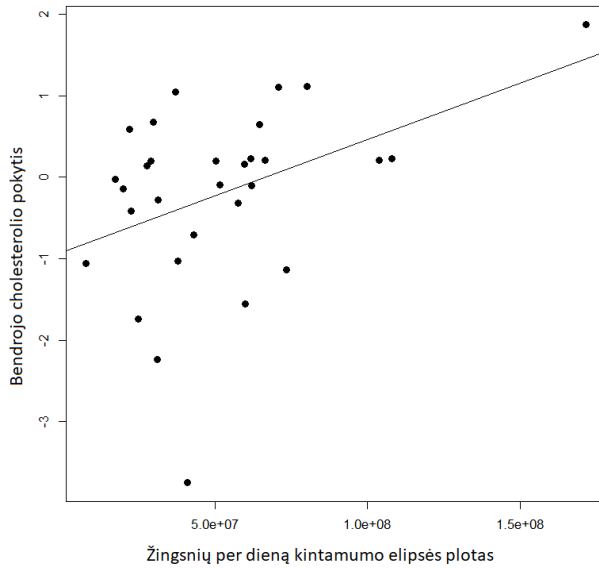


**9 pav.** Nueitų žingsnių trumpalaikio ir ilgalaikio kintamumo laike santykis ir glikozilinto hemoglobino pokyčiai

10–14 pav. matyti nueitų žingsnių kiekio ir atstumo svyravimo ryšys su bendrojo cholesterolio apykaita kraujyje. Kuo didesnis ilgalaikis nueitų žingsnių ir atstumo kitimas, tuo didesnis bendrojo cholesterolio pakilimas ( $p = 0,0239$ ,  $p = 0,0188$ ). Panaši tendencija matyti ir vertinant nueitų žingsnių ir atstumo kitimo elipsės plotą. Kuo šis plotas mažesnis, tuo didesnis cholesterolio kiekio sumažėjimas (10, 11 pav.).

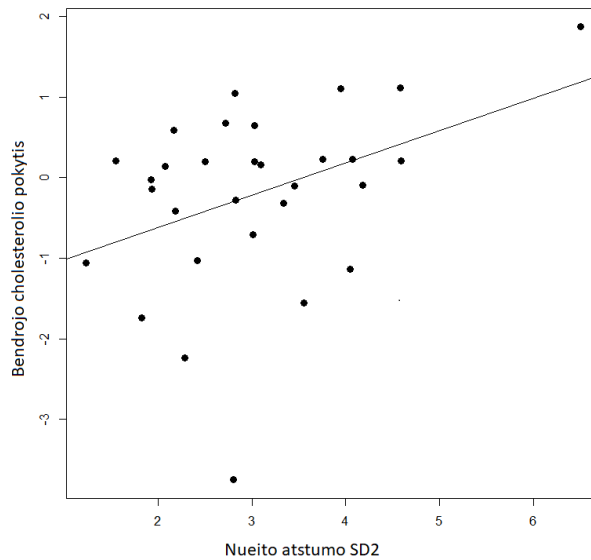


**10 pav.** Bendrojo cholesterolio pokyčio ir ilgalaikio nueitų žingsnių kintamumo sąsaja

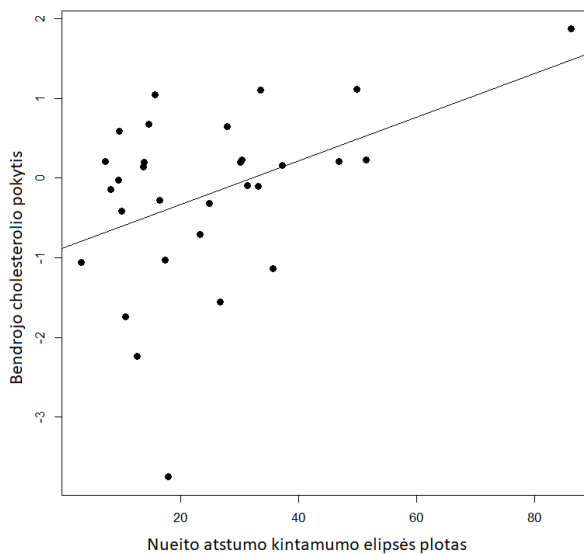


**11 pav.** Bendrojo cholesterolio pokyčio ir nueitų žingsnių kintamumo elipsės ploto sąsaja

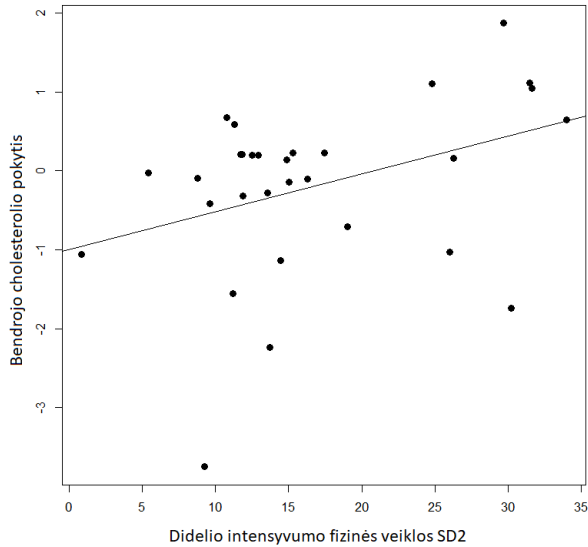
Kuo mažesnis žingsnių ir nueito atstumo per dieną standartinis nuokrypis, tuo didesnis bendrojo cholesterolio kiekio sumažėjimas ( $p = 0,03344$ ,  $p = 0,0304$ ) (12 pav.).



12 pav. Bendrojo cholesterolio pokyčio ir nueito atstumo ilgalaikio kintamumo sąsaja



13 pav. Bendrojo cholesterolio pokyčio ir nueito atstumo kintamumo elipsės ploto sąsaja

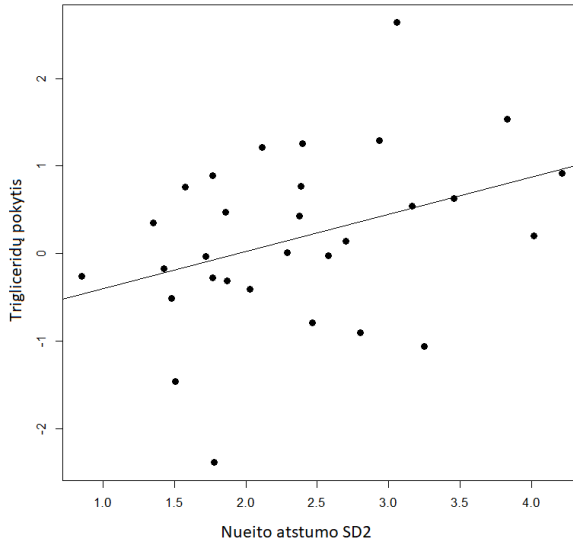


**14 pav.** Bendrojo cholesterolio ir sunkios fizinės veiklos ilgalaikio kintamumo sąsaja

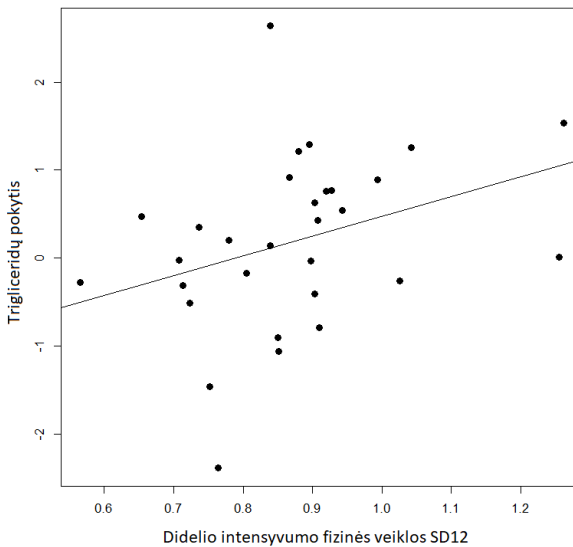
Vertinant bendrojo cholesterolio pokytį, nustatyta statistiškai patikima sąsaja tarp bendrojo cholesterolio ir ilgalaikio vidutinio intensyvumo fizinio aktyvumo kitimo. Kuo mažesnis ilgalaikis nueitų žingsnių kitimas, tuo reikšmingesnis poveikis bendrojo cholesterolio sumažėjimui ( $p = 0,0471$ ) (13, 14 pav.).

### 3.6.2. Fizinio aktyvumo kintamumas ir trigliceridų pokyčiai

Vertinant FA kintamumo sąsają su trigliceridų pokyčiu, pastebėta statistiškai reikšminga sąsaja su trumpalaikiu nueitų žingsnių kitimu bei trumpalaikio ir ilgalaikio vidutinio intensyvumo FA kintamumo santykiu. Nustatytas trigliceridų kiekio augimas, didėjant nueitam atstumui trumpuoju laikotarpiu ( $p = 0,0413$ ) (15 pav.). Iš 16 pav. matyti, kad kuo didesnis skirtumas tarp trumpalaikio ir ilgalaikio kintamumo, t. y. kuo trumpalaikis vidutinio intensyvumo fizinės veiklos kintamumas mažesnis, tuo labiau mažėja trigliceridų koncentracija ( $p = 0,0214$ ).



**15 pav.** Trigliceridų pokyčio ir nueito atstumo trumpalaikio kintamumo sąsaja

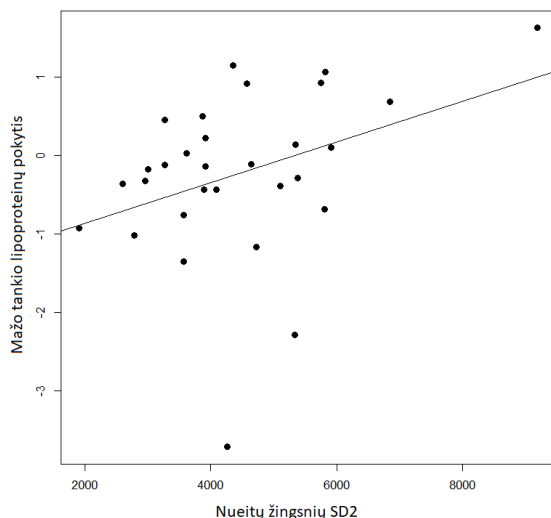


**16 pav.** Trigliceridų pokyčio ir didelio intensyvumo fizinio aktyvumo trumpalaikio ir ilgalaikio kintamumo santykio sąsaja

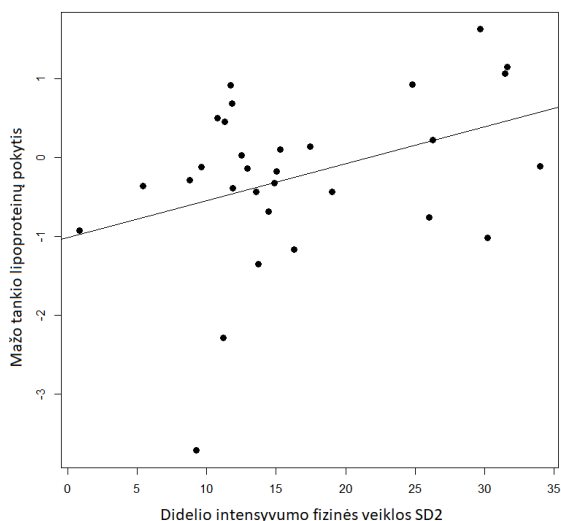
### 3.6.3. Fizinio aktyvumo kintamumas ir mažo tankio lipoproteinų pokyčiai

Mažo tankio lipoproteinų pokytis rodo statistiškai reikšmingą ryšį su nueitų žingsnių ilgalaikiu kintamumu ( $p = 0,0395$ ) (17 pav.). Taip pat pastebimas

ryšys su nueitų žingsnių ir atstumo kintamumo elipsės plotu ( $p = 0,0319$ ,  $p = 0,0486$ ). Tai reiškia, kad kuo pastovesnis ir mažesnis nueitų žingsnių ilgalaikis kitimas laike, tuo reikšmingiau mažėja mažo tankio lipoproteinų kiekis. Tyrimo metu pastebėta, kad kuo mažesnis labai intensyvios fizinės veiklos ilgalaikis kintamumas, tuo didesnis mažo tankio lipoproteinų pokytis ( $p = 0,0385$ ) (18 pav.).



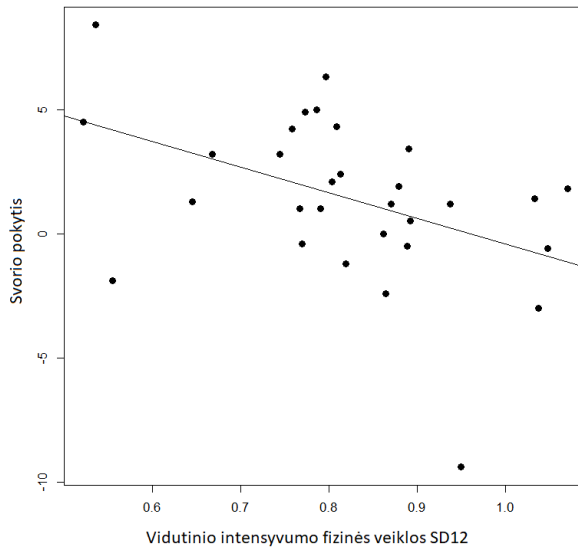
**17 pav.** Mažo tankio lipoproteinų pokyčio ir nueitų žingsnių ilgalaikio kintamumo sąsaja



**18 pav.** Mažo tankio lipoproteinų pokyčio ir didelio intensyvumo fizinės veiklos ir ilgalaikio kintamumo sąsaja

### 3.6.4. Fizinio aktyvumo kintamumas ir svoris

Tyrimo metu pastebėtas statistiškai reikšmingas ryšys tarp svorio pokyčio, vidutinio intensyvumo FA ir trumpalaikio bei ilgalaikio kintamumo santykio. Pastebėta, kad kai trumpalaikis FA kintamumas yra artimesnis ilgalaikiam FA kintamumui, t. y. kuo FA kitimas yra pastovesnis, kūno masė mažėja ( $p = 0,0155$ ) (19 pav.).

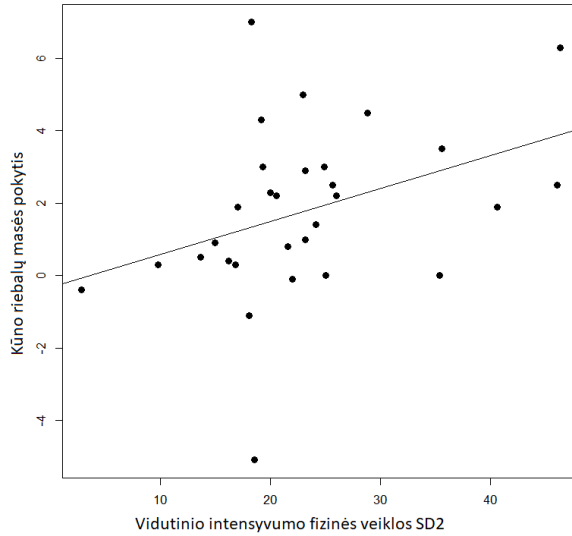


**19 pav.** Svorio pokytis ir vidutinio intensyvumo fizinio aktyvumo trumpalaikio ir ilgalaikio kintamumo santykio sąsaja

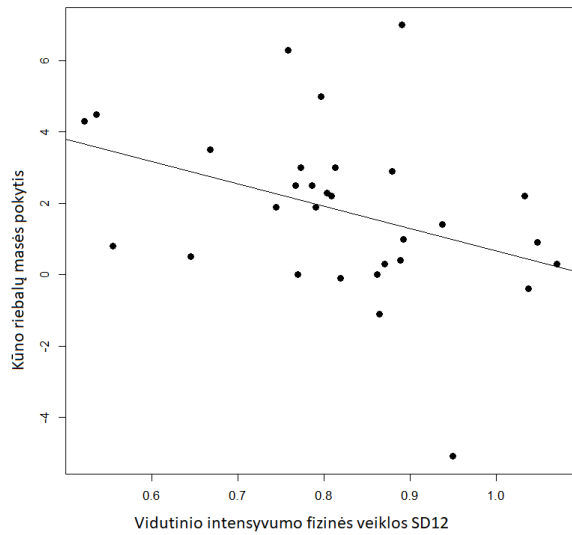
### 3.6.5. Fizinio aktyvumo kintamumas ir kūno masės sudėties analizė

#### 3.6.5.1. Kūno riebalų masės pokytis

Kūno masės analizės bioimpedanso metodu apskaičiuota kūne esančių riebalų masė. Šios riebalų masės pokytis statistiškai patikimai koreliavo su ilgalaikiu vidutinio intensyvumo FA kintamumu ir vidutinio intensyvumo FA trumpalaikio ir ilgalaikio kintamumo santykiu ( $p = 0,0418$ ,  $p = 0,0415$ ). Kaip matyti iš 20–21 pav., didėjant vidutinio intensyvumo FA kintamumui, didėja ir kūno riebalų masė (20 pav.), o kuo mažesnis vidutinio intensyvumo FA trumpalaikio ir ilgalaikio kintamumo santykis, t. y. kuo fizinė veikla stabilesnė, pastebimas didesnis kūno riebalų masės sumažėjimas (21 pav.).



**20 pav.** Kūno riebalų masės pokyčio ir ilgalaikio vidutinio intensyvumo fizinio aktyvumo kintamumo sąsaja

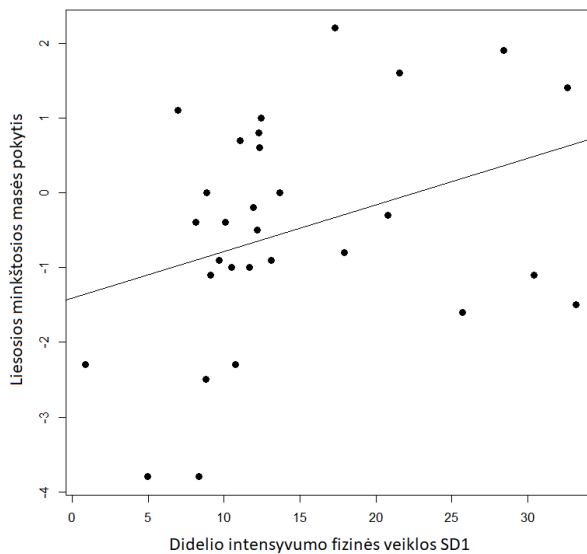


**21 pav.** Kūno riebalų masės pokyčio ir vidutinio intensyvumo fizinio aktyvumo trumpalaikio ir ilgalaikio kintamumo santykio sąsaja

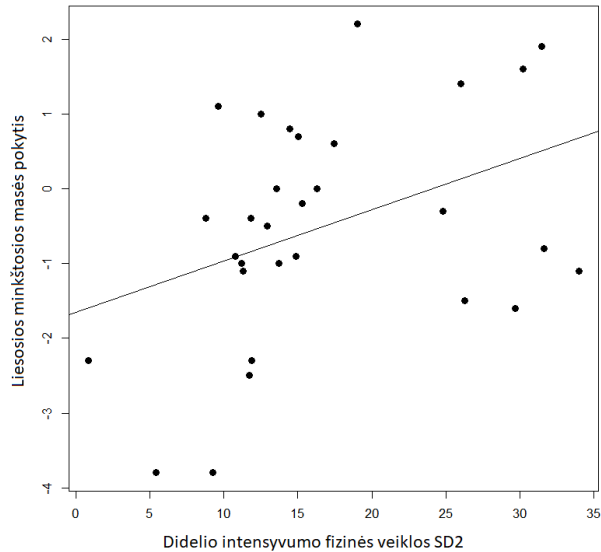


### 3.6.5.2. Fizinio aktyvumo kintamumas ir liesosios minkštosios kūno masės pokytis

Liesąją minkštąją kūno masę sudaro minkštieji audiniai ir raumenys, išskyrus riebalus ir kaulus. Liesosios minkštosios kūno masės pokytis labiausiai koreliuoja su didelio intensyvumo fizine veikla. Iš 22 ir 23 pav. matyti, kad kuo didesnis didelio intensyvumo FA trumpalaikis ir ilgalaikis kintamumas, tuo didesnis šios masės augimas ( $p = 0,0405$ ,  $p = 0,0263$ ). Panašūs rezultatai gauti ir vertinant didelio intensyvumo fizinės veiklos standartinį nuokrypį bei kintamumo elipsės plotą. Kuo šie rodikliai didesni, tuo didesnis liesosios minkštosios masės pokytis ( $p = 0,0312$ ,  $p = 0,0296$ ).

