

Poruchy chůze u pacientů s roztroušenou sklerózou a možnosti jejich rehabilitační terapie

Mgr. Klára Novotná

Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd I. lékařská fakulta Univerzita Karlova a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

Poruchy chůze jsou mezi pacienty s roztroušenou sklerózou jedním z nejčastějších pohybových omezení, které výrazně limituje možnosti aktivit a participace pacientů a tím snižuje jejich kvalitu života. Měřitelné odchylky časoprostorových parametrů chůze jsou přítomné již u pacientů s minimálním neurologickým nálezem. Proto by vhodná rehabilitační intervence zaměřená na řešení obtíží s chůzí měla být nabídnuta pacientům s RS již s mírným nebo středním neurologickým postižením. Cílem by mělo být předejít výraznému úbytku svalové síly a snížení kondice, které pak chůzi dále zhoršují. Rehabilitační terapie by měla vycházet z individuálního kineziologického vyšetření pacienta a být zacílena na jeho dominantní symptom a problém omezující chůzi.

Klíčová slova: roztroušená skleróza, chůze, fyzioterapie, cvičení, kompenzační pomůcky.

Gait impairment in multiple sclerosis patients and their rehabilitation treatment options

Gait impairment is one of the most common symptoms in multiple sclerosis patients. Changes in spatiotemporal gait parameters are present even in those with mild or moderate neurological disability. As a result, rehabilitation care should be offered to all patients with gait and balance problems with the aim to prevent muscle weakness and loss of endurance capacity. Rehabilitation therapy should be based on an individual assessment by the physiotherapist and focused on the main gait disturbing symptom.

Key words: multiple sclerosis, gait, physiotherapy, exercise, mobility aids.

Poruchy chůze jsou jedním z nejběžnějších a také nejviditelnějších pohybových omezení provázejících onemocnění roztroušená skleróza (RS). Poruchy mobility představují hlavní problém až u 85–90% pacientů a negativně ovlivňují kvalitu života pacientů (Zwibel, 2009). Mnozí pacienti vnímají subjektivní omezení chůze již v časných stádiích onemocnění a s postupující délkou onemocnění se procento pacientů, kteří mají obtíže s chůzí, zvyšuje. Potíže s chůzí snižují kvalitu života, protože limitují u osob s RS jejich práceschopnost a další aktivity (Van Asch, 2011).

Poškození chůze je jedním z nejmýznějších pohybových omezení při RS, a proto se právě vyšetření chůze využívá neurologové pro hodnocení míry postižení. V tzv. Kurtzkeho škále EDSS se hodnotí schopnost ujít delší vzdálenost. Stupeň EDSS 0-3,5 je dán na základě vyšetření neurologem (hodnocení jednotlivých funkčních systémů: pyramidový systém, senzitivita, zrak, mozečkové funkce, sfinktery, kmenové a mentální funkce). Při EDSS 4 může pacient ujít bez pomůcky nebo nutnosti odpočinku 500 metrů a více. Pacient se stupněm EDSS 4,5 je schopen chůze bez pomůcky a odpočinku více než 300 m. Je stále možná práce na plný úvazek, ale při některých činnostech může vnímat omezení nebo potřebovat asistenci. Stupeň EDSS 5 znamená schopnost chůze bez pomůcky a nutnosti odpočinku na 200 metrů a více. Pohybové postižení tohoto stupně již narušuje vykonávání běžných denních aktivit. Pro splnění stupně EDSS 5,5 musí být pacient schopen ujít bez pomůcky nebo odpočinku více než 100 metrů. Od stupně EDSS 6 již pacient potřeboje pro chůzi jednostrannou nebo oboustrannou oporu (nejčastěji vycházkovou hůl nebo francouzské hole) a je schopen ujít bez odpočinku nejméně 20 metrů. Pokud ujde méně než 20 metrů a potřeboje pro chůzi oboustrannou oporu, představuje to hodnocení EDSS 6,5. Od stupně EDSS 7 je pacient nucen používat vozík a je schopen ujít s pomůckou cca 5 metrů. EDSS 8–9 je nechodící pacient převážně upoután na lůžko (Kurtzke, 1983).

