

Zlepšení motorických funkcí testovaných GMFM u dvou pacientů s dětskou mozkovou obrnou po absolvování roboticky asistovaného lokomočního tréninku

MUDr. Stanislava Klobucká¹, prof. MUDr. Michal Kováč, CSc.², PhDr. Elena Žiaková^{1,3}

¹Rehabilitačné centrum Harmony, Bratislava

²Neurologická klinika, FNŠP, Nové Zámky

³Katedra fyzioterapie, FO a ZOŠ, SZU, Bratislava

V tejto práci prezentujeme roboticky asistovanú lokomočnú terapiu v systéme LOKOMAT a interpretujeme výsledky 12-týždňového roboticky asistovaného lokomočného tréningu u 5,5-ročnej a 25-ročnej pacientky s kvadrupastickou formou DMO. Cieľom terapie bolo zlepšiť motorické funkcie, stabilitu sedu, stoja a podľa možností aj zlepšenie chôdze. Pred terapiou a po terapii boli pacientky testované prostredníctvom hodnotenia GMFM. V oboch prípadoch bolo evidované výrazné zlepšenie stabilizácie trupového svalstva. U 5,5-ročného dievčatka sme zaznamenali zlepšenie stereotypu chôdze. Zlepšenie stereotypu chôdze u detí s DMO dokumentované prácami zahraničných autorov naznačuje, že paradigmu špecifického cieleného lokomočného tréningu možno aplikovať na deti s DMO, ktoré vo svojom motorickom vývoji doposiaľ nemali možnosť chôdze s fyziologickým stereotypom.

Kľúčové slová: roboticky asistovaný lokomočný tréning, detská mozgová obrna, gross motor function measure.

Improvement of motor functions evaluated by GMFM after robotic-assisted treadmill training in two patients with cerebral palsy

In this paper we present a robotic-assisted locomotor therapy in LOKOMAT system and report here the results of a 12-week trial of robotic-assisted treadmill therapy in the LOKOMAT system of a 5,5 year and 25 year old patients both suffering from quadriplegia form of cerebral palsy. The aim of the treatment was to improve motor function, stability of sitting, standing and if possible also improvement of walking parameters. Before and after therapy the patients were examined and tested in a standard way through a range of GMFM. In both cases we have documented significant improvement in stabilization of the axial muscle tone. We have recorded improvement of the walking stereotype in 5,5 year old girl.

Improvement of walking abilities in children with CP documented in the works of foreign authors suggests that the paradigm of task-specific locomotor training could be applied to children with CP who, within their motor development, have not been able to walk with physiological stereotypes so far.

Key words: robotic-assisted treadmill training, cerebral palsy, gross motor function measure.

Neurol. praxi 2011; 12(6): 435–442

Zoznam skratiek

DMO – detská mozgová obrna

GMFM – Gross Motor Function Measure

GMFCS – Gross Motor Function Classification System

RATT – Robotic – assisted treadmill training

BWSTT – Body – weight supported treadmill training

10 m WT – 10 meter walking test

6 min WT – 6 minute walking test

LŠ – lokomočné štádium

ATC – American Thoracic Society

ochorenie detského veku aj dospelosti. Popisuje sa ako neprogresívne, ale vo svojich prejavoch nie nemenné postihnutie hybnosti a postúry rôzneho stupňa spôsobené prebehnutým (a už ukončeným) poškodením vyvíjajúceho sa mozgu v pre-, peri- alebo včasne postnatálnom období (do 1 roka). (Komárek, 2008) Motorické poruchy u detskej mozgovej obrny sú často sprevádzané poruchami citlivosti, vnímania, poznávania, komunikácie, epilepsiou a sekundárnymi problémami pohybového systému (Morris, 2007; Rosenbaum, 2007).

Prevalencia DMO sa i napriek vykazovaným geografickým variáciám pohybuje v rozsahu 1,5 – 3 na 1 000 živo narodených detí, z toho u jedného ide o závažné postihnutie (Kraus, 2005a; Odding, 2006).

Komplexná problematika detí s DMO si vyžaduje multidisciplinárny prístup zahŕňajúci spoluprácu neurológa, rehabilitačného lekára, fyzioterapeuta, ortopéda, ortopedického protetika, psychológa, logopéda, foniatra, oftalmológa a i., s návaznosťou na sociálnu výpomoc a špeciálnu pedagogiku. Veľmi dôležité je včasné zahájenie rehabilitácie, pričom jej základným prvkom je liečebná telesná výchova.