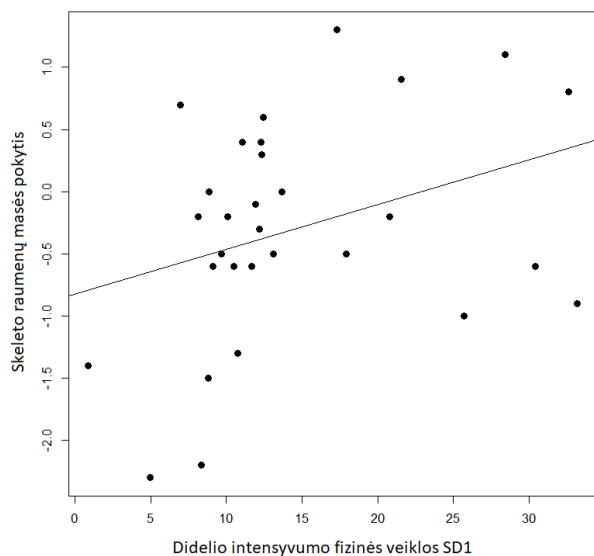


**22 pav.** Liesosios minkštosios masės ir trumpalaikio didelio intensyvumo fizinio aktyvumo kintamumo sąsaja

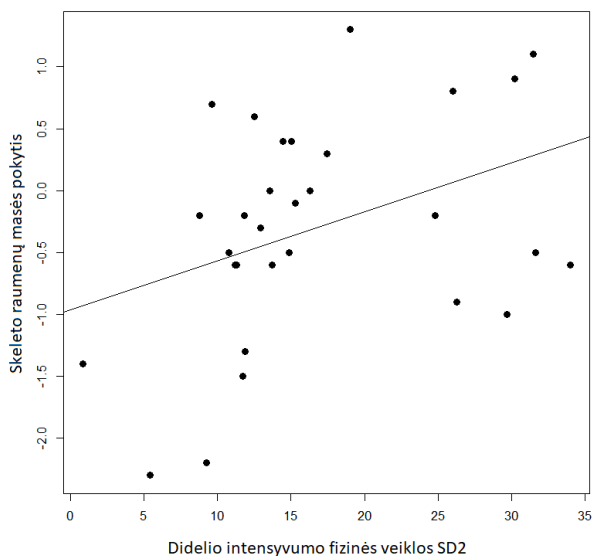


**23 pav.** Liesosios minkštosios masės ir ilgalaikio didelio intensyvumo fizinio aktyvumo kintamumo sąsaja

Skeleto raumenų masės pokytis labiausiai koreliuoja su didelio intensyvumo fizine veikla. Iš 24 ir 25 pav. matyti, kad kuo didesnis didelio intensyvumo FA trumpalaikis ir ilgalaikis kintamumas, tuo didesnis šios masės padidėjimas ( $p = 0,0445$ ,  $p = 0,0301$ ). Panašūs rezultatai gauti ir vertinant didelio intensyvumo fizinės veiklos standartinį nuokrypį bei kintamumo elipsės plotą. Didėjant šiems rodikliams, didėja ir liesoji minkštoji masė ( $p = 0,0345$ ,  $p = 0,0327$ ).



**24 pav.** Skeleto raumenų masės pokytis ir trumpalaikio didelio intensyvumo fizinio aktyvumo kintamumo sąsaja

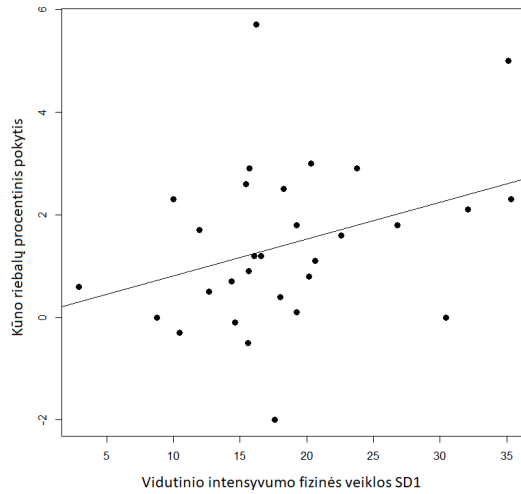


**25 pav.** Skeleto raumenų masės pokytis ir ilgalaikio didelio intensyvumo fizinio aktyvumo kintamumo sąsaja

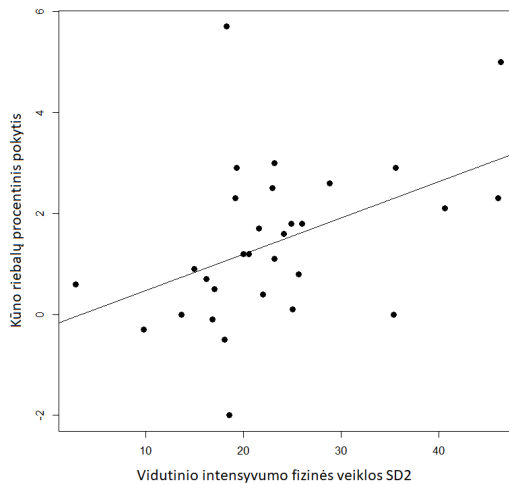
### 3.6.5.3. Kūno riebalų procentinės dalies pokytis

Tyrimo metu nustatyta kūno riebalų ir vidutinio intensyvumo fizinės veiklos kintamumo sąsaja. Kuo mažesnis tiek trumpalaikis, tiek ilgalaikis vidutinio

intensyvumo fizinės veiklos kintamumas, tuo didesnis svorio sumažėjimas ( $p = 0,0399$ ,  $p = 0,0048$ ) (26 ir 27 pav.). Tai rodo ir sąsaja su vidutinio intensyvumo fizinės veiklos kintamumo elipsės plotu, vidurkiu ir standartiniu nuokrypiu. Didėjant šiems rodikliams, didėja ir riebalų procentinės dalies prieaugis ( $p = 0,0244$ ,  $p = 0,0347$ ,  $p = 0,0143$ ).

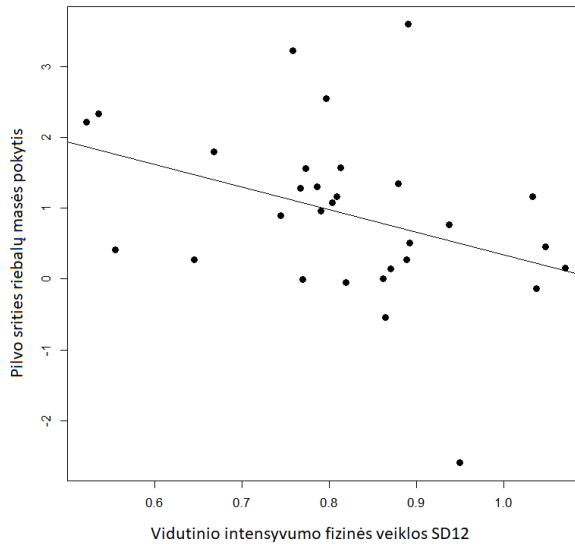


**26 pav.** Kūno riebalų procentinės dalies pokyčio ir trumpalaikio lengvo fizinio aktyvumo kintamumo sąsaja



**27 pav.** Kūno riebalų procentinės dalies pokyčio ir ilgalaikio lengvo fizinio aktyvumo kintamumo sąsaja

Vertinant pilvo srities riebalų masės pokytį, pastebėta, kad kuo lengvo FA trumpalaikis ir ilgalaikis kintamumo skirtumas didesnis, tuo didesnis riebalų masės padidėjimas ( $p = 0,0201$ ) (28 pav.).

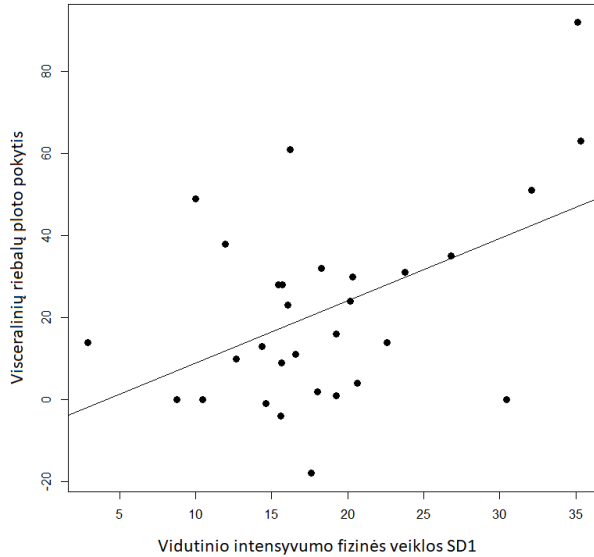


**28 pav.** Pilvo srities riebalų masės pokyčio ir lengvo fizinio aktyvumo trumpalaikio ir ilgalaikio kintamumo santykio sąsaja

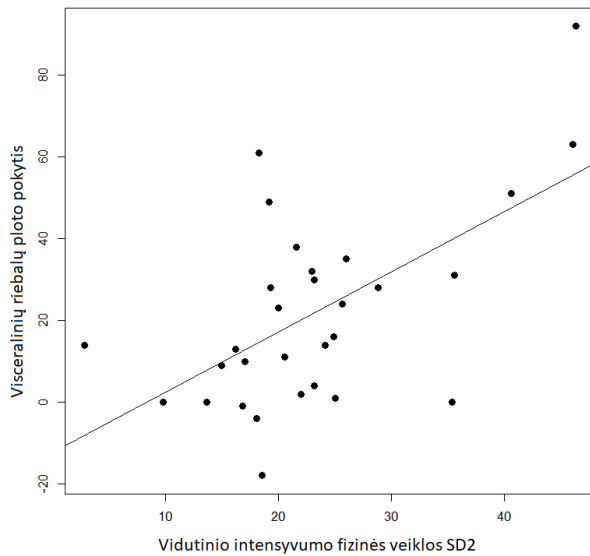
#### 3.6.5.4. Visceralinių riebalų ploto pokytis

Visceralinių riebalų plotas yra vienas iš reikšmingiausių kūno sudėties analizatoriaus rodiklių, vertinant riebalų kiekį. Šio rodiklio pokytis tyrimo metu koreliavo su vidutinio intensyvumo fizinės veiklos trumpalaikiu ir ilgalaikiu kintamumu. Mažėjant tiek trumpalaikiam, tiek ilgalaikiam vidutinės fizinės veiklos kintamumui, visceralinių riebalų plotas taip pat mažėjo ( $p = 0,0075$ ,  $p = 0,0005$ ) (29 ir 30 pav.). Atliekant tyrimą, pastebėta, kad trumpalaikio ir ilgalaikio vidutinio intensyvumo FA santykis taip pat turėjo įtaką visceralinių riebalų ploto pokyčiui. Kuo šis santykis buvo didesnis (t. y. kuo mažesnis skirtumas tarp ilgalaikės ir trumpalaikės vidutinio intensyvumo veiklos), tuo didesnis ploto sumažėjimas pastebėtas ( $p = 0,0363$ ) (31 pav.).

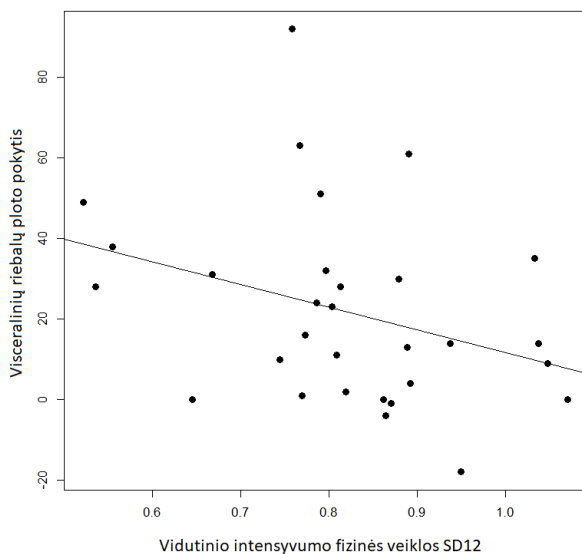
Vidutinio intensyvumo fizinė veikla – vienintelis parametras, kuris koreliavo su visceralinių riebalų ploto pokyčiu tiriamojoje grupėje. Nustatyta statistiškai patikima sąsaja su vidutinio intensyvumo fizinės veiklos kintamumo elipsės plotu, vidurkiu ir standartiniu nuokrypiu ( $p = 0,0004$ ,  $p = 0,0148$ ,  $p = 0,0012$ ).



**29 pav.** Visceralinių riebalų ploto pokyčio ir trumpalaikio vidutinio intensyvumo fizinio aktyvumo kintamumo sąsaja



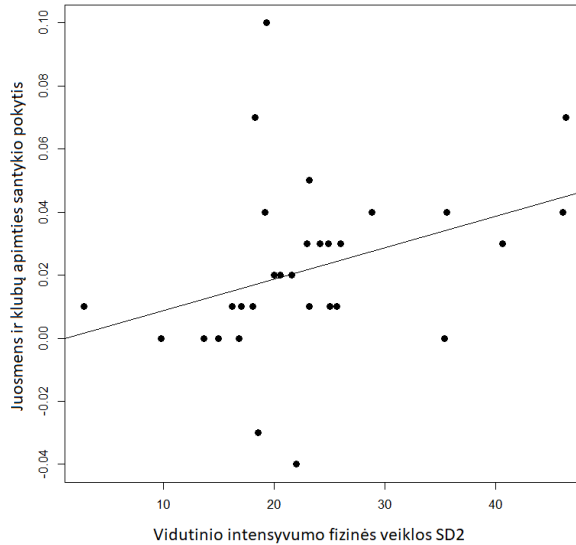
**30 pav.** Visceralinių riebalų ploto pokyčio ir ilgalaikio vidutinio intensyvumo fizinio aktyvumo kintamumo sąsaja



**31 pav.** Visceralinių riebalų ploto pokyčio ir vidutinio intensyvumo fizinio aktyvumo ilgalaikio ir trumpalaikio kintamumo santykio sąsaja

### 3.6.5.5. Fizinio aktyvumo kintamumas bei juosmens ir klubų apimties santykio pokytis

Juosmens ir klubų santykio pokytis, kaip ir riebalų procentinės dalies ir visceralinių riebalų plotas, labiausiai koreliavo su vidutinio intensyvumo fizinės veiklos kintamumu. Iš išmaniųjų apyrankių surinkti duomenys parodė, kad kuo mažesnis vidutinio intensyvumo fizinės veiklos ilgalaikis kintamumas, tuo mažesnis juosmens ir klubų apimties santykio padidėjimas ( $p = 0,0073$ ). Šią vidutinio intensyvumo fizinės veiklos pastovumo reikšmę galime matyti ir juosmens ir klubų santykio sąsajos su kintamumo elipsės plotu ir standartiniu nuokrypiu pokytyje ( $p = 0,0317$ ,  $p = 0,0208$ ) (32 pav.).

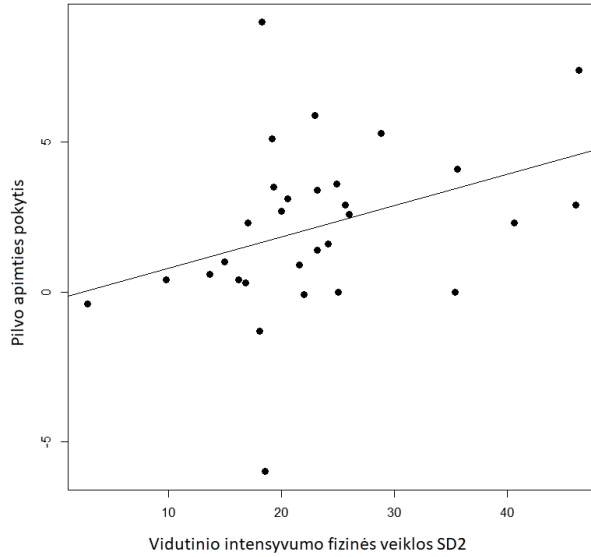


**32 pav.** Juosmens ir klubų apimties santykio pokytis ir vidutinio intensyvumo fizinio aktyvumo ilgalaikio kintamumo sąsaja

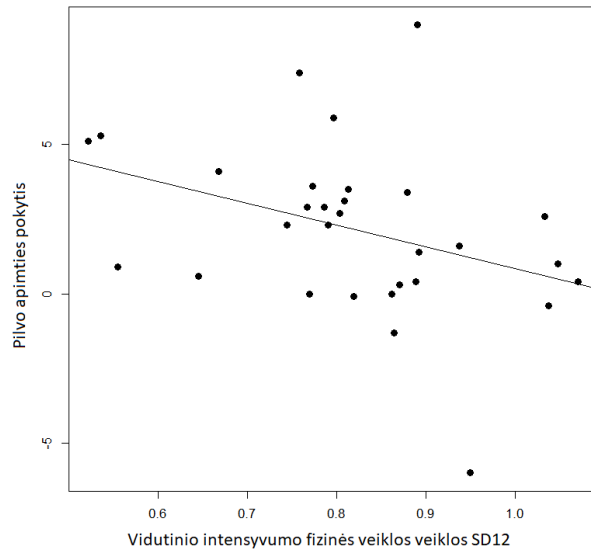
### 3.6.5.6. Fizinio aktyvumo kintamumas ir pilvo apimties pokytis

Tyrimo metu pilvo apimties pokytis labiausiai koreliavo su vidutinio intensyvumo fizinės veiklos kintamumu ilguoju laikotarpiu. Kuo šis kitimas buvo mažesnis, tuo mažesnis kūno apimties didėjimas pastebėtas ( $p = 0,0209$ ) (33 pav.). Be šio parametro, nustatyta pilvo apimties pokyčio ir lengvo FA trumpalaikio ir ilgalaikio kintamumo santykio sąsajų. Tyrimas parodė, kad kuo mažesnis skirtumas tarp trumpalaikio ir ilgalaikio vidutinio intensyvumo fizinės veiklos kintamumo, tuo mažesnis pilvo apimties pokytis ( $p = 0,0166$ ) (34 pav.).





**33 pav.** Pilvo apimties pokyčio ir vidutinio intensyvumo fizinio aktyvumo ilgalaikio kintamumo sąsaja



**34 pav.** Pilvo apimties pokyčio ir lengvo fizinio aktyvumo trumpalaikio ir ilgalaikio kintamumo santykio sąsajos

### 3.6.5.7. Fizinio aktyvumo kintamumas bei liesosios minkštosios ir riebalų masės pokytis galūnėse

Vertinant FA kintamumo poveikį kūno masės sudėčiai įvairiose kūno srityse, pamatuotas liesosios ir riebalų masės pokytis. Pastebėtas statistiškai patikimas ryšys tarp didelio intensyvumo fizinės veiklos aktyvumo kintamumo ir liesosios kūno masės pokyčio kojose. Didėjant tiek trumpalaikiam (kairėje –  $p = 0,016$ , dešinėje –  $p = 0,0199$ ), tiek ilgalaikiam ( $p = 0,0054$ ,  $p = 0,0285$ ) didelio intensyvumo fizinės veiklos kintamumui, didėja liesosios (raumeninės) masės prieaugis kojose.

