



KINEZITERAPIJA

Nr. LLI-352
INTERPROF



Project is partly financed by
Interreg V-A Latvia – Lithuania Programme 2014-2020

www.latlit.eu

Turinys:

1. Grįžtamoju ryšiu grįsto treniravimo ir virtualios realybės teoriniai aspektai sensomotorinėje reabilitacinėje kineziterapijoje
 - 1.1 Grįžtamoju ryšiu grįsto treniravimo ir virtualios realybės privalumai ir apribojimai
 - 1.2 Virtualios realybės neuromokslas
 - 1.3 Multisensorinių stimulų vaidmuo ir sąveikos
 - 1.4 Motyvavimas žaidybiniais elementais virtualiose aplinkose
2. Grįsta įrodymais: treniravimo virtualioje realybėje poveikis sensomotorinėje reabilitacijoje
3. Grįžtamoju ryšiu grįstas integruotas funkcinis vertinimas ir neuroraumenų treniravimo su daugiaaše motorizuota platforma (Multiaxis Motorized Platform) principai

Istorija

- Virtuali realybė (VR) dabar dažnai taikoma įvairiose srityse, pvz., lėktuvų pilotų ar darbininkų mokyme, užtikrinant darbo vietų, susijusių su branduolinėmis medžiagomis, saugų eksploatavimą tiek dėl saugumo, tiek ir dėl ekonominių priežasčių.
- Panašiai ir medicinos srityje VR naudojama, pvz., mokant chirurgus, ypač laparoskopijos chirurgijoje (*Yiannakopoulou et al., 2015*).
- Virtuali rehabilitacija esant judėjimo sutrikimams yra plėtojama kur kas lėčiau nei virtualios technologijos kitose sveikatos priežiūros srityse.
- Rehabilitacijos tyrimų interdisciplininis pobūdis taip pat kelia iššūkių. Sąveikos dizainas, skirtas asmenims su judėjimo sutrikimais, reikalauja įgūdžių, kurie apima ortopediją, neuromokslą, biomedicinos inžineriją, informatiką ir daugialypes rehabilitacijos disciplinas.
- Visas VR potencialas pasirodys tik po to, kai mes tinkamai suprasime, kaip įvairios VR sensorinės ir haptiškos (lytėjimo) manipuliacijos lemia nervinius procesus (*Adamovich et al., 2009*).



Virtualios realybės apibrėžimas

- VR siekia pakeisti realaus pasaulio jusles kompiuterio generuojama jusline informacija ir įgalinti natūralią sąveiką su virtualiu pasauliu (*Bermúdez i Badia et al., 2016*).
- Kalbant tiksliau, VR sudaro elgsenos stimuliavimas 3D elementais, kurie sąveikauja vienas su kitu realiu laiku ir su vartotojais, dalyvaujančiais pseudo-natūraliu būdu sensomotorinių kanalų dėka (*Morel et al., 2015*).
- VR ir virtualios aplinkos (VA) sukuriamos naudojant kompiuterinę ir programinę įrangą, kuri leidžia vartotojams sąveikauti su objektais ir įvykiais, kurie pasirodo ir yra išgirstami, kai kuriais atvejais juntami lyg būtų realiame pasaulyje (*Wilson et al., 1997*).
- VA yra naudojamos rehabilitacijos kontekste kaip prieiga, kuria siekiama pagerinti motorinius ir kognityvinius gebėjimus asmenų, turinčių veiklos ir dalyvavimo apribojimų, taikant interakcijas su VA (*Adamovich et al., 2009*).
- Pirmieji šios rehabilitacijos prieigų grupės tyrimai pasirodė praėjusio amžiaus dešimtajame dešimtmetyje (*Adamovich et al., 2009*).

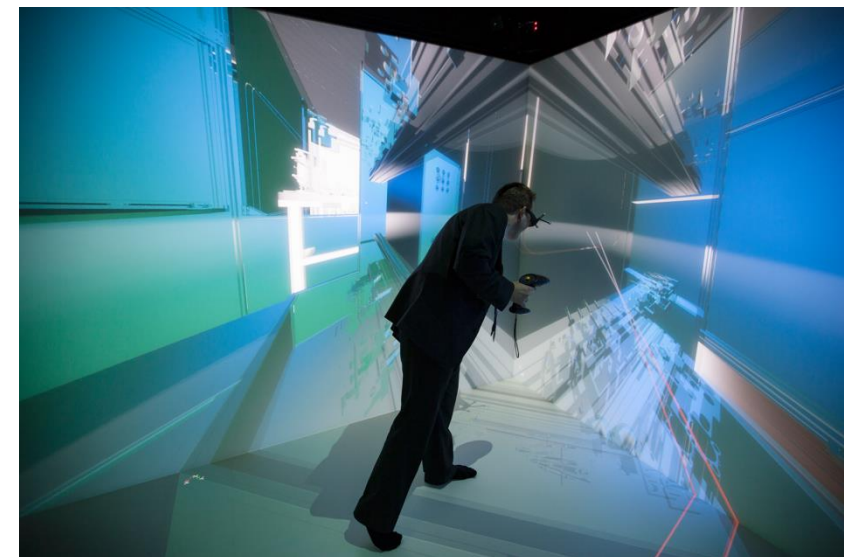


GRĮŽTAMUOJU RYŠIU GRĮSTO TRENIRAVIMO IR VIRTUALIOS REALYBĖS TEORINIAI ASPEKTAI SENSOMOTORINĖJE NEUROREABILITACIJOS KINEZITERAPIJOJE

Virtualios realybės sistemos yra bendrai klasifikuojamos pagal vaizdo pateikimą dalyviui, sensomotorinio grįžtamojo ryšio buvimą ar nebuvimą ir modalumą, naudojamą norint surinkti duomenis iš dalyvio.

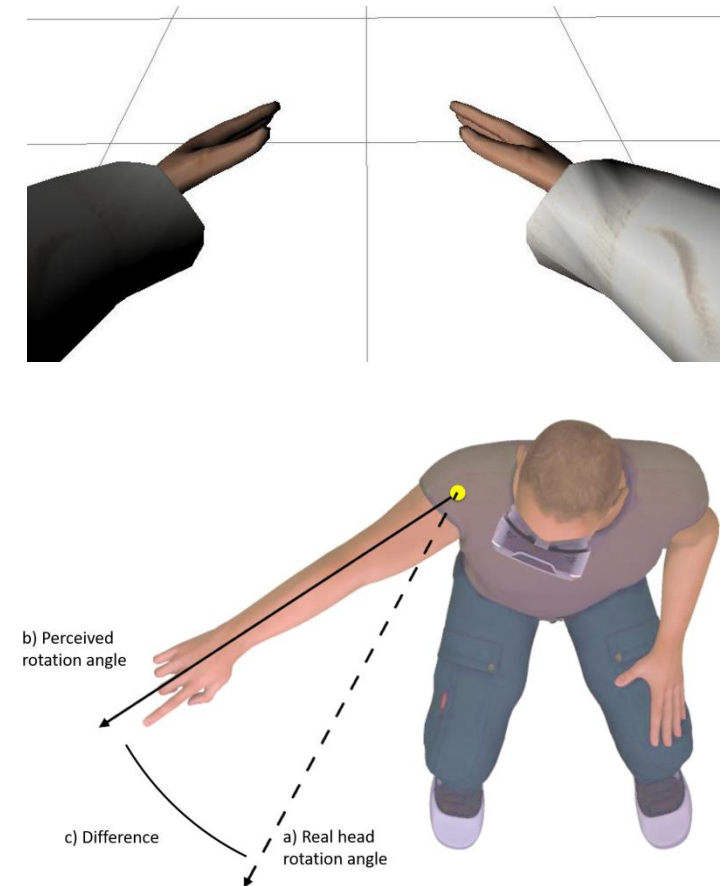
Vaizdiniai stimulai grupuojami pagal įsitraukimo lygį:

1. Dviejų dimensijų pateikimas yra traktuojamas kaip neįtraukiantis.
2. Trijų dimensijų pateikimas, panaudojant stereoskopines projekcijas arba displejus su fiksuota vaizdine perspektyva yra traktuojami kaip pusiau įtraukiantys.
3. Visiškai įtraukiančios sistemos leidžia pakeisti vaizdo perspektyvą galvos judesiu.
4. Labiausiai įtraukianti sistema yra CAVE (Ilojiaus universiteto Čikagoje), kuri yra kambario dydžio, 3D vaizdo ir garso sistema (*Adamovich et al., 2009*).



GRĮŽTAMUOJU RYŠIU GRĮSTO TRENIRAVIMO IR VIRTUALIOS REALYBĖS TEORINIAI ASPEKTAI SENSOMOTORINĖJE NEUROREABILITACIJOS KINEZITERAPIJOJE (2)

- Sveikų suaugusiųjų polinkis naudoti VE, kompiuterinė įranga, naudojama demonstruoti VA, ir dalyvių asmeninės savybės sąveikauja kurdami dalyvavimo ir įsitraukimo jausmą (*Rand et al., 2005*).
- Nepaisant to, visiškas įsitraukimas nėra reikalavimas, kad būtų dalyvaujama, kadangi nustatyta, jog dalyviai, patyrę insultą, dalyvauja net ir pusiau įtraukiančiose aplinkose (*Rand et al., 2008*).
- Tokiu būdu, kai kurios VR charakteristikos, pvz., stimulų sinchronizavimas (*Slater et al., 2009*), realaus ir virtualaus kūnų sulygiavimas ir tęstinumas (*Perez-Marcos et al., 2012*) ir perspektyva (*Petkova et al., 2011*), yra veiksniai, kurie sukelia dalyvavimo ir įsikūnijimo jausmą ir tokiu būdu yra papildomi veiksniai siekiant VR tarpininkaujamų terapijų efektyvumo.



