

# SERGANČIŪJŲ PARKINSONO LIGA ĖJIMO RODIKLIŲ POKYČIAI IR EISENOS LAVINIMO METODAI (LITERATŪROS APŽVALGA)

**Aušra Stuopelytė<sup>1</sup>, Rasa Šakalienė<sup>1, 2</sup>**

Lietuvos sveikatos mokslų universitetas<sup>1</sup>  
Lietuvos sporto universitetas<sup>2</sup>

## SANTRAUKA

Parkinsono liga yra lėtinis progresuojantis neurologinis sutrikimas, kuris gali įvairiai paveikti judėjimo funkciją. Pakitę ėjimo rodikliai yra vieni iš dažniausiai pasitaikančių Parkinsono ligos požymių. Sergant Parkinsono liga sumažėja žingsnio ilgis, trukmė, ėjimo greitis ir ritmiškumas, didėja žingsnio cikliškumo trukmė, žingsnio amplitudės ir žingsnio trukmės variacijos koeficientai, didėja griuvimų tikimybė. Todėl yra taikomi įvairūs eisenos lavinimo metodai.

Daugeliu mokslinių tyrimų nagrinėjama ritmiškos stimuliacijos garsu poveikis sergančiųjų Parkinsono liga ėjimo funkcijai. Kaip ritmišką stimuliaciją garsu galima naudoti įvairių žanrų muziką, metronomą, skandavimą ar plojimą. Vienas iš sergančiųjų Parkinsono liga ėjimo lavinimo būdų yra pratybos ant bėgtakio. Kartu su pratybomis ant bėgtakio bandoma taikyti transkranijinę magnetinę stimuliaciją ar virtualią realybę. Ėjimui lavinti taip pat gali būti pasitelktas šiaurietiškojo ėjimo metodas, nes ėjimo technika reikalauja tiesios laikysenos, liemens sukimo, didesnio žingsnio, pėdos statymo nuo kulno. Vis dažniau sergančiųjų Parkinsono liga eisenai lavinti yra pasitelkiamos robotų technologijos. Tyrimai taip pat nurodo dvigubos užduoties poveikį sergančiųjų Parkinsono liga eisenai ir pusiausvyrai. Taikant šį metodą liginiai turi atlikti pirminę užduotį tuo pačiu metu atlikdami ir antrinę, kuri gali būti kognityvinė arba motorinė. Dvigubos užduoties metodas yra nuodugnai tiriamas, nes nuomonės apie jo taikymą yra prieštaringos. Ėjimo skambant muzikai metodas taip pat vis dažniau aprašomas mokslinėje literatūroje. Šio metodo negalima tapatinti su ritmiškos stimuliacijos garsu metodu, nes pastarasis reikalauja tikslaus ėjimo pagal nurodytą ritmą, o ėjimo skambant muzikai taikymas orientuotas į emocijas (muzika parenkama pagal sergančiojo muzikinį skonį). Taikant šiuos metodus didėja pasirinktas ir maksimalusis ėjimo greitis, žingsnio ilgis ir trukmė, nueitas kelias bei mažėja žingsnio trukmės variacijos koeficientas, apsisukimo laikas.

**Raktažodžiai:** eisenos sutrikimai, ėjimo greitis, ritmiška stimuliacija garsu.

## ĮVADAS

Parkinsono liga yra progresuojantis neurologinis sutrikimas, kuris gali įvairiai paveikti judėjimo funkciją [1]. Pakitę ėjimo rodikliai yra vieni iš dažniausiai pasitaikančių Parkinsono ligos požymių. Eisenos pokyčiai įvairuoja priklausomai nuo ligos stadijos. Sergančiųjų Parkinsono

liga eiseną apibūdinama pakitusiais erdvės ir laiko rodikliais [2].

