

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MEDICINOS FAKULTETAS
REABILITACIJOS, FIZINĖS IR SPORTO MEDICINOS KATEDRA

Tvirtinu:

Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto
Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedros
studijų programų komiteto pirmininkas
prof. dr. J. Raistenskis
Data:

Lukas Janonis

**VEIDRODŽIO TERAPIJOS VIRTUALIOJE REALYBĖJE
POVEIKIS VIRŠUTINIŲ GALŪNIŲ MOTORIKAI
PACIENTAMS PO GALVOS SMEGENŲ INSULTO**

KINEZITERAPIJOS BAKALAURO BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovas:

Dr. Ieva Eglė Jamontaitė

Darbo priėmimo data:

Parašas

VILNIUS, 2017

DARBO ANOTACIJA

Kineziterapijos bakalauro baigiamasis darbas „Veidrodžio terapijos virtualioje realybėje poveikis viršutinių galūnių motorikai pacientams po galvos smegenų insulto“ atliktas 2016 – 2017 metais Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedroje bei VUL Santariškių klinikų Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos centre 2-ame stacionarinės reabilitacijos skyriuje.

Darbo autorius: Lukas Janonis, Vilniaus universiteto Kineziterapijos bakalauro programos IV kurso studentas.

Darbo vadovas: Dr. Ieva Eglė Jamontaitė, Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra.

Darbas apsvaustytas VU MF Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedros posėdyje 2017 m. gegužės mėn. 9 d., įvertintas teigiamai ir rekomenduotas viešam gynimui.

Darbo recenzentai:

1. Asist. Teresė Palšytė
2. Kineziterapeutė Kristina Bartkienė

Kineziterapijos bakalauro baigiamasis darbas „Veidrodžio terapijos virtualioje realybėje poveikis viršutinių galūnių motorikai pacientams po galvos smegenų insulto“ ginamas viešame Kineziterapijos bakalauro baigiamųjų darbų gynimo komisijos posėdyje, kuris įvyks 2017 m. birželio mėn. 8 d. VUL SK Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedros 3 auditorijoje.

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

TURINYS

SANTRAUKA.....	5
ABSTRACT.....	7
DARBE PATEIKTŲ LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	9
DARBE PATEIKTŲ PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	10
1. ĮVADAS.....	12
2. LITERATŪROS APŽVALGA.....	14
2.1. Galvos smegenų insulto epidemiologija.....	14
2.2. Skirtingi kineziterapijos metodai, taikomi po galvos smegenų insulto, skirti motorinės funkcijos gerinimui.....	15
2.2.1. Skirtingos kineziterapijos koncepcijos.....	15
2.2.2. Virtualios realybės panaudojimas pacientams su viršutinės galūnės paralyžiumi.....	16
2.2.3. Veidrodžio terapijos taikymas po galvos smegenų insulto.....	18
2.3. Skirtingų veidrodžio terapijos metodikų poveikis žmogaus smegenims.....	21
2.3.1. Virtualios realybės sukuriamą rankos iliuziją.....	21
2.3.2. Neuroplastiškumo poveikis naudojant veidrodžio terapiją.....	22
2.3.3. Smegenų aktyvacija ir pokyčiai susiję su veidrodžio terapija.....	23
2.4. Literatūros apžvalgos apibendrinimas.....	25
3. TYRIMO ORGANIZAVIMAS IR METODIKA.....	27
3.1. Tyrimo organizavimas.....	27
3.2. Tyrimo metodai.....	30

3.3. Statistinė duomenų analizė.....	31
4. TYRIMO REZULTATAI.....	32
4.1. Veidrodžio terapijos virtualioje realybėje poveikis viršutinės galūnės motorikai pacientams po galvos smegenų insulto.....	32
4.2. Įprastos veidrodžio terapijos poveikis viršutinės galūnės motorikai pacientams po galvos smegenų insulto.....	35
4.3. Motorikos pokyčių palyginimas taikant įprastą veidrodžio terapiją ir veidrodžio terapiją virtualioje realybėje.....	38
4.4 Įprastos ir virtualios realybės veidrodžio terapijų privalumai ir trūkumai pacientų požiūriu.....	40
5. TYRIMO REZULTATŲ APTARIMAS.....	42
6. IŠVADOS.....	45
7. PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS.....	46
8. LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	47
9. PRIEDAI.....	57
9.1. Tyrimo protokolo šablonas.....	57
9.2. Dėžutės ir kubelių testas (angl. Box and Blocks test).....	57
9.3. Fugl-Meyer viršutinės galūnės motorikos vertinimo skalė.....	58
9.4. Wolf motorinio aktyvumo testas.....	61
9.5. Klausimynas, skirtas palyginti virtualią ir įprastą veidrodžio terapiją.....	62

SANTRAUKA

Vilniaus universiteto Medicinos fakultetas
MF Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra
Kineziterapijos bakalauro programa

VEIDRODŽIO TERAPIJOS VIRTUALIOJE REALYBĖJE POVEIKIS VIRŠUTINIŲ GALŪNIŲ MOTORIKAI PACIENTAMS PO GALVOS SMEGENŲ INSULTO

Kineziterapijos bakalauro baigiamasis darbas

Darbo autorius: Vilniaus Universiteto kineziterapijos bakalauro programos IV kurso studentas Lukas Janonis.

Darbo vadovė: Dr. Ieva Eglė Jamontaitė, Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra.

Pagrindinės sąvokos (raktiniai žodžiai): Veidrodžio terapija, virtuali realybė, galvos smegenų insultas, viršutinės galūnės motorika.

Darbo tikslas - palyginti veidrodžio terapijos treniruotės virtualioje realybėje ir įprastai naudojamos veidrodžio terapijos poveikį pacientų po galvos smegenų insulto motorikai.

Darbo uždaviniai:

1. Nustatyti veidrodžio terapijos virtualioje realybėje poveikį viršutinės galūnės motorikos pokyčiams.
2. Nustatyti įprastos veidrodžio terapijos poveikį viršutinės galūnės motorikos pokyčiams.
3. Palyginti pacientų motorikos pokyčius tyrimo eigoje naudojant įprastą ir virtualią veidrodžio terapiją.
4. Nustatyti įprastos ir virtualios veidrodžio terapijos privalumus ir trūkumus pacientų požiūriu.

Tyrimo metodai. Tyrimas atliktas VUL Santariškių klinikų Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos centre, II-ame stacionarinės reabilitacijos skyriuje 2016 - 2017 metais. Tyrime dalyvavo 20 pacientų (55 proc. vyrų ($n=11$), 45% moterų ($n=9$)), patyrusių galvos smegenų insultą.

Pacientai buvo suskirstyti į dvi grupes, pagal atsitiktinės atrankos metodą. Abiem grupėms penkis kartus per savaitę buvo taikoma tradicinė kineziterapijos programa, kuri vidutiniškai truko 30 minučių. Pirmąją grupę sudarė pacientai, kuriems prie bazinių užsiėmimų buvo papildomai skiriama veidrodžio terapijos virtualioje realybėje treniruotė viršutinei galūnei. Treniruotė truko 15 minučių ir buvo atliekama penkis kartus per savaitę. Antrajai grupei buvo taikoma analogiška programa, tačiau veidrodžio terapijoje naudotas įprastas veidrodis.

Tyrimui atlikti buvo naudoti šie motorikos vertinimo testai: Fugl-Meyer skalė, Wolf motorinio aktyvumo testas, dėžutės ir kubelių testas. Tiriamieji taip pat užpildė klausimyną, skirtą įvertinti paciento nuomonę apie skirtingas veidrodžio terapijos metodikas. Duomenų analizė atlikta naudojant „Microsoft Excel 2016“ programinę įrangą su įdiegtu duomenų analizės įskiepiu ir „3.4.0 R“ programine įranga su įdiegtu „Rcommander“ paketu.

Rezultatai. Tyrimo eigoje statistiškai reikšmingai pagerėjo abiejų grupių pacientų Fugl-Meyer skalės, Wolf motorinio aktyvumo testo, dėžutės ir kubelių testo rezultatai, tačiau lyginant grupių rezultatus tyrimo pabaigoje, statistiškai reikšmingų skirtumų tarp grupių nebuvo ($p>0,05$). Apklausus pacientus nustatyta, kad keturi iš penkių pacientų rinkęsi veidrodžio terapiją virtualioje realybėje.

Išvados. Reabilitacijos eigoje pacientams, kuriems taikyta virtualios realybės veidrodžio terapija statistiškai reikšmingai pagerėjo pažeistosios viršutinės galūnės motorika ($p<0,05$). Pacientai gebėjo greičiau atlikti užduotis, pagerėjo viršutinės galūnės judesių atlikimo kokybė ir padidėjo perkeliamų kubelių skaičius per minutę. Pacientams, kuriems taikyta įprasta veidrodžio terapija statistiškai reikšmingai pagerėjo pažeistosios viršutinės galūnės motorika ($p<0,05$). Pacientai gebėjo greičiau ir kokybiškiau atlikti testų užduotis. Pažeistosios viršutinės galūnės motorikos pagerėjimo skirtumai tarp grupių nebuvo statistiškai reikšmingi ($p>0,05$). Apklausus tiriamuosius nustatyta, kad 75% pacientų rinkęsi veidrodžio terapiją virtualioje realybėje. Didžiajai daliai ši veidrodžio terapijos metodika yra patogesnė ir įdomesnė, visiems apklaustiesiems sukelia tikresnius pažeistosios galūnės valdymo pojūčius.

ABSTRACT

Vilnius University

Faculty of Medicine

Department of Rehabilitation, Physical and Sports Medicine

Bachelor Degree of Physiotherapy

VIRTUAL REALITY MIRROR THERAPY EFFECT ON UPPER LIMB MOTOR FUNCTION IN PATIENTS AFTER STROKE

Physiotherapy Bachelor's Thesis

The Author: Vilnius University Faculty of Medicine bachelor of Physiotherapy program student Lukas Janonis.

Academic advisor: PhD. Ieva Eglė Jamontaitė, Vilnius University Faculty of Medicine Center of Rehabilitation, Physical and Sports Medicine.

Keywords: Mirror therapy, virtual reality, stroke, upper limb motor function.

The aim of research work: To compare virtual reality and conventional mirror therapy effect on upper limb motor function in patient after stroke.

Tasks of work:

1. To evaluate virtual reality mirror therapy effect on upper limb motor function.
2. To evaluate conventional mirror therapy effect on upper limb motor function.
3. To compare motor function changes between conventional and virtual reality mirror therapy groups.
4. To investigate patient's opinion on advantages and disadvantages of virtual reality and conventional mirror therapy methods.

Materials and methods: A total of 20 subjects (55% men (n=11), 45% women (n=9)) who underwent rehabilitation at Vilnius University Hospital Santariškių klinikos, Rehabilitation, Physical and Sports Medicine Centre during the period from 2016 to 2017 were selected to participate in this study. Subjects were randomly assigned to one of the mirror

therapy groups. All subjects received conventional physical therapy five times a week, for 30 minutes on average.

The first research group consisted of subjects, who attended 15-minute virtual reality mirror therapy training sessions five times a week in addition to conventional rehabilitation. The second group received 15 minutes of conventional mirror therapy training five times a week and conventional rehabilitation.

Upper limb motor function was assessed using Fugl-Meyer Scale, Wolf Motor Function Test, Box and Blocks Test. All subjects also completed a questionnaire, which was used to evaluate patient's opinion on different mirror therapy methods. All statistical analysis was completed using "Microsoft Excel 2016" and "3.4.0 R" software.

Results: The results of both groups have increased significantly during the course of this research. Although, results of Fugl-Meyer Scale, Wolf Motor Function Test, Box and Blocks Test results in both groups showed significant increase, the difference between group results were not significant ($p>0,05$). According to questionnaire data four out of five patients would choose virtual reality mirror therapy.

Conclusions: During rehabilitation patients in both groups showed significant improvement in affected upper limb motor function- patients were able to complete test tasks with affected upper limb faster and with better quality ($p<0,05$). Affected upper limb motor function improvement between two groups did not show significant difference ($p>0,05$). Questionnaire results demonstrated, that 75%- the vast majority of patients would rather choose virtual reality mirror therapy. Majority of patients reported that virtual reality mirror therapy was more comfortable, interesting and made sense of affected limb movements more vivid, than conventional mirror therapy.

DARBE PATEIKTŲ LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Tiriamųjų charakteristika tyrimo pradžioje.....	29
2 lentelė. Tiriamosios ir kontrolinės grupių testų rezultatai tyrimo pradžioje.....	30
3 lentelė. Pacientų nuomonė apie skirtingas veidrodžio terapijos metodikas.....	41

DARBE PATEIKTŲ PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Įprastas veidrodis naudojamas veidrodžio terapijoje.....	28
2 pav. Veidrodžio terapija virtualioje realybėje.....	29
3 pav. Veidrodžio terapijos virtualioje realybėje grupės Fugl-Meyer skalės rezultatų vidurkiai pirmojo ir antrojo testavimų metu.....	32
4 pav. Veidrodžio terapijos virtualioje realybėje grupės atskirų Fugl-Meyer skalės dalių rezultatų vidurkiai pirmojo ir antrojo testavimų metu.....	33
5 pav. Veidrodžio terapijos virtualioje realybėje grupės Wolf motorinio aktyvumo testo užduočių atlikimo trukmės vidurkiai pirmojo ir antrojo testavimų metu.....	33
6 pav. Veidrodžio terapijos virtualioje realybėje grupės Wolf motorinio aktyvumo testo užduočių atlikimo kokybės, vertinamos balais, vidurkiai pirmojo ir antrojo testavimų metu.....	34
7 pav. Veidrodžio terapijos virtualioje realybėje grupės dėžutės ir kubelių testo rezultatų vidurkiai tyrimo eigoje.....	34
8 pav. Įprastos veidrodžio terapijos grupės Fugl-Meyer skalės rezultatų vidurkiai pirmojo ir antrojo testavimų metu.....	35
9 pav. Įprastos veidrodžio terapijos grupės atskirų Fugl-Meyer skalės dalių rezultatų vidurkiai pirmojo ir antrojo testavimų metu.....	36
10 pav. Įprastos veidrodžio terapijos grupės Wolf motorinio aktyvumo testo judesių atlikimo laiko vidurkiai pirmojo ir antrojo testavimų metu.....	36
11 pav. Įprastos veidrodžio terapijos grupės Wolf motorinio aktyvumo testo judesių atlikimo kokybės balų vidurkiai pirmojo ir antrojo testavimų metu.....	37
12 pav. Įprastos veidrodžio terapijos grupės dėžutės ir kubelių testo rezultatų vidurkiai tyrimo pradžioje ir pabaigoje.....	37
13 pav. Įprastos ir virtualios realybės veidrodžio terapijos grupių Fugl-Meyer skalės rezultatų vidurkio pokytis.....	38

14 pav. Įprastos ir virtualios realybės veidrodžio terapijos grupių Wolf motorinio aktyvumo testo užduočių atlikimui reikalingo laiko vidurkių pokytis.....	39
15 pav. Įprastos ir virtualios realybės veidrodžio terapijos grupių Wolf motorinio aktyvumo testo užduočių atlikimo kokybės vidurkių pokytis.....	39
16 pav. Įprastos ir virtualios realybės veidrodžio terapijos grupių dėžutės ir kubelių testo (angl. Box and Blocks Test) perkeliamų kubelių per minutę vidurkių pokytis.....	40

1. ĮVADAS

Galvos smegenų insultas yra viena pagrindinių mirties ir negalios priežasčių be to jau yra įvardinamas kaip pasaulinio lygio epidemija [1,2]. Prognozuojama, kad Europoje galvos smegenų insultą patiriančių žmonių skaičius per metus išaugs nuo 1,1 milijono 2000 metais iki 1,5 milijono 2025 metais [3]. Nors apie 85 procentai pacientų išgyvena šį smegenų pažeidimą, apie 65 procentai patiria ilgai išliekančius sutrikimus [1]. Insulto pasekmės gali sukelti motorikos, sensorikos ir kognityvinius sutrikimus, be to sumažėja asmens sugebėjimas rūpintis savimi bei dalyvauti socialinėje ir visuomeninėje veikloje [4]. Daugiau nei 50 procentų pacientų po reabilitacijos nurodo apie liekančius viršutinės galūnės funkcijų sutrikimus bei vengimą naudoti pažeistą ranką. Po insulto reabilitacijos procesas yra ilgas ir sveikatos priežiūros specialistai susiduria su sunkumais parenkant pacientui patrauklias, motyvuojančias ir reikšmingas gydymo priemones [5].

