

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MEDICINOS FAKULTETAS
SVEIKATOS MOKSLŲ INSTITUTAS
REABILITACIJOS, FIZINĖS IR SPORTO MEDICINOS KATEDRA

Jekaterina Kudina

**NEURORAUMENINĖS AKTYVACIJOS METODO POVEIKIS
GRIAUČIŲ RAUMENŲ SISTEMOS LĖTINIAM SKAUSMUI:
IŠPLĖSTINĖ LITERATŪROS APŽVALGA**

KINEZITERAPIJOS BAKALAURO BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovas: lektorė Ligita Aučynienė

VILNIUS, 2022

TURINYS

DARBO ANOTACIJA	2
TURINYS	2
SANTRAUKA.....	5
ABSTRACT.....	7
TEKSTE PANAUDOTŲ TRUMPINIŲ PAAIŠKINIMAI.....	9
DARBE PATEIKTŲ LENTELIŲ SĄRAŠAS	10
1. ĮVADAS	11
2. DARBO METODIKA	13
3. LITERATŪROS APŽVALGA.....	15
3.1. Griaučių raumenų sistemos lėtinio skausmo poveikis centrinei nervų sistemai ir motorinei kontrolei	15
3.1.1. Lėtinio griaučių raumenų skausmo poveikis centrinei nervų sistemai	15
3.1.2. Lėtinio griaučių raumenų skausmo poveikis motorinei kontrolei	20
3.2. Neurac ištyrimas ir terapiniai aspektai.....	26
3.3. Neurac metodo poveikis funkciniam rodikliams, esant apatinės nugaros dalies ir kaklo lėtiniam skausmui	30
3.3.1. Laisvo kybojimo pratimų poveikis stuburo stabilizavimui bei skausmui.....	30
3.3.2. Neurac poveikis negaliai, pusiausvyrai bei raumenų atsakui, esant apatinės nugaros dalies lėtiniam skausmui	34
3.3.3. Neurac vibracijos poveikis raumenų disbalansui esant apatinės nugaros dalies lėtiniam skausmui	35
3.3.4. Neurac poveikis kineziofobijai esant apatinės nugaros dalies lėtiniam skausmui.....	37
3.3.5. Neurac poveikis skausmui, negaliai, pusiausvyrai ir gyvenimo kokybei esant lėtiniam kaklo skausmui	39
3.4. Neurac metodo poveikis funkciniam rodikliams, esant viršutinių galūnių lėtiniam skausmui	43
3.4.1. Sąlygojančios lėtinį skausmą viršutinių galūnių disfunkcijos.	43
3.4.2. Laisvo kybojimo pratimų poveikis funkciniam rodikliams, esant viršutinių galūnių disfunkcijai.	45
3.4.3. Neurac metodo poveikis funkciniam rodikliams, esant viršutinių galūnių disfunkcijai.....	47

3.5. Neurac metodo poveikis funkciniam rodikliams, esant apatinių galūnių lėtiniam skausmui	50
3.5.1. Sąlygojančios lėtinį skausmą apatinių galūnių disfunkcijos.....	50
3.5.2. Laisvo kybojimo pratimų poveikis funkciniam rodikliams, esant apatinių galūnių disfunkcijai.....	51
3.5.3. Neurac metodo poveikis funkciniam rodikliams, esant apatinių galūnių disfunkcijai.	53
4. LITERATŪROS APŽVALGOS APIBENDRINIMAS	55
4.1. Lėtinio skausmo poveikis centrinei nervų sistemai ir motorinei kontrolei.....	55
4.2. Neurac metodo poveikis funkciniam rodikliams, esant apatinės nugaros dalies bei kaklo lėtiniam skausmui	56
4.3. Neurac metodo poveikis funkciniam rodikliams, esant viršutinės galūnės lėtiniam skausmui	61
4.4. Neurac metodo poveikis funkciniam rodikliams, esant apatinių galūnių disfunkcijai	61
4.5. Neurac metodo perspektyvos vertinimas	62
5. IŠVADOS	64
6. PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS	65
7. LITERATŪROS SĄRAŠAS	66

DARBO ANOTACIJA

Kineziterapijos bakalauro baigiamasis darbas „Neuroraumeninės aktyvacijos metodo poveikis lėtiniam griaučių raumenų sistemos skausmui: išplėstinė literatūros apžvalga“ atliktas 2021-2022 metais Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų instituto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedroje.

Darbo autorius: Jekaterina Kudina, Vilniaus universiteto Kineziterapijos bakalauro studijų programos IV kurso studentė.

Darbo vadovas: lektorė Ligita Aučynienė, Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų instituto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra.

Darbas apsvaistytas VU MF Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedros posėdyje 2022 m. gegužės 10 d., įvertintas teigiamai ir rekomenduotas viešai ginti.

Darbo recenzentas: doc. dr. Daiva Majauskienė.

Kineziterapijos bakalauro baigiamasis darbas „Neuroraumeninės aktyvacijos metodo poveikis griaučių raumenų sistemos lėtiniam skausmui: išplėstinė literatūros apžvalga“ ginamas viešame Kineziterapijos bakalauro baigiamųjų darbų gynimo komisijos posėdyje, kuris įvyks 2022 m. birželio mėn. 2 d. 9:00 val. Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų instituto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedroje, nuotoliniu būdu „Microsoft Teams“ platformoje.

Su darbu galima susipažinti Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų instituto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedroje.

SANTRAUKA

Vilniaus universiteto Medicinos fakultetas Sveikatos mokslų institutas

Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra

Kineziterapijos bakalauro studijų programa

NEURORAUMENINĖS AKTYVACIJOS METODO POVEIKIS

LĖTINIAM GRIAUCIŲ RAUMENŲ SISTEMOS SKAUSMUI:

IŠPLĖSTINĖ LITERATŪROS APŽVALGA

Kineziterapijos bakalauro baigiamasis darbas

Darbo autorė: Jekaterina Kudina

Darbo vadovė (arba vadovas): lektorė Ligita Aučynienė

Pagrindinės sąvokos (raktiniai žodžiai): *chronic musculoskeletal pain, long-term musculoskeletal pain, central sensitization, motor control, exercise therapy, Neurac, sling exercise therapy, redcord exercise therapy, Kirkesola*, sling suspension exercise therapy.*

Darbo tikslas: Ištirti neuroraumeninės aktyvacijos metodo (toliau – Neurac metodo) poveikį pacientų funkciniais rodikliais, esant griaučių raumenų sistemos lėtiniam skausmui.

Darbo uždaviniai:

1. Išanalizuoti griaučių raumenų sistemos lėtinio skausmo poveikį centrinei nervų sistemai ir motorinei kontrolei.
2. Išanalizuoti Neurac metodo poveikį funkciniais rodikliais, esant apatinės nugaros dalies ir kaklo lėtiniam skausmui.
3. Išanalizuoti Neurac metodo poveikį funkciniais rodikliais, esant viršutinių galūnių lėtiniam skausmui.
4. Išanalizuoti Neurac metodo poveikį funkciniais rodikliais, esant apatinių galūnių lėtiniam skausmui.

Tyrimo metodai: mokslinės literatūros analizė.

Rezultatai: Viso išanalizuota 245 šaltinių, iš jų 49% yra ne senesni nei 5-7 metai. Buvo nagrinėjami straipsniai apie lėtinį griaučių raumenų skausmą, skausmo poveikį centrinei nervų sistemai ir motorinei kontrolei bei pratimų terapijos poveikį griaučių raumenų sistemos lėtiniam skausmui. Taipogi buvo nagrinėjami straipsniai, susiję su Neurac metodo taikymu, laisvo kybojimo pratimų terapijos bei pratimų su vibracija poveikiu griaučių raumenų sistemos lėtiniam skausmui ir funkciniais rodikliais. Buvo išanalizuotos 22 sisteminės apžvalgos, iš jų 73% yra ne senesnės nei 5-7 metai.

Išvados:

1. Lėtinis skausmas formuoja centrinėje nervų sistemoje „skausmo atmintį“, kuri veikia motorinę kontrolę per sensorinę percepcinę, motorinę, psichologinę ir kognityvinę žmogaus organizmo sistemas.
2. Esant apatinės nugaros dalies bei kaklo lėtiniam skausmui, Neurac yra efektyvi priemonė, gerinant skausmo, negalios, statinės ir dinaminės pusiausvyros rodiklius, kairės ir dešinės pusės raumenų aktyvumo ir jėgos simetriškumą, bei mažinant kineziofobiją.
3. Esant viršutinės galūnės lėtiniam skausmui, Neurac gali būti efektyvi priemonė, mažinant susijusį su peties sąnario disfunkcija skausmą ir negalią, gerinant peties sąnario lenkimo, atitraukimo, išorinės ir vidinės rotacijos raumenų jėgą bei amplitudę.
4. Esant apatinės galūnės lėtiniam skausmui, Neurac gali būti efektyvi priemonė, mažinant kairės ir dešinės pusės apatinių galūnių ir liemens raumenų jėgos ir aktyvumo asimetriją, didinant klubą atitraukiančių raumenų, keturgalvio raumens bei užpakalinių šlaunies raumenų jėgą, o taip pat gerinant statinę ir dinaminę pusiausvyrą.

ABSTRACT

Vilnius University Faculty of Medicine Health Science Institute

Department of Rehabilitation, Physical and Sports Medicine

Bachelor's Degree of Physiotherapy

THE EFFECT OF NEUROMUSCULAR ACTIVATION METHOD IN TREATING CHRONIC MUSCULOSKELETAL PAIN: AN EXTENDED LITERATURE REVIEW

Physiotherapy Bachelor's Thesis

The Author: Jekaterina Kudina

Academic supervisor: lecturer Ligita Aučynienė

Keywords: *chronic musculoskeletal pain, long-term musculoskeletal pain, central sensitization, motor control, exercise therapy, Neurac, sling exercise therapy, redcord exercise therapy, Kirkesola*, sling suspension exercise therapy.*

The aim of research work: To investigate the effect of the neuromuscular activation method (hereinafter – the Neurac method) on the functional parameters of patients with chronic musculoskeletal pain.

Tasks of work:

1. To analyze the effects of chronic musculoskeletal pain on the central nervous system and motor control.
2. To analyze the effect of the Neurac method on functional parameters in chronic lower back and neck pain.
3. To analyze the effect of the Neurac method on functional parameters in chronic upper extremity pain.
4. To analyze the effect of the Neurac method on functional parameters in chronic lower extremity pain.

Materials and methods: scientific literature analysis.

Results: A total of 245 sources have been analyzed, of which 49% are less than 5-7 years old. Articles on chronic musculoskeletal pain, the effects of pain on the central nervous system and motor control, and the effects of exercise therapy on chronic musculoskeletal pain have been reviewed. Articles on the application of the Neurac method, the effects of sling exercise therapy and vibration exercise therapy on chronic musculoskeletal pain and functional parameters were also examined. 22 systematic reviews have been analyzed, of which 73% are less than 5-7 years old.

Conclusions:

1. Chronic pain forms "pain memories" in the central nervous system that influence motor control through the sensory-perception, motor, psychological, and cognitive systems of the human body.
2. In chronic lower back and neck pain, the Neurac method is effective in improving pain, disability, static and dynamic balance, symmetry of left-side and right-side muscles activity.
3. In chronic upper extremity pain, the Neurac method may be effective in reducing the pain and disability associated with shoulder joint dysfunction by improving the strength and amplitude of the muscles responsible for flexion and abduction of the shoulder joint, and also external and internal rotation of the humerus.
4. In chronic lower extremity pain, the Neurac method may be effective in reducing the asymmetry of left-side and right-side lower extremity and torso muscle strength and activation, increasing the strength of hip abductors, quadriceps and hamstring muscles, and improving static and dynamic balance.

TEKSTE PANAUDOTŲ TRUMPINIŲ PAAIŠKINIMAI

CNS – centrinė nervų sistema

LKP – laisvo kybojimo pratimai

DARBE PATEIKTŲ LENTELIŲ SĄRAŠAS

<i>1 lentelė.</i> Lėtinio skausmo poveikis motorinės kontrolės procesams (Kantak ir kt., 2019 [57]).....	22
<i>2 lentelė.</i> Laisvo kybojimo pratimų poveikis lėtiniam apatinės nugaros dalies skausmui (Drummond ir kt., 2021 [137]).....	32
<i>3 lentelė.</i> Susijusių su Neurac metodo poveikiu lėtiniam griaučių raumenų skausmui tyrimų dalyviai, intervencijos ir rezultatų matavimo priemonės.....	58-59
<i>4 lentelė.</i> Neurac metodo poveikis funkciniais rodikliais, esant apatinės nugaros dalies bei kaklo lėtiniam skausmui.....	60
<i>5 lentelė.</i> Apatinės nugaros dalies ir kaklo lėtinio skausmo vidurkių pokytis po intervencijos Neurac metodu.....	61

1. ĮVADAS

Didėjant pasaulio gyventojų skaičiui bei senstant visuomenei, sparčiai daugėja žmonių, sergančių griaučių raumenų sistemos ligomis, kurių pagrindinis simptomas yra lėtinis skausmas. Dažniausiai žmonės patiria apatinės nugaros dalies skausmą, kaklo skausmą bei kenčia nuo artrito keliamo skausmo [1]. Lėtinis griaučių raumenų sistemos skausmas yra pagrindinė neįgalumo priežastis visame pasaulyje [2]. Šis sudėtingas biopsichosocialinis reiškinyss gali būti pripažįstamas liga, net nesant nustatytai kūno patologijai, pvz. lėtinis nespecifinis apatinės nugaros dalies arba kaklo skausmas. Griaučių raumenų sistemos ligos riboja mobilumą ir smulkiąją motoriką, dėl to individui tenka anksti išeiti iš darbo, mažėja jo gerovė ir gebėjimas dalyvauti visuomeniniame gyvenime [3]. Lėtinio skausmo sąlygotas nebuvimas darbe, produktyvumo praradimas, ankstyvas išėjimas į pensiją bei sveikatos apsaugos sistemos patiriamos didžiulės sąnaudos neigiamai veikia valstybės gerovę. Prognozuojama, kad neįgalumas, susijęs su griaučių raumenų sistemos ligomis, ateinančiais dešimtmečiais dar didės [3].

Tarptautinėse klinikinėse gairėse pratimų terapija yra nurodoma kaip pagrindinė priemonė lėtiniam griaučių raumenų skausmui gydyti [4,5,6,7], tačiau dažnai jos poveikis skausmui ir negaliai yra nedidelis [8]. Norint pasiekti maksimalų efektą su pratimų terapija, reikia pasitelkti skausmo neuromokslo žinias. Pacientai, ilgą laiką kenčiantys nuo skausmo, turi reikšmingai pakitusią kaip raumenų, taip ir nervų funkciją. Manoma, kad centrinės sensitizacijos procesas (centrinės nervų sistemos hiperjautrumas) yra pagrindinis lėtinio skausmo atsiradimo mechanizmas. Lėtinio skausmo paveikta nervų sistema formuoja skausmo atmintį, kuri pasireiškia susidariusiomis apsauginėmis, susijusiomis su judesiu, reakcijomis, trukdančiomis tinkamai atlikti pratimus bei apskritai judėti. Iš esmės, pratimų terapija kaip tik yra nukreipta į laipsnišką paciento ekspoziciją skausmo rizikai su tikslu pripratinti pacientą prie judesio, tačiau dažnai skausmas trukdo arba neleidžia atlikti pratimus, kuriais siekiama pagerinti paciento fizinę būklę. Skausmas verčia centrinę nervų sistemą keisti motorinės kontrolės strategijas, dėl ko vyksta motorinės kontrolės mažėjimas ir prastėja koordinacija tarp raumens motorinių vienetų [9,10,11,12].

Neuroraumeninės aktyvacijos metodas (toliau - Neurac metodas) buvo pasiūlytas norvegų kineziterapeuto Gitle Kirkesola 2008 m. su tikslu atstatyti normalius funkcinis judesius žmonėms

su lėtiniu griaučių raumenų skausmu, taikant aukšto lygio neuroraumeninę stimuliaciją, atliekant pratimus laisvo kybojimo padėtyje ir derinant juos su vibracija. Nors yra atlikta tyrimų, įrodančių šio metodo veiksmingumą, gydant tam tikrą griaučių raumenų sistemos lėtinį skausmą (Kim ir kt., 2013; Yun ir kt., 2015; Filipczyk ir kt., 2021), yra nepakankamai įrodymų, ar gali būti šis metodas įtrauktas į kineziterapijos programą, gydant lėtinį griaučių raumenų skausmą. Taip pat reikia nustatyti, kokius pranašumus turi Neurac metodas palyginus su tradicine pratimų terapija, gydant griaučių raumenų sistemos lėtinį skausmą.

Hipotezė: Neurac metodas yra efektyvi priemonė lėtiniam griaučių raumenų skausmui gydyti.

Darbo objektas – Neurac metodo poveikis griaučių raumenų sistemos funkciniam rodikliams, esant lėtiniam griaučių raumenų sistemos skausmui; **darbo subjektas** – pacientai, patiriantys lėtinį griaučių raumenų skausmą.

Darbo praktinė vertė: bus nustatytos indikacijos Neurac metodo taikymui gydant griaučių raumenų sistemos lėtinį skausmą.

Tyrimo metodas – mokslinės literatūros analizė.

Darbo tikslas – ištirti Neurac metodo poveikį griaučių raumenų sistemos funkciniam rodikliams, esant lėtiniam skausmui.

Darbo uždaviniai:

1. Išanalizuoti griaučių raumenų sistemos lėtinio skausmo poveikį CNS ir motorinei kontrolei.
2. Išanalizuoti Neurac metodo poveikį griaučių raumenų sistemos funkciniam rodikliams, esant apatinės nugaros dalies ir kaklo lėtiniam skausmui.
3. Išanalizuoti Neurac metodo poveikį griaučių raumenų sistemos funkciniam rodikliams, esant viršutinių galūnių lėtiniam skausmui.
4. Išanalizuoti Neurac metodo poveikį griaučių raumenų sistemos funkciniam rodikliams, esant apatinių galūnių lėtiniam skausmui.

2. DARBO METODIKA

Buvo atlikta informacijos paieška šiose mokslinių duomenų bazėse: ClinicalKey, ScienceDirect, MEDLINE EBSCO, BioMed Central, Taylor&Francis, Scopus, MEDLINE PubMed, Oxford Academic, PLoS, Wiley, EMBASE, BIOSIS, PsycINFO, Cinahl, eLaba.

Informacijai paieškai apie lėtinio skausmo poveikį centrinei nervų sistemai ir motorinei kontrolei buvo naudojami tokie raktiniai žodžiai: *chronic musculoskeletal pain, long-term musculoskeletal pain, central sensitization, motor control, exercise therapy*. Nagrinėjant lėtinio skausmo poveikį centrinei nervų sistemai ir motorinei kontrolei nebuvo taikoma informacijos paieškos apribojimų.

Informacijos paieškai apie Neurac metodą buvo naudojami tokie raktiniai žodžiai: *Neurac, sling exercise therapy, redcord exercise therapy, Kirkesola*, sling suspension exercise therapy, vibration exercise therapy*. Kadangi manome, kad daugiausiai Neurac metodas yra apibūdinamas pratimais laisvo kybojimo padėtyje su taikoma perturbacija/vibracija, Neurac metodo poveikiui aiškinti naudojome mokslinius šaltinius, nagrinėjančius laisvo kybojimo pratimų poveikį bei pratimų su vibracija poveikį lėtiniam griaučių raumenų skausmui. Dėl mokslinių šaltinių ribotumo, buvo nagrinėti visi rasti moksliniai šaltiniai apie Neurac metodo, laisvo kybojimo pratimų bei pratimų su vibracija poveikį griaučių raumenų sistemos lėtiniam skausmui.

Buvo išanalizuota viso 245 šaltinių, iš jų 49% yra ne senesni nei 5-7 metai.

Buvo išanalizuota 141 straipsniai apie lėtinį griaučių raumenų skausmą, skausmo poveikį centrinei nervų sistemai ir motorinei kontrolei, iš jų 45% yra ne senesni nei 5-7 metai

Buvo išnagrinėti 29 moksliniai straipsniai apie pratimų terapijos poveikį griaučių raumenų sistemos lėtiniam skausmui, iš jų 72% yra ne senesni nei 5-7 metai.

Buvo rasta ir išnagrinėta viso 9 moksliniai straipsniai, susiję su Neurac metodo taikymu; iš jų 6 – apie Neurac metodo poveikį pacientų funkciniais rodikliais, esant lėtiniam griaučių raumenų sistemos skausmui, 3 straipsniai – apie Neurac metodo poveikį pacientų funkciniais rodikliais, esant ūmiam griaučių raumenų sistemos skausmui. Iš 9 straipsnių 78% yra ne senesni nei 5-7 metai.

Buvo rasta ir išnagrinėta viso 17 mokslinių straipsnių apie laisvo kybojimo pratimų terapijos poveikį griaučių raumenų sistemos lėtiniam skausmui ir funkciniais rodikliais, iš jų 53% yra ne senesni nei 5-7 metai.

Buvo rasta ir išnagrinėta viso 27 moksliniai straipsniai apie vibracijos ir pratimų su vibracija (neįskaitant Neurac) laisvo kybojimo pratimų terapijos poveikį griaučių raumenų sistemos lėtiniam skausmui ir funkciniais rodikliais, iš jų 48% yra ne senesni nei 5-7 metai.

Buvo išanalizuota 22 sisteminės apžvalgos, iš jų 73% yra ne senesnės nei 5-7 metai.

*G. Kirkesola yra Neurac metodo bei Redcord S-E-T (Sling Exercise Therapy) metodo pagrindinis kūrėjas. Remiantis Redcord AS puslapyje teikiama informacija, Neurac metodas buvo integruotas į S-E-T nuo 2004 metų, o nuo 2007 metų Neurac pakeitė S-E-T metodą Redcord AS organizuojamuose kursuose.

3. LITERATŪROS APŽVALGA

3.1. Griaucių raumenų sistemos lėtinio skausmo poveikis centrinei nervų sistemai ir motorinei kontrolei

3.1.1. Lėtinio griaucių raumenų skausmo poveikis centrinei nervų sistemai

Dauguma kūno audinių geba įspėti centrinę nervų sistemą (toliau – CNS) apie (tariamą) pavojų, ir generuoti veikimo potencialus, kurie bus interpretuojami smegenų kaip skausmas. Esant griaucių raumenų sistemos skausmui, tai atlieka nociceptoriai, esantys odoje, raumenyse, sausgyslėse, raumenų fascijoje, menisko dalyse, raiščiuose, sąnarių kapsulėse bei osteochondrinėje kaulo dalyje. Nervų sistema gali pati generuoti skausmą, vadinamą neuropatiniu, kuris neįeina į šio darbo mastus. Pagal Tarptautinės skausmo tyrimo asociacijos apibrėžimą, skausmas yra nemalonus jutiminis ir emocinis potyris, susijęs su esamu ar tariamu kūno audinių pažeidimu [13]. Skausmo suvokimas paprastai yra susijęs su uždegimu – sudėtingu somatosensorinės, imuninės, neuronų, autonominės bei kraujagyslių kraujotakos sistemos atsaku į audinių pažeidimus, patogenus ar dirgiklius [14]; jis yra visada subjektyvus ir priklauso nuo individo fiziologijos bei emocinės ir kognityvinės būklės [15].

Lėtinis skausmas trunka ilgiau, nei įprasta patiriant ūmų pažeidimą ar ligą, tai skausmas, pasikartojantis mėnesių arba metų eigoje [16]. Skausmas, besitęsiantis ilgiau nei 3 mėnesius, gali būti vadinamas lėtiniu [17]. Pagal siūlomą Tarptautinės skausmo tyrimo asociacijos klasifikaciją, pats lėtinis skausmas gali būti pripažintas liga, t.y., lėtinis skausmas gali egzistuoti be kūne nustatyto pažeidimo. Skiriamas pirminis ir antrinis griaucių raumenų sistemos skausmas.

Pirminis griaucių raumenų sistemos skausmas jaučiamas raumenyse, kauluose, sąnariuose arba sausgyslėse ir apibūdinamas (1) dideliu emociniu kentėjimu (pvz., nerimu, pykčiu, neviltimi, depresija) arba funkcinė negalia (negalėjimas dalyvauti kasdienio gyvenimo veiklose, sumažėjęs dalyvumas) ir (2) tiesioginių sąsajų su žinomu ligos arba pažeidimo procesu neturėjimu. Tokio skausmo pavyzdys yra lėtinis nespecifinis apatinės nugaros dalies arba kaklo skausmas.

Antriniam griaucių raumenų skausmui priskiriamos įvairios skausmingos būklės, atsirandančios ne tik dėl nocicepcijos griaucių raumenų audiniuose, bet ir dėl gilių somatinių pažeidimų. Pagrindinės antrinio griaucių raumenų sistemos skausmo priežastys yra:

(1) lėtinės vietinės arba sisteminės uždegiminės ligos, kurias gali sukelti infekcija, kristalų nusėdimas arba autoimuniniai ir autouždegiminiai procesai (pvz. reumatologinės ligos, podagra);

(2) vietiniai struktūriniai griaučių raumenų sistemos pokyčiai (pvz., osteoartrozė, spondiliozė, lėtinis potrauminis skausmas); ir

(3) nervų sistemos ligos, kurios savaime nėra raumenų ir kaulų sistemos ligos, bet gali sukelti raumenų ir kaulų sistemos problemų (pvz., Parkinsono liga, išsėtinė sklerozė).[18]

Fibromialgija išskiriama į atskirą skausmo porūšį, vadinama lėtiniu plačiai plintančiu skausmu ir nepriskiriama prie griaučių raumenų sistemos skausmo[18], šiame darbe jos nenagrinėsime.

Pirminis ir antrinis griaučių raumenų skausmas gali egzistuoti kartu[19].

Lėtinio skausmo etiologija – tai biologinių, psichologinių ir socialinių veiksnių tarpusavio sąveika [20]. Yra iki šiol neaišku, ar lėtinis skausmas yra skausmo sistemos disfunkcija, besitęsiantis klaidingas pavojaus signalas, modernaus gyvenimo artefaktas, ar jų kombinacija [21]. Skausmas yra sudėtingas biopsichosocialinis fenomenas, kurio supratimas ir gydymas iki šiol nepakankami. Šiuolaikinis lėtinio skausmo gydymas yra paremtas biopsichosocialiniu modeliu. Yra įrodyta, kad tarpdisciplininio multimodalinio skausmo gydymo programos efektyviai gerina pacientu su lėtiniu skausmu gyvenimo kokybę ne tik gydymo metu, bet ir jam pasibaigus. Tokios programos įtraukia kognityvinės elgesio terapijos metodus, pratimus, gydymą vaistais bei pacientų mokymą [22].

Fiziniai pratimai yra svarbi lėtinio skausmo gydymo komponentė, ir tinkamai parinkti pratimai mažina lėtinį skausmą, gerina fizinę funkciją [23] ir nuotaiką [24], mažina antrinių sveikatos problemų, pvz. širdies kraujagyslių ligų, medžiagų apykaitos ligų, kaulų ligų, neurodegeneracinių ligų, riziką [25]. Pratimai turi aiškų hipoalgezijos efektą sveikiems asmenims, tačiau lėtinį skausmą patiriantiems pacientams šis efektas pasireiškia ne visada: skausmas ir jautrumas skausmui gali mažėti, gali nepasikeisti ir net padidėti. Manoma, kad sutrikęs pratimų hipoalgezijos efektas yra būdingas asmenims su pasikeitusiu skausmo apdorojimu CNS, t.y. centrine sensitizacija [26]. Esant lokalizuotam skausmui, net ir esant centrinei sensitizacijai, atlikdami pratimus, žmonės patiria pratimų hipoalgezinį efektą, mankštindami neskausmingas, toliau esančias kūno vietas. Skausmo didėjimas atliekant pratimus gali būti pagrindinis trukdis fizinei veiklai, sukuriant užburtą ratą, kai fizinis pasyvumas lems fizinės būklės blogėjimą, o tai vės prie ilgalaikio skausmo ir negalios didėjimo.