Suvokiamos kūno padėties pokytis (C) buvo operacionalizuotas kaip skirtumas tarp suvokiamo galvos pasukimo (B) po to, kai buvo atliktas judesys pakeisto vaizdinio grįžtamojo ryšio metu, reliatyviai normalaus vaizdinio grįžtamojo ryšio judesiams (A). Harvie et al., 2017

GRĮŽTAMUOJU RYŠIU GRĮSTO TRENIRAVIMO IR VIRTUALI TEORINIAI ASPEKTAI SENSOMOTORINĖJE NEUROREABILITACIJOS KINEZITERAPIJOJE(3)

Motorikos mokymosi principai yra apibrėžiami kaip procesų grupė, susijusi su praktika ar patirtimi, kurie veda prie santykinai nuolatinių pokyčių gebėjimo atlikti veiksmus aspektu (*Schmidt, 1991*).

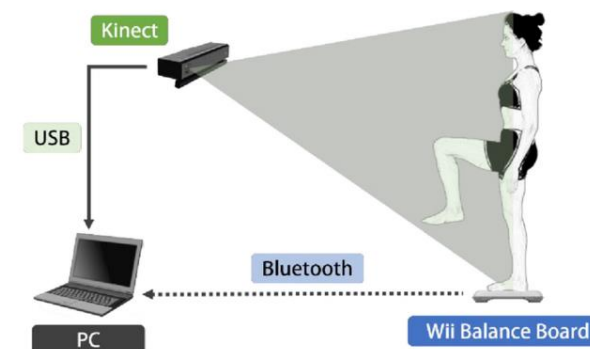
Motorikos mokymosi principai, taikomi motorikos rehabilitacijoje naudojant VA:

1. Praturtintos aplinkos
2. Papildytasis grįžtamasis ryšys
3. Praktikos dozavimas
4. Adaptacija
5. Motyvacija
6. Į užduoties atlikimą nukreiptos patirtys



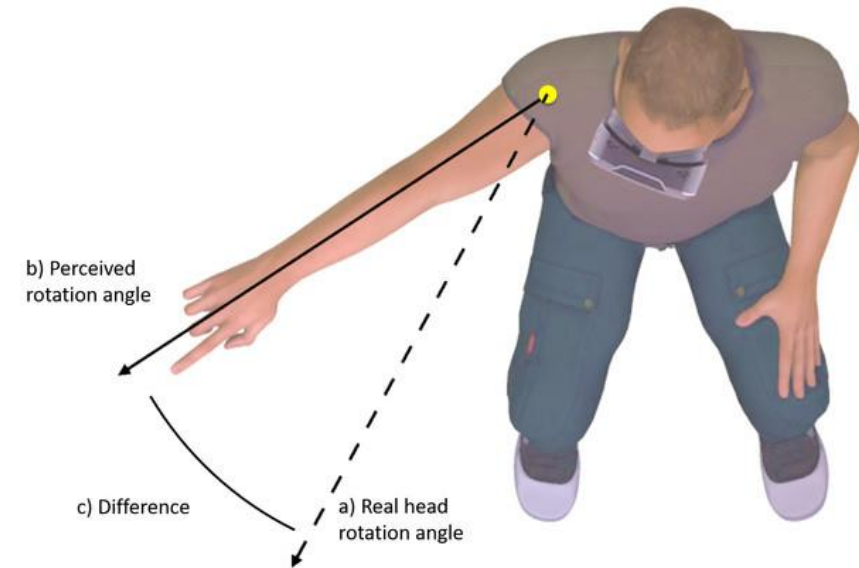
GRĮŽTAMUOJU RYŠIU GRĮSTO TRENIRAVIMO IR VIRTUALIC TEORINIAI ASPEKTAI SENSOMOTORINĖJE NEUROREABILITACIJOS KINEZITERAPIJOJE (4)

- Videožaidimų industrija sparčiai progresuoja nebrangiai kainuojančių sistemų, pvz., *Microsoft Kinect* (*Microsoft Corp., Redmondas, Vašingtonas*) arba *Nintendo Wii* (*Nintendo Co. Ltd., Kiotas, Japonija*), kūrimo srityje.
- Tai įgalina kurti žaidimų serijas, skirtas treniruoti ir reabilituoti: vadinamuosius „žaidimus atliekant pratimus“ (angl. „exergames“) (*Smith and Schoene, 2012*).



GRĮŽTAMUOJU RYŠIU GRĮSTO TRENIRAVIMO IR VIRTUALIO TEORINIAI ASPEKTAI SENSOMOTORINĖJE NEUROREABILITACIJOS KINEZITERAPIJOJE (5)

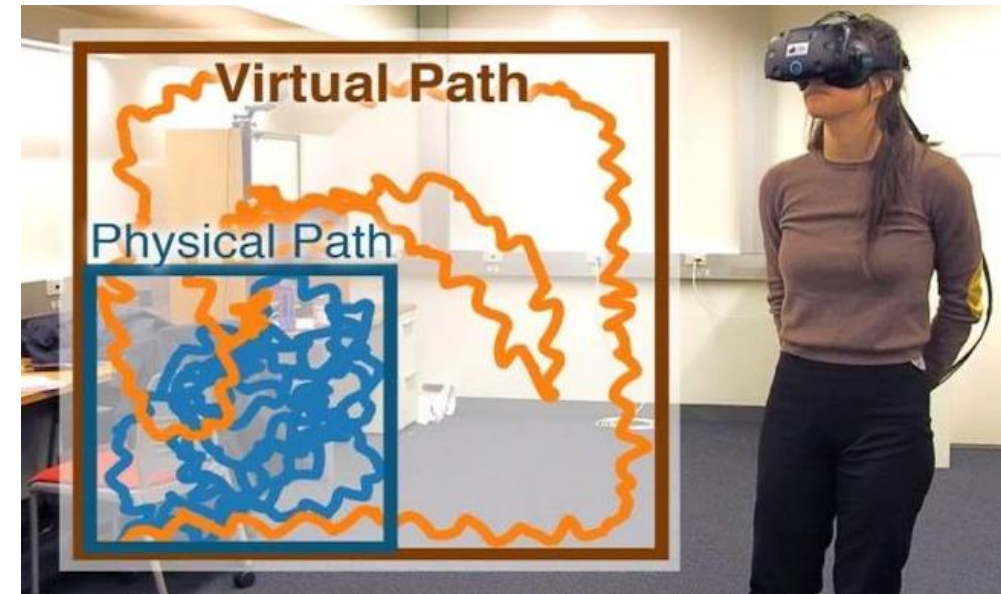
- Teigiama, kad iliuzinės intervencijos, pvz., veidrodinė terapija, gali padėti pakeisdamos būdą, kuriuo skaudama kūno dalis yra už koduojama smegenyse (*Ramachandran & Altschuler, 2009*).
- Dėl veidrodinės terapijos praktinių apribojimų, kai remiamasi neskaudančia ar dubliuojama kūno dalimi, pvz., ranka ar pėda, ji negali būti taikoma esant stuburo skausmui.
- Kaip bebūtų, sveiko ir laisvai judančio stuburo suvokimo kūrimas gali būti pasiektas naudojant virtualią realybę (*Harvie et al., 2017*).



Suvokiamos kūno padėties pokytis (C) buvo operacionalizuotas kaip skirtumas tarp suvokiamo galvos pasukimo (B) atlikus judesį pakeisto grįžtamojo ryšio metu, reliatyviai normalaus grįžtamojo ryšio judesiui (A) (*Harvie et al., 2017*).

GRĮŽTAMUOJU RYŠIU GRĮSTO TRENIRAVIMO IR VIRTUALI TEORINIAI ASPEKTAI SENSOMOTORINĖJE NEUROREABILITACIJOS KINEZITERAPIJOJE (6)

- Pastaroji virtualios realybės technologijos raida rodo, kad ji gali būti naudojama siekiant pakeisti kūno erdveje suvokimą.
- Virtualios realybės sąvoka yra žinoma kaip „pakeistos krypties vaikščiojimas, naudojamas pakeistas vaizdinis grįžtamasis ryšys siekiant manipuluoti suvokiama orientacija, pakeičiant virtualų pasaulį būdais, kurie nėra lygiagretūs realaus pasaulio judesiams (Steinicke et al., 2010).
- Tikslas yra sukelti korekcijas realaus pasaulio judesyje, kas, pvz., įgalintų vartotoją eiti ištisine tiesia linija virtualiame pasaulyje, išliekant realaus pasaulio aplinkos apribojimų apsuptyje, kai vaikščiojama ratu (Steinicke et al., 2010).



(Irving, 2018)

GRĮŽTAMUOJU RYŠIU GRĮSTO TRENIRAVIMO IR VIRTUALI TEORINIAI ASPEKTAI SENSOMOTORINĖJE NEUROREABILITACIJOS KINEZITERAPIJOJE (7)

- Pavyzdžiui, Azmandian et al. (2016) pademonstravo, kad manipuliavimas virtualia ranka gali paskatinti atitinkamas korekcijas tikrosios galūnės judesyje.
- Tokie sąveikų tarp priimamos vaizdinės informacijos ir judesio pavyzdžiai, akcentuojantys sąryšį tarp vaizdinės ir kūno percepcijos/ kisinestezijos, galima prisiminti Helmholtz (1910), kurio subjektai nepataikydavo pasiekti taikinių, dėvėdami prizminius akinius, kurie pakeitė vaizdinį lauką vienoje pusėje.



VIRTUALIOS REALYBĖS PRIVALUMAI

- Virtuali realybė (VR) dabar plačiai naudojama įvairiose srityse dėl jos gebėjimo suteikti *standartizuotą, reprodukuojamą ir kontroliuojamą aplinką*.
- Įvertinant pusiausvyrą, ji gali būti naudojama siekiant kontroliuoti stimulus, kurie pateikiami pacientams, ir tokiu būdu *tiksliai įvertinti pažangą* arba palyginti įvairių populiacijų standartines situacijas.
- Be to, plėtojant nebrangiai kainuojančius įrenginius, tokia rehabilitacija gali būti tęsiama *namie*, sudarant kur kas lengvesnę prieigą prie šių įrenginių, greta jų pramoginių ir tokiu būdu motyvuojančių savybių (*Morel et al., 2015*).
- Antrasis privalumas yra gebėjimas gauti stereoskopinį vaizdą, kuris suteikia subjektui *giluminio judesio* informaciją.
- VR technologija leidžia masiškai praktikuotis ir treniruoti *sudėtingose aplinkose*, kurios kartais yra nepraktiškos ar neįmanoma palankių sukurti tikrajame pasaulyje.
- Galiausiai, be privalumų, VR dažnai traktuojama ir kaip *smagaus treniravimo(si)* įrankis, didinantis pacientų motyvaciją tęsti rehabilitaciją (*Morel et al., 2015*).