Per paskutinius kelis dešimtmečius neuroreabilitacijoje atsirado daug žadančių naujų insulto reabilitacijos metodų, pagrįstų motorinio mokymosi teorija. Nauji metodai apima tokias terapijos formas kaip apribojimo terapija, treniruotė naudojant robotizuotą ranką, veidrodžio terapija bei virtualios realybės terapija [6]. Virtualios realybės ir ideomotorinės veidrodžio terapijos treniruotės strategijos grindžiamos veidrodinės neuronų sistemos aktyvacija, kuri suaktyvėja asmeniui stebint kitų žmonių arba savo atliekamus judesius. Moksliniais tyrimais nustatyta, kad ši neuronų sistema, kuri apima frontalinę, parietalinę ir smilkininę smegenų skiltis, gali sukelti smegenų žievėje neuronų reorganizaciją ir prisidėti prie paciento funkcinio atsigavimo [7-9]. Lisa Holper su kolegomis 2010 metais atliko tyrimą, kuriame panaudojo virtualią realybę ir funkcinę infraraudonųjų spindulių spektroskopiją. Pasitelkiant spektroskopiją nustatyta, kad vienu metu atliekamas judesio stebėjimas ir motorinis įsivaizdavimas virtualioje realybėje geriausiai aktyvuoja už veiksmų atlikimą ir stebėjimą atsakingas smegenų dalis, lyginant su tik stebėjimu arba tik motoriniu įsivaizdavimu [10]. Kitame, 2012 metais atliktame tyrime, Youn Joo Kang su bendraautoriais nustatė, kad naudojant virtualios realybės veidrodžio ideomotorinės treniruotės programą buvo pasiekta didesnė kortikospinalinė aktyvacija, lyginant su treniruote, kurioje buvo naudotas įprastas realus veidrodis [11]. 2013 metais Michael Viliger su kolegomis panaudojo funkcinį magnetinio rezonanso tyrimą ir nustatė, kad vaizdo įrašo

stebėjimas, kuriame atliekami apatinės galūnės judesiai pirmojo asmens perspektyvoje ir kartu atliekamas motorinis įsivaizdavimas yra efektyvesnis už stebėjimą be motorinio įsivaizdavimo [12].

Mažai mokslinių šaltinių nagrinėja veidrodžio terapijos virtualioje realybėje poveikį insulto pažeistos viršutinės galūnės motorikos atsigavimui. Nors yra sukurta skirtingų virtualios realybės veidrodžio terapijos sistemų viršutinei galūnei, siekiant pagreitinti galūnės motorinį atsigavimą, dauguma naujų sistemų yra brangios, reikalauja sunkiai prieinamų technologinių resursų ir dažnai nėra patogios naudotojui. Šiame tyrime buvo pasirinkta nebrangi ir lengvai prieinama veidrodžio terapijos virtualioje realybėje priemonė.

Hipotezė – veidrodžio terapijos treniruotė virtualioje realybėje efektyviau stimuliuos paralyžiuotos galūnės motorikos atsigavimą nei įprasta veidrodžio terapija.

Tyrimo objektas – veidrodžio terapijos treniruotė virtualioje realybėje.

Tyrimo subjektas - pacientai po galvos smegenų insulto.

Tyrimo tikslas – palyginti veidrodžio terapijos treniruotės virtualioje realybėje ir įprastai naudojamos veidrodžio terapijos poveikį pacientų po galvos smegenų insulto motorikai.

Tyrimo uždaviniai:

1. Nustatyti veidrodžio terapijos virtualioje realybėje poveikį viršutinės galūnės motorikos pokyčiams.
2. Nustatyti įprastos veidrodžio terapijos poveikį viršutinės galūnės motorikos pokyčiams.
3. Palyginti pacientų motorikos pokyčius tyrimo eigoje naudojant įprastą ir virtualią veidrodžio terapiją.
4. Nustatyti įprastos ir virtualios veidrodžio terapijos privalumus ir trūkumus pacientų požiūriu.

Darbo mokslinis naujumas - mokslinėje literatūroje trūksta tyrimų, kurie nagrinėja ir lygina veidrodžio terapijos virtualioje realybėje ir įprastos veidrodžio terapijos poveikį viršutinės galūnės motorikos ir funkcijų atsistatymui po galvos smegenų insulto

2. LITERATŪROS APŽVALGA

2.1. Galvos smegenų insulto epidemiologija

Galvos smegenų insultas yra viena pagrindinių mirties ir ilgalaikės negalios priežasčių. Visame pasaulyje kasmet nustatoma apie penkiolika milijonų insulto atvejų, iš kurių penki milijonai pasibaigia mirtimi arba ilgalaikė negalia [13,14]. Centrinės Europos valstybės susiduria su vis didėjančiu insulto ir su juo susijusių mirčių atvejų skaičiumi [13]. Galvos smegenų insulto atvejų skaičius senstančioje Vakarų Europos populiacijoje tik didės, tačiau visoje Europos populiacijoje paskutinius du dešimtmečius pastebimos mažėjančios insulto pasireiškimo tendencijos [15].

Sisteminė populiacijų tyrimų apžvalga parodė, kad per paskutinius keturis dešimtmečius insulto pasireiškimas išsivysčiusiose šalyse sumažėjo 42 procentais, tuo tarpu, mažiau išsivysčiusiose šalyse insulto pasireiškimas vidutiniškai padidėjo apie du kartus [16]. Neseniai atlikti tyrimai nustatė mažėjančią insulto pasireiškimo tendenciją Jungtinėse Amerikos Valstijose [17], Vakarų ir Šiaurės Europos valstybėse, tokiose kaip Jungtinė Karalystė [18], Škotija [19], Ispanija [20]. Lietuvos Higienos instituto 2015 metų duomenimis, 14997 asmenys, patyrę galvos smegenų insultą, buvo gydomi stacionariuose skyriuose [21]. Per 2015 metus iš viso užregistruotų insulto atvejų Lietuvoje buvo 22652 [22], iš jų naujai susirgę- 5066 vyrai ir 3927 moterys [23].

Galvos smegenų nervinių audinių pažeidimo vieta yra tiesiogiai susijusi su insulto pasekmėmis. Jei pažeidimas įvyksta motorinėje zonoje, esančioje dešiniajame galvos smegenų pusrutulyje, paveikiami yra kairės kūno pusės judesiai [24]. Raumenų silpnumas atsiranda sumažėjus raumenų masei ir sutrumpėjus raumeninėms skaiduloms, dėl to sumažėja kontaktuojančių aktino ir miozino filamentų, išsidėsčiusių greta vienas kito, skaičius. Patyrusieji galvos smegenų insultą taip pat dažnai susiduria su raumenų koordinacijos problemomis ir sumažėjusiomis judesių amplitudėmis. Judesiai dažnai atliekami lėčiau, nes sumažėja raumenų įnervacijos greitis ir pacientai turi sąmoningai galvoti apie atliekamus judesius, nes išnyksta judesio automatizmas [25].

Nors ūmaus periodo smegenų kraujotakos ligų gydymas per paskutinius metus nemažai patobulėjo, daugumai pacientų, išgyvenusių insultą, reikia neuroreabilitacijos, nes daugiau nei dviem iš trijų pacientų neurologiniai sutrikimai išlieka ilgą laiką [26]. Insulto hemiparezės pažeista ranka yra viena pagrindinių priežasčių, apsunkinančių paciento gebėjimą atlikti kasdienes veiklas. Nuo 30 iki 66 procentų pacientų po galvos smegenų insulto taip ir neatgauna pažeistosios viršutinės galūnės motorinės funkcijos [27].

Svarbi reabilitacijos priemonė, taikoma pažeistos motorinės funkcijos atstatymui yra kineziterapija. Motorinės funkcijos gerinimui yra taikomi įvairūs kineziterapijos metodai, kurie plačiau išdėstyti kitame skyriuje.

2.2. Skirtingi kineziterapijos metodai, taikomi po galvos smegenų insulto, skirti motorinės funkcijos gerinimui

2.2.1. Skirtingos kineziterapijos koncepcijos

Didžioji dalis insulto reabilitacijos priemonių yra pagrįstos motoriniu mokymusi ir neuroplastiškumo skatinimu. Motorinio mokymosi metu po galvos smegenų insulto vyksta naujų sinapsių formavimasis ir pokyčiai egzistuojančiose sinapsinėse jungtyse. Motorinis mokymasis yra daug spartesnis, kai taikoma terapija yra prasminga, pasikartojanti ir intensyvi [28].

Dabartinėje reabilitacijos praktikoje yra naudojama daug skirtingų intervencijos metodų, kurie skirti hemiparezės gydymui. Judesių ribojimo terapija, motorinio mokymosi technikos, gydomieji fiziniai pratimai, įvairios neuroraumeninės elektrinės stimuliacijos metodikos yra taikomos esant insulto sukeltai hemiparizei. Šios technikos skiriasi įrodytu efektyvumu [29]. Naudojant pačias efektyviausias gydymo metodikas, motorikos atsistatymas vis tiek yra ribotas po sunkios hemiparezės. Plačiausiai naudojamos kineziterapijos koncepcijos kaip Bobath, Brunnstrom, propriocepstinis neuroraumeninis palengvinimas, Vojta ir kiti metodai veikia neurofiziologiniu principu, kuriame palengvinimas arba ribojimas yra svarbiausi veiksniai. Tačiau trūksta pakankamai duomenų, kad būtų galima iš šių metodų išskirti efektyviausią reabilitacijoje po galvos smegenų insulto. Pacientai po insulto, kuriems taikoma

ankstyva intensyvi kineziterapijos treniruočių programa su funkcinėmis užduotimis pasiekia geresnių rezultatų, nei tie pacientai, kuriems taikoma tik į sutrikimą nukreipta treniruočių programa [30].

Siekiant pagerinti pacientų, patyrusių galvos smegenų insultą judesių valdymą, yra taikomos įvairios metodikos- fiziniai pratimai [31], rankos judesių mokymasis [32], elektromiografijos grįžtamasis ryšys [33], liemens kontrolės atstatymas [34], eisenos treniravimas [35] ir judesių ribojimo terapija [36]. Judesių ribojimo terapija pirmą kartą aprašyta 1993 metais. Ši terapija yra pagrįsta principu, kad po insulto pacientai nesėkmingai naudoja pažeistąją pusę ir greitai išmoksta jos nebenaudoti dėl patirtų nesėkmių. Su pacientais po galvos smegenų insulto praėjus nuo trijų iki devynių mėnesių buvo atliktas placebo kontrolės tyrimas, kuriame dvi savaites buvo naudojama judesių ribojimo terapija. Tyrimas parodė žymiai geresnius rezultatus ir didesnę pagerėjimą motorinės ir funkcinės būklės iškart po tyrimo ir praėjus dvejiems metams po pakartotinio testavimo, lyginant su įprastomis reabilitacijos priemonėmis [36,37].

Net naudojant įvairiausias reabilitacijos priemones, funkciniai pacientų apribojimai dažnai išlieka dideli [38]. Tyrimais nustatyta, kad apie 50 procentų insultą patyrusiems asmenims, kurių amžius virš 65 metų, išlieka tam tikro lygio hemiparezė po insulto praėjus šešiams mėnesiams [39]. Dėl didelio insulto paplitimo ir ekonominių sąnaudų, naujų metodų ieškojimas yra labai svarbus, siekiant sumažinti ligos sukeltą negalią. Reabilitacija po galvos smegenų insulto yra vienas iš būdų, kuriuo sveikatos priežiūros specialistai bando sumažinti neigiamus insulto padarinius [40].

2.2.2. Virtualios realybės panaudojimas pacientams su viršutinės galūnės paralyžiumi

Virtuali realybė yra naujas būdas, skirtas simuliuoti funkcinį užduočių treniruotes, siekiant didesnio pakartojimų skaičiaus ir krūvio [41-43]. Virtualios realybės sistemose atvaizduojama reabilitacijos aplinka ir objektai suteikia naudotojui vizualinį grįžtamąjį ryšį, kuris

gali būti pateikiamas per virtualios realybės akinius arba kompiuterio ekraną. Virtualios realybės sistema gali būti valdoma įvairiomis priemonėmis: kompiuterio pele, klaviatūra, kameromis arba įvairiais sensoriais [44]. Todėl priklausomai nuo intervencijos pacientas gali joje dalyvauti ganėtinai pasyviai- naudojant klaviatūrą arba aktyviai- atliekant viso kūno judesius. Virtuali realybė turi potencialą sukurti ir simuliuoti įvairias neįprastas aplinkas, dėl to gerėja pacientų gebėjimas spręsti problemas ir atlikti funkcinis veiksmus, įgyti įgūdžių skirtingose aplinkose, ką sunku padaryti įprastoje ligoninės aplinkoje. Virtualios užduotys, suaugusiųjų ir vaikų, apibūdinamos kaip įdomesnės ir skatinančios atlikti didesnę pratimų kartojimų skaičių. Tuo tarpu, pasikartojančių, ciklinių judesių treniruotės yra efektyvios didinant nuoseklumą atstumų, greitį ir gerinant viršutinės galūnės funkciją [45]. Virtuali realybė suteikia sveikatos priežiūros specialistams galimybę kontroliuoti ir vertinti užduotis, bei padaryti jas sudėtingesnes ir labiau dinamiškas keičiant užduočių lygį [46].

Robotika naudojant virtualią realybę yra nauja technologijos sritis, pradedama naudoti viršutinės galūnės reabilitacijoje. Apskaičiuota, kad apie 30-60 procentų pacientų po galvos smegenų insulto nepasiekia patenkinamo rankos motorikos atsigavimo [47,48]. Šią problemą bandoma spręsti integruojant robotiką ir virtualią realybę. Neseniai atliktoje tyrimų analizėje buvo nustatytas robotizuotos pagalbos terapijos poveikis viršutinės galūnės motorikos atsistatymui po galvos smegenų insulto. Ši terapija padeda atlikti veiksmus pažeistąja galūne, naudojant išorines prie galūnės tvirtinamas pagalbines robotizuotas mechanines sistemas. Robotizuotos pagalbos terapija žymiai pagerino motorikos atsigavimą, tačiau nebuvo pastebėtas pagerėjimas kasdienėse veiklose [49]. Virtuali realybė taip pat pradedama naudoti kartu su veidrodžio terapija.

Įprasta veidrodžio terapija turi nemažai apribojimų, kuriuos sumažinti gali padėti virtuali arba papildyta realybė (angl. augmented reality). Ji padidina motorinio atsigavimo efektyvumą, labiau skatindama neuroplastiškumą. Šią idėją patikrino Dong Jin Lee, kuris su savo tyrėjų komanda sukūrė virtualios realybės atspindžio sistemą, pagrįstą įprastine veidrodžio terapija [50]. Virtualios realybės pagalba buvo atlikti bilateraliniai asimetriniai judesiai. Tyrimas patvirtino, kad pasikartojantys asimetriniai judesiai abejomis rankomis yra efektyvesni, nei simetriniai judesiai bei labiau pagerina judesių koordinaciją. Dar vienas tyrimas, pagrįstas papildyta realybe buvo atliktas Hagni ir kolegų [51]. Jie sukūrė papildyto atspindžio

technologijos sistemą (angl. augmented reflection technology system), kuri susideda iš papildytos realybės veidrodžio ir dviejų vaizdo ekranų. Ši sistema veikia įprastos veidrodžio terapijos principu, tačiau reali ranka, kuri paslėpta už veidrodžio yra sukurama kompiuteriu ir pateikiama vaizdo ekrane kaip kompiuterinė simuliacija. Nors sistema parodė nemažai teigiamų rezultatų, aukšti kompiuterinės įrangos reikalavimai apriboja šio būdo pritaikymą praktikoje. Palmke ir bendraautoriai savo tyrime aprašo virtualią veidrodžio terapijos sistemą, naudojant Nintendo Wiimote valdymo pultelį [52]. Pastarasis tyrimas pateikia pavyzdį, kaip visiems prieinamos technologijos, naudojamos kompiuterinių žaidimų industrijoje, tarp jų ir virtualios realybės akiniai, gali būti pritaikomos kaip priedai veidrodžio terapijai.

Virtuali realybė yra ganėtinai nauja priemonė reabilitacijoje. Virtuali realybė gali leisti simuliuoti įvairias funkcines užduotis ir jas atlikti didesniu kartojimų skaičių nei įprasta terapija, todėl labiau stimuliuojamas smegenų neuroplastiškumas [26]. Virtualioje realybėje naudojamos technologijos leidžia sukurti virtualias aplinkas, kurios atvaizduoja realias gyvenimo situacijas. Be to, virtuali realybė suteikia galimybę sukurti motyvuojančias, interaktyvias aplinkas, kurios padidina pacientų motyvaciją ir leidžia ilgesnį laiką sutelkti dėmesį ir atlikti intensyvesnes treniruotes [47].

2.2.3. Veidrodžio terapijos taikymas po galvos smegenų insulto

85 procentai pacientų po galvos smegenų insulto patiria viršutinės galūnės motorikos sutrikimus. Pacientai aiškiai nesupranta savo motorinių sugebėjimų ir yra linkę turėti neigiamą nuomonę apie juos. Dėl to mažėja pacientų noras aktyviai dalyvauti reabilitacijoje. Pakeisti neigiamą paciento nuostatą gali padėti kognityvinės intervencijos ir fizinė veikla. Šiuo metu populiariausi kognityviniai metodai reabilitacijoje yra veidrodžio terapija ir judesių ribojimo terapija [53].