V súčasnosti sa kladie čoraz väčší dôraz na aktívny prístup v terapii, vrátane intenzívneho repetitívneho cieleného tréningu podporujúceho neuroplasticitu. Tréning lokomočných funkcií sa stal efektívnym prostriedkom na zlepšenie chôdze pri mnohých, nielen neurologických, ochoreniach a poraneniach. V uplynulom desaťročí došlo k markantnému vzostupu využitia

Úvod

Detská mozgová obrna (DMO) je stále aktuálnym medicínskym aj spoločenským problémom. Ide o závažné neurologické chronické

robotickej terapie predovšetkým u pacientov po cievnych mozgových príhodách, cerebros-pinálnych traumách a v neposlednom rade tiež u detí s detskou mozgovou obrnou (Hornby, 2005; Wirtz, 2005; Husemann 2007; Mayr 2007; Schwartz 2009; Swinnen 2010; Chin 2010).

V tejto práci prezentujeme roboticky asistovanú lokomočnú terapiu ako jednu z metód rozširujúcich spektrum možností rehabilitácie motorických porúch u pacientov s DMO. Taktiež interpretujeme výsledky 12-týždňového lokomočného tréningu u 5,5-ročnej a 25-ročnej pacientky s kvadruspastickou formou DMO. Cieľom terapie bolo zlepšiť motorické funkcie, stabilitu sedu, stoja a podľa možností aj zlepšenie chôdze.

Materiál a metódy

LOKOMAT je medicínsko-technické zariadenie, ktoré nadväzuje na manuálne asistovaný tréning chôdze pomocou pohyblivého chodníka. Vznikol vďaka spolupráci vedcov, lekárov, fyzioterapeutov a pacientov v Spinálnom centre Univerzitnej nemocnice Balgrist v Zürichu. Projekt realizovala taktiež švajčiarska firma HOCOMA.

Hlavnou výhodou v porovnaní s manuálne asistovaným tréningom je predovšetkým konštantný a reprodukovateľný aferentný vstup, presná kontrola hlavných parametrov chôdzového stereotypu a výrazné uľahčenie práce s pacientom s poruchou alebo neschopnosťou

chôdze. Tréning môže byť vďaka tomu dlhší, liečba efektívnejšia a dá sa očakávať rýchlejšie dosiahnutie pozitívnych výsledkov.

Roboticky asistovaný lokomočný tréning spĺňa náročné kritériá súčasnej neurorehabilitácie, ktoré vychádzajú z poznatku plasticity centrálného nervového systému, čiže schopnosti reorganizácie a remodelácie CNS aktivovanej intenzívnou stimuláciou z periférie. Cieľový lokomočný tréning vedie k supraspinálnej plasticite motorických centier CNS spojených s lokomočnými funkciami.

Indikačnou skupinou sú poruchy stereotypu chôdze, prípadne neschopnosť chôdze rôznej etiológie: cievne mozgové príhody, traumy mozgu, miechy, sclerosis multiplex, Parkinsonova choroba, spinálna muskulárna atrofia, Guillain – Barré syndróm, detská mozgová obrna, coxarthrosis, gonarthrosis, stavy po implantácii totálnej endoprotézy bedrových kĺbov, hypotrofia, atrofia svalstva z inaktivity atď.

Roboticky asistovanú lokomočnú terapiu vždy indikuje lekár v spolupráci s fyzioterapeutom (obrázok 1).

V našom zariadení máme od januára 2008 k dispozícii pediatrický model LOKOMATU s osobitne navrhnutými elektronicky riadenými ortézami dolných končatín pre deti. Klinicky sa pediatrický model Lokomatu začal používať od roku 2005. Je určený deťom od 4 rokov. Jedným z rozhodujúcich kritérií je dĺžka femuru od 21 cm do 35 cm. Výmenou ortéz za modul pre dospelých

môžeme rozšíriť spektrum pacientov. Dĺžka femuru pacientov vhodných k terapii s ortézou pre dospelých je 35–47 cm.

Ukázalo sa, že významným faktorom ovplyvňujúcim úspešnosť terapie je schopnosť dieťaťa spolupracovať – dieťa musí byť schopné signalizovať únavu, bolesť, strach.

Pediatrický LOKOMAT pozostáva z niekoľkých komponentov: pohyblivého chodníka (treadmill), špeciálneho patentovaného závesného systému LOKOLIFT a elektronicky riadených ortéz. Pohyblivé časti sú ovládané tromi počítačmi a špeciálnym softvérom. Počítačovo riadené ovládače na každom bedrovom a kolennom kĺbe sú synchronizované s rýchlosťou pohyblivého pásu. Snímače sily na týchto kĺboch sú prepojené tak, aby presne merali interakciu medzi pacientom a systémom LOKOMAT.

Závesný systém LOKOLIFT je špeciálny typ závesu umožňujúci variabilnú podporu telesnej hmotnosti odľahčením pomocou protivážneho systému a korzetovej trupovej ortézy s nastaviteľnými popruhmi. Využíva sa v kombinácii s vlastnými chôdzovými ortézami a pohyblivým chodníkom alebo samostatne v rámci náviku vertikalizácie. Softvér je tiež vybavený funkciou „vodiaca sila“ (guidance force), ktorou terapeut nastavuje mieru vedenia pacientových dolných končatín LOKOMATOM (Kříž, 2010). Hodnota 100% zodpovedá striktnému vedeniu (riadenie polohy s tuhými kĺbmi LOKOMATU). Hodnota 0% zodpovedá voľnobehu (ľahko pohyblivé kĺby LOKOMATU). Neobmedzenú chôdzu možno dosiahnuť pri hodnote vodiacej sily menšej než cca 20%.