Matuojant FA kintamumo įtaką galūnių ir pilvo srities riebalų masės pokyčiui, rastas ryšys su vidutinio intensyvumo fizine veikla. Didžiausią įtaką rankų srityje turėjo ilgalaikis vidutinio intensyvumo FA kintamumas. Kuo jis buvo didesnis, tuo didesnis riebalinės masės prieaugis nustatytas ( $p = 0,0067$ ,  $p = 0,0489$ ). Riebalinės masės pokytis kojose labiausiai koreliavo su ilgalaikio ir trumpalaikio vidutinio intensyvumo fizinės veiklos kintamumo santykiu. Kuo santykis buvo mažesnis, o FA kintamumas buvo didesnis, tuo didesnis nustatytas svorio didėjimas kojose ( $p = 0,0139$ ,  $p = 0,0036$ ). Pilvo srityje taip pat pastebėta, kad kuo šis santykis buvo mažesnis, tuo pilvo srities riebalų prieaugis buvo didesnis ( $p = 0,0202$ ).

### 3.7. Fizinio aktyvumo vertinimas naudojant klausimynus

Tyrimo pradžioje ir po pusės metų tiriamieji atliko IPAQ. Gauti duomenys buvo palyginti. Vertinant duomenis, gautus prieš tyrimą ir jam pasibaigus, matyti, kad smarkiai sumažėjo tiriamųjų vaikščiojimo laikas (mediana nuo 1 666 MET/min per dieną sumažėjo net 733 MET/min). Statistiškai reikšmingai sumažėjo tiek fizinės veiklos, susijusios su darbu, judant iš vienos vietos į kitą, tiek vaikščiojimo poilsio metu laikas. Pastebėtas vidutinio ir didelio FA trukmės pailgėjimas. Vidutinio ir didelio intensyvumo veiklai skirto laiko padidėjimas nustatytas veiklose, susijusiose su namų ruoša, ūkio darbais, rūpinimusi šeima bei rekreacija, sportu ir laisvalaikiu.

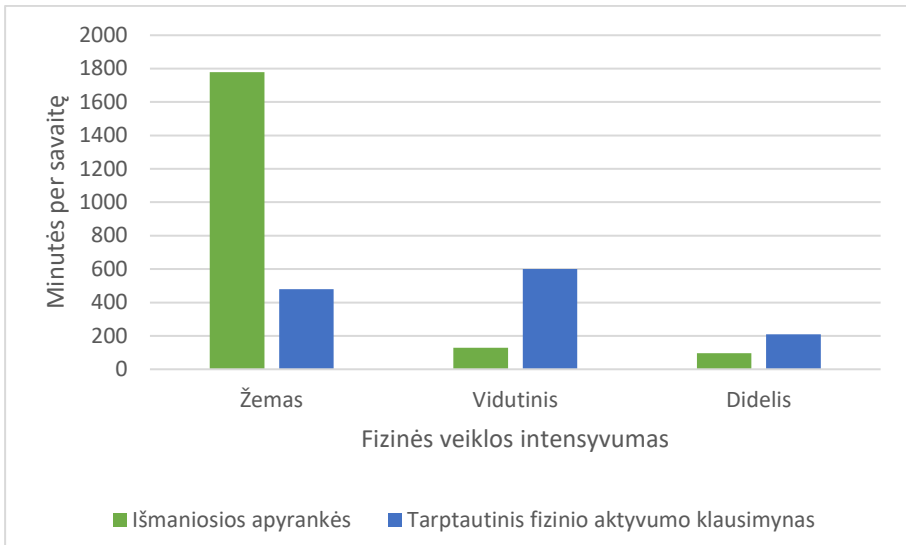
Panašios tendencijos pastebėtos ir rezultatuose, gautuose iš išmaniųjų apyrankių. Dauguma rezultatų, kaip matyti iš 7 lentelės, nebuvo statistiškai reikšmingi, tačiau nustatytas statistiškai reikšmingas bendrasis fizinio aktyvumo padidėjimas ( $p = 0,003$ ).

**7 lentelė.** IPAQ-L duomenų palyginimas

Fizinė veikla, susijusi su darbu				
	Mediana (METmin)	Standartinis nuokrypis (METmin)	Dispersijos koeficientas	<i>p</i> reikšmė
Didelio intensyvumo fizinė veikla (MET 8,0)	-720	3 331	8,69	0,534
Vidutinio intensyvumo fizinė veikla (MET 4,0)	-240	1 645	228,53	0,981
Lengva fizinė veikla (MET 3,3)	99	2 007	7,78	0,487
Bendra veikla dirbant	208	5 015	7,73	0,484
Judėjimas iš vienos vietos į kitą				
Važiavimas motorine priemone	114	361	2,49	0,036
Važiavimas dviračiu (MET 6,0)	1 269	474	5,27	0,307
Vaikščiojimas (MET 3,3)	-168	1 256	6,7	0,420
Bendras laikas judant transportavimo tikslais	-168	1 448	5,22	0,303
Namų ruoša, ūkio darbai ir rūpinimasis šeima				
Sunki fizinė veikla (MET 5,5)	248	2 835	4,08	0,190
Vidutinio intensyvumo darbas lauke (MET 4,0)	480	2 913	2,44	0,032
Vidutinio intensyvumo darbas viduje (MET 3,3)	149	2 042	2,85	0,062
Bendras laikas judant transportavimo tikslais	920	5 903	2,26	0,022
Rekreacija, sportas ir laisvalaikis				
Vaikščiojimas (MET 3,3)	-50	4 874	4,44	0,227
Labai intensyvi veikla (MET 8,0)	780	645	2,69	0,051
Vidutinio intensyvumo veikla (MET 4,0)	240	2 631	4,06	0,187
Bendras laikas judant rekreacijos, sporto ir laisvalaikio tikslais	270	5 502	2,77	0,058
Suminė veikla pagal intensyvumą				
Vaikščiojimas	-733	5 725	3,71	0,151
Vidutinio intensyvumo fizinė veikla	1 635	6 266	1,87	0,007

Fizinė veikla, susijusi su darbu				
	Mediana (METmin)	Standartinis nuokrypis (METmin)	Dispersijos koeficientas	<i>p</i> reikšmė
Didelio intensyvumo fizinė veikla	240	3 401	5,46	0,324
Bendrasis laikas, praleistas fiziškai aktyviai				
Visos METmin	2 410	9 145	1,66	0,003

Statistiškai patikimo ryšio tarp FA duomenų įvertinimo naudojant išmaniuosius laikrodžius ir klausimynus nenustatyta ( $p > 0,05$ ) (35 pav.).



**35 pav.** Fizinio aktyvumo vertinimo duomenų iš išmaniųjų apyrankių ir IPAQ-L palyginimas

## 4. REZULTATŲ APTARIMAS

### 4.1. Diskusija

Metabolinis sindromas ir II tipo CD vis dar išlieka vieni iš dažniausių susirgimų ir lėtinių ligų pasaulyje. Prieš atliekant disertacijoje pristatomą tyrimą, Lietuvoje, Lietuvos higienos instituto duomenimis, CD sergančiųjų skaičius 2017 m. buvo 56,4/1000 gyventojų. 2021 m. sergančiųjų skaičius jau siekė 64,3/1000 gyventojų. Šie rodikliai rodo problemos gilėjimą ir poreikį keisti bei tobulinti nutukimo, prediabeto ir II tipo CD prevencijos modelį, siekiant kuo labiau jį priartinti prie besivystančio pasaulio ir tikslinės populiacijos.

Atlikto tyrimo rezultatai suteikė reikšmingų žinių tolesniam išmaniųjų apyrankių naudojimui klinikinėje praktikoje ir vėlesniuose tyrimuose.

Tyrimui neatsitiktinai pasirinkta 18–65 m. dalyvių amžiaus grupė. Tai darbingo amžiaus pacientai, dažniausiai aktyvūs darbo rinkos dalyviai, imlūs technologijoms ir socialinėms naujovėms. Taip pat tai ir tikslinė grupė žmonių, kuriai, parinkus tinkamas tiek asmenines, tiek visuomenines poveikio priemones, galima daryti įtaką, siekiant didinti FA.

Atlikus kūno masės sudėties analizės tyrimus, nustatytas statistiškai patikimas kūno masės ir sudėties pokytis. Tiriamųjų svoris per tiriamąjį laikotarpį sumažėjo vidutiniškai 1,6 kg ( $p = 0,022$ ). Pagrindinė svorio mažėjimo priežastis buvo kūno riebalų masės sumažėjimas visose kūno srityse, todėl mažėjo pilvo riebalų plotas bei liemens ir klubų santykis. T. Fergusonas ir bendraautorai [90] sisteminėje apžvalgoje ir metaanalizėje teigia, kad išmaniųjų apyrankių naudojimas savistabai leidžia ne tik padidinti FA, bet ir sumažinti svorį vidutiniškai 1 kg. Įvertinus bendruosius duomenis, gautus iš išmaniųjų apyrankių, pastebėta, kad kasdienis FA per tiriamąjį laikotarpį sumažėjo. Būtų logiška manyti, kad turėtų būti pastebimas bendrasis kūno masės priaugis, tačiau FA kintamumo laike tyrimas parodė, kad bendrasis FA nėra vienintelis veiksnys, darantis įtaką kūno masės sudėčiai.

Naudojant matematinį Poincaré metodą, įvertinti pagrindiniai FA kintamumo rodikliai: SD1 – trumpalaikis fizinio aktyvumo kintamumas, SD2 – ilgalaikis fizinio aktyvumo kintamumas laike, SD1/SD2 – trumpalaikio ir ilgalaikio fizinio aktyvumo kintamumo laike santykis. Gavus šiuos parametrus, vertinta FA kintamumo sąsaja su anksčiau atliktais tyrimais. Nustatyta statistiškai patikima sąsaja su kūno masės sudėties rodikliais ir atliktais kraujo tyrimais. Metodas leido palyginti įvairaus intensyvumo FA įtaką šiems rodikliams.

Grįžtant prie nustatyto kūno masės sumažėjimo, pažymėtina, kad kuo pastovesne vidutinio intensyvumo fizine veikla ilguoju laikotarpiu tiriamieji užsiėmė, tuo labiau mažėjo jų svoris ( $p = 0,0155$ ). J. X. Fan ir bendraautorai [145] atliko tyrimą, kurio metu buvo vertinta įvairaus FA intensyvumo sąsaja su kūno masės indeksu, kurio vienas iš pagrindinių kintamųjų yra svoris. Atliekant tyrimą, surinkti duomenys iš daugiau negu 4 000 pacientų akselerometrų, gauti rodikliai lyginti su kūno masės indekso duomenimis. Rezultatai parodė, kad įvairios trukmės didesnio intensyvumo fizinė veikla kasdien asocijavosi su mažesniu kūno masės indeksu ir mažesne nutukimo rizika, o mažo intensyvumo fizinė veikla šios sąsajos neturėjo. Stebėsenos tyrimo trūkumas – tiriamieji buvo stebimi tik 7 dienas. Vis dėlto paskelbti rezultatai leidžia susidaryti vaizdą apie įprastus tiriamųjų įpročius.

Disertacijoje pristatomo tyrimo rezultatai parodė, kad svarbu ne tik aktyviai leistas suminis laikas, bet ir tai, kad būtų išlaikytas jo pastovumas. Tai atskleidžia SD1/SD2 santykis, kuriam artėjant link 1, t. y. mažėjant FA svyravimui laike, gautas didesnis svorio sumažėjimas ( $p = 0,0415$ ). Gautą rezultatą galima pagrįsti PSO rekomendacijomis, kuriomis siekiama mažinti nutukimo ir jį lydinčių lėtinių ligų riziką. Nurodoma, kad rekomenduojama reguliari vidutinio intensyvumo fizinė veikla 150–300 min. per savaitę turi teigiamą poveikį svorio kontrolei [33].

Vertinant FA kintamumo laike įtaką, didžiausią poveikį riebalinio audinio kiekiui ir kitiems su juo susijusiems rezultatams turėjo būtent vidutinio intensyvumo fizinės veiklos kintamumas. Vertinant pilvo, rankų ir kojų riebalų masės pokytį, tendencingai išlieka sąsaja su FA ilgalaikio kintamumo mažėjimu bei trumpalaikio ir ilgalaikio kintamumo santykio stabilizavimusi, artėjimu prie 1 ( $p < 0,05$ ). Tos pačios tendencijos atsispindi ir aptariant liemens apimties bei juosmens ir klubų santykio pokytį – nuolatinis vidutinio intensyvumo fizinis krūvis turi teigiamą įtaką antsvorio ir jį lydinčių ligų prevencijai. Gauti rezultatai atskleidžia, kad, siekiant geresnių svorio kontrolės rezultatų, svarbu vertinti ne tik suminius FA parametrus laike, bet ir jų kintamumą. Taip pat tikslinga skirti daugiau dėmesio tyrimams, susijusiems su FA kintamumu laike.

Liesoji kūno masė – tai masė, kurią sudaro kūno masė, atėmus riebalų masę. Liesoji minkštoji kūno masė – tai liesoji kūno masė be kaulinio audinio. Atlikus liesosios kūno masės ir liesosios minkštosios kūno masės pokyčio vertinimą, nustatytas teigiamas pokytis. Liesoji kūno masė didėjo, tačiau šis pokytis nėra statistškai reikšmingas. Suminis fizinio aktyvumo pokytis nei riebalų masės, nei raumenų masės pokyčiui įtakos neturėjo, tačiau tyrimas parodė, kad liesoji kūno masė turėjo statistškai reikšmingai patikimą sąsają su didelio intensyvumo fizinės veiklos kintamumu laike. Pastebėta, kad kuo

didelio intensyvumo fizinės veiklos kintamumas buvo didesnis tiek trumpuoju, tiek ilguoju laikotarpiais, tuo didesnis nustatytas liesosios kūno masės prieaugis ( $p = 0,0445$ ,  $p = 0,0301$ ). Šie rezultatai pagrindžia didelio intensyvumo fizinės veiklos būtinumą auginant raumenų masę, tačiau didelis tiek trumpalaikio, tiek ilgalaikio aktyvumo kintamumas rodo, jog, siekiant raumenų masės augimo, reikalingi ne tik didelio fizinio intensyvumo veiklos pikai, bet ir poilsio intervalai, būtini raumenims augti ir atsistatyti [146]. Schoenfeld ir kt. parengtose jėgos treniruočių rekomendacijose raumenų masei auginti, pagrįstose moksliniais tyrimais, teigiama, kad, siekiant raumenų masės augimo, būtina, jog fizinės veiklos treniruotės būtų aukščiausio galimo intensyvumo lygio ir nebūtų pamirštas atsigavimo laikotarpis (48–72 val.) [147]. Minėtos pagrindinės dedamosios rodo, kad gauti rezultatai nėra nauji ir netikėti, tačiau tai pagrindžia, jog išmaniųjų apyrankių teikiama informacija ir kintamumo laike vertinimas naudojant Poincaré metodą gali tapti svarbiu įrankiu analizuojant mokslinių tyrimų duomenis ir teikiant pacientui rekomendacijas dėl fizinio krūvio.

Įvertinus glikozilinto hemaglobino, bendrojo cholesterolio, trigliceridų, mažo tankio ir didelio tankio lipoproteinų pokytį tyrimo laikotarpiu, statistiškai reikšmingo pokyčio nenustatyta. Vertinant glikozilinto hemaglobino sąsają su nueito atstumo ir žingsnių kintamumu, pastebėtas statistiškai patikimas šių rodiklių ryšys. Tyrimas parodė, kad kuo stabilesnis ir pastovesnis nueitų žingsnių kiekis ir atstumas trumpuoju ir ilguoju laikotarpiais, tuo daugiau mažėja glikozilintas hemaglobinas ( $p = 0,0404$ ,  $p = 0,0366$ ). Tai dar kartą įrodo, kad, vertinant FA duomenis, svarbu atsižvelgti ir į FA stabilumą. Siekiant geresnių sveikatos rezultatų, siektina palaikyti tolygų FA kitimą. 2017 m. R. A. Jadhav ir bendraautorių [148] atlikta FA įtakos prediabetui sisteminė apžvalga ir metaanalizė parodė, kad FA turi reikšmingą poveikį glikozilinto hemaglobino kiekio sumažėjimui, alkio glikemijai ir gliukozės tolerancijai.

Vertinant bendrojo cholesterolio pokytį, nustatyta sąsaja tarp nueito atstumo kintamumo laike ir cholesterolio pokyčio. Rezultatai parodė, kad kuo stabilesnis ilguoju laikotarpiu buvo nueinamų žingsnių kiekis ir atstumas, tuo didesnis buvo bendrojo cholesterolio sumažėjimas. Vertinant trigliceridų pokytį, fiksuotas ryšys tarp nueito atstumo kintamumo ir didelio intensyvumo fizinės veiklos ilgalaikio ir trumpalaikio kintamumo santykio. Kitaip tariant, trigliceridų mažėja, kai trumpalaikio nueito atstumo kintamumas trumpuoju laikotarpiu yra stabilus. Kai kalbama apie labai intensyvią fizinę veiklą, ilguoju laikotarpiu FA ilgalaikis kintamumas turėtų būti mažesnis negu trumpojo laikotarpio (trumpuoju laikotarpiu žmogus gali intensyviai sportuoti įvairiais intervalais, tačiau tokie intervalai turėtų būti pastovūs). Vertinant

visų šių kraujo tyrimų suminius duomenis, galima manyti, kad bendrieji pokyčiai nėra itin statistiškai reikšmingi ir gali būti atsitiktiniai. 2022 m. T. Fergusono ir bendraautorų [90] atliktoje sisteminėje analizėje ir metaanalizėje taip pat prieita prie panašių išvadų. Vis dėlto nėra pagrindo manyti, jog FA intervencijos naudojant išmaniuosius įrenginius neturi poveikio cholesterolio, trigliceridų, glikozilinto hemoglobino ir alkio glikemijos reikšmingiems pokyčiams. Atkreiptinas dėmesys, kad minėtose studijose ir analizėse nebuvo atsižvelgta į FA kintamumo įtaką šiems rodikliams.

Disertacijoje pristatomo tyrimo metu tiriamieji ne tik nešiojo išmaniąsias apyrankes, bet tiek tyrimo pradžioje, tiek pabaigoje užpildė Tarptautinį fizinio aktyvumo klausimyną (ilgąją formą). Vertinant gautus duomenis, paaiškėjo, kad, palyginti su klausimyno duomenimis pradžioje, laikas, per savaitę skirtas vaikščioti, sumažėjo daugiau negu 733 min., tačiau daugiau laiko buvo skiriama vidutinio intensyvumo ir didelio intensyvumo fizinei veiklai atlikti. Pagrindinės priežastys, kodėl mažėjo vaikščiojimui skirtas laikas, – sumažėjęs laikas transportavimo tikslais ir daugiau laiko skirta judėti motorinėmis transporto priemonėmis. Vertinant didelio ir vidutinio intensyvumo fizinei veiklai skirtą laiką, matyti, kad mažiau laiko skirta darbo ir profesiniais tikslais, tačiau išaugo namų ruošai ir rekreacijai skirtas laikas. Minėtina, kad tyrimas buvo atliekamas nuo 2020 m. rugpjūčio mėn. iki 2021 m. vasario mėn., o tuo metu Lietuvoje dėl pasaulyje plintančios COVID-19 infekcijos (nuo 2020 m. lapkričio 7 d.) buvo paskelbtas visuotinis karantinas, kurio metu buvo apribotas žmonių judėjimas šalyje, rekomenduotas darbas iš namų. Tai galėjo lemti išaugusį judėjimą asmeniniu transportu, sumažėjusį vaikščiojimą darbo tikslais, daugiau laiko buvo praleidžiama namuose, didėjo vidutinis ir didelis fizinis aktyvumas laisvalaikiu.

Kalbamuoju laikotarpiu atliktas tyrimas apima mažą prediabetu sergančios populiacijos dalį. Analogiško FA vertinimo visuomenėje minėtu laikotarpiu Lietuvoje nebuvo atlikta.