Rychlost a délka chůze se také hodnotí v různých klinických studiích zkoumajících účinnost léků. Jedná se především o krátký test chůze Timed 25 foot walk test (rychlá chůze na 7,6 metrů) nebo o delší testy chůze na 2 nebo 6 minut (Gijbels et al., 2012).

Chůze je komplexní pohybovou funkcí a její kvalita je závislá nejen na muskuloskeletálním systému dolních končetin a trupu, ale především na nervovém řízení motorických funkcí. Stejně tak je nezbytné intaktní proprioceptivní a povrchové čítí z dolních končetin a správné vyhodnocení sensorických funkcí z okolí. Všechny tyto tělesné struktury mohou být u diagnózy RS poškozovány jednotlivě (ale častěji kombinovaně) v závislosti na lokalizaci a závažnosti zánětlivého procesu v CNS. Nejčastější symptomy narušující chůzi jsou svalová slabost, spasticita, únava, porucha čítí z dolních končetin, narušení rovnováhy nebo porucha zraku.

Pacienti s RS vnímají jako symptom nejvíce narušující chůzi zejména slabost dolních končetin (81 %), únavu (73 %), poruchu rovnováhy a koordinace (67 %), zpomalení pohybu (59 %), sníženou citlivost dolních končetin (54 %) a obtíže s dorziflexí hlezna a tím spojené zakopávání o špičku (41 %) (Van Asch, 2011).

Studie zaměřené na výzkum chůze popisují u pacientů s RS oproti zdravým kontrolám především sníženou rychlost chůze, kratší délku kroku, sníženou kadenci kroků, prodlouženou fázi dvojí opory při chůzi a větší variabilitu délky a doby trvání kroků (Martin et al., 2006; Gehlsen et al., 1986; Morris et al., 2002; Benedetti et al., 1999; Thoumie et al., 2005; Crenshaw et al., 2006; Givon et al., 2009; Kelleher et al., 2010). Tyto změny v časoprostorových parametrech chůze jsou detekovatelné již u pacientů s minimálním neurologickým nálezem (EDSS 0–2,5) (Martin et al., 2006; Benedetti et

al.,1999). Rychlost chůze se postupně s narůstajícím neurologickým deficitem snižuje. Stejně tak dochází k postupnému zkracování délky kroku. Od EDSS 3–3,5 se významně prodlužuje fáze dvojí opory a i nadále dochází k jejímu postupnému dalšímu prodlužování, což může vypovídat o zhoršené stabilitě (Lizrova et al., 2015).

Rychlost chůze a schopnost udržet rovnováhu se u RS pacientů zhorší v situaci, kdy pacient musí rozdělit pozornost mezi chůzi a ještě další úkol (Hamilton et al., 2009), ať již kognitivní nebo motorický (př. chůze a něco nést nebo během chůze hovořit). Oproti zdravým jedincům mají osoby s RS zhoršenou posturální stabilitu nejen při chůzi, ale i při klidném stoji (Cattaneo et al., 2009). Nepřekvapí proto častější pády u RS pacientů nebo i jen častější strach z pádu. Kromě snížené rychlosti chůze je přítomný také změněný rozsah pohybu kloubů dolních končetin. Nejvýraznější je omezení pohybu hlezenního kloubu do dorzální flexe. Tato odchylka byla měřitelná i u pacientů, kteří neměli zjevné oslabení dorzální flexe při neurologickém vyšetření (Kelleher et al., 2010). Dále byl pozorován odlišný vzorec pohybu i v kolenním a kyčelním kloubu (Morris et al., 2002; Benedetti et al., 1999; Crenshaw et al., 2006; Kelleher et al., 2010).

Celkově je chůze méně pravidelná: měřené parametry krokového cyklu, jako je délka stojné a švihové fáze a délka kroku a čas jeho trvání, vykazují u RS větší variabilitu. Variabilita kroku je způsobena především asymetrií svalové síly flexorů a extenzorů kolene a sníženou aerobní kapacitou (Sandroff et al., 2013).