Pirmą kartą 1992 metais neurologo Ramachandran pristatyta veidrodžio terapija buvo skirta fantominio skausmo gydymui po galūnių amputacijų. Nuo to laiko šios priemonės panaudojimas tapo platesnis ir veidrodžio terapija buvo pradėta naudoti kompleksinio regioninio

skausmo sindromo bei insulto sukeltos hemiparezės gydymui [54]. Veidrodžio terapijos procedūra atliekama veidrodį pastatant ties paciento kūno vidurio linija. Parezės paveikta ranka paslepama už veidrodžio, atliekami judesiai su sveikąją paciento ranka, stebint veidrodyje matomą rankos atspindį [54]. Veidrodžio terapija yra ideomotorinių pratimų forma, kurioje veidrodis yra naudojamas vizualinio smegenų stimulo sukūrimui. Veidrodžio terapija yra į pacientą nukreipta neinvazinė, ekonomiška ir ganėtinai nauja intervencija, kuri naudoja vaizdomotorinį (angl. visuomotor) propriocepcinį stimuliavimą, siekiant pagerinti pažeistos galūnės judesių kokybę [55]. Ši terapija leidžia pacientui aktyviai ir savarankiškai dalyvauti procedūroje su minimalia specialisto intervencija. Veidrodžio terapijos paprastumas sukuria galimybę pacientui po galvos smegenų insulto atlikti ideomotorinę treniruotę be specialisto pagalbos, taip taupant reabilitacijos resursus ir pasiekiant geriausių įmanomų rezultatų. Tačiau tyrimuose trūksta duomenų apie veidrodžio terapijoje naudojamus protokolus, terapijos trukmę, procedūrų skaičių bei koku paciento atsigavimo metu geriausia taikyti veidrodžio terapija [56]. Ramachandran ir Altschuler teigia, kad veidrodžio terapijos efektyvumas tyrimuose yra skirtingas, nes priklauso nuo tokių veiksnių, kaip smegenų pažeidimo vieta, paralyžiaus trukmė po insulto. Ramachandran taip pat teigia, kad šie faktoriai turi būti detalčiau išnagrinėti. Dėl veidrodžio terapijos taikymo paprastumo nėra priežasties manyti, kad ši terapija, kaip priedas prie reabilitacijos programos nėra naudinga [54].

Fukumura su bendraautorais apibūdina trijų tipų veidrodžio terapijos strategijas. Pirmoji- terapijos dalyvis stebi nepažeistos galūnės judesius veidrodyje ir bando aktyviai, sinchroniškai imituoti veidrodyje matomus judesius pažeistą ranką. Antrojoje strategijoje pacientas skatinamas mintyse įsivaizduoti pažeistosios galūnės judesius matomus veidrodyje, aktyvūs pažeistosios galūnės judesiai neatliekami. Trečioji strategija naudojama su kito žmogaus pagalba, kuris pasyviai ir sinchroniškai atlieka veidrodyje matomus judesius su paciento pažeistą ranką, kol pacientas savarankiškai judina savo sveikąją ranką [57].

Veidrodžio terapijoje atsiranda vis daugiau naujovių, kurios padidina šios terapijos sukiamą pažeistosios galūnės judinimo realumo jausmą. Keh-Chung Lin su kolegomis veidrodžio terapijos tyrime naudojo pirštinę, su dviejų kanalų elektrine stimuliacija, kuri prie vizualinio veidrodžio signalo pridėjo kinestetinį signalą. Rezultatai parodė, kad veidrodžio

terapijos kombinavimas su kinestetiniu signalu- elektrine stimuliacija, pagerina motorikos, ypač plaštakos atsigavimą ir funkcinį kasdienių mobilumo judesių atlikimą [27].

Nors veidrodžio terapijos poveikio mechanizmai nėra visiškai aiškūs, mokslininkai yra nustatę teigiamą šios terapijos poveikį viršutinės ir apatinės galūnių judesiams. Yavuzer su bendraautorais 2008 metais nustatė, kad keturių savaitių veidrodžio terapija, kartu su įprastomis reabilitacijos procedūromis žymiai pagerino poūmių pacientų Brunnstrom skalės plaštakos ir viršutinės galūnės bei funkcinio nepriklausomumo testo rezultatus [58]. Keturių tyrimų rezultatai [59,60,61,58] parodė, kad veidrodžio terapija turi ilgalaikį poveikį motorinei funkcijai, kuris yra pastebimas iki 6 mėnesių po intervencijos. Analizuojant tyrimų rezultatus galima teigti, kad veidrodžio terapija nestimuliuoja motorinės smegenų žievės, tačiau žymiai pagerina pacientų, patyrusių galvos smegenų insultą, atsigavimą. Fizinė veikla, atliekama veidrodžio terapijos metu gali būti dominuojantis faktorius, kuris pagerina judesių valdymą. Pacientai taip pat gali būti labiau motyvuoti dalyvaudami veidrodžio terapijoje, lyginant su įprastomis procedūromis, nes vizualinė iliuzija suteikia galimybę matyti judinamą pažeistą galūnę be specialisto pagalbos.

2012 metais atlikta Cochrane analizė susistemino trylikos atsitiktinės kontrolės tyrimų rezultatus, atliktus su 567 pacientais ir apibendrindami informaciją nustatė, kad veidrodžio terapija gali būti efektyvesnė motorinės funkcijos atgavimui nei kontrolinė intervencija, kai yra naudojama papildomai prie įprastos terapijos. Be to, tyrimų analizė parodė, kad teigiamas veidrodžio terapijos poveikis motorikai išliko iki 6 mėnesių po intervencijos. Terapija taip pat buvo naudingesnė kasdienių paciento veiklų atlikimui ir skausmo sumažėjimui, lyginant su kontroline terapija [62].

Veidrodžio terapija yra rekomenduojama kaip paprasta, nebrangi alternatyva motorinių funkcijų sutrikimų gydymui [58,55]. Veidrodžio terapija apima pasikartojančių bimanualių, simetrinių judesių treniruotę, kurios metu pacientas judina pažeistą galūnę tiek kiek jam pavyksta, stebėdamas veidrodinį nepažeistosios rankos atspindį [56]. Nors šios terapijos mechanizmas nėra iki galo aiškus, tyrimai, kuriuose buvo matuotas nervinis aktyvumas nustatė, kad veidrodžio terapija gali aktyvuoti premotorinės ir somatosensorinės smegenų žievės dalis ir veidrodinių neuronų sistemą, susidedančią iš priekinio smilkininio regiono ir viršutinio smilkininio vingio. Ši žievinė aktyvacija prisideda prie greitesnio motorikos atsigavimo ir dėl to gali būti naudinga pacientams, kuriems po insulto yra hemiparezė [63,64]. Vis daugėja įrodymų,

kurie patvirtina veidrodžio terapijos naudą motorinės funkcijos atgavimui, tačiau nervinis mechanizmas nėra iki galo aiškus. Nėra iki galo aišku ar veidrodinio vaizdo matymas sukelia neuroplastiškumo pokyčius, bet eksperimentiniai tyrimai, kuriuose naudojamos nervinio smegenų aktyvumo atvaizdavimo priemonės po truputį pradeda atskleisti veidrodžio terapijos poveikį smegenų pokyčiams ir reorganizacijai [65]. Ne visuose tyrimuose veidrodžio terapija buvo veiksminga [58]. Rezultatų skirtumai parodo, kad veidrodžio terapija padeda pacientams skirtingai. Poveikį galėtų lemti pažeidimo vieta, paralyžiaus trukmė po galvos smegenų insulto. Didesnis šių aspektų supratimas padėtų specialistams nuspręsti, kada terapiją taikyti veiksmingiausia. Plačiau veidrodžio terapijos poveikis žmogaus smegenims nagrinėjamas kitame skyriuje.

2.3. Skirtingų veidrodžio terapijos metodikų poveikis žmogaus smegenims

2.3.1. Virtualios realybės sukuriama rankos iliuzija

Nuosavybės iliuzija (angl. ownership illusion) yra terminas, naudojamas apibūdinti suvokimą, kad virtuali arba dirbtinė kūno galūnė yra reali kūno dalis. Reabilitacijoje nuosavybės iliuzija yra svarbi dalis, siekiant stimuliuoti neuroplastiškumą motorinio atsistatymo fazėje. Norint išmatuoti nuosavybės iliuzijos jausmą, Botvinick ir Cohen 1998 metais atliko tyrimą, kuriame panaudojo guminės, dirbtinės rankos iliuziją [66]. Skirtingai nei įprastoje veidrodžio terapijoje, vietoje rankos atspindžio veidrodyje, guminės rankos iliuzija buvo panaudota padedant dirbtinę ranką šalia tikrosios, kuri uždengta, kad nesimatytų tiriamajam. Cohen atliktame tyrime, siekiant pamatuoti nuosavybės efektą, buvo atlikti dviejų tipų bandymai. Vieno bandymo metu guminė ranka ir reali, kuri paslėpta nuo žmogaus po audiniu, buvo vienu metu liečiamos teptuku, siekiant sukelti propriocepcinį jausmą dirbtinėje rankoje. Po tyrimo atliktos apklausos rezultatai parodė, kad sinchroniškai glostomos rankos sukelia nuosavybės iliuzijos efektą. Antrajame tyrime dalyvio kairysis rodomasis pirštas buvo uždengiamas nuo tiriamojo akių ir pakeičiamas šalia esančiu dirbtiniu. Atliekant siekimo užduotis tamsoje, buvo įvertintas jaučiamas nuosavybės iliuzijos efektas, kuris buvo susietas su trimis jutimais- lytėjimu, matymu ir propriocepcija [94]. Buvo atlikta ir daugiau tyrimų, patvirtinusių šią iliuziją [67,68,69].

Panašūs eksperimentai buvo atlikti ir su virtualios realybės sistemomis. Hagni su bendraautoriais ištyrė nuosavybės iliuziją sukurdami dilbio ir plaštakos simuliaciją virtualioje realybėje [51]. Tyrimo rezultatai parodė, kad virtualus vaizdinis grįžtamasis ryšys, kartu su ideomotoriniu įsivaizdavimu gali sukelti nuosavybės iliuzijos jausmą. Raz atlikęs eksperimentinį tyrimą taip pat nustatė, kad nuosavybės jausmas atsiranda atliekant sinchroniškus judesius abejomis rankomis, kai virtuali ir reali ranka yra judinamos kartu [70].

Mokslinėje literatūroje pateikiama nemažai įrodymų, kad nuosavybės iliuzija gali būti sukeliamą virtualioje realybėje ir skatina nervinį plastiškumą. Mokslinėje literatūroje taip pat pateikiamos rekomendacijos, kad iliuzijos jausmas yra stipresnis, tuomet kai naudotojui rodoma tik pažeista ranka. Terapijos metu judesių amplitudė dirbtinėje rankoje turi būti identiška realiai rankai.

2.3.2. Neuroplastiškumo poveikis naudojant veidrodžio terapiją

Per paskutinius dešimt metų mokslininkai pradėjo stebėti smegenų gebėjimą keistis viso žmogaus gyvenimo metu [71]. Ši idėja ir su ja susiję neurologiniai mechanizmai yra vadinami neuroplastiškumu. Neuroplastiškumas yra svarbi savybė, kuri padeda žmogui atsigauti po galvos smegenų insulto reabilitacijos metu. Atlikti moksliniai tyrimai parodė, kad suaugusio žmogaus smegenys gali keistis, taikant tam tikrus treniruočių režimus ir aplinkos veiksnius [72]. Po nervų sistemos pažeidimo neuroplastiškumas gali būti ir naudingas, ir žalingas [73]. Tam tikri pokyčiai smegenyse po pažeidimų, manoma, sukelia spąstiškumą, skausmą ir išmokimą nenaudoti pažeistosios galūnės. Išmokimas nenaudoti pažeistosios galūnės įvyksta tada, kai smegenys prisitaiko atlikti daugumą veiksmų tik sveikąja galūne. Dėl pažeistosios galūnės nenaudojimo ir dažnesnio sveikosios galūnės naudojimo, smegenyse pastebima sumažėjusi motorinių centrų, kurie atsakingi už judesių atlikimą paralyžiuotoje galūnėje, aktyvacija [74].

Tam tikros terapijos technikos, kaip judesių ribojimo terapija, gali smegenyse sukelti įvairius fiziologinius pokyčius, tokius kaip didesnis neuroninis aktyvumas ir kraujotakos bei medžiagų apykaitos suaktyvėjimas, taip pat pastebima smegenų žievės regionų

reorganizacija, tiesiogiai susijusi su taikomu terapijos būdu [75]. Veidrodžio terapija ir veiksmo atlikimo stebėjimas gali padėti aktyvuoti neuroplastinės adaptacijos mechanizmus. Nervinė adaptacija yra vienas iš būdų, galinčių pagerinti reabilitacijos rezultatus [76]. Po galvos smegenų insulto, suaugusiojo asmens smegenyse gali vykti intensyvi remodeliacija, kuri gali būti paspartinta kognityvinės terapijos priemonėmis, tokiomis kaip veidrodžio terapija [77].

Veidrodžio terapijos neurologinis mechanizmas dar nėra visiškai aiškus. Ramachandram ir Altschuler 2009 metais pasiūlė kelias teorijas apie veidrodžio terapijos neurologinį veikimo mechanizmą. Jie teigė, kad specializuotų neuronų sistema, vadinama veidrodiniais neuronais gali prisidėti prie šios terapijos poveikio [54]. Veidrodiniai neuronai smegenyse aktyvuojasi kai yra stebimas judesio atlikimas. Yra manoma, kad šie neuronai prisideda prie žmogaus gebėjimo imituoti ir išmokyti judesius [78]. Ramachandram ir Altschuler teigia, kad naudojant veidrodžio terapiją, veidrodiniai neuronai gali prisidėti prie pažeistų motorinių centrų aktyvacijos [54].

2.3.3. Smegenų aktyvacija ir pokyčiai susiję su veidrodžio terapija

Naujosios neurologinės diagnostikos prietaisų sferoje ir neurofiziologijoje taikomose technikoje leidžia geriau, nei bet kada suprasti įvairius mechanizmus, vykstančius smegenyse po insulto [79]. Šis supratimas yra labai svarbus pradedant taikyti naujas terapijos priemones, kuriomis siekiama skatinti pacientų atsigavimą po galvos smegenų insulto. Funkcijos gerėjimas priklauso nuo išlikusių smegenų ląstelių gebėjimo atsigauti, taikant reabilitacijos priemones [80].

Remiantis transkranialinės magnetinės stimuliacijos ir funkcinio magnetinio rezonanso tyrimų duomenimis, pirminė motorinė smegenų žievės dalis gali reorganizuotis ir pakeisti insulto pažeistų smegenų motorinės žievės dalių veiklas. Nenormalus motorinės smegenų žievės aktyvumo slopinimas tarp pažeistojo ir nepažeistojo smegenų pusrutulių yra pastebimas pacientų patyrusių insultą smegenyse ir yra siejamas su prastais funkciniais rezultatais, per maža pažeistosios smegenų pusės motorinės žievės aktyvacija, o nuo šios

smegenų aktyvacijos priklauso ir motorikos atsigavimo rezultatai [81,82]. Visa tai parodo, kad pažeistosios motorinės žievės aktyvavimas yra svarbus, siekiant užtikrinti aktyvumo balansą tarp smegenų pusrutulių. Valingai atliekami pratimai sukelia didžiausią smegenų žievės ir stuburo aktyvaciją. Tačiau alternatyvūs metodai yra reikalingi, nes dažnai pacientai sirgę insultu nesugeba valingai atlikti judesių dėl paralyžiuotų galūnių. Todėl naujos gydymo paradigmos, tokios kaip veidrodžio terapija, suderinta su virtualia realybe yra reikalingos. 2012 metais Kang ir bendraautorių atliktame tyrime buvo lyginama smegenų aktyvacija, naudojant įprastą veidrodžio terapiją ir virtualaus veidrodžio terapiją. Nustatyta, kad kortikospinalinė aktyvacija buvo didesnė naudojant virtualų veidrodį. Autorių manymu virtuali veidrodžio terapija sukėlė didesnę smegenų aktyvaciją, nes buvo naudojamas į konkrečią užduotį orientuotas veiksmas-puodelio siekimas, be to užduotis buvo labiau interaktyvi ir įdomi [83]. Kitų autorių, atlikusių panašius tyrimus teigimu, užduoties tikslingumas yra svarbus veidrodinių neuronų aktyvacijai, nes su konkrečia užduotimi susiję veiksmas padidina paciento koncentraciją [84,85].

Nemažai atliktų tyrimų, kuriuose buvo naudojamas funkcinis magnetinio rezonanso tyrimas parodė, kad veidrodžio terapija neprisideda prie veidrodinių neuronų sistemos aktyvacijos. [86,87,60] Šių tyrimų rezultatai paneigė veidrodžio terapijos neurologinio mechanizmo teorijas, pateiktas Ramachandram ir Altschuler 2009 metais [54]. Wang atliktame tyrime buvo ištirta sveikų ir insultą patyrusių asmenų neuroninė aktyvacija [87]. Tuo tarpu, Fritsch 2014 metais atliktame tyrime buvo tiriama tik sveikų asmenų neuroninė aktyvacija, [86] o Michielsen 2011 metais atliko tik insultą patyrusių asmenų neuroninės aktyvacijos stebėjimą [60]. Visi šie tyrėjai nustatė, kad nors veidrodinių neuronų sistema nebuvo aktyvuota pastebimai, naudojant veidrodžio terapiją, kitose smegenų dalyse aktyvacija buvo pastebėta. Insultą patyrusių asmenų smegenyse, taikant veidrodžio terapiją buvo pastebėta priešpleiščio [87,60] ir užpakalinio juostinio vingio galvos smegenų žievės aktyvacija [60]. Priešpleištis yra įvardinamas kaip smegenų žievės dalis, atsakinga už asmens savęs suvokimą [88]. Michielsen apibūdina užpakalinį juostinį vingį kaip galvos smegenų žievės dalį, atsakingą už erdvės bei galūnių judesių suvokimą. Šiuose, funkcinio magnetinio rezonansu atliktuose tyrimuose, buvo taikomos skirtingos veidrodžio terapijos metodikos. Michielsen naudojo realų veidrodį, [60] tuo tarpu, Wang ir Fritsch naudojo vaizdo kameras ir specialius akinius, kuriuose buvo pateikiamas veidrodinis galūnių vaizdas [87,86]. Wang atliktame tyrime priešpleiščio ir už vaizdo suvokimą atsakingų smegenų zonų aktyvacija nebuvo užfiksuota visiems tiriamiesiems [87].