Okrem odľahčenia telesnej hmotnosti môžeme vďaka softvéru upravovať dĺžku krokového cyklu, ovplyvniť kvalitu švihovej, stojnej fázy, môžeme korigovať rozsah pohybu v bedrovom, kolennom a členkovom kĺbe. Pri tréningu využívame pasívne pohyby, keď sa pacient snaží uvedomiť si vlastný stereotyp chôdze a jeho kvalitu. Tréning môže byť tiež aktívny, s možnosťou využitia odporu, prípadne asymetrický so zacielením na konkrétny problém. Dôležitým prvkom v terapii je dynamická fixácia panvy pomocou ortéz a polohovateľnej panvovej opierky, čo umožňuje dosiahnuť priblíženie sa k jej fyziologickému postaveniu pri ideálnom stereotypu chôdze.

S obľubou využívame biofeedback na monitore otočenom k pacientovi, kde má pacient možnosť v reálnom čase vizuálne sledovať a ovplyvňovať úspešnosť terapie.

Na zvýšenie motivácie pacienta bol vyvinutý program umožňujúci tréning vo virtuálnom prostredí. (Koenig, 2008)

Obrázok 1. Pediatrický model Lokomatu



Odporúčané tréningové parametre:

- Frekvencia: 2–5x týždenne
- Trvanie tréningu: 4–12 týždňov, ak zaznamenáme progresívne zlepšovanie, je vhodné dĺžku terapie predĺžiť
- Čas chôdze: spočiatku 10–30 min., neskôr 20–45 min.
- Rýchlosť chôdze: 1,0 – 1,5 km/h, neskôr do 2,5 km/h
- Podpora telesnej hmotnosti pacienta: na úvod 50 – 70%, s postupným zlepšovaním stavu snaha o chôdzu bez odľahčenia
- Biofeedback: zamerať sa na švihovú fázu

Vstupné merania, testovacie škály

Pacienti alebo ich právni zástupcovia boli informovaní o použití výsledkov testov za účelom výskumu a podpísali informovaný súhlas. Etickú otázku výskumu sme riešili pred vstupným testovaním, kedy sme právnych zástupcov pacientov oboznámili s priebehom a okolnosťami roboticky asistovanej lokomočnej terapie.

Gross Motor Function Measure (GMFM)

GMFM je štandardizovaný vyšetrovací postup pre deti vo veku od 5 mesiacov. Hodnotí zmeny hrubej motoriky v čase u detí s DMO. Bol vyvinutý na klinické i výskumné použitie. Existujú 2 verzie, 88 položková (GMFM – 88) a skrátená verzia obsahujúca 66 položiek (GMFM – 66). V tejto štúdii používame na evaluáciu motorických funkcií dieťaťa podrobnejšiu 88 položkovú verziu, ktorá hodnotí motorické schopnosti dieťaťa v piatich dimenziách: **A – ľah a pretáčanie**, 17 položiek, **B – sed**, 20 položiek, **C – lezenie a kľak**, 14 položiek, **D – stoj**, 13 položiek, **E – chôdza, beh a poskoky**, 24 položiek.

Očakáva sa, že 5-ročné dieťa s normálnou motorikou splní všetkých 88 položiek.

GMFM posudzuje skôr množstvo položiek, ktoré je dieťa schopné splniť, nehodnotí kvalitu ich prevedenia. Jeho používanie je rozšírené po celom svete predovšetkým na hodnotenie účinkov liečby DMO. Testovanie trvá 45–60 min. (Russell, 1989; 1990; 2004; Kraus, 2005b; Palisano, 2006; 2007) (Príloha1).

Gross Motor Function Classification System (GMFCS)

Jedným z aspektov, ktoré zohľadňujeme pri klasifikácii DMO, je taktiež závažnosť postihnutia. Na klasifikáciu hrubých motorických funkcií používame **The Gross Motor Function Classification System (GMFCS)**, ktorý motorické funkcie hodnotí s prihliadnutím na vek postih-

nutého dieťaťa. Monitoruje predovšetkým sed a chôdzu. Samostatné hodnotiace kritériá má pre vekovú kategóriu do 2 rokov, 2 – 4 roky, 4 – 6 rokov, 6 – 12 rokov a od roku 2007 tiež kategóriu od 12 do 18 rokov. (Palisano, 1997; 2006; 2007; Sankar, 2005; Rosenbaum, 2007; 2008).

