



## Lokomotorinės funkcijos treniravimo poveikis cerebrinių paralyžių turinčių vaikų eisenos parametrams: sisteminė literatūros apžvalga ir metaanalizė

Emilija Strazdaitė<sup>1,2\*</sup> , Dovilė Kielė<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Lietuvos sporto universitetas, Sveikatinimo ir reabilitacijos katedra, Kaunas, Lietuva

<sup>2</sup> Vilniaus universitetas, Medicinos fakultetas, Sveikatos mokslų institutas, Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra, Vilnius, Lietuva

\* Susirašinėjimui: [emilija.strazdaite@gmail.com](mailto:emilija.strazdaite@gmail.com)

### Santrauka

*Tyrimo pagrindimas.* Cerebrinių paralyžių turinčių vaikų lokomotorinės funkcijos treniravimas yra pakankamai nauja sritis, todėl vis dar trūksta duomenų apie tokio treniravimo poveikį ėjimo funkcijai.

*Tikslas.* Analizuojant atliktus mokslinius tyrimus, įvertinti lokomotorinės funkcijos treniravimo poveikį cerebrinių paralyžių turinčių vaikų eisenos parametrams.

*Metodai.* Remiantis PubMed (MEDLINE) ir CINAHL Ultimate (EBSCOhost) atliktos klinikinių atsitiktinių imčių tyrimų paieškos rezultatais, atlikta sisteminė literatūros apžvalga ir metaanalizė.

*Rezultatai.* Į sisteminę literatūros apžvalgą įtraukta 15 mokslinių tyrimų, kuriuose dalyvavo 375 cerebrinių paralyžių turintys vaikai. Atliktos metaanalizės rezultatai parodė, jog lokomotorinės funkcijos treniravimo intervencijos, lyginant su standartiniais cerebrinio paralyžiaus gydymo metodais, pasižymi mažu poveikiu ėjimo greičiui (Cohen  $d = 0,16$ ), ėjimo ritmui (Cohen  $d = 0,16$ ) ir žingsnio ilgiui (Cohen  $d = 0,18$ ).

*Išvados.* Standartinių procedūrų papildymas lokomotorinės funkcijos treniravimo intervencijomis turi mažo dydžio teigiamą poveikį cerebrinių paralyžių turinčių vaikų eisenos erdvės ir laiko parametrams – ėjimo greičiui, ėjimo ritmui ir žingsnio ilgiui.

**Reikšminiai žodžiai:** cerebrinis paralyžius, vaikai, lokomotorinės funkcijos treniravimas, eisenos erdvės ir laiko parametrai

## 1. ĮVADAS

Pasaulyje cerebrinis paralyžius diagnozuojamas 1,5–3,4 atvejų iš 1 000 gyvų gimusių kūdikių ir yra laikomas dažniausia motorinio neįgalumo priežastimi vaikų populiacijoje (McIntyre et al., 2022). Sumažėjęs ėjimo greitis ir kitų eisenos parametrų sutrikimai lemia cerebrinių paralyžių turinčių asmenų dalyvavimo ribotumą bei gyvenimo kokybės pablogėjimą (Pirpiris et al., 2006). Lokomotorinės funkcijos treniravimas yra užduočiai specifiškas ir dideliu pakartojimų skaičiumi pasižymintis aktyvus reabilitacijos metodas, skirtas ugdyti eisenos modelį asmenims, turintiems motorinių sutrikimų (Gorski et al., 2016). Remiantis užduočiai specifiško treniravimo paradigma, eisenos įgūdžių lavinimas praktikuojant vaikščiojimą yra geriausias būdas pagerinti eisenos modelį cerebrinių paralyžių turintiems asmenims (Smania et al., 2011). Žinoma, jog užduočiai specifinės intervencijos reikšmingai teigiamai veikia cerebrinių



paralyžių turinčių vaikų viršutinės galūnės funkciją bei smulkiąją motoriką (Plasschaert, Vriezolk, Aarts, Geurts, & Van den Ende, 2019). Apatinėms galūnėms skirtas užduočiai specifiškas treniravimas dažnai įvardijamas kaip lokomotorinės funkcijos treniravimas, o jo poveikis cerebrinių paralyžių turinčių asmenų populiacijai sulaukia vis didesnio tyrėjų dėmesio (Badaru, Olubunmi Ogwumike, & Fatai Adeniyi, 2021). Cerebrinių paralyžių turinčių vaikų lokomotorinės funkcijos treniravimas yra pakankamai nauja sritis, todėl vis dar trūksta duomenų apie tokio treniravimo poveikį ėjimo funkcijai.

**Tyrimo tikslas.** Analizuojant atliktus tyrimus, įvertinti lokomotorinės funkcijos treniravimo poveikį cerebrinių paralyžių turinčių vaikų eisenos parametrus.

## 2. METODAI

**Tiriamieji.** Į sisteminę literatūros apžvalgą įtrauktuose tyrimuose iš viso dalyvavo 375 cerebrinių paralyžių turintys vaikai. 13 mokslinių publikacijų aprašomuose tyrimuose tiriamųjų imtį sudarė spastinių cerebrinių paralyžių turintys vaikai, dviejuose tyrimuose cerebrinio paralyžiaus tipas nurodytas nebuvo. 14 mokslinių publikacijų tiriamųjų amžius svyravo nuo 3 iki 19 metų, vienoje publikacijoje tiriamųjų amžius nurodytas nebuvo. 14 tyrimų tiriamieji priklausė I–IV lygiui, remiantis Stambiosios motorikos funkcijos klasifikavimo sistema (angl. *Gross Motor Function Classification System*), viename tyrime į šią klasifikavimo sistemą atsižvelgta nebuvo. Penkiuose tyrimuose buvo reikalaujama, jog tiriamieji gebėtų eiti be jokių pagalbinių priemonių ar ortezų, keturiuose tyrimuose tiriamiesiems buvo leidžiama naudotis pagalbinėmis priemonėmis (pavyzdžiui, vaikštytėmis, lazdomis), likusiuose tyrimuose informacijos apie pagalbinių priemonių naudojimą nepateikta. 10 tyrimų buvo atsižvelgta į medikamentų vartojimo statuso poveikį ištyrimo rezultatams – nebuvo įtraukiami tiriamieji, kuriems 3–24 mėnesių laikotarpiu taikytos botulino neurotoksino ar kitų antispastinių medikamentų injekcijos į apatinių galūnių raumenis.