Mūsų **tikslas** – apžvelgti ir išanalizuoti mokslinius straipsnius, nagrinėjančius sergančiųjų Parkinsono liga ėjimo rodiklių pokyčius, eisenos lavinimo metodus bei jų taikymo pagrįstumą.

## METODAI

Atlikta mokslinių straipsnių, publikuotų 1996–2012 metais, paieška *PubMed* duomenų bazėje. Buvo naudoti tokie raktažodžiai: „gait training methods in Parkinson's disease“, „gait parameters in Parkinson's disease“. Atlikta rastos mokslinės literatūros analizė.

**Sergančiųjų Parkinsono liga ėjimo rodiklių pokyčiai.** Analizuodami sergančiųjų Parkinsono liga eiseną, dažnai pastebime sulėtėjusį ėjimą ir krypuojantį žingsnio modelį (orig. *shuffling stride pattern*), taip pat sutrumpėjusį žingsnio ilgį ir sumažėjusią žingsnio trukmę. Kiti pokyčiai gali būti atramos kulnu ir kojos pirštų pakėlimo nepakankamumas, neadekvatus šlaunies, blauzdos ir pėdos lenkimas, ašinis nestabilumas [3]. Sergant Parkinsono liga didėja žingsnio ilgio variacijos koeficientas [4]. Sutrumpėjęs žingsnio ilgis yra laikomas pagrindiniu sergančiųjų šia liga eisenos bruožu [5], o žingsnio ritmo pokytis kelia nemažai diskusijų. Vieni autoriai teigia, kad žingsnių ritmiškumas išlieka nepakitęs [4, 5, 6], kiti pastebi sumažėjusį žingsnių ritmiškumą

[3, 7]. Dar vienas svarbus ėjimo rodiklis, kurio didėjimas lemia dažnesnę griuvimų riziką, yra žingsnio cikliškumo trukmės (orig. *stride cycle time*) variacijos koeficientas [6]. P. Arias ir J. Cudeiro teigia, kad lyginant su kontroline grupe sergančiųjų Parkinsono liga žingsnių ritmiškumas, žingsnio amplitudės variacijos koeficientas ir žingsnio trukmės variacijos koeficientas yra padidėję, o žingsnio amplitudė ir ėjimo greitis – sumažėję [2]. Kalbant apie ėjimo greitį, reikia išskirti pasirinktą ir maksimalią ėjimo greičio dedamąsias. Sergančiųjų Parkinsono liga paprašius eiti pasirinktu greičiu, jie renkasi lėtesnį ėjimą nei sveiki tiriamieji. Taip pat pastebimas mažesnis maksimaliojo ėjimo greičio rodiklis [6]. Taigi naudinga atlikti daugiau tyrimų, kurių metu būtų analizuojami sergančiųjų Parkinsono liga ėjimo rodikliai, metodai, kuriais būtų lavinimas ėjimas.

**Sergančiųjų Parkinsono liga ėjimo lavinimo metodai.** *Ritmiška stimuliacija garsu.* Daugeliu mokslinių tyrimų yra nagrinėjama ritmiškos stimuliacijos garsu

poveikis sergančiųjų Parkinsono liga ėjimo funkcijai [2, 6, 8, 9, 10, 11, 12]. Šis metodas yra taikomas atsižvelgiant į paradoksalių judesių fenomeną (lot. *kinesia paradoxica*). Tai reiškia, kad sergančiųjų Parkinsono liga motorinės programos nepažeistos, tačiau išskyla sunkumų jas priimančiam, jei nėra išorinio dirgiklio, pavyzdžiui, triukšmo, maršo muzikos [1]. Ritmiškai stimuliacijai garsu gali būti naudojama įvairių tempų muzika (klasikinė, džiazas, kantri, liaudies [3], renesanso) [12] ar metronomas [2, 6, 11]. Ritmiškos stimuliacijos garsu dažniai gali būti parinkti iš anksto [11] arba naudojant grįžtamąjį ryšį (prie tiriamojo kojų yra pritvirtinami gavikliai, kurie siunčia informaciją apie ėjimo dažnį į kompiuterį, o šis paverčia dažnį garsu, kuris perduodamas į tiriamojo ausines) [10]. Tyrimais nustatyta, kad taikant ritmišką stimuliaciją garsu padidėja ėjimo greitis [2, 3, 6, 9, 11, 12], žingsnio amplitudė [2, 3, 6, 12], žingsnių ritmiškumas [2, 3, 9, 12], žingsnio fazės trukmė [6], sumažėja žingsnio trukmės variacijos koeficientas [2, 6], apsisukimo laikas [9].