Táto škála používa rozdelenie hrubomotorických funkcií do piatich stupňov.

Stupeň I – dieťa chodí samostatne, bez pomoci inej osoby alebo kompenzačných pomôcok. Problém má len v zložitejších hrubomotorických funkciách. Deti s týmto motorickým obmedzením sa klasifikujú tiež ako ľahké mozgové dysfunkcie, alebo DMO s minimálnym postihnutím. Po druhom roku sú tieto deti schopné samostatnej chôdze.

Stupeň II – deti chodia bez kompenzačných pomôcok, isté obtiaže majú pri chôdzi v teréne. Pomoc pri chôdzi vyžadujú maximálne do 4. roku veku.

Stupeň III – deti chodia s pomocou kompenzačných pomôcok (napr. ortézy, barly). Dokážu sedieť bez opory.

Stupeň IV – dieťa má obmedzenú pohyblivosť, lokomócia zväčša pomocou vozíka. Sedí s oporou.

Stupeň V – deti na tejto úrovni majú výrazné obmedzenie pohyblivosti a sebestačnosti, na transport používajú elektrický vozík. (Palisano, 2006; 2007; Sankar, 2005; Rosenbaum, 2007; 2008).

10-metrový test chôdze – rýchlosť chôdze je meranie s potvrdenou validitou a reliabilitou u detí s neuromuskulárnou disabilitou (Provost, 2007). Tento test bol pôvodne stanovený ako základná premenná v BWSTT (body-weight supported treadmill training) štúdiách u dospelých pacientov po NCMP (Sullivan, 2002). Pomocou neho sme určovali rýchlosť chôdze odmeraním času, za ktorý dieťa prejde vzdialenosť 10 metrov svojím obvyklým tempom, prípadne s pomôckami, ktoré obvykle používa.

6-minútový test chôdze – zavedený podľa štandardizovaného protokolu American Thoracic Society (ATS) 6MWT guidelines (Li, 2005).

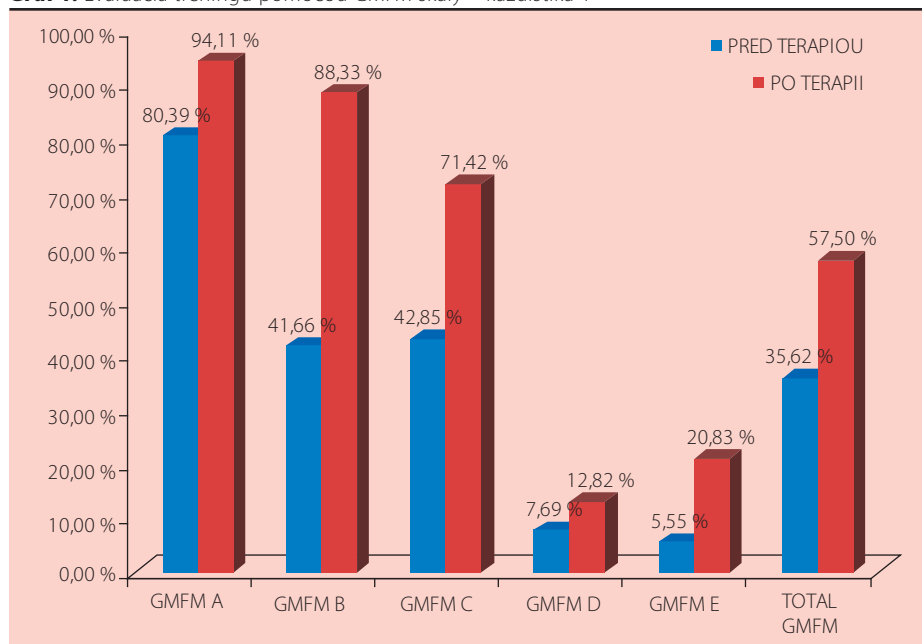
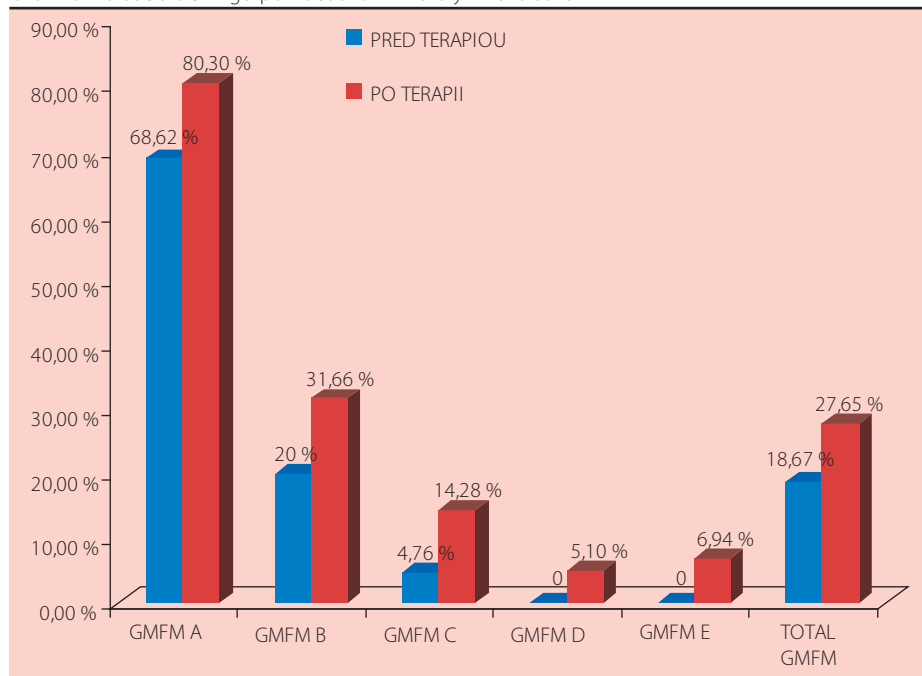
Umožňuje hodnotenie výdrže pri chôdzi. Pri tomto teste bola taktiež potvrdená reliabilita a validita (Paap, 2005; Li, 2005). Väčšiu výpovednú hodnotu má pacientom zvolená rýchlosť chôdze s pomôckami, ktoré bežne používa pri chôdzi (Pirpiris, 2003; Paap, 2005; Thompson, 2008). Testom sme zaznamenávali vzdialenosť, ktorú dieťa prejde počas 6 minút v bezpečnom prostredí bez prekážok – v našom prípade rovný hladký chodník v areáli rehabilitačného centra, event. chodba s minimálnou dĺžkou 30 m. Použili