S. Stockwell ir bendra autoriai [149] sisteminėje apžvalgoje išnagrino 64 studijas, kuriose buvo analizuojama pirmosios COVID-19 bangos įtaka FA. Tyrimas parodė, kad FA smarkiai sumažėjo visose amžiaus grupėse. E. Füzéki ir kt. [150] Vokietijoje atliko tyrimą, kuriame dalyvavo beveik 1 000 respondentų. Analizuotas antrosios COVID-19 bangos poveikis FA, gauti analogiški rezultatai. Disertacijoje pristatomame tyrime matyti panaši tendencija – lyginant pirmo tyrimo mėnesio, buvusio prieš karantiną, ir paskutinio mėnesio rezultatus, nueitų žingsnių vidurkis sumažėjo iki 1 870 žingsnių per dieną ( $p < 0.001$ ). Vis dėlto ganėtinai aktyviai arba labai aktyviai veiklai skirtas laikas statistiškai reikšmingai nesiskyrė. Galima daryti



prielaidą, kad žmonės, dirbdami iš namų, siekė išlaikyti FA ar net kompensuoti judrumo stoką laisvalaikiu.

Paskutinę tyrimo savaitę palyginti duomenys, gauti iš klausimynų ir išmaniųjų apyrankių. Statistiškai patikimos sąsajos tarp gautų duomenų nenustatyta. Minėtinas C. W. Wagonerio ir bendraautorijų [151] atliktas tyrimas, kuriame dalyvavo 161 moteris, persirgusi krūties vėžiu. Šio tyrimo metu taip pat buvo lyginti FA klausimynų ir išmaniųjų apyrankių duomenys. Rezultatai taip pat atskleidė, kad tarp informacijos, gautos iš klausimynų, ir objektyviai surinktos informacijos yra silpnas ryšys. Tyrėjai objektyvius FA vertinimo įrenginius siūlo naudoti kartu su klausimynais, be to, minėti įrenginiai taikytini kaip FA skatinanti priemonė. A. J. Beagle ir kt. [152] atliko skerspjuvio tyrimą, kuriame FA klausimynų rodiklius lygino su „Fitbit“ išmaniųjų apyrankių duomenimis. Taip pat vertinta, kuris iš minėtų įrankių yra objektyvesnis prognozuojant kūno masės sudėtį. Kaip ir ankstesniame tyrime, statistiškai reikšmingo ryšio tarp šių dviejų vertinimo metodų nenustatyta, tačiau objektyviai surinkti duomenys labiau koreliavo su kūno masės indeksu. S. A. Prince ir bendraautorijų [153] atlikta sisteminė apžvalga apibendrina objektyvaus FA vertinimą ir klausimynų naudojimą. Šio tyrimo rezultatai parodė, kad klausimynų ir objektyvių priemonių teikiami duomenys įprastai mažai koreliuoja tarpusavyje. Autoriai pabrėžė, kad negalima nustatyti vieno gero arba blogo metodo, nes didžioji dalis vertinimo būdų yra skirtingi metodiškai ir vis dar ieškoma patikimos priemonės FA ir jo intensyvumui įvertinti. Apibendrinant minėtų tyrimų rezultatus, galima teigti, kad abi priemonės labiau papildo viena kitą, negu prieštarauja viena kitos panaudojimui. Klausimynai padeda tiksliau diferencijuoti veiklos pobūdį ir rūšį, o tai leidžia įvertinti gyvensenos ypatumus. Išmaniosios apyrankės padeda objektyviai išmatuoti nueitą atstumą, fizinio aktyvumo ir intensyvumo lygius. Siekiant efektyvesnės FA tyrimo ir skatinimo metodikos, abi minėtos priemonės reikalingos, atsižvelgiant į jų teikiamos informacijos spektrą, ir turėtų būti naudojamos kartu tiek klinikiniuose tyrimuose, tiek klinikinėje praktikoje.

Taigi pagrindiniai gauti rezultatai leidžia teigti, kad viešai prieinamos ir plačiai naudojamos išmaniosios apyrankės gali būti patikima konservatyvių FA vertinimo metodų alternatyva arba papildoma priemonė. Išmaniosios apyrankės turi savo stipriųjų savybių, tokių kaip: FA sekimas visą parą, galima vertinti įvairaus intensyvumo fizinę veiklą, dažnį, laiką, praleistą sėdint, ilsintis. Išmanieji įrenginiai sutaupo laiko paciento konsultacijos metu, nes nereikia pildyti formų, jaudintis dėl retrospektyvaus netikslumo vertinant laiką, praleistą fiziškai aktyviai, bei fizinės veiklos intensyvumą. Be to, matavimai gali būti atliekami neribotą laiką. Tiek iš disertacijoje pristatomo

tyrimo rezultatų, tiek iš M. Ringevalo ir bendraautorių [122] sisteminės apžvalgos ir metaanalizės matyti, kad išmaniosios apyrankės turi potencialo skatinti FA didinimą ir svorio kontrolę.

Tyrimas įrodo FA laike vertinimo svarbą ir naudą. Įvertinę šiuos duomenis realiu laiku ir objektyviai, galime išvelgti sąsają tarp įvairių fizinių krūvių rodiklių ir kitų parametrų. Tai skatina tolesnius didesnės populiacijos tyrimus, taikant Poincaré grafiko metodą. Remiantis 2019 m. ESC rekomendacijomis, galima teigti, kad bet koks FA padidėjimas turi teigiamų pasekmių sveikatai. Pabrėžiama, kad net FA padidinimas 1 000 žingsnių per dieną turi savų privalumų ir yra puiki pradžia siekti ligų prevencijos daugumai pacientų [154]. Nuolatinis FA didėjimas ar jo palaikymas aukštesnio intensyvumo negu įprastai turi teigiamą poveikį tiek žmogaus metabolinei sistemai, tiek kūno masės pokyčiams. Neatsižvelgiant į gautus reikšmingus rezultatus, vis dar reikia tolesnių tyrimų, siekiant įgalinti viešai prieinamas priemones FA, jo kintamumui laike įvertinti bei rasti algoritmų, reikšmingų palaikyti ryšiui su pacientu. Tęsiant tolesnius tyrimus, aktualu peržiūrėti Bendrojo duomenų apsaugos reglamento taikymo gaires ir jų interpretavimą, kad iš išmaniųjų apyrankių gaunami duomenys galėtų lengviau pasiekti gydymo įstaigas, o pacientas gautų tikslingesnę grįžtamąją ryšį. Taip pat atliekant tolesnius tyrimus būtų tikslinga po pusės metų pakartoti GTM ir HbA1c ir įvertinti tiriamųjų progresą arba tolesnę ligos vystymąsi.

Atliktas tyrimas turi ir trūkumų. Vienas iš jų – palyginti nedidelė tyrimo imtis. Kaip jau minėta, tyrimas vykdytas COVID-19 infekcijos plitimo laikotarpiu, todėl buvo ribojamas ambulatorinių pacientų atvykimas į gydymo įstaigas. Vis dėlto, atlikus matematinius skaičiavimus, nustatyta, kad tyrimo imties dydis pakankamas, siekiant užtikrinti statistiškai patikimus rezultatus. Kitas tyrimo trūkumas – pasirinkta 18–65 m. amžiaus pacientų tiriamoji imtis. Ateityje tikslinga būtų palyginti rezultatus, gautus išskaidžius skirtingas amžiaus grupes, taip pat atlikti tyrimus tiek su vyresnių, tiek su jaunesnių amžiaus grupių pacientais. Taip pat būtų tikslinga atlikti tiriamųjų stebėjimą visus metus. Vis dėlto atkreiptinas dėmesys, kad atliktas tyrimas, dėl esamų resursų vykdytas 6 mėn., atspindi pagrindinius metų laikų kitimo dėsningumus. Minėtina ir tai, kad tyrimo metu nebuvo galimybės atlikti nuolatinį pacientų FA stebėjimą nuotoliu. Ateityje būtų tikslinga integruoti gautus duomenis į gydymo įstaigų informacines sistemas ir atlikti FA vertinimą realiu laiku (integracijos pavyzdys aprašytas 4.2 skyriuje).

Vienas iš disertacijoje pristatomo tyrimo tikslų – matematinių modelių paieška ir jų pritaikymas duomenų iš išmaniųjų įrenginių analizei klinikinėje praktikoje ir kasdieniame gyvenime. FA kintamumas laike yra vienas iš svarbiausių duomenų, kurį sunku objektyviai įvertinti klausimynais, tačiau šie

duomenys ypač aktualūs siekiant skatinti visuomenę aktyviai judėti. Deja, atlikta labai mažai tyrimų, kuriuose būtų įvertintas FA kintamumas laike, tačiau yra daug metodų, kurie naudojami biologiniams signalams (pavyzdžiui, širdies susitraukimų dažnio kintamumui, raumenų jėgai ir kt.) vertinti.

Disertacijoje pristatomo tyrimo metu panaudotas Poincaré metodas leidžia įvertinti pokyčius trumpuoju ir ilguoju laikotarpiu, taip pat šį kitimą vizualizuoti. Nustatytos statistiškai reikšmingos FA intensyvumo kitimo ir kūno masės sudėties pokyčių sąsajos, tačiau ateityje turėtų būti atlikti tyrimai, apimantys didesnę tiriamųjų imtį, ir išanalizuotas pokytis, taikant skirtingus laiko intervalus. Taip pat aktualu atlikti tyrimus ir taikant skirtingus matematinis modelius, tokius kaip variacijos koeficientas, agregacijos modelis, autokoreliacijų funkcija, imties entropija ir kt. [94 – 101].

Svarbu pastebėti, kad nors tyrimo trukmė buvo sąlygiškai trumpa, tyrimo metu II tipo CD nesusirgo nė vienas dalyvis.

#### 4.2. Nuotolinio pacientų stebėjimo integracijos į elektroninę sveikatos sistemą vizija

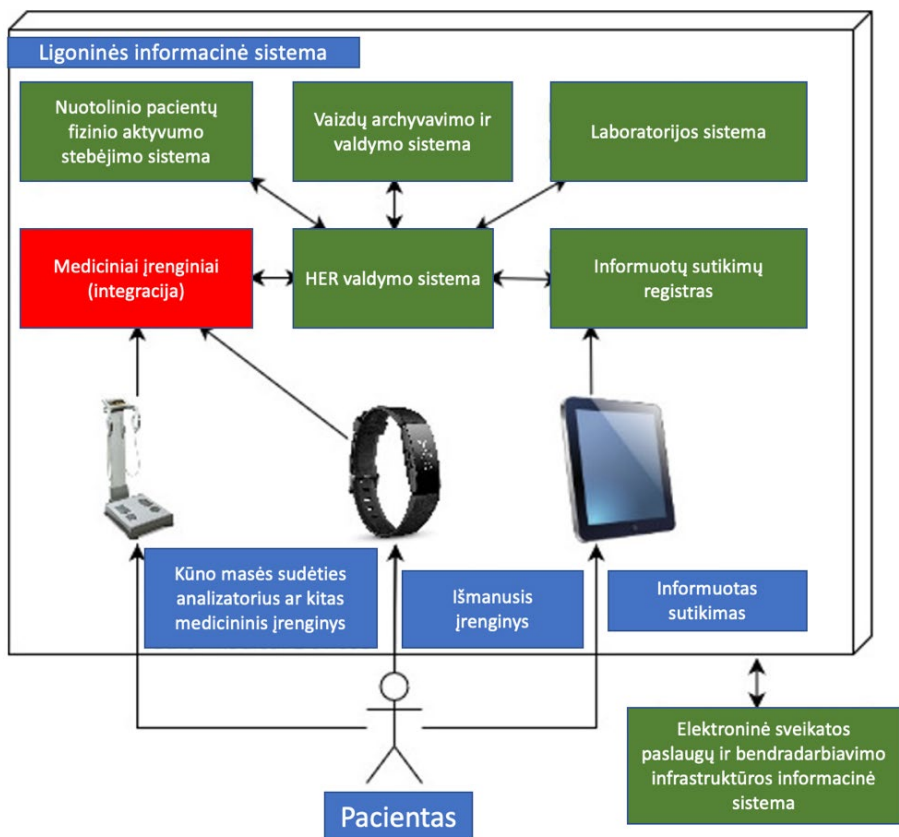
4.1 skyriuje apžvelgta, kaip tyrimas buvo atliktas, apibendrinti rezultatai ir jų galima nauda ateities tyrimams. Deja, atliekant tyrimą, daugelis duomenų gavimo iš išmaniųjų aparatų veiksmų (duomenų parsisiuntimas, integracija ir analizė) buvo atlikta rankiniu būdu. Tyrimo metu, be paties tyrimo atlikimo, suformuota vizija, kaip pagerinti pacientų FA nuotolinio stebėjimo sistemą ir ją pritaikyti kasdieniam darbui. Šioje dalyje aptarsime, kaip būtų galima pritaikyti ir integruoti nuotolinio paciento stebėjimo sistemą į jau egzistuojančią SANTA-HIS informacinės sistemos posistemės ir Lietuvos nacionalinę e. sveikatos sistemas.

SANTA-HIS pasirinkta todėl, kad ši sistema naudota atliekant tyrimą ir yra pagrindinė duomenų valdymo sistema, naudojama VUL Santaros klinikose, kuriose ir buvo atliktas disertacijoje pristatomas tyrimas. VUL Santaros klinikos sukūrė ligoninės informacinę sistemą (SANTA-HIS), kuri integruoja elektronines sveikatos korteles, laboratorinius tyrimus, radiologinių tyrimų saugojimo ir valdymo sistemą, informuotų sutikimų registrą, darbuotojų ir išteklių valdymą, dokumentų valdymą, kokybės valdymo sistemą, nepageidaujamų reiškinių registrą ir daugelį kitų sistemų, kurios būtinos efektyviam sveikatos priežiūros darbui. SANTA-HIS sistema integruota į Lietuvos nacionalinę informacinę sveikatos priežiūros sistemą ESPBI-IS (Elektroninė sveikatos paslaugų ir bendradarbiavimo infrastruktūros informacinė sistema). ESPBI-IS skirta tiek pacientams, tiek

medicinos personalui. Ši sistema pradėjo veikti 2015 m., šiandien ji turi plačią klinikinių duomenų bazę.

36 pav. matyti nuotolinės pacientų stebėjimo sistemos schema. Žaliai nuspalvinta dalis jau yra sukurta ir naudojama kasdienėje veikloje. Nuotolinė pacientų stebėjimo sistema ir išorinės priemonės, tokios kaip išmanieji laikrodžiai ar kiti įrankiai, schemoje pažymėti raudonai, gali būti integruojami į dabartinę SANTA-HIS sistemą duomenims apdoroti automatizuotai. Ši integracija turėtų didelę reikšmę tolesniems tyrimams, nes visi reikiami duomenys būtų vienoje vietoje ir būtų galima atlikti detalią gautų duomenų analizę, pritaikyti matematinius algoritmus ir susidaryti objektyvų vaizdą apie žmogaus FA.

Minėta integracija leistų tyrėjams ir gydytojams peržiūrėti gautus duomenis ir susieti juos su duomenimis, surinktais kitose įstaigose ir laboratorijose. Objektyvūs paciento FA duomenys ir kita klinikinė informacija yra būtina, siekiant išsiaiškinti pacientų įpročius realiomis gyvenimo sąlygomis. Renkami duomenys realiu laiku praverstų gerinant prediabetu sergančių pacientų priežiūrą ar siekiant geresnės FA kontrolės, esant kitų lėtinių susirgimų. Taip pat tai leistų išsiaiškinti, kodėl pacientas arba tiriamasis negali pasiekti jam iškeltų tikslų, kas galėtų padėti išspręsti iškilusias problemas greičiau ir efektyviau. FA objektyvūs duomenys pasitarnautų ir draudiminėje medicinoje. Būtų paprasčiau įvertinti, kaip pacientai laikosi gydytojų paskirtų FA rekomendacijų, pacientams tektų daugiau atsakomybės už lėtinių ligų prevenciją ir savistabą.



36 pav. Nuotolinio pacientų fizinio aktyvumo stebėjimo vizija

## IŠVADOS

1. Išmaniosios apyrankės teikia patikimus fizinio aktyvumo duomenis ir gali būti taikomos prediabetu sergančių pacientų fizinio aktyvumo kontrolei šeimos gydytojo praktikoje.

2. Išmaniosios apyrankės šeimos gydytojo praktikoje tinkamos naudoti ne tik objektyviai vertinant fizinio aktyvumo kitimą laike – jos atspindi ir dinaminio fizinio aktyvumo poveikį kūno sudėties, lipidogamos ir glikozilinto hemoglobino pokyčiams.

3. Išmaniosios apyrankės ir fizinio aktyvumo klausimynai reikšmingai papildo vienas kitą. Vis dėlto išmaniosios apyrankės objektyviau atspindi individualią fizinio aktyvumo struktūrą.

## REKOMENDACIJOS

1. Pacientams, sergantiems prediabetu, rekomenduojama nešioti išmaniąsias apyrankes, registruojančias fizinį aktyvumą, tiek savikontrolės tikslais, tiek vertinant fizinį aktyvumą.

2. Vertinant duomenis, gautus iš išmaniųjų įrenginių, rekomenduojama analizuoti ne tik sumines fizinio aktyvumo reikšmes, bet ir fizinio aktyvumo kintamumą laike.

3. Fizinio aktyvumo kintamumui laike vertinti rekomenduojama naudoti Poincaré grafiko metodą. Šiuo metodu ne tik lengva nustatyti ilgalaikį ir trumpalaikį fizinio aktyvumo kitimą – Poincaré grafiko metodas tinka ir pavaizduoti gautus duomenis grafiškai.

4. Fiziniam aktyvumui vertinti rekomenduojama naudoti tiek išmaniuosius įrenginius, tiek įprastus klausimynus, nes abi fizinio aktyvumo vertinimo priemonės papildo viena kitą.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. World Health Organization & International Diabetes Federation. Definition and Diagnosis of Diabetes Mellitus and Intermediate Hyperglycemia: Report of a WHO/IDF Consultation. World Health Organization, 2006, 1–50.
2. American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care* 2014; 37: S81–90.
3. Alberti KG, Zimmet PZ. Definition, Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus and its Complications. Part 1: Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus Provisional Report of a WHO Consultation. *Diabet Med* 1998; 15(7): 539–553.
4. Epstein FH, Atkinson MA, Maclaren NK. The Pathogenesis of Insulin-Dependent Diabetes Mellitus. *The New England Journal of Medicine* 1994; 331(21): 1428–1436.
5. Stumvoll M, Goldstein BJ, Van Haeften TW. Type 2 Diabetes: Principles of Pathogenesis and Therapy. *The Lancet* 2005; 365(9467): 1333–1346.
6. Magliano D, Boyko EJ. IDF Diabetes Atlas. International Diabetes Federation, 2021.
7. Higienos institutas. Prieiga internete: <[https://stat.hi.lt/default.aspx?report\\_id=168](https://stat.hi.lt/default.aspx?report_id=168)>.
8. Haffner SM. Epidemiology of Type 2 Diabetes: Risk Factors. *Diabetes Care* 1998; 21: C3–6.
9. American Diabetes Association. 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: *Standards of Medical Care in Diabetes-2020*. *Diabetes Care* 2020; 43: S14–31.
10. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija. Nr. 301. Dėl profilaktinių sveikatos tikrinimų sveikatos priežiūros įstaigose. Prieiga internete: <<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.102647/asr>>.
11. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija. Nr. V-913. Dėl Širdies ir kraujagyslių ligų prevencijos ir ankstyvosios diagnostikos programos patvirtinimo. Prieiga internete: <<https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.989A59214850/asr>>.
12. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija. Nr. V-979. Dėl Širdies ir kraujagyslių ligų rizikos grupės asmenų sveikatos stiprinimo tvarkos aprašo patvirtinimo. Prieiga internete: <<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/b574b900481b11e4ba2fc5e712e90cd4/asr>>.