VIRTUALIOS REALYBĖS PRIVALUMAI (2)

Pavyzdžiui, **nerimo ir fobijų** gydymas (*Price et al., 2008*) VR dėka turi privalumą, kad pateikiami stimulai gali būti kontroliuojami, siekiant kad pacientai galėtų susidurti su jų baimėmis palaipsniui.



VR taip pat sudaro galimybę naudotis reabilitacijos paslaugomis *telereabilitacijos* dėka (*Adamovich et al., 2009*).

VIRTUALIOS REALYBĖS APRIBOJIMAI

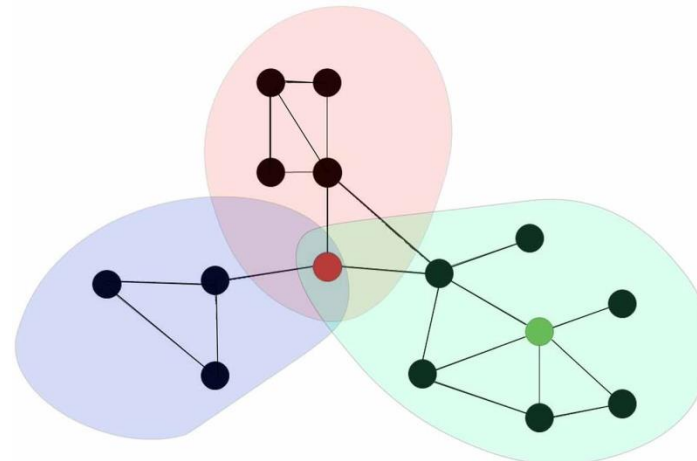
- Šios *sistemas latencija* (uždelsimas kiekviename proceso žingsnyje nuo duomenų apie pacientą gavimo iki paciento multimodaliniai veiksmai).
- *Atstumo suvokimas*, kurį linkstama nepakankamai įvertinti VR (*Morel et al., 2015*).
- Ji iš tiesų gali pakeisti pacientų veiksmus, pvz., skirtingos amplitudės prasme, spaudimo centru ar reakcijos laiku VR-ėje, lyginant su realiomis situacijomis.



Masačusetso technologijų instituto Kognityvinio mokslo katedra

VIRTUALIOS REALYBĖS NEUROMOKSLAS

Žinoma judėjimo stebėjimo neurofiziologinė ir elgsenos nauda (*Buccino et al., 2006; Celnik et al., 2006*), vaizdinys (*Butler and Page, 2006*), pasikartojanti masinė praktika ir imitavimo terapijos (*Gaggioli et al., 2006*), padedantys valingai atlikti judesius, gali būti lengvai įkompiuojami į VR, siekiant optimizuoti treniravimo patirtį ir leisti gydytojui praktikui naudoti sensorinį stimuliavimą taikant VR kaip įrankį, norint palengvinti tikslinių smegenų tinklų veiklą, pvz., motorikos sričių, kurios labai svarbios nervų ir funkcijų atstatymui (*Adamovich et al., 2009*).



Smegenų tinklai gali būti pavaizduoti kaip brėžinys, kurį sudaro mazgų grupė (juodi taškai) ir kraštinių grupė (juodos linijos tarp juodų taškų) (*Ting To et al., 2018*).

VIRTUALIOS REALYBĖS NEUROMOKSLAS (2)

- Smegenų „sujungimas į tinklą“ puikiai suteikia vaizdinį grįžtamąjį ryšį VR, siekiant papildyti paskirstytas, tačiau tarpusavyje susijusias, smegenų žievės sritis (*Adamovich et al., 2009*).
- Pavyzdžiui, pavieniai įrašai demonstruoja, kad nemažas skaičius motorikos, premotorikos ir parietalinių neuronų yra moduluojami vaizdine informacija (*Kakei et al., 2003*), teigiant, kad vaizdinė informacija gali suteikti stiprų signalą siekiant pergrupuoti sensomotorikos schemas.
- Elgsenos lygmeniu, judėjimo klaidos vaizdinėje srityje gali lemti motorikos sritis smegenų žievėje vykstant motorikos mokymuisi (*Hadipour-Niktarash et al., 2007; Bray et al., 2007; Richardson et al., 2006*) ir aktyviai/ maloniai praktikuojantis, gali būti naudojamos siekiant sumažinti judėjimo klaidas grįžtamojo ryšio dėka ir gali suformuoti nervų sistemos veiklą motorikos ir premotorikos srityse (*Bray et al., 2007*).
- Galiausiai, netgi veiksmų (vaizdinių ir vaizdo filmukų) stebėjimas, jei jis atliekamas pakartotinai ir su tam tikra intencija, gali palengvinti motorikos sukulto potencialo apimtį ir lemti smegenų žievės sąveikas (tiek intražievės aktyvinimas, tiek ir slopinimas) motorikos ir premotorikos srityse (*Stefan et al., 2005; Leonard and Tremblay, 2007*).

Tikrasis atstatymas yra grindžiamas elgsenos pokyčiu, susijusiu su *smegenų plastiškumu* arba *neuroplastiniais pokyčiais* (Bermúdez i Badia et al., 2016).

- Motyvacija naudoti VR sensomotorinėje reabilitacijoje patyrus smegenų pažeidimą yra specifinių patirčių administravimas, kas lemia smegenų žievės restruktūravimą siekiant iš naujo įgyti motorikos įgūdžius.
- Iš to seka, kad nervų sistemos plastiškumas yra bendrai taikomas kaip efektyvumo priemonė VR treniruotėse.
- Neurofiziologinės adaptacijos treniruotis virtualioje ir realaus pasaulio aplinkose žmonėms, kurie patyrė insultą, kaip nustatyta, pasikliauja panašiais nervų sistemos pertvarkymo procesais (Adamovich et al., 2009).
- Du ankstesnius tyrimus atliko You ir Jang et al. atitinkamai lokomotorikos ir viršutinės galūnės intervencijų atvejais (You et al., 2005; Bütefisch et al., 2003).
- Abiejuose tyrimuose subjektai demonstravo sumažėjusį aktyvumą nepažeistos pirminės motorikos žievėje ir padidėjusį pažeistos žievės aktyvumą po intervencijos (Bermúdez i Badia et al., 2016).

VIRTUALIOS REALYBĖS NEUROMOKSLAS (4)

- Anksčiau buvo manoma, kad suaugusiųjų smegenys negebėjo produkuoti naujų neuronų.
- Dabar bendrai priimta manyti, kad neurogenezė atsiranda hipokampe ir dalelių sluoksnyje aplink šoninius galvos smegenų skilvelius (subventrikulinę zoną); be to, fizinė veikla inicijuoja šį paplitimą.
- Dėl to mokslinio tyrimo duomenys, susiję su ryšiu tarp fizinės veiklos ir kognityvinės/ akademinės veiklos rezultatų vaikystėje, jaunystėje ir senėjant pastaruoju metu yra dėmesio centre.
- Yra duomenų, įrodančių, kad net ir nedidelės apimties vidutinio intensyvumo fizinė veikla turi pasinaudoti smegenų natūraliu plastiškumu, kuris lemia pagerėjusius veiklos rezultatus, geresnius mokymosi įgūdžius ir sumažėjusią demesijos riziką.

VIRTUALIOS REALYBĖS NEUROMOKSLAS (5)

- Smegenys natūraliai yra plastiškos; jos yra tamprios, kinta kartu su patirtimi ir niekada nenurimsta.
- Kaip bebūtų, yra įvairių elementų, kurie lemia tiek smegenų plastiškumo savybę, tiek įvairovę viso gyvenimo metu.
- Tai vyksta kai kineziologija susijungia su psichologija ir neuromokslu.
- Diamond suskirsto į kategorijas pagrindines vykdomas funkcijas: varžanti kontrolė, darbinė atmintis ir kognityvinis lankstumas; tuo tarpu samprotavimas, planavimas ir problemų sprendimas identifikuojami kaip aukštesnio lygio vykdomos funkcijos.
- Šis aukštesnio lygio pažinimas persidengia su metapažinimu, t. y. gebėjimu stebėti ir kontroliuoti kognityvinius procesus bei naudotis žiniomis, kad būtų valdoma elgsena.
- Dauguma įrodymais grįstų duomenų ir dauguma pamatuotų rezultatų siejami su vykdomomis funkcijomis, ypač suvaržymo ir darbinės atminties.

VIRTUALIOS REALYBĖS NEUROMOKSLAS (6)

- Buvo įrodyta, kad vykdomos funkcijos iš anksto prognozuoja akademinis pasiekimus, ankstyvas vykdomų funkcijų įvertinimas numato, kaip seksis vėliau ugdymo metu.
- Darbinė atmintis, kaip vienas iš vykdomų funkcijų komponentų, gali būti traktuojama kaip iš anksto nusakanti žodyno ir matematinio samprotavimo užduočių atlikimą.
- Pastaruoju metu buvo plačiai tyrinėjami ryšiai tarp fizinės veiklos ir akademinės sėkmės, daugiau kaip 230 publikuotų straipsnių, analizuojančių su mokyklinio amžiaus vaikais susijusias temas.
- Nuolatinis mokyklinio amžiaus vaikų dalyvavimas fizinėje veikloje siejamas su įvairia psichine nauda, pvz., pagerėjęs savęs suvokimas (pvz., savigarba, našumas), emocinis reguliavimas (pvz., nerimas, depresija) ir kognityvinis funkcionavimas (pvz., informacijos apdorojimas, atmintis, dėmesys).
- Nuolatinės fizinės veiklos intervencijos buvo apibrėžtos kaip ilgai trunkantys pasikartojantys pratimai, kuriais siekiama pagerinti fizinį pasirengimą.

