

Reabilitacijos priemonių poveikis vaikų, sergančių cerebriniu paralyžiumi, ėjimo išsvermei. Literatūros sisteminė apžvalga

Ieva Kavaliauskaitė, Jovita Petruolytė, Lina Budrienė, Juozas Raistenskis 

Vilniaus universitetas, Medicinos fakultetas, Sveikatos mokslų institutas, Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra, Vilnius, Lietuva

SANTRAUKA

Tyrimo pagrindimas. Vaikų, sergančių cerebriniu paralyžiumi, sumažėjusi ėjimo išsvermė sąlygoja blogėjančią, neefektyvią ėjimo funkciją ir turi neigiamos įtakos dalyvumui. Tinkamos reabilitacijos priemonės gali reikšmingai padidinti ėjimo išsvermę ir su ja susijusį funkcinį efektyvumą.

Tikslas – įvertinti skirtingų reabilitacijos priemonių veiksmingumą vaikų, sergančių cerebriniu paralyžiumi, ėjimo išsvermei, analizuojant atliktus mokslinius tyrimus.

Metodai. Straipsnių atranka atlikta „PubMed“ duomenų bazėje, pagal darbo temą identifikuojančius raktažodžius ir kriterijus. Atrankos schema atlikta pagal PRISMA gaires.

Rezultatai. Į sisteminę apžvalgą įtraukta 15 publikacijų. Ėjimo išsvermė statistškai reikšmingai ($p < 0,05$) pagerėjo po: eisenos treniruoklio „Gait Trainer GT1“; raumenų jėgos-galios; jėgos-išsvermės + įprastinės intervencijos (INT) treniruočių bei pasyvaus judesio intervencijos, visas lyginant su INT. Taip pat, po: bėgtakio + INT (*vs. ėjimas + INT*); bėgtakio su robotine sistema „3DCaLT“ (*vs. bėgtakis*); VR su bėgtakiu + INT (*vs. bėgtakis + INT*); viso kūno vibracijos (*vs. placebo*) treniruočių.

Išvados. Vaikams, sergantiems cerebriniu paralyžiumi, tam tikros eisenos treniravimo, raumenų jėgos treniravimo bei pasyvaus judesio intervencijos ėjimo išsvermę didina veiksmingiau, lyginant su pavienėmis įprastinėmis intervencijomis. Renkantis iš kelių eisenos treniravimo intervencijų, ėjimo išsvermės treniravimo veiksmingumas priklauso nuo intervencijos specifikos. Taip pat, ėjimo išsvermę veiksmingai didina viso kūno vibracija (lyginant su placebo) bei virtualios realybės komponentas, derinamas su eisenos treniravimu (lyginant su ta pačia intervencija be virtualios realybės komponento).

Raktažodžiai: vaikai, cerebrinis paralyžius, ėjimo išsvermė, reabilitacija, sisteminė apžvalga.

ĮVADAS

Naujausių, viso pasaulio populiacijų tyrimų duomenimis, cerebrinio paralyžiaus (CP) paplitimas vyrauja nuo 1 iki 4 atvejų 1000 gimusiųjų (Centers for Disease Control and Prevention, 2020). 2013 m. sisteminės apžvalgos duomenimis, bendras CP paplitimas pasauliniu lygmeniu yra 2,11 atvejų 1000 gimusiųjų (Oskoui

et al., 2013). Nepaisant to, jog 2020 m. jungtinio Europos ir Australijos tyrimo, lyginančio CP paplitimą, duomenimis, CP paplitimas mažėja (Sellier et al., 2020), tai yra vienas dažniausių vaikų motorikos sutrikimų, kuriam būdingi fiziniai ir kognityviniai simptomai (Graham et al., 2016; Centers for Disease Control and Prevention, 2020). Eisenos sutrikimai yra viena svarbiausių CP diagnozės pasekmių (Aycardi et al., 2019), o sumažėjusi ėjimo išvermė įvardijama kaip pagrindinis veiksnys, sąlygojantis blogėjančią ėjimo funkciją bei turintis įtakos visaverčiam dalyvumui (Fauconnier et al., 2009; Kamp et al., 2014; Fitzgerald et al., 2016). Tikslinga ir į problemos kilmę orientuota reabilitacijos praktika, siekiant pagerinti ėjimo išvermę, gali reikšmingai paveikti vaikų, sergančių CP, funkcinę bei ėjimo efektyvumą (Fiss et al., 2019).

Atlikus pirminę (jau esamų sisteminių apžvalgų) paiešką „PubMed“ duomenų bazėje, pagal raktinių žodžių kombinaciją: „cerebrinis paralyžius“ (angl. *cerebral palsy*), „eiseną / ėjimas“ (angl. *gait / walking*), „reabilitacija“ (angl. *rehabilitation*) bei „sisteminė apžvalga“ (angl. *systematic review*), pastebėta, jog nuo 2010 m. publikuotos 58 sisteminės apžvalgos, kurių dauguma analizuoja vienos reabilitacijos intervencijos arba specifinės jų grupės poveikį įvairiems vaikų, sergančių CP, fiziniams parametrams arba eisenai plačiaja prasme (neiškiriant vieno konkretaus parametro). Šioje duomenų bazėje rasta tik viena, Moreau ir bendraautorių (2016), sisteminė apžvalga-metaanalizė, kurioje nagrinėtas skirtingų reabilitacijos intervencijų poveikis konkrečiam eisenos parametru (ėjimo greičiui), vaikams, sergantiems CP. Nepaisant to, jog nuo 2016 m. „PubMed“ duomenų bazėje nustatytas sisteminių apžvalgų kiekio didėjimas minėta tematika, didelis dėmesys skiriamas atskirų reabilitacijos intervencijų arba jų grupių bendro poveikio analizei, o ne konkrečių eisenos parametru poveikumo įvertinimui. Ši sisteminė apžvalga unikali tuo, jog orientuojasi į iki šiol mokslinėje literatūroje sistemiškai nenagrinėto eisenos parametro – ėjimo išvermės jautrumą / poveikumą skirtingoms reabilitacijos priemonėms.

METODIKA

Straipsnių tinkamumui įvertinti, numatyti įtraukimo ir neįtraukimo kriterijai.

Straipsnių įtraukimo kriterijai:

1. Vaikai (iki 18 m.), sergantys CP (ir eksperimentinė, ir kontrolinė grupė).
2. Eksperimentinis tyrimo tipas (su kontroline grupe).
3. Taikoma reabilitacijos priemonė kaip eksperimentinė sąlyga.
4. Taikomos reabilitacijos intervencijos trukmė >7 d.
5. Įvertinta ėjimo išvermė.

6. Moksliniai straipsniai publikuoti 2010–2019 m.
7. Moksliniai straipsniai pateikiami anglų k.

Straipsnių neįtraukimo kriterijai:

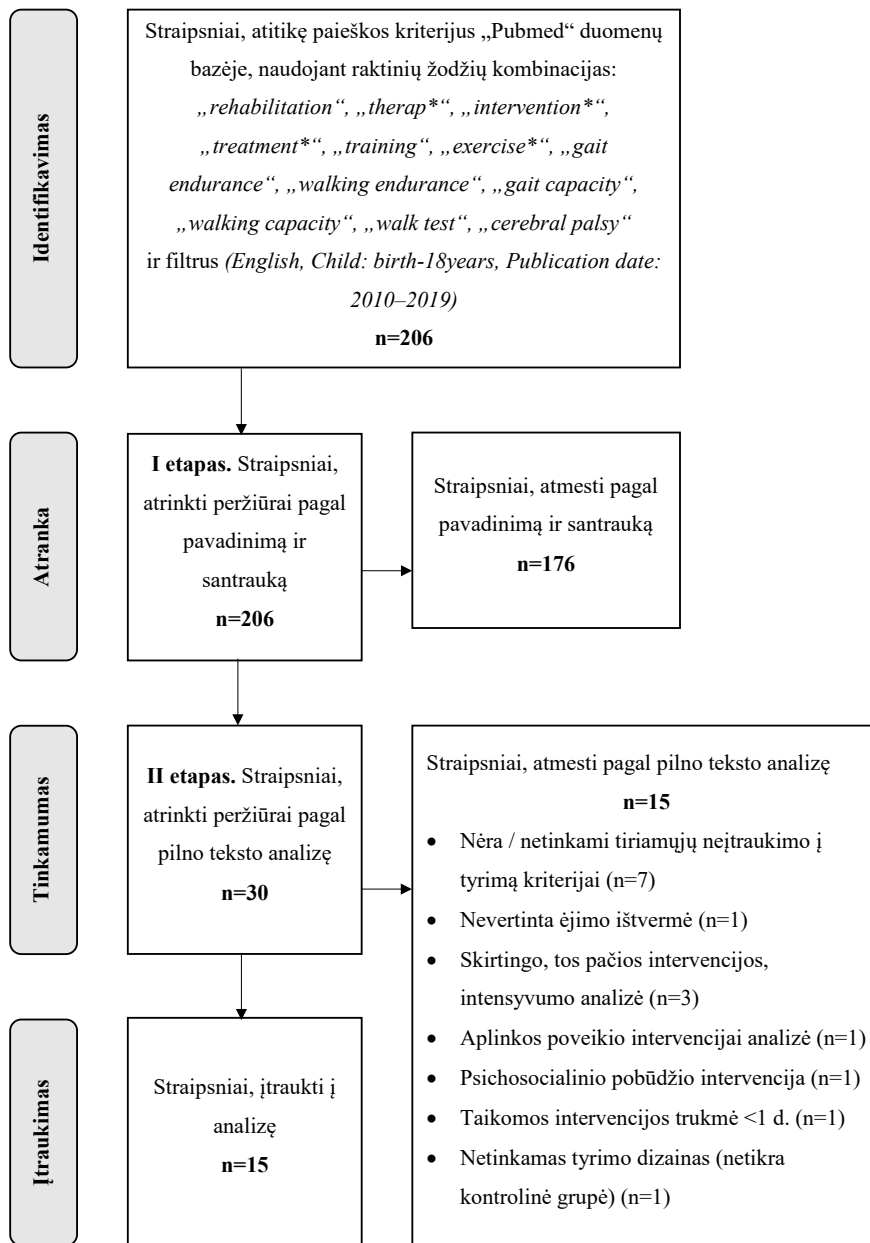
1. Taikoma reabilitacijos priemonė yra psichosocialino pobūdžio arba ortopedinė, kompensacinė.
2. Taikytos papildomos ir alternatyviosios sveikatos priežiūros priemonės.
3. Taikytas medikamentinis gydymas.
4. Taikytos ortopedinės, chirurginės intervencijos.
5. Sisteminės literatūros apžvalgos.

Duomenų paieška ir straipsnių atranka. Mokslinių straipsnių atranka pagal atliekamos sisteminės apžvalgos mokslinių tyrimų įtraukimo ir neįtraukimo kriterijus pavadinime, santraukoje bei pilname tekste, atlikta vieno tyrėjo (1 pav.). Pagal pasirinktus raktažodžius, identifikuojančius mokslinių straipsnių populiacijos (*cerebral palsy*), intervencijos (*rehabilitation, therap*, intervention*, treatment*, training, exercise**) bei baigties (angl. *outcome*) (*gait endurance, walking endurance, gait capacity, walking capacity, walk test*) specifiką, elektroninėje „PubMed“ duomenų bazėje rasti 206 moksliniai straipsniai. Paieškos raktinių žodžių kombinacijos sudarytos naudojant jungtukus: OR (ar) sinonimams bei AND (ir) skirtingoms reikšminėms raktažodžių grupėms. Mokslinių straipsnių identifikavimo procese (pgl. PRISMA gaires) naudoti paieškos filtrai: anglų k., tiriamųjų amžius (nuo gimimo–18 m.), publikavimo data (2010–2019 m.). Pirmajame „Atrankos“ etape atmesti 176 straipsniai pagal pavadinimą ir santrauką. Antrajame „Tinkamumo“ etape, likusiems 30 straipsnių atlikta pilno teksto analizė, po kurios atmesta 15 mokslinių straipsnių, dėl neatitikimo įtraukimo kriterijams / atitikimo neįtraukimo kriterijams. Galutinai į sisteminę apžvalgą įtraukta 15 mokslinių straipsnių. Išsamus mokslinių publikacijų atrankos procesas pateiktas 1 paveiksle.

Atrinktų straipsnių rezultatų pateikimas. Naudojant atrinktų į sisteminę apžvalgą straipsnių vidutinio nueinamo atstumo (metrais) duomenis, vidutinio nueinamo atstumo pokyčio procentinė išraiška apskaičiuota ir pateikta pačių autorių (2 lentelė).

TYRIMO REZULTATAI

Įtrauktų tyrimų charakteristikos. Atlikus mokslinių straipsnių atranką ir analizę pagal pasirinktus raktinius žodžius, rasta 15 mokslinių straipsnių, atitinkančių nagrinėjamos temos koncepciją. 1 lentelėje pateikta išsami, į sisteminę apžvalgą įtrauktų tyrimų, charakteristika.



1 pav. Mokslinių straipsnių atrankos schema

Analizuojant atrinktus straipsnius pagal tiriamųjų CP tipą, dauguma straipsnių (12 iš 15 straipsnių, 3 – nenurodyta) nagrinėja spazminio CP ėjimo išvermės kintamumą, veikiant tam tikrai intervencijai. Devyniuose straipsniuose įtraukti tiriamieji, sergantys spazminiu abipusiu CP, atsižvelgiant į tai, jog keturiuose straipsniuose CP forma nenurodyta. 8 iš 15 straipsnių nagrinėjo konkrečios CP formos, pagal motorinę pakenkimo lokalizaciją (spazminis vienpusis arba abipusis CP), atsaką taikomai intervencijai. Atrinktų straipsnių tiriamųjų amžiaus vidurkis (SD) grupėse vyrauja nuo 6,0 (1,5) iki 13,5 (3,3) metų. Analizuojant tiriamuosius pagal lytį, nėra nei vieno atrinkto straipsnio, kuris nereprezentuotų abiejų lyčių, išskyrus vieną, kuriame lyties duomenys nėra pateikti (Cho et al., 2016). Daugiausia kartų skirtinguose straipsniuose pasikartojęs Stambiosios motorikos funkcijų klasifikavimo sistemos (SMFKS) lygmuo – antras. Nei viename straipsnyje nėra įtraukti tiriamieji, turintys penktą SMFKS lygmenį. Analizuojant atrinktų straipsnių ėjimo išvermės vertinimo metodą, dažniausiai naudotas 6 min. ėjimo testas (11 iš 15 straipsnių) (1 lentelė).

Atrinktuose straipsniuose įvardyta reabilitacijos intervencija buvo priskirta vienai iš trijų intervencijos grupių: eisenos treniravimas; raumenų jėgos treniravimas; mišri (<3 straipsnių atitinkančių tą pačią intervencijos specifiką). Tokios intervencijų grupės buvo sudarytos remiantis atrinktų analizei mokslinių straipsnių intervencijų specifika.

Eisenos treniravimo grupę sudaro šios intervencijos: robotinis eisenos treniravimas; bėgtakio treniruotė; ėjimas stabiliu pagrindu; bėgtakio treniruotė, naudojant dalinę kūno svorio nukrovimo sistemą; ėjimo treniruotė, naudojant treniruoklį „Gait Trainer GT1“; bėgtakio treniruotė, naudojant robotinę eisenos treniravimo sistemą „3DCaLT“ (Willoughby et al., 2010; Smania et al., 2011; Grecco et al., 2013; Swe et al., 2015; Wu et al., 2018; Yazici et al., 2019).