Nuolatinis ūmus skausmas sukelia neuronų pertvarkymą tiek periferijoje, tiek nugaros ir galvos smegenyse, ir tai lemia centrinės sensitizacijos atsiradimą. Pagal Tarptautinės skausmo tyrimų asociacijos apibrėžimą, „centrinė sensitizacija yra padidėjęs nociceptinių neuronų centrinėje nervų sistemoje reagavimas į normalią įvestį arba/ir reagavimas į paprastai subslenkstinę aferentinę įvestį“ [27]. Centrinė sensitizacija yra neuroplastinis reiškinys, kuris gali keistis greitai ar lėtai priklausomai nuo organizmo būklės [28]. Centrinė sensitizacija laikoma pagrindiniu lėtinio skausmo atsiradimo mechanizmu; lėtinis skausmas yra dalinai palaikomas centrinės sensitizacijos procesų [29].

Dėl pastovios nocicepcijos „vyksta smegenų struktūros ir funkcijos pokyčiai sumažėjus skausmingų nervinių impulsų moduliavimui, padidėjus skausmo signalus perduodančių nervinių ląstelių jaudrumui bei jautrumui, bei sustiprėjus ryšiui tarp periferijos ir centrinės nervų sistemos ląstelių. Periferinis ir centrinis jautrinimas sukelia perdėtą atsaką į skausmingus dirgiklius (hiperalgezija) bei skausmą, reaguojant į paprastai neskausmingus dirgiklius (alodinija), tokiu būdu atsiranda nuolatinis lėtinis skausmas, nepriklausomas nuo pradinės skausmą sukėlusios priežasties. Nusileidžiančių serotonerginių ir noradrenerginių moduliavimo takų disfunkcija sukelia disbalansą tarp slopinančių ir žadinančių skausmą signalinių takų centrinėje nervų sistemoje. Laikui bėgant, padidėjęs jautrumas skausmui taip pat sukelia struktūrinius smegenų pokyčius, kurie neleidžia lėtiniam skausmui išnykti“ [30]. Tokiu būdu, besikartojantis neuronų stimuliavimas formuoja stipresnį ir greitesnį smegenų atsaką, esant tokiai pačiai stimuliacijai ateityje, kuriant smegenų „skausmo atmintį“. Centrinę sensitizaciją mechaniškai sukuria ir palaiko nervų sistemos uždegimas per citokinus, chemokinus bei kitų neuroglijos mediatorius, cirkuliuojančius smegenų skystyje [29]. Centrinė sensitizacija gali būti palaikoma periferinės įvesties, o gali būti palaikoma centrinių komponentų, taip pat ji gali būti mišri. Jei centrinė sensitizacija yra palaikoma periferinės įvesties, lokalus skausmo gydymas gali būti sėkmingas [26].

Nijs ir kt., 2016 [31] mano, kad esant lėtiniam nugaros skausmui, sausgyslių problemoms, pečių skausmui, osteoartritui, reumatoidiniam artritui, skausmui po vėžio gydymo, lateraliniam epikondilitui tik mažuma pacientų turi dominuojančią centrinę sensitizaciją. Lluch ir kt., 2014 [32] nustatė, kad tarp sergančių osteoartritu 30 proc. turi reikšmingų centrinės sensitizacijos požymių. Reikšmingų centrinės sensitizacijos požymių turi peties ankštumo sindromas ir hemipleginio peties skausmas [33], tačiau neturi lėtinis peties griaučių raumenų skausmas (išskyrus individualius atvejus) [34]. Yra stiprių įrodymų, kad pacientai su lėtiniu kirčio traumos sindromu turi reikšmingų

centrinės sensitizacijos požymių [35], o pacientai su lėtiniu idiopatiniu kaklo skausmu turi jų žymiai mažiau [36]. Almeida ir kt., 2021 [37] nustatė, kad pacientai su apatinės nugaros dalies skausmu ir didesne centrinės sensitizacijos rizika turi blogesnius fizinio pajėgumo testų rezultatus, didesnę skausmą, didesnę kineziofobiją ir skausmo katastrofiškumą bei žemesnę gyvenimo kokybę, palyginus su pacientais su mažesne centrinės sensitizacijos rizika. Įrodyta, kad tokie psichologiniai veiksniai, kaip depresija ir nerimas, per centrinės sensitizacijos mechanizmą veikia skausmo intensyvumą [38].

Svarbu, kad lėtinio griaučių raumenų sistemos skausmo diagnostika apimtų lėtinio skausmo dominuojančio (periferinio ar centrinio) mechanizmo nustatymą. Tai gali būti pasiekta kruopščiai atliekant klinikinį ištyrimą, kiekybinį sensorinį testavimą (dažniausiai matuojama tokiais kiekybiniais rodikliais, kaip spaudimo skausmo slenkstis, sąlyginė skausmo moduliacija bei laiko sumacija) bei naudojant validuotus kokybinio vertinimo klausimynus [39]. Nustačius centrinės sensitizacijos buvimą pas pacientą, kineziterapijos specialistams rekomenduojama susikonsultuoti į galvos smegenų procesus, naudojant „iš viršaus į apačią“ mechanizmus [31]. Pirmasis centrinės sensitizacijos gydymo žingsnis dažnai apima skausmo fenomeno paaiškinimą, t.y. skausmo neuroedukaciją. Tai leidžia pacientams suprasti savo būklę ir pagerinti savo įsitikinimus apie skausmą bei skausmo įveikos strategijas [40]. Po šio pradinio etapo rekomenduojamos tokios aktyvios intervencijos, kaip streso valdymas, miego valdymas, bei laipsniškas aktyvumas/pratimų terapija [31].

Skausmo neuroedukacijos tikslas yra pakeisti paciento įsitikinimus apie skausmą, t.y., įtakoti centrinius skausmo mechanizmus per psichologines strategijas. Yra stiprių įrodymų apie neuroedukacijos derinio su pratimais efektyvumą, mažinant skausmą, negalią, žinių apie skausmą ribotumą, skausmo katastrofiškumą, skausmo baimę, nesveikas nuostatas apie skausmą, judėjimo ribojimus bei kreipimąsi į sveikatos priežiūros įstaigas [40]. Leake, Moseley ir kt., 2021 [41] nustatė, kad pacientų, kurių skausmo simptomai po neuroedukacijos pagerėjo, labiausiai vertinami ir įsisavinti neuroedukacijos teiginiai buvo: 1) „Skausmas nereiškia, kad mano kūnas yra pažeistas“; 2) „Mintys, emocijos ir patirtys veikia skausmą“; 3) „Aš galiu pakeisti savo perdėtai saugančią skausmo sistemą“. Iš kitos pusės, yra ir neuroedukacijos praktinio taikymo problemų, pvz., Keen ir kt. 2021 [42] atlikta apklausa parodė, kad pacientams su lėtiniu skausmu skausmo neuroedukacija buvo intelektualiai įdomi, tačiau turėjo abejotiną naudingumą praktiniame gyvenime.

Lėtinis skausmas yra sudėtingas reiškinys, apibūdinamas centrine sensitizacija, neuroplastiškumu, endogeninių mechanizmų pasikeitimu ir kitais procesais, todėl lėtinio skausmo vertinimas vien tik kiekybine skausmo skale yra nelogiškas. Paciento elgesio pasikeitimas yra lemiamas veiksnys sprendžiant apie jo sveikatos statusą [43]. Jeigu, nepaisant skausmo, pacientas galės judėti, mankštintis, įsitraukti ir dalyvauti kasdienio gyvenimo veiklose, jis mažiau kreipsis į sveikatos priežiūros įstaigas. Kroenke ir kt., 2019 [43] lėtiniam griaučių raumenų skausmui vertinti rekomenduoja taikyti kaip minimumą kiekybines skausmo vertinimo skales bei lėtinio skausmo įtakos gyvenimui klausimynus: Brief Pain Inventory (BPI), PEG (Pain, Enjoyment, General Activity), PROMIS Pain Interferenc bei SF-36. Šie klausimynai įtraukia didesnę psichosocialinių veiksnių vertinimą, palyginus su fizinio funkcionavimo klausimynais, ir atspindi šių veiksnių įtaką funkcijai. Fizinio funkcionavimo klausimynuose „objektyviai“ matuojamas „savanoriškas“ elgesys gali būti įtakojamas psichosocialinių faktorių (pvz., nuotaika, dėmesys skausmui, susijusios su skausmu nuostatos ir įsitikinimai), ir dėl to negali būti laikomas „gryna“ fizinio pajėgumo matavimo priemonė [44]. Karayannis ir kt., 2017 tyrime [45] daugumai pacientų, kurių lėtinio skausmo įtakos gyvenimui klausimynų vertinimas pagerėjo, fizinės funkcijos pagerėjimo nebuvo nustatyta.

Praktikoje, vertindami apatinės nugaros dalies lėtinį skausmą, kineziterapeutai dažniausiai taiko kiekybines skausmo skales bei negalios klausimynus, ir nevertina kitų svarbių pacientams gyvenimo sričių, pvz., skausmo įveikos gebėjimai, miego kokybė, psichologinė būklė, galimybė dirbti ir pan. [46] Verbrugghe ir kt., 2020 [47] nustatė, kad pacientų su nespecifiniu apatinės nugaros dalies skausmu negalios ir skausmo rodikliai nebuvo nesusiję su liemens raumenų jėga bei aerobiniu pajėgumu. Taigi, kineziterapeutams svarbu naudoti ir objektyvius kineziterapijos efektyvumo vertinimo rodiklius lygiagrečiai su pacientų anketavimo priemonėmis (angl. *patient related outcome measures*). Nėra duomenų apie tai, ar kineziterapeutai taiko centrinės sensitizacijos matavimo instrumentus su tikslu nustatyti, kokie skausmo mechanizmai dominuoja pas pacientą: centrinis ar periferinis. Tai turėtų būti vertinga informacija. Pvz., yra įrodymų, kad bendri nuo žemo iki vidutinio intensyvumo pratimai ilgesniu periodu labiau tinka pacientams su dominuojančiu centriniu lėtinio skausmo mechanizmu, o intensyvūs specifiniai pratimai trumpesniu periodu gali būti naudingi pacientams su periferiniu skausmo mechanizmu [48].

Matome, kad lėtinio skausmas turi daugybę dimensijų, todėl lėtinio skausmo gydymo rezultatai turėtų būti matuojami remiantis skausmo biopsichosocialiniu modeliu, taip pat tai turi būti daroma ne tik iš karto po atliktos terapijos, trūkusios kelias savaites, bet vidutiniu bei ilguoju

laikotarpiu. Be to, kadangi skausmas formuoja centrinėje nervų sistemoje „skausmo atmintį“, kurią yra sudėtinga pakeisti laikui bėgant, labai svarbu dėti pastangas, mažinant lėtinio skausmo atsiradimo tikimybę. Praktikoje tai yra pasiekama agresyviai gydant ūmaus skausmo epizodus, pasitelkiant multimodalinius skausmą malšinančius metodus, kuriais taikomasi į periferinius ir centrinius skausmo mechanizmus, o taip pat į psichologinius rizikos faktorius, galinčius įtakoti lėtinio skausmo atsiradimą [49]. Nijs ir kt., 2015 [50] nuomone, pratimų terapija taip pat turi būti nukreiptą į paciento „skausmo atminties“ pakeitimą.

Išnagrinėjus lėtinio griaučių raumenų skausmo sampratą, galima padaryti šias išvadas:

- Lėtinis griaučių raumenų skausmas yra sudėtingas biopsichosocialinis fenomenas, kuris gali reikalauti multidisciplininio, multimodalinio bei individualiai pritaikyto gydymo.
- Nuolatinis skausmas sukelia neuroplastinius pokyčius centrinėje nervų sistemoje, formuodamas „skausmo atmintį“.
- Lėtinis griaučių raumenų skausmas gali turėti centrinius ir periferinius skausmo mechanizmus, kuriuos reikia įvertinti, norint parinkti efektyvų gydymą.
- Vertinant lėtinio skausmo gydymo efektyvumą kineziterapijos priemonėmis, svarbu įvertinti psichosocialinius veiksnius, galinčius turėti įtakos paciento skausmui ir negaliai.

3.1.2. Lėtinio griaučių raumenų skausmo poveikis motorinei kontrolei

Skausmas sukelia daugybę motorinių adaptacijų: nuo subtilių motorinių kompensacijų atliekant užduotį iki visiško skausmingų judesių ir (arba) veiklos išvengimo [51]. Reikia pažymėti, kad vienais atvejais šios adaptacijos yra apsauginės ir yra pateisinamos, kitais atvejais – yra netinkama adaptacija, kuri gali išprovokuoti antrinio lėtinio skausmo atsiradimą [52].

Skausmas veikia judesį pradedant refleksais ir baigiant sąmoninga veikla. Pvz., pojūčių apdorojimas ir sąlyginių refleksų formavimasis vyksta žievinėse struktūrose. Remiantis Pavlovo sąlyginio reflekso teorija, bijodamas patirti skausmą, pacientas bandys nenaudoti skausmingos kūno dalies ir/arba vengs tam tikrų judesių/veiklos. Susiformavęs sąlyginis refleksas gali išnykti, jei vienu metu arba greitai vienas po kito vyks du įvykiai: (1) baimės asociacija bus tuo metu aktyvi; (2) įvedamas naujas neskausmingas dirgiklis [53].

Skausmo baimė sąlygoja ne tik momentinio reflekso atsiradimą, bet skausmo vengimo elgesį, sąlygojanti dar didesnį neįgalumą. Skausmo vengimo elgesys atsiranda, kai baimė patirti skausmą persveria kitus gyvenimo tikslus, ir tampa prioritetu. Manoma, kad galima išmokyti slopinančių skausmą reakcijų, kai skausmo vengimo elgesio atsisakoma ir asmuo yra veikiamas dirgiklių ir situacijų, kurių anksčiau buvo vengta [54]. Tokios ekspozicijos (angl. *exposure*) terapijos metu atsiranda naujos grėsmės nekeliančios asociacijos su sąlyginiais stimulais, kurios vėliau gali tapti nusistovėjusios laike ir kontekste [55]. Deja, priešingai nuo skausmo baimės atsiradimo, su skausmu susijusios baimės išnykimas yra trapus, priklausomas nuo konteksto ir nenusistovi lengvai naujose situacijose [54].

Moseley ir kt., 2004 [56] atliko tyrimą, ar nugaros skausmo nujautimas gali sąlygoti nugaros problemas. Jo rezultatai parodė, kad jei pacientas bijo judesio, galinčio sukelti skausmą, vien tai gali turėti didžiulę neigiamą įtaką raumenų darbui. Taigi, norint atstatyti normalų raumenų darbą, svarbu mažinti skausmą visomis turimomis priemonėmis.

Lėtinis skausmas sukuria judesio disfunkciją, kuri yra apibūdinama kaip ilgalaikis netinkamas motorinis elgesys, esant lėtiniam skausmui, nujaučiant skausmą arba esant susiformavusiam įpročiui, nepaisant skausmo palengvėjimo [57]. Ši disfunkcija yra skausmo pasekmė, o ne skausmą sukeliančių ligų simptomas. Tradiciškai tokia disfunkcija yra gydoma akcentuojant motorinio vykdymo procesus (neuroraumeninės facilitacijos technikos, funkcinė treniruotė, motorinio vykdymo proceso atstatymas, pvz. jėgos treniruotė). Tačiau motorinis vykdymas yra tik sudėtinė motorinės kontrolės procesų dalis.

Šiuolaikinis motorinės kontrolės supratimas apima santykinai aiškiai apibrėžtus sensorinius-percepcinius, pažintinius, psichologinius ir motorinius procesus, kurių kiekvienas turi numanomą nervinį pradmenį ir grindžia specifinius į tikslą nukreiptų judesių aspektus, įskaitant veiksmų pasirinkimą, planavimą, vykdymą ir adaptaciją [57].

Motorinė kontrolė įraukia du mechanizmus: prognostinio ryšio (angl. *feedforward*) kontrolė ir grįžtamojo ryšio (angl. *feedback*) kontrolė. Prognostinio ryšio kontrolės dėka mes parenkame tinkamą judesį bei jo parametrus. Jei šis ryšys yra sutrikęs, gali būti parinktas netinkamas judesys, arba jo atlikimo parametrai nebus optimalūs. Grįžtamojo ryšio kontrolės mechanizmas remiasi sensorine informacija apie atliktą judesį, turint tikslą koreguoti esamus tuo metu atliekamus judesius ir pateikti informaciją prognostinio ryšio kontrolės mechanizmui būsimiems judesiams atlikti.

Sutrikęs grįžtamojo ryšio mechanizmas gali refleksiniu būdu moduluoti raumenų aktyvumą, mažinti veiksmo koregavimą jo atlikimo metu arba keisti paskesnius judesius prognostinio ryšio mechanizmo dėka. Kantak ir kt., 2019 [57] žemiau esančioje lentelėje apibendrina motorinės kontrolės procesus bei skausmo poveikį kiekvienam iš jų.

1 lentelė. Lėtinio skausmo poveikis motorinės kontrolės procesams (*Kantak ir kt., 2019 [57]*).

Motorinės kontrolės procesas	Dalyvaujančios sistemos (sensorinė percepcinė, kognityvinė, psichologinė, motorinė)	Neuroanatominis pagrindas	Skausmo poveikis motoriniam elgesiui
Jutimas ir percepcija	Sensorinė percepcinė: atitinkama užduotis ir aplinkos stimuli	Pirminė ir antrinė sensorinė žievė, sensorinės asociacijos sritys	Nepakankama taktilinių, proprioceptinių, ir regos jutimų integracija
Tikslo pasirinkimas ir ketinimas	Kognityvinė: dėmesys, susijaudinimas, motyvacija, pastangos. Psichologinė: emocinė būklė, nuotaika	Prefrontalinė, parietalinė, pakaušinė asociacijos žievės, limbinė sistema	Pasirinktas tikslas gali būti ne pats veiksmingiausias užduoties sėkmei - skausmas gali sutrikdyti sprendimo priėmimą bei dėmesį
Pasirinktas tikslas	Kognityvinė: motyvacija, sustiprinimu paremtas veiksmo pasirinkimas. Psichologinė: nuotaika įtakoja veržlumą	Premotorinė žievė, bazalinių ganglijų grandinės (motorinė, vykdomoji, emocinė)	Gali būti pasirinkti neefektyvūs veiksmai. Skausmas arba skausmo baimė efektyviausio veiksmo metu gali veikti kaip "bausmė" sumažinant tikimybę jį pasirinkti ateityje.
Veiksmo planavimas	Kognityvinė: atlikimo sekos ir laiko planavimas per prognostinį ryšį. Motorinė: interaktyvūs sukimo momentai	Premotorinė žievė, smegenėlės, parietalinė žievė	Skausmas gali sąlygoti nenormalią interaktyvių sukimosi momentų seką ir laiką – sukeliant kompensacinių judesį
Veiksmo atlikimas	Motorinė: jėgos užprogramavimas ir raumenų sinergija	Motorinė žievė	Lėtesni neefektyvūs judesiai su prasta kinematika; jėgos generavimo trūkumas išlieka atliekant užduotį
Atgalinio ryšio apdorojimas	Sensorinė percepcinė: veiksmo metu atliekama korekcija	Užpakaliniai nugaros smegenų laidai, šoniniai ir priekiniai nugaros smegenų laidai, pirminė motorinė žievė ir sensorinė asociacijos žievė, smegenėlės	Nepakankama judesio korekcija ir/arba atsakas į jutiminį atgalinį ryšį.
Rezultatų apdorojimo žinojimas	Kognityvinė: motyvacinės sistemos, klaidomis paremtos sistemos, sustiprinimo sistemos	Regos-klausos sistemos, bazaliniai ganglijai, smegenėlės	Klaidos ir sustiprinimas įtakojami rezultatų žinojimo

Motorinės kontrolės sutrikimai gali būti apibūdinami tokiais apsauginėmis adaptacijomis kaip:

- Raumenų aktyvumo perskirstymas stabilumui užtikrinti, pvz., esant nugaros skausmui [58], kaklo skausmui [59] ir kelio osteoartritui [60];
- Raumenų aktyvumo perskirstymas raumens viduje bei tarp raumenų, siekiant pakeisti krūvio pasiskirstymą struktūrose [61] arba pakeisti jėgos kryptį [62];
- Mažesnė judesių įvairovė, siekiant sumažinti klaidos galimybę [63, 64, 65];
- Krūvio, tenkančio galūnei, sumažėjimas [66];
- Sumažėjusi jėga/judesio amplitudė [67];
- Padidintas judesys gretimuose sąnariuose, kuris kompensuoja sumažėjusį judesį pažeistoje vietoje [68,69];
- Raumenų aktyvumo perskirstymas toliau nuo skaudančios vietos [70];
- Negalėjimas perskirstyti raumenų aktyvumą esant nuovargiui (sveiki žmonės perskirsto raumenų aktyvumą esant nuovargiui) [69].

Lėtinio skausmo sukeltos adaptacijos gali sąlygoti paskesnį audinių pažeidimą ir skausmą priklausomai nuo audinių patiriamo krūvio dydžio, dažnumo bei konkrečių audinių savybių. Pvz., apatinės nugaros dalies skausmas gali atsirasti dėl pasikeitusios eisenos po apatinės galūnės pažeidimo [71]. Yra nustatyta, kad pacientai su apatinės nugaros dalies skausmu turi pasikeitusią laikyseną bei pasikeitusį judesio modelį, kurie yra susiję su motorinės kontrolės [72], judesio bei audinių apkrovos sutrikimais [73], kas yra netinkama organizmo adaptacija ir gali išprovokuoti lėtinį nugaros skausmą. Dažnai tokie pacientai turi per aktyvų liemens raumenų susitraukimą (taip vadinamą „perteklinį stabilumą“) [...] ir toks elgesys yra susijęs su propiocepcijos trūkumu (galimai skausmui veikiant raumenų verpsčių proprioceptorius [74]) ir pasikeitusia kūno schema [75, 76, 77].

O'Sullivan, 2005 [78] skirsto pacientus su nespecifiniu apatinės nugaros dalies skausmu pagal skausmo mechanizmą. Pagal O'Sullivan validuotą pacientų su lėtiniu apatinės nugaros dalies skausmu klasifikavimo sistemą, lokalizuoto ir anatomiškai apibrėžto skausmo buvimas, esant specifiniams ir pastoviams mechaniniams skausmo stiprinimo ir lengvėjimo veiksniams, rodo periferinę nociceptinę įvestį (apie 60 proc. visų pacientų); plačiai plintantis skausmas, neįtakojamas mechaninių veiksnių, rodo uždegimo arba centrinės nervų sistemos sukeltą skausmą (apie 30% visų pacientų). Pagal šią sistemą, pacientai su periferiniu mechaniškai sukeltam skausmu skirstomi

į pacientus su judesio sutrikimu, apibūdinamu hipomobilumu bei skausmu (apie 30 proc.), bei pacientus su motorinės kontrolės sutrikimais, kuriems tam tikros krypties judesiai išprovokuoja skausmą (apie 30 proc.). Tokiu būdu, turime apie 60 proc. pacientų su motorinės kontrolės sutrikimais ir judesio baime, kuriuos turėtų teigiamai paveikti Neurac terapija.

Falla ir kt., 2012 [79] mano, kad motorinės kontrolės pagerėjimo laipsnis yra susijęs su simptomų pagerėjimo laipsniu. Iš kitos pusės, Meisingset ir kt., 2016 [80] turi įrodymų, kad tik mažuma motorinės kontrolės kintamųjų turi sąsajų su skausmu ir negalia. De Pauw ir kt., 2018 [81] nustatė, kad motorinės kontrolės sutrikimai turėjo vidutinio stiprumo sąsajų su negalia bei didžiausias sąsajas su skausmu, skausmo vengimo elgesiu bei centrinės sensitizacijos simptomais po 2 mėn. kineziterapijos kurso. Oliveira ir kt., 2018 [82] nustatė, kad pacientų su apatinės nugaros dalies skausmu motorinės kontrolės rodikliai neturėjo sąsajų su skausmo intensyvumu ir negalia po 8 sav. taikytos fizinių pratimų terapijos.

Pratimų terapija gali būti efektyviausia tada, kai ji yra taikoma remiantis tikslaus paciento neuroraumeninės kontrolės vertinimo rezultatais, ir kai ši terapija yra taikoma multimodalinio gydymo kontekste [83]. Nustatyta, kad stuburo motorinės kontrolės pasikeitimai negali būti gerinami jėgos ar ištvermės lavinimu, arba bendru fiziniu aktyvumu [84,85]. Reikalingi metodai, kurie būtų nukreipti į motorinės kontrolės trūkumų ištaisymą ir normalių motorinių strategijų atstatymą [86]. Idealiai, sėkmingas motorinės kontrolės treniravimas turi būti vykdomas be skausmo, kadangi skausmas ir skausmo sąlygotas išsiblaškyimas gali sutrikdyti neuroplastinius pokyčius, atsirandančius lavinant motorinius įgūdžius [87,88]. Be to, jau pirmą kartą pasireiškus skausmo simptomams, turėtų būti skatinamas naujas motorinių įgūdžių lavinimas, kad būtų sumažinta tolesnių nepalankių neuroplastinių pokyčių, atsirandančių dėl skausmo, rizika [86]. Užduoties kartojimų skaičius turi būti ribotas su tikslu minimizuoti tokius veiksnius, kaip nuovargis ir skausmas [86].

Išanalizavus lėtinio griaučių raumenų skausmo poveikį motorinei kontrolei, galima padaryti tokias išvadas:

- Lėtinis griaučių raumenų skausmas įtakoja motorinę kontrolę ir sąlygoja susijusias su skausmu judesio disfunkcijos atsiradimą, kuri gali sukelti antrinį skausmą.

- Motorinės kontrolės disfunkcijos atsiradime dalyvauja nuo žemiausių iki aukščiausių nervinių centrų, įtraukiant sensorinę, motorinę, psichologinę ir kognityvinę žmogaus organizmo sistemas.
- Motorinės kontrolės sutrikimai gali neturėti stiprių sąsajų su lėtinio skausmo intensyvumu ir negalia, todėl kineziterapijos efektyvumas gerinant/atstatant motorinę kontrolę turi būti vertinamas atskirai.
- Motorinės kontrolės atstatymas/treniravimas turėtų būti vykdomas be skausmo, kadangi skausmas trikdo motorinę kontrolę.

3.2. Neurac ištyrimas ir terapiniai aspektai

Neurac metodo pradininko G. Kirkesola teigimu, šiuo metodu „siekiama atgauti normalų funkcinio judesio modelį pacientams, turintiems griaučių raumenų sistemos patologiją, naudojant aukšto lygio neuroraumeninę aktyvaciją, dėl kurios impulsas iš aplinkos per raumenų bei periferinę nervų sistemą keliauja tiesiai į CNS, pranešdamas apie naujo, taisyklingo, judesio modelį. Neurac yra paremtas tyrimais apie pratimus laisvo kybojimo padėtyje vykdant biomechaninių grandinių apkrovą. Be to, remiantis neuromokslu ir klinikiniais tyrimais, šis metodas naudoja vibraciją nerviniam atsakui didinti bei skausmui mažinti“ [89].

Neurac turi šiuos pagrindinius aktyvaus gydymo, atliekamo su Redcord laisvo kybojimo sistema, elementus:

- Laisvo kybojimo pratimai uždaroje kinetinėje grandinėje,
- Kontroliuojama vibracija/perturbacija, taikoma atskiroms kūno dalims,
- Specifinė ir laipsniška pratimų sunkumo progresija,
- Pratimai atliekami be skausmo arba jis nedidėja. [90]

Atlikus biomechaninės grandinės „silpnos grandies“ diagnostiką, atliekamas gydymas. „Silpnoji grandis“ yra suprantama kaip biomechaninės grandinės trūkumas, sąlygojantis disfunkciją griaučių raumenų sistemoje. Neurac metodu pratimų intensyvumo reguliavimas vykdomas didinant ar mažinant kūno svorio palaikymą elastingomis juostomis, tokiu būdu pacientai gali pasiekti pilną judesio amplitudę be skausmo.

Neurac terapija siūloma gydyti:

- Apatinės nugaros dalies skausmą bei dubens skausmą;
- Tokias kaklo ligas, kaip kirčio trauma bei kaklo skausmas, lydimas galvos skausmo;
- Peties ir rankos disfunkcijas, pvz., peties ankštumo sindromas, peties nestabilumo sindromas, lateralinis epikondilitas;
- Apatinių galūnių ligas, pvz., artritas bei patelofemoralinis skausmas [90].