Nojima su bendraautoriais panaudojo transkranialinę magnetinę stimuliaciją, siekiant ištirti pirminės motorinės smegenų žievės aktyvaciją, taikant veidrodžio terapiją. Jie nustatė, kad vaizdinė iliuzija, sukuriamą veidrodžiu, sukelia neuroninį aktyvumą motorinėje žievėje sveikiems asmenims. Buvo pastebėti geresni rankos, paslėptos už veidrodžio funkciniai sugebėjimai atliekant tam tikras motorines užduotis. Tai parodo, kad neatliekant veiksmų su pažeistąja galūne, tik stebint sveikosios galūnės atspindį veidrodyje, galime sukelti už pažeistosios galūnės judesius atsakingos smegenų motorinės zonos aktyvaciją ir galimai pasiekti geresnių motorinių sugebėjimų [89].

2008 metais Nobusada Shinoura ir bendraautorai funkciniu magnetiniu rezonansu tikrino veidrodžio terapijos efektyvumą. Jie atliko šešias skirtingas užduotis- žiūrėjimas į veidrodį neatliekant judesių, žiūrėjimas į veidrodį pakartotinai sugniaužiant kumštį, žiūrėjimas į veidrodį abiem rankomis gniaužiant kumštį ir visi trys minėti atvejai pakartoti užsimerkus. Tyrimo pabaigoje Nobusada nustatė, kad atsimerkus ir žiūrint į veidrodį pirminė motorinė smegenų zona aktyvavosi labiau, nei užsimerkus. Be to, rezultatai parodė, kad gniaužiant sveikąją ranką į kumštį aktyvuojasi abiejų pusrutulių, pažeistojo ir sveiko pirminės smegenų motorikos zonos [90].

Nors atlikta nemažai diagnostinių tyrimų, kuriuose nagrinėtas įvairių metodų veidrodžio terapijos poveikis neuroninei smegenų aktyvacijai, trūksta visus tyrimus apibendrinančių analizių, pateikiančių susistemintą informaciją apie žmogaus smegenyse vykstančius mechanizmus, taikant veidrodžio terapiją. Šiuo metu tyrimais įrodyta, kad smegenyse, taikant veidrodžio terapiją, pastebima galvos smegenų žievės pirminės motorinės [90,89] ir užpakalinio juostinio vingio zonų aktyvacija [60].

2.4. Literatūros apžvalgos apibendrinimas

Galvos smegenų insultas išlieka viena pagrindinių mirties ir ilgalaikės negalios priežasčių visame pasaulyje [1,2], tačiau Europoje pastebimas mažėjantis insulto atvejų skaičius [15]. Nors didžioji dalis pacientų išgyvena po įvykusio galvos smegenų insulto, apie 65 procentai patiria ilgalaikius funkcijų sutrikimus [1]. Insultas gali sukelti įvairius motorikos, jutiminius ir

suvokimo sutrikimus. Viena pagrindinių priežasčių, apsunkinančių paciento galimybes savarankiškai funkcionuoti aplinkoje yra insulto sukelta hemiparezė. Net apie 30-60 procentų pacientų taip ir neatgauna pažeistosios viršutinės galūnės funkcijos [27]. Egzistuoja įvairios reabilitacijos metodikos, skirtos hemiparezės gydymui. Judesių ribojimo terapija, gydomieji fiziniai pratimai, elektros stimuliacija, motorinio mokymosi technikos, Bobath, Brunnstrom, Vojta, propriocepacinis neuroraumeninis palengvinimas, veidrodžio terapija- tai metodikos, kurios taikomos, siekiant skatinti neuroplastiškumą po galvos smegenų insulto. Tačiau visos šios technikos skiriasi moksliskai įrodytu efektyvumu [29] ir sunku išskirti vieną metodą, efektyviausią insulto gydymui. Bendri metodikų taikymo principai yra aiškūs- veikla turi būti prasminga, pasikartojanti ir intensyvi [28], metodikos turi būti pradedamos taikyti kuo anksčiau [30]. Šiuo metu vieni populiariausių kognityvinių metodų reabilitacijoje yra veidrodžio ir judesių ribojimo terapijos [53]. Nors veidrodžio terapijos poveikio mechanizmai nėra visiškai aiškūs, atlikta nemažai funkcinio magnetinio rezonanso tyrimų, kuriuose nagrinėtas įvairių metodų veidrodžio terapijos poveikis neuroninei smegenų aktyvacijai. Tyrimais įrodyta, kad insultą patyrusių asmenų smegenyse, taikant veidrodžio terapiją, pastebima galvos smegenų žievės pirminės motorinės [90,89] ir užpakalinio juostinio vingio zonų aktyvacija [60]. Veidrodžio terapija yra paprasta, nebrangi alternatyva motorinių sutrikimų gydymui [58,55]. Virtuali realybė yra nauja priemonė reabilitacijoje, kuri gali pajvairinti atliekamas veiklas. Dėl didesnės pacientų motyvacijos užduotys atliekamos jas dažniau kartojant, todėl labiau stimuliuojamas neuroplastiškumas [26,47]. Ganėtinai mažai mokslinių tyrimų nagrinėja veidrodžio terapijos virtualioje realybėje efektyvumą viršutinės galūnės motorikos sutrikimų gydymui. Nors yra sukurta skirtingų veidrodžio terapijos reabilitacijos sistemų, skirtų viršutinės galūnės motorinio atsigavimo pagreitinimui, dauguma šių inovatyvių sistemų yra sunkiai prieinamos finansiškai, reikalauja brangių technologinių resursų, stokoja portatyvumo, nėra vizualiai patrauklios ir dažnai nėra patogios naudotojui. Šiuo tyrimu buvo siekiama išbandyti ir moksliskai įvertinti nebrangios ir lengvai prieinamos veidrodžio terapijos virtualioje realybėje priemonės patikimumą ir veiksmingumą.

3. TYRIMO ORGANIZAVIMAS IR METODIKA

3.1. Tyrimo organizavimas

Tyrimas buvo atliktas Vilniaus Universiteto Santariškių klinikų II stacionarinės reabilitacijos skyriuje nuo 2016 metų lapkričio mėnesio iki 2017 metų gegužės mėnesio.

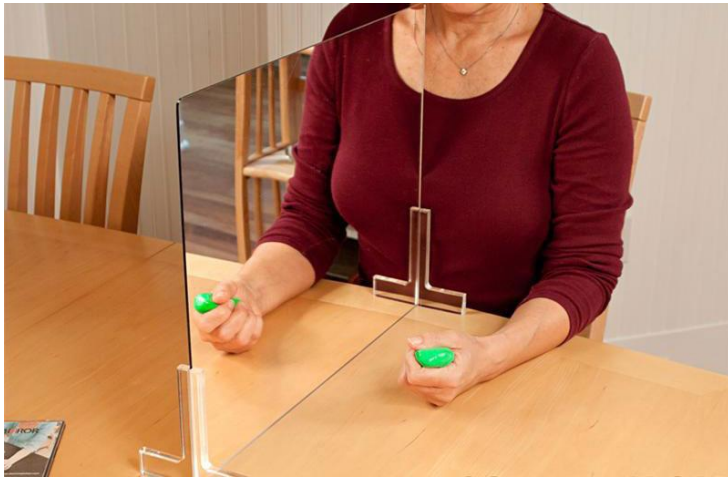
Tyrime dalyvavo 20 pacientų, kurių vidutinis amžius $66 \pm 2,5$ metai, iš kurių 11 vyrai ir 9 moterys (1 lentelė). Į tyrimą įtraukti pacientai pirmą kartą patyrę išeminį ir hemoraginį galvos smegenų insultą (TLK-10: I61, I63, I64), hemiplegiją (TLK-10: G81). Tyrime nedalyvavo pacientai kurių: Mini-Mental tyrimo įvertinimas 20 ir mažiau balų, esant sensomotorinei afazijai (TLK-10: R47.0), esant klausos sutrikimams: senatviniam kurtumui (TLK-10: H91.1), kurtumui šeimoje (TLK-10: Z82.2), regėjimo sutrikimams.

Atsitiktinės atrankos būdu tiriamieji buvo suskirstyti į dvi grupes, tiriamąją ir kontrolinę. Kiekvienoje grupėje po 10 pacientų. Tiriamajai grupei prie įprastos kineziterapijos programos papildomai skiriama 15 užsiėmimų viršutinei galūnei po 15 minučių virtualios realybės veidrodžio terapijos, naudojant virtualios realybės akinius (2 pav.). Tyrime naudotas Samsung Galaxy SM-G900F su 6.0.1 Android operacine sistema ir Mirror Therapy VR 1.1 versijos programine įranga virtualios realybės veidrodžio terapijos simuliacijai sukurti. Kontrolinei grupei prie tradicinės kineziterapijos programos papildomai skiriama 15 užsiėmimų viršutinei galūnei po 15 minučių įprastos veidrodžio terapijos, naudojant paprastą veidrodį (1pav.). Virtualios realybės ir įprastos veidrodžio terapijos procedūrų metu atliekami dešimt skirtingų pratimų viršutinei galūnei per pirštų, riešo, alkūnės ir peties sąnarius. Kiekvienas iš jų yra kartojamas 90 sekundžių. Veidrodžio terapijos treniruotės metu kas 5 minutes pacientui primenama, kad šis stebėtų veidrodinį vaizdą ir stengtųsi atlikti kuo tikslesnius simetriškus judesius abiem rankomis. Virtualios realybės veidrodžio terapijos procedūros metu pacientui ant akių uždedama virtualios realybės akinių sistema. Įprastos veidrodžio terapijos procedūros metu ties paciento kūno centro linija pastatomas stiklinis veidrodis.

Visiems pacientams buvo taikoma tradicinė kineziterapijos programa penkis kartus per savaitę. Tradicinę programą sudaro bazinė ir funkcinė dalys, kurios užtrunka vidutiniškai po 30 minučių. Bazinę dalį sudaro raumenų jėgos, ištvermės didinimo pratimai,

pratimai koordinacijai, liemens kontrolei lavinti, pratimai pusiausvyrai lavinti. Funkcinę dalį apima sutrikusios eisenos koregavimas, mokoma mobilumo veiksmų, didinama bendra organizmo fizinė ištvermė, tolerancija krūviui. Prie kineziterapijos procedūrų visiems pacientams buvo atliekamas klasikinis gydomasis masažas, rankos raumenų elektrostimuliacija. Be kineziterapijos procedūrų pacientas taip pat dalyvauja procedūrose su ergoterapeutu, socialiniu darbuotoju, logoterapeutu, psichologu.

Tyrimo dalyviai buvo ištirti specialiais testais tyrimo pradžioje ir po 15 įprasto arba virtualaus veidrodžio terapijos procedūrų. Testais įvertintas viršutinės galūnės motorikos būklės pokytis bei atlikta pacientų apklausa, siekiant sužinoti jų nuomonę apie taikytas veidrodžio terapijos metodikas.



1 pav. Įprastas veidrodis naudojamas veidrodžio terapijoje

[<http://www.danmicglobal.com/Scan-Mirror-Therapy.aspx>]



2 pav. Veidrodžio terapija virtualioje realybėje

[<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sixdimensions.mirrorthrapy>]

Tiriamoji ir kontrolinė grupės buvo homogeniškos ir statistiškai reikšmingai nesiskyrė pagal tiriamųjų lytį, amžių ir paralyžiuotą galūnę ($p > 0,05$) (1 lentelė).

1 lentelė. Tiriamųjų charakteristika tyrimo pradžioje

Rodiklis	Tiriamoji grupė (n=10)	Kontrolinė grupė (n=10)	p
Lytis	Vyrai 60% (n=6)	Vyrai 50% (n=5)	1
	Moterys 40% (n=4)	Moterys 50% (n=5)	
Amžius (metai)	69,7 ± 2,56	62,2 ± 3,99	0,131
Paralyžiuota ranka	Dešinioji 50% (n=5)	Dešinioji 70% (n=7)	1
	Kairioji 50% (n=5)	Kairioji 30% (n=3)	

Pagal pateiktus testų duomenis tyrimo pradžioje matome, kad nėra statistiškai reikšmingų skirtumų tarp tiriamosios ir kontrolinės grupių ($p > 0,05$) (2 lentelė). Dėl šios priežasties galime teigti, kad abi grupės tyrimo pradžioje buvo homogeniškos.

2 lentelė. Tiriamosios ir kontrolinės grupių pacientų testų rezultatai tyrimo pradžioje

Rodiklis	Tiriamoji grupė	Kontrolinė grupė	p
Fugl-Meyer skalė (balai)	48 ± 1,07	47,63 ± 0,65	0,769
Wolf motorinio aktyvumo testo atlikimo laikas (sekundės)	80,7 ± 7,89	74,84 ± 2,26	0,494
Wolf motorinio aktyvumo testo atlikimo kokybė (balai)	53,88 ± 1,01	53,63 ± 0,5	0,827
Dėžutės ir kubelių testas (kubelių skaičius)	26,63 ± 1,97	27,25 ± 2,67	0,853

3.2. Tyrimo metodai

Siekiant įvertinti pacientų rankos motoriką, koordinaciją, funkcinis judesius, taikyti metodai:

Dėžutės ir kubelių testas (angl. Box and Blox test) – testas skirtas įvertinti viršutinės galūnės motorikos pokyčius. Testas atliekamas su medine dėžute, kuri yra pripildyta 150 medinių vienodo dydžio kubelių. Testu pamatuojama kiek kubelių tiriamasis perkelia per vieną minutę iš vienos dėžutės pusės į kitą. Testas atliekamas su pažeista ir nepažeista rankomis. Tiriamasis vienu metu gali perkelti tik po vieną kubelį, jei perkeliamas daugiau nei vienas kubelis, toks atvejis protokole užskaitomas kaip vieno kubelio perkėlimas (2 priedas) [91,92].

Fugl-Meyer skalė viršutinei galūnei – vertina motorikos pokyčius viršutinėje galūnėje. Vertinama peties, alkūnės, riešo, rankos pirštų judesių, sinergių, refleksų pokyčiai. Kiekviena skalės užduotis vertinama nuo 0 iki 2 balų:

2 balai- taisyklingai atliekamas judesys, 1 balas- dalinai taisyklingai atliekamas judesys, 0 balų- judesys atliekamas netaisyklingai arba neatliekamas.

Fugl-Meyer viršutinei galūnei vertinti skirtos skalės maksimali balų suma- 66 balai (3 priedas) [93].

Wolf motorinio aktyvumo testas – šis testas skirtas rankos motorinei funkcijai įvertinti. Testas sudarytas iš 15 skirtingų užduočių. Kiekvienos užduoties atlikimo kokybė vertinama nuo 0 iki 6 balų:

0 – nebando ir negali atlikti judesių pažeistąja galūne.

1 – neatlieka arba su pažeistąja galūne bando atlikti judesį, tačiau ji funkciškai per silpna atliekant užduotį.

3 – pažeistajai galūnei reikia sveikosios rankos pagalbos pakeičiant padėtį, reikia daugiau nei dviejų bandymų atlikti užduotį, atlikimas labai lėtas.

4 – atlieka užduotį, tačiau judėjimas yra sinergiškas, atliekama lėtai, judesys reikalauja daug pastangų.

5 – judesys yra panašus į sveikosios rankos, šiek tiek lėtesnis. Gali trūkti tikslumo ir koordinacijos.

6 – judesys yra normalus, panašus į judesį sveikąja ranka.

Tyrimo metu matuotas užduoties atlikimo laikas. Ilgiausias leistinas užduoties atlikimo laikas- 120 sekundžių. Jei per šį laiką užduotis neatliekama, vertinama, kad pacientas užduoties atlikti negali. Jei dėl raumenų jėgos trūkumo pacientas negali atlikti tam tikrų užduočių, jos vertinamos kaip atliktos per 120 ir daugiau sekundžių (4 priedas) [94].

Siekiant įvertinti paciento nuomonę apie skirtingas veidrodžio terapijos metodikas, sudarėme klausimyną. Klausimynas skirtas palyginti virtualią ir įprastą veidrodžio terapiją. Vertinama paciento nuomonė, kuris veidrodžio terapijos metodas yra patogesnis, įdomesnis, tikroviškesnis.

Pacientus įtraukiant į tyrimą buvo atliktas protinės būklės įvertinimo testas (angl. Mini-Mental State Examination). Šis testas skirtas kognityvinėms paciento funkcijoms įvertinti. Vertinamos orientacijos laike ir vietoje, gebėjimo atsiminti žodžius, trumpalaikės atminties, dėmesio išlaikymo (skaičiavimo), kalbos, komandų įvykdymo, rašymo, regos erdvinės ir konstrukcinės funkcijos.