Raumenų jėgos treniravimo grupę sudaro šios intervencijos: progresyvus raumenų jėgos treniravimas; funkcinis raumenų jėgos ir galios treniravimas; kombinuotas raumenų jėgos ir išvermės treniravimas; lengvojo kultūrizmo treniruotė (Van Wely et al., 2014; Peungsuwan et al., 2017; Fosdahl et al., 2019; Kaya Kara et al., 2019).

Mišrią intervencijų grupę sudaro šios intervencijos: abipusė plaštakos-rankos intensyvi terapija, įtraukiant apatines galūnes; virtualios realybės komponentas; kartotinio, pasyvaus judesio intervencija; viso kūno vibracija (Cheng et al., 2013; Cheng et al., 2015; Cho et al., 2016; Bleyenheuft et al., 2017; Levac et al., 2018).

1 lentelė. Įtrauktų į sisteminę apžvalgą straipsnių charakteristika

Nr.	Straipsnis	Tyrimo tipas	CP tipas	Grupės dydis, lytis	Amžius ± SN	Stambiosios motorikos funkcijų klasifikavimo sistema (SMFKS)	Intervencijos grupė	Procedūros trukmė (min./d.) / dažnis (k./sav.) / bendra trukmė (sav.) Bendras procedūrų skaičius (n)	Ėjimo išvermės vertinimo testas
1.	Yazici, M. et al., Turkija, 2019	ET	SV	E=12 6M, 6V	8, 9	I (10), II (2)	Eisenos treniravimas + INT	60/3/12 + N/3/TPL 36 + 36	6 min. ėjimo testas
				K=12 6M, 6V	9, 6	I (10), II (2)	INT	N/3/12 36	
2.	Bleyenheuft, Y. et al., Belgija, JAV, 2017	ET	SA	E=10 4M, 6V	10,5 ± 2,8	II (2), III (7), IV (1)	Mišri	390/7/13d. 13	6 min. ėjimo testas
				K=10 5M, 5V	11,4 ± 3,9	II (2), III (7), IV (1)	INT	N/N/13d. N	
3.	Cho, C. et al., Korėja, 2016	KAIT	S	E=9 N	10,2 ± 3,4	I (3), II (1), III (5)	Mišri + INT	30/3/8 + 30/3/TPL 24 + 24	2 min. ėjimo testas
				K=9 N	9,4 ± 3,8	I (3), II (2), III (4)	Mišri + INT	30/3/8 + 30/3/TPL 24 + 24	
4.	Fosdahl, A. M. et al., Norvegija, 2019	KAIT	SA	E=17 10M, 7V	10,4 ± 2,3	I (10), II (7), III (0)	Raumenų jėgos treniravimas	N/3/16 48	6 min. ėjimo testas
				K=20 6M, 14V	10,0 ± 2,3	I (12), II (7), III (1)	INT	N/N/16 N	
5.	Grecco, C.A.L. et al., Brazilija, 2013	KAIT	CP	E=16 10M, 6V	6,8 ± 2,6	I (5), II (8), III (3)	Eisenos treniravimas + INT	30/2/7 + N/N/TPL 14 + N	6 min. ėjimo testas
				K=17 8M, 9V	6,0 ± 1,5	I (8), II (7), III (2)	Eisenos treniravimas + INT	30/2/7 + N/N/TPL 14 + N	
6.	Kara, K.O. et al., Turkija, 2019	KAIT	SV	E=15 8M, 7V	11,8 ± 2,95	I (15)	Raumenų jėgos treniravimas	90/3/12 36	1 min. ėjimo testas
				K=15 8M, 7V	11,26 ± 3,28	I (15)	INT	60/3/12 36	
7.	Peungsuwan, P. et al., Tailandas, 2017	KAIT	SV, SA	E=8 4M, 4V	13,5 ± 3,3	I (2), II (4), III (2)	Raumenų jėgos treniravimas + INT	70/3/8 + 60/1/TPL 24 + 8	6 min. ėjimo testas
				K=7 3M, 4V	13 ± 4,16	I (2), II (4), III (1)	INT	60/1/8 8	

Reabilitacijos priemonių poveikis vaikų, sergančių cerebriniu paralyžiumi, ėjimo ištermei.
Literatūros sisteminė apžvalga

Nr.	Straipsnis	Tyrimo tipas	CP tipas	Grupės dydis, lytis	Amžius ± SN	Stambiosios motorikos funkcijų klasifikavimo sistema (SMFKS)	Intervencijos grupė	Procedūros trukmė (min./d.) / dažnis (k./sav.) / bendra trukmė (sav.) Bendras procedūrų skaičius (n)	Ėjimo ištermės vertinimo testas
8.	Willoughby, L. K. et al., Australija, 2010	KAIT	CP	E=12 6M, 6V	10,35 ± 3,14	III (5), IV (7)	Eisenos treniravimas + INT	30/2/9 + N/N/ TPL 18 + N	10 min. ėjimo testas
				K=14 5M, 9V	11,24 ± 4,17	III (3), IV (11)	Eisenos treniravimas + INT	30/2/9 + N/N/ TPL 18 + N	
9.	Smania, N. et al., Italija, 2011	KAIT	SA	E=9 5M, 4V	13,88 ± 2,83	I (3), II (2), IV (4)	Eisenos treniravimas	40/5/2 10	6 min. ėjimo testas
				K=9 3M, 6V	12,79 ± 3,08	I (3), III (3), IV (3)	INT	40/5/2 10	
10.	Swe, N. et al., Singapūras, 2015	KAIT	CP	E=15 5M, 10V	13,03 ± 3,56	II (10), III (5)	Eisenos treniravimas + INT	30/2/8 + N/N/ TPL 16 + N	6 min. ėjimo testas
				K=15 5M, 10V	13,37 ± 3,32	II (8), III (7)	Eisenos treniravimas + INT	30/2/8 + N/N/ TPL 16 + N	
11.	Wely, V.L. et al., Nyderlandai, 2014	KAIT	SV, SA	E=25 13M, 12V	9,5 ± 1,5	I (15), II (6), III (4)	Raumenų jėgos treniravimas	60/1-2/16 16-32	1 min. ėjimo testas
				K=24 8M, 16V	10,0 ± 1,8	I (13), II (6), III (5)	INT	N/N/16 N	
12.	Wu, M. et al., JAV, 2018	KAIT	SA	E=11 5M, 6V	11,3 ± 3,8	I (1), II (6), III (3), IV (1)	Eisenos treniravimas	30-40/3/6 18	6 min. ėjimo testas
				K=12 4M, 8V	10,5 ± 2,6	I (2), II (3), III (5), IV (2)	Eisenos treniravimas	30-40/3/6 18	
13.	Cheng, K.H. et al., Taivanas, 2013	ET	SA	E=18 8M, 10V	9,5 ± 2,1	N	Mišri	20/3/8 24	6 min. ėjimo testas
				K=18 8M, 10V	9,5 ± 2,1	N	INT	N/N/8 N	
14.	Cheng, K.H. et al., Taivanas, 2015	ET	SA	E=16 8M, 8V	9,2 ± 2,1	N	Mišri	10/3/8 24	6 min. ėjimo testas
				K=16 8M, 8V	9,2 ± 2,1	N	Placebas	10/3/8 24	

Nr.	Straipsnis	Tyrimo tipas	CP tipas	Grupės dydis, lytis	Amžius ± SN	Stambiosios motorikos funkcijų klasifikavimo sistema (SMFKS)	Intervencijos grupė	Procedūros trukmė (min./d.) / dažnis (k./sav.) / bendra trukmė (sav.) Bendras procedūrų skaičius (n)	Ėjimo išvertmės vertinimo testas
15.	Levac, D. et al., Kanada, 2018	ET	SV, SA	E=5 2M, 3V	12 ± 2,74	I (4), II (1)	Mišri	60-90/5/1 + 30/5/6 5 + 30	6 min. ėjimo testas
				K=6 3M, 3V	13,33 ± 3,08	I (5), II (1)	Mišri	30/5/6 30	

KAIT – klinikinis atsitiktinių imčių tyrimas; ET – eksperimentinis tyrimas; E – eksperimentinė gr.; K – kontrolinė gr.; M – mot. lytis; V – vyr. lytis; SN – standartinis nuokrypis; INT – įprastinė intervencija (tradicinė kineziterapija; kineziterapija + ergoterapija); CP – cerebrinis paralyžius; S – spazminis CP; SA – spazminis abipusis CP; SV – spazminis vienpusis CP; TPL – tas pats laikotarpis; N – nepamainėta.