Všechny symptomy narušující chůzi přispívají k větším metabolickým nárokům na chůzi. Tyto zvýšené metabolické nároky byly zjištěny i u pacientů s mírným neurologickým nálezem (Franceschini et al., 2010). Vyšší energetická náročnost chůze pak přispívá ke zhoršení již tak zvýšené únavnosti pacientů. Subjektivně zvýšená únava zejména v odpoledních hodinách však nebyla spojena s objektivně měřitelnými významnějšími změnami parametrů chůze. To může být vysvětleno tím, že únava u RS je komplexní fenomén a není pouze na motorickém podkladě (Morris et al., 2002).

Pacient, který má potíže s chůzí, by měl být v každém případě vyšetřený fyzioterapeutem se znalostí neurologické problematiky, který na základě kineziologického vyšetření chůze určí hlavní problém omezující chůzi a na základě toho vybere vhodnou terapeutickou strategii, popř. může poradit vhodné kompenzační pomůcky. Vždy je potřeba kompenzační pomůcky předem vyzkoušet, zda je vybraný typ skutečně vhodný pro konkrétního individuálního pacienta. Vyzkoušení vybrané pomůcky je nezbytné, aby nedocházelo ke zbytečnému předepisování pomůcek, které je neekonomické. Navíc v případě, že by pomůcka pacientovi nevyhovovala, tak má nárok na další až za několik let (rok nebo dva u ortéz, vozík za 5 let).

Podle dominantní obtíže omezující chůzi pacienta můžeme zvolit různé rehabilitační strategie. Pro zlepšení mobility se zdá optimální kombinovat aerobní trénink (pro zvýšení aerobní kapacity a snížení únavy) a posilovací trénink (pro získání svalové síly). Podle aktuálních doporučení se ke zlepšení mobility u pacientů s RS doporučuje nejméně 30 minut aerobního cvičení střední intenzity

dvakrát týdně a posilovacího cvičení svalů horní a dolní poloviny těla střední obtížnosti dvakrát týdně (Latimer-Cheung et al., 2013).

Při individuální fyzioterapii se pro zlepšení chůze pacientů s RS využívají různé metody cvičení na neurofyziologickém podkladě. Studie porovávající rozdíl dvou hlavních fyzioterapeutických přístupů (metody facilitační versus metody založené na tréninku funkce) mají obdobné výsledky ve zlepšení mobility pacientů s RS (Lord, 1998; Wiles 2001). V klinické praxi to, zda fyzioterapeut zvolí spíše techniku facilitační (v ČR nejčastěji Vojtova metoda, PNF) nebo zda spíše techniku zaměřenou na trénink funkce (v ČR Bobathova metoda, Senzomotorika), záleží na jeho zkušenostech a možnostech pracoviště.

Slabost svalů dolních končetin

Slabost svalů dolních končetin je považována za hlavní příčinu snížené rychlosti chůze. Jedná se zejména o sníženou svalovou sílu svalů lýtka (plantárních flexorů), dorzálních flexorů a sníženou svalovou sílu hemstringů (flexorů kolene) (Wagner et al., 2014; Thoumie et al., 2005). U pacientů s porušenou senzitivitou dolních končetin je vliv oslabených flexorů kolene na rychlost chůze ještě významnější (Thoumie et Mevellec, 2002). Zejména svalová síla svalů na slabší dolní končetině je dobrým prediktorem funkční kapacity chůze (Kjoelhede et al., 2015).

Posilování oslabených svalů, zejména flexorů kolene se proto zdá být důležitým předpokladem pro zachování funkční schopnosti chůze (Thoumie et al., 2005). Pro posilování svalů dolních končetin je možné využít posilovací stroje nebo např. gumové pásy. Možné je také využít v současné době populární cvičení s vahou vlastního těla (dřepy, výpony na špičky, vstávání ze sedu do stoje).