**Tyrimo metodai ir organizavimas.** Sisteminė literatūros apžvalga ir metaanalizė, parengta remiantis *PRISMA* (angl. *Preferred Reporting Item for Systematic Review and Meta-Analyses*) metodinėmis rekomendacijomis (Page et al., 2021). Remiantis *PubMed (MEDLINE)* ir *CINAHL Ultimate (EBSCOhost)* atliktos klinikinių atsitiktinių imčių tyrimų paieškos rezultatais, atlikta sisteminė literatūros apžvalga ir metaanalizė. Mokslinių publikacijų paieška vykdyta nuo 2022 m. balandžio mėnesio iki 2022 m. spalio mėnesio. Iš viso rastos 363 mokslinės publikacijos. Į sisteminę literatūros apžvalgą įtraukta 15 nustatytus atrankos kriterijus atitikusių tyrimų. Įtraukimo kriterijai: 1) su žmonėmis atlikti klinikiniai atsitiktinių imčių tyrimai, publikuoti anglų kalba 2013–2022 m. laikotarpiu bet kurioje pasaulio šalyje; 2) intervencija taikoma cerebrinių paralyžių turintiems vaikams; 3) taikomos lokomotorinės funkcijos treniravimo intervencijos; 4) vertintas taikytų intervencijų poveikis tiriamųjų erdvės ir laiko eisenos parametrus – ėjimo greičiui, ėjimo ritmui, žingsnio ilgiui. Neįtraukimo kriterijai: 1) sisteminės literatūros apžvalgos, metaanalizės, konferencijų pranešimai, baigiamieji darbai ar disertacijos, žvalgomieji tyrimai, kvazi-eksperimentai, kohortiniai, atvejo ir kontrolės tyrimai bei atvejų studijos; 2) intervencija taikoma sveikiems, kitų sutrikimų turintiems vaikams ar suaugusiems asmenims; 3) mišrios arba lokomotorinei funkcijai treniuoti skirtos alternatyvios intervencijos; 4) vertintas taikytų intervencijų poveikis kitiems erdvės ir laiko, kinetiniams bei kinematiniais eisenos parametrus, ėjimo išvermei ar bendrosios motorikos funkcijoms. Mokslinių publikacijų kokybė vertinta klinikiniams atsitiktinių imčių tyrimams pritaikytu *Cochrane* sisteminių klaidų rizikos vertinimo įrankiu – *RoB 2* (angl. *A revised Cochrane risk of bias tool for randomized trials*) (Sterne et al., 2019). Mokslinėse publikacijose aptariamų intervencijų poveikiui vertinti taikytas aprašomosios analizės metodas ir metaanalizė.

**Matematinė statistika.** Intervencijų poveikis, vertintas remiantis standartizuotu vidurkių skirtumu – Cohen *d*, apskaičiuotu iš mokslinėje publikacijoje autorių pateiktų vidurkių ir standartinių nuokrypių įverčių (Harrer, Cuijpers, Furukawa, & Ebert, 2021). Bendras poveikio dydis apskaičiuotas, taikant atsitiktinio efekto modelį (angl. *random effects meta-analysis*). Skaičiavimai atlikti naudojant *R (4.2.0 versija)* ir *R Studio (2022.02.1+461 versija)* kompiuterines programas (Viechtbauer, 2010).

### 3. REZULTATAI

Daugelyje į sisteminę literatūros apžvalgą įtrauktų tyrimų (60 proc.) buvo lyginamas skirtingų lokomotorinės funkcijos treniravimo intervencijų efektyvumas, likusiuose tyrimuose buvo siekiama palyginti lokomotorinės funkcijos treniravimo ir standartinių intervencijų efektyvumą (1 lentelė). Atsižvelgiant į intervencijų dozavimą, tyrimuose taikytos intervencijos pasižymėjo klinikiškai heterogeniškumu. Intervencijų taikymo laikotarpis svyravo nuo 4 iki 12 sav. Intervencijų taikymo dažnis svyravo nuo 2 iki 6 kartų per sav. Vienos treniruotės trukmė svyravo nuo 20 min. iki 4 val. Bendra taikyto lokomotorinės funkcijos treniravimo trukmė svyravo nuo 2 240 iki 80 640 min. Septyniuose tyrimuose nurodyta, jog lokomotorinės funkcijos treniravimo intervencijos taikytos kaip standartinę kineziterapijos programą papildančios intervencijos. Standartinės kineziterapijos trukmė šešiuose tyrimuose svyravo nuo 30 min iki 1 val., viename tyrime standartinės kineziterapijos procedūros trukmė nurodyta nebuvo.