Neurac terapijos pradinis efektas yra atsipalaidavimas ir komforto pajutimas laisvo kybojimo padėtyje. Tai pasiekama mažinant kūno patiriamą gravitacijos jėgą bei trinties jėgas, kas ypač svarbu, esant skausmingiems sąnariams. Laisvo kybojimo pratimų terapija yra naudojama nuo 19 a. pradžios; yra sukaupta reikšminga praktika, taikant ją nusilpusiems pacientams, kurie negebėjo

sutraukti raumenis prieš gravitacijos jėgą. Johnson ir Bonner, 1971 [91] taip aprašo šios terapijos atpalaiduojantį efektą:

“Kai galūnės yra saugiai ir patogiai palaikomos atliekant pratimą, raumenys, kurie yra linkę saugoti nuo galimai skausmingo pasyvaus judesio, yra skatinami atsipalaiduoti. Patiriamas judesio lengvumas laisvo kybojimo padėtyje (lyginamas daugelio pacientu su lengvumu, patiriamu vandenyje) padeda atskirti judesį nuo skausmo ir atpalaiduoja antagonistus. Kadangi daugelis pratimų yra inicijuojami paties paciento, jis jaučiasi kontroliuojantis situaciją, ir baimė, kad terapeutas gali pajudinti galūnę iki skausmingos judesio amplitudės, yra sumažėjusi. [...] Taip pat naudingas faktas, kad tam tikros raumenų grupės gali dirbti, nesukeliant bendro nuovargio, ir pratimai gali būti atliekami su dažnomis poilsio pertraukomis. Atsipalaidavimas palaikomas per lengvą ir ritmingą pratimų atlikimą, kas lengviau pasiekama su atrama laisvo kybojimo padėtyje, negu be atramos. Atsipalaidavimas yra svarbi aktyvių pratimų sudedamoji dalis ir gali būti pagrindinė priežastis laisvo kybojimo pratimų terapijai naudoti.“

Kim, 2016 [92] palygino juosmens raumenų tonusą ir standumą gulint ant pilvo ant stabilaus pagrindo bei laisvo kybojimo padėtyje, ir nustatė, kad juosmens raumenų tonusas ir standumas buvo reikšmingai sumažėję laisvo kybojimo padėtyje net praėjus 10 min nuo kybojimo pradžios, tuo tarpu gulint ant stabilaus pagrindo buvo stebimas raumenų tonuso ir standumo grįžimas prie pradinių reikšmių. Šiuos pokyčius autorius sieja su gravitacijos jėgų poveikiu.

Tradiciškai manyta, kad antigravitacinių raumenų (pvz., tiesiamasis nugaros raumuo, apatiniai pilvo raumenys, didysis sėdmens raumuo, priekiniai ir užpakaliniai šlaunies raumenys) veikla reikalinga kūno vertikalumui palaikyti, tačiau Masani ir kt., 2013 [93] nustatė, kad antigravitacinių raumenų toninę veiklą apsprendžia ne vertikali apkrova, o sąnario sukimo momentas, reikalingas pusiausvyrai palaikyti, taigi, jie veikia esant poreikiui stabilizuoti kūną.

Yra nustatyta, kad vertikali padėtis blogina motorinę kontrolę asmenims su hemiplegija dėl gravitacinių jėgų poveikio, o motorinių užduočių atlikimas horizontalioje padėtyje gerina rezultatus [94]. Darytina išvada, kad pratimai su laisvo kybojimo įranga turi atstatyti/gerinti posturalinę kontrolę dėl antigravitacinių raumenų aktyvavimo ir gravitacinių raumenų veiklos mažėjimo.

Motorinė kontrolė yra gebėjimas stabilizuoti bei judinti kūną erdvėje. Su Neurac diagnozuojami ir gydomi kaip statinės kontrolės sutrikimai, taip ir judesio sutrikimai miofascijinių grandinių ribose. Pirmas žingsnis yra lokalių raumenų sistemos veikimo tikrinimas per neutralios

pozicijos išlaikymo testą. Jei yra aptinkamas šios sistemos sutrikimas (vertinama judesio amplitudė, judesio kokybė (disociacija), skausmas bei raumenų ištvermė), pradedamas gydymas statiniu šios raumenų grupės susitraukimu, pradedant panašia į testą pozicija.

Jei pacientas išlaiko neutralios pozicijos testą, pereinama prie kito etapo, testuojant lokalių ir globalių raumenų integruotą veiklą per skirtingus ir įvairios apkrovos judesius miofascijinėse grandinėse, taip pat vertinant skirtumus dešinėje ir kairėje kūno pusėse. Miofascijinės grandinės sąvoka remiasi prielaida, kad raumenys kūne neveikia kaip atskiri vienetai, o yra visą kūną apimančios fascijų sistemos dalis. Apkrovos perdavimo tarp raumenų galimybė leidžia naudoti ištisas miofascijines grandines griaučių raumenų sistemos diagnostikoje bei gydyme. Pagal Myers, 2013 [95], esant bet kokiam sutrikimui, trikdančiam optimalų jėgų paskirstymą miofascijinėje grandinėje, toliau esantis segmentas ir atskiros struktūros patirs per didelį mechaninį krūvį, kuris sukels per didelę apkrovą ir tam tikrus simptomus, dažniausiai skausmą ir sutrikusias funkcijas. Pvz., esant peties skausmui, blogėja peties sąnario propriocepcija, ir tai lemia sutrikusią liemens ir apatinių galūnių koordinaciją [96]. Ir atvirkščiai, liemens raumenų treniravimas, naudojant nestabilius, uždaro kinetinės grandinės judesius, gali gerinti maksimalų metimo greitį [97].

Kadangi fascija gali perduoti įtempimo jėgą, turi proprioceptorių bei nociceptorių, miofascininių meridianų egzistavimas gali sąlygoti sutrikimus ir skausmą, kuris plečiasi iki tolimų anatominių struktūrų [98]. Miofascijinio skausmo sindromams būdingas atspindžio skausmas, miofascijiniai trigeriniai taškai, reikšmingi autonominės nervų sistemos pokyčiai. Miofascijiniai trigeriniai taškai yra būdingi raumenims, esantiems pastovaus susitraukimo būsenoje, kas sukelia judesio per sąnarius ribojimus [99]. Atlikus Neurac diagnostiką, galima išsiaiškinti, kurioje miofascijinės grandinės vietoje slypi problema, kuri gali būti miofascijinės kilmės, pvz. raumenų disbalansas.

Suradus silpnąją grandį, pereinama prie gydymo, kuris pradedamas padėtimi, kurioje pacientas atlieka judesį koordinuotai ir be skausmo. Pratimai kartojami, kol galima didinti krūvį, kol ne sukeliamas skausmas, pratimas atliekamas taisyklingai arba pacientas nepavargsta ar nori nutraukti pratimą. Pratimai kartojami 4-6 kartus su 1-2 min pertraukomis. Nedidelis kartojimų skaičius atitinka jėgos treniravimo principus. Submaksimalus raumenų aktyvavimas leidžia atlikti pasikartojančias užduotis su mažesnėmis pastangomis, atitolinti nuovargį ir užduoties neįvykdymą [100]. Tai ypač svarbu pacientams su alinančiu lėtiniu skausmu.

Nustatyta, kad „raumenų skausmas [...] mažina maksimalų valingų susitraukimų laiką ir ištvėrę submaksimalių susitraukimų metu; be to, raumenų skausmas sukelia adaptyvų koordinacijos pasikeitimą atliekant dinامينius pratimus“ [101]. Jei pacientui nepavyksta atlikti judesį bei pasiekti pilną judesio amplitudę dėl skausmo ar kitų priežasčių, Neurac terapeutas naudoja perturbaciją, atliekama manualiai arba Redcord stimula įrenginiu, kuri turi nuskausminimo ir papildomo raumenų aktyvavimo efektą.

Tradiciškai reabilitacijoje perturbacija yra naudojama pusiausvyros treniravimui, siekiant pagerinti pusiausvyros atstatymo kontrolę per atgalinio ryšio mechanizmą, gerinant sąnarių dinaminį stabilumą. Nestabilumą teikiančių įrenginių naudojimas skatina vienalaikį agonistų-antagonistų susitraukimą bei trumpina laiką tarp raumenų susitraukimo, tai sąlygoja sąnarių kompleksų stabilumą ir apsaugą [102].

Vibracija yra perturbacijos rūšis, kurios tikslas taip pat yra iššaukti tam tikrus kūno padėties adaptacijas, naudojant išorinę proprioceptinę įvestį. Reabilitacijoje naudojama kaip viso kūno vibracija, taip ir atskirų kūno dalių, siekiant pagerinti jų motorinę ir statinę kontrolę.

Aukšto dažnio (>100 Hz) mechaninė vibracija sukelia raumens toninį vibracinį refleksą [103], kuris pasireiškia ilgalaikiu raumens, kuriam taikoma vibracija, susitraukimu. Toniniam vibraciniam refleksui sukelti reikalinga taikyti vibraciją tiesiogiai raumeniui [104], be to, jis turi būti nesusitraukęs [105]. Toniniam vibraciniam refleksui yra būdingas sinchronizacijos fenomenas: motorinių vienetų pajungimas į darbą yra sinchronizuojamas su vibracijos dažniu [106]. Sinchronizacija vyksta arba dėl didesnio motorinių vienetų įtraukimo į darbą per nervinius mechanizmus, arba didinant raumenų jėgą [107].

Neurac metodo rekomenduojamas vibracijos dažnis yra 30-50 Hz [90], be to, ji taikoma netiesiogiai per virves, ir raumenys gali būti valingai susitraukę. Netiesioginė vibracija paprastai taikoma per platformą kojoms arba įrangą rankoms ir paprastai vadinama „viso kūno vibracija“ (angl. *whole body vibration*). Taikant netiesioginę vibraciją paprastai naudojamas 25-45 Hz dažnis, 2-10 mm amplitudė su pastoviu 3-5 min poveikiu arba 30-60 s vidutiniu poveikiu [104]. Taigi, Neurac vibracijos poveikį galima lyginti su netiesiogine vibracija, taikoma visam kūnui arba jo dalims.

Iki šiol nėra galutinai išsiaiškintas netiesioginės vibracijos veikimo mechanizmas. Jį galima paaiškinti raumens prisiderinimo teorija [108], kuri teigia, kad raumenų susitraukimas esant

vibracijai yra proporcingas išoriniams trukdžiams. Taigi, tai yra kūno adaptacija siekiant išlaikyti padėtį esant perturbacijai.

Vibracijos teigiamą efektą skausmui lemia:

- 1) reikšmingas raumenų skaidulų aktyvavimas [109, 110];
- 2) proprioceptorių funkcijos, reikalingos stabilumui palaikyti, gerinimas [111, 112];
- 3) skausmo slopinimas per skausmo vartus, kuomet aktyvuojamos didelės A-β tipo nervinės skaidulos ir slopinamos mažos perduodančios skausmą į CNS A-δ arba C tipo skaidulos [113, 114, 115, 116].

Dong ir kt., 2019 [117] atliko sisteminę atsitiktinių kontroliuojamų bandymų apžvalgą ir metaanalizę su tikslu nustatyti pratimų su viso kūno vibracija poveikį lėtiniam griaučių raumenų skausmui. Jie padarė išvadą, kad pratimai su viso kūno vibracija yra susiję su reikšmingu lėtinio griaučių raumenų skausmo simptomų pagerėjimu, ir geriausias efektas pasiekiamas ilguoju laikotarpiu.

Griaučių raumenų skausmas yra pats dažniausias, tačiau ignoruojamas nemotorinis Parkinsono ligos simptomas [118]. Parkinsono liga sergantys pacientai kenčia nuo apatinės nugaros dalies lėtinio skausmo, stuburo deformacijų, artrito bei kitų ligų. Nustatyta, kad viso kūno vibracija, kombinuota su pratimais, turi reikšmingą trumpalaikį efektą Parkinsono liga sergančių pacientų motorinei kontrolei, kasdieniam gyvenimui bei statinei pusiausvyrai [119].

3.3. Neurac metodo poveikis funkciniais rodikliais, esant apatinės nugaros dalies ir kaklo lėtiniam skausmui

3.3.1. Laisvo kybojimo pratimų poveikis stuburo stabilizavimui bei skausmui

Pagal Panjabi stuburo stabilumo modelį, stuburo stabilumo sistemą sudaro aktyvioji posistemė (raumenys), pasyvioji posistemė (sąnariai ir raiščiai) bei valdančioji (nervų) posistemė. Pasyvioji stabilizavimo sistema yra ypatingai svarbi ribojant judesį jo pabaigos fazėse įsitempiant jungiamųjų audinių struktūroms. Tačiau didžiausią laiko tarpą stuburas, sąnariai ir lokalūs stabilizuojantys raumenys yra neutraliose pozicijose, kuriose jų funkcinis aktyvumas yra nedidelis. Nesant pakankamam funkciniam pasyviosios posistemės aktyvumui, neutralioje zonoje jos funkciją perima

aktyvioji posistemė, t.y. paviršiniai raumenys mobilizatoriai, generuojantys didelius sukimo momentus, kurie gali sukelti sąnarių stabilizacinės sistemos sutrikimus.

Viena iš lėtinio nespecifinio apatinės nugaros skausmo pagrindinių priežasčių yra funkcinis nestabilumas tarpsegmentiniame lygyje [120, 121]. Užpakaliniai stabilizuojantys raumenys, ypač gilieji juosmens dauginiai raumenys, atlieka svarbų vaidmenį palaikant tarpsegmentinį funkcinį stabilumą [122, 123, 124, 125]. Dauginiai raumenys dalyvauja reguliuojant juosmens lordozę, kontroliuoja rotaciją bei šoninį lenkimą. Po vieno sekinančio nugaros skausmo epizodo juosmens dauginio raumens funkcija dažnai sutrinka ties segmentiniu lygiu [126] dėl artrogeninio raumenų slopinimo. Artrogeninis raumenų atsakas yra raumenų, supančių sąnarį, nuolatinė refleksinė reakcija po sąnario išsitempimo ar struktūrų pažeidimo [127]. Artrogeninis raumenų slopinimas yra ribojantis veiksnys sąnarių pažeidimo reabilitacijoje; motorinių vienetų rekrutavimas gali būti sutrikęs dėl nefunkcionalios gama verpsčių sistemos [128]. Gama motoneuronai reguliuoja tempimo refleksą stiprumą, derinant esančių raumenų verpstės intrafusinių skaidulų įtempimo lygį kaip atsaką į dirgiklį; šis mechanizmas yra alfa motoneuronų aktyvumo pagrindas ir padeda reguliuoti raumenų ilgį bei tonusą [129]. Manoma, kad artrogeninį slopinimą sukelia sąnarių jutimo receptorių iškrova dėl tokių veiksnių kaip patinimas, uždegimas, sąnarių laisvumas ir sąnarių aferentų pažeidimas [130].

Juosmens dauginio raumens disfunkcija gali leisti stuburo segmentams išeiti iš neskausmingos zonos [125]; dėl to didėja pakartotinio pažeidimo rizika, galimas tolesnis motorinės kontrolės sutrikimas ir artrogeninis raumenų slopinimas, dėl kurio atsiranda lėtinė skausmo būseną [131]. Analogiškai, gilieji kaklo raumenys kontroliuoja kaklo segmentinius judesius. Lėtinis kaklo skausmas pavėlina giliųjų kaklo raumenų aktyvumą, dėl ko atsiranda pakartotinos stuburo struktūrų mikrotraumos ir dirginimas, ir tai blogina skausmo simptomus [132].

Pacientai, patiriantys lėtinį apatinės nugaros dalies skausmą, turi žymių propriocepcijos ir pusiausvyros deficitų, kas sąlygoja liemenį stabilizuojančių raumenų silpnumą, tokiu būdu bloginant neuroraumeninę koordinaciją ir kontrolę [133]. Propriocepcijos suteikiamas atgalinis ryšys, ypač iš paravertebraliųjų raumenų verpsčių, stipriai veikia liemens posturalinę kontrolę [134, 135]. Raumenų verpstės tradiciškai buvo laikomos motorinės kontrolės atgalinio ryšio reguliavimo sistema (jautrus tempimui organas), tačiau pastaraisiais metais pripažįstama šio organo svarba kaip prognostinio ryšio elemento [136]. Prastai veikiantis atgalinis ryšys trikdo prognostinio ryšio aktyvumą, dėl šios priežasties stuburo gilieji raumenys vėluoja įsijungti į darbą pasikeitus kūno

gravitacijos centrui. Laivo kybojimo padėtyje neuroraumeninė sistema yra veikiamą daugybės dirgiklių, pacientai turi susikaupti ir labai greitai reaguoti, norėdami reguliuoti ir valdyti savo judesius esant nedideliu atraminiam paviršiui.

Drummond ir kt., 2021 [137] atliko sisteminę apžvalgą ir metaanalizę, nustatydami laisvo kybojimo pratimų (toliau – LKP) (įskaitant 2 tyrimus, susijusius su Neurac metodu) poveikį lėtiniam apatinės nugaros dalies skausmui. Jie atrinko 12 straipsnių su 631 tiriamuoju ir padarė išvadą, pateiktą 2 lentelėje.

2 lentelė. Laisvo kybojimo pratimų poveikis lėtiniam apatinės nugaros dalies skausmui (Drummond ir kt., 2021 [137]).

<i>Lyginimo parametrai</i>	<i>Poveikis skausmui</i>	<i>Poveikis negaliai</i>	<i>Poveikis raumenų atsakui</i>
Lyginant su bendrais pratimais	Nereikšmingai efektyvesnis	Toks pat efektyvus	Reikšmingai efektyvesnis raumenų aktyvacijai ir raumenų jėgai
Lyginant su motorinės kontrolės/stuburo stabilizavimo pratimais	Kliniškai reikšmingai efektyvesnis	Reikšmingai efektyvesnis	Geresnis poveikis raumenų aktyvacijai, bet toks pat poveikis raumenų jėgai
Lyginant LKP su fizikinių veiksmų terapija ir LKP be fizikinių veiksmų terapijos	Efektyvesnis su fizikinių veiksmų terapija	Nereikšmingai efektyvesnis su fizikinių veiksmų terapija	Efektyvesnis su fizikinių veiksmų terapija
Lyginant su jokia pratimų terapija	Efektyvus	Efektyvus	Efektyvus

LKP – laisvo kybojimo pratimai

Tyrimo autoriai pažymi, kad nepaisant gautų statistiškai reikšmingų skirtumų, tik lyginant LKP su motorinės kontrolės/stuburo stabilizavimo pratimais skausmo atžvilgiu, buvo pasiekti minimalūs kliniškai svarbūs skirtumai VAS skalėje (1.8-1.9 mm) bei skaitinėje skausmo vertinimo skalėje (1.3 taško). Šį rezultatą autoriai sieja su galimybe atlikti LKP be skausmo. Visi kiti apskaičiuoti statistiškai reikšmingi skirtumai nepasiekė kliniškai reikšmingų skirtumų ribų skausmo ir negalios atžvilgiu. Straipsnio autoriai padarė išvadą, kad „LKP suteikia galimybę atlikti neskausmingus pratimus pagal paciento pradinį funkcinį lygį pradedant ankstyvu periodu paciento priežiūros plane. LKP terapijoje naudojami diržai, kurie, užuot izoliavę liemenį, sukelia įtampą

visame kūne, keliant iššūkį paciento stabilumui ir skatinant proprioceptinį ir kinestetinį suvokimą. Šis įrankis suteikia gydytojui galimybę progresuoti arba regresuoti su intervencija, atsižvelgiant į individualius paciento sutrikimus ir galimybes. LKP skatina specifinį liemens ir klubų raumenų stabilizavimą, iššaukdamas globalių ir lokalių raumenų vienašakį susitraukimą, tokiu būdu gerinant neurorauemeninę dinaminę kontrolę.“

Galima manyti, kad stuburo struktūrų stabilumo atstatymas, treniruoiant giliuosius stabilizuojančius raumenis, gali būti nepakankamai efektyvus skausmui mažinti, esant giliai pažeistoms sąnarinėms struktūroms. Bogduk, 2016 [138] nuomone, tarpslankstelinio disko pažeidimas dėl kompresijos yra dažniausia lėtinio apatinės nugaros dalies skausmo priežastis; facetiniai sąnariai yra pati dažniausia lėtinio kaklo skausmo priežastis, o C2-C3 slankstelių facetinių sąnarių sukeliamas skausmas yra dažna cervikogeninio galvos skausmo priežastis. Sąlygojantys skausmą negrįžtami slankstelių pokyčiai gali būti niveliuojami gydymo metu dėl gravitacijos ir trinties jėgų mažėjimo, tačiau atgavus vertikalią padėtį, skausmas gali vėl grįžti. Iš kitos pusės, stuburą stabilizuojančių raumenų stiprinimas ir raumenų disbalanso pašalinimas turėtų mažinti stuburo sąnarių apkrovą bei skausmą. Schröder ir kt., 2014 [139] nustatė, kad laisvo kybojimo pratimai reikšmingai pagerino pacientų su osteoporoze liemens raumenų jėgą ir mobilumą, kas sumažino skausmą judant bei statinėje padėtyje. Autoriai mano, kad skausmo priežastys yra daugialypės ir nebūtinai susijusios su slankstelių deformacija; raumenų masės praradimas ir disbalansas gali būti viena priežasčių.

Pratimai laisvo kybojimo padėtyje geriau aktyvuoja liemens raumenis, palyginus su pratimų atlikimu ant stabilaus pagrindo. HyungKyu, 2012 [140] tyrime palygino pacientų su apatinės nugaros dalies skausmu globalių ir lokalių liemens raumenų aktyvumą atliekant dubens kėlimo pratimą ant pilvo ir ant nugaros su atraminiu paviršiumi kojoms ant žemės, ant terapinio kamuolio ir įdėjus kojas per čiurnos sąnarį į kilpas laisvo kybojimo sistemoje. Tyrimas rezultatai parodė, kad dubens kėlimas su laisvo kybojimo įranga žymiai geriau aktyvuoja liemens raumenis, palyginus su dubens kėlimu padėjus kojas ant kamuolio arba ant žemės, pacientams su apatinės nugaros dalies skausmu. Pažymėsime, kad reikėtų skirti raumenų aktyvumą ir raumenų jėgą. Raumenų aktyvumas, matuojamas elektromiografija, parodo jų elektrinį aktyvumą kaip atsaką į nervo stimuliavimą. Raumenų aktyvumas nėra tapatus raumenų jėgai. Nustatyta, kad raumenų jėga turi turėti tiesioginį ryšį su elektromiografijos rodikliais tik esant labai žemiems jėgos lygiams [141].

Yra nustatyta, kad esant nespecifiniam apatinės nugaros dalies skausmui, pratimai yra efektyvūs, gerinant funkciją, jėgą, lankstumą ir depresiją [142, 143, 144]. Tačiau esant tokioms specifinėms būklėms, kaip, pvz., stuburo stenozei ir tarpslankstelinio disko išvaržai, tam tikri pratimai gali bloginti pacientų būklę [145, 146], kadangi vyksta stuburo struktūrų kompresija. Taigi, reikia manyti, kad Neurac terapija gali būti naudinga pacientams, kurių specifinius stuburo pažeidimus neigiamai veikia gravitacija, tačiau mokslinių tyrimų šia tema neradome.

Kuan-Yin ir kt., 2021 [147] atliko sisteminę apžvalgą ir metaanalizę su tikslu nustatyti LKP poveikį pacientų su lėtiniu kaklo skausmu skausmo intensyvumui, negaliai bei gyvenimo kokybei. Jie atrinko 11 kontroliuojamų atsitiktinių bandymų su 595 tiriamaisiais, tačiau nerado reikšmingo poveikio negaliai, kaklo judesių amplitudei ir gyvenimo kokybei. Jautrumo analizė parodė LKP reikšmingą trumpalaikį poveikį skausmui, negaliai, judesio amplitudei, o taip pat gyvenimo kokybei vidutiniu laikotarpiu. Autoriai padarė išvadą, kad yra nuo labai žemo iki vidutinio stiprumo įrodymų, kad LKP mažina lėtinio kaklo skausmo intensyvumą, tačiau konkrečių išvadų daryti negalima dėl metodologinių tyrimo apribojimų ir didelio įtrauktų bandymų heterogeniškumo.

3.3.2. Neurac poveikis negaliai, pusiausvyrai bei raumenų atsakui, esant apatinės nugaros dalies lėtiniam skausmui

Kim J.H., Kim Y.E. bei kt., 2013 [148] atliko tyrimą apie Neurac metodo poveikį pusiausvyrai ir raumenų atsakui, gydant apatinės nugaros dalies lėtinį skausmą. 16 pacientų su lėtiniu apatinės nugaros dalies skausmu buvo atsitiktinai ir lygiomis dalimis priskirti I grupei, kurios nariai gavo įprastą kineziterapiją (šiluminis kompresas 20 min, ultragarso terapija 5 min bei TENS 15 min 4 k./sav.), ir II grupę, kurios nariai po įprastos kineziterapijos atliko juosmens stabilizavimo pratimus Neurac metodu 40 min. 4 k./sav.. Pratimai Neurac metodu buvo atliekami naudojant kūno svorį, su vėlesniu Redcord Stimula vibracijos pajungimu, krūvis buvo palaipsniui didinamas, nesukeliant skausmo. Buvo taikomas mobilumo pratimas nugarai, lenkimosi į priekį pratimas, atsispaudimai „plius“, dubens kėlimas pozicijoje ant nugaros bei toks pat pratimas esant pakeltai kojai, klubo atitraukimo pratimai ant šono, bei dubens kėlimas pilvu žemyn. Vertinant terapijos poveikį buvo naudojama vizualinė analogo skalė (VAS) ir Oswestry negalios indeksas (ONI). Pusiausvyra buvo vertinama siūbavimo (angl. *sway*) plotu, ilgiu bei greičiu statinėmis ir dinaminėmis sąlygomis.

Juosmens raumenų atsakas buvo vertinamas lenkimo atsipalaidavimo (angl. *flexion-relaxation*) bei tiesimo lenkimo (angl. *extension-flexion*) koeficientais, naudojant elektromiografijos rodiklius.

Po gydymo abiejų grupių VAS ir ONI reikšmingai sumažėjo. Siūbavimo nuokrypai reikšmingai sumažėjo abejose grupėse statinėje padėtyje, o vertinant pusiausvyrą dinaminėse sąlygose, Neurac grupėje buvo gautas statistiškai geresnis rezultatas. Po gydymo abi grupės pasiekė reikšmingus lenkimo atsipalaidavimo rodiklio pagerėjimus, tačiau vertinant tiesimą lenkimą tik Neurac grupė pasiekė reikšmingus skirtumus. Be to, Neurac grupėje reikšmingai daugiau sumažėjo skirtumas tarp kairės ir dešinės pusės juosmens raumenų atsako, palyginus su tradicinės kineziterapijos grupe.

Straipsnio autoriai padarė išvada, kad ir tradicinė kineziterapija, ir Neurac metodas efektyviai mažina skausmą ir negalią. Didesnį skausmo mažėjimą Neurac grupėje autoriai sieja su gravitacijos jėgų mažėjimu laisvo kybojimo padėtyje, kas mažina stuburo apkrovą, nestimuliuojant jautrių skausmui raiščių ir sąnarių ertmių. Geresnius funkcinės negalios rodiklius autoriai sieja su nestabilumą teikiančiais veiksniais (laisvas kybojimas ir vibracija), kadangi tai gerina propriocepciją ir raumenų aktyvaciją. Be to, manome, kad rezultatams turėjo įtakos aktyvių pratimų atlikimas, kas turėjo žymiau daugiau aktyvuoti raumenis, palyginus su pasyviomis intervencijomis. Tokiu būdu, multimodalinis apatinės nugaros dalies lėtinio skausmo gydymas, derinant fizikinių veiksmų terapiją ir aktyvius pratimus Neurac metodu, buvo efektyvus.

Taigi, papildžius Neurac metodu fizikinių veiksmų terapiją pacientams su lėtiniu apatinės nugaros dalies skausmu, galima daugiau sumažinti skausmą ir negalią, o taip pat pagerinti pacientų gebėjimą atstatyti pusiausvyrą dinaminėse sąlygose, kas yra svarbu praktiniame gyvenime, mažinti kairės ir dešinės pusės raumenų disbalansą bei gerinti motorinę kontrolę, aktyviai veikiant propriocepciją.