Straipsniuose pateiktų rezultatų analizė. Atrinktų mokslinių straipsnių rezultatai pateikti ir išanalizuoti, atsižvelgiant į priklausymą konkrečiai intervencijos grupei (eisenos treniravimas, raumenų jėgos treniravimas, mišri) (2 lentelė).

2 lentelė. Įtrauktų į sisteminę apžvalgą straipsnių rezultatai

Nr.	Straipsnis	Grupė	Intervencija	Vidutinis nuėinamas atstumas PRIEŠ (m ± SN)	Vidutinis nuėinamas atstumas PO (m ± SN)	Nuėinamas atstumas: padidėjo ↑, sumažėjo ↓	Vidutinio nuėinamo atstumo pokytis (proc.)	Statistinis reikšmingumas grupėje	Statistinis reikšmingumas tarp grupių	Nepageidaujama reakcija
EISENOS TRENIRAVIMAS										
1.	Yazici, M. et al., Turkija, 2019	E	Robotinis eisenos treniravimas + INT	409,58 ± 49,1	475,17 ± 47,7	↑	16	T	ND	ND
		K	INT	437,0 ± 55,0	459,17 ± 53,7	↑	5	T		
2.	Grecco, C.A.L. et al., Brazilija, 2013	E	Bėgtakio treniruotė + INT	227,4 ± 49,4	377,2 ± 93,0	↑	66	T	T	ND
		K	Ėjimas stabilium pagrindu + INT	222,6 ± 42,6	268,0 ± 45,0	↑	20	T		

Reabilitacijos priemonių poveikis vaikų, sergančių cerebriniu paralyžiumi, ėjimo ištervei.
Literatūros sisteminė apžvalga

Nr.	Straipsnis	Grupė	Intervencija	Vidutinis nuėin-amas atstumas PRIEŠ (m ± SN)	Vidutinis nuėin-amas atstumas PO (m ± SN)	Nuėin-amas atstumas: padidėjo ↑, sumažėjo ↓	Vidutinio nuėin-amo atstumo pokytis (proc.)	Statis-tinis reikš-min-gumas grupėje	Statis-tinis reikš-min-gumas tarp grupių	Nepa-geidau-jama reakcija
3.	Willough-bly L. K. et al., Australija, 2010	E	Bėgtakio treniruotė su DKSN + INT	244,33 ± 115,41	219,38 ± 123,71	↓	10	N	N	Nėra
		K	Ėjimas stabiliu pagrindu + INT	118,36 ± 88,89	135,82 ± 95,65	↑	15	N		
4.	Smania, N. et al., Italija, 2011	E	Ėjimo treniruotė su „Gait Trainer GT1“	292 ± 121,44	360 ± 128,71	↑	23	T	T	Nėra
		K	INT	318 ± 41,3	319 ± 39,60	↑	0	N		
5.	Swe, N. et al., Singapūras2015	E	Bėgtakio treniruotė su DKSN + INT	223,33 ± 94,62	250,60 ± 110,86	↑	12	T	N	Nėra
		K	Ėjimas stabiliu pagrindu + INT	205,00 ± 88,58	249,27 ± 107,84	↑	22	T		
6.	Wu, M. et al., JAV, 2018	E	Bėgtakio treniruotė su sistema „3DCaLT“	314,0 ± 73,7	ND	↑	ND	T	T	ND
		K	Bėgtakio treniruotė	341,7 ± 212,9	ND	↓	ND	N		
RAUMENŲ JĖGOS TRENIRAVIMAS										
7.	Fosdahl, A. M. et al., Norvegija, 2019	E	Progresyvus raumenų jėgos treniravimas	390,5 ± 106,9	436,2 ± 114,8	↑	12	T	N	ND
		K	INT	349,9 ± 112,7	405,2 ± 123,5	↑	16	T		
8.	Kara, K.O. et al., Turkija, 2019	E	Funkcinė raumenų jėgos ir galios treniruotė	94 (80-116) Mediana (min-max)	102,5 (89-118,5)	↑	ND	T	T	Nėra
		K	INT	92 (79-103)	90 (80-110)	↑	ND	N		

Nr.	Straipsnis	Grupė	Intervencija	Vidutinis nuėinamas atstumas PRIEŠ (m ± SN)	Vidutinis nuėinamas atstumas PO (m ± SN)	Nuėinamas atstumas: padidėjo ↑, sumažėjo ↓	Vidutinio nuėinamo atstumo pokytis (proc.)	Statistinis reikšmingumas grupėje	Statistinis reikšmingumas tarp grupių	Nepaėidaujama reakcija
9.	Peungsu-wan P. et al., Tailandas, 2017	E	Kombinuota raumenų jėgos ir išvermės treniruotė + INT	292,11 ± 56,4	349,50 ± 60,7	↑	20	T	T	ND
		K	INT	295,84 ± 96,8	299,50 ± 88,8	↑	1	N		
10.	Wely, V.L. et al., Nyderlandai 2014	E	Lengvojo kultūrizmo treniruotė	86 ± 20	92 ± 22	↑	7	N	N	Klubo sąnario sritis
		K	INT	92 ± 20	94 ± 20	↑	2	N		
MISRI										
11.	Bleyen-heuift, Y. et al., Belgija, JAV, 2017	E	Abipusė plaštakos rankos terapija + apatinės galūnės	190 ± 108,5	226 ± 100,8	↑	19	T	ND	ND
		K	INT	194 ± 101,1	180 ± 111,1	↓	7	N		
12.	Cho, C. et al., Korėja, 2016	E	VR + INT	54,8 ± 30,1	116,1 ± 27,7	↑	112	T	T	ND
		K	Be VR + INT	72,9 ± 45,2	88,9 ± 50,8	↑	22	T		
13.	Cheng, K.H. et al., Taivanas, 2013	E	Pasyvaus judesio intervencija	202,07 ± 19,39	ND	↑	ND	T	T	ND
		K	INT	202,07 ± 19,39	ND	↓	ND	T		
14.	Cheng, K.H. et al., Taivanas, 2015	E	Viso kūno vibracija	201,33 ± 17,51	ND	↑	ND	T	T	ND
		K	Placebas	201,33 ± 17,51	ND	↓	ND	T		
15.	Levac, D. et al., Kanada, 2018	E	VR	515 (385,3 - 787,3)	ND	↓	ND	T	N	ND
		K	Be VR	435,7 (207,5- 536,5)	ND	↓	ND	ND		

DKSN – dalinis kūno svorio nukrovimas; VR – virtuali realybė; ND – nėra duomenų;

SN – standartinis nuokrypis; INT – įprastinė intervencija;

E – eksperimentinė gr.; K – kontrolinė gr.; T – taip; N – ne.

Siekiant pagrįsti analizuojamų intervencijų pasirinkimo pirmenybę, lyginant su pavienėmis įprastinėmis intervencijomis:

2 iš 6 straipsnių, eksperimentinei grupei taikyta pasirinkta reabilitacijos intervencija, o kontrolinei grupei – įprastinė intervencija (INT).