1 lentelė. Bendroji mokslinių publikacijų charakteristika

Mokslinė publikacija	Tyrimo dalyviai	GMFCS lygis, proc.*	TG taikytos intervencijos	KG taikytos intervencijos	Taikyti vertinimo metodai	Tyrimo kokybė
<b>TRENIRAVIMAS ANT BĖGIMO TAKELIO</b>						
Hösl et al. (2018)	Spastinių CP turintys 5–19 metų amžiaus vaikai, lytis nenurodyta (N = 10) Vokietija	I lygis – 40,00 II lygis – 60,00	Ėjimas nuokalne ant bėgimo takelio (23 min.) 9 sav. 3 k./sav. N = 5	Manualinis statinis blauzdos raumenų tempimas (trukmė nenurodyta) 9 sav. 3 k./sav. N = 5	Trimatė eisenos parametrų analizavimo sistema	Priimtina
Cho et al. (2016)	Spastinių CP turintys 4–16 metų amžiaus vaikai, lytis nenurodyta (N = 18) Pietų Korėja	I lygis – 33,33 II lygis – 16,67 III lygis – 50,00	Treniravimas ant bėgimo takelio su virtualia realybe (30 min.) + standartinė KT (30 min.) 8 sav. 3 k./sav. N = 9	Treniravimas ant bėgimo takelio be virtualios realybės (30 min.) + standartinė KT (30 min.) 8 sav. 3 k./sav. N = 9	10 metrų ėjimo testas	Priimtina
Bıyık et al. (2022)	Spastinių CP turintys 3–12 metų amžiaus vaikai, abilytis (56,67 proc. – ♀) (N = 30) Turkija	II lygis – 36,67 III lygis – 63,33	Treniravimas ant bėgimo takelio (20 min.) + standartinė KT (trukmė nenurodyta) 8 sav. 2 k./sav. N = 15	Standartinė KT (trukmė nenurodyta) 8 sav. 2 k./sav. N = 15	Atramos reakcijos jėgos matavimu pagrįsta sistema	Aukšta

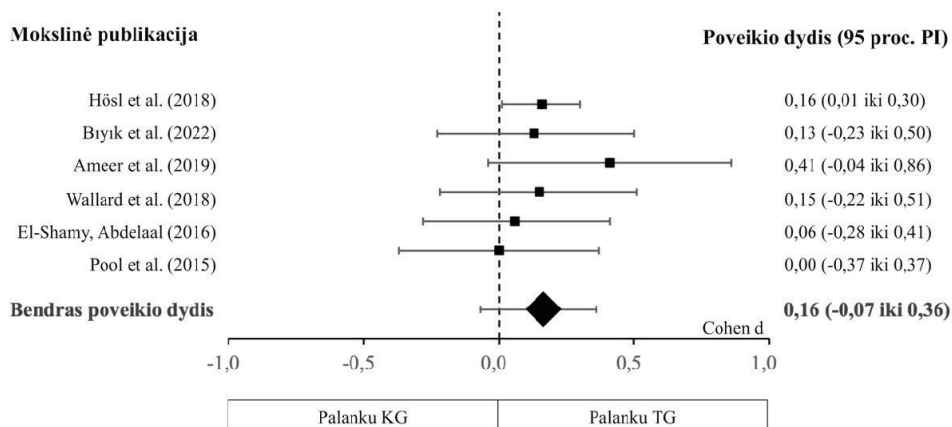
Ameer et al. (2019)	Spastinį CP turintys vaikai, amžius ir lytis nenurodyti (N = 20) Egiptas	I-II lygis, nenurodyta	Treniravimas ant bėgimo takelio (20 min.) + standartinė KT (45 min.) 8 sav. 3 k./sav. N = 10	Standartinė KT (45 min.) 8 sav. 3 k./sav. N = 10	Trimatė eisenos parametrų analizavimo sistema	Aukšta
<b>TRENIRAVIMAS ANT GRINDŲ</b>						
Abdel-Aziem, El-Basatiny (2017)	Spastinį CP turintys 10–14 metų amžiaus vaikai, abi lytys (66,67 proc. – ♀) (N = 30) Egiptas	I lygis – 43,33 II lygis – 56,67	Ėjimas atbulomis ant grindų (25 min.) + standartinė KT programa (1 val.) 12 sav. 3 k./sav. N = 15	Ėjimas į priekį ant grindų (25 min.) + standartinė KT programa (1 val.) 12 sav. 3 k./sav. N = 15	Trimatė eisenos parametrų analizavimo sistema	Aukšta
Choi et al. (2021)	Spastinį CP turintys 7-14 metų amžiaus vaikai, abi lytys (58,33 proc. – ♀) (N = 12) Pietų Korėja	I lygis – 66,67 II lygis – 33,33	Ėjimas atbulomis ant grindų (40 min.) 4 sav. 3 k./sav. N = 6	Ėjimas į priekį ant grindų (40 min.) 4 sav. 3 k./sav. N = 6	Optinė judesių registravimo sistema	Priimtina
Hussein et al. (2019)	Spastinį CP turintys 4–6 metų amžiaus vaikai, abi lytys (50,00 proc. – ♂; 50,00 proc. – ♀) (N = 30) Egiptas	II-III lygis, nenurodyta	Eisenos treniravimas ant grindų su grįžtamoju ryšiu (30 min.) + standartinė KT (1 val.) 8 sav. 3 k./sav. N = 15	Eisenos treniravimas ant grindų be grįžtamojo ryšio (30 min.) + standartinė KT (1 val.) 8 sav. 3 k./sav. N = 15	Atramos reakcijos jėgos matavimo pagrįsta sistema	Aukšta
<b>TRENIRAVIMAS PANAUDOJANT ROBOTUS</b>						
Wallard et al. (2018)	Spastinį CP turintys 8–10 metų amžiaus vaikai, abi lytys (50,00 proc. – ♂; 50,00 proc. – ♀) (N = 30) Belgija	II lygis – 100,00	Robotizuotas eisenos treniravimas (40 min.) 4 sav. 5 k./sav. N = 14	Treniravimas netaikytas 4 sav. 5 k./sav. N = 16	Trimatė eisenos parametrų analizavimo sistema	Priimtina