13. Diabetes Prevention Program Research Group. 10-year Follow-up of Diabetes Incidence and Weight Loss in the Diabetes Prevention Program Outcomes Study. *Lancet* 2009; 374(9702): 1677–1686.
14. Aziz Z, Absetz P, Oldroyd J, Pronk NP, Oldenburg B. A Systematic Review of Real-World Diabetes Prevention Programs: Learnings from the Last 15 Years. *Implementation Science* 2015; 10(1): 1–17.
15. Reducing the Burden of Noncommunicable Diseases through Strengthening Prevention and Control of Diabetes. Available at: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/332070>>.
16. American Diabetes Association. 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: *Standards of Medical Care in Diabetes-2021*. *Diabetes Care* 2021; 44: S15–33.
17. Uusitupa M, Khan TA, Viguiliouk E, Kahleova H, Rivellese AA, Hermansen K, et al. Prevention of Type 2 Diabetes by Lifestyle Changes: A Systematic Review and Meta-analysis. *Nutrients* 2019; 11(11): 2611.
18. Haw JS, Galaviz KI, Straus AN, Kowalski AJ, Magee MJ, Weber MB, et al. Long-term Sustainability of Diabetes Prevention Approaches. *JAMA Internal Medicine* 2017;177(12):1808.
19. Ramachandran A, Snehalatha C, Mary S, Mukesh B, Bhaskar AD, Vijay V. The Indian Diabetes Prevention Programme Shows that Lifestyle Modification and Metformin Prevent Type 2 Diabetes in Asian Indian Subjects with Impaired Glucose Tolerance (IDPP-1). *Diabetologia* 2006; 49(2): 289–297.
20. Lindström J, Ilanne-Parikka P, Peltonen M, Aunola S, Eriksson JG, Hemiö K, et al. Sustained Reduction in the Incidence of Type 2 Diabetes by Lifestyle Intervention: Follow-up of the Finnish Diabetes Prevention Study. *Lancet* 2006; 368(9548): 1673–1679.
21. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija. Nr. V-1013. Dėl Lietuvos medicinos normos MN 14:2019 „Šeimos gydytojas“ patvirtinimo. Prieiga internete: <<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.268928/asr>>.
22. Mainous AG, Tanner RJ, Scuderi CB, Porter M, Carek PJ. Prediabetes Screening and Treatment in Diabetes Prevention: The Impact of Physician Attitudes. *The Journal of the American Board of Family Medicine* 2016; 29(6): 663–71.
23. Perreault L, Pan Q, Mather KJ, Watson KE, Hamman RF, Kahn SE. Effect of Regression from Prediabetes to Normal Glucose Regulation on Long-term Reduction in Diabetes Risk: Results from the Diabetes

- Prevention Program Outcomes Study. *Lancet* 2012; 379(9833): 2243–2251.
24. Bansal N. Prediabetes diagnosis and treatment: A review. *World Journal of Diabetes* 2015; 6(2):296.
  25. Gillett M, Royle P, Snaith A, Scotland G, Poobalan A, Imamura M, et al. Non-pharmacological Interventions to Reduce the Risk of Diabetes in People with Impaired Glucose Regulation: A Systematic Review and Economic Evaluation. *Health Technol Assess* 2012; 16(33): 1–235.
  26. Hemmingsen B, Gimenez-Perez G, Mauricio D, Roqué i Figuls M, Metzendorf MI, 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; 12(12).
  27. Hu G, Lindström J, Valle TT, Eriksson JG, Jousilahti P, Silventoinen K, et al. Physical Activity, Body Mass Index, and Risk of Type 2 Diabetes in Patients with Normal or Impaired Glucose Regulation. *Arch Intern Med* 2004; 164(8): 892–896.
  28. Helmrich SP, Ragland DR, Leung RW, Paffenbarger RS. Physical Activity and Reduced Occurrence of Non-insulin-dependent Diabetes Mellitus. *N Engl J Med* 1991; 325(3): 147–152.
  29. Bloomfield HE, Koeller E, Greer N, MacDonald R, Kane R, Wilt TJ. Effects on Health Outcomes of a Mediterranean Diet With No Restriction on Fat Intake: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ann Intern Med* 2016; 165(7): 491–500.
  30. Frati AC, Iniestra F, Ariza CR. Acute Effect of Cigarette Smoking on Glucose Tolerance and Other Cardiovascular Risk Factors. *Diabetes Care* 1996; 19(2): 112–118.
  31. American Diabetes Association. 3. Prevention or Delay of Type 2 Diabetes: *Standards of Medical Care in Diabetes-2019*. *Diabetes Care* 2019; 42: S29–33.
  32. Kahn SE, Hull RL, Utzschneider KM. Mechanisms Linking Obesity to Insulin Resistance and Type 2 Diabetes. *Nature* 2006; 444(7121): 840–846.
  33. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, et al. World Health Organization 2020 Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour. *Br J Sports Med* 2020; 54(24): 1451–1462.
  34. Lee IM, Buchner DM. The Importance of Walking to Public Health. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40: S512-8.

35. Tudor-Locke C, Bassett DR. How Many Steps/Day Are Enough? Preliminary Pedometer Indices for Public Health. *Sports Medicine* 2004; 34(1): 1–8.
36. Kraus WE, Janz KF, Powell KE, Campbell WW, Jakicic JM, Troiano RP, et al. Daily Step Counts for Measuring Physical Activity Exposure and Its Relation to Health. *Med Sci Sports Exerc* 2019; 51(6): 1206–1212.
37. Bassett DR, Wyatt HR, Thompson H, Peters JC, Hill JO. Pedometer-measured Physical Activity and Health Behaviors in U.S. Adults. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42(10): 1819–1825.
38. Way KL, Hackett DA, Baker MK, Johnson NA. The Effect of Regular Exercise on Insulin Sensitivity in Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-analysis. *Diabetes Metab J* 2016; 40(4): 253–271.
39. Galaviz KI, Weber MB, Straus A, Haw JS, Narayan KMV, Ali MK. Global Diabetes Prevention Interventions: A Systematic Review and Network Meta-analysis of the Real-World Impact on Incidence, Weight, and Glucose. *Diabetes Care* 2018; 41(7): 1526–1534.
40. Conn VS, Hafdahl A, Phillips LJ, Ruppard TM, Chase JAD. Impact of Physical Activity Interventions on Anthropometric Outcomes: Systematic Review and Meta-analysis. *J Prim Prev* 2014; 35(4): 203.
41. Wei M, Kampert JB, Barlow CE, Nichaman MZ, Gibbons LW, Paffenbarger RS, et al. Relationship between Low Cardiorespiratory Fitness and Mortality in Normal-weight, Overweight, and Obese Men. *JAMA* 1999; 282(16): 1547–1553.
42. Sonksen P, Sonksen J. Insulin: Understanding its Action in Health and Disease. *Br J Anaesth* 2000; 85(1): 69–79.
43. Sampath Kumar A, Maiya AG, Shastry BA, Vaishali K, Ravishankar N, Hazari A, et al. Exercise and Insulin Resistance in Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ann Phys Rehabil Med* 2019; 62(2): 98–103.
44. Wilcox G. Insulin and Insulin Resistance. *Clinical Biochemist Reviews* 2005; 26(2): 19.
45. Holloszy JO. Exercise-induced Increase in Muscle Insulin Sensitivity. *J Appl Physiol* 2005; 99(1): 338–343.
46. Joseph AM, Pilegaard H, Litvintsev A, Leick L, Hood DA. Control of Gene Expression and Mitochondrial Biogenesis in the Muscular Adaptation to Endurance Exercise. *Essays Biochem* 2006; 42: 13–29.

47. Horowitz JF. Exercise-induced Alterations in Muscle Lipid Metabolism Improve Insulin Sensitivity. *Exerc Sport Sci Rev* 2007; 35(4): 192–196.
48. Balkau B, Mhamdi L, Oppert JM, Nolan J, Golay A, Porcellati F, et al. Physical Activity and Insulin Sensitivity: The RISC Study. *Diabetes* 2008; 57(10): 2613.
49. Thompson D, Karpe F, Lafontan M, Frayn K. Physical Activity and Exercise in the Regulation of Human Adipose Tissue Physiology. *Physiological Reviews* 2012;92(1):157–91.
50. Fedewa MV, Gist NH, Evans EM, Dishman RK. Exercise and Insulin Resistance in Youth: A Meta-analysis. *Pediatrics* 2014; 133(1): e163–174.
51. Strath SJ, Kaminsky LA, Ainsworth BE, Ekelund U, Freedson PS, Gary RA, et al. Guide to the Assessment of Physical Activity: Clinical and Research Applications: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation* 2013; 128(20): 2259–2279.
52. Dowd KP, Szeklicki R, Minetto MA, Murphy MH, Polito A, Ghigo E, et al. A Systematic Literature Review of Reviews on Techniques for Physical Activity Measurement in Adults: A DEDIPAC Study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2018; 15(1): 1–33.
53. Sylvia LG, Bernstein EE, Hubbard JL, Keating L, Anderson EJ. A Practical Guide to Measuring Physical Activity. *J Acad Nutr Diet* 2014; 114(2): 199.
54. Bateman A, Myers ND, Chen S, Lee S. Measurement of Physical Activity Self-Efficacy in Physical Activity-Promoting Interventions in Adults: A Systematic Review. *Measurement in Physical Education and Exercise Science* 2022; 26(2): 141–154.
55. Butte NF, Ekelund U, Westerterp KR. Assessing Physical Activity Using Wearable Monitors: Measures of Physical Activity. *Med Sci Sports Exerc* 2012; 44(1S): 5–12.
56. Kim Y, Park I, Kang M. Convergent validity of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): meta-analysis. *Public Health Nutrition* 2012; 16(3):440–52.
57. Keating XD, Zhou K, Liu X, Hodges M, Liu J, Guan J, et al. Reliability and Concurrent Validity of Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ): A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health* 2019; 16(21).
58. Pettee Gabriel K, McClain JJ, Schmid KK, Storti KL, Ainsworth BE. Reliability and Convergent Validity of the Past-Week Modifiable Activity Questionnaire. *Public Health Nutr* 2011; 14(3): 435–442.

59. Matthews CE, Keadle SK, Sampson J, Lyden K, Bowles HR, Moore SC, et al. Validation of a Previous-Day Recall Measure of Active and Sedentary Behaviors. *Med Sci Sports Exerc* 2013; 45(8): 1629.
60. Coughlin SS, Whitehead M, Sheats JQ, Mastromonico J, Smith S. A Review of Smartphone Applications for Promoting Physical Activity. *J Community Med* 2016; 2(1).
61. Levine JA. Measurement of Energy Expenditure. *Public Health Nutr* 2005; 8(7a): 1123–1132.
62. Hensen SJ. Measuring Physical Activity With Heart Rate Monitors. *Am J Public Health* 2017; 107(12): e24.
63. Tudor-Locke C, Ham SA, Macera CA, Ainsworth BE, Kirtland KA, Reis JP, et al. Descriptive Epidemiology of Pedometer-Determined Physical Activity. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36(9): 1567–1573.
64. Kang M, Marshall SJ, Barreira TV, Lee JO. Effect of Pedometer-Based Physical Activity Interventions. *Res Q Exerc Sport* 2009; 80(3): 648–655.
65. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Mâsse LC, Tilert T, Mcdowell M. Physical Activity in the United States Measured by Accelerometer. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2008; 40(1): 181–188.
66. Garcia-Ceja E, Brena R. Long-Term Activity Recognition from Accelerometer Data. *Procedia Technology* 2013; 7: 248–256.
67. Jankowska MM, Schipperijn J, Kerr J. A Framework for Using GPS Data in Physical Activity and Sedentary Behavior Studies. *Exerc Sport Sci Rev* 2015; 43(1): 48.
68. Savage PD, Toth MJ, Ades PA. A Re-examination of the Metabolic Equivalent Concept in Individuals with Coronary Heart Disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2007; 27(3): 143–148.
69. Byrne NM, Hills AP, Hunter GR, Weinsier RL, Schutz Y. Metabolic Equivalent: One Size doesn't Fit All. *J Appl Physiol* 2005; 99(3): 1112–1119.
70. de Almeida Mendes M, da Silva I, Ramires V, Reichert F, Martins R, Ferreira R, et al. Metabolic Equivalent of Task (METs) Thresholds as an Indicator of Physical Activity Intensity. *PLoS One* 2018; 13(7): e0200701.
71. Jetté M, Sidney K, Blümchen G. Metabolic Equivalents (METs) in Exercise Testing, Exercise Prescription, and Evaluation of Functional Capacity. *Clin Cardiol* 1990; 13(8): 555–565.
72. Henriksen A, Mikalsen MH, Woldaregay AZ, Muzny M, Hartvigsen G, Hopstock LA, et al. Using Fitness Trackers and

- Smartwatches to Measure Physical Activity in Research: Analysis of Consumer Wrist-Worn Wearables. *J Med Internet Res* 2018; 20(3): e9157.
73. Kumar K, Sharma A, Tripathi SL. *Sensors and Their Application. Electronic Devices, Circuits, and Systems for Biomedical Applications: Challenges and Intelligent Approach*, 2021, 177–195.
  74. Freedson PS, Miller K. Objective Monitoring of Physical Activity Using Motion Sensors and Heart Rate. *Res Q Exerc Sport* 2000; 71: S21–29.
  75. Trost SG, Mciver KL, Pate RR. Conducting Accelerometer-Based Activity Assessments in Field-Based Research. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2005; 37: S531–543.
  76. Sasaki JE, John D, Freedson PS. Validation and Comparison of ActiGraph Activity Monitors. *J Sci Med Sport* 2011; 14(5): 411–416.
  77. Gao L, Bourke AK, Nelson J. Evaluation of Accelerometer Based Multi-sensor versus Single-sensor Activity Recognition Systems. *Med Eng Phys* 2014; 36(6): 779–785.
  78. Santos-Lozano A, Torres-Luque G, Marín PJ, Ruiz JR, Lucia A, Garatachea N. Intermonitor Variability of GT3X Accelerometer. *Int J Sports Med* 2012; 33(12): 994–999.
  79. Aadland E, Ylvisåker E. Reliability of the Actigraph GT3X+ Accelerometer in Adults under Free-Living Conditions. *PLoS One* 2015; 10(8): e0134606.
  80. Romeo A, Edney S, Plotnikoff R, Curtis R, Ryan J, Sanders I, et al. Can Smartphone Apps Increase Physical Activity? Systematic Review and Meta-analysis. *J Med Internet Res* 2019; 21(3): e12053.
  81. Domin A, Spruijt-Metz D, Theisen D, Ouzzahra Y, Vögele C. Smartphone-Based Interventions for Physical Activity Promotion: Scoping Review of the Evidence Over the Last 10 Years. *JMIR Mhealth Uhealth* 2021; 9(7): e24308.
  82. Case MA, Burwick HA, Volpp KG, Patel MS. Accuracy of Smartphone Applications and Wearable Devices for Tracking Physical Activity Data. *JAMA* 2015; 313(6): 625–626.
  83. Hosseinpour M, Terlutter R. Your Personal Motivator is with You: A Systematic Review of Mobile Phone Applications Aiming at Increasing Physical Activity. *Sports Medicine* 2019; 49(9): 1425–1447.
  84. Althoff T, Sosič R, Hicks JL, King AC, Delp SL, Leskovec J. Large-scale Physical Activity Data Reveal Worldwide Activity Inequality. *Nature* 2017; 547(7663): 336–339.

85. Kang S, Kim Y, Byun W, Suk J, Lee JM. Comparison of a Wearable Tracker with Actigraph for Classifying Physical Activity Intensity and Heart Rate in Children. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2019; 16(15): 2663.
86. Brewer W, Swanson BT, Ortiz A. Validity of Fitbit's Active Minutes as Compared with a Research-grade Accelerometer and Self-reported Measures. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine* 2017; 3(1): e000254.
87. Bai Y, Tompkins C, Gell N, Dione D, Zhang T, Byun W. Comprehensive Comparison of Apple Watch and Fitbit Monitors in a Free-living Setting. *PLoS One* 2021; 16(5): e0251975.
88. Kirk SE. Comparison of the Apple Watch, Fitbit Surge, and Actigraph GT9X Link in Measuring Energy Expenditure, Steps, Distance, and Heart Rate. 2016.
89. Kraus WE, Powell KE, Haskell WL, Janz KF, Campbell WW, Jakicic JM, et al. Physical Activity, All-Cause and Cardiovascular Mortality, and Cardiovascular Disease. *Med Sci Sports Exerc* 2019; 51(6): 1270.
90. Ferguson T, Olds T, Curtis R, Blake H, Crozier AJ, Dankiw K, et al. Effectiveness of Wearable Activity Trackers to Increase Physical Activity and Improve Health: a Systematic Review of Systematic Reviews and Meta-analyses. *Lancet Digit Health* 2022; 4(8): e615–626.
91. 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).
92. 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 Uhealth* 2018; 6(4).
93. Fuller D, Colwell E, Low J, Orychock K, Tobin MA, Simango B, et al. Reliability and Validity of Commercially Available Wearable Devices for Measuring Steps, Energy Expenditure, and Heart Rate: Systematic Review. *JMIR mHealth and uHealth* 2020; 8(9):e18694.
94. El Fatouhi D, Delrieu L, Goetzinger C, Malisoux L, Affret A, Campo D, et al. Associations of Physical Activity Level and Variability With 6-Month Weight Change Among 26,935 Users of Connected Devices: Observational Real-Life Study. *JMIR Mhealth Uhealth* 2021; 9(4): e25385.

95. Šimaitytė M, Petrėnas A, Kravčenko J, Kaldoudi E, Marozas V. Objective Evaluation of Physical Activity Pattern using Smart Devices. *Scientific Reports* 2019; 9(1): 1–9.
96. Hobbs N, Dixon D, Johnston M, Howie K. Can the Theory of Planned Behaviour Predict the Physical Activity Behaviour of Individuals? *Psychol Health* 2013; 28(3): 234–249.
97. Guinhouya CB, Hubert H, Soubrier S, Vilhelm C, Lemdani M, Durocher A. Moderate-to-Vigorous Physical Activity among Children: Discrepancies in Accelerometry-Based Cut-off Points. *Obesity* 2006; 14(5): 774–777.
98. Kim HG, Cheon EJ, Bai DS, Lee YH, Koo BH. Stress and Heart Rate Variability: A Meta-analysis and Review of the Literature. *Psychiatry Investig* 2018; 15(3): 235–245.
99. Tudor-Locke C, Craig CL, Thyfault JP, Spence JC. A Step-defined Sedentary Lifestyle Index: <5000 Steps/Day. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism* 2013; 38(2): 100–114.
100. McCamley JD, Denton W, Arnold A, Raffalt PC, Yentes JM. On the Calculation of Sample Entropy Using Continuous and Discrete Human Gait Data. *Entropy* 2018, 20(10): 764.
101. Delgado-Bonal A, Marshak A. Approximate Entropy and Sample Entropy: A Comprehensive Tutorial. *Entropy* 2019; 21(6).
102. Henriques T, Ribeiro M, Teixeira A, Castro L, Antunes L, Costa-Santos C. Nonlinear Methods Most Applied to Heart-Rate Time Series: A Review. *Entropy* 2020; 22(3): 309.
103. Brennan M, Palaniswami M, Kamen P. Do Existing Measures of Poincaré Plot Geometry Reflect Nonlinear Features of Heart Rate Variability? *IEEE Trans Biomed Eng* 2001; 48(11): 1342–1347.
104. Gospodinova E, Lebamovski P, Georgieva-Tsaneva G, Negreva M. Evaluation of the Methods for Nonlinear Analysis of Heart Rate Variability. *Fractal and Fractional* 2023; 7(5): 388.
105. Yang W, Lu J, Weng J, Jia W, Ji L, Xiao J, et al. Prevalence of Diabetes among Men and Women in China. *New England Journal of Medicine* 2010; 362(12): 1090–1101.
106. Abdul-Ghani MA, Tripathy D, DeFronzo RA. Contributions of  $\beta$ -Cell Dysfunction and Insulin Resistance to the Pathogenesis of Impaired Glucose Tolerance and Impaired Fasting Glucose. *Diabetes Care* 2006; 29(5): 1130–1139.
107. Abdul-Ghani MA, Ali N, Abdul-Ghani T, DeFronzo RA. One-Hour Plasma Glucose Concentration and the Metabolic Syndrome Identify



- Subjects at High Risk for Future Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 2008; 31(8): 1650–1655.
108. Abdul-Ghani M, Defronzo RA, Jayyousi A. Prediabetes and Risk of Diabetes and Associated Complications: Impaired Fasting Glucose versus Impaired Glucose Tolerance: Does it Matter? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2016; 19(5): 394–399.
  109. Vilniaus teritorinė ligonių kasa. Prieiga internete: <<https://ligoniukasa.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/gydymo-istaigoms-ir-partneriams/sutarciau-sudarymas-su-ligoniu-kasa/gydymo-istaigoms/prisirasiusiu-gyventoju-skaicius-2/vilniaus-teritorine-ligoniu-kasa-16>>.
  110. Petersen I, Douglas I, Whitaker H. Self Controlled Case Series Methods: An Alternative to Standard Epidemiological Study Designs. *BMJ* 2016; 354: i4515.
  111. Ryan PB, Schuemie MJ, Madigan D. Empirical Performance of a Self-controlled Cohort Method: Lessons for Developing a Risk Identification and Analysis System. *Drug Saf* 2013; 36: S95–106.
  112. Tudor-Locke C, Craig CL, Brown WJ, Clemes SA, De Cocker K, Giles-Corti B, et al. How Many Steps/Day are Enough? For Adults. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2011; 8(1): 1–17.
  113. Hozo SP, Djulbegovic B, Hozo I. Estimating the Mean and Variance from the Median, Range, and the Size of a Sample. *BMC Med Res Methodol* 2005; 5(1): 1–10.
  114. Rowlands AV, Gomersall SR, Tudor-Locke C, Bassett DR, Kang M, Fraysse F, et al. Introducing Novel Approaches for Examining the Variability of Individuals' Physical Activity. *J Sports Sci* 2015; 33(5): 457–466.
  115. Epitools – Sample Size to Estimate. Available at: <<https://epitools.ausvet.com.au/onemean>>.
  116. Serdar CC, Cihan M, Yücel D, Serdar MA. Sample Size, Power and Effect Size Revisited: Simplified and Practical Approaches in Pre-clinical, Clinical and Laboratory Studies. *Biochem Med (Zagreb)* 2021; 31(1): 1–27.
  117. Fitbit Research Library. Available at: <<https://www.fitabase.com/research-library/?searchString=fitbit>>.
  118. Fitbit – List Results – ClinicalTrials.gov. Available at: <<https://clinicaltrials.gov/ct2/results?cond=&term=fitbit&cntry=&state=&city=&dist=>>>.