*Pratybos ant bėgtakio, šiaurietiškas ėjimas ir robotų technologijos.* Vienas iš sergančiųjų Parkinsono liga eisenos lavinimo būdų yra pratybos ant bėgtakio. Šis metodas taikomas gana dažnai, nors poveikio mechanizmas dar nėra aiškus. Nepaisant to, pratybos ant bėgtakio taikomos gana dažnai, nes jų metu didėja ėjimo greitis, žingsnio ilgis, ištvėrmė, bet nekinta žingsnių ritmiškumas [13]. Kartu su pratybomis ant bėgtakio bandoma taikyti transkranijinę magnetinę stimuliaciją [14] ar virtualią realybę [15]. Taikant pratybas ant bėgtakio ir transkranijinės magnetinės stimuliacijos metodų kombinaciją padidėja ėjimo greitis ir maksimalusis ėjimo greitis [14], o taikant pratybas ant bėgtakio ir virtualių kliūčių įveikimą padidėja ėjimo greitis, bet sumažėja ėjimo kaitumas [15].

Šiaurietiškas ėjimas taip pat gali būti taikomas sergančiųjų Parkinsono liga ėjimui lavinti. Šis metodas ypač aktualus, nes ėjimo technika reikalauja tiesios laikysenos, liemens sukimo, didesnio žingsnio, pėdos statymo nuo kulno. Tyrimais įrodyta, kad taikant šiaurietiškąjį ėjimą sergantiesiems Parkinsono liga didėja jų žingsnio ilgis, maksimalusis ėjimo greitis, ėjimo kaitumas [16, 17].

Sergančiųjų Parkinsono liga ėjimui lavinti gali būti pasitelktos ir robotų technologijos. Viena iš dažniausiai taikomų yra „Lokomat“ sistema. Taikant robotų technologijas galima padidinti ėjimo greitį, žingsnio ilgį ir nueiti didesnę atstumą [18, 19].

*Dvigubos užduoties metodas.* Norėdami ėjimo metu išlaikyti pusiausvyrą, Parkinsono liga sergantys asmenys dažnai naudoja dėmesio sutelkimo strategijas, tokias kaip veiksmų sekos mintinis kartojimas ar sąmoningos pastangos išlaikyti pusiausvyrą. Dėmesio sutelkimas