Wu et al. (2017)	CP turintys 4–16 metų amžiaus vaikai, abi lytys (60,87 proc. – ♂) (N = 23) JAV	I-IV lygis, nenurodyta	Robotizuotas eisenos treniravimas ant bėgimo takelio (30-40 min.) 6 sav. 3 k/sav. N = 11	Treniravimas ant bėgimo takelio (30-40 min.) 6 sav. 3 k/sav. N = 12	Atramos reakcijos jėgos matavimu pagrįsta sistema	Priimtina
<b>TRENIRAVIMAS PANAUDOJANT KŪNO SVORIO NUKROVIMO METODUS</b>						
Swe et al. (2015)	CP turintys 6–18 metų amžiaus vaikai, abi lytys (66,67 proc. – ♂) (N = 30) Australija	Nenurodyta	Kūno svorį nukraunanti treniruotės ant bėgimo takelio (30 min.) 8 sav. 2 k./sav. N = 15	Eisenos treniravimas ant grindų (30 min.) 8 sav. 2 k./sav. N = 15	10 metrų ėjimo testas	Aukšta
Emara et al. (2016)	Spastinį CP turintys 5–17 metų amžiaus vaikai, abi lytys (70,37 proc. – ♀) (N = 27) Saudo Arabija	I lygis – 7,41 II lygis – 55,56, III lygis – 37,04	Kūno svorį nukraunanti treniruotės „Spider“ narve (30 min.) + standartinė KT (40 min.) 12 sav. 3 k./sav. N = 10	Treniravimas ant bėgimo takelio (30 min.) + standartinė KT (40 min.) 12 sav. 3 k./sav. N = 10	10 metrų ėjimo testas	Priimtina
<b>TRENIRAVIMAS PANAUDOJANT FUNKCINĘ ELEKTROSTIMULIACIJĄ</b>						
El-Shamy, Abdelaal (2016)	Spastinį CP turintys 8–12 metų amžiaus vaikai, abi lytys (61,76 proc. – ♂) (N = 34) Egiptas	I lygis – 52,94 II lygis – 47,06	Funkcinė elektrostimuliacija (2 val.) + standartinė KT (1 val.) 12 sav. 3 k./sav. N = 17	Standartinė KT (1 val.) 12 sav. 3 k./sav. N = 17	Atramos reakcijos jėgos matavimu pagrįsta sistema	Aukšta
Pool et al. (2015)	Spastinį CP turintys 5–18 metų amžiaus vaikai, abi lytys (53,13 proc. – ♂) (N = 32) Australija	I lygis – 62,50 II lygis – 37,50	Funkcinė elektrostimuliacija (4 val.) 8 sav. 6 k./sav. N = 15	Įprasti ortezai 8 sav. 6 k./sav. N = 15	Vizualinė judesių registravimo sistema – video analizė	Aukšta

KITI LOKOMOTORINĖS FUNKCIJOS TRENIRAVIMO METODAI						
Damiano et al. (2017)	Spastinį CP turintys 5–17 metų amžiaus vaikai, abilytys (70,37 proc. – ♀) (N = 27) JAV	I lygis – 7,41 II lygis – 55,56, III lygis – 37,04	Treniravimas ant elipsinio treniruoklio (20 min.) 12 sav. 5 k./sav. N = 14	Treniravimas ant stacionaraus dviračio (20 min.) 12 sav. 5 k./sav. N = 13	Trimatė eisenos parametrų analizavimo sistema	Aukšta
Aras et al. (2019)	Spastinį CP turintys 6–14 metų amžiaus vaikai, abilytys (62,07 proc. – ♂) (N = 29) Turkija	II lygis – 82,76 III lygis – 17,24	TG1: robotizuotas eisenos treniravimas (45 min.) 4 sav. 5 k./sav. N = 10 TG2: treniravimas ant antigravitacinio bėgimo takelio (45 min.) 4 sav. 5 k./sav. N = 9	Kūno svorį nukraunantis ant bėgimo takelio (45 min.) 4 sav. 5 k./sav. N = 10	Trimatė eisenos parametrų analizavimo sistema	Priimtina

Pastaba. CP – cerebrinis paralyžius; GMFCS – Stambiosios motorikos funkcijos klasifikavimo sistemą (angl. Gross Motor Function Classification System); BoNT-A – botulino neurotoksinas- A; ♂ – berniukai; ♀ – mergaitės; \* – perskaičiuota iš mokslinės publikacijos autorių pateikiamų duomenų.

**Intervencijų poveikis ėjimo greičiui.** 11 tyrimų intervencijų taikymo laikotarpiu tiriamojoje grupėje fiksuotas reikšmingai didesnis vidutinis ėjimo greitis, lyginant su kontroline grupe. Tiriamojoje grupėje stebėtas vidutinio ėjimo greičio padidėjimas svyravo nuo 0,07 iki 0,5 m/s. Šešių tyrimų, lyginančių lokomotorinės funkcijos treniravimo ir standartinių intervencijų poveikį, metaanalizės rezultatai



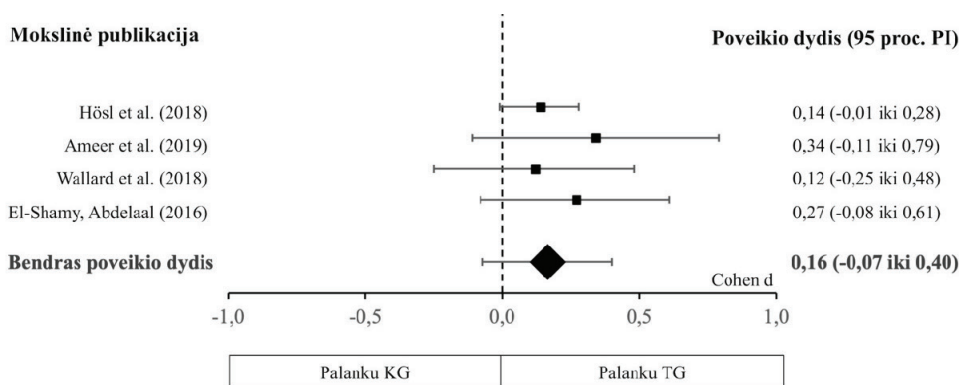
Pastaba: KG – kontrolinė grupė; TG – tiriamoji grupė; PI – pasikliautinis intervalas.