3.3.3. Neurac vibracijos poveikis raumenų disbalansui esant apatinės nugaros dalies lėtiniam nugaros skausmui

Gwon ir kt., 2020 [133] ištyrė Neurac metodu atliekamos vibracijos poveikį lėtiniam nespecifiniam apatinės nugaros dalies skausmui, atliekant klubo atitraukimą laisvo kybojimo sistemoje su ir be vibracijos. Tyrime dalyvavo 30 pacientų (20-30 m.) su nustatyta kairio ir dešinio

klubo raumenų atitraukėjų jėgos asimetrija. Buvo tiriamas tik pradinis intervencijos poveikis. Klubo atitraukimas buvo vykdomas atliekant „šoninio tilto“ pratimą, su apšilimu atliekant klubo atitraukimą ant nugaros. Diržai palaikė paciento kūną per čiurnos sąnarius bei dubenį. Pacientas turėjo pakelti dubenį taip, kad kojos su liemeniu sudarytų tiesią liniją. Pratimas buvo atliekamas 5 kartus išlaikant pakeltą dubenį 5 sek. Buvo daromi 4 pakartojimai su 1 min pertrauka. Eksperimentinėje grupėje pratimo metu buvo papildomai taikoma 30 Hz vibracija.

Tyrimo rezultatai parodė statistiškai reikšmingus skirtumus tarp grupių visuose tiriamuose parametruose: skausmo, svorio pasiskirstymo asimetrijos, klubo atitraukėjų jėgos asimetrijos bei statinės pusiausvyros ant vienos kojos. Didžiausias poveikio skirtumas tarp grupių buvo pastebėtas mažinant skausmą (vidutinis poveikis). Kontrolinei grupei pavyko pasiekti reikšmingus pokyčius tik skausmo ir klubo raumenų atitraukėjų jėgos parametruose, tuo tarpu eksperimentinei grupei pavyko ne tik geriau mažinti raumenų jėgos asimetriją bei skausmą, bet ir statinę pusiausvyrą ant vienos kojos bei kairės ir dešinės pusės kūno svorio pasiskirstymo asimetriją. Taigi, Neurac pratimai su vibracija yra efektyvesni gerinant pusiausvyrą, šalinant raumenų disbalansą bei mažinant skausmą trumpuoju laikotarpiu, lyginant su Neurac pratimais be vibracijos.

Reikia pažymėti, kad vibracija stimuliuoja propriocepciją, aktyvina raumenis, gerina pusiausvyrą bei mažina skausmą ne tik laisvo kybojimo padėtyje. Micke ir kt., 2021 [149] palygino pratimų, derinamų su viso kūno vibracija, pratimų derinamų su viso kūno elektrostimuliacija bei tradicinių pratimų efektą lėtiniam nespecifiniam apatinės nugaros dalies skausmui, ir nustatė, kad visos trys intervencijos yra vienodai veiksmingos mažinant skausmą ir didinant liemens raumenų jėgą, tačiau pratimai su elektrostimuliacija ar vibracija duoda reikšmingai greitesnį efektą, palyginus su tradiciniais pratimais. Pritūpimai su vibracija sukelia greitesnį nuovargį, negu pritūpimai be vibracijos [105]. Geresnis raumenų aktyvavimas su viso kūno vibracija pasiekiamas geriau per dinامينius, o ne statinius pratimus [150]. Greitesnį pratimų su papildomu stimuliavimu/vibracija efektą galima paaiškinti tuo, kad prie valingų judesių, atliekamų per pratimus, įsijungia refleksai, nukreipti į tai, kad išlaikyti pusiausvyrą, o papildomas sensomotorinis krūvis sukelia organizmo adaptaciją bei nuovargį. Suprantant vibraciją kaip trikdžius pusiausvyrai, galima manyti, kad geriau turėtų būti aktyvuojami raumenys, tiesiogiai atsakingi už statinę motorinę kontrolę trikdžių metu.

Wang ir kt., 2020 [151] atliko sisteminę apžvalgą ir nustatė, kad yra ribotų įrodymų apie viso kūno vibracijos reikšmingą poveikį nespecifiniam apatinės nugaros dalies skausmui ir negaliai, palyginus su kitomis intervencijos formomis. Prie bendro vibracijos efekto prisideda geresnė kraujų

cirkuliacija [152, 153], didėjantis juosmens slankstelių tankis [154] ir apatinės nugaros dalies lankstumas [155].

Esant lėtiniam apatinės nugaros dalies skausmui, raumenų disbalansas gali būti ne tik tarp kairės ir dešinės pusės raumenų jėgos ir judesio amplitudės, bet ir tarp apatinių galūnių ir liemens raumenų. Yra nustatyta, kad sutrumpėję užpakaliniai šlaunies raumenys gali sukelti arba bloginti apatinės nugaros dalies skausmo simptomus [156,157]. Neurac metodu užpakalinių šlaunies raumenų tempimas būtų vykdomas, keičiant svertą peties ilgį, atliekant judesį per užpakalinę miofascijinę grandinę. Raumenų tempimas pasiekiamas per postizometrinės relaksacijos efektą, kuomet raumuo yra įtempiamas ir atpalaiduojamas per dinaminį pratimą didinant jų amplitudę laisvo kybojimo padėtyje.

Moon ir kt., 2013 [158] nustatė, kad atlikus modifikuotą dinaminį užpakalinių šlaunies raumenų tempimą su Redcord įranga, stebimas reikšmingas užpakalinių šlaunies raumenų ilgio didėjimas net praėjus 30 min po intervencijos, ir šis tempimas yra efektyvesnis palyginus su statinio ir susitraukimo-atpalaidavimo tempimo technikomis. Tačiau Neurac metodu raumenų disbalanso pašalinimas yra vykdomas pas visą miofascijinę grandinę, šiuo atveju, užpakalinę ir priekinę. Kuszewski ir kt., 2018 [159] nustatė, kad liemens raumenų treniravimas Neurac metodu efektyviai ilgina per daug sutrumpėjusius užpakalinius šlaunies raumenis bei mažina jų sustandėjimą, o taip pat didina dubens priekinį posvirį.

Tokiu būdu, turime įrodymus, kad Neurac metodu teisingo judesio modelio atstatymas vyksta, veikiant sąnarių dinaminį stabilumą per raumenų verpstes, kurios gerėjant propriocepcijai keičia aktyvuojamų miofascijinėje grandinėje raumenų viskoelastines savybes per tempimo refleksą.

3.3.4. Neurac poveikis kineziofobijai esant apatinės nugaros dalies lėtiniam skausmui

Kaip apatinės nugaros dalies skausmas, taip ir lėtinis kaklo skausmas pasižymi didele psichosocialinių veiksnių įtaka, kurie gali pasireikšti, pvz., per kineziofobiją, o pastaroji yra susijusi su fizinio aktyvumo lygiu. Kuo mažesnis fizinis aktyvumas, tuo mažesnė pratimų tolerancija, tuo labiau blogėja fizinė būklė. Crombez ir kt., 2012 [160] sukūrė skausmo baimės vengimo modelį (Fear Avoidance Model) šiam reiškiniui aiškinti. Modelio autoriai mano, kad didelis psichologinis nerimas bus susijęs su prastais gydymo rezultatais, tai gali sukelti depresijos simptomus, skausmo

didėjimą, didesnius fizinius sutrikimus ir paciento negalios progresavimą. Kadangi Neurac terapija pasižymi pratimų atlikimu be skausmo arba jo nedidinant, šis metodas turėtų būti efektyvus susijusiems su skausmo baime motorinės kontrolės sutrikimams.

Filipczyk ir kt., 2021 [161] atliko atsitiktinį kontroliuojamą tyrimą su 69 pacientais, kuriame lygino manualinės terapijos, derinamos su pratimais namuose, manualinės terapijos, derinamos su stabilizavimo pratimais pagal P. O'Sullivan metodiką, bei manualinės terapijos, derinamos su stabilizavimo pratimais Neurac metodu (su manualiai vykdoma perturbacija), poveikį pacientų su lėtiniu apatinės nugaros dalies skausmu kineziofobijai bei skausmo rodikliams. Kineziofobija buvo matuojama Kineziofobijos priežasčių skale (angl. *Kinesiophobia Causes Scale*). Gydymas truko 4 sav., kiekvienai grupei buvo atlikta po 10 intervencijų kas trečią dieną. Neurac grupėje pratimai buvo vykdomi laikantis pagrindinių šio metodo principų: krūvio laipsniškumo, skausmo ir nuovargio paisymas, pozicijos suvokimo ir kinestezijos stimuliavimas, perturbacijos taikymas. Buvo taikomi keturi pagrindiniai Neurac pratimai liemens raumenims: „tiltas“ ant nugaros, „tiltas“ pilvu žemyn, klubo atitraukimas ir pritraukimas ant šono.

Atlikus tyrimą, buvo nustatyta, kad skausmo požiūriu visos trys manualinės terapijos ir pratimų kombinacijos buvo vienodai efektyvios iš karto po gydymo, tačiau praėjus 24 sav. nuo gydymo pradžios tik Neurac grupėje skausmas buvo statistiškai reikšmingai mažesnis, palyginus su skausmo matavimais po 4 sav. terapijos kurso. Reikia pažymėti, kad praėjus 24 sav. nuo gydymo pradžios, visose grupėse skausmas buvo apie 0,5 cm pagal VAS skalę padidėjęs, taigi darome išvadą kad po Neurac gydymo skausmas su laiku didėja taip pat, kaip ir po tradicinių pratimų. Tačiau išskirtinis Neurac poveikis ilgesniu laikotarpiu pasireiškė vertinant pacientų kineziofobijos pokyčius.

Kineziofobijos priežasčių skalė [162] skiria fizinio aktyvumo trukdžius dviejuose domenuose: biologiniame ir psichologiniame. Biologiniame domene skiriami struktūriniai, morfologiniai, energetiniai ir instinktų sąlygojami veiksniai. Psichologiniame domene skiriami asmens charakterio bruožų, emocijų ir kultūros sąlygoti veiksniai. Abu domenų svoriai klausimyne yra vienodi, viso sudarydami 100 balų. Tyrimo rezultatai parodė, kad psichologinio domeno balai viršijo biologinio domeno balus visose grupėse ir gydymo pradžioje, ir praėjus 24 sav. Tai rodo psichosocialinių veiksnių svarbą gydant pacientus su lėtiniu apatinės nugaros dalies skausmu. Neurac grupėje statistiškai reikšmingai pagerėjo ir biologinio, ir psichologinio domeno parametrų vertinimas po 4 sav. terapijos, ir jis išliko toks pat ir po 24 sav. Kitose grupėse buvo stebimas biologinio domeno

parametrų gerėjimas, tačiau psichologinio domeno parametrai blogėjo. Po 24 sav. terapijos kitų, nei Neurac, grupių kineziofobija buvo statistiškai reikšmingai padidėjusi, palyginus su rezultais po 4 sav. terapijos. Straipsnio autoriai aiškina Neurac metodu pasiektus geresnius kineziofobijos rodiklius tuo, kad jis leidžia pacientams patirti palyginus didesnę krūvį, taipogi pacientas palaipsniui verčiamas atlikti didesnes pastangas, o laipsniška pratimų sunkumo progresija sukuria sąlygas atsikratyti judesio baimės. Manome, kad tyrime Neurac paveikė suformavusius judesio baimę sąlyginius refleksus. Jie gali nykti, jei vienu metu arba greitai vienas po kito vyksta du įvykiai: (1) baimės asociacija yra aktyvi; (2) įvedamas naujas neskausmingas dirgiklis, t.y. judesys vyksta be skausmo. Nauji susiformavę sąlyginiai refleksai sukuria pagrindą aktyvesniam elgesio modeliui, tuo tarpu kitos dvi grupės rizikuoja patirti fizinės būklės blogėjimą pagal aukščiau minėtą skausmo baimės vengimo modelį. Iš kitos pusės, gauti statistiškai reikšmingi kineziofobijos pokyčiai gali būti kliniškai nereikšmingi (Neurac grupėje Kineziofobijos priežasčių skalėje vidurkių skirtumas terapijos pradžioje ir po 24 sav. sudarė tik ~3 balus iš 100).

3.3.5. Neurac poveikis skausmui, negaliai, pusiausvyrai ir gyvenimo kokybei esant lėtiniam kaklo skausmui

Yun ir kt., 2015 atliko tyrimą [163] apie Neurac metodo poveikį lėtiniam kaklo skausmui. Kontrolinėje (10 žm.) ir eksperimentinėje (10 žm.) grupėse 4 savaitių laikotarpyje buvo taikyta tradicinė kineziterapija (30 min 3 k./sav.) ir tradicinė kineziterapija (30 min 3 k./sav.), papildyta Neurac treniruote (30 min 3 k./sav.). Neurac treniruotė įtraukė statinius ir dinامينius pratimus. Statinėje padėtyje buvo taikytas pratimas kaklui ant nugaros, kuomet paciento galva buvo palaikoma neelastiniu diržu, o terapeutas prilaikė paciento kaklą abiem rankomis, nykščiais prispausdamas 2 mm sukamuosius kaklo raumenis, siekiant minimizuoti jų mobilizacinę veiklą, aktyvuoti giliųjų kaklo raumenų veiklą bei mažinti kaklo lordozę. Statinis pratimas kaklui ant pilvo buvo atliekamas terapeutui prilaikant paciento kaklą abiem rankomis, su padėtais per kaklo vidurį nykščiais, likusiais pirštais apačioje prispaudžiant sukamuosius galvos raumenis bei 2 mm mažinant kaklo lordozę. Pacientas buvo prašomas išlaikyti padėtį tam tikrą laiką. Jei buvo stebima kompensacija iš kitų raumenų pusės, buvo taikoma vibraciją, siekiant aktyvinti pavargusius raumenis ir mažinti skausmą. Treniravimas miofascijinėse grandinėse buvo taikomas per kaklo retrakcijos, šoninio lenkimo, rotacijos bei tiesimo judesius. Tyrimo rezultatai buvo vertinami skausmo, funkcijos, pusiausvyros ir gyvenimo kokybės rodikliais.

Buvo nustatyta, kad Neurac ženkliai pagerino visus rodiklius, lyginant su kontroline grupe. Šio tyrimo trūkumas yra tai, kad Neurac poveikis ilgesniais laikotarpiais tirtas nebuvo, taip pat autoriai nenurodė, kokie tradicinės kineziterapijos metodai buvo taikomi (tyrime jie buvo neefektyvūs). Taigi, darytina išvada, kad tradicinės kineziterapijos papildymas Neurac metodu efektyviai mažina skausmą ir negalią, gerina pusiausvyrą bei gyvenimo kokybę pacientams su lėtinio kaklo skausmu.

Wannaprom ir kt., 2018 [164] tyrimas patvirtina vibracijos poveikį pacientų su lėtiniu kaklo skausmu pusiausvyrai ir propriocepcijai. Straipsnio autoriai nustatė, kad 100 Hz vibracija, taikoma 30 sek pakaušiniams kaklo raumenims, gerina statinę pusiausvyrą ir ėjimo greitį pacientams su lėtiniu kaklo skausmu, tuo tarpu sveikiems asmenims - blogina. Tyrime buvo nustatyta, kad kaklo skausmas yra susijęs su didesniais laikysenos nuokrypiais bei lėtesniu ėjimo greičiu, ir kad vibracija teigiamai veikia propriocepciją ir sensorimotorinę funkciją pacientams su lėtiniu kaklo skausmu.

Pažymėsime, kad reikėtų skirti pacientus su mechaniniu lėtiniu kaklo skausmu ir pacientus su lėtiniu kirčio traumos sindromu, kurie pasižymi didesne negalia ir centrine sensitizacija, o taip pat didesniais motorinės kontrolės trūkumais (ypač jėgos) [165]. Be to, tokie pacientai turi ilgalaikių psichosocialinių problemų ir simptomų. Ištyrus Neurac poveikį tokiems pacientams, būtų galima nustatyti, kaip šis metodas veikia centrinės sensitizacijos simptomus. Deja, neradome mokslinių straipsnių, aprašančių Neurac metodo poveikį esant lėtiniam kirčio traumos sindromui, tačiau yra 2007 m. Vikne ir bendraautorių (tarp jų yra G. Kirkesola) tyrimas [166] apie laisvo kybojimo pratimų terapijos, kuri sudaro Neurac metodo pagrindą, poveikį esant lėtiniam kirčio traumos sindromui. Straipsnio autoriai atliko atsitiktinį kontroliuojamą bandymą, lygindami tradicinių pratimų ir pasyvių kineziterapijos priemonių derinio bei laisvo kybojimo pratimų derinio su pasyviomis kineziterapijos priemonėmis poveikį, tačiau nerado statistiškai reikšmingų skirtumų nei trumpuoju laikotarpiu, nei po 12 mėn. vertinant skausmą, negalią, motorinę kontrolę bei psichologinį stresą; be to, nebuvo rasta statistiškai reikšmingų poveikio skirtumų skirtingais laiko tarpais grupių viduje. Tyrime buvo pažymėta, kad atrinkti pacientai buvo patyrę autoavariją prieš 6-12 mėn. ir turėjo nepatenkintų draudimo išmokos reikalavimų, t.y. turėję reikšmingą psichologinį stresą. Psichologinis stresas veikia centrinius skausmo mechanizmus. Kadangi stresas ir skausmas veikė CNS pakankamai ilgą laiką, periferinius skausmo mechanizmus veikiantys metodai buvo neefektyvūs.

Kadangi 2010 m. Muceli ir bendraautoriai (tarp jų yra G. Kirkesola) [167] pranešė, kad vibracija didina kaklo raumenų jėgos pastovumą pacientėms su lėtiniu kaklo skausmu, ir žinant

bendrą Neurac poveikį lėtiniam kaklo skausmui, galima manyti, kad papildžius tradicinę kineziterapiją Neurac metodu pacientams su kirčio traumos sindromu, būtų galima gauti statistiškai reikšmingai geresnius rezultatus, negu vien tradicinė kineziterapija, skausmo, negalios bei pusiausvyros atžvilgiais.

Park ir kt., 2021 [168] palygino pratimų, atliekamų pagal Neurac metodiką, ir bendrų pratimų, derinamų su manualine terapija, poveikį moterų lėtiniam kaklo skausmui. 27 pacientės buvo padalintos į eksperimentinę ir kontrolinę grupes. Eksperimentinėje grupėje buvo taikomi torakalinio mobilumo pratimai, kurių pagrindą sudarė „Neurac 1“ seminario medžiaga, kartu su terapeuto atliekama torakalinės dalies slankstelių mobilizacija (20 min) bei cervikalinė manualinė terapija (30 min). Kontrolinėje grupėje buvo taikomi aktyvūs torakalinės dalies lenkimo, tiesimo bei šoninio lenkimo pratimai (20 min) bei cervikalinė manualinė terapija (30 min). Gydymas tęsėsi 4 savaites, 2 k./sav. Vibracija taikoma nebuvo. Pacientės sėdėjo ant stabilaus pagrindo, palaikantis sulenktas per alkūnės sąnarį rankas diržas buvo pakabintas torakalinių slankstelių vidurio aukštyje. Pacientės turėjo patogiai pasiekti su kakta sukryžiuotų rankų vidurį. Pirmas judesys buvo torakalinės stuburo dalies aktyvus lenkimas tiesimas, švelniai spaudžiant diržą alkūnėmis, o terapeutas judesio metu taikė mobilizaciją. Antras judesys buvo aktyvus torakalinės stuburo dalies lenkimas į šonus, švelniai spaudžiant diržą alkūnėmis, terapeutui taikant mobilizaciją. Mobilizacijos taikymo trukmė palaipsniui mažėjo didėjant pacienčių aktyvaus judesio amplitudei.

Po gydymo kurso, ir kontrolinės, ir Neurac pratimų grupės skausmas reikšmingai sumažėjo, Neurac grupėje skausmas buvo nereikšmingai mažesnis. Kaklo negalios indekso ir kraniovertebralinio kampo pokyčiai reikšmingai pagerėjo abiejose grupėse, tačiau Neurac grupėje rezultatai buvo statistiškai reikšmingai geresni, palyginus su kontroline grupe. Gyvenimo kokybė, matuojama SF-36 klausimynu, buvo reikšmingai pagerėjusi abiejose grupėse, tačiau Neurac grupėje rezultatai buvo statistiškai reikšmingai geresni palyginus su kontroline grupe.

Yra nežinoma, ar į originalų Neurac metodą įeina būtent tokia aprašyta sąnarių mobilizacija, todėl šio straipsnio rezultatus reikia atsargiai traktuoti vertinant Neurac metodo efektyvumą. Iš kitos pusės, šio metodo modifikacijos, padedančios pasiekti geresnius rezultatus, turėtų būti pateisinamos. Yra žinoma, kad esant mechaniniam kaklo skausmui stuburo torakalinės dalies mobilumo trūkumas yra susijęs su stuburo cervikalinės dalies disfunkcija [169], tokiu būdu, Neurac dinaminiai pratimai, taikomi kartu su torakalinės stuburo dalies mobilizacija, padėjo pagerinti/atstatyti viršutinės stuburo dalies judesio modelius, sumažino skausmą ir negalią pacientams su lėtiniu kaklo skausmu.

Be to, lėtinis mechaninis kaklo skausmas yra dažnai miofascijinės kilmės ir yra sąlygotas raumenų disbalanso [170], o kartu su mobilizacija taikomi aktyvūs pratimai torakalinei stuburo daliai galėjo sumažinti disbalansą tarp įtemptos viršutinės trapecinio raumens dalies bei neaktyvių apatinės ir vidurinės trapecinio raumens dalių, o tai turėjo gerinti spaudimo skausmo slenksčio rodiklį.

3.4. Neurac metodo poveikis funkciniam rodikliams, esant viršutinių galūnių lėtiniam skausmui

3.4.1. Sąlygojančios lėtinį skausmą viršutinių galūnių disfunkcijos.

Pagrindinė peties sąnario funkcija yra viršutinės galūnės pozicijos keitimas su tikslu atlikti begalę įvairių užduočių, pradedant reikalaujančiomis sprogstamosios jėgos, kaip, pvz., teniso kamuolio padavimas, iki ypatingo tikslumo reikalaujančių užduočių, kaip, pvz., rašymas. Peties skausmas, judesio amplitudės sumažėjimas, nestabilumas, raumenų disbalansas, jėgos bei ištvėmės praradimas neigiamai veikia visos viršutinės galūnės funkciją. Žvelgiant iš kinetinių grandinių teorijos perspektyvos, peties sąnarys yra kinetinės grandinės elementas, perduodantis atramos reakcijos jėgą distaliniams segmentams per alkūnės sąnarį. Tokiu būdu, nepakankama proksimalinio segmento funkciją neabejotinai turės įtakos distalinio segmento funkcijai.

Esant vienos viršutinės galūnės pažeidimui, sutrinkdama abiejų viršutinių galūnių motorinė kontrolė, be to, motorinės kontrolės deficitai išlieka ir po reabilitacijos [171]. Esant viršutinės galūnės skausmui, galimi kaip subtilūs raumenų pokyčiai, kaip, pvz., raumens vėlyvas įtraukimas į darbą arba raumenų darbo perskirstymas, taip ir globalūs funkcijos pokyčiai, pasireiškiantys visišku viršutinės galūnės judesių atsisakymu arba veiklos vengimu dėl skausmo baimės [172]. Kadangi skausmas įtakoja raumens aktyvavimo laiką, pastovus pažeistos galūnės naudojimas keičia jos judesio modelį; klaidinga proprioceptinė įvestis per pasikeitusį judesį smegenyse gali keisti kūno atvaizdavimą, naudojama judesio kontrolei [173]. Propriocepcijos deficitai yra būdingi visoms viršutinės galūnės disfunkcijoms: rotatorių stogelio patologijos, peties nestabilumas, peties ankštumo sindromas, adhesinis kapsulitas, epikondilitas ir kt.

Esant peties skausmui, dažnai stebimas padidintas nociceptorių jautrumas normaliems dirgikliams, šis fenomenas vadinamas periferinė sensitizacija [174]. Padidintas jautrumas skausmui trukdo tinkamai atlikti peties diagnostiką ir pratimų terapiją bei judinti peties sąnarį kasdieniame gyvenime. Skausmas slopina raumenų veiklą bei mažina rankos padėties bei dirgiklių jutimą [175], kas dar labiau blogina viršutinės galūnės funkciją bei didina skausmą. Peties propriocepcijos trūkumai yra susiję su pasikartojančiais fiziniais apribojimais bei negalia [176, 177]. Taigi, vykdant pažeistos viršutinės galūnės motorinės kontrolės atstatymą, labai svarbu mažinti skausmą, skatinti propriocepciją ir akcentuoti taisyklingą judesio modelį abiem galūnėms jau nuo ankstyvojo reabilitacijos etapo.

Gydant viršutinės galūnės disfunkciją, fiziniai pratimai yra dažniausiai pirmo pasirinkimo priemonė. Normalaus, pilnos amplitudės judesio atstatymas yra pagrindinis bet kurios pratimų programos tikslas: ir esant sausgyslių patologijai, ir esant pasikeitusiai mentės kinematikai, ir esant nenormaliai neuroraumeninei kontrolei. Pratimų dozavimas turi būti kontroliuojamas ir palaipsniui didinamas. Pratimų terapijos pradžioje rekomenduojama vengti skausmingų peties judesių ir atlikti pratimus be skausmo su tikslu skatinti normalią raumenų funkciją bei judesio modelį [178]. Yra įrodymų, kad skausmui mažėjant, peties sąnario judesio amplitudė ir raumenų jėga didėja [179,180].

Rotatorių stogelio raumenų disfunkcija yra kone dažniausiai sutinkama peties komplekso disfunkcija. Rotatorių stogelis suteikia peties sąnariui funkcinį stabilumą, spausdamas žastikaulio galvą į sąnarinę duobę per visus peties sąnario judesius, o tiksliau, rotatorių stogelio raumenys neleidžia žastikaulio galvai slinkti į viršų dėl deltinio raumens veiklos, ir neleidžia žastikaulio galvai slinkti į priekį bei atgal dėl žasto lenkėjų ir tiesėjų veiklos. Jei rotatorių stogelis pažeistas, žastikaulio galvos nestabilumas judesio metu sukelia skausmą. Kadangi rotatorių stogelio raumenų pradžia yra mentėje, jungiančių mentę su krūtinės ląsta raumenų koordinuotas susitraukimas yra būtinas optimaliai rotatorių stogelio funkcijai [181]. Taigi, svarbu stiprinti ne tik rotatorių stogelio raumenis, bet gerinti neoptimalų visos viršutinės galūnės judesį, šalinant raumenų disbalansą (dažnai tai yra priekinio dantytojo ir apatinio trapecinio raumens silpnumas bei padidintas viršutinės trapecinio raumens aktyvumas).

Dažna peties sąnario disfunkcija – peties ankštumo sindromas, kuriam būdingas skausmas, sąnario amplitudės sumažėjimas bei raumenų disfunkcija. Pastebėta, kad esant peties ankštumo sindromui, apatinės ir vidurinės trapecinio raumens dalys bei priekinis dantytasis raumuo yra mažiau aktyvūs, o viršutinė trapecinio raumens dalis pasižymi didesniu aktyvumu [182]. Šių raumenų disbalansas sukelia netinkama mentės rotaciją į viršų bei posvyrį atgal, kas gali sąlygoti popetinio tarpo mažėjimą [183].

Dažna skausminga komplikacija po insulto yra peties sąnario subliuksacija ir ją lydintis skausmas, kuris negydant šios būklės tampa lėtiniu. Vykstantis po insulto raumenų aplink peties sąnarį pažeidimas sukelia sąnario nestabilumą. Padėties jutimui didžiausia įtaką daro raumenų verpsčių bei sausgyslių Goldži organelių aktyvacija. Raumenų verpstės yra atsakingos už padėties ir judesio jutimą [184] bei raumens ilgio pasikeitimą [185]. Peties sąnario nestabilumas mažina sąnario padėties jutimą ir sukelia nenormalius judesio modelius [186]. Toliau vyksta užburtas ratas: padėties jutimas mažėja dar labiau, mažėjant sąnario judesio amplitudei ir didėjant kontraktūroms [187].

Peties padėties pojūtis yra svarbus peties sąnario stabilumui [188], o peties sąnario palaikymas prieš gravitaciją didina jo jautrumą mažiems raumenų jėgos pokyčiams arba išoriniams pusiausvyros trikdžiams [189], t.y. gerina propriocepciją. Be to, aktyvus peties sąnario raumenų susitraukimas yra svarbiausia priemonė peties sąnario subliuksacijai mažinti [190].