sme 2 výstražné značky (kužely), ktoré sme rozmiestnili vo vzdialenosti 30 m. Pacientka chodila medzi týmito značkami. Pred testom sme ju inštruovali, aby prešla čo najväčšiu vzdialenosť akej je schopná, zároveň jej bolo dovolené meniť tempo chôdze a podľa potreby si oddýchnuť. Bola sprevádzaná rodičom, ktorý ju povzbudzoval v 30-sekundových intervaloch, ako sa odporúča v American Thoracic Society (ATS) 6 MWT guidelines (Thompson, 2008). Fyzioterapeut nasledoval dieťa v približne 1-metrovej vzdialenosti a monitoroval stopky.

Kazuistika 1

Prvou pacientkou bolo 5,5-ročné dieťa s kvadrupastickou formou DMO (s negatívnou perinatálnou anamnézou). Pre retardáciu psychomotorického vývoja bola v 12 mesiacoch iniciovaná rehabilitácia Vojtovou metódou a neskôr tiež konceptom manželov Bobathových. V 3 rokoch bolo realizované vyšetrenie MRI, kde sa v parieto-okcipitálnej oblasti zobrazil lem gliózy hrúbky 2 mm v okolí postranných komôr, pravdepodobne v dôsledku difúznej hypoxie mozgu v peri-event. prenatálnom období.

V 4 rokoch absolvovala bilaterálnu operáciu podľa Strayera. V čase vstupného vyšetrenia sme pacientku zaradili do lokomočného štádia 5 podľa Vojtu. Závažnosť motorickej poruchy sme klasifikovali pomocou škály GMFCS ako stupeň III (chôdza s pomocou kompenzačných pomôcok). Podrobný kineziologický rozbor bol realizovaný prostredníctvom testovania GMFM. Pacientka spĺňala kritériá pre roboticky asistovanú lokomočnú terapiu (centrálne porucha chôdze, dĺžka femuru minimálne 21 cm, schopnosť spolupracovať, signalizovať bolesť, dyskomfort, neprítomné ťažké kontraktúry, fraktúry, neprítomná ťažká osteoporóza, intaktný kožný kryt, kardiovaskulárne kompenzovaná). Cieľom terapie bolo zlepšiť motorické funkcie, stabilitu sedu, stoja a zlepšenie chôdze. Pred terapiou a po terapii bola pacientka štandardne ambulantne vyšetrená a testovaná prostredníctvom škály GMFM, 6-minútového testu chôdze a 10-metrového testu chôdze (Russell, 2000; GMFM). Okrem tréningu v systéme LOKOMAT neboli v tom čase ordinované iné kinezioterapeutické postupy. Terapia v systéme LOKOMAT trvala 12 týždňov s frekvenciou 3–5 x týždenne, čo predstavovalo 40 terapeutických jednotiek. Nastavená rýchlosť chôdze bola iniciálne 0,31 m/s (1,1 km/hod) a neskôr vzrástla do 0,36 m/s (1,3 km/hod). Odľahčenie hmotnosti tela bolo na začiatku 70%, neskôr s postupnou redukciou na 50%. Pacientka bola schopná chôdze s pevnou ex-

Graf 1. Evaluácia tréningu pomocou GMFM škály – kazuistika 1**Graf 2.** Evaluácia tréningu pomocou GMFM škály – kazuistika 2

tenziou v kolenách. Trvanie jednej terapeutickkej jednotky bolo v priemere 26,36 minút (12,12 – 30,42 min, SD ± 0,07) s priemernou prejdenu vzdialenosťou 554 m (205 – 640 m, SD ± 177). Celková vzdialenosť počas 12-týždňovej terapie bola 24 358 m. Vstupné testovanie sme realizovali 24 hodín pred terapiou a výstupné 24 hodín po terapii.