1 pav. Klinikinis intervencijų poveikis ėjimo greičiui

parodė, jog lokomotorinės funkcijos treniravimo intervencijos pasižymi mažu poveikiu ėjimo greičiui ( $d = 0,164$ ; 95 proc. PI:  $-0,068-0,360$ ) (1 pav.). Tyrimų statistinio heterogeniškumo nenustatyta ( $I^2 =$

0,0 proc.,  $p > 0,05$ ). Didžiausias poveikis ėjimo greičiui ( $d = 0,412$ ; 95 proc. PI:  $-0,044-0,860$ ) fiksuotas tyrime, kurio metu tiriamiesiems buvo taikomos standartinės kineziterapijos intervencijos, papildytos lokomotorinės funkcijos treniravimu ant bėgimo takelio (Ameer, Fayez, & Elkholy, 2019). Teigiamas lokomotorinės funkcijos treniravimo intervencijų poveikis ėjimo greičiui išlieka nuo 4 iki 6 sav. po intervencijų taikymo pabaigos.

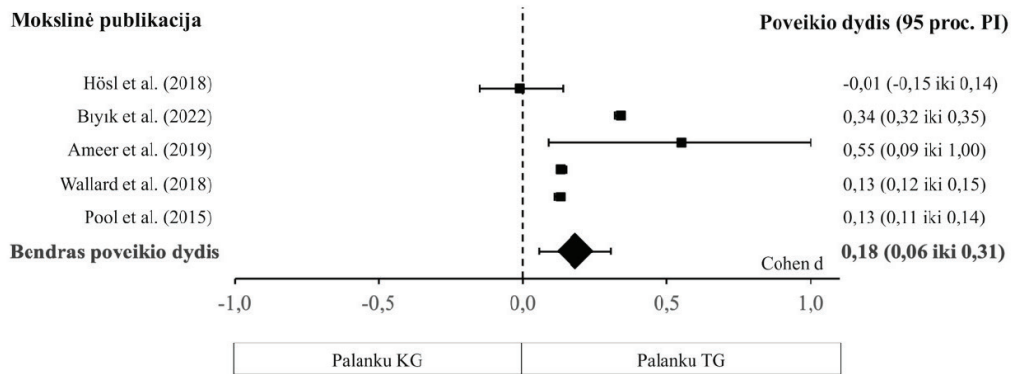
**Intervencijų poveikis ėjimo ritmui.** Šešiuose tyrimuose intervencijų taikymo laikotarpiu tiriamajoje grupėje fiksuoti reikšmingi vidutinio ėjimo ritmo skirtumai, lyginant su kontroline grupe. Tiriamajoje grupėje stebėtas vidutinio ėjimo ritmo pokytis svyravo nuo 6 iki 12,39 žingsn./min. Keturių tyrimų metaanalizės rezultatai parodė, jog lokomotorinės funkcijos treniravimo intervencijos pasižymi mažu poveikiu ėjimo ritmui ( $d = 0,164$ ; 95 proc. PI:  $-0,072-0,400$ ) (2 pav.). Tyrimų statistinio heterogeniškumo nenustatyta ( $I^2 = 0,0$  proc.,  $p > 0,05$ ). Didžiausias klinikinis poveikis ėjimo ritmui fiksuotas tyrimuose, kurių metu tiriamiesiems buvo taikytos standartinės kineziterapijos intervencijos, papildytos lokomotorinės funkcijos treniravimu ant bėgimo takelio ( $d = 0,339$ ; 95 proc. PI:  $-0,112-0,791$ ) arba funkcinė elektrostimuliacija ( $d = 0,270$ ; 95 proc. PI:  $-0,080-0,611$ ) (Ameer et al., 2019; El-Shamy & Abdelaal, 2016). Teigiamas lokomotorinės funkcijos treniravimo intervencijų poveikis ėjimo ritmui stebėtas iki 4 sav. po intervencijų taikymo pabaigos.



Pastaba: KG – kontrolinė grupė; TG – tiriamoji grupė; PI – pasikliautinis intervalas.

2 pav. Klinikinis intervencijų poveikis ėjimo ritmui

**Intervencijų poveikis žingsnio ilgiui.** Šešiuose tyrimuose intervencijų taikymo laikotarpiu tiriamajoje grupėje fiksuoti reikšmingi vidutinio žingsnio ilgio skirtumai, lyginant su kontroline grupe. Tiriamajoje grupėje stebėtas vidutinio žingsnio ilgio padidėjimas svyravo nuo 0,03 iki 0,18 m. Penkių tyrimų metaanalizės rezultatai rodė, jog lokomotorinės funkcijos treniravimo intervencijos pasižymi mažu poveikiu žingsnio ilgiui ( $d = 0,181$ ; 95 proc. PI:  $0,062-0,313$ ) (3 pav.). Stebėtas didelis tyrimų statistinis heterogeniškumas ( $I^2 = 95,8$  proc.,  $p < 0,05$ ). Didžiausias poveikis žingsnio ilgiui ( $d = 0,548$ ; 95 proc. PI:  $-0,091-1,000$ ) fiksuotas tyrime, kurio metu tiriamiesiems buvo taikomos standartinės kineziterapijos intervencijos, papildytos lokomotorinės funkcijos treniravimu ant bėgimo takelio (Ameer et al., 2019). Teigiamas lokomotorinės funkcijos treniravimo intervencijų poveikis ėjimo greičiui išlieka nuo 4 iki 6 sav. po intervencijų taikymo pabaigos.