VIRTUALIOS REALYBĖS NEUROMOKSLAS (7)

- Motorikos įgūdžių įvertinimas ir lavinimas dažnai siejamas su pokyčiais smegenų struktūroje ir funkcionavime [14].
- Ilgalaikis treniravimasis tų veiklų, kurioms reikia preciziškos smulkiosios motorikos kontrolės (pvz., muzikinis ugdymas) srityse gali lemti struktūrinius pokyčius smegenų srityse, susijusiose su motorinėmis funkcijomis, bei smegenų žievės srityse, kurios dalyvauja sensoriniuose, erdviniuose ir dėmesio sutelkimo procesuose [15, 16].
- Taip pat buvo pademonstruota, kad sportinių veiklų, kurioms reikia aukšto lygio plaštakos-akies koordinacijos, pvz., golfo, gimnastikos [17] ar sporto naudojant raketę [18], įvertinimas gali lemti pokyčius smegenų struktūroje ir funkcionavime [19].

VIRTUALIOS REALYBĖS NEUROMOKSLAS (8)

- Tiek žmonių [22], tiek ir primatų [23] fizinė veikla pagerina dėmesį, sutelktą į kognityvines užduotis ir jų atlikimą [3].
- Vienas mokslinis tyrimas parodė, kad vyresnių žmonių fizinė veikla siejama su didesne smegenų apimtimi kaktos, smilkinio, parietalinėje skiltyse ir hipokampe, sumažinant su Alzheimerio liga susijusios demensijos riziką 50-čia proc.
- Be to, geresnis fizinis pasirengimas siejamas su didesne pilkosios medžiagos apimtimi hipokampe [6].
- Hipokampus, kaip struktūra, kuri vaidina esminį vaidmenį apdorojant atmintį, yra vienas iš smegenų sričių, kurioms poveikį daro fizinis aktyvumas [24].
- Rezultatai rodo, kad geresnis fizinis pasirengimas siejamas su didesne abipusio hipokampo apimtimi; tuo tarpu geresnis pasirengimas ir didesnė hipokampo apimtis siejami su geresniu erdvinės atminties formavimu [25].

VIRTUALIOS REALYBĖS NEUROMOKSLAS (9)

- Kitas tyrimas parodė, kad su smegenimis susijęs neutrofinio faktoriaus (BDNF) lygis mažėja individų, sergančių Alzheimerio demensija, atveju.
- Padidėjęs BDNF lygis taip pat pastebimas jaunų, sveikų individų, atliekančių trumpalaikius intensyvius ir ilgalaikius ištvermės pratimus, atveju.
- Galima teigti, kad jaunų asmenų, kurie nuolatos yra aktyvūs ir mankštinasi ar sportuoja, rizika išplisti demensijai senyvame amžiuje yra reikšmingai sumažėjusi [26].

VIRTUALIOS REALYBĖS NEUROMOKSLAS (10)

- Šiuo metu yra iškeltos trys hipotezės, kurios patikslina, kaip fizinis aktyvumas gali lemti vykdomą kontrolę [3].
- Fizinis aktyvumas gali padidinti prisotinimą deguonimi [27] ir angiogenezę [28] smegenų srityse, kurios yra atsakingos už užduočių atlikimą. Kramer et al. [27] nustatė, kad vaikščiojimo pratimas padidina suvartojamo deguonies kiekį sveikų suaugusiųjų atveju, ir tai siejama su geresniu reakcijos laiku ir pagerėjusi funkcinį testų atlikimu.
- Antroji hipotezė teigia, kad fizinis aktyvumas padidina neuronų perdavimą smegenyse, serotoniną ir norepinefriną, tokiu būdu palengvindamas informacijos apdorojimą [26]. Padidėjęs sužadanimas, nustatytas smegenų elektroencefalograma (EEG), nustatytas sportuojančių asmenų, sunaudojančių mažiau kaip 70% jų maksimalios deguonies apimtį (pasirenkant vidutinę treniravimosi zoną) [22].

VIRTUALIOS REALYBĖS NEUROMOKSLAS (11)

- Trečioji, akivaizdžiai geriausiai ištyrinėta, hipotezė teigia, kad fizinis aktyvumas sureguliuoja neurotrofinus, pvz., BDNF, insulino tipo augimo faktorių (IGF-I) ir pagrindinį fibroblasto augimo faktorių (bFGF), kuris palaiko neuronų gyvavimą ir diferencijavimą smegenų vystymosi metu bei dendritinį išsišakojimą ir sinaptinį mechanizmą suaugusiojo asmens smegenyse (žr. [29]).
- Akivaizdu, kad jaunuoliui, turinčiam fizinę negalę, subrendusias smegenis, kurios pasirengusios naujai mokytis, ir kartais pasitinkančiam iškylančius kognityvinius iššūkius, gali reikėti fizinės veiklos daug labiau nei suaugusiems asmenims [3].

VIRTUALIOS REALYBĖS NEUROMOKSLAS (12)

- Senėjimą analizuojantys tyrimai rodo, kad ištvermės pratimai yra proaktyvūs, nukreipti prieš kognityvinį silpnėjimą, ypač vykdomo planavimo ir darbinės atminties atvejais [30].
- Nustatyta, kad suaugusiųjų atliekami aerobiniai pratimai padidina smegenų apimtį kaktos skiltyje, atsakingoje už aukštesnio lygio informacijos apdorojimą, dėmesio kontrolę ir atmintį [31].
- Be to, moksliniai duomenys rodo, kad vyresni suaugusieji, kurie yra fiziškai aktyvesni atlikdami rekreacines veiklas arba jų kardiovaskulinė sistema labiau išlavinta, patiria mažesnę kognityvinio silpnėjimo riziką, lyginant su neaktyviais vyresniais suaugusiaisiais [32, 33].
- Rovio et al. [34] pademonstravo, kad vidutinio amžiaus asmenų (44–57 metų amžiaus) laisvalaikio fizinė veikla siejama su sumažėjusia demencijos rizika vyresniame amžiuje; o Verghese et al. [36] įrodė, kad intensyvesnis dalyvavimas laisvalaikio veiklose asmenims, kuriems ≥ 75 metai, sumažina demencijos ir Alzheimerio ligos išsivystymo riziką.

VIRTUALIOS REALYBĖS NEUROMOKSLAS (13)

- Vaizdinių tyrimai (pvz., EEG), atlikti judėjimo metu, pagrindžia hipotezę, pagal kurią judėjimas gali būti kognityviškai daug sudėtingesnis nei paprastas motorikos kontroliavimas [19].
- Judėjimas aktyvina kelias smegenų sritis, įskaitant prefrontalinę, parietalinę ir parahipokampinę sritis, kurios iš esmės siejamos su vykdomomis funkcijomis, navigacija erdvėje ir atmintimi; be to, judėjimas dideliu greičiu (pvz., bėgimas) padidina kognityvinius poreikius ir susijusią nervų sistemos aktyvumą [39].
- Pavyzdžiui, ėjimas ar bėgiojimas kompleksinėje aplinkoje gali suaktyvinti kelis vykdomosios funkcijos komponentus, įskaitant valią, savimone, planavimą, slopinimą, stebėseną, dėmesio perkėlimą ir kelių užduočių atlikimą vienu metu bei motorikos kontrolę [40].

VIRTUALIOS REALYBĖS NEUROMOKSLAS (14)

- Fizinio aktyvumo poveikis vykdomai funkcijai nepriklauso nuo dozės, t. y. geresnis fizinis pasirengimas nebūtinai lemia didesnę kognityvinę naudą.
- Iš tiesų mažesni pasirengimo privalumai siejami didesniu kognityviniu poveikiu.
- Skaitymo sunkumų turinčių vaikų tyrimai taip pat rodo, kad vaikai gavo daugiau kognityvinės naudos iš programų, kurios derino pusiausvyros, laiko planavimo ir koordinacijos pratimus nei iš kardiovaskulinio pasirengimo [41].
- Remiantis šiais duomenimis, fizinio aktyvumo lygmenys, kurie prisideda prie pažinimo, nebūtinai gali būti tokie intensyvūs kaip lygmenys, kurių reikia siekiant padidinti kardiovaskulinį pasirengimą.

VIRTUALIOS REALYBĖS NEUROMOKSLAS (15)

- Vaikų aerobinis pasirengimas koreliuoja su neuroelektrinės reakcijos aukštesniais matavimais (smegenyse sužadinto potencialo amplitudė P3), didesniu apdorojimo greičiu [48] ir geresniu vykdomos kontrolės testų atlikimu [49].
- Chaddock et al. [50] naudojo struktūrinę MRI (t. y. neuro-vaizdinių priėgą, siekdami atskirti tarp pilkosios medžiagos, baltosios medžiagos ir stuburo smegenų skysčio smegenyse) ir nustatė, kad bazinių nervinių mazgų specialios sritys (t. y. dorsalinio dryžuoto kūno sritys: uodeguotasis branduolys, kiautas, blyškusis branduolys (lot. globus pallidus)), palaikančios vykdomą funkciją, yra didesnės labiau fiziškai pasirengusių vaikų, kurių amžius nuo 9 iki 10 metų atveju, lyginant mažiau fiziškai pasirengusiais to paties amžiaus vaikais.
- Atitinkamai rezultatai pateikia pirminių įrodymų apie tai, kad pasirengimas yra susijęs su tam tikrų požievinų struktūrų apimtimi dryžuotame kūne (angl. striatum), kas prisideda prie elgsenos interakcijų užduočių, kurioms reikia vykdomos funkcijos moduliacijos, atlikimo metu [50].

VIRTUALIOS REALYBĖS NEUROMOKSLAS (16)

- Buvo nustatyta, kad atsitiktinai fizinės veiklos intervencijai atrinkti vaikai pademonstravo didesnę baltosios medžiagos integraciją į kablinį pluoštelį nuo pradinio iki baigiamojo testo, lyginant su vaikais, kurie buvo priskirti kontrolinei grupei [51].
- Tokie rezultatai rodo, kad didesnis aerobinis pasirengimas gali lemti selektyvią ir neproporcingą įtaką kognityvinėms funkcijoms, kurias palaiko tam tikros požievinės struktūros, o ne lemia visa apimanti poveikį smegenų struktūrai ir pažinimui [47].