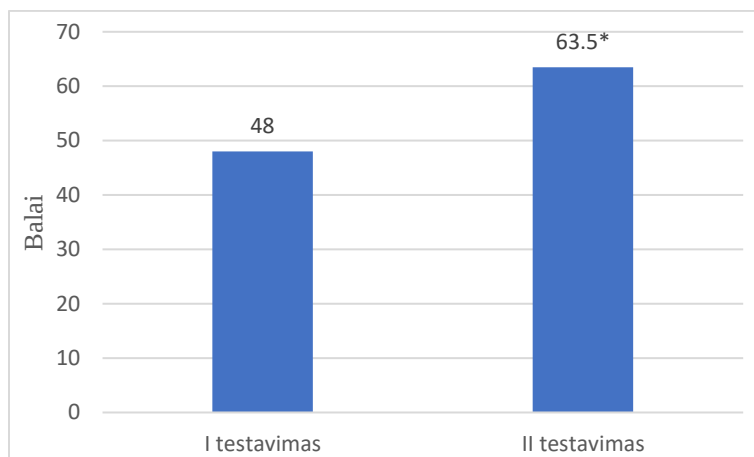
3.3. Statistinė duomenų analizė

Specialiais testais surinkti duomenys užpildomi tyrimo protokoluose. Surinktų duomenų analizė atliekama „Microsoft Excel 2016“ programine įranga, su įdiegtu duomenų analizės įskiepiu ir „3.4.0 R“ programine įranga su įdiegtu „Rcommander“ paketu. Buvo skaičiuojami šie statistikos rodikliai: duomenų aritmetinis vidurkis, standartinis nuokrypis, standartinė paklaida, Šapiro Vilko testas duomenų normalumui nustatyti. Fišerio testas taikytas grupių dispersijų lygybei patikrinti. Neporinis ir porinis Stjudento t-testas buvo taikytas vertinant duomenų pokyčio reikšmingumą ir lyginant grupių homogeniškumą tyrimo pradžioje. Chi-kvadratu testas ir tikslus Fišerio testas buvo taikomi lyginant rangų skalės duomenų homogeniškumą tyrimo pradžioje.

4. TYRIMO REZULTATAI

4.1. Veidrodžio terapijos virtualioje realybėje poveikis viršutinės galūnės motorikai pacientams po galvos smegenų insulto

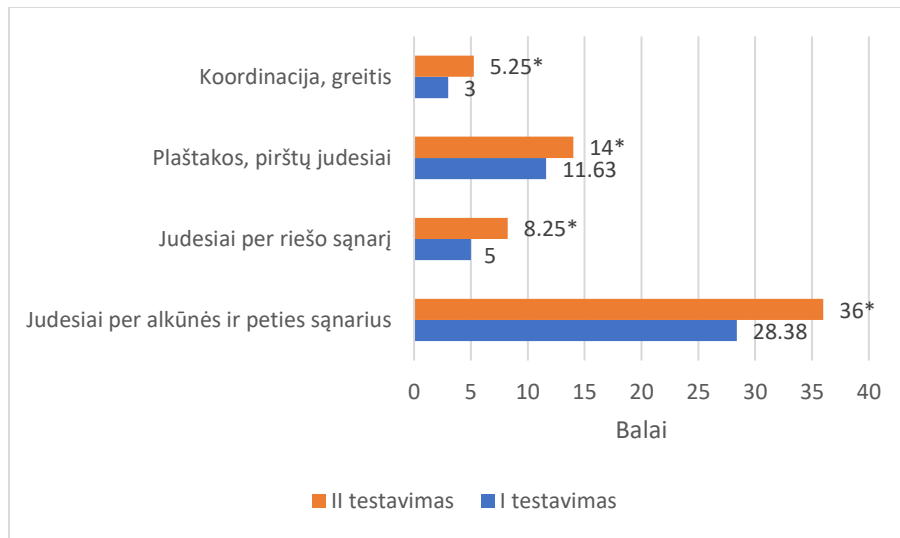
Viršutinės galūnės motorika buvo vertinama Fugl-Meyer skale. Virtualios realybės veidrodžio terapijos grupėje tyrimo pabaigoje pastebėtas statistiškai reikšmingas, žymus viršutinės galūnės motorikos pagerėjimas ($p < 0,05$). Vertinant Fugl-Meyer skale, virtualios realybės veidrodžio terapijos grupėje, pacientų viršutinės galūnės motorikos rezultatų vidurkis pradžioje buvo $48 \pm 1,07$ balai, antrojo testavimo metu šis rodiklis padidėjo iki $63,5 \pm 0,53$ balo (3 pav.).



3 pav. Veidrodžio terapijos virtualioje realybėje grupės Fugl-Meyer skalės rezultatų vidurkiai pirmojo ir antrojo testavimų metu

*- $p < 0,05$, lyginant veidrodžio terapijos virtualioje realybėje grupės rezultatus pirmojo ir antrojo testavimų metu

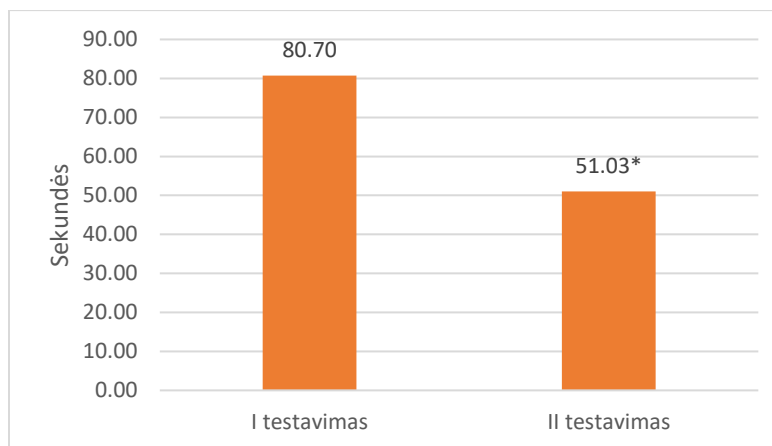
Analizuojant atskirų Fugl-Meyer skalės dalių rezultatų vidurkius nustatyta, kad virtualios veidrodžio terapijos grupėje visų dalių pagerėjimas buvo statistiškai reikšmingas ($p < 0,05$). Tyrimo eigoje koordinacija ir greitis pagerėjo nuo $3 \pm 0,5$ iki $5,25 \pm 0,25$ balų, plaštakos ir pirštų judesiai nuo $11,63 \pm 0,32$ iki 14 balų, judesiai per riešo sąnarį nuo $5 \pm 0,46$ iki $8,25 \pm 0,49$ balų, judesiai per alkūnės ir peties sąnarius nuo $28,38 \pm 0,96$ iki 36 balų (4pav.).



4 pav. Veidrodžio terapijos virtualioje realybėje grupės atskirų Fugl-Meyer skalės dalių rezultatų vidurkiai pirmojo ir antrojo testavimų metu

*- $p < 0,05$, lyginant veidrodžio terapijos virtualioje realybėje grupės rezultatus pirmojo ir antrojo testavimų metu

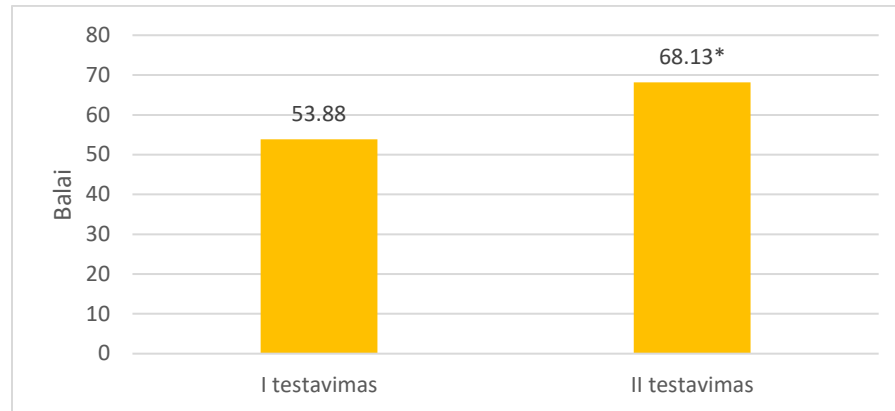
Šioje pacientų grupėje, tyrimo eigoje, statistiškai reikšmingai pagerėjo pažeistosios viršutinės galūnės judesių atlikimo greitis bei kokybė, vertinant Wolf motorinio aktyvumo testu ($p = 0,0065$). Šioje grupėje pažeistosios viršutinės galūnės skirtingų užduočių atlikimo trukmės vidurkis pradžioje buvo $80,7 \pm 7,89$ sekundžių, o tyrimo pabaigoje bendras užduočių atlikimo greičio vidurkis sumažėjo iki $51,03 \pm 2,41$ sekundžių (5 pav.).



5 pav. Veidrodžio terapijos virtualioje realybėje grupės Wolf motorinio aktyvumo testo užduočių atlikimo trukmės vidurkiai pirmojo ir antrojo testavimų metu

*- $p < 0,05$, lyginant veidrodžio terapijos virtualioje realybėje grupės rezultatus pirmojo ir antrojo testavimų metu

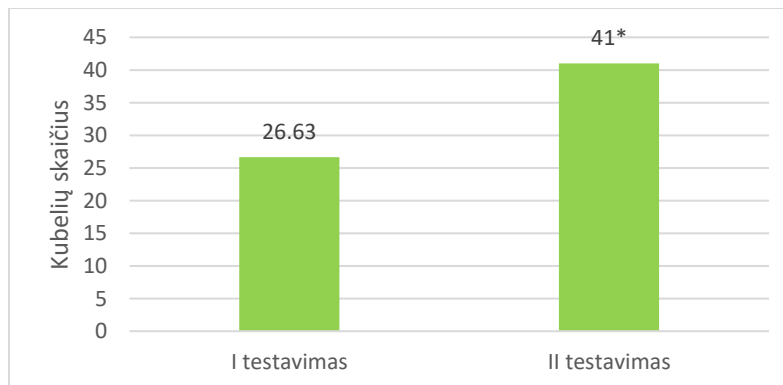
Tuo tarpu, vertinant judesių kokybę balais, buvo pastebėtas statistiškai reikšmingas balų vidurkio padidėjimas nuo $53,88 \pm 1,01$ balų iki $68,13 \pm 0,55$ balų ($p < 0,05$) (6 pav.).



6 pav. Veidrodžio terapijos virtualioje realybėje grupės Wolf motorinio aktyvumo testo užduočių atlikimo kokybės, vertinamos balais, vidurkiai pirmojo ir antrojo testavimų metu

*- $p < 0,05$, lyginant veidrodžio terapijos virtualioje realybėje grupės rezultatus pirmojo ir antrojo testavimų metu

Taikant veidrodžio terapiją virtualioje realybėje taip pat pastebėti statistiškai reikšmingi rezultatų skirtumai pažeistosios rankos motoriką vertinant dėžutės ir kubelių testu (angl. Box and Blocks Test) ($p < 0,05$). Tyrimo pradžioje šios grupės pacientai vidutiniškai perkėlė $26,63 \pm 1,97$ kubelius per vieną minutę, o tyrimo pabaigoje, pacientai vidutiniškai perkėlė $41 \pm 1,63$ kubelius per vieną minutę (7 pav.).

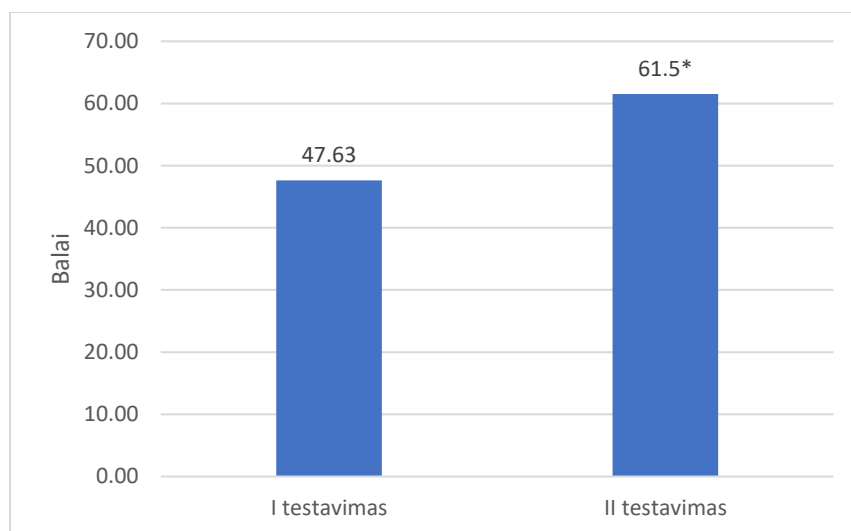


7 pav. Veidrodžio terapijos virtualioje realybėje grupės dėžutės ir kubelių testo rezultatų vidurkiai tyrimo eigoje

*- $p < 0,05$, lyginant veidrodžio terapijos virtualioje realybėje grupės rezultatus pirmojo ir antrojo testavimų metu

4.2. Įprastos veidrodžio terapijos poveikis viršutinės galūnės motorikai pacientams po galvos smegenų insulto

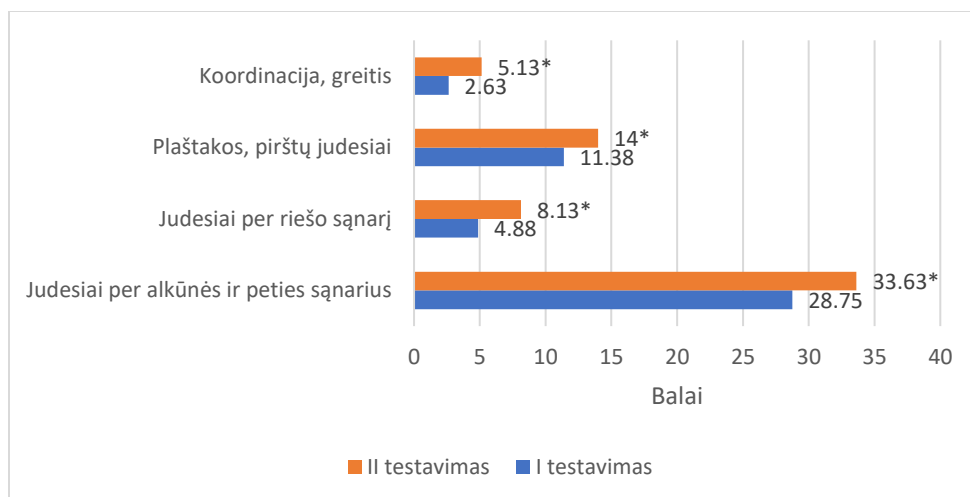
Įprastos veidrodžio terapijos pacientų grupėje, pažeistosios rankos motorika nuo tyrimo pradžios pagerėjo statistiškai reikšmingai ($p < 0,05$). Po penkiolikos įprastos veidrodžio terapijos užsiėmimų pastebėti žymus Fugl-Meyer skalės rezultatų vidurkių pokyčiai nuo $47,63 \pm 0,65$ balų tyrimo pradžioje iki $61,5 \pm 0,73$ balų tyrimo pabaigoje (8 pav.).



8 pav. Įprastos veidrodžio terapijos grupės Fugl-Meyer skalės rezultatų vidurkiai pirmojo ir antrojo testavimų metu

*- $p < 0,05$, lyginant įprastos veidrodžio terapijos grupės rezultatus pirmojo ir antrojo testavimų metu

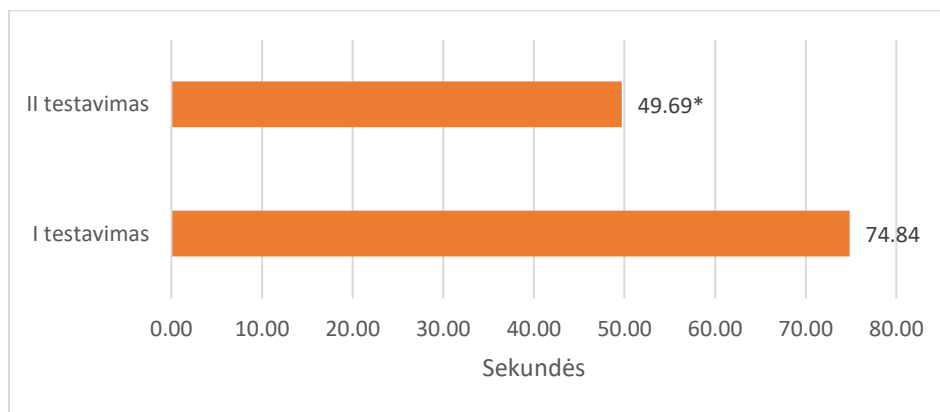
Analizuojant atskirų Fugl-Meyer skalės dalių rezultatų vidurkius nustatyta, kad įprastos veidrodžio terapijos grupėje visų dalių pagerėjimas buvo statistiškai reikšmingas ($p < 0,05$). Tyrimo eigoje koordinacija ir greitis pagerėjo nuo $2,63 \pm 0,46$ iki $5,13 \pm 0,29$ balų, plaštakos ir pirštų judesiai nuo $11,38 \pm 0,26$ iki 14 balų, judesiai per riešo sąnarį nuo $4,88 \pm 0,55$ iki $8,13 \pm 0,39$ balų, judesiai per alkūnės ir peties sąnarius nuo $28,75 \pm 0,77$ iki $33,63 \pm 0,99$ balų (9pav.).