Pastaba: KG – kontrolinė grupė; TG – tiriamoji grupė; PI – pasikliautinasis intervalas.

3 pav. Klinikinis intervencijų poveikis žingsnio ilgiui

#### 4. DISKUSIJA

Atliktos metaanalizės rezultatai parodė, jog lokomotorinės funkcijos treniravimo intervencijos, lyginant su standartiniais cerebrinio paralyžiaus gydymo metodais, pasižymi mažu teigiamu poveikiu eisenos erdvės ir laiko parametrams – ėjimo greičiui, ėjimo ritmui ir žingsnio ilgiui. Didžiausias poveikis vertintiems eisenos parametrams stebėtas tyrime, kuriame tiriamiesiems 8 sav. tris kartus per savaitę buvo taikoma 20 min. trukmės lokomotorinės funkcijos treniravimu ant bėgimo takelio papildyta standartinė kineziterapijos programa (Ameer, Fayez, & Elkholy, 2019). Teigiamas tokios intervencijos poveikis galėtų būti aiškinamas tuo, jog lokomotorinės funkcijos treniravimas ant bėgimo takelio didina šerdinę kūno temperatūrą, taip sumažindamas gama motorinių neuronų inervuojamų raumeninių skaidulų aktyvumą bei raumenų spastiškumą (Badawy & Ibrahim, 2016).

Nagrinėjant lokomotorinės funkcijos treniravimo poveikį atskiriems eisenos parametrams, pastebėta, jog didžiausias teigiamas ėjimo greičio ir ėjimo ritmo rodiklių vidurkių pokytis stebėtas tyrimuose, kurių metu tiriamiesiems taikytas lokomotorinės funkcijos treniravimas su grįžtamoju ryšiu. Ėjimo greičiui didesnį poveikį darė lokomotorinės funkcijos treniravimas, kurio metu pasitelktas vaizdinis grįžtamasis ryšys (Cho et al., 2016). Ėjimo ritmo rodikliams didesnį poveikį darė proprioceptiniu-vaizdiniu grįžtamoju ryšiu paremta lokomotorinės funkcijos treniravimo intervencija (Hussein et al., 2019). Mūsų atliktoje sisteminėje literatūros apžvalgoje didžiausią klinikinį poveikį turėjusios grįžtamoju ryšiu paremtos lokomotorinės funkcijos treniravimo intervencijos buvo taikytos 8 sav. trijų kartų per savaitę dažniu. Stebėtas teigiamas tokių intervencijų poveikis galėtų būti aiškinamas tuo, jog treniravimo metu pasitelkiamas grįžtamasis ryšys veikia kaip atpildas, skatinantis vaiką taisyklingiau atlikti reikiamą judesį bei gerinantis motorinį mokymąsi (Levin, Weiss, & Keshner, 2015). Nors mokslinėje literatūroje aptinkama įrodymų apie laboratorinėmis sąlygomis fiksuojamus teigiamus cerebrinių paralyžių turinčių vaikų eisenos modelio pokyčius, tačiau nėra aišku, ar šie įgūdžiai galėtų būti pritaikyti pacientų kasdienėje aplinkoje (Carcreff, Gerber, Parasichiv-Ionescu, De Coulon, Newman, Aminian, et al., 2020).

2018 m. Y. Chen ir bendraautorai publikavo sisteminę literatūros apžvalgą ir metaanalizę, kurioje siekė išsiaiškinti virtualios realybės efektyvumą cerebrinių paralyžių turinčių asmenų motorinei funkcijai, analizuodami klinikinius atsitiktinių imčių tyrimus, publikuotus iki 2016 m. gruodžio mėnesio. Autoriai padarė išvadą, jog virtualios realybės intervencijos daro vidutinį poveikį (Cohen d = 0,755) cerebrinių paralyžių turinčių asmenų ambuliacijai (Chen, Fanchiang, & Howard, 2018). 2020 m. N. Warnier vadovaujama tyrėjų grupė publikavo sisteminę literatūros apžvalgą ir metaanalizę, kurioje vertino virtualios realybės intervencijų poveikį eisenai. Į metaanalizę buvo įtraukti keturi tyrimai, publikuoti iki 2019 m. liepos mėnesio. Į metaanalizę nebuvo įtraukti trys autorių aptikti tyrimai, kuriuose nerasta reikšmingo



skirtumo tarp tiriamosios ir kontrolinės grupių, todėl šios metaanalizės rezultatus patarta interpretuoti atsargiai (Warnier, Lambregts, & Port, 2020). Abiejų minėtų sisteminių literatūros apžvalgų autoriai nevertino virtualios realybės intervencijų poveikio atskiriems eisenos erdvės ir laiko parametrams, tokiems kaip ėjimo greitis, ėjimo ritmas ir žingsnio ilgis.

Apibendrinant galima teigti, jog atlikta sisteminė literatūros apžvalga ir metaanalizė leido identifikuoti esamas mokslinės literatūros spragas, įrodančias tolesnių šios srities mokslinių tyrimų poreikį. Nors aptinkama aukštos kokybės mokslinių publikacijų, pagrindžiančių lokomotorinės funkcijos treniravimo intervencijų pritaikomumą cerebrinių paralyžių turinčių vaikų rehabilitacijoje, tačiau atlikti moksliniai tyrimai pasižymi klinikiniu ir statistiniu heterogeniškumu. Interpretuojant atliktos metaanalizės rezultatus, vertėtų atkreipti dėmesį į tai, jog klinikinis poveikio dydis buvo perskaičiuotas, panaudojant antrinius duomenis.