VIRTUALIOS REALYBĖS NEUROMOKSLAS (17)

- Be to, koreliuojantys tyrimai, kuriuose nuo deguonies kraujyje lygio priklausantis fMRI buvo naudojamas, parodė, kad labiau fiziškai pasirengusių vaikų kaktos ir parietalinės sritys buvo padidėjusio sutelktumo ir aktyvumo, atliekant užduotis, kurios moduliavo vykdomą funkciją [50].
- T. y. fizinio aktyvumo skirtumai buvo susiję su smegenų skirtingų sričių, reguliuojančių dėmesio kontrolės derinimo (vidurinis ir apatinis frontaliniai vingiai ir priešcentrinis vingis) stebėseną (priekinė juostinė smegenų žievė), aktyvavimu esant trikdančiai informacijai ir reakcijos konfliktui (viršutinė parietalinė žievė), bei pasirengimas ir motorinės reakcijos vykdymas (papildoma motorikos sritis) [52].
- Svarbu pastebėti, kad su fizinių pasirengimu susiję skirtumai fMRI aktyvavimo atveju buvo padidėję, kai buvo atliekama užduotis, kuriai reikėjo didesnės apimties vykdomos funkcijos [47].

VIRTUALIOS REALYBĖS NEUROMOKSLAS (18)

- Buvo pripažinta, kad vaikai, turintys akivaizdžią negalę smulkiosios ir stambiosios motorikos koordinacijos vystymosi srityje, gali patirti sunkumų siekdami akademinų rezultatų [56].
- Lopes et al. [57] nustatė, kad vaikų, kurių motorikos koordinacija yra nepakankama arba turintys koordinacijos sutrikimų, atveju buvo didesnė tikimybė, kad jų akademiniai pasiekimai bus žemesni nei bendramokslių, kurių motorikos koordinacija buvo normali arba gera.
- Be to, Verschuren et al. [58] tyrimas parodė, kad 45 min. trukmės programa (du kartus per savaitę 8 mėnesius iš eilės) ne tik pagerino aerobinius gebėjimus, jėgą ir funkciją, bet ir reikšmingai padidino pažinimą ir gyvenimo kokybę žmonių, patyrusių cerebrinį paralyžių, kuriems buvo 7–20 metų.
- Dar labiau stulbina tai, kad praėjus 4 mėnesiams po programos užbaigimo dalyviai gebėjo išlaikyti kognityvinius laimėjimus, kai tuo tarpu fizinio parengtumo duomenys grįžo prie pradinio lygio.
- Šie tyrimai pagrindžia sportavimo-pažinimo sąveikos koncepciją vaikų, turinčių negalių, atveju.

Vizualinė-motorinė reprezentacija

- Žinoma, kad žievės sritys, dalyvaujančios pasirengiant motoriniams veiksmams ir juos atliekant, patiria plastinius pokyčius (*Richards et al., 2008*) arba dėl pakartotinių propriocepinės stimuliacijos sesijų pasyvaus fizinio lavinimo metu (*Carel et al., 2000*), arba kaip į užduotį orientuoto fizinio lavinimo rezultatas (*Jang et al., 2003*).
- Motorikos trūkumai ne tik kyla dėl tiesiogiai insulto pažeistų traktų, bet ir dėl tinklų, kuriuos jie suardo. Vadinasi, atstatymas taip pat priklauso nuo intra- ir inter- hemisferinių sąveikų tarp motorikos sričių (*Grefkes and Fink, 2011*).
- Pavyzdžiui, abipusis motorikos tinklų sutelkimas gali atsirasti dėl vienpusių motorinių judesių pacientų, patyrusių išeminį galvos smegenų insultą, atveju (*Grefkes and Fink, 2011; Cramer, 2008*).

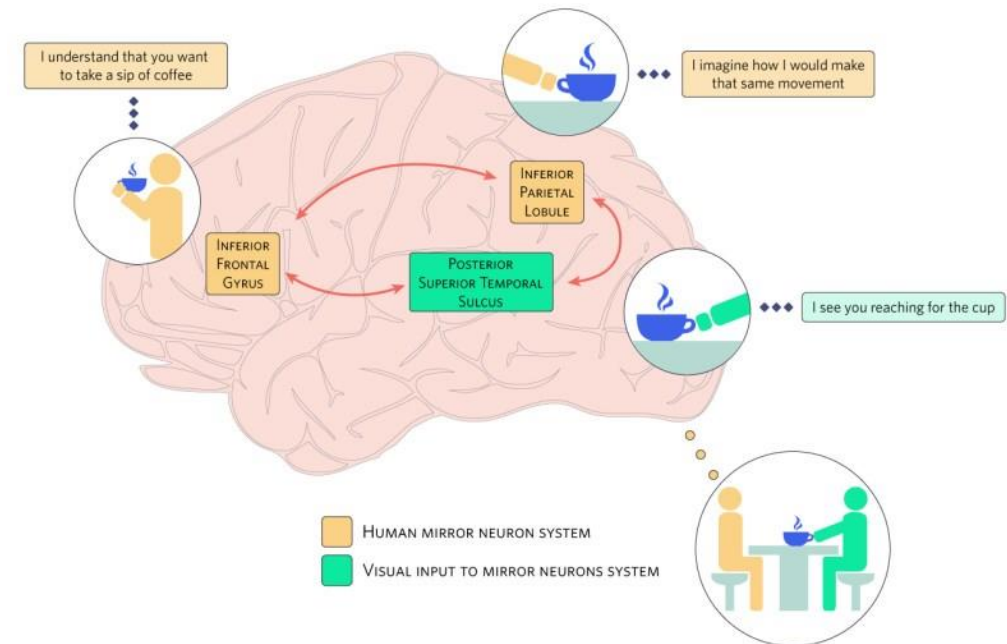


Vizualinė-motorinė reprezentacija (2)

- Žmogaus veidrodinių neuronų sistema (MNS), kurią pirmiausia sudaro neuronai, esantys apatinėje parietalinėje skiltyje, pilvinėje premotorinėje žievėje ir uodeginėje apatinio frontalinio vingio dalyje.
- Tai yra numatomos sensorinės veiksmų kontroliavimo, judesio vaizdinio ir imitavimo sritys (Iacoboni et al., 1999).
- Vaizdinių tyrimai parodė, kad pirmojo asmens VR stebėsenos ir motorinių vaizdinių dermė yra efektyvesnė siekiant sutelkti daugiau su užduoties atlikimu susijusių tinklų nei esant kitoms sąlygoms abiejų apatinių galūnių (Villiger et al., 2013) ir viršutinės galūnės (Bermúdez et al., 2013) judesių atveju.

Vizualinė-motorinė reprezentacija (3)

- Žmogaus veidrodinių neuronų sistema (MNS) yra labai aktuali, kadangi ji aktyviai dalyvauja atliekant į tikslą nukreiptus veiksmus, jų pasyvią stebėseną ir jų psichinę stimuliaciją (*Grezes and Decety, 2001*).
- MNS atveju keliami hipotezė, kad ji dalyvauja suprantant ir apribojant veiksmą (*Rizzolatti and Craighero, 2004*), ir tokiu būdu ji gali reprezentuoti svarbų neurofiziologinį pamatą atstatant pažeistas motorines funkcijas po insulto (*Buccino et al., 2006, Garrison et al., 2010*).
- Pastaruoju metu teigiama, kad paprastas į tikslą orientuotų motorinių veiksmų stebėjimas gali būti taikomas kaip akstinas (*Buccino et al., 2001*), o rezultatai patvirtina, kad į tikslą orientuotų veiksmų pasyvaus stebėjimo taikymas gali daryti teigiamą įtaką atstatant motoriką po insulto (*Sale and Franceschini, 2012; Ertelt et al., 2007*).



Vizualinė-motorinė reprezentacija (4)

- Rezultatai akivaizdžiai rodo, kad vaizdinio grįžtamojo ryšio manipuliavimas motorikos reabilitacijos tikslais gali būti efektyvi VR sistemų dalis.
- Maeda et al. (2002) pademonstravo, kad judėjimo stebėjimas gali tiesiogiai sustiprinti raumenų, dalyvaujančių stebimame veiksmo, motorikos rezultatus ir prisidėti prie jų gerinimo.



- Iš to seka, kad yra tvirtų įrodymų, pagrindžiančių, kad VA sąveika gali būti efektyvi viršutinių galūnių pagrindinėje ir antrinėje motorikos srityse (August et al., 2006), judėjime (You et al., 2005) ir veidrodiniuose mechanizmuose (Modrono et al., 2013; Prochnow et al., 2013).

VIRTUALIOS REALYBĖS NEUROMOKSLAS (23)

Vizualinė-motorinė reprezentacija (5)

- Gebėjimas iškreipti vaizdinį grįžtamąjį ryšį (nedidelės klaidos virtualios reabilitacijos veiklų metu sustiprina motorikos lavinimo rezultatus) yra tyrinėjimų sritis, kuri analizuojama kaip galimas metodas siekiant taip pat optimizuoti motorikos adaptacijas prie VR grindžiamų reabilitacijos veiklų (*Abdollahi et al., 2011*).
- Norint pasiekti šį efektą, vienas galimas mechanizmas galėtų būti padidėjęs žievės aktyvumo, būtino smegenims siekiant sureguliuoti virtualaus judėjimo amplitudę, lygis kuris nėra matuojamas pagal dalyvio judėjimą (*Tunik et al., 2013*).
- Vienas vaizdinio grįžtamojo ryšio iškraipymas buvo siejamas su prasta reakcija, laikinu vėlavimu lyginant dalyvio judesį ir atitinkamą judesį VA-oje. Tai gali trukdyti pateikiamo ir grįžtamojo ryšio judesių kontrolei, nes atsiliekančio vaizdinio grįžtamasis ryšys trikdo (*Lewis and Griffin, 1997*).



Santrauka

- Patyrus insultą, motorinių funkcijų pakartotinį mokymąsi palengvina neuroplastiškumas. Tyrimų įrodymai demonstruoja, kad VR gali būti validus įrankis, siekiant valdyti motorikos tinklus, smegenų plastiškumą ir funkcinį atsistatymą.
- Moksliniai tyrimai rodo, kad po insulto atsiveria langas, kai tinklai tampa labiau sužadinti, o VR atsiskleidžia kaip veiksmingas įrankis įsitraukiant į vizualinius-motorinius procesus, pvz., į tuos, kurie susiję su veiksmo atlikimu, stebėjimu, supratimu ir psichikos stimuliavimu.
- Iš tiesų manipuliavimas vaizdinėmis reprezentacijomis įtraukiamas į motorikos tinklus pasyvaus stebėjimo ir psichinės stimuliacijos metu bei palengvina raumenų judesius.
- Tokiu būdu šių procesų manipuliavimas per VR ne tik gali sustiprinti nervinės sistemos aktyvinimą, bet ir pagerinti motorikos rezultatus (Bermúdez i Badia et al., 2016).