Také aerobní trénink (kolo, eliptický trenažér, chůze na pásu) může vést k mírnému zvýšení svalové síly. Především však zvyšuje aerobní kapacitu a tím i vytrvalost chůze (Cameron et Wagner, 2011). Z aerobních cvičebních strojů (jako je rotoped, orbitrek, veslařský trenažér nebo běžecký pás – treadmill) se zdá být trénink chůze na traedmillu nevhodnější, protože zde se trénuje přímo poškozená funkce. U pacientů s vyšším stupněm EDSS je pak možné využít odlehčení váhy (např. přístroj Lokomat).

Častý problém pacientů s RS zakopávání o špičku může být způsoben svalovou slabostí dorzálních flexorů hlezna, spasticitou lýtkových svalů nebo jejich kombinací. Pokud je příčinou hlavně svalové oslabení a svaly provádějící dorziflexi jsou slabší než svalová síla 3, je vhodné využít jako kompenzační pomůcku např. peroneální pásku nebo peroneální dlahu. Další možností u některých pacientů je využití funkční elektrické stimulace nervus peroneus, která vede k aktivaci svalů provádějících dorzální flexi a everzi hlezna. Ta má oproti pasivní korekci páskou nebo dlahou výhodu v tom, že působí aktivní kontrakci svalů, a tím dochází ke zvýšení jejich svalové síly a zlepšení trofiky (Dapul et Bethoux, 2015). V České republice je dostupný stimulační přístroj Walkaide, který však bohužel není hrazen ze zdravotního pojištění a jehož pořizovací cena je pro mnoho pacientů limitující (cena bez DPH přes 100 tisíc Kč).

Spasticita svalů dolních končetin

Stejně jako snížená svalová síla tak i spasticita svalů dolních končetin je pozorována již u pacientů s mírným neurologickým deficitem. S narůstajícím neurologickým deficitem míra spasticity dále stoupá. Neřešená spasticita vede ke kontrakturám omezujícím rozsah pohybu a tím k dalšímu zhoršení chůze. Australská studie na 156 pacientech popisuje u více než poloviny z nich kontrakturu omezující rozsah pohybu u nejméně jednoho kloubu. Nejčastěji se jedná o omezení rozsahu pohybu hlezenního kloubu následkem kontraktury lýtkových svalů. Druhou nejčastější jsou kontraktury flexorů kyčle omezující pohyb kyčelního kloubu (Hoang et al., 2014).

Z rehabilitačních možností terapie spasticity se tradičně doporučuje využití hydroterapie, negativní termoterapie, protahování, dlahování apod. ale účinnost žádného z těchto postupů není doložena významnější studií. Na našem pracovišti využíváme pro terapii spasticity postup podle prof. Graciese, kdy na základě vyšetření spasticity pomocí modifikované Tardieho škály je pacient instruován k denní autoterapii pomocí prodlouženého strečinku zkrácených spastických svalů v délce nejméně 10 min na každý sval a následném posilování antagonistů spastického svalu pomocí rychlých alternujících pohybů (Gál et al., 2015). Obvyklá frekvence protažení jedné svalové skupiny je 1–2 krát denně po 5–7 dní v týdnu. Protažení má být v maximálním rozsahu pohybu avšak nebolestivé, aby nezpůsobilo poranění měkkých tkání (Hoskovcová et al., 2013). Vhodnou součástí terapie spasticity je poučení pacienta o možných provokujících faktorech spasticity (jako jsou např. infekce močových cest, stres).

Poruchy rovnováhy

Poruchy rovnováhy jsou u pacientů s RS velmi častou obtíží a mohou být přítomné již od počátečních fází onemocnění. Příčinou poruch rovnováhy může být celá řada: porucha propriocepce, oslabení svalové síly, porušená svalová koordinace, poškození zraku apod. Při vyšetřování rovnováhy je u pacientů s RS oproti běžné populaci přítomná zpožděná posturální reakce, zvýšené výchylky těžiště během klidného stoje a neschopnost pohybu mimo opěrnou bázi (Cameron et Lord, 2010).