Distalinio viršutinės galūnės segmento disfunkcijos pavyzdys yra lateralinis epikondilitas – viena dažniausių viršutinės galūnės disfunkcijų. Manoma, kad lateralinį epikondilitą sukelia kartotiniai griebimo, riešo tiesimo su radialine deviacija ir/arba dilbio supinacija su apkrova [191, 192]. Tačiau pagal kinetinės grandinės teoriją, proksimalinės grandies silpnumas didina poreikį labiau apkrauti distalinį segmentą. Tokiu būdu, nepakankama peties lanko funkcija didina alkūnės ir riešo sąnarių apkrovą. Yra įrodymų, kad lateralinio epikondilito simptomai atsiranda dėl pokyčių peties komplekse ir kompensacinių judesių, kuriuos iššaukia dilbio raumenų per didelė apkrova dėl pasikartojančių dilbio ir plaštakos judesių [193]. Esant lateraliniam epikondilitui, nustatomas mentės raumenų jėgos ir ištvermės trūkumas [194], apatinės [195] ir vidurinės [196] trapezinio raumens dalių silpnumas bei riešo tiesėjų silpnumas [195]. Taigi, peties sąnarių stabilizuojančių raumenų stiprinimas viršutinės galūnės biomechaninėje grandinėje turėtų pagerinti distalinių segmentų funkciją.

3.4.2. Laisvo kybojimo pratimų poveikis funkciniam rodikliams, esant viršutinių galūnių disfunkcijai.

Norint aktyvuoti peties sąnarių stabilizuojančius raumenis be didelio mobilizuojančių raumenų įsitraukimo, dažnai rekomenduojami uždaros kinetinės grandinės pratimai ant nestabilių paviršių [197]. De Mey ir kt., 2014 [197] ištyrė pratimų su Redcord įranga poveikį mentę stabilizuojančių raumenų aktyvavimui ir nustatė, kad nestabilių paviršių naudojimas nėra būtina sąlyga mentę stabilizuojančių raumenų aktyvavimui; raumenų aktyvavimas labiau priklauso nuo treniruojamo asmens fizinių savybių bei pratimo pozicijos. Iš tiesų, suprantant nestabilius paviršius kaip perturbaciją, pratimo metu bus aktyvuojami raumenys, labiausiai atsakingi už pusiausvyros išlaikymą pratimo metu, kaip stabilizatoriai, taip ir mobilizatoriai. Šią mintį patvirtina čia minimo tyrimo rezultatai: pratimai ant nestabilių paviršių aktyvavo ir peties sąnarių mobilizuojančius raumenis. Taipogi, reikia atsižvelgti į tai, kad tyrime dalyvavo tik sveiki neprofesionalūs atletai, ir šio tyrimo rezultatus nereikėtų taikyti asmenims su peties disfunkcija, esant pažeistiems sąnario

stabilizatoriams. Žinome, kad pacientams su lėtiniu griaučių raumenų skausmu perturbacija gerina propriocepciją ir aktyvuoja skausmo paveiktus raumenis. McQuade ir kt., 2016 nuomone [198], užuot akcentavus mentės stabilizavimą, reikia susikonscentruoti į visos viršutinės galūnės judesio trajektorijos atstatymą, pvz. atliekant susitraukusių audinių tempimą arba gerinant torakalinės stuburo dalies mobilumą, o perturbacija padidina peties komplekso atsparumą išoriniams trikdžiams.

Turgut ir kt., 2016 [199] nustatė, kad pacientams su peties ankštumo sindromu atliekant pratimus laisvo kybojimo sistemoje, ašinė peties sąnario apkrova pagerino mentės judesių kinematiką ir simetriškumą, o laipsniškas žasto judesys krūtinės ląstos atžvilgiu leido įvertinti peties sąnario dinaminę (t.y. su pagreičiu) kinematiką, kuri yra labiausiai priartėjusi prie kasdieniame gyvenime atliekamų judesių.

Jung ir kt., 2019 [200] įrodė, kad aktyvūs pratimai peties sąnario raumenims su laisvo kybojimo įranga yra veiksmingi mažinant peties subliuksaciją, gerinant propriocepciją ir viršutinių galūnių funkciją pacientams po ūminio insulto. Liu ir kt., 2020 [201] pranešė, kad laisvo kybojimo pratimų terapija efektyviau mažina peties skausmą ir gerina viršutinės galūnės motorinę funkciją bei pusiausvyrą pacientams po insulto, palyginus su tradicine terapija

Lee ir kt., 2018 [202] atliko tyrimą, kuriame palygino peties stabilizavimo pratimų poveikį ir ekscentrinį jėgos pratimų riešo tiesėjams poveikį pacientams su lateraliu epikondilitu. Peties stabilizavimo pratimai buvo “atsispaudimai plius”, atliekami su laisvo kybojimo įranga. Šis pratimas įtraukė įprasto atsispaudimo judesį su maksimalia peties ir mentės protrakcija esant pilnai ištiestam alkūnės sąnariui. Skirtumas tarp šio pratimo, atliekamo su laisvo kybojimo įranga ir ant stabilaus paviršiaus, yra riešo padėtis. Atliekant atsispaudimus ant stabilaus paviršiaus, riešas yra pastovaus tiesimo padėtyje, tačiau riešo tiesėjai nėra aktyvūs. Atliekant atsispaudimus su laisvo kybojimo įranga riešas yra neutralioje pozicijoje arba gali būti kiek lenkiamas, ir šis judesys papildomai veikiant perturbacijai didina riešo sąnario dinaminį stabilumą, mažina disbalansą tarp riešo lenkėjų ir tiesėjų bei skausmą. Tyrimo autoriai nustatė, kad pratimų poveikis skausmui, matuojamam VAS, spaudimo skausmo slenksčiu bei griebimo jėgą, buvo panašus abiem grupėms, tačiau “atsispaudimai plius” su laisvo kybojimo įranga daugiau pagerino trapecinio raumens viršutinės dalies spaudimo skausmo slenkstį bei plaštakos griebimo jėgą, palyginus su ekscentriniais pratimais riešo tiesėjams. Tokiu būdu, turime įrodymus, kad pratimai su laisvo kybojimo įranga turi kompleksinį poveikį viršutinei galūnei, aktyvuojant ir stiprinant raumenis visoje kinetinėje grandinėje bei šalinant raumenų disbalansą.

Šių tyrimų rezultatai rodo, kad atliekant pratimus peties sąnariui su laisvo kybojimo sistemos įranga, dėl antigravitacinio peties sąnario palaikymo laisvo kybojimo sistemoje mažėja nekontroliuojamų skausmingų judesių galimybė bei mobilizuojančių raumenų sinergistinė veikla, vienu metu aktyvuojami agonistai ir antagonistai, gerėja propriocepcija, tai leidžia susikonsoliduoti į sąnarį stabilizuojančių raumenų stiprinimą, atliekant kinematiškai taisyklingą judesį, kurio metu šalinamas raumenų disbalansas.

Be to, su laisvo kybojimo įranga pasiekiami geresnė viršutinių galūnių proksimalinių raumenų integracija su liemens raumenimis bei geresnė proksimalinių raumenų integraciją su distaliniais kinetinės grandinės segmentais, palyginus su tradiciniais pratimais. Maeo ir kt., 2014 [203] nustatė, kad atliekant statinius ir dinامينius atsispaudimus su laisvo kybojimo sistema, reikšmingai daugiau aktyvuojami kaip abdominaliniai raumenys, subalansuojantys viršutinę kūno dalį su apatine, taip ir viršutinių galūnių raumenys, palyginus su atsispaudimais ant žemės. Nestabilus pagrindas reikalauja didesnio proksimalinių raumenų įsitraukimo, stabilizuojant sąnarį ir išlaikant kūno masės centro kontrolę [204].

3.4.3. Neurac metodo poveikis funkciniais rodikliais, esant viršutinių galūnių disfunkcijai.

Neurac metodu teisingo judesio modelio atstatymas gali būti vykdomas net ūmioje pažeidimo fazėje. Kim, Dvir ir kt., 2020 [205] palygino Neurac metodo efektyvumą su manualinės terapijos efektyvumu esant peties ankštumo sindromo ūmiai fazei. Tyrime dalyvavo 26 tiriamieji, terapija truko 4 sav., 3 k./sav. Į Neurac grupės pratimų programą buvo įtraukti šie pratimai: žastų lenkimas ant kelių apatinei trapezinio raumens daliai stiprinti; atsispaudimai ant kelių priekiniam dantytajam raumeniui stiprinti; žasto atitraukimas pozicijoje ant nugaros žastą atitraukiantiems raumenims stiprinti; išorinė žasto rotacija pozicijoje ant nugaros rotatorių stogelio raumenims stiprinti. Atliekant pratimus buvo taikoma 50 Hz vibracija. Prieš atliekant Neurac pratimus, tyrimo dalyviai buvo ištirti dėl skausmo, kompensacinių judesių ar raumenų silpnumo, į ištyrimo rezultatus buvo atsižvelgta planuojant pratimų intensyvumą. Pratimai buvo atliekami 3 serijas po 4 pakartojimus. Tarp serijų buvo 30 sek poilsis, ir tarp pratimų 1 min poilsio. Viso Neurac pratimų atlikimas truko 15 min. Buvo nustatyta, kad abi intervencijos reikšmingai sumažino skausmą ir negalią bei reikšmingai padidino peties sąnario judesio amplitudę, tačiau Neurac terapija žymiai daugiau

padidino rotacinę peties raumenų jėgą, palyginus su manualinės terapijos grupe, kadangi leido atlikti aktyvius pratimus, nedidinant skausmo. Esant peties ankštumo sindromui, skausmas kartais trukdo atlikti pilną judesio amplitudę bei tam tikrus pratimus [206]. Dėl šios priežasties Neurac metodas gali būti tinkama reabilitacijos priemonė esant intensyviai skausmui.

Neurac metodo efektyvumą esant peties ankštumo sindromo ūmiai fazei patvirtina ir Kim, Lee ir kt., 2015 [207] atliktas tyrimas. Jame buvo tirta 13 pacientų su peties ankštumo sindromu, kurie 4 sav., 3 k./sav. atliko keturis Neurac pratimus: žasto lenkimas ant kelių, „atsipaudimus plius“ ant kelių, žasto atitraukimas pozicijoje ant nugaros bei išorinė žasto rotacija pozicijoje ant nugaros. Kiekvienas pratimas buvo atliekamas 3 serijas po 4 pakartojimus. Pratimų metu buvo taikoma 50 Hz vibracija. Tyrimo rezultatai parodė, kad Neurac efektyviai sumažino skausmą, negalią, žasto lenkimo ir atitraukimo bei vidinės ir išorinės rotacijos amplitudes. Skausmo mažėjimą autoriai sieja su popetinio tarpo padidėjimu ir pagerėjusiu žasto galvos stabilumu sąvarinėje duobėje. Neurac pratimai akcentavo priekinio dantytojo ir apatinės trapecinio raumens dalies veiklą, o pastarieji raumenys turi didžiausią jėgos petį, reikalingą mentės rotacijai į viršų bei pasvirimui atgal, tokiu būdu didinant popetinį tarpą [208]. Šis judesys padeda rotatorių stogelio raumenims palaikyti žasto galvą sąvarinėje duobėje bei leisti žasto galvai slinkti žemyn sąvarinėje duobėje lenkiant žastą. Tokiu būdu mažinamas raumenų disbalansas ir didėja žasto galvos stabilumas mentės sąvarinėje duobėje, o tai mažina skausmą ir negalią.

Kim ir Oh, 2020 [209] ištyrė 12 sav. taikytų Neurac pratimų, skirtus trapeciniam ir priekiniam dantytajam raumeniui stiprinti, poveikį pacientės (30 m.) su galvinio priedinio nervo pažeidimu skausmui ir negaliai. Priedinis nervas inervuoja kaklo sukamąjį ir trapecinį raumenis. Šio nervo pažeidimas sukėlė mentės kinematikos pokyčius, padidinusius mechaninę peties sąnario apkrovą, kurios išdava buvo peties skausmas ir disfunkcija, pagal simptomus – peties ankštumo sindromas. Pacientė atliko šiuos Neurac pratimus: žastų atitraukimas ant nugaros, atsispaudimai ant kelių, žastų kėlimas stovint ant kelių bei mentės retrakcija ant nugaros. Pratimų metu buvo taikoma 50 Hz vibracija. Pratimų sudėtingumas buvo palaipsniui didinamas. Terapija buvo pradėta žemiausiu pratimų sudėtingumo lygiu dėl pacientės patiriamo didelio skausmo, o baigta trečiu sudėtingumo lygiu. Terapijos metu pacientė skausmu nesiskundė. Neurac terapijos rezultatai parodė skausmo sumažėjimą nuo 7 cm iki 0 cm pagal VAS bei Peties skausmo ir negalios indekso sumažėjimą nuo 43 iki 5 iš galimų 80 balų. Nors dėl pažeistos trapecinio raumens inervacijos nepavyko atstatyti taisyklingą mentės poziciją, priekinio dantytojo ir apatinės trapecinio raumens stiprinimas padėjo

kompensuoti vidurinės trapezinio raumens dalies nepakankamą funkciją, atstatyti normalų mentės žasto ritmą bei padidinti popetinį tarpą, kas leido reikšmingai pagerinti žasto lenkimo amplitudę, sumažinti skausmą ir negalią.

Apibendrinant Neurac poveikį viršutinių galūnių disfunkcijai, reikia pažymėti, kad Neurac gerina mentės kinematiką, veikdamas peties sąnarį stabilizuojančius raumenis ir mažindamas raumenų disbalansą. Taikoma vibracija aktyvuoja skausmo slopinamus raumenis, leidžiant didinti jų jėgą bei judesio amplitudę. Tai teigiamai veikia skausmą ir negalią. Taip pat svarbu pabrėžti, kad norint mažinti motorinės kontrolės sutrikimų įtaką skausmui bei neleisti ūmiam skausmui pereiti į lėtinį, Neurac metodu reikėtų pradėti viršutinės galūnės reabilitaciją jau ūmioje fazėje.

3.5. Neurac metodo poveikis funkciniam rodikliams, esant apatinių galūnių lėtiniam skausmui

3.5.1. Sąlygojančios lėtinį skausmą apatinių galūnių disfunkcijos.

Klubo sąnario skausmas yra susijęs su vidinėmis klubo sąnario patologijomis, įskaitant femoroacetabulinio suspaudimo sindromą, sąnarinės lūpos patologiją bei tokius ankstyvus degeneracinius pakitimus, kaip chondropatija. Manoma, kad klubo skausmas, susijęs su aukščiau minėtomis patologijomis ankstyvame bei viduriniame amžiuje, progresuoja į klubo osteoartritą [210]. Esant klubo sąnario skausmui, pagrindiniai reabilitacijos principai yra šlaunies raumenų stiprinimas, neuroraumeninės kontrolės atstatymas, veikiant faktorius, kurie galėjo įtakoti kinetinės grandinės funkciją, bei pažeistų ar pažeidžiausių struktūrų apkrovimo nuėmimas. Pratimų programa esant klubo sąnario skausmui turi įtraukti klubo sąnarį stabilizuojančių raumenų stiprinimą, bendrus jėgos pratimus apatinei galūnei, akcentuojant sėdmenų raumenų jėgą, keturgalvį bei blauzdos raumenis, taipogi turi būti stiprinami liemens raumenys bei ištempiami raumenys, prisidedantys prie klubo sąnario suspaudimo. Stiprinimo pratimai turi būti vykdomi progresijoje nuo pratimų be kūno svorio iki pratimų su pilnu kūno svoriu bei nuo jėgos pratimų iki funkcinio arba susijusių su sportu pratimų [211].

Sėdmenų raumenų bei proksimalinių užpakalinių šlaunies raumenų tendinopatija kelia skausmą aplink klubus bei dubenį. Neadekvati tempimo apkrova kartu su kompresija sukelia sausgyslių struktūrinę degradaciją ir apkrovos pajėgumo sumažėjimą. Esant sėdmenų raumenų tendinopacijai, nustatomas klubo atitraukėjų silpnumas; jų stiprinimas mažina per didelį dubens lateralinių posvyrį arba perteklinę klubo pritraukėjų veiklą [212]. Esant tendinopacijai, izometriniai jėgos pratimai yra tinkama priemonė ankstyvoje ligos fazėje. Proksimalinių užpakalinių šlaunies raumenų tendinopatijos pradinis gydymas taip pat įtraukia izometrinius pratimus, stiprinant užpakalinius šlaunies raumenis bei sėdmenų raumenis.

Pereinant prie distalesnių apatinės galūnės segmentų, paminėsime patelofemoralinį skausmą, patiriamą atliekant pritūpimus, bėgant, lipant laiptais arba ilgą laiką sėdint. Paprastai šis sindromas yra susijęs su nenormalia girnelės pozicija ir biomechanika. Manoma, kad disbalansas tarp vidurinio plačiojo įstrižinio šlaunies raumens ir šoninio plačiojo šlaunies raumens verčia girnelę judėti lateraliau ir trinti šoninį šlaunikaulio krumplį, kas sukelia sąnarinio paviršiaus eroziją, degeneraciją bei skausmą [213].

Vienas dažniausių kelio sąnario pažeidimų yra kelio osteoartritas, kuris kliniškai apibūdinamas skausmu, sąnario sustingimu, sumažėjusia sąnario judesio amplitude, keturgalvio raumens silpnumu ir propriocepcijos sutrikimais [214, 215]. Propriocepcijos trūkumas gali sąlygoti funkcinį nestabilumą, kuris savo ruožtu gali sukelti mikrotraumą ir pakartotinį audinių pažeidimą. Lokalių raumenų susitraukimas aktyvuoja endogeninį skausmo malšinimą pas pacientus su osteoartritu arba reumatoidiniu artritu [216]. Yra nustatyta, kad pratimai pagerina pacientų su kelio osteoartritu raumenų funkciją, o pagerėjusi raumenų funkcija (ypač jėga) yra susijusi su sumažėjusiu skausmu bei pagerėjusia funkcija [217]. Gydant kelio osteoartrito keliamą skausmą, praktikuojami įvairūs pratimai, tokie kaip aerobiniai, pasipriešinimo, neuroraumeniniai, pusiausvyros, propriocepcijos, vandens bei bendri pratimai. Jų pasirinkimas priklauso nuo paciento poreikių ir galimybių. Sisteminės apžvalgos ir metaanalizės rodo trumpalaikį pratimų poveikį gerinant žmonių su kelio osteoartritu skausmą ir negalią, ir šis poveikis varijuoja nuo nedidelio iki vidutinio. Pratimų nauda ilgesniu laikotarpiu mažėja dėl užsiėmimų nelankymo [218], o užsiėmimų nelankymo viena pagrindinių priežasčių yra skausmas. Skausmas yra pagrindinis trukdis raumenų, esančių aplink artrito pažeisto sąnario, valingam susitraukimui [219]. Skausmo sumažėjimas gali pagerinti pacientų su kelio osteoartritu reabilitacijos efektyvumą, kadangi įtakoja dinaminių funkcinių užduočių įvykdymo stabilumą [220].

Pereinant prie čiurnos sąnario pažeidimų, reikia pažymėti, kad tarp kitų rizikos faktorių patirti čiurnos sąnario pažeidimą, yra statinės ir dinaminės pusiausvyros trūkumai [221], didesnis posturalinis siūbavimas [222], sumažėjusi klubo tiesėjų jėga [223], atliekančių dorzifleksiją ir plantarinę fleksiją raumenų disbalansas [224]. Nustatyta, kad po ūmaus čiurnos sąnario patempimo, iki 70 proc. pacientų gali likti su fizine negalia, įskaitant lėtinį čiurnos nestabilumą [225]. Efektyvi čiurnos sąnario pažeidimo reabilitacijos programa turėtų įtraukti jėgos ir pusiausvyros treniravimą, taipogi neuroraumeninius bei funkcinis pratimus.

3.5.2. Laisvo kybojimo pratimų poveikis funkciniais rodikliams, esant apatinių galūnių disfunkcijai.

Danely ir kt., 2011 [226] nustatė, kad pratimai su laisvo kybojimo įranga uždaroje kinetinėje grandinėje gali didinti sporto naujokų apatinių galūnių raumenų jėgą taip pat efektyviai, kaip ir tradiciniai atviros kinetinės grandinės pratimai su treniruokliais.

Chang ir kt., 2015 [227] nustatė, kad atliekant kelio tiesimo pratimą uždaroje kinetinėje grandinėje su laisvo kybojimo įranga, mažėja šlaunies šoninio plačiojo raumens aktyvumas, ir didėja šlaunies vidurinio plačiojo įstrižinio raumens aktyvumas, ir tai leidžia selektyviai stiprinti vidurinį platųjį įstrižinį raumenį, skatinant girnelę judėti medialiau. Šis pratimas yra vertingas, esant patelofemoraliniam skausmui. Tačiau stiprinti vieną segmentą, nevertinant judesio visoje kinetinėje grandinėje, gali būti neefektyvu. Lobo ir kt., 2018 [228] atliko 17 pacienčių su patelofemoraliniu skausmu klinikinį vertinimą, ir nustatė, kad joms buvo būdingas keturgalvio raumens silpnumas, klubo atitraukėjų silpnumas, sumažėjusi vidinė klubo rotacija, dubens nestabilumas bei dinaminė apatinių galūnių „valgus“ padėtis. Be to, Chevidikunnan ir kt., 2016 [229] pranešė, kad pratimų liemens raumenims įtraukimas į reabilitacijos programą padėjo daugiau sumažinti skausmą pacientėms su patelofemoraliniu sindromu, palyginus su tradicine reabilitacijos programa. Žinome, kad žmonėms be sportinio pasirengimo apatinių galūnių stiprinimas su laisvo kybojimo įranga yra efektyvus, be to, lygiagrečiai mažinama kūno pusių asimetrija bei stiprinami liemens ir klubą atitraukiantys raumenys, o tai yra efektyvu.

Tsauo ir kt., 2008 [230] ištyrė 30 pacientų (50-70 m.) su kelio osteoartritu, kurių pusei buvo taikoma tradicinė kineziterapija, o kitai pusei tradicinė kineziterapija buvo papildyta pratimais laisvo kybojimo sistemoje Terapi Master (dabartinis pavadinimas – Redcord) su progresija „gulint-sėdint-stovint“. Intervencija buvo taikoma 8 savaites. Palyginus su kontroline grupe, laisvo kybojimo pratimų grupė reikšmingai pagerino propriocepiją, funkcinį testų rezultatus bei skausmą.

Mau-Moeller ir kt., 2014 [231] nustatė, kad po kelio sąnario keitimo operacijos atliekant pradinio etapo reabilitaciją su laisvo kybojimo sistema, pacientų pasyvaus kelio lenkimo amplitudė buvo reikšmingai didesnė trumpuoju periodu, palyginus su pasyvaus pastovaus judesio terapijos grupe, kadangi pareikalavo didesnės raumenų jėgos ir koordinacijos, dinamiškai stabilizuojant kelio sąnarį.

Huang ir kt., 2021 [232] ištyrė pratimų su laisvo kybojimo įranga poveikį pacientų po priekinio kryžminio raiščio atstatymo operacijos, praėjus 6 mėn. standartinei ankstyvo periodo reabilitacijai, apatinių galūnių raumenų jėgai, statinei ir dinaminei pusiausvyrai bei kelio sąnario kinematikai. Eksperimentinė grupė iš 19 dalyvių 2 k./sav. 6 sav. atlikinėjo klubo atitraukimo pratimą ant šono; klubo pritraukimo pratimą ant šono; „tilto“ pratimą pozicijoje ant nugaros, fiksuojant apatinę galūnę laisvo kybojimo sistemoje per kelio sąnarį; „tilto“ pratimą pozicijoje ant nugaros, fiksuojant abi apatines galūnes laisvo kybojimo sistemoje per čiurnos sąnarį; tilto“ pratimą

pozicijoje ant pilvo, fiksuojant apatinę galūnę laisvo kybojimo sistemoje per kelio sąnarį; „tilto“ pratimą pozicijoje ant pilvo, fiksuojant abi apatines galūnes laisvo kybojimo sistemoje per čiurnos sąnarį. Atliekant pratimus, visais atvejais pažeista galūnė buvo fiksuota laisvo kybojimo sistemoje. Kontrolinė grupė iš 18 dalyvių atliko tradicinę reabilitacijos programą namuose. Tyrimo rezultatai parodė, kad eksperimentinė grupė pasiekė reikšmingą keturgalvio raumens ir užpakalinių šlaunies raumenų jėgos ir jos simetriškumo padidėjimą, palyginus su kontroline grupe. Taip pat eksperimentinės grupės statinės ir dinaminės pusiausvyros testo rezultatai buvo reikšmingai geresni, negu kontrolinės grupės. Deja, nei eksperimentinei, nei kontrolinei grupei nepavyko pasiekti reikšmingų pažeisto kelio kinematikos, matuojamos blauzdikaulio poslinkiais šlaunikaulio atžvilgiu, pokyčių, šį trūkumą autoriai sieja su trumpu treniravimo laiku.

3.5.3. Neurac metodo poveikis funkciniam rodikliams, esant apatinių galūnių disfunkcijai.

Nagrinėdami apatinių galūnių disfunkcijas, nustatėm, kad dažniausiai joms būdingas raumenų disbalansas, biomechaninės grandinės segmentų trūkumai bei propriocepcijos sutrikimai. Manome, kad šių motorinės kontrolės trūkumų pašalinimas Neurac metodu būtų naudingas prieš apatinės galūnės raumenų stiprinimo programą atviroje kinetinėje grandinėje. Neurac metodu atliekami pratimai su progresija nuo izometrinių iki dinaminių bei be kūno svorio iki pilno kūno svorio paruoštų apatinę galūnę tolesnei reabilitacijai, įtraukiančiai funkcinius arba sportinius pratimus.

Kadangi dažniausiai apatinės galūnės pažeidimas nustatomas vienoje kūno pusėje, norint atstatyti teisingą judesio modelį, labai svarbu mažinti kairės ir dešinės pusės raumenų disbalansą bei gerinti propriocepciją, siekiant išlaikyti stabilumą statinėse ir dinaminėse sąlygose. Nors neradome straipsnių, tiriančių Neurac metodo poveikį funkciniam rodikliams, esant apatinės galūnės lėtiniam skausmui, nagrinėdami Neurac poveikį funkciniam rodikliams, esant lėtiniam apatinės nugaros dalies skausmui, nustatėm, kad Neurac mažina kairės ir dešinės pusės liemens raumenų disbalansą, mažina kūno svorio pasiskirstymo asimetriją, didina klubo atitraukėjų jėgą bei gerina statinę ir dinaminę pusiausvyrą.

Nagrinėdami pratimų su laisvo kybojimo įranga, atitinkančių Neurac metodu taikomus pratimus (Huang ir kt., 2021 [232]), poveikį apatinių galūnių disfunkcijai, nustatėm, kad šie pratimai didina keturgalvio ir užpakalinių šlaunies raumenų jėgą bei jos simetriškumą abiejose galūnėse,

taipogi efektyviai gerina statinę ir dinaminę pusiausvyrą. Tsauo ir kt., 2008 [230] tyrimas duoda pagrindą manyti, kad Neurac pratimai būtų efektyvūs ir pacientams su kelio osteoartritu, kadangi leistų sustiprinti esančius aplink skausmingą sąnarį raumenis bei pagerintų pusiausvyrą.

Manome, kad Neurac metodu taikoma vibracija pagerintų laisvo kybojimo pratimais pasiektus funkcinis rezultatus, suteikdama apatinės galūnės sąnariams dar daugiau stabilumo. Vibracijos teigiamas poveikis apatinių galūnių skausmui ir funkcijai yra moksliskai pavirtintas. Yañez-Álvarez ir kt., 2020 [233] palygino pratimų, atliekamų naudojant viso kūno vibracijos platformą ir nenaudojant vibracijos, efektą, pacientams su patelofemoraliniu skausmu. Pratimai buvo parinkti liemens raumenų, sėdmenų ir keturgalvio raumens stiprinimui. Skausmas ar diskomfortas buvo leidžiamas atliekant pratimą tik tada, kai buvo priimtinas ($< 4/10$) ir jei per 24 valandas buvo grįžęs toks pat pradinis skausmo lygis, koks buvo prieš pradedant pratimus. Jei to nebuvo, pratimą modifikavo mažinant krūvį (laiką, pratimo padėtį ar vibracijos amplitudę). Tyrimo rezultatai parodė, kad pratimų derinimas su vibracija turi geresnį efektą pacientų su patelofemoraliniu sindromu skausmui ir funkciniais rodikliais trumpuoju laikotarpiu, palyginus su vien pratimų atlikimu. Wang ir kt., 2022 [234] tyrimu nustatė, kad pritūpimai viso kūno vibracijos platformoje bei vibracijos taikymas atliekant pasipriešinimo pratimus keturgalviui raumeniui efektyviau gerina skausmo ir funkcijos rodiklius, palyginus su intervencijomis be vibracijos, pacientams su kelio osteoartritu.