MULTISENSORINIŲ STIMULŲ IR SĄVEIKŲ VAIDMUO

Vaizdiniai, girdimi ir lytimi stimulai – visi prisideda savo svarbiais elementais skatindami vartotojo interaktyvumą, o iš sąveikos yra skirtos teikti ir papildyti juslinę informaciją (*Adamovich et al., 2009*).



Žiūros taškas

- Labiausiai įtraukiančios ir pusiau įtraukiančios sistemos, ir netgi kai kurios neįtraukiančios sistemos pateikia pirmojo asmens žiūros tašką veiksmų erdvėje virtualios reabilitacijos metu.
- Toks pateikimas dažniausiai būna dalyvio galūnių ar peizažo, kuriame asmuo gali naviguoti ar veikti, virtualus reprezentavimas.
- Tokia prieiga pateikia aukštos kokybės informaciją, susijusią su galūnės judinimu, ir sumažina poreikį smegenims „ištaisyti“ skirtumus somatosensorinėje ir vaizdinėje informacijoje, susijusioje su kitomis priemonėmis prie virtualios realybės (VR) (Bermúdez i Badia et al., 2016).



Girdimieji stimulai

- Girdimoji informacija yra pagrindinis juslinis komponentas daugumos virtualių aplinkų (VA) atveju ir daro plataus spektro poveikį paciento patirčiai.
- Jie naudojami siekiant įtraukti į VA pateikiant garsus, suderintus su veikla (*Bermúdez i Badia et al., 2016*).
- Erdvinis garso pateikimas taip pat gali būti naudojamas siekiant sustiprinti VA tikroviškumo išpūdį ir padėti vartotojui naviguoti VA-oje (*Rosati et al., 2013*).
- Friedman et al. (2011) taip pat nustatė, kad papildymas muzika pagerino plaštakos motorikos rezultatus bei motyvaciją lavinant plaštakos funkcinius judesius.



Haptiniai, lytėjimo stimulai ir jų sąveikos

- Paprastos arba robotiškos haptinės sąveikos sudaro galimybę pateikti haptinį grįžtamąjį ryšį, kuris praturtina juslinę patirtį, papildo užduotį fiziniaisiais parametrais ir suteikia jėgų, kurios sukuria biomedicininės ir neuromuskulinės sąveikas su VA, tokiu būdu tiksliau aproksimuodamos realius judesius nei tai būtų vien tik vaizdiniai (*Bermúdez i Badia et al., 2016*).
- Susidūrimas su virtualaus pasaulio kliūtimis gali būti taikomas norint išmokyti normalių judesių trajektorijų, pvz., padėti objektą ant lentynos arba veiksmų, kuriuos darant užlipama ant šaligatvio krašto (*Jaffe et al., 2004; Adamovich et al., 2009; Wellner et al., 2006*).
- Dviejuose nedidelės apimties tyrimuose, kuriuose dalyvavo sveiki subjektai, buvo nustatyta, kad toks grįžtamojo ryšio derinys buvo efektyvesnis mokantis įgūdžių nei vien tik vaizdinio grįžtamojo ryšio sveikiems asmenims atveju (*Huegel and O'Malley, 2010; Huang et al., 2007*).





Vizualiai pavaizduotas stimuliavimas, virtualus pianino treniruoklis: magnetinis kursorius leidžia dalyviui laikyti plaštaką virš virtualių klavišų, o virtuali pirštinė sudaro galimybę skambinti klavišais konkrečiu pirštu.

„Cybergrasp“ gali būti programuojamas siekiant suteikti haptinį susidūrimą, kai paspaudžiami klavišai arba pagalbą pratešiant pažeistus pirštus subjektų, turinčių sudėtingesnių negalių, atveju (*Adamovich et al., 2009*)

Santrauka

- Garsinio grįžtamojo ryšio poveikis virtualiai reabilitacijai yra ankstyvojoje raidos stadijoje, tačiau preliminarūs tiriamieji darbai pagrindžia papildomą poveikį, kurį suteikia ritmas ir garsinė informacija bendram virtualios veiklos efektyvumui.
- Yra daugiau įrodymų, kurie pagrindžia, kad vaizdinis stimulus daro tiesioginę, nuspėjamą poveikį motorikos rezultatams, gaunamiems stimuliacinių veiklų metu.
- Kaip bebūtų, nėra įrodymų, kurie pagrįstų teiginį, kad vaizdinių didesnis tikslumas (visiškai įtraukiančios vaizdinės reprezentacijos) virtualios reabilitacijos metu virsta didesniu pagerėjimu asmens su negale gebėjimo funkcionuoti realiame pasaulyje prasme.
- Mokslinis tyrimas pagrindžia, kad motorinių įgūdžių mokymasis VA-oje yra efektyvesnis gaunant taktilinį grįžtamąjį ryšį. Kaip bebūtų, ši nauda gaunama tokių integruotų sistemų didelio sudėtingumo ir kainos dėka (*Bermúdez i Badia et al., 2016*).

MOTYVAVIMAS PER ŽAIDYBINIUS ELEMENTUS VIRTUALIOJE APLINKOJE

1. *Vidiniai* motyvacijos veiksniai, kurių atveju motyvacija kyla iš paties dalyvavimo akto.
2. *Išoriniai* veiksniai, kurių atveju asmuo motyvuojamas veiklos tikslu (*Ryan and Deci, 2000*).
 - Sensomotorinės reabilitacijos kontekste tikslas yra sudaryti galimybę klientams būti savarankiškiems ir motyvuotiems, ir dėl to, kad pati veikla yra įdomi, ir dėl to, kad siekiamas rezultatas yra svarbus.
 - Yra sutarta, kad žaidybiniai elementai gali pagerinti motyvaciją ir kartu su kitomis veiklomis gali įtraukti vartotojus ir pasiekti norimų rezultatų (*Wouters et al., 2013*).
 - Buvo siūloma daug elementų, kurie būtų svarbūs kuriant sėkmingą žaidimą, pavyzdžiui, smagumas, tėkmė, tikslai, grįžtamasis ryšys, žaidimo pusiausvyra, greičio pasirinkimas, įdomūs pasirinkimai ir pasakojimo struktūra ir kt. (*Linehan et al., 2011*).

MOTYVAVIMAS PER ŽAIDYBINIUS ELEMENTUS VIRTUALIOJE APLINKOJE (2)

Vidinės charakteristikos:

1. Tikslų nustatymas – nustatyta, kad atitinkamas balansas tarp trumpalaikių, vidutinių ir ilgalaikių tikslų daro motyvuojantį poveikį išplečiant žaidimą (*Linehan et al., 2011*).
2. Atpildas – VA-os puikiai tinka norint vartotojams pateikti greitą ir specifinį grįžtamąjį ryšį, šis bruožas yra labai svarbus sutelkiant dėmesį, mokantis, motyvuojant ir džiaugiantis (*Linehan et al., 2011*).

Už veiksmus gali būti atlyginama teigiamu vaizdiniu ar garsiniu grįžtamuoju ryšiu, taškais ir specialiomis žiniomis apie atlikimą ir žiniomis apie rezultatą (garsinis grįžtamasis ryšys, susijęs su sėkmingu užduoties atlikimu) (*Cirstea et al., 2006; Kilduski and Rice, 2003*).

Palyginti neigiamas grįžtamasis ryšys gali būti suteikiamas už nesėkmingą veiklų atlikimą (susidūrimą su kliūtimis) (*Rosati et al., 2013*).



MOTYVAVIMAS PER ŽAIDYBINIUS ELEMENTUS VIRTUALIOJE APLINKOJE (3)

3. Iššūkis – virtualios aplinkos motorinei reabilitacijai turėtų būti pritaikytos pagal judėjimo poreikius ir dinamiką, vengti situacijų, kuriose pacientai prarastų gebėjimą tiesiogiai kontroliuoti užduotį. Teigiama, kad žaidėjai nori tokio iššūkio lygmens, kuris nebūtų nei per lengvas, nei per sunkus atlikti.
 - Naujausi VA patobulinimai, skirti motorikos lavinimui, jau įtraukia skaidrius ir automatizuotus modulius, įgalinančius lavinimo personalizavimą, priderinant užduoties sunkumą, priklausomai nuo paciento sėkmės lygio ar modifikuojant laiką, kuris skiriamas tikslui pasiekti (*Cameirão et al., 2010; Borghese et al., 2013*).
 - Tais atvejais, kai VA-s sukuriamos siekiant išmokyti sudėtingų įgūdžių, sudėtingos ir daugiau reikalaujančios užduotys turėtų būti suskaidytos į paprastesnes ir labiau pasiekiamas (*Linehan et al., 2011*).

MOTYVAVIMAS PER ŽAIDYBINIUS ELEMENTUS VIRTUALIOJE APLINKOJE (4)

4. Pasakojimo struktūra – pasakojimo elementai gali būti naudojami siekiant sukurti lavinimo užduočiai dramatinę arką, kad būtų padidintas pacientų įsitraukimas, norint palengvinti lavinimo uždavinių supratimą ir, kas yra svarbiausia, perteikti aiškų pažangos suvokimą.

Gali būti naudojami įvairūs elementai, kurie formuoja pasakojimo kreivę, pvz., pasakojimo įvykiai, užduoties sunkumas, naujos aplinkos, nauji iššūkiai arba įgūdžiai.

VA sukurtos tam, kad simuliuotų veiklas, pvz., navigavimą virtualiame mieste ar apsipirkinėjimą virtualiame prekybos centre, iš esmės jos pateikia labiau praturtintus pasakojimus nei užduotys, reikalaujančios paprastesniu kognityvinių dalykų (*Gamito et al., 2015; Vourvopoulos et al., 2014*).