Zo získaných hodnôt vyplýva, že v dimenzii A (lah, otáčanie) došlo k zlepšeniu z 80,39% na 94,11%. V dimenzii B (sed) sme zaznamenali percentuálny nárast zo 41,66% na 88,33%. Lozenie a kľačanie (C) sa zdokonalilo z hodnoty 42,85%

na 71,42%. Evidovaná bola aj stabilizácia stoja v rámci dimenzie D zo 7,69% na 12,82%. V kategórii E (chôdza, beh, skoky) sme zaznamenali nárast skóre z 5,55% na 20,83%.

Po sčítaní hodnôt v jednotlivých kategóriách môžeme konštatovať zlepšenie motorických funkcií testovaných pomocou škály GMFM celkovo o 24,88% (z 35,62% na 57,50%).

Rýchlosť chôdze zaznamenaná pomocou 10 m WT pred terapiou bola 0,69 m/s (2,48 km/h) a počas 6 minút prešla 164 metrov s 5 krátkymi prestávkami. Po absolvovaní RATT dosiahla rýchlosť chôdze hodnotu 0,81 m/s (2,92 km/h)

a výdrž chôdze sa zvýšila v 6-minútovom teste chôdze na 185 m s 2 krátkymi prestávkami.

Po absolvovaní terapie v systéme LOKOMAT došlo k stabilizácii sedu, stoja a zlepšeniu stereotypu chôdze. Nezmenilo sa zaradenie v škále GMFCS III a taktiež ostalo LŠ 5. Počas terapie sme nepozorovali nijaké vedľajšie účinky.

Kazuistika 2

Druhou pacientkou bola 25-ročná žena s ľahkou rizikovou perinatálnou anamnézou (prematurita, Apgarovej skóre 7/8, hyperbilirubinémia) s kvadrupastickou formou DMO, po tenotomiách a korekčných operáciách bedrových kĺbov absolvovaných v detstve. Rehabilitácia bola zahájená v 4 týždňoch spočiatku reflexnou lokomóciou podľa Vojtu, neskôr konceptom manželov Bobathových. Pri vstupnom vyšetrení sme rehabilitantku zaradili do LŠ 4 podľa Vojtu a podľa škály GMFCS IV (obmedzená pohyblivosť, lokomócia zväčša pomocou vozíka, sed s oporou). Aj v tomto prípade bolo cieľom terapie zlepšenie motorických funkcií, stability sedu, stoja a podľa možností aj zlepšenie chôdze. Pred terapiou a po terapii bola pacientka vyšetrená a testovaná prostredníctvom škály GMFM. Keďže na lokomóciu využívala prevažne vozík, nehodnotili sme rýchlosť chôdze a výdrž pri chôdzi.

Vzhľadom na dĺžku femuru 37 cm sme použili elektronicky riadené ortézy dolných končatín pre dospelých. Terapia v systéme LOKOMAT trvala taktiež 12 týždňov s frekvenciou 3 – 5 x týždenne, čo predstavovalo v jej prípade 39 terapeutických jednotiek. Rýchlosť chôdze zaznamenaná softvérom systému Lokomat bola 0,42 m/s (1,5 km/hod). Odľahčenie hmotnosti tela bolo na začiatku 70%, neskôr s postupnou redukciou takmer na 40%. Jedna terapeutická jednotka trvala v priemere 25,46 minút (12,36 – 30,05 min, SD ± 0,05) s priemernou prejdenu vzdialenosťou 622 m (99 – 750 m, SD ± 193). Celková vzdialenosť počas 12-týždňovej terapie bola 24 262 m. Vstupné testovanie sme realizovali 24 hodín pred terapiou a výstupné 24 hodín po terapii.

Po absolvovaní RATT sme dokumentovali zlepšenie v dimenzii A (lah, otáčanie) zo vstupných 68,62% na výstupných 80,30%. V dimenzii B (sed) sme zaznamenali percentuálny nárast z 20,00% na 31,66%. V lození a kľačaní (C) sa pacientka zdokonalila z pôvodných 4,76% na 14,28%. Stabilizácia stoja v rámci dimenzie D sa preukázala prírastkom o 5,1% zo vstupnej 0. V kategórii E (chôdza, beh, skoky) sme evidovali nárast z 0% na 6,94%.