9 pav. Įprastos veidrodžio terapijos grupės atskirų Fugl-Meyer skalės dalių rezultatų vidurkiai pirmojo ir antrojo testavimų metu

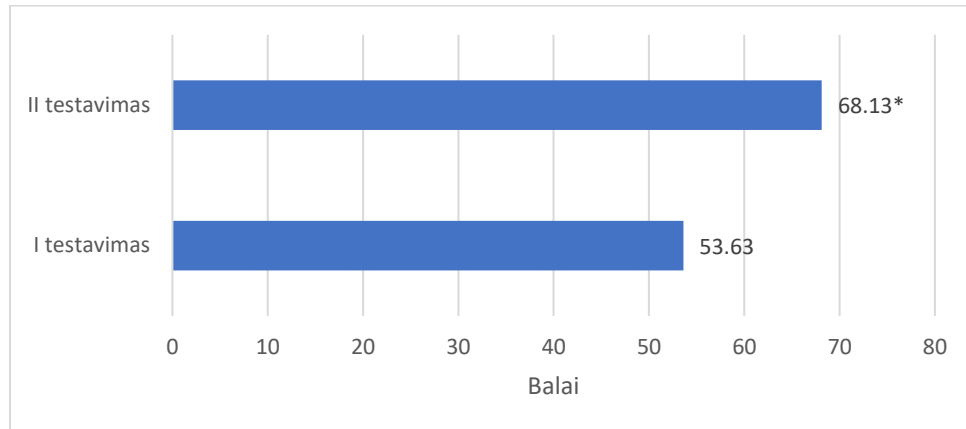
*- $p < 0,05$, lyginant įprastos veidrodžio terapijos grupės rezultatus pirmojo ir antrojo testavimų metu

Taikant įprastą veidrodžio terapiją tyrimo eigoje nustatytas statistiškai reikšmingas pažeistosios rankos motorikos pagerėjimas, vertinant judesių kokybę ir greitį Wolf motorinio aktyvumo testu ($p < 0,05$). Visų užduočių atlikimui reikalingo laiko vidurkis sumažėjo nuo $74,84 \pm 2,26$ sekundžių tyrimo pradžioje iki $49,69 \pm 1,89$ sekundžių tyrimo pabaigoje (10 pav.). Tuo tarpu, judesių kokybės balų vidurkis padidėjo nuo $53,63 \pm 0,49$ balų tyrimo pradžioje iki $68,13 \pm 0,52$ balų tyrimo pabaigoje (11 pav.).



10 pav. Įprastos veidrodžio terapijos grupės Wolf motorinio aktyvumo testo judesių atlikimo laiko vidurkiai pirmojo ir antrojo testavimų metu

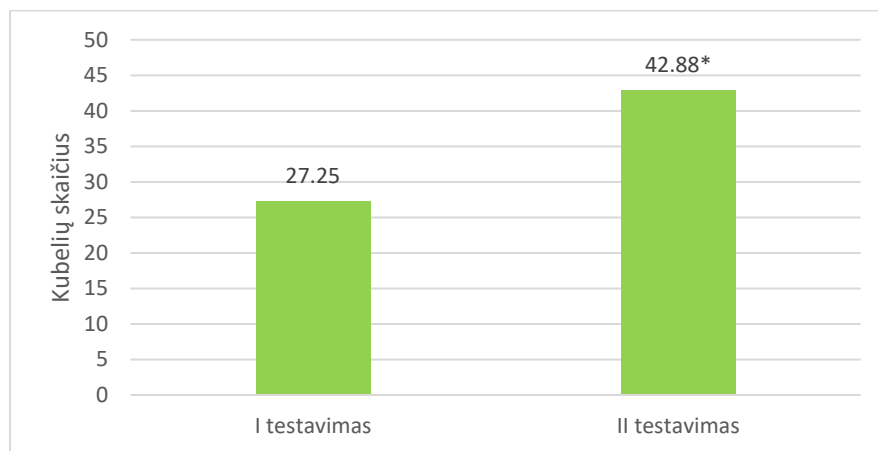
*- $p < 0,05$, lyginant įprastos veidrodžio terapijos grupės rezultatus pirmojo ir antrojo testavimų metu



11 pav. Įprastos veidrodžio terapijos grupės Wolf motorinio aktyvumo testo judesių atlikimo kokybės balų vidurkiai pirmojo ir antrojo testavimų metu

*- $p < 0,05$, lyginant įprastos veidrodžio terapijos grupės rezultatus pirmojo ir antrojo testavimų metu

Vertinant pažeistosios rankos motoriką dėžutės ir kubelių testu (angl. Box and Blocks Test), pacientai tyrimo pabaigoje užduotis atliko greičiau, perkėlė daugiau kubelių ($p < 0,05$). Vidutinis perkeltų kubelių skaičius per vieną minutę padidėjo nuo $27,25 \pm 2,67$ kubelių tyrimo pradžioje iki $42,88 \pm 1,81$ kubelių tyrimo pabaigoje (12 pav.).

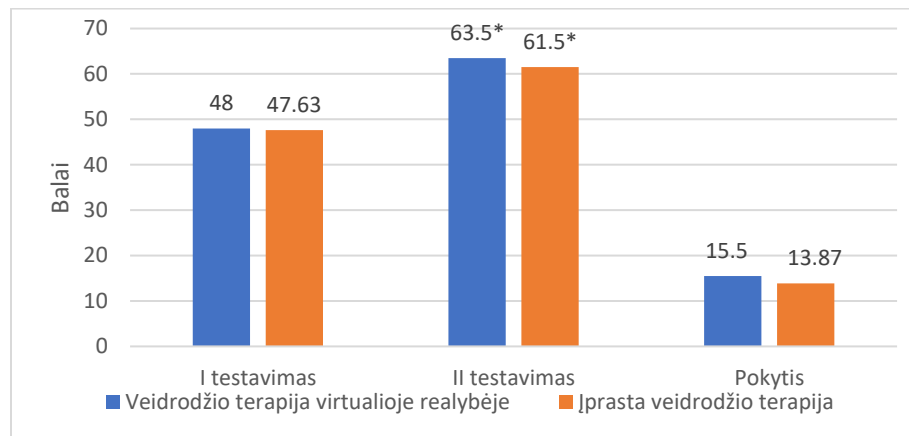


12 pav. Įprastos veidrodžio terapijos grupės dėžutės ir kubelių testo rezultatų vidurkiai tyrimo pradžioje ir pabaigoje

*- $p < 0,05$, lyginant įprastos veidrodžio terapijos grupės rezultatus pirmojo ir antrojo testavimų metu

4.3. Motorikos pokyčių palyginimas taikant įprastą veidrodžio terapiją ir veidrodžio terapiją virtualioje realybėje

Abiejose grupėse tyrimo metu gautas statistiškai reikšmingas pažeistosios rankos motorikos pagerėjimas, vertinant Fugl-Meyer skale ($p < 0,05$). Apskaičiavus ir palyginus motorikos pokytį abiejose grupėse, nustatyta, kad 1,63 balais (10,5%) efektyvesnė buvo veidrodžio terapija virtualioje realybėje, tačiau šis skirtumas nėra statistiškai reikšmingas ($p > 0,05$). Fugl-Meyer bendro balų vidurkio pokytis virtualios realybės veidrodžio terapijos grupėje buvo 15,5 balų. Šis pokytis nežymiai didesnis už 13,87 balų įprastos veidrodžio terapijos vidurkio pokyčius (13 pav.).

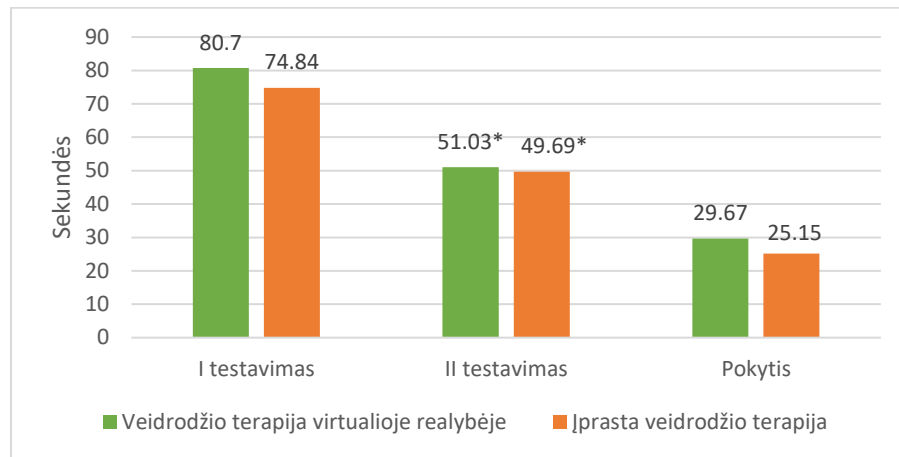


13 pav. Įprastos ir virtualios realybės veidrodžio terapijos grupių Fugl-Meyer skalės rezultatų vidurkio pokytis

*- $p < 0,05$, įprastos ir virtualios realybės veidrodžio terapijos grupių rezultatų pagerėjimai pirmojo ir antrojo testavimų metu

Pažeistosios viršutinės galūnės motorika abiejose pacientų grupėse statistiškai reikšmingai pagerėjo Wolf motorinio aktyvumo testo rezultatų duomenimis, vertinant užduočių atlikimo greitį ir kokybę ($p < 0,05$). Wolf motorinio aktyvumo testo užduočių atlikimo laiko vidurkio pokytis buvo 29,67 sekundžių, taikant veidrodžio terapiją virtualioje realybėje ir 25,15 sekundžių, taikant įprastą veidrodžio terapiją. Taikant veidrodžio terapiją virtualioje realybėje,

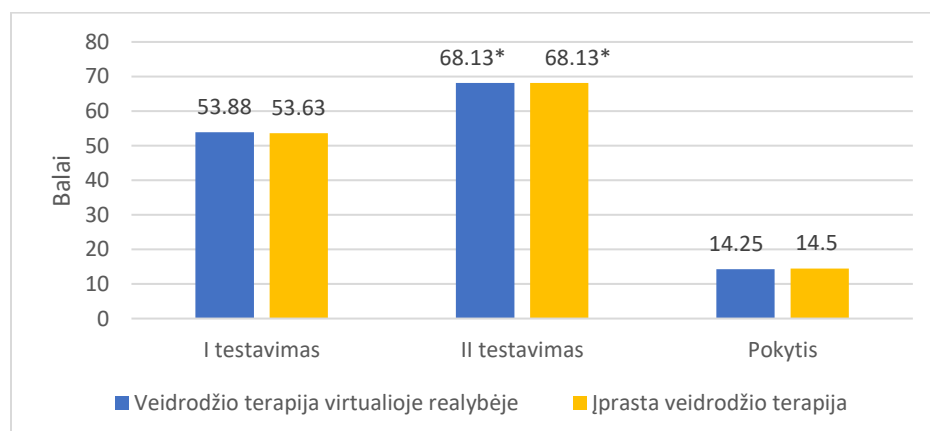
užduočių atlikimui reikalingas laikas sumažėjo 4,52 sekundėmis, 15,2% daugiau nei kitoje grupėje, tačiau šis skirtumas nėra statistiškai reikšmingas ($p>0,05$) (14 pav.).



14 pav. Įprastos ir virtualios realybės veidrodžio terapijos grupių Wolf motorinio aktyvumo testo užduočių atlikimui reikalingo laiko vidurkių pokytis

*- $p<0,05$, įprastos ir virtualios realybės veidrodžio terapijos grupių rezultatų pagerėjimai pirmojo ir antrojo testavimų metu

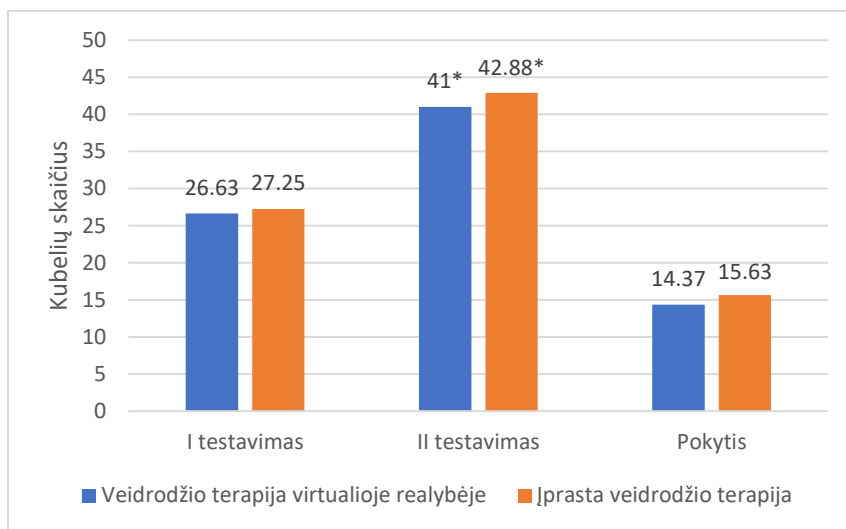
Tuo tarpu, judesių atlikimo kokybė, vertinama balais vidutiniškai padidėjo 14,25 balais virtualios realybės grupėje ir 14,5 balais įprastos veidrodžio terapijos grupėje. Įprastos veidrodžio terapijos grupėje pokytis buvo 0,25 balo (1,72%) didesnis nei virtualios realybės grupėje, tačiau šis skirtumas nėra statistiškai reikšmingas ($p>0,05$) (15 pav.).



15 pav. Įprastos ir virtualios realybės veidrodžio terapijos grupių Wolf motorinio aktyvumo testo užduočių atlikimo kokybės vidurkių pokytis

*- $p < 0,05$, įprastos ir virtualios realybės veidrodžio terapijos grupių rezultatų pagerėjimai pirmojo ir antrojo testavimų metu

Tyrimo rezultatus vertinant dėžutės ir kubelių testu (angl. Box and Blocks Test) tyrimo pabaigoje pastebėti statistiškai reikšmingi pokyčiai abiejose grupėse. Vertinant perkeliamų kubelių skaičių per minutę virtualios realybės grupėje, kubelių skaičiaus vidurkis padidėjo 14,37 kubeliais, kitoje grupėje 15,63 kubeliais. Įprastos veidrodžio terapijos grupėje pokytis buvo 1,26 kubeliais, 8,1% didesnis, nei virtualios realybės veidrodžio terapijos grupėje, tačiau šis skirtumas nėra statistiškai reikšmingas ($p > 0,05$) (16 pav.).



16 pav. Įprastos ir virtualios realybės veidrodžio terapijos grupių dėžutės ir kubelių testo (angl. Box and Blocks Test) perkeliamų kubelių per minutę vidurkių pokytis

*- $p < 0,05$, įprastos ir virtualios realybės veidrodžio terapijos grupių rezultatų pagerėjimai pirmojo ir antrojo testavimų metu

4.4 Įprastos ir virtualios realybės veidrodžio terapijų privalumai ir trūkumai pacientų požiūriu

Veidrodžio terapijos metodikų privalumai ir trūkumai pacientų požiūriu buvo įvertinti penkių dalių klausimynu. Atsakant į kiekvieną klausimą, buvo pasirenkama viena iš dviejų veidrodžio terapijos metodikų. Išanalizavus klausimyno duomenis nustatyta, kad visiems

pacientams veidrodžio terapija virtualioje realybėje sukėlė tikresnius galūnės valdymo pojūčius. Visi tiriamieji teigė, kad, jų manymu, veidrodžio terapija virtualioje realybėje gali labiau padėti atsigauti po insulto ir yra naudingesnė metodika nei įprasta veidrodžio terapija. Mažuma pacientų pažymėjo, kad įprasta veidrodžio terapija yra patogesnis ir įdomesnis gydymo būdas, lyginant su veidrodžio terapija virtualioje realybėje. Jei galėtų laisvai pasirinkti vieną iš metodikų, keturi iš penkių pacientų teigia, kad rinktųsi veidrodžio terapiją virtualioje realybėje (3 lentelė).

3 lentelė. Pacientų nuomonė apie skirtingas veidrodžio terapijos metodikas

	Veidrodžio terapija virtualioje realybėje	Įprasta veidrodžio terapija
Kuris gydymo būdas Jums patogesnis?	90%	10%
Kuris gydymo būdas įdomesnis?	95%	5%
Kuris gydymo būdas sukėlė tikresnius pojūčius, kad valdote savo ranką?	100%	0%
Kuris būdas gali Jums labiau padėti atsigauti po insulto ir galėtų būti naudingesnis?	100%	0%
Jei galėtumėte rinktis tarp šių dviejų būdų, kurį pasirinktumėte?	80%	20%

5. REZULTATŲ APTARIMAS

Analizuojant tyrimo rezultatus nustatytas statistiškai reikšmingas pažeistosios viršutinės galūnės motorikos rezultatų pagerėjimas, vertinant Fugl-Meyer skale ($p < 0,05$). Grupėje, kuriai taikyta veidrodžio terapija virtualioje realybėje, rezultatai pagerėjo 15,5 balo, antrojoje grupėje, kuriai taikyta įprasta veidrodžio terapija, rezultatai pagerėjo 13,87 balo. Pirmoje grupėje rezultatai pagerėjo 1,63 balo daugiau nei antroje grupėje, tačiau iš šio skirtumo negalima teigti, kad viena metodika yra efektyvesnė už kitą. Remiantis 2012 metais publikuotais Stephen Page duomenimis, Fugl-Meyer skalės rezultatų pokyčiai nuo 4,25 iki 7,25 balo jau gali būti laikomi kliniškai reikšmingais [95]. Taigi, mūsų atlikto tyrimo Fugl-Meyer skalės rezultatų pokyčiai yra kliniškai reikšmingi, nes buvo didesni nei 4,25 balo.