PAGRINDIMAS ĮRODYMAIS: VIRTUALIOS REALYBĖS POVEIKIS

Viršutinės galūnės

- Tyrimai, analizuojantys klientui sukurtas VR pagrįstas intervencijas, skirtas asmenų po insulto viršutinei galūnei, sudaro didžiausią ir brandžiausią dalį įrodymų, susijusių su virtualia reabilitacija (*Bermúdez i Badia et al., 2016*).
- Keletas ankstyvųjų bandomųjų (pilotinių) ir kontrolinių bandymų apžvalgų apibūdina VR grįstų intervencijų gebėjimą sukelti pamatuojamą veiklų gerinimo lygį, lyginant su tomis, kurios tradiciškai pateikia lavinimą, dažniausiai asmenų su ilgalaikė viršutinės galūnės hemipareze po insulto atveju (*Adamovich et al., 2009; Fluet and Deutsch, 2013; Saposnik and Levin, 2011; Henderson et al., 2007*).



PAGRINDIMAS ĮRODYMAIS: VIRTUALIOS REALYBĖS POVEIKIS (2)

- 2012 m. pasirodė „Wii“™ fizinio rengimo žaidimas. Šis žaidimas buvo pristatomas kartu su „Wii™ Balance Board“ balansavimo platforma, jėgos sensoriumi, kuris sąveikauja su „Wii“™ konsole.
- Šios sistemos buvo plačiai pritaikytos reabilitacijoje ir slaugos namuose be jokio modifikavimo – kaip rekreacijos ir reabilitacijos modalumas (da Silva Ribeiro et al., 2015).
- Keletas mokslinių tyrimų, skirtų viršutinės galūnės reabilitacijai, taikė „Wii“™ sistemą pacientų po insulto atvejais. Kelete bandomųjų tyrimų, atliktų su asmenimis po insulto, subjektai, naudojantys „Wii“™, demonstravo statistiškai reikšmingą motorinių funkcijų ir aktyvumo pagerėjimą klinikinių testų metu (Shiner et al., 2014; Joo et al., 2010; Mouawad et al., 2011).



PAGRINDIMAS ĮRODYMAIS: VIRTUALIOS REALYBĖS POVEIKIS (3)

Pusiausvyra ir eiseną

- Kuriant VR grindžiamas pusiausvyros ir ėjimo sistemas, reikia atitikti didesnius reikalavimus technologijoms ir erdvei, kad būtų atliepiami specialieji fiziniai ir saugumo iššūkiai.
- Yra keletas darbų, kurie skirti analizuoti specialiai sukurtą VA plėtotę ir naudojimą, siekiant atstatyti eiseną ir pusiausvyrą (Booth et al., 2013; Deutsch and Mirelman, 2007; Darekar et al., 2015) as well as in overview reviews (Fluet and Deutsch, 2013; Laver et al., 2015).
- Priešingai nei 397 dalyviai, kurie dalyvavo viršutinių galūnių tyrimuose, pateikiamuose „Laver’s Cochrane Review of Stroke Rehabilitation“ reabilitacijos po insulto apžvalgoje, buvo tik 58 asmenys, kurie dalyvavo pusiausvyros ir mobilumo lavinimo veikloje, tik 30 pacientų trijuose moksliniuose tyrimuose, kuriuose buvo matuojamas eisenos greitis (Laver et al., 2015).

INTERPROF



Vaizdinis grįžtamasis ryšys yra dažnas elementas įrodymais grįstose intervencijose, skirtose lavinti pusiausvyrai po insulto (Barclay-Goddard et al., 2004). Jis naudojamas norint dalyviams suteikti informaciją apie jų laikysenos, kurios netaisyklumą gali lemti sensoriniai ar perceptiniai trūkumai, vertikalumą bei svorio pasiskirstymą.

PAGRINDIMAS ĮRODYMAIS: VIRTUALIOS REALYBĖS POVEIKIS (4)

- Ėjimas bėgimo takeliu, susietu su VA, buvo naudojamas siekiant paskatinti asmenų po insulto ėjimo atstatymą. Vaizdinio ir vibrotaktilinio papildomumo įvedimas imituojant ėjimą lipant per virtualius objektus einant bėgimo takeliu pagerino ėjimą labiau nei treniravimas ėjimu lipant per realius objektus (*Jaffe et al., 2004*).
- Grįžtamojo ryšio, kurį suteikė VR, naudojimas ne tik pagerino eiseną (*Yang et al., 2008, Cho and Lee, 2013*), bet ir statinę pusiausvyrą, atsisėdimo ir atsistojimo judesius bei naudojimąsi paretine galūne (*Cho and Lee, 2013; Yang et al., 2011*).



PAGRINDIMAS ĮRODYMAIS: VIRTUALIOS REALYBĖS POVEIKIS (5)

Aktyvumo skatinimas

- Judesiais grindžiamos VR sistemos sutelkia dėmesį į sensomotorinę reabilitaciją, tačiau atsiranda ir taikymai, skatinantys asmenų po insulto fizinį parengtumą.
- Be to, kad jos naudojamos kaip judesių pakartotinio mokymo įrankiai, jau pritaikyti vartojimui žaidimai, sukurti, kad skatintų aktyvumą, dar vadinami „mankštinimosi žaidimais“ (angl. exergames), ar aktyvūs vaizdo žaidimai (AVGs) buvo tyrinėti insultą patyrusių žmonių atveju (*Kafri et al., 2014; Hurkmans et al., 2011*).
- Žaidimai gali būti validus įrankis, kirtas skatinti aktyvumą, turi potencialą padidinti motyvaciją sportuoti ir skatina atsivadimą šiai veiklai (*Bermúdez i Badia et al., 2016*).



PAGRINDIMAS ĮRODYMAIS: VIRTUALIOS REALYBĖS POVEIKIS (6)

VR, skirta gydyti cerebrinį paralyžių

- Cerebriniu paralyžiumi (CP) sergantys vaikai patiria sunkumų norėdami kontroliuoti ir koordinuoti valingą raumenų veiklą. Tradicinės raumenų judėjimo terapijos yra pasikartojančios ir mažai ką pasiūlo, kad būtų kuo užimti mąstymą.
- VR daro teigiamą poveikį neuroplastiškumui CP pacientų atveju. Atlikus fMRI analizę prieš vaikų su hemipleginiu CP viršutinės galūnės treniravimą VR, buvo nustatytas ryškus dvipusis smegenų žievės suaktyvinimas ir papildomosios žievės toje pačioje pusėje suaktyvinimas. Po treniravimo vaizdo medžiaga praturtintoje VR, minėtas dvipusis suaktyvinimas išnyko ir sensorimotorinė žievė priešingoje pusėje buvo suaktyvinta (*You et al., 2005*).
- Šie pokyčiai buvo glaudžiai susiję su padidėjusiu gebėjimu atlikti siekimo, apsirengimo ir savęs paties valgydinimo užduotis. VR gebėjimas sukurti plačiai įvairuojančius scenarijus, apimančius įvairaus sunkumo spektrą, taip pat pasitarnauja lavinant CP pacientų eiseną (*Koenig et al., 2008*).
- Selektiviame CP pacientų motorikos kontrolės moksliniame tyrime (*Bryanton et al., 2006*) vaikų buvo prašoma atlikti keletą kulkšnių srities pratimų, taikant tiek video medžiaga praturtintą treniravimą, tiek ir tradicines programas. Judesių įvairovę ir tempimo pozicijos išlaikymo laikas buvo geresni VR grupėje; taigi bet kokių judėsiu nauda yra kur kas didesnė pratimų metu naudojant VR.

Santrauka

- Buvo gauti palyginami rezultatai – lyginant subjektų, kuriems pasireiškė intensyvesnės insulto pasekmės, viršutinių galūnių virtualaus ir realaus treniravimą.
- Labiausiai literatūroje pateikta ištyrinėta sritis analizuoja subjektų, kuriems pasireiškia ilgalaikės insulto pasekmės, viršutinės galūnės intervencijas, naudojant laboratorines sistemas.
- Šie palyginimai apibūdina šiek tiek geresnius rezultatus virtualios reabilitacijos intervencijų atveju. Toks privalumas yra aiškesnis nežymių sutrikimų turinčių subjektų atveju.
- Šis privalumas labiau pastebimas pacientų nežymių negalių atvejais. Reikia atlikti daugiau, platesnių ir labiau kontroliuojamų mokslinių tyrimų, kad būtų galima daryti neginčijamas išvadas greta šių dviejų tyrinėjimų linijų.
- Be to, buvo nustatytas nereikšmingas polinkis sulaukti geresnių rezultatų iš treniravimo virtualioje realybėje, lyginant su eisenos ir pusiausvyros lavinimu realioje aplinkoje (*Bermúdez i Badia et al., 2016*).

GRĮŽTAMUOJU RYŠIU GRĮSTAS INTEGRUOTAS FUNKCINIS NEUROMUSKULINIO TRENIRAVIMO ĮVERTINIMAS IR PRINCIPAI, TAIKANT DAUGIAAŠĘ MOTORIZUOTĄ PLATFORMĄ

„HUBER“[®] sistema buvo iš pradžių išplėtota siekiant sustiprinti giliuosius stuburo raumenis ir iš naujo aktyvuoti mirkojudesius bei stuburo artikuliacijų mobilumą.

Tarp daugelio jos taikymų, HUBER[®] taip pat sudaro galimybę atstatyti laikysenos pusiausvyrą ir pagerinti adaptuotus koordinacijos įgūdžius.