Vidutinis nueinamas atstumas statistiškai reikšmingai ($p < 0,05$) padidėjo po šių intervencijų: robotinis eisenos treniravimas + INT (Yazici et al., 2019); ėjimo treniruotė, naudojant treniruoklį „Gait Trainer GT1“ (Smania et al., 2011) (2 lentelė).

Statistiškai reikšmingai ($p < 0,05$) didesnis vidutinis nueinamas atstumas (lyginant eksperimentinę ir kontrolinę grupes) nustatytas po ėjimo treniruotės, naudojant treniruoklį „Gait Trainer GT1“ (Smania et al., 2011) (2 lentelė).

Remiantis rezultatų analize, robotinis eisenos treniravimas („Innowalk Pro“) + INT turi teigiamą ir reikšmingą poveikį ėjimo išvermei, tačiau nebūtinai yra veiksmingesnis už pavienes INT. Ėjimo treniruotė, naudojant treniruoklį „Gait Trainer GT1“, turi ne tik teigiamą ir reikšmingą poveikį ėjimo išvermei, bet ir yra veiksmingesnė už INT. Abiejų intervencijų veikimo mechanizmai yra panašūs – tai stacionarios, elektromechaninės sistemos su dalinio kūno svorio nukrovimo įranga, imituojančios eisenos ciklą (Smania et al., 2011; Yazici et al., 2019). Atsižvelgiant į tai, jog „Innowalk Pro“ + INT treniruotė buvo taikyta didesnio funkcionalumo vaikams, ilgesnį laikotarpį gaunant didesnę bendrą procedūrų skaičių (1 lentelė) – statistiškai reikšmingas poveikis ėjimo išvermei, lyginant su INT, būtų tikėtinas. Tačiau tokia išvada negalima dėl duomenų stygiaus straipsnyje.

Siekiant pagrįsti pasirinkimo tarp kelių skirtingų intervencijų pirmenybę:

4 iš 6 straipsnių ir eksperimentinei, ir kontrolinei grupei taikyta pasirinkta reabilitacijos intervencija. Vidutinis nueinamas atstumas padidėjo po didžiosios dalies taikytų intervencijų, išskyrus šias: bėgtakio treniruotė, naudojant dalinį kūno svorio nukrovimą (DKSN) + INT ($p > 0,05$) (Willoughby et al., 2010); bėgtakio treniruotė ($p > 0,05$) (Wu et al., 2018).

Vidutinis nueinamas atstumas statistiškai reikšmingai ($p < 0,05$) padidėjo po šių intervencijų: bėgtakio treniruotė + INT (eksperimentinė grupė), ėjimas stabiliu pagrindu + INT (kontrolinė grupė) (Grecco et al., 2013); bėgtakio treniruotė, naudojant DKSN + INT (eksperimentinė grupė), ėjimas stabiliu pagrindu + INT (kontrolinė grupė) (Swe et al., 2015); bėgtakio treniruotė, naudojant robotinę eisenos treniravimo sistemą „3DCaLT“ (Wu et al., 2018) (2 lentelė).

Statistiškai reikšmingai ($p < 0,05$) didesnis vidutinis nueinamas atstumas (lyginant eksperimentinę ir kontrolinę grupes) nustatytas po šių intervencijų: bėgtakio treniruotė + INT (lyginant su ėjimu stabiliu pagrindu + INT) (Grecco et al., 2013); bėgtakio treniruotė, naudojant robotinę eisenos treniravimo sistemą „3DCaLT“ (lyginant su bėgtakio treniruote) (Wu et al., 2018) (2 lentelė).

Remiantis rezultatų analize, tik viename straipsnyje, Willoughby ir kt. (2010) nerado jokio vidutinio nueinamo atstumo statistiškai reikšmingo pokyčio nei grupėse, nei tarp grupių, taikant ėjimą stabilium pagrindu + INT (kontrolinė grupė) bei bėgtakio treniruotę su DKSN + INT (eksperimentinė grupė). Tokios pat intervencijos taikytos Swe ir kt. tyrime (2015), tačiau kontraversiškai kiekviena iš jų turėjo lygiavertį ir statistiškai reikšmingą poveikį ėjimo išvermei. Aiškinant vienodų intervencijų, analizuotų skirtinguose straipsniuose (Willoughby et al., 2010; Swe et al., 2015), poveikio skirtingumą, galimai įtakos rezultatams turėjo tiriamųjų SMFKS lygmuo – didesnio funkcionalumo (II, III lygmens, lyginant su III, IV) vaikai, tikėtina, labiau paveikūs taikytoms intervencijoms (esant panašiam intervencijų intensyvumui tarp straipsnių) (1 lentelė). Siekiant rinktis, tarp ėjimo stabilium pagrindu ir bėgtakio treniruotės su DKSN (šios intervencijos, kombinacijoje su INT), pirmenybė turėtų būti teikiama remiantis tokiais aspektais: treniruotės mechanizmu (pakartojimų skaičius, dėmesio koncentracija), treniruotės pritaikomumu (įrangos poreikis, realios aplinkos veiksnys) ir vaiko būklės sunkumu (Swe et al., 2015). Grecco ir kt. (2013) taip pat nagrinėjo jau minėtą ėjimo stabilium pagrindu ir bėgtakio (abi intervencijos kombinacijoje su INT) poveikį ėjimo išvermei, dar didesnio funkcionalumo vaikams, ir gavo labiau tarpusavyje lygintinus intervencijų poveikio rezultatus. Tyrimo duomenimis, bėgtakio treniruotės pasirinkimui turėtų būti teikiama pirmenybė, siekiant reikšmingai padidinti ėjimo išvermę. Wu ir kt. (2018) rezultatais, renkant tarp bėgtakio treniruotės ir bėgtakio treniruotės, naudojant robotinę eisenos treniravimo sistemą „3DCaLT“, pastaroji intervencija yra veiksmingesnė, siekiant padidinti ėjimo išvermę.

Analizuojant skirtingus straipsnius, pastebėta tendencija, jog renkant tarp ėjimo stabilium pagrindu ir bėgtakio treniruotės (abi intervencijos kombinacijoje su INT) treniruočių poveikis ėjimo išvermei galimai priklauso nuo SMFKS lygmens (atitinkamai naudojant DKSN arba ne). II-III SMFKS lygmens tiriamiesiems veiksmingos abi intervencijos, įtraukus I lygmens tiriamuosius – veiksmingesnė bėgtakio treniruotė, o įtraukus IV lygmens tiriamuosius nėra veiksminga nei viena iš dviejų intervencijų (Grecco et al., 2013; Willoughby et al., 2010; Swe et al., 2015). Tokios įžvalgos padarytos intervencijų taikymo intensyvumui tarp skirtingų straipsnių vyraujant 30 min./d., 2 k./sav., 7–9 sav. laikotarpiu (1 lentelė).

Raumenų jėgos treniravimo intervencijų grupė. Visuose keturiuose straipsniuose eksperimentinei grupei taikyta pasirinkta reabilitacijos intervencija, o kontrolinei grupei – INT.

Vidutinis nueinamas atstumas statistiškai reikšmingai ($p < 0,05$) padidėjo po šių intervencijų: progresyvus raumenų jėgos treniravimas (Fosdahl et al., 2019), funkcinis raumenų jėgos ir galios treniravimas (Kaya Kara et al., 2019), kombinuotas

raumenų jėgos ir išvermės treniravimas + INT (Peungsuwan et al., 2017) (2 lentelė).

Statistiškai reikšmingai ($p < 0,05$) didesnis vidutinis nueinamas atstumas (lyginant eksperimentinę ir kontrolinę grupes) nustatytas po šių intervencijų: funkcinis raumenų jėgos ir galios treniravimas (Kaya Kara et al., 2019), kombinuotas raumenų jėgos ir išvermės treniravimas + INT (Peungsuwan et al., 2017) (2 lentelė).