sergantiesiems Parkinsono liga buvo tirtas pasitelkiant dvigubos užduoties paradigmą. Tai metodas, kuris reikalauja ligonių atlikti pirminę užduotį (pvz., posturalinė kontrolė) tuo pačiu metu atliekant antrinę, kuri gali būti kognityvinė (pvz., kalba) arba motorinė (pvz., objekto nešimas) [20, 21]. Tiriant dvigubos užduoties poveikį Parkinsono liga sergančiųjų eisenai nustatytas paradoksalus poveikis: mažo kompleksiško užduotis (pvz., einant deklamuoti eilėrašį) lemia padidėjusius svorio centro svyravimus, tačiau šis poveikis yra priešingas taikant didelio kompleksiško užduotis (pvz., eiti lipant per kliūtis ir deklamuoti eilėrašį). Atliekant didelio kompleksiško užduotis, Parkinsono liga sergantys tiriamieji demonstravo sumažėjusius svyravimus, atitinkančius sveikų tiriamųjų rodiklius. Šis poveikis yra statistiškai reikšmingas tiriant abiejose, t. y. frontaliajoje ir sagitaliojoje, plokštumose. Todėl manoma, kad Parkinsono liga sergantys tiriamieji gali pernelyg suvaržyti savo kūno padėtį (orig. *postural adjustment*) ir norėdami neprarasti pusiausvyros sukonzentruotų dėmesį į kognityvines užduotis [20, 22]. Jų kūno padėtis buvo per daug stabilizuota norint išvengti pusiausvyros sutrikimų, kurie gali atsirasti, kai galvos smegenų žievės resursai yra nukreipti į kognityvinę užduotį. Ironiška, tačiau šis per didelis suvaržymas kaip tik lemia didesnę pusiausvyros praradimo tikimybę. Per didelis suvaržymas gali lemti sumažėjusį propriocepcinį grįžtamąjį ryšį ir teoriškai padidinti raumenų kookontraktaciją, o tai mažina sergančiųjų Parkinsono liga gebėjimą reaguoti į netikėtus pusiausvyros trikdžius. Taigi ši dvigubos užduoties strategija lemia padidėjusią griuvimo riziką dėl pusiausvyros praradimo [20]. Kadangi ėjimo metu galvos smegenų žievės resursai yra nukreipti į kognityvinę ar antrinę motorinę užduotį, mažėja ėjimo greitis, didėja ėjimo kaitumas ir griuvimų rizika [21, 23]. Todėl sergantiesiems Parkinsono liga nerekomenduotina taikyti dvigubos užduoties metodo nei norint lavinti ėjimą, nei pusiausvyrą.

*Ėjimas skambant muzikai.* Kaip vieną iš sergančiųjų Parkinsono liga ėjimo lavinimo metodų galima išskirti ėjimą skambant muzikai. Šio metodo negalima tapatinti su ritmiškos stimuliacijos garsu metodu. Ritmiškos stimuliacijos garsu metodo tikslas yra eiti tokiu pačiu tempu, koją diktuoja metronomas ar muzika, o ėjimo skambant muzikai metu nėra stengiamasi pataikyti į ritmą (muzikos taktas gali būti lėtesnis arba greitesnis nei ėjimo tempas). Taikant šį metodą geriausia naudoti asmeniui patinkamą muziką ir atsižvelgti į jo emocinę būseną. Taikant šį metodą buvo nustatyta, kad tiriamieji pradėjo greičiau eiti, padidėjo žingsnio trukmė ir ėjimo ritmiškumas [24].

Šioje apžvalgoje aptartas 21 mokslinis straipsnis, kuriuose nagrinėjami įvairūs Parkinsono liga sergančiųjų eisenos lavinimo metodai. Ištirti 562 sergantieji Parkinsono liga ir 174 sveiki kontrolinės grupės tiriamieji. Tiriamiesiems atrinkti dažniausiai buvo naudojama *Hoehn* ir *Yahr* Parkinsono ligos stadijų skalės (orig. *Hoehn and Yahr scale*), Unifikuota Parkinsono ligos vertinimo skalė

(motorikos dalis) (orig. *Unified Parkinson's Disease Rating Scale*), trumpas protinės būklės tyrimas (orig. *Mini-Mental State Exam*). Ritmiškos stimuliacijos garsu metodas yra daugiausia ištirtas ir aprašytas, o dvigubos užduoties metodo taikymas yra ginčytinas. Todėl rekomenduojama atlikti daugiau tyrimų, kurių metu būtų aiškinamasi dvigubos užduoties metodo taikymo poveikis ir pagrįstumas.

## IŠVADOS

1. Sergančiųjų Parkinsono liga eisena apibūdinama pakitusiais erdvės ir laiko rodikliais: sumažėja žingsnio ilgis, trukmė, ėjimo greitis ir ritmiškumas, didėja žingsnio cikliškumo trukmė, žingsnio amplitudės ir žingsnio trukmės variacijos koeficientai, didėja griuvimų tikimybė.