1. Koordinacijos ir stiprumo pagerėjimas sportininkų mėgėjų sėdimą veiklą atliekančių asmenų ir pagyvenusių žmonių atveju.
2. Sportuojančių asmenų pusiausvyros ir laikysenos pagerinimas.
3. Poveikis laikysenai, pusiausvyrai ir raumenų funkcijai.
4. Senstančių subjektų pusiausvyros ir laikysenos pagerinimas.
5. Poveikis esant ilgalaikiam apatinės nugaros dalies skausmui (CLBP) etc. (LPG Scientific Research Department, 2006) INTERPROF



GRĮŽTAMUOJU RYŠIU GRĮSTAS INTEGRUOTAS FUNKCINIS NEUROMUSKULINIO TRENIRAVIMO ĮVERTINIMAS IR PRINCIPAI, TAIKANT DAUGIAAŠĘ MOTORIZUOTĄ PLATFORMĄ (

- „Huber Motion Lab“ (LPG Systems, Prancūzija) yra vibruojanti sistema, turinti 2 plačias rankenas, įtaisytas ant judinamos kolonos.
- Atitinkamai ant platformos ir rankenų yra pažymėta keletas pėdų ir plaštakų padėčių.
- HML pratimus sudaro specifinių padėčių adaptavimas, nustatant tai kaip įvairias pėdų ir plaštakų padėčių kombinacijas, taikant žemus- aukštus jėgos, nukreiptos į rankenas, lygius.
- Šiems veiksmams atlikti reikia suaktyvinti apatinių galūnių, liemens ir viršutinių galūnių įvairias raumenų grupes.
- Rankenose yra matuokliai, o grįžtamasis ryšys apie lavinamą jėgą yra pateikiamas vartotojui.
- Be to, interakcinė sąveika, pavaizduota kaip taikinys, informuoja subjektą apie jo/ jos gebėjimą išlaikyti reikiamą jėgos lygį.
- Toks žaidybinis kontrolės skydelis yra skirtas padidinti vartotojo motyvaciją praktikuotis ir pasišvęsti šiai HML treniravimo programai (Guiraud et al., 2016).



GRĮŽTAMUOJU RYŠIU GRĮSTAS INTEGRUOTAS FUNKCINIS NEUROMUSKULINIO TRENIRAVIMO ĮVERTINIMAS IR PRINCIPAI, TAIKANT DAUGIAAŠĘ MOTORIZUOTĄ PLATFORMĄ (3)

Liečiamas kompiuterio ekranas
Papildoma kėdė
Vibruojanti platforma

Jėgos sensoriai rankenose
Judanti kolona
Kompiuterinis programavimas

COMPUTER TOUCHSCREEN

Provides biofeedback for balance and several targets to visualize direction of effort. 3-D position display. Intuitive and ultra-precise programs.



ACCESSORY SEAT

Patients with limited mobility can start in a seated position and then work up to standing. In unlocked mode you can increase the amplitude to do core strengthening by absorbing the movement of the platform with your abs only, instead of your whole lower body.



OSCILLATING PLATFORM

Variable speed and amplitude platform with simple to use accessory attachment system -- foot tilt-pads and seat -- targets lower body to rehabilitate orthopedic and foot/ankle problems, improve balance, gait, and coordination.



FORCE SENSORS IN HANDLES

Four separate handles with variable resistance and mobility for dynamic muscle contraction. Handles capture the strength of your upper body detecting and correcting right and left muscular imbalances. Removable extension for each handlebar.

MOVING COLUMN

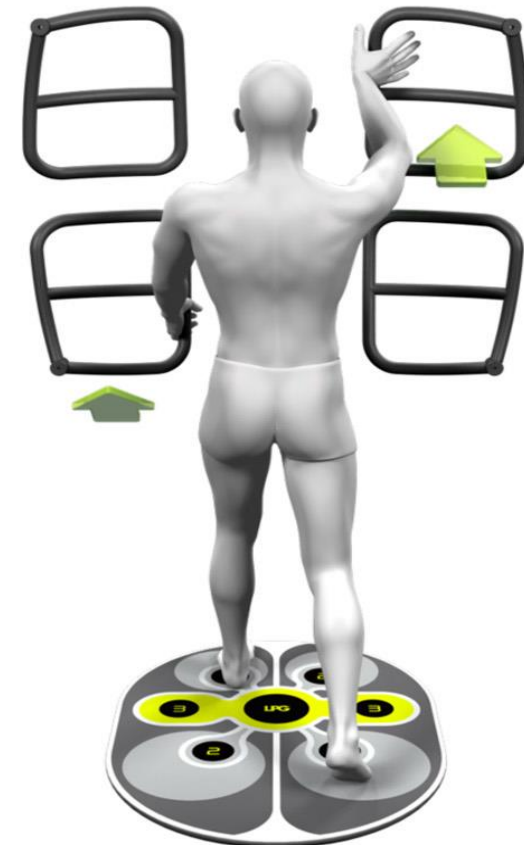
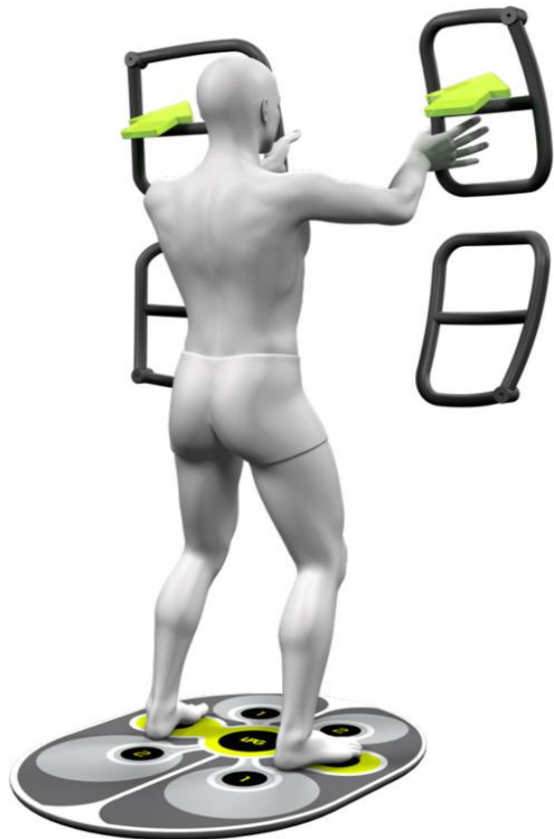
The column height automatically adjusts to operator's height. focuses on the back; precisely targeting the 180 deep muscles of the spine simultaneously.

COMPUTER PROGRAMMING

PC software for personalized exercises and monitoring allows for all ages and all skill levels with 400 exercise routines; even seated exercises are possible.

Iš tiesų šie įvairūs elementai stimuliuoja didžiąją dalį kūno raumenų: kontroliuojant laikyseną, raumenų susitraukimai leidžia išlaikyti laikyseną ir stabilizuoti sąnarius (Couillandre et al., 2008).

Galiausiai, pusiausvyros vertinimo ir stabilumo matavimo panaudojimas tinka vertinti laikysenos kontroliavimą ir galima daryti išvadas, susijusias su propriocepčiais gebėjimais ir neuromuskuliniu kontroliavimu.



GRĮŽTAMUOJU RYŠIU GRĮSTAS INTEGRUOTAS FUNKCINIS NEUROMUSKULINIO TRENIRAVIMO ĮVERTINIMAS IR PRINCIPAI, TAIKANT DAUGIAAŠĘ MOTORIZUOTĄ PLATFORMĄ (4)

- „Huber 360“ yra inovatyvus sprendimas, kuris gali pagerinti neuromuskulinę kontrolę ir bendrą judesių atlikimą, lavinant keturis judesio pagrindinius aspektus: *laikyseną ir pusiausvyrą, lankstumą ir mobilumą, pasipriešinimą ir dinaminį sustiprinimą.*
- Šis įrenginys siūlo tikslinius pratimus, skirtus padidinti vartotojo judesių diapazonui, judesių koordinacijai, stiprumui, pasipriešinimui ir pusiausvyrai. Treniravimasis su „Huber 360“ taip pat pagerina vartotojo KMI ir kardiovaskulinę sveikatą.



GRĮŽTAMUOJU RYŠIU GRĮSTAS INTEGRUOTAS FUNKCINIS NEUROMUSKULINIO TRENIRAVIMO ĮVERTINIMAS IR PRINCIPAI, TAIKANT DAUGIAAŠĘ MOTORIZUOTĄ PLATFORMĄ (5)

- Ši daugiaašė platforma treniruoja visą kūną ir panaudoja vartotojo pažintinius įgūdžius, siekiant padaryti užsiėmimų sesijas efektyvesnes ir smagesnes.
- Ji gali būti naudojama gydant 90% paplitusių patologijų ir siūlo visapusišką atliekamos veiklos įvertinimą atliekant septynis susijusius testus ir pateikia personalizuotas ataskaitas, rodančias paciento pažangą.
- Duomenys yra renkami iš jėgos sensorių, integruotų į platformą ir rankenas.
- Dinamiški pratimai, atliekami ant platformos, yra trumpi, intensyvūs ir pritaikyti pagal vartotojo fizinę būklę siekiant optimalių rezultatų.



GRĮŽTAMUOJU RYŠIU GRĮSTAS INTEGRUOTAS FUNKCINIS NEUROMUSKULINIO TRENIRAVIMO ĮVERTINIMAS IR PRINCIPAI, TAIKANT DAUGIAAŠĘ MOTORIZUOTĄ PLATFORMĄ (6)

- Buvo pademonstruota, kad grįžtamuju ryšių grįstas treniruoklis vienu metu lavina pusiausvyrą, stuburo stabilumą ir stiprumą bei viso kūno stiprumą, sėkmingai pagerina pagyvenusių asmenų fizines funkcijas (*Markovic et al., 2015*); sveikų suaugusių asmenų jėgą ir pusiausvyrą (Couillandre et al., 2008); suteikia jėgos krūtinės srityje ir aukščiausią jėgos rezultatą pacientų, sergančių koronarine širdies liga, atveju (Guiraud et al., 2016); reikšmingas pagerėjimas buvo nustatytas pacientų, patiriančių ilgalaikius apatinės nugaros dalies skausmus ir **išsėtinės sklerozės** atvejais (LPG Scientific Research Department, 2006).
- Įrodyta, kad „Huber 360“ pagerino pagyvenusių moterų neuromuskulinę kontrolę ir veiksmus bei *kognityvines funkcijas* (**Jurakic et al., 2017**).
- Be to, buvo nustatyta, kad „Huber 360“ buvo kur kas efektyvesnis nei „Pilates“ siekiant pagerinti kūno sudėtį, pusiausvyrą bei liemens ir kojų stiprumą.





KINEZITERAPIJA

Nr. LLI-352
INTERPROF



Project is partly financed by
Interreg V-A Latvia – Lithuania Programme 2014-2020

www.latlit.eu