## 5. IŠVADOS IR PERSPEKTYVOS

Nustatyta, jog standartinių procedūrų papildymas lokomotorinės funkcijos treniravimo intervencijomis daro mažo dydžio teigiamą poveikį cerebrinių paralyžių turinčių vaikų eisenos erdvės ir laiko parametrams – ėjimo greičiui, ėjimo ritmui ir žingsnio ilgiui. Planuojami tolesni tyrimai turėtų atsižvelgti į egzistuojantį cerebrinių paralyžių turinčių asmenų populiacijos heterogeniškumą. Kadangi cerebrinio paralyžiaus diagnozė apima plačią motorinių sutrikimų įvairovę pasižymintį populiaciją, atliekant mokslinius tyrimus, vertėtų atkreipti dėmesį į tiriamųjų funkcinio pajėgumo lygmenį.

**Autorių indėlis:** tyrimo idėja, E.S. ir D.K.; metodika, E.S. ir D.K.; formali analizė, E.S. ir D.K.; duomenų tvarkymas, E.S. ir D.K.; pirminės straipsnio versijos rengimas, E.S.; rašymas – peržiūra ir redagavimas, E.S. ir D.K.; vizualizacija, E.S.; priežiūra, D.K. Visi autoriai perskaitė ir sutiko su publikuota rankraščio versija.

**Finansavimas:** nėra.

**Informuoto asmens sutikimas:** netaikoma.

**Interesų konfliktai:** autoriai deklaruoja, kad interesų konflikto nėra.

## Literatūra

- Abdel-Aziem, A. A., & El-Basatiny, H. M. (2017). Effectiveness of backward walking training on walking ability in children with hemiparetic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 31(6), 790–797. <https://doi.org/10.1177/0269215516656468>
- Ameer, A.M., Fayez, E.S., Elkholy, H.H. (2019). Improving spatiotemporal gait parameters in spastic diplegic children using treadmill gait training. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 23, 4, 937–942. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.02.003>
- Aras, B., Yaşar, E., Kesikburun, S., Türker, D., Tok, F., & Yılmaz, B. (2019). Comparison of the effectiveness of partial body weight-supported treadmill exercises, robotic-assisted treadmill exercises, and anti-gravity treadmill exercises in spastic cerebral palsy. *Turkish journal of physical medicine and rehabilitation*, 65(4), 361–370. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2019.3078>
- Badaru, U.M., Olubunmi Ogwumike, O., & Fatai Adeniyi, A. (2021). Impact of lower extremity task-oriented training on the quality of life of children with cerebral palsy. *Advances in Rehabilitation*, 35(2), 1–8. <https://doi.org/10.5114/areh.2021.104907>
- Badawy, W.M., Ibrahim, M.B. (2016). Comparing the effects of aquatic and land-based exercises on balance and walking in spastic diplegic cerebral palsy children. *The Medical Journal of Cairo University*, 84 (1), 1e8.

- Bıyık, K. S., Günel, M. K., & Akyüz, E. Ü. (2022). How does treadmill training contribute to botulinum toxin application plus routine physical therapy in ambulatory children with spastic bilateral cerebral palsy? A randomized controlled trial. *Irish journal of medical science*, 192(1), 209–217. <https://doi.org/10.1007/s11845-022-02960-9>
- Chen, Y., Fanchiang, H. D., & Howard, A. (2018). Effectiveness of Virtual Reality in Children With Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Physical therapy*, 98(1), 63–77. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzx107>
- 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>
- Choi, J. Y., Son, S. M., & Park, S. H. (2021). A Backward Walking Training Program to Improve Balance and Mobility in Children with Cerebral Palsy. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 9(9), 1191. <https://doi.org/10.3390/healthcare9091191>
- Damiano, D. L., Stanley, C. J., Ohlrich, L., & Alter, K. E. (2017). Task-Specific and Functional Effects of Speed-Focused Elliptical or Motor-Assisted Cycle Training in Children With Bilateral Cerebral Palsy: Randomized Clinical Trial. *Neurorehabilitation and neural repair*, 31(8), 736–745. <https://doi.org/10.1177/1545968317718631>
- El-Shamy, S. M., & Abdelaal, A. A. (2016). WalkAide Efficacy on Gait and Energy Expenditure in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 95(9), 629–638. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000514>
- Emara, H. A., El-Gohary, T. M., & Al-Johany, A. A. (2016). Effect of body-weight suspension training versus treadmill training on gross motor abilities of children with spastic diplegic cerebral palsy. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 52(3), 356–363
- Gorski, K., Harbold, K., Haverstick, K., Schultz, E., Shealy, S. E., & Krisa, L. (2016). Locomotor Training in the Pediatric Spinal Cord Injury Population: A Systematic Review of the Literature. *Topics in spinal cord injury rehabilitation*, 22(2), 135–148. <https://doi.org/10.1310/sci2202-135>
- Harrer, M., Cuijpers, P., Furukawa, T.A., & Ebert, D.D. (2021). *Doing Meta-Analysis with R: A Hands-On Guide*. Boca Raton, FL and London: Chapman & Hall/CRC Press. ISBN 978-0-367- 61007-4.
- Hösl, M., Böhm, H., Eck, J., Döderlein, L., & Arampatzis, A. (2018). Effects of backward-downhill treadmill training versus manual static plantarflexor stretching on muscle-joint pathology and function in children with spastic Cerebral Palsy. *Gait & posture*, 65, 121–128. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.07.171>
- Hussein, Z. A., Salem, I. A., & Ali, M. S. (2019). Effect of simultaneous proprioceptive-visual feedback on gait of children with spastic diplegic cerebral palsy. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*, 19(4), 500–506
- Levin, M. F., Weiss, P. L., & Keshner, E. A. (2015). Emergence of virtual reality as a tool for upper limb rehabilitation: incorporation of motor control and motor learning principles. *Physical therapy*, 95(3), 415–425. <https://doi.org/10.2522/ptj.20130579>
- McIntyre, S., Goldsmith, S., Webb, A., Ehlinger, V., Hollung, S. J., McConnell, K., Arnaud, C., Smithers-Sheedy, H., Oskoui, M., Khandaker, G., Himmelmann, K., & Global CP Prevalence Group (2022). Global prevalence of cerebral palsy: A systematic analysis. *Developmental medicine and child neurology*, 64(12), 1494–1506. <https://doi.org/10.1111/dmcn.15346>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ (Clinical research ed.)*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pirpiris, M., Gates, P. E., McCarthy, J. J., D’Astous, J., Tylkowski, C., Sanders, J. O., Dorey, F. J., Ostendorff, S., Robles, G., Caron, C., & Otsuka, N. Y. (2006). Function and well-being in ambula-