119. Paul SS, Tiedemann A, Hassett LM, Ramsay E, Kirkham C, Chagpar S, et al. Validity of the Fitbit Activity Tracker for Measuring Steps in Community-dwelling Older Adults. *BMJ Open Sport Exerc Med* 2015; 1(1): e000013.
120. Sushames A, Edwards A, Thompson F, McDermott R, Gebel K. Validity and Reliability of Fitbit Flex for Step Count, Moderate to Vigorous Physical Activity and Activity Energy Expenditure. *PLoS One* 2016; 11(9): e0161224.
121. Haghayegh S, Khoshnevis S, Smolensky MH, Diller KR, Castriotta RJ. Accuracy of Wristband Fitbit Models in Assessing Sleep: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Medical Internet Research* 2019; 21(11): e16273.
122. Ringeval M, Wagner G, Denford J, Paré G, Kitsiou S. Fitbit-Based Interventions for Healthy Lifestyle Outcomes: Systematic Review and Meta-analysis. *J Med Internet Res* 2020; 22(10).
123. Get Activity Log List. Available at: <<https://dev.fitbit.com/build/reference/web-api/activity/get-activity-log-list/#>>.
124. Roberts-Lewis SF, White CM, Ashworth M, Rose MR. Validity of Fitbit Activity Monitoring for Adults with Progressive Muscle Diseases. *Disabil Rehabil* 2022; 44(24): 75433–7553.
125. International Physical Activity Questionnaire. Available at: <<https://sites.google.com/site/theipaq/>>.
126. Hagströmer M, Oja P, Sjöström M. The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): A Study of Concurrent and Construct Validity. *Public Health Nutr* 2006; 9(6): 755–762.
127. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International Physical Activity Questionnaire: 12-country Reliability and Validity. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35(8): 1381–1395.
128. Sember V, Meh K, Sorić M, Jurak G, Starc G, Rocha P. Validity and Reliability of International Physical Activity Questionnaires for Adults across EU Countries: Systematic Review and Meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17(19): 1–23.
129. Lekečinskaitė D. Tarptautinio fizinio aktyvumo klausimyno ilgosios ir trumposios versijų lietuviškos versijos parengimas ir aprobavimas. LKKA, 2009.
130. Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)-Short Form. 2004. Available at: <[www.ipaq.ki.se](http://www.ipaq.ki.se)>.

131. Golińska AK. Poincaré Plots in Analysis of Selected Biomedical Signals. *Studies in Logic, Grammar and Rhetoric* 2013; 35(48): 117–127.
132. Kamen PW, Krum H, Tonkin AM. Poincaré Plot of Heart Rate Variability Allows Quantitative Display of Parasympathetic Nervous Activity in Humans. *Clinical Science* 1996; 91(2): 201–8.
133. Schneider M, Kraemmer MM, Weber B, Schwerdtfeger AR. Life Events are Associated with Elevated Heart Rate and Reduced Heart Complexity to Acute Psychological Stress. *Biol Psychol* 2021; 163.
134. Ahn JM. Heart Rate Variability Assessment using the Poincaré Plot Parameters during Sleep. *International Journal of Engineering Research and Technology* 2020; 13(8): 1921–1926.
135. Iconaru EI, Ciucurel C. Hand Grip Strength Variability during Serial Testing as an Entropic Biomarker of Aging: A Poincaré Plot Analysis. *BMC Geriatr* 2020; 20(1): 1–12.
136. Packiasabapathy S, Prasad V, Rangasamy V, Popok D, Xu X, Novack V, et al. Cardiac Surgical Outcome Prediction by Blood Pressure Variability Indices Poincaré Plot and Coefficient of Variation: a Retrospective Study. *BMC Anesthesiology* 2020; 20(1): 56.
137. Kohnert KD, Heinke P, Vogt L, Augstein P, Salzsieder E. Applications of Variability Analysis Techniques for Continuous Glucose Monitoring Derived Time Series in Diabetic Patients. *Front Physiol* 2018; 9(SEP): 1257.
138. Crenier L. Poincaré Plot Quantification for Assessing Glucose Variability from Continuous Glucose Monitoring Systems and a New Risk Marker for Hypoglycemia: Application to Type 1 diabetes Patients Switching to Continuous Subcutaneous Insulin Infusion. *Diabetes Technol Ther* 2014; 16(4): 247–254.
139. Rechenberg K, Griggs S, Jeon S, Redeker N, Yaggi HK, Grey M. Sleep and Glycemia in Youth With Type 1 Diabetes. *J Pediatr Health Care* 2020; 34(4): 315–324.
140. Iconaru EI, Ciucurel MM, Georgescu L, Tudor M, Ciucurel C. The Applicability of the Poincaré Plot in the Analysis of Variability of Reaction Time during Serial Testing. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18(7).
141. Jamovi – Open Statistical Software for the Desktop and Cloud. Available at: <<https://www.jamovi.org/>>.
142. R: The R Project for Statistical Computing. Available at: <<https://www.r-project.org/>>.

143. García Martínez CA, Otero Quintana A, Vila XA, Lado Touriño MJ, Rodríguez-Liñares L, Rodríguez Presedo JM, et al. Heart Rate Variability Analysis of ECG Data, 2022.
144. GitHub – Taiyun/Corrplot: A Visual Exploratory Tool on Correlation Matrix. Available at: <<https://github.com/taiyun/corrplot>>.
145. Fan JX, Brown BB, Hanson H, Kowaleski-Jones L, Smith KR, Zick CD. Moderate to Vigorous Physical Activity and Weight Outcomes: Does Every Minute Count? *Am J Health Promot* 2013; 28(1): 41–49.
146. Howe LP, Read P, Waldron M. Muscle Hypertrophy: A Narrative Review on Training Principles for Increasing Muscle Mass. *Strength Cond J* 2017; 39(5): 72–81.
147. Schoenfeld B, Grgic J. Evidence-based Guidelines for Resistance Training Volume to Maximize Muscle Hypertrophy. *Strength Cond J* 2018; 40(4): 107–112.
148. Jadhav RA, Hazari A, Monterio A, Kumar S, Maiya AG. Effect of Physical Activity Intervention in Prediabetes: A Systematic Review With Meta-analysis. *J Phys Act Health* 2017; 14(9): 745–755.
149. Stockwell S, Trott M, Tully M, Shin J, Barnett Y, Butler L, et al. Changes in Physical Activity and Sedentary Behaviours from before to during the COVID-19 Pandemic Lockdown: A Systematic Review. *BMJ Open Sport Exerc Med* 2021; 7(1): e000960.
150. Füzéki E, Schröder J, Reer R, Groneberg DA, Banzer W. Physical Activity and Well-Being during the Second COVID-19 Related Lockdown in Germany in 2021. *Sustainability* 2021; 13(21): 12172.
151. Wagoner CW, Choi SK, Deal AM, Lee JT, Wood WA, Muss HB, et al. Establishing Physical Activity in Breast Cancer: Self-report versus Activity Tracker. *Breast Cancer Research and Treatment* 2019; 176(2): 395–400.
152. Beagle AJ, Tison GH, Aschbacher K, Olgin JE, Marcus GM, Pletcher MJ. Comparison of the Physical Activity Measured by a Consumer Wearable Activity Tracker and That Measured by Self-Report: Cross-Sectional Analysis of the Health eHeart Study. *JMIR Mhealth Uhealth* 2020; 8(12).
153. 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. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2008; 5(1): 1–24.

154. Cosentino F, Grant PJ, Aboyans V, Bailey CJ, Ceriello A, Delgado V, et al. 2019 ESC Guidelines on Diabetes, Pre-diabetes, and Cardiovascular Diseases Developed in Collaboration with the EASD. The Task Force for Diabetes, Pre-diabetes, and Cardiovascular Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Eur Heart J* 2020; 41(2): 255–323.

# PRIEDAI

## 1 priedas. Vilniaus regioninio biomedicininų tyrimų etikos komiteto leidimas atlikti biomedicininį tyrimą



440

VILNIAUS UNIVERSITETO  
VILNIAUS REGIONINIS BIOMEDICININIŲ TYRIMŲ ETIKOS KOMITETAS

### LEIDIMAS ATLIKTI BIOMEDICININIŲ TYRIMĄ

2019-06-25 Nr.2019/6-1143-634

Tyrimo pavadinimas:

**Išmaniųjų apyrankių panaudojimas, vertinant fizinio aktyvumo poveikį 2 tipo cukrinio diabeto išsivystymo rizikai asmenims, turintiems gliukozės tolerancijos sutrikimą:  
pilotinis tyrimas**

Protokolo Nr.:	1.0
Versija:	2.0
Data:	2019 06 18
Informuoto asmens sutikimo forma:	3.0 (tiriamiesiems) 2019 06 18 3.0 (kontrolinei grupei) 2019 06 18
Pagrindinis tyrėjas:	<b>Vytautas Kasiulevičius</b>
Įstaigos pavadinimas: Adresas:	VšĮ Vilniaus universiteto ligoninė Santaros klinikos Santariškių g. 2, Vilnius
Leidimas galioja iki:	<b>2020 12</b>

Leidimas išduotas Vilniaus regioninio biomedicininų tyrimų etikos komiteto posėdžio (protokolas Nr. 2019/6), vykusio 2019 m. birželio 25 d. sprendimu.

Pirmininkas

prof. dr. (HP) Saulius Vosylis

## 2 priedas. Maitinimosi rekomendacijos tiriamiesiems

### Maitinimosi rekomendacijos esant padidėjusiai gliukozės koncentracijai kraujyje

Paruošė gyd. dietologė E. Cikanavičiūtė

<b>Bendri dietos principai</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rekomenduojamas kuo <b>platesnis dietos racionas</b> tam, kad su maistu būtų užtikrintas visų reikalingų maistingųjų medžiagų, vitaminų, mineralinių medžiagų, antioksidantų poreikis, kas sumažintų riziką sirgti lėtinėmis ligomis (pvz. cukriniu diabetu).</li> <li><b>2/3 dietos turėtų sudaryti augalinis maistas</b> - kruopos, grūdai, daržovės, ankštinės daržovės, vaisiai, uogos, riešutai ir sėklos, o 1/3 gyvūnines kilmės maistas- paukštiena, jūrinė žuvis, liesa raudona mėsa ir liesi pieno produktai bei kiaušiniai.</li> <li>Dietoje turėtų vyrauti <b>mažo energijos tankio produktai</b> ir iš jų pagaminti patiekalai. Mažų energijos tankių pasižymi produktai gausūs skaidulėmis medžiagomis ir vandeniu (kruopos, grūdai, daržovės, ankštinės daržovės, vaisiai, uogos, vanduo), o didelį energijos tankį turi riebius ir/ar saldus produktai bei iš jų pagaminti patiekalai.</li> <li><b>Kruopos, grūdai, daržovės ir vaisiai</b> – produktai, kurie atitinkamai kiekiais turėtų būti valgomi <b>kasdien</b>.</li> <li>Rekomenduojama pirmenybę teikti <b>namuose ruoštam</b> ir šviežiam maistui.</li> <li>Pirmo pasirinkimo patiekalų <b>ruošimo būdai</b>: virimas, troškinimas, ruošimas garuose, kepimas orkaitėje ir saikingai grilyje.</li> <li>Rekomenduojama pasiekti ir išlaikyti sveiką kūno svorį, kai <b>kūno masės indeksas (KMI) - 18,5-24,9 kg/m<sup>2</sup></b>.</li> </ul>
<b>Dienos ir valgymo režimas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rekomenduojama <b>planuoti savo dieną</b>: ne tik darbo režimą, aktyvumo, poilsio režimą, bet ir <b>valgymo režimą</b>.</li> <li>Svarbu laikytis suplanuoto valgymo režimo, tai yra <b>valgyti 4-6 kartus per dieną</b>: 3 pagrindinius valgymus ir 1-3 užkandžius tarp jų.</li> <li>Tarp visų valgyimų turėtų būti ne trumpesnės nei <b>2 valandų</b> ir ne ilgesnės nei <b>4 valandų</b> pertraukos, kai geriami tik nesaldūs skysčiai.</li> <li>Rekomenduojama <b>nepraileisti pusryčių</b>, valgyti juos per 1-2 valandas po atsibudimo. <b>Paskutinį kartą valgyti</b> rekomenduojama ne vėliau nei 2-3 valandas iki miego.</li> <li>Pirmenybę dažniau kaip <b>didžiausiam dienos valgymui</b> rekomenduojama teikti pietums, rečiau vakarienei.</li> </ul>
<b>Valgymai</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Pusryčiams</b> puikiai tinka kruopų, grūdų, kiaušinių, pieno produktų patiekalai pagardinti vaisiais, uogomis, daržovėmis, prieskoniais.</li> <li><b>Pietums</b> turėtų būti valgomas pagrindinis patiekalas, kuriame <b>½ porcijos</b> turėtų sudaryti <b>daržovės</b>, ¼ balyminingas produktas (pvz.: paukštiena, žuvis, mėsa, ankštinės daržovės) ir ¼ gamyriui kruopos arba bulvės.</li> <li><b>Vakarienei</b> gali būti valgomi įvairūs patiekalai iš daržovių, ankštinių daržovių, kruopų, grūdų, pieno produktų.</li> <li><b>Užkandžiams</b> rekomenduojama vaisiai, uogos, daržovės, liesi nesaldinti pieno produktai, riešutai ir sėklos.</li> </ul>
<b>Kruopos, grūdai, miltai, makaronai</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bent <b>1 kartą per dieną</b> rekomenduojama suvalgyti pilno grūdo kruopų: ryte kaip košės, pietums kaip gamyrui arba vakare patiekalą su kruopomis.</li> <li><b>Rekomenduojamas kruopos</b>: skrudinti ir neskrudinti grūdai, avižų kruopos, pilno grūdo avižiniai dribsniai, perlinės kruopos, miežinės kruopos, pilno grūdo miežių dribsniai, rugių kruopos, rugių pilno grūdo dribsniai, kviečių kruopos, kviečių pilno grūdo dribsniai, rudieji, laukiniai, raudonieji ir juodieji ryžiai, bolivinė balanda, naminė įvairių kruopų ar dribsnių granulė.</li> <li>Rinktis <b>pilno grūdo</b> makaronus, miltus ir tokių miltų kepinius. Patiekalus galima papildomai praturtinti skaidulinių medžiagų gausiomis sėlenomis, semenimis, sėklomis.</li> <li>Renkantis <b>duoną</b> pirmenybę teikti: pilno grūdo duonai, kurioje skaidulinių medžiagų daugiau nei 5 g/100 g, cukraus mažiau nei 5 g/100 g, druskos mažiau nei 1 g/100 g, riebalų mažiau nei 7 g/100 g.</li> </ul>
<b>Daržovės ir grybai</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rekomenduojama suvalgyti ne mažiau nei <b>400 g</b> per dieną daržovių ir grybų. Pirmenybę turėtų būti teikiama <b>sezonišioms daržovėms</b>.</li> <li>Šiluoju metų sezonu 2/3 turėtų būti šviežios, o šaltuoju sezonu 2/3 termiškai apdorotos, šaldytų, raugintų, marinuotų daržovių ir grybų.</li> <li>2-3 kartus per savaitę rekomenduojama valgyti <b>ankštines daržoves</b>: žirnius, pupeles, avinžirnius ir lęšius ir jų patiekalus.</li> <li>Virtas arba orkaitėje keptas <b>bulves</b> ar liesus bulvių patiekalus galima rinktis 1-2 kartus per savaitę.</li> </ul>
<b>Vaisiai ir uogos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rekomenduojama suvalgyti <b>200 g</b> per dieną vaisių arba uogų. Pirmenybę turėtų būti teikiama <b>sezonišioms vaisiams ir uogoms</b>.</li> <li>Iki 1-2 kartų per savaitę vietoje vaisiaus galima išgerti iki 150 ml šviežiai spaustų sulčių arba trintų vaisių gėrimą vietoje vaisiaus.</li> <li>Rekomenduojama atsakingai vartoti didesniu energijos tankiu pasižymintius <b>džiovintus vaisius ir uogas</b> bei <b>alicijungus vaisius ir uogas</b>: avokadus ir alyvuoges.</li> </ul>
<b>Paukštiena, mėsa ir žvėriena</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>2-3 kartus</b> per savaitę rekomenduojama valgyti <b>balūtą mėsą</b>: vištienos ir kalakutienos krūtinėlę, triušieną.</li> <li><b>Iki 1-2 kartų</b> per savaitę gali būti valgoma <b>raudona mėsa</b>: liesa kiauliena, liesa jautiena, liesa veršiena.</li> <li>Bet kokia riebi mėsa, lašiniai ir kitokių gyvūnų mėsa: aviena, ėriena, žąsiena, antiena, strutična gali būti valgoma tik epizodiškai.</li> <li>Žvėriena ir laukinių paukščių mėsa epizodiškai dietoje gali pakeisti liesą raudonąją mėsą</li> <li>Rekomenduojama atsakingai riboti arba atsakyti <b>perdirbtos mėsos ir jos gaminių</b>: rūkytų, vyntųjų, sūdytų, konservuotų.</li> </ul>
<b>Žuvis ir jūros gėrybės</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ne rečiau nei <b>2 kartus</b> per savaitę rekomenduojama valgyti žuvį, pirmenybę teikiant jūrinei žuviai ar jūros gėrybėms.</li> <li>Rekomenduojama atsakingai riboti arba atsakyti <b>perdirbtos žuvies ir jūros gėrybių bei jų gaminių</b>: rūkytų, vyntųjų, sūdytų, konservuotų.</li> </ul>
<b>Pienas ir jo produktai</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rekomenduojami natūralūs <b>liesi pieno produktai</b> be pridėtinio cukraus. Liesi kieti pieno produktai, kai jų riebumas iki 3 proc., liesi skysti pieno produktai, kai jų riebumas iki 1,5 proc.</li> <li>Rekomenduojama atsakingai riboti arba atsakyti saldintų pieno produktų, riebių pieno produktų, naminio pieno produktų, <b>riebius pieno produktus keisti liesesniais</b>.</li> </ul>
<b>Kiaušiniai</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rekomenduojama valgyti iki <b>2-4 vieneto</b> kiaušinių per savaitę.</li> </ul>
<b>Saldumynai</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Svarbu atsakingai riboti saldumynus ir saldžius gėrimus iki 1-2 kartų per savaitę, <b>susikurti jų valgymo taisyklės</b>, neturėti saldumynų ir saldžių gėrimų namuose ar darbe.</li> <li>Rekomenduojama pirmenybę teikti namuose gamintiems saldumynams, saldumynams su mažesniu cukraus ir riebalų kiekiu.</li> </ul>
<b>Riebalai, padažai, prieskoniai</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Renkantis riebalus pirmenybę turėtų būti teikiama aliejams: <b>linų sėmenų, rapsų, alyvuogių</b>, bet jie taip pat turėtų būti vartojami saikingai.</li> <li>Rekomenduojama aliejus ar kitus riebius padažus keisti <b>citrinos sultimis, vyno ar balzaminio actu, natūraliu jogurtu, garstyčiomis, krienais</b>.</li> <li>Svarbu atsakingai riboti arba atsakyti sviesto ir lydyto sviesto. Rekomenduojama atsakyti lašiniui, taukui, margarinui, riebalų mišiniui, kokosų ir palmių riebalų bei produktų savo sudėtyje turinčių iš dalies hidrintų riebalų ar transriebalų.</li> <li>Rekomenduojama <b>mažinti druskos</b> suvartojimą ir ja gausius produktus: rūkytus, sūdytus, vyntus, konservuotus, padažus, pudingus, duonos gaminius, mineralinį vandenį; Maistą skardinį įvairiais natūraliais prieskoniais: česnakais, svogūnais, žolelėmis, aštriais, indiškais prieskoniais.</li> </ul>
<b>Gėrimai</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rekomenduojama išgerti <b>1,5-2,0 l</b> per dieną <b>vandens arba arbatų be cukraus</b>. Atsakingai riboti arba atsakyti alkoholio.</li> </ul>