2010 metais publikuotame Marian E. Michielsens tyrime buvo taikoma įprasta veidrodžio terapija ir lyginama su kontroline grupe. Buvo įvertintas motorikos atsigavimas ir smegenų žievės reorganizacija. Po šešių savaitių treniruočių programos, veidrodžio terapiją taikant kasdieną po vieną valandą, penkis kartus per savaitę, Fugl-Meyer rezultatai pagerėjo veidrodžio terapijos grupėje $3,6 \pm 1,5$ balo daugiau nei kontrolinėje grupėje. Autoriai pabrėžia, kad reikia tolimesnių tyrimų, kurie nustatytų optimalų treniruotės intensyvumą ir trukmę [96]. Kitame 2012 metais publikuotame Tae Sung In ir kolegų tyrime buvo panaudota virtualios realybės veidrodžio terapijos sistema tiriamajai grupei, kontrolinė grupė atliko tas pačias užduotis kaip tiriamoji grupė, tačiau nebuvo rodomas veidrodinis atspindys. Tiriamosios grupės Fugl-Meyer rezultatai pagerėjo $10,36 \pm 5,82$ balo, kontrolinės grupės rezultatai pagerėjo statistiškai reikšmingai mažiau $3 \pm 2,52$ balo ($p < 0,05$). Tyrime veidrodžio terapijos procedūros trukmė buvo 30 minučių, penkis kartus per savaitę, keturias savaites [97]. Taigi, mūsų tyrimo duomenis lyginant su Tae Sung In tyrimo duomenimis, Fugl-Meyer skalės rezultatai abiejose grupėse pagerėjo nežymiai daugiau, nei Tae Sung In atliktame tyrime. Todėl galime teigti, kad abi veidrodžio terapijos metodikos buvo efektyvios gerinant pažeistosios rankos motoriką.

Analizuojant pirmosios ir antrosios grupių Wolf motorinio aktyvumo testo rezultatus pastebimi statistiškai reikšmingi pokyčiai tyrimo pabaigoje abiejose grupėse ($p < 0,05$). Wolf motorinio aktyvumo testas vertina užduočių atlikimo laiką ir kokybę. Virtualios realybės

veidrodžio terapijos pacientų grupėje užduočių atlikimo greitis padidėjo vidutiniškai 26,67 sekundžių, kokybė 14,25 balais, kitoje grupėje užduočių atlikimo greitis pasikeitė vidutiniškai 25,15 sekundžių, atlikimo kokybė 14,5 balais. Greičio pokytis pirmoje grupėje buvo 4,52 sekundėmis didesnis, kokybės pokytis buvo 0,25 balo mažesnis nei antroje grupėje. Taigi, judesių atlikimo greičiui virtualios realybės veidrodžio terapijos metodika buvo naudingesnė, judesių atlikimo kokybei daugiau įtakos turėjo įprasta veidrodžio terapija, tačiau šie užduočių atlikimo greičio ir kokybės skirtumai tarp grupių nebuvo statistiškai reikšmingi ($p>0,05$). Remiantis 2008 metais atliktame Lang ir kolegų tyrime nustatyta, kad kliniškai reikšmingas Wolf motorinio aktyvumo testo užduočių atlikimui reikalingo laiko pokytis užduotyje yra apie 19 sekundžių, judesių kokybės pokytis 1-1,2 balai [98]. Lang ir kolegų atliktame tyrime pateikti duomenys parodo, kad mūsų tyrime abiejų grupių tiriamųjų Wolf motorinio aktyvumo testo rezultatai tyrimo eigoje pagerėjo kliniškai reikšmingai.

Vertinant pirmosios ir antrosios pacientų grupių motorikos pokyčius dėžutės ir kubelių testu (angl. Box and Blocks Test) nustatytas statistiškai reikšmingas pagerėjimas abiejose grupėse. Vertinant dėžutėje perkeliamų medinių kubelių skaičių per minutę nustatyta, kad virtualios realybės veidrodžio terapijos grupėje perkeliamų kubelių skaičius vidutiniškai padidėjo 14,37 kubeliais, kitoje grupėje vidutiniškai 15,63 kubeliais. Įprastos veidrodžio terapijos grupėje perkeliamų kubelių skaičius padidėjo 1,26 kubeliais daugiau nei kitoje grupėje, tačiau šis skirtumas nėra statistiškai reikšmingas, kad būtų galima išskirti veiksmingesnę veidrodžio terapijos metodiką. 2015 metais atliktoje Margit Alt Murphy ir kolegų sisteminėje apžvalgoje teigiama, kad mažiausias kliniškai reikšmingas perkeliamų kubelių skaičius per minutę dėžutės ir kubelių teste yra 6 kubeliai [99]. Taigi, mūsų atlikto tyrimo duomenimis abi veidrodžio terapijos metodikos yra veiksmingos.

2012 metais Tae Sung In atliktame virtualios veidrodžio terapijos metodikos tyrime dėžutės ir kubelių testo rezultatai kaip ir šiame tyrime statistiškai reikšmingai pagerėjo abiem grupėm, tačiau pokyčio skirtumas tarp grupių nebuvo statistiškai reikšmingas- 0,95 kubelio [97].

Klausimynu buvo vertinama pirmosios ir antrosios grupių pacientų subjektyvi nuomonė apie abi veidrodžio terapijos metodikas. Buvo galima pasirinkti vieną iš metodikų atsakant į kiekvieną klausimą. Abiejų grupių tiriamųjų nuomonė sutapo, kad veidrodžio terapija

virtualioje realybėje yra metodas, sukeliantis tikresnius galūnės valdymo pojūčius. 10 procentų tiriamųjų nurodė, kad įprasta veidrodžio terapijos metodika yra patogesnė, 5 procentams įdomesnė nei virtualios realybės metodika. 20 procentų pacientų rinkęsi įprastą veidrodžio terapiją, likę 80 procentų rinkęsi kitą metodiką. Šių 20 procentų tiriamųjų buvo paklausta, dėl kokių priežasčių jie rinkęsi įprastą veidrodžio terapijos metodiką. Pagrindinės priežastys – atsiradęs galvos svaigimas, prastas regėjimas ir nesaugumo jausmas užsidėjus akinius, dėl regos lauko sumažėjimo. 2015 metų Elisa Pedrolis ir kolegų tyrime autorė pažymi, kad virtuali realybė gali sukelti galvos svaigimo arba pykinimo pojūčius dėl nesutapimo tarp vizualinių, vestibulinių ir propriocepcijos signalų. Siekiant išvengti šalutinių poveikių autorė pataria virtualios realybės procedūrų trukmę sumažinti iki 20-30 minučių ir perspėti pacientus apie galimus nemalonius pojūčius [100].

6. IŠVADOS

1. Reabilitacijos eigoje pacientams, kuriems taikyta virtualios realybės veidrodžio terapija statistiškai reikšmingai pagerėjo pažeistosios viršutinės galūnės motorika ($p < 0,05$). Pacientai gebėjo greičiau atlikti užduotis, pagerėjo viršutinės galūnės judesių atlikimo kokybė ir padidėjo perkeliamų kubelių skaičius per minutę.
2. Reabilitacijos eigoje pacientams, kuriems taikyta įprasta veidrodžio terapija statistiškai reikšmingai pagerėjo pažeistosios viršutinės galūnės motorika ($p < 0,05$). Pacientai gebėjo greičiau atlikti užduotis, pagerėjo viršutinės galūnės judesių atlikimo kokybė ir padidėjo perkeliamų kubelių skaičius per minutę.
3. Pažeistosios viršutinės galūnės motorikos pagerėjimo skirtumai tarp grupių nebuvo statistiškai reikšmingi ($p > 0,05$). Užduočių atlikimo trukmė, judesių atlikimo kokybė ir perkeliamų kubelių skaičius per minutę tarp grupių reikšmingai nesiskyrė.
4. Apklausus tiriamuosius nustatyta, kad 75%- didžioji dalis pacientų rinktųsi veidrodžio terapiją virtualioje realybėje. Didžiąjai daliai ši veidrodžio terapijos metodika yra patogesnė ir įdomesnė, visiems apklaustiesiems sukelia tikresnius pažeistosios galūnės valdymo pojūčius.

7. PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS

1. Tikslinga taikyti abi veidrodžio terapijos metodikas gerinant paralyžiuotos rankos funkciją. Virtualios realybės veidrodžio terapija yra pakankamai pigi ir mobili priemonė, leidžianti dar gulinčiam pacientui anksčiau pradėti taikyti veidrodžio terapiją.
2. Ateityje, siekiant moksliškai pagrįsti virtualios realybės veidrodžio terapijos poveikį, rekomenduojame naudoti objektyvias diagnostikos priemones, tokias kaip elektromiografiją, elektroencefalografiją, funkcinį magnetinį rezonansą arba funkcinę infraraudonųjų spindulių spektroskopiją.
3. Siekiant nustatyti optimalų veidrodžio terapijos procedūrų intensyvumą, trukmę ir dozavimą, tikslinga atlikti tyrimą su didesne imtimi, kadangi dauguma autorių pabrėžia, kad literatūroje trūksta duomenų apie šias gaires.

8. LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Feigin VL, Forouzanfar MH, Krishnamurthi R, Mensah GA, Connor M, Bennett DA, et al. Global and regional burden of stroke during 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*. 2014 Jan 24;383(9913):245-55.
2. Go AS, Mozaffarian D, Roger VL, Benjamin EJ, Berry JD, Blaha MJ, et al. Heart disease and stroke statistics-2014 update. *Circulation*. 2014 Jan 21;129(3).
3. Truelsen T, Piechowski-Józwiak B, Bonita R, Mathers C, Bogousslavsky J, Boysen G. Stroke incidence and prevalence in Europe: a review of available data. *European journal of neurology*. 2006 Jun 1;13(6):581-98.
4. Miller EL, Murray L, Richards L, Zorowitz RD, Bakas T, Clark P, et al. Comprehensive overview of nursing and interdisciplinary rehabilitation care of the stroke patient. *Stroke*. 2010 Oct 1;41(10):2402-48.
5. Rahman S, Shaheen A. Virtual reality use in motor rehabilitation of neurological disorders: A systematic review. *Middle-East J Sci Res*. 2011;7(1):63-70.
6. Krakauer JW. Motor learning: its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. *Current opinion in neurology*. 2006 Feb 1;19(1):84-90.
7. Buccino G, Solodkin A, Small SL. Functions of the mirror neuron system: implications for neurorehabilitation. *Cognitive and behavioral neurology*. 2006 Mar 1;19(1):55-63.
8. Celnik P, Stefan K, Hummel F, Duque J, Classen J, Cohen LG. Encoding a motor memory in the older adult by action observation. *Neuroimage*. 2006 Jan 15;29(2):677-84.
9. Rizzolatti G, Fabbri-Destro M. The mirror system and its role in social cognition. *Current opinion in neurobiology*. 2008 Apr 30;18(2):179-84.
10. Holper L, Muehleemann T, Scholkmann F, Eng K, Kiper D, Wolf M. Testing the potential of a virtual reality neurorehabilitation system during performance of observation, imagery and imitation of motor actions recorded by wireless functional near-infrared spectroscopy (fNIRS). *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2010 Dec 2;7(1):57.
11. Kang YJ, Park HK, Kim HJ, Lim T, Ku J, Cho S, et al. Upper extremity rehabilitation of stroke: facilitation of corticospinal excitability using virtual mirror paradigm. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2012 Oct 4;9(1):71.

12. Villiger M, Estévez N, Hepp-Reymond MC, Kiper D, Kollias SS, Eng K, et al. Enhanced activation of motor execution networks using action observation combined with imagination of lower limb movements. *PloS one*. 2013 Aug 28;8(8):e72403.
13. Krishnamurthi RV, Feigin VL, Forouzanfar MH, Mensah GA, Connor M, Bennett DA, et al. Global and regional burden of first-ever ischaemic and haemorrhagic stroke during 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet Global Health*. 2013 Nov 30;1(5):e259-81.
14. World Health Organization. The world health report 2002: reducing risks, promoting healthy life. World Health Organization; 2002.
15. Kunst AE, Amiri M, Janssen F. The decline in stroke mortality. *Stroke*. 2011 Aug 1;42(8):2126-30.
16. Feigin VL, Lawes CM, Bennett DA, Barker-Collo SL, Parag V. Worldwide stroke incidence and early case fatality reported in 56 population-based studies: a systematic review. *The Lancet Neurology*. 2009 Apr 30;8(4):355-69.
17. Fang MC, Perraiillon MC, Ghosh K, Cutler DM, Rosen AB. Trends in stroke rates, risk, and outcomes in the United States, 1988 to 2008. *The American journal of medicine*. 2014 Jul 31;127(7):608-15.
18. Lee S, Shafe AC, Cowie MR. UK stroke incidence, mortality and cardiovascular risk management 1999–2008: time-trend analysis from the General Practice Research Database. *BMJ open*. 2011 Jan 1;1(2):e000269.
19. Lewsey JD, Jhund PS, Gillies M, Chalmers JW, Redpath A, Kelso L, et al. Age-and sex-specific trends in fatal incidence and hospitalized incidence of stroke in Scotland, 1986 to 2005. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*. 2009 Sep 1;2(5):475-83.
20. Arboix A, Cendrós V, Besa M, García-Eroles L, Oliveres M, Targa C, et al. Trends in risk factors, stroke subtypes and outcome. *Cerebrovascular Diseases*. 2008 Sep 23;26(5):509-16.
21. Stacionaro ligonių sudėtis pagal diagnozių grupes. Higienos institutas [interneto svetainė] 2015. Prieiga per internetą: http://stat.hi.lt/default.aspx?report_id=140
22. Užregistruotų ligų skaičius pagal diagnozių grupes. Higienos institutas [interneto svetainė] 2015. Prieiga per internetą: http://stat.hi.lt/default.aspx?report_id=169

23. Naujai susirgusių asmenų skaičius pagal diagnozių grupes. Higienos institutas [interneto svetainė] 2015. Prieiga per internetą: http://stat.hi.lt/default.aspx?report_id=131
24. Fraser VJ, Laurence Burd M, C Matthew Peterson M, Elizabeth Liebson M, Lipschik GY. Diseases and disorders. Marshall Cavendish; 2007 Sep 1.
25. Gray V, Rice CL, Garland SJ. Factors that influence muscle weakness following stroke and their clinical implications: a critical review. *Physiotherapy Canada*. 2012 Oct;64(4):415-26.
26. Albert SJ, Kesselring J. Neurorehabilitation of stroke. *Journal of neurology*. 2012 May 1;259(5):817-32.
27. Lin KC, Chen YT, Huang PC, Wu CY, Huang WL, Yang HW, et al. Effect of mirror therapy combined with somatosensory stimulation on motor recovery and daily function in stroke patients: A pilot study. *Journal of the Formosan Medical Association*. 2014 Jul 31;113(7):422-8.
28. Arya KN, Pandian S, Verma R, Garg RK. Movement therapy induced neural reorganization and motor recovery in stroke: a review. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2011 Oct 31;15(4):528-37.
29. Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *The Lancet Neurology*. 2009 Aug 31;8(8):741-54.
30. Van Peppen RP, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, Hendriks HJ, Van der Wees PJ, Dekker J. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence?. *Clinical rehabilitation*. 2004 Dec 1;18(8):833-62.
31. Saunders DH, Greig CA, Mead GE, Young A. Physical fitness training for stroke patients. *The Cochrane Library*. 2009 Jan 1.
32. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. *The Lancet*. 2011 May 20;377(9778):1693-702.
33. Armagan O, Tascioglu F, Oner C. Electromyographic biofeedback in the treatment of the hemiplegic hand: a placebo-controlled study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2003 Nov 1;82(11):856-61.
34. Vivian Weerdesteyn PhD PT, de Niet MSc M, van Duijnhoven MSc HJ, Geurts AC. Falls in individuals with stroke. *Journal of rehabilitation research and development*. 2008 Sep 10;45(8):1195.

35. Mehrholz J, Werner C, Kugler J, Pohl M. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *The Cochrane Library*. 2007 Oct.
36. Wolf SL, Winstein CJ, Miller JP, Taub E, Uswatte G, Morris D, et al. Effect of constraint-induced movement therapy on upper extremity function 3 to 9 months after stroke: the EXCITE randomized clinical trial. *Jama*. 2006 Nov 1;296(17):2095-104.
37. Wolf SL, Winstein CJ, Miller JP, Thompson PA, Taub E, Uswatte G, et al. Retention of upper limb function in stroke survivors who have received constraint-induced movement therapy: the EXCITE randomised trial. *The Lancet Neurology*. 2008 Jan 31;7(1):33-40..
38. Go AS, Mozaffarian D, Roger VL, Benjamin EJ, Berry JD, Borden WB, et al. Heart disease and stroke statistics-2013 update. *Circulation*. 2013 Jan 1;127(1).
39. Kelly-Hayes M, Beiser A, Kase CS, Scaramucci A, D'Agostino RB, Wolf PA. The influence of gender and age on disability following ischemic stroke: the Framingham study. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2003 Jun 30;12(3):119-26.
40. Shah S, Tartaro C, Chew F, Morris M, Wood C, Wuzzardo A. Skilled nursing facility functional rehabilitation outcome: Analyses of stroke admissions. *International Journal of Therapy & Rehabilitation*. 2013 Jul 1;20(7).
41. Demain S, Burridge J, Ellis-Hill C, Hughes AM, Yardley L, Tedesco-Triccas L, et al. Assistive technologies after stroke: self-management or fending for yourself? A focus group study. *BMC health services research*. 2013 Aug 22;13(1):334.
42. Fung V, Ho A, Shaffer J, Chung E, Gomez M. Use of Nintendo Wii Fit™ in the rehabilitation of outpatients following total knee replacement: a preliminary randomised controlled trial. *Physiotherapy*. 2012 Sep 30;98(3):183-8.
43. Hubbard IJ, Harris D, Kilkenny MF, Faux SG, Pollack MR, Cadilhac DA. Adherence to clinical guidelines improves patient outcomes in Australian audit of stroke rehabilitation practice. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2012 Jun 30;93(6):965-71.
44. Weiss PL, Kizony R, Feintuch U, Katz N. Virtual reality in neurorehabilitation. *Textbook of neural repair and rehabilitation*. 2006;51(8):182-97.
45. Veerbeek JM, van Wegen E, van Peppen R, van der Wees PJ, Hendriks E, Rietberg M, et al. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *PloS one*. 2014 Feb 4;9(2):e87987.