Apibendrinant, galima teigti, kad Neurac mažina kairės ir dešinės pusės liemens ir apatinių galūnių raumenų jėgos asimetrija, didina klubo atitraukėjų, keturgalvio raumens bei užpakalinių šlaunies raumenų jėgą, o taip pat gerina statinę ir dinaminę pusiausvyrą. Kadangi funkcinis rodiklius pagerėjimas yra susijęs su skausmo sumažėjimu, darome išvadą, kad Neurac metodas gali būti efektyviai mažinti apatinių galūnių lėtinį skausmą.

4. LITERATŪROS APŽVALGOS APIBENDRINIMAS

4.1. Lėtinio skausmo poveikis centrinei nervų sistemai ir motorinei kontrolei

Išnagrinėję lėtinio griaučių raumenų skausmo poveikį centrinei nervų sistemai, nustatėm, kad lėtinio skausmo suvokime dalyvauja kaip periferiniai, taip ir centriniai mechanizmai. Nors kineziterapija gerai veikia periferinius lėtinio skausmo šaltinius, centrinius skausmo mechanizmus paveikti yra sunku dėl jau įvykusių struktūrinių smegenų pokyčių. Taigi, kuo ilgiau tęsiasi skausmas, tuo stipresnės darosi susijusios su skausmu sinapsės, ir tuo sunkiau skausmą mažinti. Didesni centrinės nervų sistemos pokyčiai (centrinės sensitizacijos atsiradimas) yra susiję su didesniu jautrumu skausmui. Dėl šios priežasties šiuolaikinis skausmo neuromokslo pabrėžia strategijų, nukreiptų į CNS jautrumo mažinimą, svarbą. Centrinė sensitizacija yra neuroplastinis reiškinys, kurį veikia daugybė veiksnių, tarp kurių yra ir kognityvinė veikla. Daugėja įrodymų apie tai, kad skausmo ir judesio pavojaus sureikšminimo mažinimo strategijos yra efektyvios pacientams su lėtiniu skausmu. Pvz., neuromokslo edukacija ir kognityvinė terapija (pvz., laipsniškos ekspozicijos terapija) fizinio aktyvumo kontekste padeda pacientams su lėtiniu skausmu iš naujo įvertinti pavojaus, kurį jie sieja su skausmu ir judesiu, reikšmę [235, 50]. Šios terapijos trūkumas yra trapi pusiausvyra tarp to, ar sukeltas terapijos metu stresas padės pakeisti „skausmo atmintį“, ar dar padidins jautrumą skausmui. Neurac metodu taipogi vykdoma laipsniška paciento ekspozicija rizikai, tačiau ji yra „saugesnė“ paciento baimės patirti skausmą atžvilgiu, nes pats pacientas kontroliuoja patiriamą skausmą ir krūvį. Norint suformuoti naują susijusią su skausmu ar judesiu atmintį, ilgalaikis smegenų sinapsių stiprinimas yra lemiamas veiksnys [50], ir kineziterapeuto užduotis mažinant lėtinį skausmą yra paveikti paciento „skausmo atmintį“ visais nervinės veiklos lygiais – nuo primityvių refleksų iki kognityvinės veiklos – per centrinius ir periferinius skausmo mechanizmus. Neurac atveju, yra veikiami susiję su skausmu sąlyginiai refleksai, kurie yra elgesio formavimo pagrindas. Naujam elgesiui užtvirtinti galėtų padėti Neurac metodo numatyta skausmo neuroedukacija, turinti pakeisti paciento skausmo suvokimą iš pavojaus sveikatai į nervų sistemos įjautrinimą.

Išnagrinėję lėtinio skausmo poveikį motorinei kontrolei, nustatėm, kad lėtinis skausmas veikia motorinę kontrolę per sensorinius-percepcinius, pažintinius, psichologinius ir motorinius procesus. Iš to seka išvada, kad motorinės kontrolės atstatymas taip pat būti vykdomas pasitelkus visus CNS vykstančius procesus, tačiau išlieka problema, kaip treniruoti motorinę kontrolę, jei skausmas trukdo teisingam judesio modeliui. Nijs ir kt., 2012 [236] mano, kad motorinės kontrolės treniravimas esant

skausmui gali būti bevaisis; kaip galimą išeitį mokslininkai siūlo naudoti manualinę terapiją, virtualios realybės priemones, TENS arba vaistus vienu metu su pratimų terapija, arba pratimų terapija turi būti vykdoma iš karto po aukščiau minėtų nuskausminimo priemonių. Hodges, 2011 [237] mano, kad motorinis plastiškumas gali būti tobulinamas treniravimu, kuris neprovokuoja skausmo bei suteikia aukšto lygio grįžtamąjį ryšį. Farina ir kt., 2001 [238] mano, kad motorinės žievės slopinimas atspindi suvokiamo skausmo variacijas ir nevyksta, kai skausmo intensyvumas stabilizuojasi. Taigi, pacientą reikėtų treniruoti arba nesant skausmui, arba pacientui nesitikint skausmo padidėjimo, turint aukšto lygio grįžtamąjį ryšį, t.y., skausmui neiškreipiant judesio. Būtent tokius principus naudoja Neurac metodas atstatant funkcinis judesius. Tai reiškia, kad Neurac metodas turi padėti efektyviai atstatyti motorinę kontrolę.

4.2. Neurac metodo poveikis funkciniams rodikliams, esant apatinės nugaros dalies bei kaklo lėtiniam skausmui

Aptariant Neurac metodo poveikį lėtiniam skausmui, reikėtų padaryti išlygą dėl to, kad mūsų nagrinėjamuose straipsniuose buvo taikomi tik Neurac metodo elementai, laikantis „vieno dydžio, tinkančio visiems“ principo. Reikia manyti, kad originalaus Neurac metodo taikymas, paremtas individualaus biomechaninių grandinių ištyrimo rezultatais, apimantis preciziškai taikomus krūvius, bendravimą su pacientu pagal moksliai pagrįstus principus, skausmo neuroedukaciją bei namų pratimų programos sudarymą [89] būtų efektyvesnis, palyginus su aukščiau minėtų mokslinių tyrimų rezultatais.

Ieškant mokslinių įrodymų apie Neurac metodo poveikį lėtiniam apatinės nugaros dalies bei kaklo skausmui, pavyko surasti viso 6 straipsnius: vieną – G. Kirkesola, 2008 [89] straipsnį, pagrindžiantį Neurac metodo taikymą lėtiniam griaučių raumenų skausmui gydyti ir funkcinis judesiams atstatyti, trys – apie Neurac poveikį lėtiniam apatinės nugaros dalies skausmui (Kim, Kim ir kt., 2013 [148]; Gwon ir kt., 2020 [133]; Filipczyk ir kt., 2021 [161]) ir du – apie Neurac poveikį lėtiniam kaklo skausmui (Yun ir kt., 2015 [163]; Park ir kt., 2021[168]). 3 lentelėje (žr. 58-59 psl.) pateikiame apžvelgtų tyrimų dėl Neurac metodo poveikio apatinės nugaros dalies bei kaklo lėtiniam skausmui apibendrinimą pagal dalyvius, taikytas intervencijas, rezultatų matavimo priemones ir laiką. Deja, tik viename Filipczyk ir kt., 2021 [161] tyrime rezultatai buvo matuojami ilgesniu laikotarpiu (po 20 sav. pasibaigus intervencijai) ir buvo vertinama psichosocialinių veiksnių

įtaka lėtiniam skausmui. Tai pasiteisino: buvo nustatytas išskirtinis Neurac metodo poveikis, mažinant ir palaikant stabilią kineziofobiją vidutiniu laikotarpiu. Be to, paaiškėjo, kad psichologinės kineziofobijos priežastys dominavo pas dalyvavusius šiame tyrime pacientus su lėtiniu apatinės nugaros dalies skausmu. Taigi, trūksta tyrimų, kurie įvertintų Neurac metodo poveikį psichosocialiniams veiksniams, kurie, kaip buvo minėta aukščiau, veikia paciento skausmo percepciją.

Be Neurac poveikio lėtiniam skausmui ir negaliai, mokslininkai tyrė Neurac poveikį įvairiems motorinės kontrolės rodikliams, pvz., statinė ir dinaminė pusiausvyra, raumenų aktyvumas ir jėga bei jų simetriškumas. 4 lentelėje pateikiame Neurac metodo poveikio pacientų su lėtiniu apatinės nugaros dalies bei lėtiniu kaklo skausmu funkciniais rodikliams apibendrinimą. Daugumoje tyrimų Neurac statistiškai geriau mažino skausmą, negu kontrolinė grupė. Tačiau reikia turėti omenyje, kad daugelyje tyrimų Neurac metodas buvo derinamas su manualine terapija, kuri reikšmingai veikia centrinę sensitizaciją trumpuoju laikotarpiu [8], kuris ir buvo vertinamas daugelyje tyrimų. Skausmo simptomų ir negalios pagerėjimas turėtų būti susijęs su tyrimuose nustatytu motorinės kontrolės pagerėjimu (pusiausvyros pagerėjimas, liemens raumenų aktyvumo padidėjimas, kairės ir dešinės pusės raumenų jėgos ir aktyvumo asimetrijos mažėjimas). Deja, tik du tyrimai (Filipczyk ir kt., 2021 [161]; Park ir kt., 2021 [168]) lygino pratimus Neurac metodu su kitais pratimais, iš jų tik Park ir kt., 2021 [168] tyrimas vertino raumenų veiklos pokyčius. Kiti du tyrimai (Kim, Kim ir kt. 2013 [148]; Yun ir kt., 2015 [163]) Neurac pratimais papildė kontrolinei grupei taikytas intervencijas, o Gwon ir kt., 2020 [133] tyrimas vertino Neurac pratimų poveikį taikant ir netaikant vibracijos. Taigi, matome poreikį atlikti daugiau tyrimų dėl Neurac poveikio įvairiems motorinės kontrolės rodikliams, esant lėtiniam skausmui, kur būtų lyginamas tradicinių pratimų ir pratimų Neurac metodu poveikis. Jau žinome, kad motorinės kontrolės rodikliai ne visais atvejais yra susiję su skausmo ar funkcijos pagerėjimu, nes įtakojami paciento skausmo percepcijos, tačiau tai yra svarbus kineziterapijos efektyvumo įrodymas.

3 lentelė. Susijusių su Neurac metodo poveikiu lėtiniam griaučių raumenų skausmui tyrimų dalyviai, intervencijos ir rezultatų matavimo priemonės.

Tyrimai/parametrai	Imties charakteristikos	Grupių charakteristikos		Intervencija		Rezultatų matavimo priemonės	Rezultatų matavimo laikas
		Eksperimentinė grupė	Kontrolinė grupė	Eksperimentinė grupė	Kontrolinė grupė		
Kim, Kim ir kt., 2013	n=16. Lėtinis apatinės nugaros dalies skausmas. Skausmo trukmė > 12 sav. Skausmo intensyvumas nenurodytas. Skausmo lokalizacija - tarp L2-L4 ir sėdmeninių raukšlių. Oswestry negalios indeksas (ONI)≥6.	Amžius=46.6± 19.7 metų BMI=22.3±3.3	Amžius=48.6± 9.9 metų BMI=21.3±0.8	Šiluminis kompresas 20 min., ultragarso terapija 5 min., TENS 15 min, Neurac juosmens stabilizavimo pratimai 40 min. 4 k./sav., gydymo trukmė nenurodyta.	Šiluminis kompresas 20 min., ultragarso terapija 5 min., TENS 15 min. 4 k./sav., gydymo trukmė nenurodyta.	Vizualinio skausmo analogo skalė (VAS); Oswestry negalios indeksas (ONI); pusiausvyra (siūbavimo plotas, ilgis bei greitis statinėje ir dinaminėje padėtyje); juosmens raumenų atsakas (naudojant EMG buvo skaičiuojami lenkimo atsipalaidavimo bei tiesimo lenkimo koeficientai).	Intervencijos pradžioje; po intervencijos (intervencijos trukmė nenurodyta)
Gwon ir kt., 2020	n=30. Nespecifinis lėtinis apatinės nugaros dalies skausmas. Skausmo trukmė > 6 mėn. Skausmas > 3 pagal skaitinę skausmo skalę. Turėjo daugiau nei 1 balo skirtumą kairės ir dešinės pusės klubo atitraukėjų raumenų jėgos.	Amžius=21.93± 1.79 metų BMI=21.63±2.07	Amžius=21.60± 1.81 metų BMI=21.74±3.26	Neurac klubo atitraukimo pratimas ant šono, 5 k. po 5 sek., 4 pakartojimai su 1 min pertrauka	Neurac klubo atitraukimo pratimas ant šono, 5 k. po 5 sek., 4 pakartojimai su 1 min pertrauka. Pratimo metu buvo taikoma 30 Hz vibracija su Redcord Stimula įrenginiu.	Skaitinė skausmo skalė; kūno svorio pasiskirstymo asimetrija (%); klubo atitraukėjų jėgos asimetrija (kg); statinė pusiausvyra ant vienos kojos (mm)	Iki intervencijos; po vienkartinės intervencijos

3 lentelė (tęsinys). Susijusių su Neurac metodo poveikiu lėtiniam griaučių raumenų skausmui tyrimų dalyviai, intervencijos ir rezultatų matavimo priemonės.

Tyrimai/parametrai	Imties charakteristikos	Grupių charakteristikos		Intervencija		Rezultatų matavimo priemonės	Rezultatų matavimo laikas
		Eksperimentinė grupė	Kontrolinė grupė	Eksperimentinė grupė	Kontrolinė grupė		
Filipczyk ir kt., 2021	n=69, bet tik 46 baigė eksperimentą. Nespecifinis lėtinis apatinės nugaros dalies skausmas. Skausmo trukmė ir intensyvumas nenurodyti.	Amžius=37.2 ± 10.4 metų BMI=23.3 ± 3.1	1) Amžius=50.4 ± 10.3 metų BMI=26.68 ± 3.8; 2) Amžius=45.4 ± 9.11 metų BMI=24.9 ± 3.2;	Manualinė terapija 15 min, Neurac juosmens stabilizavimo pratimai, 30 min. 10 intervencijų kas 3 dienas. 4 sav.	1) Manualinė terapija 15 min, juosmens stabilizavimo pratimai pagal O'Sullivan metodika, 30 min. 10 intervencijų kas 3 dienas. 4 sav. 2) Manualinė terapija 15 min, bendri pratimai namuose, 30 min. 10 intervencijų kas 3 dienas. 4 sav.	Skausmo vizualinio analogo skalė (VAS); Kineziofobijos priežasčių skalė	Iki intervencijos; po 2 sav.; po 4 sav.; po 24 sav.
Yun ir kt., 2015	n=20. Lėtinis kaklo skausmas. Dirba administracinį darbą. Skausmo trukmė >3 mėn. Kaklo negalios indeksas KNI<5.	Amžius=38.10± 12.25 metų; aukštis 164.50 ± 9.87 cm; svoris 57.40 ± 8.70 kg	Amžius=35.20 ± 10.08 metų; aukštis 164.80 ± 9.89 cm; svoris 56.70 ± 8.00 kg	Tradicinė kineziterapija (nenurodyta kokio)(30 min), papildyta Neurac statiniais ir dinaminiais pratimais kaklui (30 min); 3 k./sav., 4 sav.	Tradicinė kineziterapija (nenurodyta kokio) (30 min). 3 k./sav., 4 sav.	Skausmo vizualinio analogo skalė; kaklo negalios indeksas (KNI); pusiausvyra (siūbavimo plotas, ilgis ir greitis); Japonijos pramonės higienos draugijos Nuovargio tyrimo grupės klausimynas; SF-36 gyvenimo kokybės klausimynas	Intervencijos pradžioje; po 4 sav. intervencijos
Park ir kt., 2021	n=27. Lėtinis kaklo skausmas. Skausmo trukmė ir intensyvumas nenurodyti. Moterys su kaklo negalios indeksu ≤24.	Amžius=43.21± 7.96 metų BMI=22.63±2.07.	Amžius=46.77±9.10 metų BMI=21.28±1.80.	Neurac torakalinio mobilumo pratimai, atliekami vienu metu su torakalinės dalies slankstelių mobilizacija (20 min), cervikalinė manualinė terapija (30 min). 2 k./sav., 4 sav.	Aktyvūs torakalinės dalies pratimai (20 min), cervikalinė manualinė terapija (30 min). 2 k./sav., 4 sav.	Skaitinė skausmo skalė; kaklo negalios indeksas; kraniovertebralinis kampas; spaudimo skausmo slenkstis; SF-36 gyvenimo kokybės klausimynas	Intervencijos pradžioje; po 4 sav. intervencijos

4 lentelė. Neurac metodo poveikis funkciniais rodikliais, esant apatinės nugaros dalies bei kaklo lėtiniam skausmui.

Tyrimo autoriai/rezultatai	Kim, Kim ir kt., 2013	Gwon ir kt., 2020	Filipezyk ir kt., 2021	Yun ir kt., 2015	Park ir kt., 2021
<i>Skausmo rodikliai</i>					
Vizualinio analogo/skaitinė skausmo skalė	+	+			
Spaudimo skausmo slenkstis (viršutinės ir vidurinės trapezinio raumens dalių bei diržinio kaklo raumens)					+
<i>Funkcijos ir negalios rodikliai</i>					
Kaklo negalios indeksas				+	+
Oswestry negalios indeksas					
SF-36 gyvenimo kokybės klausimynas				+	+
Nuovargio klausimynas				+	
<i>Psichosocialinių veiksnių rodikliai</i>					
Kineziofobijos priežasčių skalė			+		
<i>Griaučių raumenų sistemos funkciniai rodikliai</i>					
<i>Statinė pusiausvyra</i>					
Siūbavimo plotas	+			+	
Siūbavimo ilgis	+			+	
Siūbavimo greitis				+	
Stovint ant vienos kojos		+			
<i>Dinaminė pusiausvyra</i>					
Siūbavimo plotas	+				
Siūbavimo ilgis	+				
<i>Raumenų atsakas</i>					
Kraniovertebralinio kampo pokytis					+
Kūno svorio pasiskirstymo asimetrija, stovint		+			
Dešinės ir kairės pusės klubo atitraukėjų jėgos asimetrija		+			
Juosmens lenkimo tiesimo raumenų aktyvumas	+				
Kairės ir dešinės pusės juosmens raumenų aktyvumo asimetrija	+				

„+“ – statistškai geresnis poveikis, palyginus su kontroline grupe

5 lentelėje pateikiame skaičiavimus, kiek sumažėjo apatinės nugaros dalies ir kaklo lėtinio skausmo vertinimo vidurkiai po intervencijos Neurac metodu. Lietuvoje skausmo intensyvumo sumažėjimas nuo 30 proc. iki 50 proc. vertinamas kaip geras gydymo efektas; didesnis nei 50 proc. skausmo intensyvumo sumažėjimas vertinamas kaip labai geras gydymo efektas [239]. Matome, kad gydymo efektas yra labai geras. Manome, kad gydymo efektui turėjo įtakos laisvo kybojimo pratimų poveikis bei vibracijos ir manualinės terapijos taikymas.

5 lentelė. Apatinės nugaros dalies ir kaklo lėtinio skausmo vidurkių pokytis po intervencijos Neurac metodu.

Tyrimas/Tyrimo rezultatas	Kim, Kim ir kt., 2013	Gwon ir kt., 2020	Filipezyk ir kt., 2021	Yun ir kt., 2015	Park ir kt., 2021
Skausmo vertinimo vidurkių pokytis (% nuo pradinių skausmo skalės reikšmių vidurkio)	67%	56%	78%	48%	55%

4.3. Neurac metodo poveikis funkciniais rodikliams, esant viršutinės galūnės lėtiniam skausmui

Nors nebuvo rasta nei vieno straipsnio apie Neurac poveikį esant viršutinės galūnės lėtiniam skausmui, buvo rasti 3 straipsniai apie Neurac poveikį, esant ūmiam peties skausmui (Kim, Dvir ir kt., 2020 [205]; Kim, Lee ir kt., 2015 [207]; Kim ir Oh, 2020 [209]). Iš šių straipsnių gavome informaciją apie Neurac poveikį funkciniais rodikliams, esant viršutinės galūnės disfunkcijai. Čia Neurac metodas leido ne tik sumažinti skausmą ir negalią, bet lygiagrečiai didinti peties sąnario raumenų jėgą bei judesio amplitudę, o taip pat mažinti raumenų disbalansą, teigiamai veikiant mentės kinematiką. Taip pat turime netiesioginių įrodymų, kad Neurac per peties sąnario raumenų jėgos stiprinimą gali veikti distalinių viršutinės galūnės segmentų raumenų jėgą (Lee ir kt., 2018 [202]), o tai yra naudinga esant distalinių segmentų disfunkcijai. Kadangi taikant Neurac metodą ūmiuoju periodu buvo pasiektas reikšmingas aukščiau minėtų funkcinio rodiklio pagerėjimas, įskaitant ir skausmo rodiklius, manome, kad Neurac turėtų efektyviai veikti ir lėtinį viršutinių galūnių skausmą.

4.4. Neurac metodo poveikis funkciniais rodikliams, esant apatinių galūnių lėtiniam skausmui

Neradome nei vieno straipsnio apie Neurac poveikį funkciniais rodikliams, esant apatinės galūnės lėtiniam skausmui, tačiau turime įrodymų, kad Neurac veikia apatinių galūnių ir liemens raumenų disbalansą bei asimetriją, taipogi gerina statinę ir dinaminę pusiausvyrą asmenims su lėtiniu apatinės nugaros dalies skausmu (Kim, Kim ir kt., 2013 [148], Gwon ir kt., 2020 [133]). Kadangi ir asmenys su nugaros skausmu, ir asmenys su apatinės galūnės disfunkcija turi susijusį su skausmu raumenų disbalansą bei kairės ir dešinės pusės asimetriją, manome, kad minėtų tyrimų

rezultatus galima taikyti ir asmenims su apatinės galūnės disfunkcija. Taip pat turime įrodymų, kad laisvo kybojimo pratimai, atitinkantys Neurac metodu taikomus pratimus, didina apatinių galūnių raumenų jėgą bei mažina kairės ir dešinės apatinės galūnės jėgos asimetriją (Huang ir kt., 2021 [232]). Kadangi aukščiau minėtų funkcinių rodiklių pagerėjimas yra susijęs su skausmo ir negalios rodiklių pagerėjimu, manome, kad Neurac turėtų būti efektyvi priemonė, esant lėtinio skausmo paveiktos apatinės galūnės raumenų jėgos ir propriocepcijos trūkumui.

4.5. Neurac metodo perspektyvos vertinimas

Manome, kad Neurac metodas yra perspektyvus, moksliskai pagrįstas metodas. Nors kūrimo pradžioje jis buvo pozicionuojamas kaip inovatyvi lėtinio griaučių raumenų skausmo gydymo priemonė, paaiškėjo, kad Neurac metodas veikia lėtinio skausmo rodiklius panašiai, kaip ir kita pratimų terapija (Filipczyk ir kt., 2021 [161], Park ir kt. 2021 [168]). Manome, kad tai vyksta dėl to, kad gydymo trukmės neužtenka ilgą laiką besiformavusioms susijusioms su skausmu sinapsėms paveikti, be to, lėtinio skausmo atsiradime dalyvauja ne tik periferiniai, bet ir centriniai, sunkiai veikiami, mechanizmai.

Neurac metodo perspektyvumą matome taisyklingų funkcinių judesių atstatyme ir lėtinio skausmo atsiradimo prevencijoje. Yra teorinių ir praktinių prielaidų manyti, kad Neurac efektyviau veikia motorinės kontrolės rodiklius, negu tradiciniai pratimai, tačiau tyrimų šia tema trūksta.

Kalbant apie lėtinio skausmo prevenciją, kadangi Neurac metodas veikia susijusius su skausmu refleksus (o atlikus edukaciją – dar skausmo percepciją), jį, esant galimybei, reikėtų taikyti, ūmaus skausmo fazėje, siekiant neleisti susidaryti ydingam judesio modeliui bei „skausmo atminčiai“. Galimybė saugiai taikyti aktyvius pratimus ūmiuoju periodu yra labai svarbi geriems reabilitacijos rezultatams pasiekti. Kim, Dvir ir kt. 2020 [205], Kim, Lee ir kt. 2015 [207], Kim ir Oh 2020 [209] tyrimai rodo, kad Neurac metodu galimas saugus ir efektyvus aktyvių pratimų taikymas viršutinių galūnių ūmaus skausmo fazėje. Kim ir Oh 2020 [209] tyrime pacientei pavyko sumažinti skausmą nuo 7 cm iki 0 cm pagal VAS, o Peties skausmo ir negalios indekso reikšmę – nuo 43 iki 5 iš galimų 80 balų. Atlikdamas pratimus Neurac metodu, pacientas jaučiasi saugus, nes pats kontroliuoja skausmą ir krūvį, judesio metu taikoma vibracija mažina skausmą, tokiu būdu formuojami refleksai, nesiejantys skausmo ir judesio. Neleidžiant ilgą laiką formotis siejančioms skausmą ir judesį sinapsėms, mažėja judesio baimė, veikianti paciento elgesį ir skausmo percepciją.

Nepakankama sąlyginė skausmo moduliacija prognozuoja lėtinio skausmo atsiradimą [240, 241, 242]. Nieminen ir kt., 2021 [243] rado stiprių įrodymų, kad didesnis skausmo intensyvumas prognozuoja lėtinio skausmo atsiradimą. Shigetoh ir kt., 2019 [38] įrodė, kad vykstantis centrinėje nervų sistemoje centrinės sensitizacijos procesas atlieka tarpininkavimo vaidmenį tarp psichologinių veiksnių ir skausmo intensyvumo; nerimo ir depresijos simptomai bei skausmo intensyvumas turėjo absoliučią koreliaciją su centrinės sensitizacijos klausimyno rezultatais. Almeida ir kt., 2021 [37] nustatė, kad pacientai su apatinės nugaros dalies skausmu, turintys didesnę centrinės sensitizacijos riziką, be prastesnio fizinio pajėgumo ir didesnės negalios, turi didesnę kineziofobiją bei skausmo katastrofiškumą. Visa tai rodo, kad CNS pajėgumas atlaikyti stresą skausmo pavidalu turi klinikinę svarbą. Nijs ir kt., 2021 [26] mano, kad skausmo atsiradimo prevencija arba hiperjautrumo skausmui mažinimas gali būti nauja ir svarbi lėtinio skausmo prevencijos priemonė. Didžiosios Britanijos ir Kanados klinikinės gairės [244] rekomenduoja pacientams su sekinančio lėtinio apatinės nugaros dalies skausmo rizika taikyti pratimų terapiją su kognityvinės elgesio terapijos elementais jau ankstyvoje reabilitacijos fazėje, siekiant užkirsti kelią lėtinio skausmo atsiradimui. Taigi, iš kineziterapijos pusės, reikalingi saugūs ir efektyvūs pratimai pacientams su labai jautria skausmui nervų sistema pradedant ankstyvu reabilitacijos etapu. Paprastai pratimai skiriami atsižvelgiant į paciento fizinį pasirengimą, nusprendžiant ko trūksta pacientui: jėgos, lankstumo, širdies kraujagyslių sistemos pajėgumo, tačiau nepraktikuojamas pratimų skyrimas atsižvelgiant į jautrumą skausmui.

Manome, kad Neurac metodo poveikis skausmui turėtų labiau pasireikšti pas jautresnius skausmui bei bijančius skausmo pacientus. Jautrumą skausmui galima nustatyti su kiekybinėmis centrinės sensitizacijos priemonėmis bei specializuotais klausimynais. Papildomi jautrumo skausmui tyrimai turėtų apsimokėti, kadangi lėtinį griaučių raumenų skausmą patiriantys pacientai yra didžiulė našta sveikatos apsaugos sistemai. Skausmas yra dažna fizinio aktyvumo vengimo priežastis [245], ir atliekami Neurac metodu pratimai yra gera alternatyva tradiciniams pratimams labai jautriems skausmui pacientams.

Galime hipotezuoti, kad Neurac yra efektyvesnis mažinant lėtinio skausmo atsiradimo tikimybę, palyginus su tradiciniais pratimais, kadangi pacientas patiria mažiau streso pratimų metu. Matome poreikį atlikti tyrimus šia tema.