Pro zlepšení rovnováhy je nejvhodnější terapeutickou strategií cílený rehabilitační trénink. Nejlepších výsledků bylo dosaženo tréninkem, který kombinoval motorické cvičení se senzitivním (Cattaneo et al., 2007). Vhodnou metodou je cvičení senzomotoriky a další metody cvičení s využitím labilních ploch (trénink na posturomedu, propiofoot). Pro balanční trénink je důležité správné nastavení opory o plošku a celkové napřimené posturální nastavení. Moderním trendem je pak využití různých původně herních systémů pro balanční trénink, jako je např. Nintendo Wii nebo Xbox Kinect. Oba tyto systémy využívají práci s těžištěm pro ovládání herní aplikace, a tím vlastně trénují stabilitu (práce s těžištěm, rychlé přenašení váhy). Několikatýdenní trénink v domácím prostředí po správném zainstruování fyzioterapeutem má srovnatelné výsledky jako konvenční balanční trénink (Kramer et al.,

2014). Výhodou těchto herních systémů je právě jejich „hravost“, která pacienta motivuje k pravidelnému tréninku i v domácím prostředí. Pomocí pravidelného „herního“ tréninku v domácím prostředí dochází také ke zvýšení celkového objemu fyzické aktivity pacienta, snížení inaktivity a nadměrného sezení a slouží tedy i jako prevence dekadence (Taylor et Griffin, 2015).

Poruchy rovnováhy bývají často spojené s porušenou senzitivitou z dolních končetin. Při poruše čítí jsou pacienti více závislí na síle svalů dolních končetin, a proto by měl být cílený trénink stability doplněn o posilování svalů dolních končetin (Thoumie et Mevellec, 2002). U pacientů s méně závažnými poruchami rovnováhy můžeme zlepšit stabilitu přidáním dalšího senzitivního vstupu např. taktilního pomocí lehkého přidržení se. Další doporučenou strategií je trénink tzv. dual task úkolů, kdy je motorický úkol spojen s dalším kognitivním úkolem nebo dalším druhým motorickým úkolem (Cameron et Lord, 2010). Více porušenou senzitivitu je vhodné kompenzovat pomůckou (např. hůl), která kromě rozšíření opěrné báze přidává další senzitivní vstup (Cameron et Wagner, 2011).

Únava

Pro ovlivnění fyzické únavy byl zkoumán vliv různých typů cvičebních programů. Nejpodrobněji byl zkoumán vliv vytrvalostního aerobního tréninku, dále pak posilovací trénink a jejich kombinace. Většina cvičebních programů měla frekvenci tréninku 2 krát týdně a trvala nejméně 2 měsíce. Pro snížení únavy se zdá být nejvhodnější kombinace aerobního a posilovacího cvičení doplněného strečkem a cviky na trénink rovnováhy (Andreasen, 2011). Pozitivní vliv na snížení únavy byl prokázán také u cvičení ve vodě. Stejně tak vedou ke snížení únavy pomalé formy cvičení zaměřené na zlepšení vnímání vlastního těla, jako je jóga nebo taichi (Khan et al., 2014).

Únava může být také snížena pomocí negativní termoterapie (chladicí vesty, čelenky, chladná koupel před pohybovou aktivitou, dobře klimatizovaná a větraná cvičební místnost apod) (Beer et al., 2012).

Pacienti s RS mají při chůzi zvýšenou potřebu kyslíku. Tato zvýšená potřeba kyslíku je způsobena nejen zvýšenými nároky na chůzi, ale také sníženou kondicí plynoucí z inaktivity. Snížená fyzická aktivita pacientů vede ke snížené aerobní kapacitě, svalové síle, a tím vede k dalšímu zhoršování chůze (Motl et al., 2010). Proto je vhodné kromě aerobního tréninku také celkové zvýšení fyzické aktivity.