46. Laver KE, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. The Cochrane Library. 2015 Feb 12.
47. Lucca LF. Virtual reality and motor rehabilitation of the upper limb after stroke: a generation of progress?. Journal of rehabilitation medicine. 2009 Oct 1;41(12):1003-6.
48. Lucca LF, Castelli E, Sannita WG. Foreword. Journal of rehabilitation medicine. 2009 Oct 1;41(12):953-.
49. Kwakkel G, Kollen BJ, Krebs HI. Effects of robot-assisted therapy on upper limb recovery after stroke: a systematic review. Neurorehabilitation and neural repair. 2008 Mar;22(2):111-21.
50. Lee D, Lee M, Lee K, Song C. Asymmetric training using virtual reality reflection equipment and the enhancement of upper limb function in stroke patients: a randomized controlled trial. Journal of stroke and cerebrovascular diseases. 2014 Jul 31;23(6):1319-26.
51. Hägni K, Eng K, Hepp-Reymond MC, Holper L, Keisker B, Siekierka E, et al. Observing virtual arms that you imagine are yours increases the galvanic skin response to an unexpected threat. PloS one. 2008 Aug 28;3(8):e3082.
52. Palmke M, von Piekartz H, Zalpour C, Schuler T, Morisse K. A new perspective for Virtual Mirror Therapy Developing a low-cost-high-convenient environment utilising the Wiimote. In Virtual Rehabilitation International Conference, 2009 2009 Jun 29 (pp. 197-197). IEEE.
53. Bae SH, Jeong WS, Kim KY. Effects of mirror therapy on subacute stroke patients' brain waves and upper extremity functions. Journal of Physical Therapy Science. 2012;24(11):1119-22.
54. Ramachandran VS, Altschuler EL. The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function. Brain. 2009 Jun 8:awp135.
55. Michielsen ME, Selles RW, van der Geest JN, Eckhardt M, Yavuzer G, Stam HJ, et al. Motor recovery and cortical reorganization after mirror therapy in chronic stroke patients: a phase II randomized controlled trial. Neurorehabilitation and Neural Repair. 2011 Mar;25(3):223-33.

56. Rothgangel AS, Braun SM, Beurskens AJ, Seitz RJ, Wade DT. The clinical aspects of mirror therapy in rehabilitation: a systematic review of the literature. *International Journal of Rehabilitation Research*. 2011 Mar 1;34(1):1-3.
57. Fukumura K, Sugawara K, Tanabe S, Ushiba J, Tomita Y. Influence of mirror therapy on human motor cortex. *International Journal of Neuroscience*. 2007 Jan 1;117(7):1039-48.
58. Yavuzer G, Selles R, Sezer N, Sütbeyaz S, Bussmann JB, Köseoğlu F, et al. Mirror therapy improves hand function in subacute stroke: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2008 Mar 31;89(3):393-8.
59. Cacchio A, De Blasis E, De Blasis V, Santilli V, Spacca G. Mirror therapy in complex regional pain syndrome type 1 of the upper limb in stroke patients. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2009 May 22.
60. Michielsen ME, Smits M, Ribbers GM, Stam HJ, Van Der Geest JN, Bussmann JB, et al. The neuronal correlates of mirror therapy: an fMRI study on mirror induced visual illusions in patients with stroke. *Journal of neurology, neurosurgery & psychiatry*. 2010 Sep 22;jnnp-2009.
61. Sütbeyaz S, Yavuzer G, Sezer N, Koseoglu BF. Mirror therapy enhances lower-extremity motor recovery and motor functioning after stroke: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2007 May 31;88(5):555-9.
62. Thieme H, Mehrholz J, Pohl M, Behrens J, Dohle C. Mirror therapy for improving motor function after stroke. *Stroke*. 2013 Jan 1;44(1):e1-2.
63. Dennison A, Hirsch MA, Hammond FM. Rehabilitation with a mirror. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2009 Dec 31;90(12):2155.
64. Lamont K, Chin M, Kogan M. Mirror box therapy—seeing is believing. *Explore: The Journal of Science and Healing*. 2011 Dec 31;7(6):369-72.
65. Deconinck FJ, Smorenburg AR, Benham A, Ledebt A, Feltham MG, Savelsbergh GJ. Reflections on mirror therapy: a systematic review of the effect of mirror visual feedback on the brain. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2015 May;29(4):349-61.
66. Botvinick M, Cohen J. Rubber hands' feel'touch that eyes see. *Nature*. 1998 Feb 19;391(6669):756.

67. Schaefer M, Heinze HJ, Rotte M. My third arm: shifts in topography of the somatosensory homunculus predict feeling of an artificial supernumerary arm. *Human brain mapping*. 2009 May 1;30(5):1413-20.
68. Slater M, Pérez Marcos D, Ehrsson H, Sanchez-Vives MV. Towards a digital body: the virtual arm illusion. *Frontiers in human neuroscience*. 2008 Aug 20;2:6.
69. Regenbrecht H, Hoermann S, Ott C, Muller L, Franz E. Manipulating the experience of reality for rehabilitation applications. *Proceedings of the IEEE*. 2014 Feb;102(2):170-84.
70. Lopez C, Lenggenhager B, Blanke O. How vestibular stimulation interacts with illusory hand ownership. *Consciousness and cognition*. 2010 Mar 31;19(1):33-47.
71. Johansson BB. Brain plasticity and stroke rehabilitation. *Stroke*. 2000 Jan 1;31(1):223-30.
72. Colucci-D'Amato L, Bonavita V, Di Porzio U. The end of the central dogma of neurobiology: stem cells and neurogenesis in adult CNS. *Neurological sciences*. 2006 Sep 1;27(4):266-70.
73. Cramer SC, Sur M, Dobkin BH, O'brien C, Sanger TD, Trojanowski JQ, Rumsey JM, et al. Harnessing neuroplasticity for clinical applications. *Brain*. 2011 Jun 1;134(6):1591-609.
74. Kerr AL, Cheng SY, Jones TA. Experience-dependent neural plasticity in the adult damaged brain. *Journal of communication disorders*. 2011 Oct 31;44(5):538-48.
75. Lucas M, Ribeiro P, Cagy M, Teixeira S, Chaves F, Carvalho D, et al. Neurorestorative Effects of Constraint-Induced Movement Therapy after Stroke: An Integrative Review. *Neuroscience & Medicine*. 2013 Dec 2;4(04):253.
76. Ewan LM, Kinmond K, Holmes PS. An observation-based intervention for stroke rehabilitation: experiences of eight individuals affected by stroke. *Disability and rehabilitation*. 2010 Jan 1;32(25):2097-106. 5
77. Carmichael ST, Wei L, Rovainen CM, Woolsey TA. New patterns of intracortical projections after focal cortical stroke. *Neurobiology of disease*. 2001 Oct 31;8(5):910-22.
78. Small SL, Buccino G, Solodkin A. The mirror neuron system and treatment of stroke. *Developmental psychobiology*. 2012 Apr 1;54(3):293-310.
79. Taub E, Uswatte G, Elbert T. New treatments in neurorehabilitation founded on basic research. *Nature Reviews Neuroscience*. 2002 Mar 1;3(3):228-36.

80. Katak SS, Stinear JW, Buch ER, Cohen LG. Rewiring the brain potential role of the premotor cortex in motor control, learning, and recovery of function following brain injury. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2012 Mar 1;26(3):282-92.
81. Calautti C, Naccarato M, Jones PS, Sharma N, Day DD, Carpenter AT, et al. The relationship between motor deficit and hemisphere activation balance after stroke: a 3T fMRI study. *Neuroimage*. 2007 Jan 1;34(1):322-31.
82. Talelli P, Greenwood RJ, Rothwell JC. Arm function after stroke: neurophysiological correlates and recovery mechanisms assessed by transcranial magnetic stimulation. *Clinical neurophysiology*. 2006 Aug 31;117(8):1641-59.
83. Kang YJ, Park HK, Kim HJ, Lim T, Ku J, Cho S, et al. Upper extremity rehabilitation of stroke: facilitation of corticospinal excitability using virtual mirror paradigm. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2012 Oct 4;9(1):71.
84. Donne CM, Enticott PG, Rinehart NJ, Fitzgerald PB. A transcranial magnetic stimulation study of corticospinal excitability during the observation of meaningless, goal-directed, and social behaviour. *Neuroscience letters*. 2011 Feb 1;489(1):57-61.
85. Enticott PG, Kennedy HA, Bradshaw JL, Rinehart NJ, Fitzgerald PB. Motor corticospinal excitability during the observation of interactive hand gestures. *Brain research bulletin*. 2011 May 30;85(3):89-95.
86. Fritzsche C, Wang J, dos Santos LF, Mauritz KH, Brunetti M, Dohle C. Different effects of the mirror illusion on motor and somatosensory processing. *Restorative neurology and neuroscience*. 2014 Jan 1;32(2):269-80.
87. Wang J, Fritzsche C, Bernarding J, Krause T, Mauritz KH, Brunetti M, et al. Cerebral activation evoked by the mirror illusion of the hand in stroke patients compared to normal subjects. *NeuroRehabilitation*. 2013 Jan 1;33(4):593-603.
88. Cavanna AE, Trimble MR. The precuneus: a review of its functional anatomy and behavioural correlates. *Brain*. 2006 Mar 1;129(3):564-83.
89. Nojima I, Mima T, Koganemaru S, Thabit MN, Fukuyama H, Kawamata T. Human motor plasticity induced by mirror visual feedback. *Journal of Neuroscience*. 2012 Jan 25;32(4):1293-300.

90. Shinoura N, Suzuki Y, Watanabe Y, Yamada R, Tabei Y, Saito K, et al. Mirror therapy activates outside of cerebellum and ipsilateral M1. *NeuroRehabilitation*. 2008 Jan 1;23(3):245-52.
91. Desrosiers J, Bravo G, Hébert R, Dutil E, Mercier L. Validation of the Box and Block Test as a measure of dexterity of elderly people: reliability, validity, and norms studies. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1994 Jul;75(7):751-5.
92. Platz T, Pinkowski C, van Wijck F, Kim IH, Di Bella P, Johnson G. Reliability and validity of arm function assessment with standardized guidelines for the Fugl-Meyer Test, Action Research Arm Test and Box and Block Test: a multicentre study. *Clinical Rehabilitation*. 2005 Jun;19(4):404-11.
93. Fugl-Meyer AR, Jääskö L, Leyman I, Olsson S, Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*. 1974 Dec;7(1):13-31.
94. Wolf SL, Catlin PA, Ellis M, Archer AL, Morgan B, Piacentino A. Assessing Wolf motor function test as outcome measure for research in patients after stroke. *Stroke*. 2001 Jul 1;32(7):1635-9.
95. Page SJ, Fulk GD, Boyne P. Clinically important differences for the upper-extremity Fugl-Meyer Scale in people with minimal to moderate impairment due to chronic stroke. *Physical therapy*. 2012 Jun 1;92(6):791-96.
96. Michielsen ME, Selles RW, van der Geest JN, Eckhardt M, Yavuzer G, Stam HJ, Smits M, Ribbers GM, Bussmann JB. Motor recovery and cortical reorganization after mirror therapy in chronic stroke patients: a phase II randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2011 Mar;25(3):223-33.
97. In TS, Jung KS, Lee SW, Song CH. Virtual reality reflection therapy improves motor recovery and motor function in the upper extremities of people with chronic stroke. *Journal of Physical Therapy Science*. 2012;24(4):339-43.
98. Lang CE, Edwards DF, Birkenmeier RL, Dromerick AW. Estimating minimal clinically important differences of upper-extremity measures early after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2008 Sep 30;89(9):1693-700.
99. Murphy MA, Resteghini C, Feys P, Lamers I. An overview of systematic reviews on upper extremity outcome measures after stroke. *BMC neurology*. 2015 Mar 11;15(1):29.

100. Pedroli E, Serino S, Cipresso P, Pallavicini F, Riva G. Assessment and rehabilitation of neglect using virtual reality: a systematic review. *Frontiers in behavioral neuroscience*. 2015 Aug 25;9:226.

9. PRIEDAI

1. PRIEDAS. Tyrimo protokolo šablonas.

Protokolo nr. _____

Data ____/____/____

Tiriamąojo duomenys

Tiriamąojo inicialai _____

Lytis V M

Amžius _____

Pagrindinė diagnozė:

Dominuojanti ranka: _____

Paralyžiuota ranka: _____

2 PRIEDAS. Dėžutės ir kubelių testas (angl. Box and Blocks test).

Dominuojanti ranka (apibraukti): Dešinė / Kairė

Perkeltas kubelių skaičius per vieną minutę:

Tyrimo pradžioje

Data: _____ Dominuojančia ranka: _____ Ne dominuojančia ranka: _____

Tyrimo pabaigoje

Data: _____ Dominuojančia ranka: _____ Ne dominuojančia ranka: _____

3 PRIEDAS. Fugl-Meyer viršutinės galūnės motorikos vertinimo skalė.

	Tyrimo pradžioje	Tyrimo pabaigoje
Refleksų aktyvumas :		
1. Dvigalvio raumens sausgyslės		
2. Trigalvio raumens sausgyslės		
Aktyvūs lenkimo sinerginiai judesiai :		
3. Peties sąnario atitraukimas		
4. Mentės kėlimas		
5. Mentės pritraukimas		
6. Peties sąnario išorinė rotacija		
7. Alkūnės sąnario lenkimas		
8. Dilbio atgręžimas		
Aktyvūs tiesimo judesiai :		
9. Peties sąnario pritraukimas ir vidinė		
10. Alkūnės sąnario tiesimas		
11. Dilbio nugręžimas		
Aktyvių lenkimo ir tiesimo judesių sinergija :		
12. Ranka už nugaros		
13. Peties sąnario lenkimas iki 90°		

14. Dilbio nugręžimas ir atgręžimas – alkūnės sąnario sulenktas 90°		
Aktyvūs lenkimo ir tiesimo judesiai be sinergijos :		
15. Peties sąnario atitraukimas 0° – 90°, pronacija dilbio		
16. Peties sąnario lenkimas 90° – 180°, dilbis vidurio padėtyje		
17. Dilbio nugręžimas ir atgręžimas kai peties sąnario sulenktas 30°–90°, alkūnės sąnario – ištiestas 0°		
Normalus refleksų aktyvumas:		
18. Rankos pirštų lenkimo refleksai		
Riešo stabilumas :		
19. Riešo stabilumas, kai alkūnės sąnarys		
20. Riešo stabilumas, kai peties sąnarys sulenktas 30°		
Riešo lenkimas–tiesimas :		
21. Riešo lenkimas/tiesimas, kai alkūnės sąnarys sulenktas 90°		
22. Riešo lenkimas/tiesimas, kai peties sąnarys sulenktas 30°		
Riešo sukamasis judesys:		
23. Riešo sukamasis judesys		

Pirštų lenkimas :		
24. Pirštų lenkimas		
Pirštų tiesimas:		
25. Pirštų tiesimas		
Sugriebimas pirštais :		
26. Delnakaulių tiesimas, II – V proksimalinių ir distalinių pirštakaulių lenkimas		
27. Nykščio pritraukimas		
28. Nykščio priešpastatymo judesys		
29. Cilindro formos daikto sugriebimas		
30. Rutulio sugriebimas		
Koordinacija – judesių greitis:		
31. Tremoro simptomų pasireiškimas		
32. Dismetrijos simptomų pasireiškimas		
33. Greitis		

4 PRIEDAS. Wolf motorinio aktyvumo testas.

Viršutinės galūnės judesiai	Tyrimo pradžioje		Tyrimo pabaigoje	
	Atlikimo greitis (sek.)	Atlikimo kokybė (balai)	Atlikimo greitis (sek.)	Atlikimo kokybė (balai)
1. Šonu sėdint prie stalo, dilbio padėjimas ant stalo				
2. Šonu sėdint prie dėžės, dilbio padėjimas ant dėžės				
3. Šonu sėdint prie stalo, alkūnės ištiesimas				
4. Šonu sėdint prie stalo, alkūnės ištiesimas su svoriu				
5. Priekiu sėdint prie stalo, plaštakos padėjimas				
6. Priekiu sėdint prie dėžės, plaštakos padėjimas				
7. Priekiu sėdint prie stalo, svorio pritraukimas				
8. Skardinės pakėlimas				
9. Pieštuko pakėlimas				
10. Sąvaržėlės pakėlimas				
11. Trijų šaškių bokštelio statymas				
12. Kortų apvertimas				
13. Rakto pasukimas spynoje				
14. Rankšluosčio sulankstymas				
15. Krepšelio pakėlimas stovint				

5 PRIEDAS. Klausimynas, skirtas palyginti virtualią ir įprastą veidrodžio terapiją.

Klausimynas

Pabraukite vieną atsakymo variantą.

1. Kuris gydymo būdas Jums patogesnis?

Virtualios realybės akiniai

Veidrodis

2. Kuris gydymo būdas buvo įdomesnis?

Virtualios realybės akiniai

Veidrodis

3. Kuris gydymo būdas sukėlė tikresnius pojūčius, kad valdote savo ranką?

Virtualios realybės akiniai

Veidrodis

4. Kaip manote, kuris gydymo būdas gali jums labiau padėti atsigauti po insulto ir yra naudingesnis?

Virtualios realybės akiniai

Veidrodis

5. Jei galėtumėte rinktis tarp šių dviejų gydymo būdų, kurį rinktumėtes?

Virtualios realybės akiniai

Veidrodis