Wely ir kt. (2014) duomenimis, lengvojo kultūrizmo treniruotės neturi jokio statistiškai reikšmingo poveikio ėjimo išvermei nei eksperimentinėje grupėje, nei lyginant su INT ($p > 0,05$).

Remiantis rezultatų analize, progresyvus raumenų jėgos treniravimas turi teigiamą ir reikšmingą poveikį ėjimo išvermei, tačiau nėra veiksmingesnis už pavienes INT. Funkcinis raumenų jėgos ir galios treniravimas bei kombinuotas raumenų jėgos ir išvermės treniravimas + INT turi ne tik teigiamą ir reikšmingą poveikį ėjimo išvermei, bet ir yra veiksmingesni už pavienes INT. Tikėtina, jog kompleksinis ir sudėtingas funkcinės raumenų jėgos ir galios treniruotės mechanizmas gali būti veiksmingai realizuojamas tik didelio funkcionalumo vaikams (SMFKS I lygmuo) (Kaya Kara et al., 2019), o kombinuotas raumenų jėgos ir išvermės treniravimas skiriasi ne tik savo atlikimo technika (t. y. tiesiogiai veikia širdies ir kraujagyslių sistemą), bet ir yra taikytinas platesniam tiriamųjų spektrui (Peungsuwan et al., 2017) (1 lentelė).

Analizuojant raumenų jėgos treniravimo intervencijų poveikį kitam eisenos parametrai – ėjimo greičiui, Moreau ir kt. (2016) sisteminėje apžvalgoje ir metaanalizėje rasta, jog bendras minėtų intervencijų poveikis ėjimo greičiui nėra statistiškai reikšmingas. Galimai (negalint atmesti intervencijų bei tiriamųjų tarpusavio skirtumų) raumenų jėgos treniravimo intervencijoms labiau paveikus ėjimo išvermės parametras, atsižvelgiant į visiškai skirtingą energijos produkavimą ir poreikį, greitumo ir išvermės atžvilgiu.

Mišri intervencijų grupė. 3 iš 5 straipsnių eksperimentinei grupei taikyta pasirinkta reabilitacijos intervencija, o kontrolinei grupei – INT / placebas. 2 iš 5 straipsnių eksperimentinei grupei taikytas pridėtinis, analizuojamas komponentas prie bazinės intervencijos, o kontrolinei grupei – bazinė intervencija.

Vidutinis nueinamas atstumas padidėjo po didžiosios dalies taikytų intervencijų (eksperimentinėse grupėse), išskyrus vieną – virtualios realybės (VR) komponentas derinamas su aktyviais vaizdo žaidimais ($p < 0,05$) (Levac et al., 2018).

Vidutinis nueinamas atstumas statistiškai reikšmingai ($p < 0,05$) padidėjo po šių intervencijų: abipusė plaštakos-rankos intensyvi terapija, įtraukiant apatines galūnes (Bleyenheuft et al., 2017), VR komponentas, derinamas su bėgtakio treniruote + INT (eksperimentinė grupė), bėgtakio treniruotė be VR komponento +

INT (kontrolinė grupė) (Cho et al., 2016), kartotinio, pasyvaus judesio intervencija (Cheng et al., 2013), viso kūno vibracija (Cheng et al., 2015) (2 lentelė).

Statistiškai reikšmingai ($p < 0,05$) didesnis vidutinis nueinamas atstumas (lyginant eksperimentinę ir kontrolinę grupes) rastas po šių intervencijų: VR komponentas, derinamas su bėgtakio treniruote + INT (lyginant su bėgtakio treniruote be VR + INT) (Cho et al., 2016), kartotinio, pasyvaus judesio intervencija (Cheng et al., 2013), viso kūno vibracija (lyginant su placebo) (Cheng et al., 2015) (2 lentelė).

Remiantis rezultatų analize, abipusė plaštakos-rankos intensyvi terapija, įtraukiant apatines galūnes, turi teigiamą ir reikšmingą poveikį ėjimo išvermei, tačiau nebūtinai yra veiksmingesnė už pavienes INT. Kitų straipsnių analizės duomenimis, kartotinio, pasyvaus judesio intervencija (orientuota į kelio sąnario fleksiją ir ekstenziją) bei viso kūno vibracija turi teigiamą ir reikšmingą poveikį ėjimo išvermei ir yra veiksmingesnės už INT / placebo. Taip pat, VR komponento derinamo su bėgtakio treniruote + INT pasirinkimui turėtų būti teikiama pirmenybė, siekiant reikšmingai padidinti ėjimo išvermę, lyginant su tokia pačia intervencija be VR komponento.

DISKUSIJA

Apibendrinant, rastos ir susistemintos trys reabilitacijos intervencijų grupės (eisenos treniravimas, raumenų jėgos treniravimas bei mišri), kurios nukreiptos į vaikų, sergančių CP, ėjimo išvermės adaptaciją, veikiant tam tikram išorės dirgikliui.

Trijose intervencijų grupėse rasta statistiškai reikšmingai ėjimo išvermę didinančių intervencijų, interpretuojamų kaip:

- Intervencija, (galimai) lygiavertė įprastinėms intervencijoms.
- Intervencija, be pagrįstos pasirinkimo pirmenybės kitos intervencijos atžvilgiu.
- Ėjimo išvermei didesnę įtaką už kitas (įprastines arba tokio paties koncepto) intervencijas, daranti intervencija.

Siekiant susisteminti trijų skirtingų intervencijos grupių reabilitacijos intervencijas, darančias reikšmingą poveikį ėjimo išvermei, svarbus maksimalus įmanomas tiriamųjų charakteristikos homogeniškumas tarp skirtingų straipsnių (sisteminta pagal CP tipą ir SMFKS lygmenis). Grupės amžiaus vidurkis interpretuotas kaip per mažą identiško pasikartojimo tikimybę tarp skirtingų straipsnių turintis rodiklis ir nevertintas kaip tiriamųjų tapatumo kriterijus. Keičiantis amžiui, vyksta individualūs fiziologiniai bei fiziniai organizmo pokyčiai, siejami su adaptacija išorės dirgikliams (Jeffries et al., 2016). Todėl atrinktų intervencijų sisteminimas

atliktas objektyviai neįvertinant jų veiksmingumo esant kitokiam, nei tyrime atrinktų vaikų, amžiui.

Visos rastos, statistiškai reikšmingai ėjimo išvermę didinančios intervencijos, (galimai) lygiavertės įprastinėms intervencijoms:

1. Robotinis eisenos treniravimas + INT (*spazminis vienpusis (SV) CP, SMFKS I, II*).

2. Progresyvus raumenų jėgos treniravimas (*spazminis abipusis (SA) CP, SMFKS I, II, III*).

3. Abipusė plaštakos-rankos intensyvi terapija, įtraukiant apatines galūnes (*SA CP, SMFKS II, III, IV*).

Tikėtinas intervencijų pritaikomumas pagal tiriamųjų ypatybes: SA CP, SMFKS II ar III lygmenys – progresyvus raumenų jėgos treniravimas; abipusė plaštakos-rankos intensyvi terapija, įtraukiant apatines galūnes (amžiaus vidurkis (AV) ~ 10 m.) (1 lentelė).

Visos rastos, statistiškai reikšmingai ėjimo išvermę didinančios intervencijos, be pagrįstos pasirinkimo pirmenybės viena kitos atžvilgiu:

1. Ėjimas stabiliu pagrindu + INT (*CP, SMFKS II, III*).

2. Bėgtakio treniruotė, naudojant DKSN + INT (*CP, SMFKS II, III*).

Tikėtinas intervencijų pritaikomumas pagal tiriamųjų ypatybes: CP (nepatikslinta), SMFKS II ar III lygmenys – abi intervencijos (AV ~ 13 m.) (1 lentelė).