2. Ieškoma kuo veiksmingesnių metodų, gerinančių eisenos rodiklius ir padedančių sergantiesiems Parkinsono liga kuo ilgiau išlikti savarankiškiems bei sumažinti griuvimų riziką. Plačiausiai yra ištirtas ritmiškos stimuliacijos garsu metodas, o kitų metodų (šiaurietiškojo ėjimo, robotų technologijų, dvigubos užduoties metodo ir kt.) poveikis ir jų pagrįstumas turėtų būti tiriamas toliau.

## LITERATŪRA

- Jankovic, J. (2007). Parkinson's disease: Clinical features and diagnosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 79, 368–376.
- Arias, P., Cudeiro, J. (2008). Effects of rhythmic sensory stimulation (auditory, visual) on gait in Parkinson's disease patients. *Experimental Brain Research*, 186, 589–601.
- Thaut, M. H., McIntosh, G. C., Rice, R. R. et al. (1996). Rhythmic auditory stimulation in gait training for Parkinson's disease patients. *Movement Disorder*, 11, 193–200.
- Lewis, G. N., Byblow, W. D., Walt, S. E. (2000). Stride length regulation in Parkinson's disease: The use of extrinsic, visual cues. *Brain*, 123, 2077–2090.
- Morris, M. E., Iansek, R., Matyas, T. A. et al. (1996). Stride length regulation in Parkinson's disease: Normalization strategies and underlying mechanisms. *Brain*, 119, 551–568.
- Hausdorff, J. M., Lowenthal, J., Herman, T. et al. (2007). Rhythmic auditory stimulation modulates gait variability in Parkinson's disease. *European Journal of Neuroscience*, 26, 2369–2375.
- Willems, A. M., Nieuwboer, A., Chavret, F. et al. (2006) The use of rhythmic auditory cues to influence gait in patients with Parkinson's disease, the differential effect for freezers and non-freezers, an explorative study. *Disability and Rehabilitation*, 28 (11), 721–728.
- Baltadjieva, R., Giladi, N., Gruendlinger, L. et al. (2006). Marked alterations in the gait timing and rhythmicity of patients with de novo Parkinson's disease. *European Journal of Neuroscience*, 24, 1815–1820.
- Arias, P., Cudeiro, J. (2010). Effect of rhythmic auditory stimulation on gait in Parkinson's patients with and without freezing of gait. *PLOS One*, 5, e 9675.
- Hove, M. J., Suzuki, K., Uchitomi, H. et al. (2012). Interactive rhythmic auditory stimulation reinstates natural 1/f timing in gait of Parkinson's patients. *PLOS One*, 7, e 32600.
- Olmo, M. F., Cudeiro, J. (2004). Temporal variability of gait in Parkinson's disease: Effects of rehabilitation programme based on rhythmic sound cues. *Parkinsonism and Related Disorders*, 11, 25–33.
- McIntosh, G. C., Brown, S. H., Rice, R. R. et al. (1997). Rhythmic auditory – motor facilitation of gait patterns in patients with Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 62, 22–26.
- Mehrholz, J., Friis, R., Kugler, J. et al. (2010). Treadmill training for patients with Parkinson's disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 1. Art. No.: CD007830. DOI: 10.1002/14651858.CD007830.pub2.
- Yang, Y. R., Tseng, C. Y., Chiou, S. Y. et al. (2012). Combination of rTMS and treadmill training modulates corticospinal inhibition and improves walking in Parkinson disease: A randomized trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, XX (X), 1–8.
- Mirelman, A., Maidan, I., Herman, T. et al. (2010). Virtual reality for gait training: Can it induce motor learning to enhance complex walking and reduce fall risk in patients with Parkinson's disease? *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 66 A (2), 234–240.
- Reuter, I., Mehnert, S., Leone, P. et al. (2011). Effects of a flexibility and relaxation programme, walking and Nordic walking on Parkinson's disease. *Journal of Aging Research*, 10.4061, 232473.
- Eijkeren, F. J. M., Reijmers, R. S. J., Kleinveld, M. J. et al. (2008). Nordic walking improves mobility in Parkinson's disease. *Movement Disorders*, 23 (15), 2239–2243.
- Picelli, A., Melotti, C., Origano, F. et al. (2012). Robot – assisted gait training in patients with Parkinson disease: A randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 26 (4), 353–361.
- Ustinova, K., Chernikova, L., Bilimenko, A. et al. (2011). Effect of robotic locomotor training in an individual with Parkinson's disease: A case report. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 6 (1), 77–85.
- Holmes, J. D., Jenkins, M. E., Johnson, A. M. et al. (2009). Dual – task interference: The effects of verbal cognitive tasks on upright postural stability in Parkinson's disease. *Parkinson's disease*, 10.4061,696492.
- Yogev, G., Giladi, N., Chava, P. et al. (2005). Dual tasking, gait rhythmicity, and Parkinson's disease: Which aspect of gait are attention demanding? *European Journal of Neuroscience*, 22, 1248–1256.
- Marchese, R., Bove, M., Abbruzzese, G. (2003). Effect of cognitive and motor tasks on postural stability in Parkinson's disease: A posturographic study. *Movement Disorders*, 18 (6), 652–658.
- Hausdorff, J. M., Balash, J., Giladi, N. (2003). Effects of cognitive challenge on gait variability in patients with Parkinson's disease. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 16 (1), 53–58.
- Bruin, N., Doan, J. B., Turnbull, G. et al. (2010). Walking with music is a safe and viable tool for gait training in Parkinson's disease: The effect of a 13-week feasibility study on single and dual task walking. *Parkinson's Disease*, 10.4061, 483530.