Po sčítaní hodnôt v jednotlivých kategóriách môžeme konštatovať zlepšenie motorických funkcií testovaných pomocou škály GMFM celkovo o 8,98 % (z 18,67 % na 27,65 %).

Po absolvovaní terapie v systéme LOKOMAT došlo k stabilizácii sedu, stoja. Nezmenilo sa zariadenie v škále GMFCS a taktiež ostalo LŠ 4. Počas terapie sme nepozorovali nijaké vedľajšie účinky.

Diskusia

Po absolvovaní 12-týždňovej liečby pomocou roboticky asistovaného lokomočného tréningu sme u 5,5-ročného dievčatka s kvadrupastickou formou DMO dokumentovali zlepšenie v dimenzii E (chôdza, beh, skoky). Zlepšenie stereotypu chôdze a jej funkčných parametrov (10 m WT, 6 min WT) zapadá do konceptu cieľného motorického učenia. Zaujímavé však je aj výrazné zlepšenie zaznamenané v dimenzii A, B, C v GMFM teste, čo predpokladá pozitívny efekt terapie na stabilizáciu svalstva trupu. Je diskutabilné, aká veľká zmena v GMFM skóre je klinicky významná. Russell (1989) identifikovala 6 % zmenu v GMFM skóre ako klinicky relevantnú. Wang a Yang (2006) uvádzajú, že už zlepšenie o 3,71 % môže byť považované za klinicky významné.

V prípade 25-ročnej pacientky sme evidovali najvýraznejšie zlepšenie v dimenzii A, B, C. Zmeny zaznamenané v položkách monitorujúcich chôdzu boli menej výrazné, avšak taktiež klinicky relevantné (Russell, 1989).

Po absolvovaní RATT (robotic-assisted treadmill training) v systéme Lokomat sme u oboch pacientok zaznamenali objektívne zlepšenie motorických funkcií. Pozorovali sme stabilizáciu sedu, stoja a u prvej pacientky aj zlepšenie stereotypu chôdze, zvýšenie rýchlosti a výdrže pri chôdzi. Toto zlepšenie korelovalo so záverečným GMFM skóre. Aj keď pôvodným zámerom a cieľom RATT bolo zlepšenie lokomočných funkcií a zlepšenie stereotypu chôdze – čo by podporilo teóriu motorického učenia opakovaním pohybov, v oboch prípadoch sme evidovali signifikantné zlepšenie funkcie trupového svalstva a uvoľnenie svalového napätia flexorových skupín na DK. Vysvetlenie ponúka vývojová kineziológia. Pasívnou fixáciou panvy vo frontálnej rovine a aktívnou v sagitálnej rovine v zariadení Lokomat sa znižuje anteflexia panvy, tým je inhibovaný m. rectus femoris a m. tensor fasciae latae, čo umožní aktivovať brušné svaly. Dochádza k aktivácii vonkajších rotátorov a abduktorov bedrových kĺbov a uvoľňuje sa intrarotácia. Následne sa uvoľňuje flexia v kolenných kĺboch. Aktiváciou brušných svalov sa

môže chrbtica uvoľniť čiastočne do extenzie a viac-menej i do rotácie. Táto extenzia je v rovnováhe s flexormi osového orgánu (hlboké flexory krku, brušné svaly). V ramennom pletenci sa uvoľňuje intrarotácia, addukcia a protrakcia. V oblasti lopatiek sa do držania môžu aktivovať dolné fixátory lopatiek. Lopatky sa posúvajú kauzálné, nastáva zvýšenie funkčného rozsahu pohybu v proximálnych i distálnych kĺboch hornej končatiny. (Kokavec, Žiaková, 2008) Následne má dieťa k dispozícii kvalitnejší model spontánnej motoriky, čo sa prejaví zvýšením skóre v teste GMFM po terapii v dimenzii A, B, C.

V zhode s prácami zahraničných autorov sme skonštatovali efekt terapeutickú intervenciu na stabilizáciu axiálneho svalstva a pozorovali sme spevnenie sedu a stoja. Podľa predpokladu konceptu cieľného lokomočného tréningu sme zaznamenali zlepšenie lokomočných funkcií. Dosiagnuté výsledky korelovali aj so záverečným skóre GMFM.

Významným faktorom úspechu terapie je taktiež spolupráca a aktívna participácia pacienta na liečbe.