# SANTRAUKA (SUMMARY)

## 1. INTRODUCTION

Prediabetes is a term used increasingly to describe people with impaired glucose tolerance (IGT) and/or impaired fasting glucose (IFG) [1]. Impaired glucose tolerance (IGT) and impaired fasting glucose (IFG) are conditions of raised blood glucose levels above the normal range and below the diabetes diagnostic threshold. The importance of IGT and IFG is three-fold: first, they signify a higher risk of the future development of type 2 diabetes mellitus (T2D); second, IGT and IFG indicate an already heightened risk of cardiovascular disease; and third, their detection opens the door to interventions that can lead to the prevention of type 2 diabetes [2–6]. In 2021, 541 million adults, or 10.6% of adults worldwide, were estimated to have IGT. By 2045, this figure is projected to increase to 730 million adults, or 11.4% of all adults. In 2021, there were an estimated 319 million adults, or 6.2% of the global adult population with IFG. An estimated 441 million adults, or 6.9% of the global adult population, are projected to have IFG in 2045 [1]. This makes prediabetes one of the most rapidly growing health problems. The most common causes of this pathology are overweight and obesity and the main reasons for this are malnutrition and low physical activity [7–9]. Modification in lifestyle plays an important role in avoiding the prognosis of type 2 diabetes (T2D) and its complications in the future. One such lifestyle change that has been positively correlated with stopping the progression of T2D in those with prediabetes is increasing physical activity (PA) [10].

Just 150 min/week of moderate-intensity physical activity, such as brisk walking, showed beneficial effects in those with prediabetes. Several major randomized controlled trials, including the Diabetes Prevention Program (DPP) [8], the Finnish Diabetes Prevention Study [10], and the Da Qing Diabetes Prevention Study (Da Qing Study) [11], demonstrate that lifestyle/behavioral therapy with an individualized reduced-calorie meal plan is highly effective in preventing or delaying prediabetes and improving other cardiometabolic markers (such as blood pressure, lipids, and inflammation) [12]. The most substantial evidence for prediabetes and diabetes prevention in the U.S. comes from the DPP trial [8]. The DPP demonstrated that intensive lifestyle intervention could reduce the risk of incident type 2 diabetes by 58% over three years.

One of first steps in improving healthy lifestyle behavior is physical activity evaluation. Tools used to assess PA are questionnaires or physical activity diaries and objective data collection. Objective data collections can



be divided into four groups. These are the measurement of energy consumption, the measurement of physiological parameters, the measurement of movements, and positioning [13–15]. Currently, the most popular method for PA estimation is direct motion measurement. Pedometers and accelerometers are used for this purpose. In recent years, we went through enormous mobile devices breakthroughs, and now we can count our steps using smartphones, smartwatches, and activity trackers. Wrist-worn activity trackers measure the daily number of steps with sufficient accuracy and are suitable for long-term physical activity assessment [16].

At present, diabetes and cardiovascular diseases in Lithuania are among the leading causes of illness and death [17]. The country does not have a unified obesity and prediabetes prevention program at the state level, but the greatest prevention is done by family doctors' practice. The increasing popularity of physical activity trackers gives us the opportunity to evaluate physical activity more objectively and use it in practice. Studies reveal that the use of modern technologies helps not only to evaluate PA but also to improve it [18]. That leads to a reduction of body fat, cholesterol, and glycated hemoglobin levels [19, 20].

Aim:

1. To evaluate the usage of wrist-worn activity trackers for the control of prediabetes in a family doctor's practice.
2. To assess the significance of short-term and long-term variability in time of physical activity of various intensities on changes in body composition, blood cholesterol, and glycosylated hemoglobin using data from wrist-worn activity trackers.
3. To evaluate the features of correlations between data from wrist-worn activity trackers and conventional physical activity questionnaires.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. Recruitment

This intervention, self-controlled case study evaluated Fitbit activity trackers data clinical use in primary care and prediabetes follow-up. Eligible participants, aged from 18 to 65 years old, had increased fasting glucose levels (5.6 to 6.9 mmol/L), had no health issues with the skeletal or muscular system, and other conditions that could compromise their ability to move [21]. Inclusion criteria consisted of voluntary participation in the study and participants had to have a smartphone with the latest operating system (OS)

(Apple iOS 13, Android OS 8.0 or later), email address, and being able to use it.

The sample contained Vilnius University Hospital Santaros Klinikos (VUHSK) Family Medicine Center patients. During the research period from September 2020 to February 2021, 132 patients aged 18–65 years with impaired fasting glucose were identified and informed about the research. 30 patients accepted and participated in the research. Participants received a Fitbit Inspire activity tracker, and they allowed researchers to collect data from their accounts after six months of wearing it.

There were two visits to the Family Medicine Center. During the first visit, we performed body mass composition analysis with the medical bioimpedance device X-contact 356 and made a routine blood test. Total cholesterol, triglycerides, low-density lipoproteins, high-density lipoproteins, and glycated hemoglobin were performed. Subjects also had to answer an International Physical Activity Questionnaire – long form (IPAQ). After all the tests, the patients were consulted by their family doctor, and recommendations on a healthy diet and physical activity (based on World Health Organization Recommendations) were given.

The second visit was after six months. We repeated the same procedures as in the first visit, and after all, we asked participants to log in to their accounts at [accounts.fitbit.com/login](https://accounts.fitbit.com/login) and exported data from the research period.

The study was approved by the Vilnius Regional Biomedical Research Ethics Committee (approval no. 2019/6-1143-634). Fitbit was not involved in the design, implementation, and data analysis of the study.

## 2.2. Intervention Tools

Every participant was given a Fitbit Inspire activity tracker. Fitbit is a consumer product to monitor physical activity such as steps, distance, physical activity levels, and sedentary time. These are commonly small devices worn on the wrist and can be used individually by the screen on the device or connected by a smartphone and mobile application. The Fitbit activity tracker uses a microelectronic triaxial accelerometer to capture body motion in 3 dimensions, and then these motions are analyzed by the algorithms and converted to physical activity data. These consumer devices showed respective data accuracy and are more commonly used in clinical trials [22]. Every participant was taught how to use these tools and was given full technical support during the study.

### 2.3. Data Analysis

The data obtained from the wrist-worn activity trackers were: physical activity recording data, steps per day, distance, minutes sedentary, minutes weakly active, active, minutes fairly active, and minutes very active [22, 23].

We adapted the Poincaré plot mathematical model to evaluate physical activity variability. This method is widely used to study physiological signals [24, 25]. To analyze physical activity variability, the Poincaré plot method with a time delay of one day ( $i = 1$ ) was applied and additional measures for selected physical activity time series accessed from patients' Fitbit activity tracker data were calculated. An average value (AVG), standard deviation (SD), and some standard Poincaré plot parameters representing short-term variability (SD1), long-term variability (SD2), the ratio of SD1 and SD2 (SD12), and area of fitting ellipse (AFE) were selected to analyze the variability.

$$\begin{aligned}SD1 &= (\sqrt{2})/2 * SD(x_n - x_{(n+1)}) \\SD2 &= \sqrt{(2SD(x_n)^2 - 1/2 SD(x_n - x_{(n+1)})^2)} \\SD12 &= SD1/SD2 \\AFE &= \pi * SD1 * SD2\end{aligned}$$

### 2.4. Statistical Analysis

The Shapiro–Wilk test was used for normality testing. Paired t-test or Wilcoxon's matched-pairs signed-rank test were used for baseline and follow-up data comparison. Pearson's or Spearman's correlation was performed to assess the association between changes in selected variables and physical activity variability parameters. Analyses were conducted using jamovi 1.6 and R 4.1.0, and R packages RHRV [26–28].

## 3. RESULTS

### 3.1. Participants

In our study, twenty-one females and nine males participated and their mean age was  $53.8 \pm 9.1$  years.

### 3.2. Body Mass Composition

The median weight was 87.6±16.9 kg and BMI 32.0 [26.4–34.6]. We found a significant decrease in weight ( $p = 0.022$ ) and a mass of body fat ( $p < 0.001$ ).

**Table 1.** Body mass composition

	<b>Baseline</b> (n = 30)	<b>Follow-up</b> (n = 30)	<b>p value</b>	<b>Effect size</b>
Weight [kg] <sup>#</sup>	87.6±16.9	86.1±16.4	0.022*	0.4406
BMI [kg/m <sup>2</sup> ] <sup>§</sup>	32.0 [26.4–34.6]	27.0 [27.0–35.0]	0.054	0.4115
MBF [kg] <sup>#</sup>	32.0±9.72	30.2±9.05	<0.001*	0.7617
PBF [%] <sup>#</sup>	36.1±6.86	34.7±6.58	<0.001*	0.8971
VFL [Units] <sup>§</sup>	16.0 [13.0–18.0]	12.3 [12.3–17.0]	<0.001*	0.8762
VFA [cm <sup>2</sup> ] <sup>#</sup>	169±79.1	148±69.1	<0.001*	0.9162
WHR <sup>#</sup>	0.948±0.0912	0.926±0.0864	<0.001*	0.7798
AC [cm] <sup>#</sup>	98.1±13.0	95.9±12.2	<0.001*	0.7618
MBF (Left arm) [kg] <sup>#</sup>	1.93±0.612	1.86±0.586	0.008*	0.5227
MBF (Right arm) [kg] <sup>#</sup>	1.91±0.625	1.82±0.603	0.005*	0.5518
MBF (Left leg) [kg] <sup>#</sup>	5.84±1.75	5.50±1.62	<0.001*	0.7810
MBF (Right leg) [kg] <sup>#</sup>	5.83±1.76	5.47±1.62	<0.001*	0.8146
MBF (Trunk) [kg] <sup>#</sup>	16.5±4.98	15.5±4.65	<0.001*	0.7666

Values are presented as mean ±SD or median [Q1–Q3].

\* Two-sided p value <0.05.

# Paired t-test, Cohen's d (effect size).

§ Wilcoxon's matched pairs signed rank test, Rank biserial correlation (effect size).

Furthermore, visceral fat level, visceral area, waist to hip ratio, and abdominal circumference decreased ( $p < 0.001$ ). We obtained the same result in the mass of body fat measurement in the left ( $p = 0.008$ ) and right arms ( $p = 0.005$ ), and in the legs ( $p < 0.001$ ).

We did not find significant changes in other body mass composition parameters such as lean body mass, soft lean mass, skeletal muscle mass, body minerals and proteins, total body fat, and mass of soft lean mass in limbs.

### 3.3. Blood Tests

During the study, a statistically significant change in glycosylated hemoglobin levels, cholesterol, and triglycerides levels was not observed (Table 2).

**Table 2.** Blood tests results

	<b>Baseline</b> (n = 30)	<b>Follow-up</b> (n = 30)	<b>p value</b>	<b>Effect size</b>
HgbA1c [%] <sup>#</sup>	5.61±0.352	5.65±0.395	0.367	0.1674
HgbA1c [mmol/l] <sup>#</sup>	37.7±3.74	38.2±4.36	0.331	0.1804
TC [mmol/l] <sup>#</sup>	5.70±1.14	5.90±1.25	0.338	0.1779
TG [mmol/l] <sup>§</sup>	1.81 [1.19–2.50]	1.16 [1.16–2.14]	0.271	0.2344
HDL [mmol/l] <sup>§</sup>	1.29 [1.12–1.52]	1.11 [1.11–1.61]	0.593	0.1140
LDL [mmol/l] <sup>#</sup>	3.44±1.04	3.67±1.23	0.247	0.2156

Values are presented as mean ±SD or median [Q1–Q3].

<sup>#</sup> Paired t-test, Cohen's d (effect size).

<sup>§</sup> Wilcoxon's matched pairs signed rank test, Rank biserial correlation (effect size).

### 3.4. Physical Activity Evaluation Using Fitbit Inspire Physical Activity Tracker Data

Comparing the means of steps during the first and the last months of the trials, the mean of steps decreased by 1 870 per day ( $p < 0.001$ ), and the distance decreased by 1.29 km/day. Additionally, we have seen a statistically significant decrease in light activity by 47 min/day ( $p < 0.001$ ), but we did not find any significant change in activity minutes for fairly active and very active physical activity. Sedentary time increased 67.3 min/day, but the change was not statistically significant. The main data is presented in Table 3.

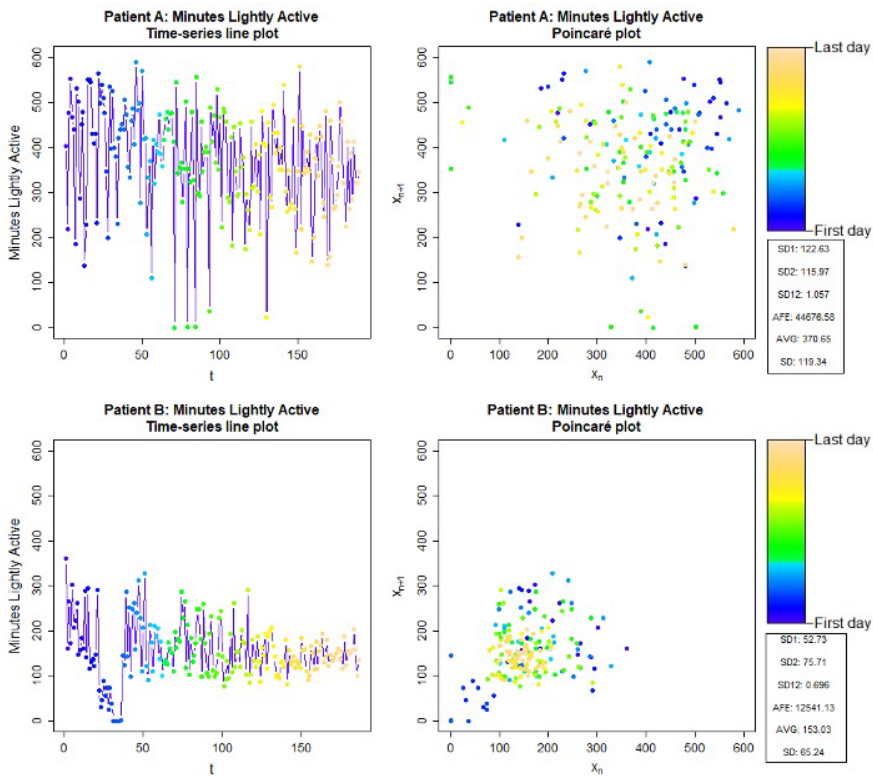
**Table 3.** Data from Fitbit Inspire physical activity tracker

<b>Steps per day</b>			
Month	Mean of count	Std. deviation	CV
1st	9 908	3 625	0.43
2nd	9 816	3 834	0.41
3rd	8 881	3 969	0.46
4th	8 217	4 117	0.53
5th	7 971	3 597	0.52
6th	8 038	3 897	0.54

<b>Activity: Sedentary</b>			
Month	Mean of minutes	Std. deviation	CV
1st	804	274	0.24
2nd	805	287	0.19
3rd	816	275	0.18
4th	898	322	0.18
5th	927	290	0.17
6th	871	266	0.25
<b>Activity: Lightly active</b>			
Month	Mean of minutes	Std. deviation	CV
1st	281	117	0.4
2nd	270	116	0.29
3rd	263	121	0.36
4th	216	132	0.54
5th	211	105	0.55
6th	233	99	0.45
<b>Activity: Fairly active</b>			
Month	Mean of minutes	Std. deviation	CV
1st	17	15	1.05
2nd	16	14	1.17
3rd	14	11	1.06
4th	10	10	1.25
5th	11	10	1.49
6th	14	13	1.34
<b>Activity: Very active</b>			
Month	Mean of minutes	Std. deviation	CV
1st	8	8	1.28
2nd	10	10	1.33
3rd	9	10	1.25
4th	10	15	1.43
5th	9	13	1.74
6th	11	14	1.52

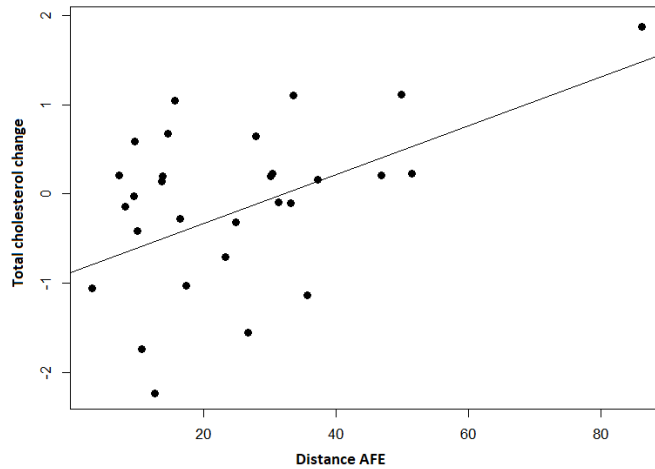
### 3.5. Physical Activity Variability Evaluation Using Fitbit Inspire Data

For physical activity variability evaluation, we used the Poincaré plot method. As shown in Figure 1, we have data from two different subjects. In the upper charts, we have the first subject, whose SD1 and SD2 (SD12) ratio is close to 1, which means physical activity variability is always high. The second, lower example shows a much lower SD12 ratio, and the short-term variability is much lower than the long-term.



**Figure 1.** Physical activity variability of patients A and B

We observed significant positive correlations between changes in lipid values and variability of steps count, distance, and physical activity. Most of the collected data shows that the significant decrease in total cholesterol level was associated with lower long-term variability and area of an ellipse, but not short-term variability of distance per day fitting area (Figure 2). The change in HbA1c over six months correlated with the ratio of SD1 to SD2 of steps per day ( $p = 0.0404$ ) and distance ( $p = 0.0366$ ). The smaller the long-term change in steps and distance compared to the short-term change, the more significant decrease in HbA1c was observed.