Závěr

Poruchy chůze jsou u pacientů s RS velmi časté a vedou k omezení jejich aktivit, a tím ke snížení kvality života. Všem pacientům s RS s poruchami chůze by měla být nabídnuta vhodná rehabilitační intervence. Fyzioterapeut na základě kineziologického vyšetření může určit, zda je dominantní příčinou svalové oslabení, spasticita, poruchy rovnováhy nebo snížená kondice. Podle toho pak doporučí optimální cvičební plán pro každého pacienta individuálně.

Podpořeno grantem PRVOUK-P26/LF1/4.

Literatura

1. Andreasen AK, Stenager E, Dalgas U. The effect of exercise therapy on fatigue in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal* 2011; 17(9): 1041–1054.
2. Beer S, Khan F, Kesselring J. Rehabilitation interventions in multiple sclerosis: an overview. *Journal of Neurology* 2012; 259(9): 1994–2008.
3. Benedetti MG, Piperno R, Simoncini L, Bonato P, Tonini A, Gaiannini S. Gait abnormalities in minimally impaired multiple sclerosis patients. *Mul Scler* 1999; 5(5): 363–368.
4. Cameron MH, Lord S. Postural control in multiple sclerosis: implications for fall prevention. *Current Neurology Neuroscience Report* 2010; 10: 407–412.
5. Cameron MH, Wagner JM. Gait abnormalities in multiple sclerosis: pathogenesis, evaluation and advances in treatment. *Curr Neurol Neurosci Rep* 2011; 11: 507–515.
6. Cattaneo D, Jonsdottir J. Sensory impairments in quiet standing in subjects with multiple sclerosis. *Mul Scler* 2009; 15(1): 59–67.
7. Cattaneo D, Jonsdottir J, Zocchi M, Regola A. Effects of balance exercises on people with multiple sclerosis: a pilot study. *Clinical Rehabilitation* 2007; 21(9): 771–781.
8. Crenshaw SJ, Royer TD, Richards JG, Hudson DJ. Gait variability in people with multiple sclerosis. *Mult Scler*. 2006; 12(5): 613–619.
9. Dapul GP, Bethaux F. Functional electrical stimulation for foot drop in multiple sclerosis. *US Neurology* 2015; 11(1): 10–18.
10. Franceschini M, Rampello A, Bovolenta F, Aiello M, Tzani P, Chetta A. Cost of walking, exertional dyspnoea and fatigue in individuals with multiple sclerosis not requiring assistive devices. *J Rehabil Med* 2010; 42(8): 719–723.
11. Gál O, Hoskovicová M, Jech R. Neuroplasticita, restituce motorických funkcí a možnosti rehabilitace spastické parézy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* 2015; 22(3): 101–127.
12. Gehlsen G, Beekman K, Assmann N, Winant D, Seidle M, Carter A. Gait characteristics in multiple sclerosis: progressive changes and effects of exercise on parameters. *Arch Phys Med Rehabil* 1986; 67(8): 536–539.
13. Gijbels D, Dalgas U, Romberg A, de Groot V, Bethoux F, Vaney C, Gebara B, Medina CS, Maamagi H, Rasova K, de Noordhout BM, Knuts K, Feyes P. Which walking capacity tests to use in multiple sclerosis? A multicentre study providing the basis for a core set. *Mult Scler* 2012; 108(3): 364–371.
14. Givon U, Zeolit G, Achiron A. Gait analysis in multiple sclerosis: characterization of temporal-spatial parameters using GALTRite functional ambulation system. *Gait Posture* 2009; 29(1): 138–142.
15. Hamilton F, Rochester L, Paul L, Rafferty D, O'Leary CP, Evans JJ. Walking and talking: an investigation of cognitive-monitor dual tasking in multiple sclerosis. *Mult Scler* 2009; 15(10): 1215–1227.
16. Hoang PD, Gandevia SC, Herbert RD. Prevalence of joint contractures and muscle weakness in people with multiple sclerosis. *Disability Rehabilitation* 2014; 36(19): 1588–1593.
17. Hoskovicová M, Suchá L, Gál O. Symptomatická terapie roztroušené sklerózy: Úloha fyzioterapie v léčbě roztroušené sklerózy in *Roztroušená skleróza*, Praha 2013, nakladatelství Mladá Fronta, 485 s.
18. Kelleher KJ, Spence W, Solomonidis S, Apatsinidis D. The characterisation of gait patterns of people with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil* 2010; 32(15): 1242–1250.
19. Khan F, Amataya B, Galea M. Management of fatigue in persons with multiple sclerosis. *Frontiers in Neurology* 2014; 5: 1–15.
20. Kjoelhede T, Vissing K, Langeskov-Christensen D, Stenager E, Petersen T, Dalgas U. Relationship between muscle strength parameters and functional capacity in persons with mild to moderate degree multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis and Related Disorders* 2015; 4: 151–158.
21. Kramer A, Dettmers C, Gruber M. Exergaming with additional postural demands improves balance and gait in patients with multiple sclerosis as much as conventional balance training and leads to high adherence to home-based balance training. *Arch Phys Med Rehabil* 2014; 95(10): 1803–1809.
22. Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology* 1983; 33(11): 1444–1452.
23. Latimer-Cheung AE, Martin Ginis KA, Hicks AL, Motl RW, Pilutti LA, Duggan M, Wheeler G, Persad R, Smith KM. Development of evidence-informed physical activity guidelines for adults with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013; 94(9): 1829–1836.