5. IŠVADOS

1. Lėtinis skausmas formuoja centrinėje nervų sistemoje „skausmo atmintį“, kuri veikia motorinę kontrolę per sensorinę percepcinę, motorinę, psichologinę bei kognityvinę žmogaus organizmo sistemas.
2. Esant apatinės nugaros dalies bei kaklo lėtiniam skausmui, Neurac yra efektyvi priemonė, gerinant skausmo, negalios ir gyvenimo kokybės rodiklius, kairės ir dešinės pusės raumenų aktyvumo ir jėgos simetriškumą, statinės ir dinaminės pusiausvyros rodiklius bei mažinant kineziofobiją.
3. Esant viršutinės galūnės lėtiniam skausmui, Neurac gali būti efektyvi priemonė, mažinant susijusį su peties sąnario disfunkcija skausmą ir negalią, gerinant peties sąnario lenkimo, atitraukimo, išorinės ir vidinės rotacijos raumenų jėgą bei amplitudę.
4. Esant apatinės galūnės lėtiniam skausmui, Neurac gali būti efektyvi priemonė, mažinant kairės ir dešinės pusės apatinių galūnių ir liemens raumenų jėgos ir aktyvumo asimetriją, didinant klubą atitraukiančių raumenų, keturgalvio raumens bei užpakalinių šlaunies raumenų jėgą, o taip pat gerinant statinę ir dinaminę pusiausvyrą.

6. PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS

1. Remiantis Kim, Kim ir kt. 2013 [148], Gwon ir kt. 2020 [133], Filipczyk ir kt. 2021 [161], Yun ir kt. 2015 [163] bei Park ir kt. 2021 [168] tyrimais, Neurac metodas gali būti rekomenduojamas, esant lėtiniam apatinės nugaros dalies bei kaklo skausmui.
2. Remiantis Kim, Dvir ir kt. 2020 [205], Kim, Lee ir kt. 2015 [207], Kim ir Oh 2020 [209] tyrimais Neurac metodą yra naudinga taikyti, esant peties ankštumo sindromo ūmiai fazei.
3. Remiantis Filipczyk ir kt., 2021 [161] tyrimu, Neurac metodą yra naudinga taikyti esant kineziofobijai.
4. Kadangi Kim, Dvir ir kt. 2020 [205], Kim, Lee ir kt. 2015 [207], Kim ir Oh, 2020 [209] sėkmingai taikė Neurac metodą ūmaus skausmo fazėje, Neurac metodą rekomenduojame taikyti asmenims su padidintu jautrumu skausmui lėtinio griaučių raumenų sistemos skausmo prevencijai.

7. LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Cimmino MA, Ferrone C, Cutolo M. Epidemiology of chronic musculoskeletal pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2011;25:173–83.
2. GBD 2016. Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet*. 2017 Sep 16;390(10100):1211-1259.
3. World Health Organisation. Musculoskeletal Conditions. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>. Publikuota 2021-02-08.
4. Daenen L, Varkey E, Kellmann M, Nijs J. Exercise, not to exercise, or how to exercise in patients with chronic pain? Applying science to practice. *Clin J Pain* 2015;31:108.
5. Hooten MT D, Hora J, Johnson C, Bianco J, Schweim K, Walker N, Clavel A, Nooman MP, Reznikoff C, Bonte B, Wainio J, Kirksson E, Hansen A, Dvorkin J, Hadzik S, Institute for Clinical Systems Improvement. *Pain: Assessment, Non-Opioid Treatment Approaches and Opioid Management Care for Adults*, 2017.
6. North American Spine Society. *Diagnosis and treatment of low back pain, 2020. Evidence-Based Clinical Guidelines for Multidisciplinary Spine Care*. www.spine.org. Pasiektas 2021-10-18.
7. Ernstzen, D. V., Louw, Q. A., & Hillier, S. L. (2017). Clinical practice guidelines for the management of chronic musculoskeletal pain in primary healthcare: a systematic review. *Implementation science : IS*, 12(1), 1.
8. Alberto Arribas-Romano, PT, MSc, Josué Fernández-Carnero, PT, MSC, PhD, Francisco Molina-Rueda, PT, MSc, PhD, Santiago Angulo-Díaz-Parreño, MSc, PhD, Marcos José Navarro-Santana, PT, MSc, *Efficacy of Physical Therapy on Nociceptive Pain Processing Alterations in Patients with Chronic Musculoskeletal Pain: A Systematic*

Review and Meta-analysis, *Pain Medicine*, Volume 21, Issue 10, October 2020, Pages 2502–2517.

9. Ervilha UF, Farina D, Arent-Nielsen L, Graven-Nielsen T. Experimental muscle pain changes motor control strategies in dynamic contractions. *Exp Brain Res* 2005; 164: 215-24.
10. Madeleine P, Mathiassen SE, Arent-Nielsen L. Changes in degree of motor variability associated with experimental and chronic neck-shoulder pain during a standardized repetitive arm movement. *Exp Brain Res* 2008; 185(4): 689-98.
11. Henriksen M, Alkjaer T, Lund H, Simonsen EB, GravenNielsen T, Danneskiold-Samsøe B, Bliddal H. Experimental quadriceps muscle pain impairs knee joint control during walking. *J Appl Physiol* 2007; 103(1): 132-9.
12. Mellor R, Hodges PW. Motor unit synchronization is reduced in anterior knee pain. *J Pain* 2005; 6(8): 550-8.
13. International Association for the Study of Pain. www.iasp-pain.org. Pasiecta 2021-11-02.
14. Ru-Rong Ji, Andrea Nackley, Yul Huh, Niccolò Terrando, William Maixner; Neuroinflammation and Central Sensitization in Chronic and Widespread Pain. *Anesthesiology* 2018.
15. Wilcox et al. The Subjective Experience of Pain: An FMRI Study of Percept-Related Models and Functional Connectivity. *Pain Med.* 2015 Nov; 16(11):2121-33.
16. The American Academy of Pain Medicine. *AAPM Facts and Figures on Pain, 2017*.
17. Treede RD, Rief W, Barke A, Aziz Q, Bennett MI, Benoliel R, Cohen M, Evers S, Finnerup NB, First MB, Giamberardino MA, Kaasa S, Kosek E, Lavand'homme P, Nicholas M, Perrot S, Scholz J, Schug S, Smith BH, Svensson P, Vlaeyen JW, Wang SJ. A classification of chronic pain for ICD-11. *PAIN* 2015.
18. Perrot, Serge; Cohen, Milton; Barke, Antonia^c; Korwisi, Beatrice^c Rief, Winfried^c; Treede, Rolf-Detlef; The IASP Taskforce for the Classification of Chronic Pain. *PAIN*: January 2019 - Volume 160 - Issue 1 - p 77-82.

19. Merskey, H., & Bogduk, N. (1994). Part III: pain terms, a current list with definitions and notes on usage. Classification of chronic pain, IASP task force on taxonomy. www.iasp-pain.org.
20. NICE. UK National Institute for Health and care Excellence. Low back pain and sciatica in over 16s: assessment and management. [NICE Guideline No. 59] <https://www.nice.org.uk/guidance/ng59>. Published 2016, Updated Dec 2020. Cited 2022-03-02.
21. Williams ACC. Persistence of pain in humans and other mammals. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2019 Nov 11;374(1785):20190276.
22. Elbers, S; Wittink, H; Konings, S; Kaiser, U; Kleijnen, J; Pool, J; Koke, A; Smeets, R. Longitudinal outcome evaluations of interdisciplinary multimodal pain treatment programs for patients with chronic primary musculoskeletal pain: a systematic review and meta-analysis. *European journal of pain*, 2022-02, Vol.26 (2), p.310-335.
23. Y Li, Y Su, S Chen, Y Zhang, Z Zhang, C Liu, M Lu, F Liu, S Li, Z He. The effects of resistance exercise in patients with knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*, 30 (2016).
24. MD Hoffman, DR. Hoffman. Does aerobic exercise improve pain perception and mood? A review of the evidence related to healthy and chronic pain subjects. *Curr Pain Headache Rep*, 11 (2007), pp. 93-97.
25. BK Pedersen, B. Saltin. Exercise as medicine: Evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports*, 25 (2015), pp. 1-72.
26. Jo Nijs, Steven Z George, Daniel J Clauw, César Fernández-de-las-Peñas, Eva Kosek, Kelly Ickmans, Josué Fernández-Carnero, Andrea Polli, Eleni Kapreli, Eva Huysmans, Antonio I Cuesta-Vargas, Ramakrishnan Mani, Mari Lundberg, Laurence Leysen, David Rice, Michele Sterling, Michele Curatolo. Central sensitisation in chronic pain conditions: latest discoveries and their potential for precision medicine. *The Lancet Rheumatology*, Volume 3, Issue 5, 2021, Pages e383-e392.

27. International Association for the Study of Pain. IASP Terminology. www.iasp-pain.org. [Pasięka 2022-02-26].
28. Arendt-Nielsen, L ; Morlion, B ; Perrot, S ; Dahan, A ; Dickenson, A ; Kress, H.G ; Wells, C ; Bouhassira, D ; Mohr Drewes, Assessment and manifestation of central sensitisation across different chronic pain conditions. *European journal of pain*, 2018-02, Vol.22 (2), p.216-241.
29. Ru-Rong Ji, Andrea Nackley, Yul Huh, Niccolò Terrando, William Maixner; Neuroinflammation and Central Sensitization in Chronic and Widespread Pain. *Anesthesiology* 2018; 129:343–366.
30. Rekatsina, Martina; Paladini, Antonella; Piroli, Alba; Zis, Panagiotis; Pergolizzi, Joseph V; Varrassi, Giustino. Pathophysiologic Approach to Pain Therapy for Complex Pain Entities: A Narrative Review. *Pain and therapy*, 2020-01-04, Vol.9 (1), p.7-21.
31. Nijs, Goubert, D., & Ickmans, K. (2016). Recognition and Treatment of Central Sensitization in Chronic Pain Patients: Not Limited to Specialized Care. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 46(12), 1024–1028.
32. Lluch E, Torres R, Nijs J et al. Evidence for central sensitization in patients with osteoarthritis pain: a systematic literature review. *Eur J Pain* 2014;18(10):1367–75.
33. Noten Suzie, Struyf Filip, Lluch Enrique, D'Hoore Marika, Van Looveren Eveline, Meeus Mira.- Central pain processing in patients with shoulder pain : a review of the literature *Pain practice* - ISSN 1530-7085 - Hoboken, Wiley, 17:2(2017), p. 267-280
34. Kuppens, K ; Hans, G ; Roussel, N ; Struyf, F ; Fransen, E ; Cras, P ; Van Wilgen, C. P ; Nijs, J. Sensory processing and central pain modulation in patients with chronic shoulder pain: A case-control study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2018-03, Vol.28
35. Van Oosterwijck, J ; Nijs, J ; Meeus, M ; Paul, L. Evidence for central sensitization in chronic whiplash: A systematic literature review. *European journal of pain*, 2013-03, Vol.17 (3)

36. Coppieters, Iris ; De Pauw, Robby ; Kregel, Jeroen ; Malfliet, Anneleen ; Goubert, Dorien ; Lenoir, Dorine ; Cagnie, Barbara ; Meeus, Mira. Differences Between Women With Traumatic and Idiopathic Chronic Neck Pain and Women Without Neck Pain: Interrelationships Among Disability, Cognitive Deficits, and Central Sensitization. *Physical therapy*, 2017-03-01, Vol.97 (3).
37. Almeida, Lima, V. B., Costa, K. M., Sandes, S. S., de Farias Neto, J. P., & da Silva Junior, W. M. (2021). Do patients with low back pain and central sensitization have differences in physical fitness? *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 28, 193–201.
38. Hayato Shigetoh, Yoichi Tanaka, Masayuki Koga, Michihiro Osumi, Shu Morioka, "The Mediating Effect of Central Sensitization on the Relation between Pain Intensity and Psychological Factors: A Cross-Sectional Study with Mediation Analysis", *Pain Research and Management*, vol. 2019, Article ID 3916135, 6 pages, 2019.
39. Peter O’Sullivan, Wim Dankaerts, Kieran O’Sullivan, Kjartan Fersum. Multidimensional approach for targeted management of low back pain. *Grieve's Modern Musculoskeletal Physiotherapy*. 4th edition. Elsevier 2015. P. 467.
40. Louw A, Zimney K, Puente EJ, Diener I. The efficacy of pain neuroscience education on musculoskeletal pain: a systematic review of the literature. *Physiother Theory Pract*. 2016;32:332- 355.
41. Leake, Hayley B; Moseley, G. Lorimer^a; Stanton, Tasha R; O'Hagan, Edel T; Heathcote, Lauren C. What do patients value learning about pain? A mixed-methods survey on the relevance of target concepts after pain science education, *PAIN*: October 2021 - Volume 162 - Issue 10 - p 2558-2568.
42. Keen, Sam, Lomeli-Rodriguez, Martha and Williams, Amanda C. de C.. "Exploring how people with chronic pain understand their pain: a qualitative study" *Scandinavian Journal of Pain*, vol. 21, no. 4, 2021, pp. 743-753.
43. Kroenke, Kurt, et al. "Core outcome measures for chronic musculoskeletal pain research: recommendations from a Veterans Health Administration work group." *Pain Medicine* 20.8 (2019).

44. Taylor AM, Phillips K, Patel KV, Turk DC, Dworkin RH, Beaton D, Clauw DJ, Gignac MAM, Markman JD, Williams DA, Bujanover S, Burke LB, Carr DB, Choy EH, Conaghan PG, Cowan P, Farrar JT, Freeman R, Gewandter J, Gilron I, Goli V, Gover TD, Haddox JD, Kerns RD, Kopecky EA, Lee DA, Malamut R, Mease P, Rappaport BA, Simon LS, Singh JA, Smith SM, Strand V, Tugwell P, Vanhove GF, Veasley C, Walco GA, Wasan AD, Witter J. Assessment of physical function and participation in chronic pain clinical trials: IMMPACT/OMERACT recommendations. *Pain*. 2016 Sep;157(9):1836-1850.
45. Karayannis, Nicholas V.; Sturgeon, John A.; Chih-Kao, Ming; Cooley, Corinne; Mackey, Sean C. Pain interference and physical function demonstrate poor longitudinal association in people living with pain: a PROMIS investigation, *PAIN*: June 2017 - Volume 158 - Issue 6 - p 1063-1068.
46. Pires, Diogo; Cruz, Eduardo Brazete; Gomes, Luís A; Nunes, Carla. How Do Physical Therapists Measure Treatment Outcomes in Adults With Chronic Low Back Pain? A Systematic Review. *Physical therapy*, 2020-06-23, Vol.100 (6).
47. Verbrugghe J, Agten A, Stevens S, Eijnde BO, Vandenabeele F, Roussel N, De Baets L, Timmermans A. Disability, kinesiophobia, perceived stress, and pain are not associated with trunk muscle strength or aerobic capacity in chronic nonspecific low back pain. *Phys Ther Sport*. 2020 May;43:77-83.
48. Ferro Moura Franco K, Lenoir D, Dos Santos Franco YR, Jandre Reis FJ, Nunes Cabral CM, Meeus M. Prescription of exercises for the treatment of chronic pain along the continuum of nociplastic pain: A systematic review with meta-analysis. *Eur J Pain*. 2021 Jan;25(1):51-70.
49. Pak, D.J., Yong, R.J., Kaye, A.D. *et al*. Chronification of Pain: Mechanisms, Current Understanding, and Clinical Implications. *Curr Pain Headache Rep* 22, 9 (2018)
50. Nijs J, Lluch Gírbés E, Lundberg M, Malfliet A, Sterling M. Exercise therapy for chronic musculoskeletal pain: Innovation by altering pain memories. *Man Ther*. 2015 Feb;20(1):216-20.

51. Hodges PW, Smeets RJ. Interaction between pain, movement, and physical activity: short-term benefits, long-term consequences, and targets for treatment. *Clin J Pain* 2015;31:97–107.
52. Peter O’Sullivan. Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: Maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. *Manual Therapy*, Volume 10, Issue 4. 2005, Pages 242-255.
53. Quirk GJ, Paré D, Richardson R, Herry C, Monfils MH, Schiller D, Vicentic A. Erasing fear memories with extinction training. *J Neurosci*. 2010 Nov 10; 30(45):14993-7.
54. Johan W.S. Vlaeyen, Geert Crombez, Steven J. Linton. The Fear-Avoidance Model of Pain. *Pain (Amsterdam)*, 2016-08, Vol.157 (8), p.1588-1589
55. Vlaeyen JW, Morley S, Linton S, Boersma K, De Jong J. Pain-Related Fear: Exposure-Based Treatment for Chronic Pain. Seattle: IASP Press, 2012.
56. Moseley GL, Nicholas MK, Hodges PW. Does anticipation of back pain predispose to back trouble? *Brain* 2004; 127 (Pt 10):2339-47.
57. Kantak, Johnson, T., & Zarzycki, R. Linking Pain and Motor Control: Conceptualization of Movement Deficits in Patients with Painful Conditions. *Physical Therapy*, 2022.
58. Hodges PW, Coppieters MW et al. New insight into motor adaptation to pain revealed by a combination of modelling and empirical approaches. *Eur J Pain* 2013; 17:1138-46.
59. Lindstrom R, Schomaher J, Farida D, et al. Association between neck muscle coactivation, pain, and strength in women with neck pain. *Man Ther* 2011;16:80-6.
60. Hubley-Kozey C, Deluzio K, Dunbar M. Muscle co-activation patterns during walking in those with severe osteoarthritis. *Clin Biomech* 2008; 23:71-80.
61. Muceli S, Falla D, Farina D. Reorganisation of muscle synergies during multidirectional reaching in the horizontal plane with experimental muscle pain. *J Neurophysiol* 2014; 111(8):1615-30.
62. Tucker KJ, Hodges PW. Changes in motor unit recruitment strategy during pain alters force direction. *Eur J Pain* 2010;14:932-8.

63. Madeleine P, Mathiassen SE, Arendt-Nielsen L. Changes in the degree of motor variability associated with experimental and chronic neck-shoulder pain during a standardised repetitive arm movement. *Exp Brain Res* 2008; 185:689-98.
64. Moseley GL, Hodges PW. Reduced variability of postural strategy prevents normalization of motor changes induced by back pain – a risk factor for chronic trouble? *Behav Neurosci* 2006; 120:474-6.
65. Bergin MJ, Tucker KJ, Vicenzino B, et al. Does movement variability increase or decrease when a simple wrist task is performed during acute wrist extensor muscle pain? *Eur J Appl Physiol* 2014; 114:385-93.
66. Hug F, Hodges PW, Salomoni SE, et al. Insight into motor adaptation to pain between-leg compensation. *Eur J Appl Physiol* 2014; 114(5):1057-65.
67. Svensson P, Arendt-Nielsen L, Houe L. Sensory-motor interaction of human experimental unilateral jaw muscle pain: a quantitative analysis. *Pain* 1995; 64:241-9.
68. Falla D, Gizzi L, Tschapek M, et al. Reduced task-induced variations in the distribution of activity across back muscle regions in individuals with low back pain. *Pain* 2014; 155(5):944-53.
69. Smith M, Coppeters MW, Hodges PW. Effect of experimentally induced low back pain on postural sway with breathing. *Exp Brain Res* 2005; 166:109-17.
70. Madeleine P, Leclerc F, Arendt-Nielsen L, et al. Experimental muscle pain changes the spatial distribution of upper trapezius muscle activity during sustained contraction. *Clin Neurophysiol* 2006; 117:2436-45.
71. Nadler SF, Malanga GA, Deprince M, et al. The relationship between lower extremity injury, low back pain, and hip muscle strength in male and female collegiate athletes. *Clin J Sport Med* 2000; 10:89-97.
72. Reeves NP, Cholewicki J, Milner TE. Muscle reflex classification of low back pain. *J Electromyogr Kinesiol* 2005; 15:53-60.

73. Dankaerts W, O'Sullivan P, Burnett A, et al. Discriminating healthy controls and two clinical subgroups of nonspecific chronic low back pain patients using trunk muscle activation and lumbosacral kinematics of postures and movements: a statistical classification model. *Spine* 2009;34:1610-18.
74. Thunberg J, Ljubisavljevic M, Djupsjobacka M, et al. Effects on the fusimotor-muscle spindle system induced by intramuscular injections of hypertonic saline. *Exp Brain Res* 2002; 142:319-26.
75. Luomajoki H, Moseley G. Tactile acuity and lumbopelvic motor control in patients with back pain and healthy controls. *Br J Sports Med* 2011;45:437-40.
76. Bray H, Meseley GL. Disrupted working body schema of the trunk in people with back pain. *Br J Sports Med* 2011;45:168-73.
77. Moseley GL, Gallagher L, Gallace A. Neglect-like tactile dysfunction in chronic back pain. *Neurology* 2012;79:327-32.
78. O'Sullivan, P. Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: Maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. *Man Ther.* 2005 Nov;10(4):242-55.
79. Falla D, O'Leary S, Farina D, et al. The change in deep cervical flexor activity after training is associated with the degree of pain reduction in patients with chronic neck pain. *Clin J Pain* 2012;28:628-34.
80. Meisingset I, Stensdotter AK, Woodhouse A, Vasseljen O. Neck motion, motor control, pain and disability: A longitudinal study of associations in neck pain patients in physiotherapy treatment. *Man Ther.* 2016 Apr;22:94-100.
81. De Pauw R, Coppieters I, Palmans T, Danneels L, Meeus M, Cagnie B. Motor impairment in patients with chronic neck pain: does the traumatic event play a significant role? A case-control study. *Spine J.* 2018 Aug;18(8):1406-1416.
82. Oliveira CB, Pinto RZ, Schabrun SM, Franco MR, Morelhão PK, Silva FG, Damato TM, Negrão Filho RF. Association Between Clinical Tests Related to Motor Control Dysfunction and Changes in Pain and Disability After Lumbar Stabilization Exercises in

- Individuals With Chronic Low Back Pain. Arch Phys Med Rehabil. 2019 Jul;100(7):1226-1233.
83. Gwendolen Jull, Ann Moore, Deborah Falla, Jeremy Lewis, Chris McCarthy, Michele Sterling. Grieve's Modern Musculoskeletal Physiotherapy. 4th edition. Elsevier 2015, p. 415.
 84. Ferreira P, Ferreira M, Maher C, et al. Changes in recruitment of transversus abdominis correlate with disability in people with chronic low back pain. Br J Sports Med 2009;55:153-69.
 85. Jull G, Falla D, Vicenzino B, et al. The effect of therapeutic exercise on activation of the deep cervical flexor muscles in people with chronic neck pain. Man Ther 2009;14:696-701.
 86. Boudreau SA, Farina D, Fall D. The role of motor learning and neuroplasticity in designing rehabilitation approaches for musculoskeletal pain disorders. Man Ther 2010;15(5):410-14.
 87. Ferguson AR, Crown ED, Grau JW. Nociceptive plasticity inhibits adaptive learning in the spinal cord. Neuroscience 2006; 141:421-31.
 88. Ingham D, Tucker KJ, Tsao H, et al. The effect of pain on training-induced plasticity of the corticomotor system. Eur J Pain 2011;15:1028-34.
 89. Kirkesola G. Neurac a new treatment method for long-term musculoskeletal pain. Journal Fysioterapeuten. 2009; 76: 16- 508 25.
 90. Redcord.com, pasiektas 2022-02-15.
 91. Johnson, & Bonner, C. D. (1971). Sling suspension techniques, demonstrating the use of a new portable frame. I. Introduction, definitions, equipment, and advantages. *Physical Therapy*, 51(5), 524–534.
 92. Kim JJ. An analysis on muscle tone and stiffness during sling exercise on static prone position. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(12):3440-3443.

93. Kei Masani, Dimitry G. Sayenko, Albert H. Vette. What triggers the continuous muscle activity during upright standing? *Gait & Posture*, Volume 37, Issue 1, 2013, Pages 72-77.
94. Brown, Kautz, S. A., & Dairaghi, C. A. (1997). Muscle activity adapts to anti-gravity posture during pedalling in persons with post-stroke hemiplegia. *Brain (London, England : 1878)*, 120(5), 825–837.
95. Myers TW. Anatomy trains e-book: myofascial meridians for manual and movement therapists. Elsevier Health Sciences; 2013 Dec 6. 1-7, 15, 99-100, 117-119, 133-135, 185-187 p
96. Kibler WB, Press J, Sciascia A: The role of core stability in athletic function. *Am J Sports Med*. 2006, 36: 189-198.
97. Saeterbakken, A. H. , van den Tillaar, R. & Seiler, S. (2011). Effect of Core Stability Training on Throwing Velocity in Female Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (3), 712-718.
98. Jan Wilke MA, Frieder Krause MA, Lutz Vogt PhD and Winfried Banzer PhD, MD. What Is Evidence-Based About Myofascial Chains: A Systematic Review. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 2016-03-01, Volume 97, Issue 3, Pages 454-461.
99. Akamatsu FE, Yendo TM, RhodeC, Itezerote AM, Hojaij F, Andrade M,et al. Anatomical basis of the myofascial trigger points of the gluteus maximus muscle. *BioMed Research International*.2017;2017:4821968.
100. Bigland-Ritchie B., Cafarelli E., Vollestad N.: Fatigue of submaximal static contractions. *Acta Physiol. Scand. Suppl.* 1986; 556: pp. 137-148.
101. Graven-Nielsen T, Arendt-Nielsen L. Impact of clinical and experimental pain on muscle strength and activity. *Curr Rheumatol Rep*. 2008 Dec;10(6):475-81.
102. Behm, Drinkwater, E. J., Willardson, J. M., & Cowley, P. M. (2010). Canadian Society for Exercise Physiology position stand: The use of instability to train the core in athletic and nonathletic conditioning. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35(1), 109–112.

103. Eklund G, Hagbarth KE. Normal variability of tonic vibration reflexes in man. *Exp Neurol* 1966;16:80–92.
104. Darryl J. Cochrane. (2011) The Potential Neural Mechanisms of Acute Indirect Vibration. *Journal of Sports Science and Medicine* (10), 19 - 30.
105. Rittweger J, Mutschelknauss M, Felsenberg D. Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2003 Mar;23(2):81-6.
106. Martin BJ, Park HS (1997) Analysis of the tonic vibration reflex: influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 75: 504-511.
107. Jordan M.J., Norris S.R., Smith D.J., Herzog W., Vibration Training: an Overview of the Area, Training Consequences and Future Considerations, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2005;19(2): 459- 466
108. Wakeling, & Nigg, B. M. (2001). Modification of soft tissue vibrations in the leg by muscular activity. *Journal of Applied Physiology*, 90(2), 412–420.
109. Marin PJ and Hazell TJ. Effects of whole-body vibration with an unstable surface on muscle activation. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2014; 14(2): 213–219.
110. Marín PJ, García-Gutiérrez MT, Da Silva-Grigoletto ME, Hazell TJ. The addition of synchronous whole-body vibration to battling rope exercise increases skeletal muscle activity. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2015;15(3):240-248.
111. Issurin VB. Vibrations and their applications in sport. *J Sports Med Phys Fitness* 2005; 45(3): 324–336.
112. Fontana TL, Richardson CA and Stanton WR. The effect of weight-bearing exercise with low frequency, whole body vibration on lumbosacral proprioception: a pilot study on normal subjects. *Aust J Physiother* 2005; 51(4): 259–263.
113. Kuwahara H and Ogawa R. Using a vibration device to ease pain during facial needling and injection. *Eplasty* 2016; 16: e9.

114. Shilpapiya M, Jayanthi M, Reddy VN, et al. Effectiveness of new vibration delivery system on pain associated with injection of local anesthesia in children. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2015; 33(3): 173–176.
115. McGinnis K, Murray E, Cherven B, et al. Effect of vibration on pain response to heel lance: a pilot randomized control trial. *Adv Neonatal Care* 2016; 16: 439–448.
116. Melzack R and Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. *Science* 1965; 150(3699): 971–979.
117. Dong Y, Wang W, Zheng J, Chen S, Qiao J, Wang X. Whole Body Vibration Exercise for Chronic Musculoskeletal Pain: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Arch Phys Med Rehabil*. 2019 Nov;100(11):2167-2178.
118. Sin, & Khemani, P. (2020). Pain and Musculoskeletal Disorders: Common Nuisances in Parkinson Disease. *Journal for Nurse Practitioners*, 16(5), 332–334.
119. Edmonston, Gruder, O., Barr, G., Huang, E., Ormsbee, M., LaPointe, L., & Maitland, C. G. (2016). Whole Body Vibration Therapy with Exercise Enhances Motor Function and Improves Quality of Life in Parkinson's Disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97(10), e74–e74.
120. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord* 1992;5:383–389.
121. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *J Spinal Disord* 1992;5:390–396.
122. Kim CW, Ward SR, Tomiya A et al. Microarchitecture studies of the human multifidus muscle reveal its unique design as a major dynamic stabilizer of the lumbar spine. In 54th Annual Meeting of the Orthopaedic Research Society. San Francisco, CA, Moscone West Convention Center 2008:1616.
123. Wilke HJ, Wolf S, Claes LE, Arand M, Wiesend A. Stability increase of the lumbar spine with different muscle groups. A biomechanical in vitro study. *Spine (Phila Pa 1976)* 1995;20:192–198.