# GAIT TRAINING METHODS AND CHANGES IN GAIT PARAMETERS IN PARKINSON'S DISEASE (LITERATURE REVIEW)

**Aušra Stuopelytė<sup>1</sup>, Rasa Šakalienė<sup>1, 2</sup>**

*Lithuanian University of Health Sciences<sup>1</sup>  
Lithuanian Sports University<sup>2</sup>*

## SUMMARY

Parkinson's disease is a chronic progressive neurological disorder that can impact function to a variable degree. Changes in gait parameters are the most common signs of Parkinson's disease. Patients with Parkinson's disease walk with a reduced step length, step time, walking velocity and walking cadence, increased stride cycle time, coefficient of variation of the step amplitude and step time and increased risk to fall. So, various gait training methods are applied. The effect of rhythmic auditory stimulation on gait in Parkinson's disease patients is analysed. We can use various kinds of music, metronome, scansion and clapping as a rhythmic auditory stimulation. One of gait training methods in Parkinson's disease patients is treadmill training. There are attempts to combine treadmill training with transcranial magnetic stimulation and virtual reality. We can use Nordic walking method and because walking technique requires straight posture, trunk rotation, bigger step and heel stride. More often robot-assisted gait training is used in patients with Parkinson's disease gait training. The effect of dual-tasking and walking with music methods for gait and balance training in patients with Parkinson's disease is also analysed. This method requires participants to perform primary and secondary tasks at the same time. The secondary task can be cognitive or motor. Dual-tasking is widely analysed because opinions about applying this method are very controversial. Walking with music method is more often analysed in scientific literature. This method could not be compared to rhythmic auditory stimulation method because the latter requires precise walking to rhythm and walking with music method is oriented to emotional component (music is chosen according patients' music taste). As these methods are applied, we can see an increase in chosen walking and maximal walking velocities, step length and time, distance covered, and decrease in the coefficient of variation of the step time and turning time.

**Keywords:** Gait impairments, walking velocity, rhythmic auditory stimulation.