Visos rastos, statistiškai reikšmingai didesnę poveikį ėjimo išvermei už kitas intervencijas, darančios intervencijos:

1. Ėjimo treniruotė, naudojant treniruoklį „Gait Trainer GT1“ (vs. INT) (*SA CP, SMFKS I, II, IV*).

2. Bėgtakio treniruotė + INT (vs. ėjimas stabiliu pagrindu + INT) (*CP, I, II, III*).

3. Bėgtakio treniruotė, naudojant robotinę eisenos treniravimo sistemą „3DCaLT“ (vs. bėgtakio treniruotė) (*SA CP, SMFKS I, II, III, IV*).

4. Funkcinis raumenų jėgos ir galios treniravimas (vs. INT) (*SV, SMFKS I*).

5. Kombinuotas raumenų jėgos ir išvermės treniravimas + INT (vs. INT) (*SV, SA, SMFKS I, II, III*).

6. VR komponentas, derinamas su bėgtakio treniruote + INT (vs. bėgtakio treniruotė be VR komponento + INT) (*S CP, SMFKS I, II, III*).

7. Kartotinio, pasyvaus judesio intervencija (vs. INT) (*SA CP*).

8. Viso kūno vibracija (vs. placebas) (*SA CP*).

Tikėtinas intervencijų pritaikomumas pagal tiriamųjų ypatybes:

SA CP, SMFKS I ar II lygmenys: ėjimo treniruotė, naudojant treniruoklį „Gait Trainer GT1“ (vs. INT); bėgtakio treniruotė, naudojant robotinę eisenos treniravimo sistemą „3DCaLT“ (vs. bėgtakio treniruotė); kombinuotas raumenų jėgos ir išvermės treniravimas + INT (vs. INT) (AV ~ 11–13 m.).

SA CP, SMFKS III lygmuo: bėgtakio treniruotė, naudojant robotinę eisenos treniravimo sistemą „3DCaLT“ (vs. bėgtakio treniruotė); kombinuotas raumenų jėgos ir ištvėrmės treniravimas + INT (vs. INT) (AV ~ 11–13 m.).

SA CP, SMFKS IV lygmuo: ėjimo treniruotė, naudojant treniruoklį „Gait Trainer GT1“ (vs. INT); bėgtakio treniruotė, naudojant robotinę eisenos treniravimo sistemą „3DCaLT“ (vs. bėgtakio treniruotė) (AV ~ 11–13 m.).

SV CP, SMFKS I lygmuo: funkcinis raumenų jėgos ir galios treniravimas (vs. INT); kombinuotas raumenų jėgos ir ištvėrmės treniravimas + INT (vs. INT) (AV ~ 11–13 m.).

SA CP, nediferencijuojant SMFKS lygmenų: kartotinio, pasyvaus judesio intervencija (vs. INT); viso kūno vibracija (vs. placebo) (AV ~ 9 m.) (1 lentelė).

Šios sisteminės apžvalgos rezultatai rodo, jog ėjimo ištvėrmė yra eisenos parametras, paveikus labai įvairioms, atlikimo technika arba veikimo mechanizmu besiskiriančioms intervencijoms. Tokia ėjimo ištvėrmės adaptacija prie labai skirtingų intervencijų galimai priklauso nuo to, jog ėjimo ištvėrmė yra aerobinės ištvėrmės ir funkcinio ėjimo judesio kombinacija, o tai reiškia, jog atstumo, nuiņamo per tam tikrą laiko vienetą, didinimas nebūtinai yra vienakryptis procesas.

Siekiant parinkti veiksmingai ėjimo ištvėrmę didinančią reabilitacijos priemonę, svarbu pastebėti, jog esant tam tikrai funkcinei būklei taikytinos inovatyvios elektromechaninės sistemos, imituojančios eisenos ciklą bei bėgtakio treniruotės kombinacijoje su robotinėmis sistemomis arba VR. Tokios reabilitacijos priemonės reikalauja specialių aplinkos sąlygų bei finansinių išteklių, tačiau yra tausojančios reabilitacijos specialistų fizines sąnaudas ir nukreiptos į konkretaus veiksmo / užduoties didelį kartotinumą. Kitos, veiksmingai ėjimo ištvėrmę didinančios reabilitacijos priemonės, yra orientuotos į sutrikimą t. y.: raumenų jėgos (su galios / ištvėrmės elementais) treniravimas, kartotinio-pasyvaus judesio intervencija bei viso kūno vibracija. Tokių reabilitacijos priemonių taikymas klinikinėje ir namų aplinkoje yra labiau įprastas, paprastas ir dažnai nereikalaujantis jokių finansinių išteklių. Tad veiksmingos reabilitacijos priemonės parinkimas priklauso ne tik nuo vaiko funkcinių galimybių bei subjektyvių būklės veiksnių, bet ir nuo aplinkos sąlygų arba reabilitacijos specialisto šališkumo priemonių parinkimo klausimu.

IŠVADOS

1. *Eisenos treniravimo intervencijų grupės* elektromechaninio eisenos treniruoklio „Gait Trainer GT1“ treniruotė didina ėjimo ištvėrmę veiksmingiau, lyginant su įprastine intervencija. Dviejų panašių intervencijų atžvilgiu, veiksmingesnės bėgtakio treniruotės, jas derinant su įprastine intervencija (*lyginant su ėjimu stabilium pagrindu, derinant su įprastine intervencija*) ir bėgtakio, naudojant robotinę

sistemą „3DCaLT“ treniruotės (*lyginant su bėgtakio treniruote*). Vaikams su II–III Stambiosios motorikos funkcijų klasifikavimo sistemos lygmeniu, vienodai veiksmingos ir ėjimo stabiliu pagrindu (derinant su įprastine intervencija), ir bėgtakio su daliniu kūno svorio nukrovimu (derinant su įprastine intervencija) treniruotės.

2. *Raumenų jėgos treniravimo intervencijų grupės* funkcinis raumenų jėgos ir galios treniravimas bei kombinuotas raumenų jėgos ir išvermės treniravimas (derinant su įprastine intervencija) didina ėjimo išvermę veiksmingiau, lyginant su pavienėmis įprastinėmis intervencijomis.

3. *Mišrios intervencijų grupės* kartotinio, pasyvaus judesio intervencija bei viso kūno vibracija didina ėjimo išvermę veiksmingiau, lyginant su įprastinėmis intervencijomis arba placebo. Taip pat, virtualios realybės komponentas derinamas su bėgtakio treniruote (bei su įprastine intervencija) yra veiksmingesnis, lyginant su tokia pačia intervencija be virtualios realybės komponento.