124. Rosatelli AL, Ravichandiran K, Agur AM. Three-dimensional study of the musculotendinous architecture of lumbar multifidus and its functional implications. *Clin Anat* 2008;21:539–546.
125. Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol* 2003;13:371–379.
126. Hides JA, Stokes MJ, Saide M, Jull GA, Cooper DH. Evidence of lumbar multifidus muscle wasting ipsilateral to symptoms in patients with acute/subacute low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)* 1994;19:165–172.
127. Sedory EJ, McVey ED, Cross KM, Ingersoll CD, Hertel J. Arthrogenic muscle response of the quadriceps and hamstrings with chronic ankle instability. *J Athl Train*. 2007;42(3):355-360.
128. Konishi Y, Yoshii R, Ingersoll CD. Gamma Loop Dysfunction as a Possible Neurophysiological Mechanism of Arthrogenic Muscle Inhibition: A Narrative Review of the Literature. *J Sport Rehabil*. 2022 Jan 25:1-6.
129. Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D, et al., editors. *Neuroscience*. 2nd edition. Sunderland (MA): Sinauer Associates; 2001. Summary.
130. Russo, M., Deckers, K., Eldabe, S., Kiesel, K., Gilligan, C., Viece, J., & Crosby, P. (2018). Muscle Control and Non-specific Chronic Low Back Pain. *Neuromodulation : journal of the International Neuromodulation Society*, 21(1), 1–9. <https://doi.org/10.1111/ner.12738>
131. O’Sullivan P. Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. *Man Ther* 2005;10:242–255. doi:10.1016/j.math.2005.07.001.
132. Falla, D. , O’Leary, S. , Farina, D. & Jull, G. (2011). Association Between Intensity of Pain and Impairment in Onset and Activation of the Deep Cervical Flexors in Patients With Persistent Neck Pain. *The Clinical Journal of Pain*, 27 (4), 309-314.

133. Gwon AJ, Kim SY, Oh DW. Effects of integrating neurac vibration into a sidelying bridge exercise on a sling in patients with chronic low back pain: A randomized controlled study. *Physiother Theor Pract* 36: 907–915, 2020.
134. Maaswinkel E, Veeger HEJ, van Dieen JH. Interactions of touch feedback with muscle vibration and galvanic vestibular stimulation in the control of trunk posture. *Gait Posture* 2013.
135. Andreopoulou G, Maaswinkel E, Cfre Lizama LE, et al. Effects of support surface stability on feedback control of trunk posture. *Exp Brain Res* 2015.
136. Garofolini A, Svanera D. Fascial organisation of motor synergies: a hypothesis. *Eur J Transl Myol.* 2019;29(3):8313. Published 2019 Aug 8.
137. Drummond C, Lebedeva V, Kirker K, Masaracchio M. Sling Exercise in the Management of Chronic Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Strength Cond Res.* 2021 Sep 23.
138. Nikolai Bogduk. Chapter 32 - Functional anatomy of the spine. Editor(s): Joseph C. Masdeu, R. Gilberto González, *Handbook of Clinical Neurology*, Elsevier, Volume 136, 2016, Pages 675-688.
139. Schröder, Guido; Knauerhase, Andreas; Kundt, Guenther; Schober, Hans-Christof. Trunk stabilization with sling training in osteoporosis patients—a randomized clinical trial_European review of aging and physical activity, 2014-04, Vol.11 (1), p.61-68.
140. HyungKyu Kang. (n.d.). Comparison of trunk muscle activity during bridging exercises using a sling in patients with low back pain. *Journal of Sports Science & Medicine*, 2012, 11(3), 510–516.
141. Roberts, T. J., & Gabaldón, A. M. (2008). Interpreting muscle function from EMG: lessons learned from direct measurements of muscle force. *Integrative and comparative biology*, 48(2), 312–320.
142. M. Saltychev, M. Eskola, K. Laimi. Lumbar fusion compared with conservative treatment in patients with chronic low back pain: a meta-analysis. *Int. J. Rehabil. Res.*, 37 (1) (2014), pp. 2-8.

143. A. Searle, M. Spink, A. Ho, V. Chuter. Exercise interventions for the treatment of chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Clin. Rehabil.*, 29 (2015), pp. 1155-1167.
144. C.B. Oliveira, C.G. Maher, R.Z. Pinto, A.C. Traeger, C.C. Lin, J.F. Chenot, *et al.* Clinical practice guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care: an updated overview. *Eur. Spine J.*, 27 (11) (2018), pp. 2791-2803.
145. M.J. Schneider, C. Ammendolia, D.R. Murphy, R.M. Glick, E. Hile, D.L. Tudorascu, *et al.* Comparative clinical effectiveness of nonsurgical treatment methods in patients with lumbar spinal stenosis A randomized clinical trial. *JAMA Network Open*, 2 (1) (2019), Article e186828.
146. D.K. Jeong, H.H. Choi, J.I. Kang, H. Choi. Effect of lumbar stabilization exercise on disc herniation index, sacral angle, and functional improvement in patients with lumbar disc herniation. *J. Phys. Ther. Sci.*, 29 (12) (2017), pp. 2121-2125.
147. Kuan-Yin Lin, PT, PhD, Yi-Ju Tsai, PT, PhD, Po-Yao Hsu, PT, BS, Cheng-Shin Tsai, PT, MS, Yi-Liang Kuo, PT, PhD, Effects of Sling Exercise for Neck Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis, *Physical Therapy*, Volume 101, Issue 8, August 2021.
148. Kim JH, Kim YE, Bae SH, Kim KY. The effect of the neurac sling exercise on postural balance adjustment and muscular response patterns in chronic low back pain patients. *J Phys Ther Sci.* 2013 Aug;25(8):1015-9.
149. Micke F, Weissenfels A, Wirtz N, von Stengel S, Dörmann U, Kohl M, Kleinöder H, Donath L, Kemmler W. Similar Pain Intensity Reductions and Trunk Strength Improvements Following Whole-Body Electromyostimulation vs. Whole-Body Vibration vs. Conventional Back-Strengthening Training in Chronic Non-specific Low Back Pain Patients: A Three-Armed Randomized Controlled Trial. *Front Physiol.* 2021 Apr 13;12:664991.
150. Özsu, Ertan, H., Simsek, D., Özçaldıran, B., & Kurt, C. (2018). The Effects of Whole Body Vibration Treatments on Lower Body Muscular Activity in Well-Trained Athletes from Different Sports Branches. *Journal of Education and Training Studies*, 6(9), 43.

151. Wang W, Wang S, Lin W, Li X, Andersen LL, Wang Y. Efficacy of whole body vibration therapy on pain and functional ability in people with non-specific low back pain: a systematic review. *BMC Complement Med Ther*. 2020 May 27;20(1):158.
152. Elfering A, Zahno J, Taeymans J, et al. Acute effects of stochastic resonance whole body vibration. *World J Orthop* 2013; 4(4): 291–298.
153. Rohlmann A, Schmidt H, Gast U, et al. In vivo measurements of the effect of whole body vibration on spinal loads. *Eur Spine J* 2014; 23(3): 666–672
154. Oliveira LC, Oliveira RG and Pires-Oliveira DA. Effects of whole body vibration on bone mineral density in postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporos Int* 2016; 27(10): 2913–2933
155. Wheeler AA and Jacobson BH. Effect of whole-body vibration on delayed onset muscular soreness, flexibility, and power. *J Strength Cond Res* 2013; 27(9): 2527–2532.
156. Fasuyi, Francis Oluwafunsho, PT, MSc, Fabunmi, Ayodele A., PT, PhD, & Adegoke, Babatunde O.A., PT, PhD. (2016). Hamstring muscle length and pelvic tilt range among individuals with and without low back pain. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(2), 246–250.
157. Cejudo A, Centenera-Centenera JM, Santonja-Medina F. The Potential Role of Hamstring Extensibility on Sagittal Pelvic Tilt, Sagittal Spinal Curves and Recurrent Low Back Pain in Team Sports Players: A Gender Perspective Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Aug 16;18(16):8654.
158. Moon A-Y, Jang H-J, Jang H-J, Kim S-Y. Comparison of the Duration of Hamstring Flexibility Improvement Following Termination of Modified Dynamic Stretching, Hold-Relax, and Static Stretching [Internet]. Vol. 21, *Physical Therapy Korea*. Korean Research Society of Physical Therapy; 2014. p. 47–54.
159. Kuszewski, Gnat, R., & Gogola, A. (2018). The impact of core muscles training on the range of anterior pelvic tilt in subjects with increased stiffness of the hamstrings. *Human Movement Science*, 57, 32–39.

160. Crombez, G.; Eccleston, C.; Van Damme, S.; Vlaeyen, J.; Karoly, P. Fear-Avoidance Model of Chronic Pain The Next Generation. *Clin. J. Pain* 2012, 28, 475–483.
161. Filipczyk P, Filipczyk K, Saulicz E. Influence of Stabilization Techniques Used in the Treatment of Low Back Pain on the Level of Kinesiophobia. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jun 13;18(12):6393.
162. Knapik, Andrzej et al. “Kinesiophobia - introducing a new diagnostic tool.” *Journal of human kinetics* vol. 28 (2011): 25-31.
163. Soo Yun, PT, MS, You Lim Kim, PT, MS, Suk Min Lee, PT, PhD. The effect of Neurac training in patients with chronic neck pain. *J. Phys. Ther. Sci.* 27: 1303–1307, 2015.
164. Wannaprom, Treleaven, J., Jull, G., & Uthairakul, S. (2018). Neck muscle vibration produces diverse responses in balance and gait speed between individuals with and without neck pain. *Musculoskeletal Science & Practice*, 35, 25–29.
165. De Pauw, Coppieters, I., Danneels, L., & Cagnie, B. (2016). Influence of kinesiophobia and symptoms of central sensitization on motor behaviour in patients with chronic neck pain. *Manual Therapy*, 25, e89–e89.
166. Vikne, Oedegaard, A., Laerum, E., Ihlebaek, C., & Kirkesola, G. (2007). A randomized study of new sling exercise treatment vs traditional physiotherapy for patients with chronic whiplash-associated disorders with unsettled compensation claims. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 39(3), 252–259.
167. Muceli S, Farina D, Kirkesola G, Katch F, Falla D. Reduced force steadiness in women with neck pain and the effect of short term vibration. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011 Apr;21(2):283-90.
168. Park GW, An J, Kim SW, Lee BH. Effects of Sling-Based Thoracic Active Exercise on Pain and Function and Quality of Life in Female Patients with Neck Pain: A Randomized Controlled Trial. *Healthcare (Basel)*. 2021 Nov 5;9(11):1514.
169. Joshi S, Balthillaya G, Neelapala YR. Thoracic posture and mobility in mechanical neck pain population: A review of the literature. *Asian spine journal.* 2019 Oct;13(5):849.

170. Touma J, May T, Isaacson AC. Cervical Myofascial Pain. [Updated 2021 Jul 18]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507825/>
171. Bisset LM, Coppieters MW, Vicenzino B. Sensorimotor deficits remain despite resolution of symptoms using conservative treatment in patients with tennis elbow: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009 Jan;90(1):1-8.
172. Struyf F, Lluch E, Falla D, Meeus M, Noten S, Nijs J. Influence of shoulder pain on muscle function: implications for the assessment and therapy of shoulder disorders. *Eur J Appl Physiol*. 2015 Feb;115(2):225-34.
173. McCormick K, Zalucki N, Hudson M, Moseley G. Faulty proprioceptive information disrupts motor imagery: an experimental study. *Aust J Physiother* 2007;53:41-5.
174. Dean BJ, Gwilym SE, Carr AJ (2013) Why does my shoulder hurt? A review of the neuroanatomical and biochemical basis of shoulder pain. *Br J Sports Med* 47:1095–1104
175. Rossi S, della Volpe R, Ginanneschi F, Ulivelli M, Bartalini S, Spidalieri R, Rossi A (2003) Early somatosensory processing during tonic muscle pain in humans: relation to loss of proprioception and motor ‘defensive’ strategies. *Clin Neurophysiol* 114:1351–1358
176. Sahin E, Dilek B, Baydar M, et al. Shoulder proprioception in patients with subacromial impingement syndrome. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2017;30(4):857–862.
177. Lubiowski P, Ogirodowicz P, Wojtaszek M, Romanowski L. Bilateral shoulder proprioception deficit in unilateral anterior shoulder instability. *J Shoulder Elbow Surg*. 2019;28(3):561–569.
178. Ginn K, Cohen M. Exercise therapy aimed at restoring neuromuscular control for the treatment of shoulder pain: a randomised comparative clinical trial. *J Rehabil Med*; 2005; 37:115-22.
179. Lewis JS. Rotator cuff tendinopathy: o model for the continuum of pathology and related management. *Br. J Sports Med* 2010;44(13):918-23.
180. Chester R, Smith TO, Hooper L, et al. The impact of subacromial impringement syndrome on muscle activity patterns of the shoulder complex: a systematic review of electromyographic studies. *BMC Musculoskelet Disord* 2010;11;45.

181. Kibler W. The role of scapula in athletic shoulder function. *Am J Sports Med* 1998;26(2):325-37.
182. Ludewig PM, Braman JP. Shoulder impingement: biomechanical considerations in rehabilitation. *Man Ther.* 2011; 447 16(1): 33-9.
183. Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther.* 2000; 80(3): 276-91.
184. Niessen MH, Veeger DH, Koppe PA et al: Proprioception of the shoulder after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 2008; 89: 333–38
185. Vincent, J. A. et al. Muscle proprioceptors in adult rat: mechanosensory signaling and synapse distribution in spinal cord. *J. Neurophys.* 118, 2687–2701 (2017).
186. Baek JH, Kim JW, Kim SY et al: Acute effect of repeated passive motion exercise on shoulder position sense in patients with hemiplegia: A pilot study. *Neurorehabilitation*, 2009; 25: 101–6
187. Lee JH, Baker LL, Johnson RE et al: Effectiveness of neuromuscular electrical stimulation for management of shoulder subluxation post-stroke: A systematic review with meta-analysis. *Clin Rehabil*, 2017; 31: 1431–44
188. Niessen MH, Veeger DH, Meskers CG et al: Relationship among shoulder proprioception, kinematics, and pain after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 2009; 90: 1557–64
189. Hall, & Crouch, D. L. (2020). Effect of continuous, mechanically passive, anti-gravity assistance on kinematics and muscle activity during dynamic shoulder elevation. *Journal of Biomechanics*, 103, 109685–109685.
190. Fil A, Armutlu K, Atay AO et al: The effect of electrical stimulation in combination with Bobath techniques in the prevention of shoulder subluxation in acute stroke patients. *Clin Rehabil*, 2011; 25: 51–59.
191. Welsh P. Tendon neuroplastic training for lateral elbow tendinopathy: 2 case reports. *J Can Chiropr Assoc.* 2018 Aug;62(2):98-104.

192. Kwapisz A, Prabhakar S, Compagnoni R, Sibilska A, Randelli P. Platelet-Rich Plasma for Elbow Pathologies: a Descriptive Review of Current Literature. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2018 Dec;11(4):598-606.
193. Lucado AM, Kolber MJ, Cheng MS, et al. : Subacromial impingement syndrome and lateral epicondylalgia in tennis players. *Phys Ther Rev*, 2010, 15: 55.
194. Day JM, Bush H, Nitz AJ, Uhl TL. Scapular muscle performance in individuals with lateral epicondylalgia. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2015 May;45(5):414-24.
195. Lucado AM, Kolber MJ, Cheng MS, Echternach JL Sr. Upper extremity strength characteristics in female recreational tennis players with and without lateral epicondylalgia. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012 Dec;42(12):1025-31.
196. Bhatt JB, Glaser R, Chavez A, Yung E. Middle and lower trapezius strengthening for the management of lateral epicondylalgia: a case report. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2013 Nov;43(11):841-7.
197. De Mey, Kristof; Danneels, Lieven; Cagnie, Barbara; Borms, Dorien; T'Jonck, Zilke; Van Damme, Eline; Cools, Ann M. Shoulder Muscle Activation Levels During Four Closed Kinetic Chain Exercises With and Without Redcord Slings, *Journal of Strength and Conditioning Research*: June 2014 - Volume 28 - Issue 6 - p 1626-1635.
198. Kevin J. McQuade, John Borstad, Anamaria Siriani de Oliveira, Critical and Theoretical Perspective on Scapular Stabilization: What Does It Really Mean, and Are We on the Right Track?, *Physical Therapy*, Volume 96, Issue 8, 1 August 2016, Pages 1162–1169.
199. Turgut E, Pedersen Ø, Duzgun I, Baltaci G. Three-dimensional scapular kinematics during open and closed kinetic chain movements in asymptomatic and symptomatic subjects. *J Biomech*. 2016 Sep 6;49(13):2770-2777.
200. Jung KM, Choi JD. The Effects of Active Shoulder Exercise with a Sling Suspension System on Shoulder Subluxation, Proprioception, and Upper Extremity Function in Patients with Acute Stroke. *Med Sci Monit*. 2019 Jun 30;25:4849-4855.

201. Jing Liu, Weibing Feng, Jun Zhou, Fujing Huang, Liping Long, Yalin Wang, Pengcheng Liu, Xiarong Huang, Mingzhu Yang, Ke Wang, Zhilu Sun. Effects of sling exercise therapy on balance, mobility, activities of daily living, quality of life and shoulder pain in stroke patients: a randomized controlled trial. *European Journal of Integrative Medicine*, Volume 35, 2020, 101077, ISSN 1876-3820.
202. Lee, J. H., Kim, T. H., & Lim, K. B. (2018). Effects of eccentric control exercise for wrist extensor and shoulder stabilization exercise on the pain and functions of tennis elbow. *Journal of physical therapy science*, 30(4), 590–594.
203. Maeo, Chou, T., Yamamoto, M., & Kanehisa, H. (2014). Muscular activities during sling- and ground-based push-up exercise. *BMC Research Notes*, 7(1), 192–192.
204. Horsak, Kiener, M., Pötzelsberger, A., & Siragy, T. (2016). Serratus anterior and trapezius muscle activity during knee push-up plus and knee-plus exercises performed on a stable, an unstable surface and during sling-suspension. *Physical Therapy in Sport*, 23, 86–92.
205. Kim SY, Dvir Z, Oh JS. The application of the Neurac technique vs. manual therapy in patients during the acute phase of subacromial impingement syndrome: A randomized single-blinded controlled trial. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2020;33(4):645-653.
206. Escamilla RF, Hooks TR, Wilk KE: Optimal management of shoulder impingement syndrome. *Open Access J Sports Med*, 2014, 5: 13–24.
207. Kim, Kang, M.-H., Lee, D.-K., & Oh, J.-S. (2015). Effects of the Neurac® technique in patients with acute-phase subacromial impingement syndrome. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(5), 1407–1409.
208. Ludewig PM, Cook TM: Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther*, 2000, 80: 276–291.
209. Kim, & Oh, J.-S. (2020). Scapula muscle exercises using the Neurac technique for a patient after radical dissection surgery: a case report. *Physiotherapy Theory and Practice*, 36(12), 1485–1492.

210. Clohisy JC, Dobson MA, et al. Radiographic structural abnormalities associated with premature, natural hip-joint failure. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93:3-9.
211. Crossley Kay, Grimaldi Alison, Kemp Joanne. Hip-related pain. *Grieve's Modern Musculoskeletal Physiotherapy*. 4th edition. Elsevier 2015. P. 510.
212. Grimaldi A, Fearon A. Gluteal Tendinopathy: Integrating Pathomechanics and Clinical Features in Its Management. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2015 Nov;45(11):910-22.
213. V. Fagan and E. Delahunt, "Patellofemoral pain syndrome: a review on the associated neuromuscular deficits and current treatment options," *British Journal of Sports Medicine*, vol. 42, no. 10, pp. 489–495, 2008.
214. Sharma L, Dunlop DD, Cahue S, Song J, Hayes KW. Quadriceps strength and osteoarthritis progression in malaligned and lax knees. *Ann Intern Med*. (2003) 138:613–9.
215. Sharma L. Osteoarthritis of the knee. *N Engl J Med*. (2021) 384:51–9.
216. Nijs J, Kosek E, Van Oosterwijck J, Meeus M. Dysfunctional endogenous analgesia during exercise in patients with chronic pain: to exercise or not to exercise? *Pain Physician*. 2012 Jul;15(3 Suppl):ES205-13.
217. Bennell KL, Wrigley TV, Hunt MA, Lim BW, Hinman RS. Update on the role of muscle in the genesis and management of knee osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am*. 2013 Feb;39(1):145-76.
218. Pisters MF, Veenhof C, et al. Long-term effectiveness of exercise therapy in patients with osteoarthritis of the hip and knee: a systematic review. *Arthritis Rheum* 2007;57:1245-53.
219. Moskowitz R.W., Howell D.S., Goldberg V.M., et. al.: Osteoarthritis: diagnosis and medical/surgical management. 1992. WB Saunders Philadelphia.
220. Salomoni, Ejaz, A., Laursen, A. C., & Graven-Nielsen, T. (2012). Variability of three-dimensional forces increase during experimental knee pain. *European Journal of Applied Physiology*, 113(3), 567–575.

221. Delahunt, E., & Remus, A. (2019). Risk Factors for Lateral Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. *Journal of athletic training*, 54(6), 611–616.
222. Witchalls J, Blanch P, et al. Intrinsic functional deficits associated with increased risk of ankle injuries: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med* 2012;46(7):515-23.
223. De Ridder R, Witvrouw E, Dolphens M, Roosen P, Van Ginckel A. Hip strength as an intrinsic risk factor for lateral ankle sprains in youth soccer players: a 3-season prospective study. *Am J Sports Med*. 2017;45(2):410–416.
224. Fousekis K, Tsepis E, Vagenas G. Intrinsic risk factors of noncontact ankle sprains in soccer: a prospective study on 100 professional players. *Am J Sports Med*. 2012;40(8):1842–1850.
225. Herzog, M. M., Kerr, Z. Y., Marshall, S. W., & Wikstrom, E. A. (2019). Epidemiology of Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. *Journal of athletic training*, 54(6), 603–610.
226. Dannelly, B. D. , Otey, S. C. , Croy, T. , Harrison, B. , Rynders, C. A. , Hertel, J. N. & Weltman, A. (2011). The Effectiveness of Traditional and Sling Exercise Strength Training in Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (2), 464-471.
227. Chang WD, Huang WS, Lai PT. Muscle Activation of Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis in Sling-Based Exercises in Patients with Patellofemoral Pain Syndrome: A Cross-Over Study. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2015;2015:740315.
228. Lobo, P., Junior, Barbosa, I. A., Neto, Borges, J., Tobias, R. F., Boitrigo, M., & Oliveira, M. P. (2018). Clinical Muscular Evaluation in Patellofemoral Pain Syndrom. *Acta ortopedica brasileira*, 26(2), 91–93.
229. Chevidikunnan, M. F., Al Saif, A., Gaowgzeh, R. A., & Mamdouh, K. A. (2016). Effectiveness of core muscle strengthening for improving pain and dynamic balance among female patients with patellofemoral pain syndrome. *Journal of physical therapy science*, 28(5), 1518–1523.

230. Tsauo, Cheng, P.-F., & Yang, R.-S. (2008). The effects of sensorimotor training on knee proprioception and function for patients with knee osteoarthritis: a preliminary report. *Clinical Rehabilitation*, 22(5), 448–457.
231. Mau-Moeller A, Behrens M, Finze S, Bruhn S, Bader R, Mittelmeier W. The effect of continuous passive motion and sling exercise training on clinical and functional outcomes following total knee arthroplasty: a randomized active-controlled clinical study. *Health Qual Life Outcomes*. 2014 May 9;12:68.
232. Huang, D. D., Chen, L. H., Yu, Z., Chen, Q. J., Lai, J. N., Li, H. H., & Liu, G. (2021). Effect of suspension training on neuromuscular function, postural control, and knee kinematics in anterior cruciate ligament reconstruction patients. *World journal of clinical cases*, 9(10), 2247–2258.
233. Yañez-Álvarez, A., Bermúdez-Pulgarín, B., Hernández-Sánchez, S. *et al.* Effects of exercise combined with whole body vibration in patients with patellofemoral pain syndrome: a randomised-controlled clinical trial. *BMC Musculoskelet Disord* **21**, 582 (2020).
234. Wang, Zhang, X., & Sun, M. (2022). The application of whole-body vibration training in knee osteoarthritis. *Joint, Bone, Spine: Revue Du Rhumatisme*, 89(2), 105276–105276.
235. A Malfliet, J Kregel, M Meeus, B Cagnie, N Roussel, M Dolphens, L Danneels, J Nijs. Applying contemporary neuroscience in exercise interventions for chronic spinal pain: Treatment protocol. *Braz J Phys Ther*, 21 (2017), pp. 378-387.
236. Nijs J, Daenen L, Cras P, Struyf F, Roussel N, Oostendorp RA (2012) Nociception affects motor output: a review on sensory– motor interaction with focus on clinical implications. *Clin J Pain* 28:175–181.
237. Hodges PW. Pain and motor control: From the laboratory to rehabilitation. *J Electromyogr Kinesiol*. 2011 Apr;21(2):220-8.
238. Farina S, Valeriani M, Rosso T, Aglioti S, Tamburin S, Fiaschi A, Tinazzi M (2001) Transient inhibition of the human motor cortex by capsaicin-induced pain. A study with transcranial magnetic stimulation. *Neurosci Lett* 314:97–101.

239. LR sveikatos apsaugos 2003 m. liepos 11 d. įsakymas Nr. V-430 “Dėl skausmo diagnozavimo ir gydymo paslaugų suaugusiems ir vaikams teikimo reikalavimų ir šių paslaugų išlaidų apmokėjimo tvarkos aprašo patvirtinimo.
240. van Wijk G, Veldhuijzen DS. Perspective on diffuse noxious inhibitory controls as a model of endogenous pain modulation in clinical pain syndromes. *J Pain* 2010;11(5):408–19.
241. Imai Y, Petersen KK, Mørch CD, Arendt Nielsen L. Comparing test–retest reliability and magnitude of conditioned pain modulation using different combinations of test and conditioning stimuli. *Somatosens Mot Res* 2016;33(3–4):169–77.
242. Lewis GN, Rice DA, McNair PJ. Conditioned pain modulation in populations with chronic pain: A systematic review and meta-analysis. *J Pain* 2012;13(10):936–44.
243. Nieminen, L. K., Pyysalo, L. M., & Kankaanpää, M. J. (2021). Prognostic factors for pain chronicity in low back pain: a systematic review. *Pain reports*, 6(1), e919.
244. O'Connell, Neil E., PhD, MSc, Cook, Chad E., PhD, PT, Wand, Benedict M., BAppSc, GradDip, MAppSc, PhD, & Ward, Stephen P., MBBS FRCA FFPMRCA. (2017). Clinical guidelines for low back pain: A critical review of consensus and inconsistencies across three major guidelines. *Best Practice & Research. Clinical Rheumatology*, 30(6), 968–980.
245. Brosseau L, Taki J, Desjardins B, Thevenot O, Fransen M, Wells GA, Mizusaki Imoto A, Toupin-April K, Westby M, Alvarez Gallardo IC, Gifford W, Laferriere L, Rahman P, Loew L, De Angelis G, Cavallo S, Shallwani SM, Aburub A, Bennell KL, Van der Esch M, Simic M, McConnell S, Harmer A, Kenny GP, Paterson G, Regnaud JP, Lefevre-Colau MM, McLean L. The Ottawa panel clinical practice guidelines for the management of knee osteoarthritis. Part two: strengthening exercise programs. *Clin Rehabil*. 2017;31(5):596–611.