24. Lizrova Preiningeroval J, Novotna K, Rusz J, Sucha L, Ruzicka E, Havrdova E. Spatial and temporal characteristics of gait as outcome measures in multiple sclerosis (EDSS 0 to 6.5). *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 2015; 12: 14.
25. Lord SE, Wade DT, Halligan PW. A comparison of two physiotherapy treatment approaches to improve walking in multiple sclerosis: a pilot randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation* 1998; 12(6): 477–486.
26. Martin CL, Phillips BA, Kilpatrick TJ, Butzkueven H, Tubridy N, McDonald E, Galea MP. Gait and balance impairment in early multiple sclerosis in the absence of clinical disability. *Multiple Sclerosis* 2006; 12(5): 620–628.
27. Motl RW, Goldman MD, Benedict RHB. Walking impairment in patients with multiple sclerosis: exercise training as a treatment option. *Neuropsychiatric Disease and Treatment* 2010; 6: 767–774.
28. Morris ME, Cantwell C, Vowels L, Dodd K. Changes in gait and fatigue from morning to afternoon in people with multiple sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002; 72(3): 361–365.
29. Sandroff BM, Sosnoff JJ, Motl RW. Physical fitness, walking performance and gait in multiple sclerosis. *Journal of the Neurological Sciences* 2013; 328: 70–76.
30. Taylor MJ, Griffin M. The use of gaming technology for rehabilitation in people with multiple sclerosis. *Mult Scler* 2015; 21(4): 355–371.
31. Thoumie P, Lamotte D, Cantalloube S, Faucher M, Amarengo G. Motor determinants of gait in 100 ambulatory patients with multiple sclerosis. *Mult Scler* 2005; 11(4): 485–491.
32. Thoumie P, Mevellec E. Relation between walking speed and muscle strength is affected by somatosensory loss in multiple sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002; 73: 313–315.
33. Van Asch P. Impact of mobility impairment in multiple sclerosis 2-patients' perspectives. *European Neurological Review* 2011; 6(2): 115–20.
34. Wagner JM, Kremer TR, Van Dillen LR, Naismith RH. Plantarflexor weakness negatively impacts walking in persons with multiple sclerosis more than plantarflexor spasticity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2014; 95: 1358–1365.
35. Zwibel HL. Contribution of impaired mobility and general symptoms to the burden of multiple sclerosis. *Adv Ther* 2009; 26: 1043–1057.



Mgr. Klára Novotná

Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. lékařská fakulta Univerzita Karlova
a Všeobecná fakultní nemocnice
Kateřinská 30, 120 00 Praha 2
novotna.klara.k@gmail.com