**Figure 2.** Distance per day area of the fitting ellipse (AFE) and change in total cholesterol shows us that when the fitting ellipse increases, the level of total cholesterol increases ( $p < 0.001$ )

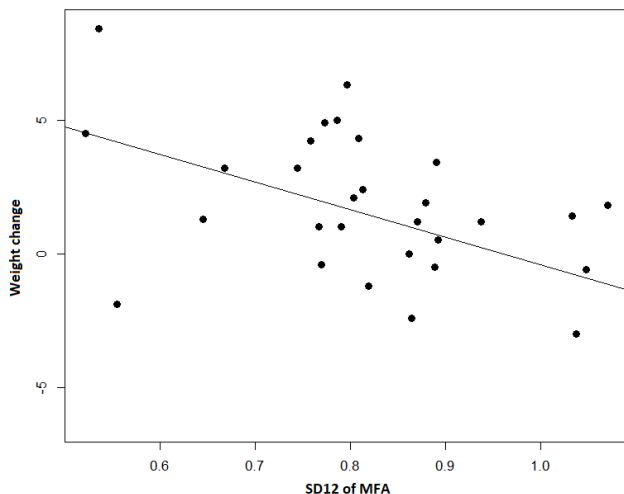
The SD1/SD2 ratio showed an opposite relationship with body fat measures indicating that possibly higher short-term variability could be associated with positive changes (Figure 3). During our investigation, we observed that individuals with a closer short-term variability of physical activity to their long-term variability tend to have a lower body mass ( $p = 0.0155$ ). This effect is primarily attributed to a decline in fat mass.

Also, the study showed that the smaller the difference between long-term and short-term moderate-intensity activity, the greater the reduction in visceral fat area observed ( $p = 0.0363$ ). Data collected from the wrist-worn activity trackers showed that the lower the variability in moderate-intensity physical activity, the lower the increase in waist-to-hip ratio ( $p = 0.0073$ ).

The positive increase in muscle mass was associated with higher short-term and long term vigorous physical activity variability. The greater the short-term and long-term variability of high-intensity physical activity, the more significant increase in skeletal muscle mass ( $p = 0.0445$ ,  $p = 0.0301$ ).

When evaluating data from the IPAQ before and after the study, there was a significant decrease in walking time, with a median daily reduction of 733 MET minutes from 1,666 MET/min. However, a statistically significant increase in total physical activity was observed ( $p = 0.003$ ). A statistically reliable relationship between physical activity assessment using wrist-worn activity trackers and questionnaires data was not found ( $p > 0.05$ ).





**Figure 3.** The ratio of SD1 and SD2 of Minutes Fairly Active (MFA) shows us a correlation between lower short-term and long-term variability ratios and weight. The smaller the short-term and long-term variability ratio, the smaller the decrease in weight observed ( $p < 0.001$ )

#### 4. DISCUSSION

Studies show that the use of consumer-level physical activity trackers could supplement more conservative methods. It has its strengths such as activity trackers can track PA all the time, activity is leveled in different intensities, it does not require time to fill the forms, and we should not be afraid of retrospective inaccuracy as physical activity can be tracked for an unlimited time.

During the study, statistically reliable change in body mass and composition was observed after body mass composition analysis. Participants lost an average of 1.6 kg of weight over the study period ( $p = 0.022$ ). Ferguson et al. in their systematic review and meta-analysis found that the use of wrist-worn activity trackers for self-monitoring not only increases physical activity, but also an average weight loss of 1 kg [29].

The evaluation of physical activity distribution in time is an important factor in assessing a patient's lifestyle. The results of the study show that it is important not only evaluate the cumulative time spent actively, but also to maintain its consistency, which is shown by the SD1/SD2 ratio, which approaches 1, decreasing the fluctuation of physical activity over time, resulting in greater weight loss ( $p = 0.0415$ ). Based on this finding, WHO

recommendations can also be used to reduce the risk of obesity-related diseases, where the recommended constant moderate physical activity of 150–300 minutes per week positively affects weight control [30]. Silva BGC et al. research shows that adipose was lower among those who were constantly active or became active [31].

This study shows that the more stable and constant the number of steps and distance walked in the short and long term, the greater the decrease in glycosylated hemoglobin observed ( $p = 0.0404$ ,  $p = 0.0366$ ). Jadhav et al., a systematic review and meta-analysis of the influence of physical activity on prediabetes conducted in 2017, shows that physical activity affects the reduction of glycosylated hemoglobin, fasting glycemia, and glucose tolerance [32].

When assessing the change in total cholesterol, an association was observed between the variability of the distance walked over time and the change in cholesterol. The results show that the more stable the number of steps walked and distance maintained over the long term, the greater the reduction in total cholesterol. Unfortunately, when evaluating just the totals of all blood tests, it can be said that the changes are not statistically significant and may be random. Ferguson et al. in 2022, a systematic review and meta-analysis also reached similar conclusions that there is still little evidence that physical activity interventions using smart devices affect significant changes in cholesterol, triglycerides, glycated hemoglobin, and fasting glycemia. A positive change in these parameters was observed in most studies, but it was of low statistical significance [29], but as mentioned before, the review didn't include important factors as different physical activity variability impact on these findings.

Our results show significant monthly steps and physical activity decline during the period of the study. This could be referred to the time of the year and the epidemiologic situation. The study took place from the end of the summer (August) to the middle of wintertime (February), and, usually, people are less physically active at this time of the year. Second, the study started before the second wave of COVID-19 pandemic and ended during the national lockdown. When comparing these two periods of time, before and after lockdown, the steps per day mean decreased by 1 852 steps and on the other hand, the sedentary time increased by 75 min per day ( $p < 0.001$ ).

During the last week of the study, the data from questionnaires and wrist-worn activity trackers were collected. We did not find a statistically reliable relationship between the obtained data. Prince et al., a systematic review summarizes the assessment of objective physical activity and the use of questionnaires. The results of this study show that the data provided by

questionnaires and objective measures are generally low in correlation. The authors emphasized that no single good or bad method can be identified because much of the assessment is multi-method and the search for reliable measures of physical activity intensity is still ongoing [33]. Summarizing the results of this study and the already mentioned studies, it can be said that both tools complement each other more than contradict each other's use. Questionnaires help to more accurately differentiate the nature and type of activity, which allows us to assess the peculiarities of lifestyle. Wrist-worn activity trackers help objectively measure the distance traveled, physical activity, and intensity levels. In order to achieve a more effective physical activity research methodology, both of these provided tools are necessary for their spectrum of information and should be used together in both clinical research and clinical practice.

It is important to note that although the duration of the study was relatively short, none of the participants developed type II CD during the study.

## 5. CONCLUSIONS

1. Wrist-worn activity trackers provide reliable data and can be applied to the physical activity follow-up in a family doctor's practice for patients with prediabetes.

2. Wrist-worn activity trackers are suitable for use not only for objective evaluation of changes in physical activity over time but also reflects physical activity variability in time impact on changes in body composition, cholesterol profile, and glycosylated hemoglobin in the practice of a family doctor.

3. Wrist-worn activity trackers and physical activity questionnaires significantly complement each other, but activity trackers objectively reflect the individual structure of physical activity.

## ABBREVIATIONS

AC	Abdominal circumference
AFE	Area of fitting ellipse
AVG	Average value
BMI	Body mass index
CV	Coefficient of variance
DPP	Diabetes prevention program
IFG	Impaired fasting glucose
IGT	Impaired glucose tolerance

IPAQ	International physical activity questionnaire
MBF	Mass of body fat
PA	Physical activity
PBF	Percent body fat
SD	Standard deviation
SD1	Short-term variability
SD2	Long-term variability
SD12	The ratio of SD1 and SD2
T2D	Type 2 diabetes
VFA	Visceral fat area
VFL	Visceral fat level
WHR	Waist to hip ratio

## REFERENCES

1. Sun H, Saeedi P, Karuranga S, Pinkepank M, Ogurtsova K, Duncan BB, et al. IDF Diabetes Atlas: Global, Regional and Country-Level Diabetes Prevalence Estimates for 2021 and Projections for 2045. *Diabetes Res Clin Pract* 2022; 183: 109119.
2. Heianza Y, Hara S, Arase Y, Saito K, Fujiwara K, Tsuji H, et al. HbA1c 5.7–6.4% and Impaired Fasting Plasma Glucose for Diagnosis of Prediabetes and Risk of Progression to Diabetes in Japan: a Longitudinal Cohort Study. *Lancet* 2011; 378(9786): 147–155.
3. Richter B, Hemmingsen B, Metzendorf MI, Takwoingi Y. Development of Type 2 Diabetes Mellitus in People with Intermediate Hyperglycaemia. *Cochrane Database Syst Rev* 2018; 10(10).
4. Tabák AG, Herder C, Rathmann W, Brunner EJ, Kivimäki M. Prediabetes: A High-risk State for Diabetes Development. *Lancet* 2012; 379(9833): 2279–2290.
5. Huang Y, Cai X, Mai W, Li M, Hu Y. Association between Prediabetes and Risk of Cardiovascular Disease and all Cause Mortality: Systematic Review and Meta-analysis. *BMJ* 2016; 355.
6. Yeboah J, Bertoni AG, Herrington DM, Post WS, Burke GL. Impaired Fasting Glucose and the Risk of Incident Diabetes Mellitus and Cardiovascular Events in an Adult Population: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *J Am Coll Cardiol* 2011; 58(2): 140.
7. Ford ES, Zhao G, Li C. Pre-Diabetes and the Risk for Cardiovascular Disease: A Systematic Review of the Evidence. *J Am Coll Cardiol* 2010; 55(13): 1310–1317.
8. Diabetes Prevention Program Research Group; Knowler WC, Fowler SE, Hamman RF, Christophi CA, Hoffman HJ, Brenneman AT, Brown-Friday JO, Goldberg R, Venditti E, Nathan DM. 10-year Follow-

- up of Diabetes Incidence and Weight Loss in the Diabetes Prevention Program Outcomes Study. *Lancet* 2009; 374(9702): 1677–1686.
9. Diabetes Prevention Program Research Group. Reduction in the Incidence of Type 2 Diabetes with Lifestyle Intervention or Metformin. *The New England Journal of Medicine* 2009; 346(6): 393–403.
  10. Lindström J, Ilanne-Parikka P, Peltonen M, Aunola S, Eriksson JG, Hemiö K, et al. Sustained Reduction in the Incidence of Type 2 Diabetes by Lifestyle Intervention: Follow-up of the Finnish Diabetes Prevention Study. *Lancet* 2006; 368(9548): 1673–1679.
  11. Li G, Zhang P, Wang J, An Y, Gong Q, Gregg EW, et al. Cardiovascular Mortality, All-cause Mortality, and Diabetes Incidence after Lifestyle Intervention for People with Impaired Glucose Tolerance in the Da Qing Diabetes Prevention Study: A 23-year Follow-up Study. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2014; 2(6): 474–480.
  12. Nathan DM, Bennett PH, Crandall JP, Edelstein SL, Goldberg RB, Kahn SE, et al. Does Diabetes Prevention Translate into Reduced Long-term Vascular Complications of Diabetes? *Diabetologia* 2019; 62(8): 1319–1328.
  13. Strath SJ, Kaminsky LA, Ainsworth BE, Ekelund U, Freedson PS, Gary RA, et al. Guide to the Assessment of Physical Activity: Clinical and Research Applications: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation* 2013; 128(20): 2259–2279.
  14. 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).
  15. Straiton N, Alharbi M, Bauman A, Neubeck L, Gullick J, Bhindi R, et al. The Validity and Reliability of Consumer-Grade Activity Trackers in Older, Community-Dwelling Adults: A Systematic Review. *Maturitas* 2018; 112: 85–93.
  16. Bassett DR, Toth LP, LaMunion SR, Crouter SE. Step Counting: A Review of Measurement Considerations and Health-Related Applications. *Sports Medicine* 2017; 47(7): 1303–1315.
  17. Sergamumas. [Morbidity]. Available at: <[https://hi.lt/php/serg14.php?dat\\_file=serg14.txt](https://hi.lt/php/serg14.php?dat_file=serg14.txt)>.
  18. Tang MSS, Moore K, McGavigan A, Clark RA, Ganesan AN. Effectiveness of Wearable Trackers on Physical Activity in Healthy Adults: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *JMIR Mhealth Uhealth* 2020; 8(7): e15576.
  19. Yun I, Joo HJ, Park YS, Park EC. Association between Physical Exercise and Glycated Hemoglobin Levels in Korean Patients Diagnosed

- with Diabetes. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2022; 19(6): 3280.
20. Franssen WMA, Franssen GHLM, Spaas J, Solmi F, Eijnde BO. Can Consumer Wearable Activity Tracker-based Interventions Improve Physical Activity and Cardiometabolic Health in Patients with Chronic Diseases? A Systematic Review and Meta-analysis of Randomised Controlled Trials. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2020; 17(1): 1–20.
  21. American Diabetes Association. 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: *Standards of Medical Care in Diabetes-2021*. *Diabetes Care* 2021; 44: S15–33.
  22. Feehan LM, Geldman J, Sayre EC, Park C, Ezzat AM, Young Yoo J, et al. Accuracy of Fitbit Devices: Systematic Review and Narrative Syntheses of Quantitative Data. Vol. 6. *JMIR mHealth and uHealth*. JMIR Publications Inc., 2018.
  23. El Fatouhi D, Delrieu L, Goetzinger C, Malisoux L, Affret A, Campo D, et al. Associations of Physical Activity Level and Variability With 6-Month Weight Change Among 26,935 Users of Connected Devices: Observational Real-Life Study. *JMIR Mhealth Uhealth* 2021; 9(4): e25385.
  24. Golińska AK. Poincaré Plots in Analysis of Selected Biomedical Signals. *Studies in Logic, Grammar and Rhetoric* 2013; 35(48): 117–127.
  25. Satti R, Abid NUH, Bottaro M, De Rui M, Garrido M, Rauofy MR, et al. The Application of the Extended Poincaré Plot in the Analysis of Physiological Variabilities. *Front Physiol* 2019; 10: 116.
  26. Jamovi – Open Statistical Software for the Desktop and Cloud. Available at: <<https://www.jamovi.org/>>.
  27. R: The R Project for Statistical Computing. Available at: <<https://www.r-project.org/>>.
  28. CRAN – Package RHRV. Available at: <<https://cran.r-project.org/web/packages/RHRV/index.html>>.
  29. Ferguson T, Olds T, Curtis R, Blake H, Crozier AJ, Dankiw K, et al. Effectiveness of Wearable Activity Trackers to Increase Physical Activity and Improve Health: A Systematic Review of Systematic Reviews and Meta-analyses. *Lancet Digit Health* 2022; 4(8): e615–626.
  30. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, et al. World Health Organization 2020 Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour. *Br J Sports Med* 2020; 54(24): 1451–1462.
  31. da Silva BGC, da Silva ICM, Ekelund U, Brage S, Ong KK, De Lucia Rolfe E, et al. Associations of Physical Activity and Sedentary

- Time with Body Composition in Brazilian Young Adults. *Scientific Reports* 2019; 9(1): 1–10.
32. Jadhav RA, Hazari A, Monterio A, Kumar S, Maiya AG. Effect of Physical Activity Intervention in Prediabetes: A Systematic Review with Meta-analysis. *J Phys Act Health* 2017; 14(9): 745–755.
  33. 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. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2008; 5(1): 1–24.

## CURRICULUM VITAE

**Vardas ir pavardė.** Antanas Bliūdžius

**Gimimo data.** 1989-11-11

**Gimimo vieta.** Kaunas

**Šeiminė padėtis.** Vedęs, su žmona Rimvyde augina du sūnus.

**Veiklos sritis.** Šeimos medicinos gydytojas.

### **Išsilavinimas.**

#### **Aukštasis**

Lietuvos sveikatos mokslų universitetas – Medicinos mokslų magistras.

2008–2014 m.

Vilniaus universitetas – Šeimos medicinos rezidentūra.

2014–2017 m.

#### **Vidurinis**

Kauno jėzuitų gimnazija

2004–2008 m.

### **Darbo patirtis.**

Vilniaus universiteto Medicinos fakultetas

Jaunesnysis asistentas

2017–dabar

Vilniaus universiteto ligoninės Santaros klinikų Šeimos medicinos centras

Šeimos gydytojas

2017–2021 m.

VšĮ Centro poliklinika

Šeimos gydytojas

2022–dabar



## PADĖKA

Nuoširdžiai dėkoju savo moksliniam vadovui prof. dr. Vytautui Kasiulevičiui už pasitikėjimą ir nuolatinį palaikymą.

Dėkoju recenzentams – prof. dr. Janinai Didžiapetrienei, doc. dr. Žydrūnei Visockienei, doc. dr. Jūratei Pečeliūnienei – už laiką, skirtą disertacijai peržiūrėti, ir vertingas pastabas.

Esu dėkingas savo šeimai, ypač žmonai Rimvydei Bliūdžiuvienei ir sūnums, už palaikymą ir kantrybę.

## PUBLIKACIJŲ SĄRAŠAS

1. Bliūdžius, Antanas; Puronaitė, Roma; Trinkūnas, Justas; Jakaitienė, Audronė; Kasiulevičius, Vytautas. Research on Physical Activity Variability and Changes of Metabolic Profile in Patients with Prediabetes using Fitbit Activity Trackers Data. *Technology and Health Care* 2022; 30(1): 231–242. DOI: 10.3233/THC-219006.
2. Bliūdžius, Antanas; Švaikevičienė, Kristina; Puronaitė, Roma; Kasiulevičius, Vytautas. Physical Activity Evaluation using Activity Trackers for Type 2 Diabetes Prevention in Patients with Prediabetes. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2022; 19(14): 1–11. DOI: 10.3390/ijerph19148251.

## PRANEŠIMAI KONFERENCIJOSE

1. Bliūdžius, Antanas; Puronaitė, Roma; Trinkūnas, Justas; Jakaitienė, Audronė; Kasiulevičius, Vytautas. Research on Physical Activity Variability and Changes of Metabolic Profile in Patients with Prediabetes using Fitbit Activity Trackers Data. 13th International Conference BIOMDLORE 2021, 2021 m. spalio 21–23 d., Vilnius, Lietuva.
2. Bliūdžius, Antanas; Kasiulevičius, Vytautas. The Impact of Physical Activity Trackers uses and Self-management to Body Composition in Prediabetic Patients. 27th WONCA Europe Conference, 2022 m. birželio 28– liepos 1 d., Londonas, Jungtinė Karalystė.
3. Bliūdžius, Antanas; Kasiulevičius, Vytautas. Physical Activity Evaluation using Fitbit Activity Trackers for Patient with Prediabetes. 22nd EAA Congress, 15th ISGA Congress, 5th International Conference of Evolutionary Medicine, 2022 m. rugpjūčio 24–27 d., Vilnius, Lietuva.

## STENDINIAI PRANEŠIMAI

1. Bliūdžius, Antanas; Kasiulevičius, Vytautas. International Physical Activity Questionnaire and Fitbit Inspire Activity Tracker Data from Patients with Impaired Fasting Glucose Comparison. 27th WONCA Europe Conference, 2022 m. birželio 28–liepos 1 d., Londonas, Jungtinė Karalystė.
2. Bliūdžius, Antanas; Kasiulevičius, Vytautas. The Evaluation of Lockdown due to the COVID-19 Pandemic Impact for the Patient with Prediabetes Physical Activity using Fitbit Inspire Activity Trackers. 27th WONCA Europe Conference, 2022 m. birželio 28–liepos 1 d., Londonas, Jungtinė Karalystė.

# UŽRAŠAMS

Vilniaus universiteto leidykla  
Saulėtekio al. 9, III rūmai, LT-10222 Vilnius  
El. p. [info@leidykla.vu.lt](mailto:info@leidykla.vu.lt), [www.leidykla.vu.lt](http://www.leidykla.vu.lt)  
[bookshop.vu.lt](http://bookshop.vu.lt), [journals.vu.lt](http://journals.vu.lt)  
Tiražas 20 egz.