LITERATŪRA

- Aycardi, L. F., Cifuentes, C. A., Múnera, M., Bayón, C., Ramírez, O., Lerma, S., ... & Rocon, E. (2019). Evaluation of biomechanical gait parameters of patients with Cerebral Palsy at three different levels of gait assistance using the CPWalker. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 16(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12984-019-0485-0>
- Bleyenheuft, Y., Ebner-Karestinis, D., Surana, B., Paradis, J., Sidiropoulos, A., Renders, A., ... & Gordon, A. M. (2017). Intensive upper-and lower-extremity training for children with bilateral cerebral palsy: a quasi-randomized trial. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 59(6), 625-633. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13379>
- Cheng, H. Y. K., Yu, Y. C., Wong, A. M. K., Tsai, Y. S., & Ju, Y. Y. (2015). Effects of an eight-week whole body vibration on lower extremity muscle tone and function in children with cerebral palsy. *Research in developmental disabilities*, 38, 256-261. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.12.017>
- Cheng, H. Y. K., Ju, Y. Y., Chen, C. L., Chang, Y. J., & Wong, A. M. K. (2013). Managing lower extremity muscle tone and function in children with cerebral palsy via eight-week repetitive passive knee movement intervention. *Research in developmental disabilities*, 34(1), 554-561. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.09.020>
- Cho, C., Hwang, W., Hwang, S., & Chung, Y. (2016). Treadmill training with virtual reality improves gait, balance, and muscle strength in children with cerebral palsy. *The Tohoku journal of experimental medicine*, 238(3), 213-218. <https://doi.org/10.1620/tjem.238.213>
- Fauconnier, J., Dickinson, H.O., Beckung, E., et al. (2009). Participation in life situations of 8-12 year old children with cerebral palsy: cross sectional European study. *BMJ*. <https://doi.org/10.1136/bmj.b1458>
- Fiss, A.L., Jeffries, L., Yocum, A., Westcott McCoy, S. (2019). Validity of the Early Activity Scale for Endurance and the 6-Minute Walk Test for Children With Cerebral Palsy. *Pediatric Physical Therapy*. 31(2), 156–63. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000577>
- Fitzgerald, D., Hickey, C., Delahunt, E., Walsh, M., O'Brien, T. (2016). Six-Minute Walk Test in Children With Spastic Cerebral Palsy and Children Developing Typically. *Pediatric Physical Therapy*. 28(2),192–9. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000224>
- Fosdahl, M. A., Jahnsen, R., Kvalheim, K., & Holm, I. (2019). Effect of a combined stretching and strength training program on gait function in children with cerebral palsy, GMFCS level I & II: a randomized controlled trial. *Medicina*, 55(6), 250. <https://doi.org/10.3390/medicina55060250>
- Graham, H.K., Rosenbaum, P., Paneth, N., et al. (2016). Cerebral palsy. *Nature Reviews Disease Primers*. 2: 1–24. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2015.82>

- Grecco, L. A. C., Zanon, N., Sampaio, L. M. M., & Oliveira, C. S. (2013). A comparison of treadmill training and overground walking in ambulant children with cerebral palsy: randomized controlled clinical trial. *Clinical rehabilitation*, 27(8), 686-696. <https://doi.org/10.1177%2F0269215513476721>
- Yazıcı, M., Livanelioğlu, A., Gücüyener, K., Tekin, L., Sümer, E., & Yakut, Y. (2019). Effects of robotic rehabilitation on walking and balance in pediatric patients with hemiparetic cerebral palsy. *Gait & posture*, 70, 397-402. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.03.017>
- Jeffries, L., Fiss, A., McCoy, S. W., & Bartlett, D. J. (2016). Description of primary and secondary impairments in young children with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy*, 28(1), 7-14. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000221>
- Kaya Kara, O., Livaneli Oglu, A., Yardımcı, B.N., Soylu, A.R. (2019). The Effects of Functional Progressive Strength and Power Training in Children With Unilateral Cerebral Palsy. *Pediatric Physical Therapy*. 31(3), 286–95. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000628>
- Kamp, F.A., Lennon, N., Holmes, L., et al. (2014). Energy cost of walking in children with spastic cerebral palsy: relationship with age, body composition and mobility capacity. *Gait Posture* 41(1), 209-14. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.03.187>
- Levac, D., McCormick, A., Levin, M.F., et al. (2018). Active Video Gaming for Children with Cerebral Palsy: Does a Clinic-Based Virtual Reality Component Offer an Additive Benefit? A Pilot Study. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics*. 38(1),74–87. <https://doi.org/10.1080/01942638.2017.1287810>
- Moreau, N. G., Bodkin, A. W., Bjornson, K., Hobbs, A., Soileau, M., & Lahasky, K. (2016). Effectiveness of rehabilitation interventions to improve gait speed in children with cerebral palsy: systematic review and meta-analysis. *Physical therapy*, 96(12), 1938-1954. <https://doi.org/10.2522/ptj.20150401>
- National Center on Birth Defects and Developmental Disabilities, Centers for Disease Control and Prevention (NCBDDD), (2020). <https://www.cdc.gov/ncbddd/index.html>
- Oskoui, M., Coutinho, F., Dykeman, J., Jette, N., & Pringsheim, T. (2013). An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(6), 509-519. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12080>
- Peungsuwan, P., Parasin, P., Siritaratiwat, W., Prasertnu, J., & Yamauchi, J. (2017). Effects of combined exercise training on functional performance in children with cerebral palsy: A randomized-controlled study. *Pediatric Physical Therapy*, 29(1), 39-46. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000338>
- Sellier, E., McIntyre, S., Smithers-Sheedy, H., & Platt, M. J. (2020). European and Australian cerebral palsy surveillance networks working together for collaborative research. *Neuropediatrics*, 51(02), 105-112. <https://doi.org/10.1055/s-0039-3402003>
- Smania, N., Bonetti, P., Gandolfi, M., Cosentino, A., Waldner, A., Hesse, S., ... & Munari, D. (2011). Improved gait after repetitive locomotor training in children with cerebral palsy. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 90(2), 137-149. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e318201741e>
- Swe, N. N., Sendhilnathan, S., van Den Berg, M., & Barr, C. (2015). Over ground walking and body weight supported walking improve mobility equally in cerebral palsy: a randomised controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 29(11), 1108-1116. <https://doi.org/10.1177/0269215514566249>
- Van Wely, L., Balemans, A.C., Becher, J.G., Dallmeijer, A.J. (2014). Physical activity stimulation program for children with cerebral palsy did not improve physical activity: a randomised trial. *Journal of Physiotherapy*. 60(1), 40–9. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2013.12.007>
- Willoughby, K. L., Dodd, K. J., Shields, N., & Foley, S. (2010). Efficacy of partial body weight-supported treadmill training compared with overground walking practice for children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 91(3), 333-339. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.10.029>
- Wu, M., Kim, J., Arora, P., Gaebler-Spira, D. J., & Zhang, Y. (2017). The effects of the integration of dynamic weight shifting training into treadmill training on walking function of children with cerebral palsy—a randomized controlled study. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 96(11), 765. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000776>

Impact of Rehabilitation Interventions on Walking Endurance in Children with Cerebral Palsy. A Systematic Literature Review

Ieva Kavaliauskaitė, Jovita Petrulytė, Lina Budrienė, Juozas Raistenskis
Vilnius University, Faculty of Medicine Health Science Institute, Department of Rehabilitation, Physical and Sports Medicine, Vilnius, Lithuania

ABSTRACT

Background. Decreased walking endurance in children with CP results in impaired gait function and adversely affects participation. Appropriate rehabilitation interventions can significantly increase walking endurance and associated functional efficiency.

The aim. To evaluate the effectiveness of different rehabilitation interventions for walking endurance of children with CP by analyzing scientific research.

Methods. The selection of articles was performed in the “PubMed” database, according to the keywords and criteria identifying the study topic. The selection scheme was performed according to the PRISMA guidelines.

Results. 15 articles were included in the systematic review. Statistically significantly ($p < 0,05$) higher walking endurance was found after: “Gait Trainer GT1” workout; muscle strength-power training; strength-endurance training + usual interventions (INT) and passive movement intervention, all compared to INT. Also, after: treadmill + INT (*vs. walking + INT*); treadmill with the “3DCaLT” robotic system (*vs. treadmill*); virtual reality with treadmill + INT (*vs. treadmill + INT*); whole-body vibration (*vs. placebo*).

Conclusions. In children with cerebral palsy, certain gait training, muscle strength training, and passive movement interventions increase walking endurance more effectively compared to non-combined usual interventions. When choosing from several gait training interventions, the effectiveness of walking endurance training depends on the specifics of the intervention. Also, walking endurance is effectively enhanced by whole-body vibration (compared to placebo) and a virtual reality component combined with gait training (compared to the same intervention without a virtual reality component).

Keywords: children, cerebral palsy, walking endurance, rehabilitation, systematic review.

Gauta 2021 11 23

Priimta 2022 01 23