- tory children with cerebral palsy. *Journal of pediatric orthopedics*, 26(1), 119–124. <https://doi.org/10.1097/01.bpo.0000191553.26574.27>
- Plasschaert, V. F. P., Vriezেকolk, J. E., Aarts, P. B. M., Geurts, A. C. H., & Van den Ende, C. H. M. (2019). Interventions to improve upper limb function for children with bilateral cerebral palsy: a systematic review. *Developmental medicine and child neurology*, 61(8), 899–907. <https://doi.org/10.1111/dmcn.14141>
- Pool, D., Valentine, J., Bear, N., Donnelly, C. J., Elliott, C., & Stannage, K. (2015). The orthotic and therapeutic effects following daily community applied functional electrical stimulation in children with unilateral spastic cerebral palsy: a randomised controlled trial. *BMC pediatrics*, 15, 154. <https://doi.org/10.1186/s12887-015-0472-y>
- Smania, N., Bonetti, P., Gandolfi, M., Cosentino, A., Waldner, A., Hesse, S., Werner, C., Bisoffi, G., Geroin, C., & 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>
- Sterne, J. A. C., Savović, J., Page, M. J., Elbers, R. G., Blencowe, N. S., Boutron, I., Cates, C. J., Cheng, H. Y., Corbett, M. S., Eldridge, S. M., Emberson, J. R., Hernán, M. A., Hopewell, S., Hróbjartsson, A., Junqueira, D. R., Jüni, P., Kirkham, J. J., Lasserson, T., Li, T., McAleenan, A., ... Higgins, J. P. T. (2019). RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ (Clinical research ed.)*, 366, 14898. <https://doi.org/10.1136/bmj.14898>
- 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>
- Viechtbauer, W. (2010). Conducting Meta-Analyses in R with the metafor Package. *Journal of Statistical Software*, 36(3), 1–48. <https://doi.org/10.18637/jss.v036.i03>
- Wallard, L., Dietrich, G., Kerlirzin, Y., & Bredin, J. (2018). Effect of robotic-assisted gait rehabilitation on dynamic equilibrium control in the gait of children with cerebral palsy. *Gait & posture*, 60, 55–60. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.11.007>
- Warnier, N., Lambregts, S., & Port, I. V. (2020). Effect of Virtual Reality Therapy on Balance and Walking in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review. *Developmental neurorehabilitation*, 23(8), 502–518. <https://doi.org/10.1080/17518423.2019.1683907>
- Wu, M., Kim, J., Arora, P., Gaebler-Spira, D. J., & Zhang, Y. (2017). 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), 765–772. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000776>

# The Effect of Locomotor Training on Gait Parameters in Pediatric Patients with Cerebral Palsy: a Systematic Review and Meta-analysis

Emilija Strazdaitė<sup>1,2\*</sup>, Dovilė Kielė<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Lithuanian Sports University, Department of Health Promotion and Rehabilitation, Kaunas, Lithuania

<sup>2</sup> Vilnius University, Faculty of Medicine, Institute of Health Sciences, Department of Rehabilitation, Physical and Sports Medicine, Vilnius, Lithuania

\* Correspondence: [emilija.strazdaite@gmail.com](mailto:emilija.strazdaite@gmail.com)

## Abstract

*Background.* Locomotor training is a relatively new approach in pediatric cerebral palsy, so there is still a lack of data on its effect of such training on walking function.

*Aim.* To evaluate the effect of locomotor training on gait parameters in pediatric patients with cerebral palsy by reviewing the scientific literature.

*Methods.* A systematic review with meta-analysis was conducted based on the results of the *PubMed (MEDLINE)* and the *CINAHL Ultimate (EBSCOhost)* searches for randomized clinical trials.

*Results.* Fifteen eligible randomized clinical trials involving 375 pediatric patients with cerebral palsy were included. The results of the meta-analysis showed that locomotor training interventions, compared to standard treatment methods for cerebral palsy, have a small effect on walking speed (Cohen  $d = 0,16$ ), cadence (Cohen  $d = 0,16$ ) and step length (Cohen  $d = 0,18$ ).

*Conclusions.* There is evidence that supplementing standard treatment with locomotor training interventions has a small positive and lasting effect on walking speed, cadence and step length in pediatric patients with cerebral palsy.

**Keywords:** cerebral palsy, children, locomotor training, spatiotemporal gait parameters.

Gauta 2024 01 12  
Priimta 2024 06 25