Z recentných štúdií a publikovaných prác vyplýva, že dosiahnutý efekt terapie pretrváva

Celkové hodnotenie motorickej funkcie

Hodnotiaci list (GMFM-88 a GMFM-66 vyhodnotenie)

Verzia 1.0

Kategória	Výpočet výsledku pre kategóriu %	Cieľová oblasť
A: L'AH, OTÁČANIE	$\frac{\text{Celkovo kategória A}}{51} = \frac{\quad}{51} \times 100 = \%$	(zaškrtni) A. <input type="checkbox"/>
B: SED	$\frac{\text{Celkovo kategória B}}{42} = \frac{\quad}{42} \times 100 = \%$	B. <input type="checkbox"/>
C: LOZENIE a KL'ACANIE	$\frac{\text{Celkovo kategória C}}{60} = \frac{\quad}{60} \times 100 = \%$	C. <input type="checkbox"/>
D: STOJ	$\frac{\text{Celkovo kategória D}}{39} = \frac{\quad}{39} \times 100 = \%$	D. <input type="checkbox"/>
E: CHÔDZA, BEH, SKÁKANIE	$\frac{\text{Celkovo kategória E}}{72} = \frac{\quad}{72} \times 100 = \%$	E. <input type="checkbox"/>
Celkový výsledok = $\frac{\%A + \%B + \%C + \%D + \%E}{\text{Celkový počet kategórií}} = \frac{\quad}{5} = \%$		
Celkový výsledok pre cieľové oblasti = $\frac{\text{Súčet výsledkov v \% pre kategórie identifikované ako cieľová oblasť}}{\text{Počet cieľových oblastí}} = \%$		

Meno dieťaťa:	ID #:
Dátum hodnotenia: _____ deň / mesiac / rok	GMFCS Úroveň 1 I II III IV V
Dátum narodenia: _____ deň / mesiac / rok	
Chronologický vek: _____ roky / mesiace	
Meno hodnotiteľa: _____	
Podmienky testovania (napr.: miestnosť, oblečenie, čas, iné.)	

A: LAH, OTÁČANIE		Skóre					NT
1.	SUPINÁCIA: HLAVA V STREDE: otáča hlavu symetricky, symetria končatín	0	1	2	3	1	1.0
2.	SUPINÁCIA: dvihne ruky do stredovej línie, prsty jeden s ostatnými	0	1	2	3	2	2.0
3.	SUPINÁCIA: dvihne hlavu 45 st.	0	1	2	3	3	3.0
4.	SUPINÁCIA: flektuje pravé bedro/ BK/ a koleno/KK/ v plnom rozsahu	0	1	2	3	4	4.0
5.	SUPINÁCIA: flektuje ľavé bedro/ BK/ a koleno/KK/ v plnom rozsahu	0	1	2	3	5	5.0
6.	SUPINÁCIA: načahuje sa pravou HK , ruka cez strednú líniu za hračkou	0	1	2	3	6	6.0
7.	SUPINÁCIA: načahuje sa ľavou HK , ruka cez strednú líniu za hračkou	0	1	2	3	7	7.0
8.	SUPINÁCIA: pretočí sa do PR cez pravú stranu	0	1	2	3	8	8.0
9.	SUPINÁCIA: pretočí sa do PR cez ľavú stranu	0	1	2	3	9	9.0
10.	PRONÁCIA: dvíha hlavu vzpriamene	0	1	2	3	10	10.0
11.	PRONÁCIA NA PREDLAKTIACH: dvíha hlavu vzpriamene, lakte v extenzii, hrudník zdvihnutý	0	1	2	3	11	11.0
12.	PRONÁCIA NA PREDLAKTIACH: zatažuje pravé predlaktie, plná extenzia druhej HK dopredu	0	1	2	3	12	12.0
13.	PRONÁCIA NA PREDLAKTIACH: zatažuje ľavé predlaktie, plná extenzia druhej HK dopredu	0	1	2	3	13	13.0
14.	PRONÁCIA pretočí sa do SUP cez pravú stranu	0	1	2	3	14	14.0
15.	PRONÁCIA pretočí sa do SUP cez ľavú stranu	0	1	2	3	15	15.0
16.	PRONÁCIA: pivotuje doprava 90 st, používa končatiny	0	1	2	3	16	16.0
17.	PRONÁCIA: pivotuje doľava 90 st., používa končatiny	0	1	2	3	17	17.0
Celkovo A:							
B: SED							
18.	SUPINÁCIA. Trakčná skúška: priťahuje sa do sedu s flexiou hlavy	0	1	2	3	18	18.0
19.	SUPINÁCIA: pretočí sa po pravej strane, dosiahne sed	0	1	2	3	19	19.0
20.	SUPINÁCIA: pretočí sa po ľavej strane, dosiahne sed	0	1	2	3	20	20.0
21.	SED NA PODLOŽKE, TERAPEUT PODOPIERA HRUDNÍK, hlava zdvihnutá rovno, udrží 3 s.	0	1	2	3	21	21.0
22.	SED NA PODLOŽKE, TERAPEUT PODOPIERA HRUDNÍK, hlava zdvihnutá v strednej línii , vydrží 10 s	0	1	2	3	22	22.0
23.	SED NA PODLOŽKE, podopiera sa rukami/HK/: vydrží 5 s	0	1	2	3	23	23.0
24.	SED NA PODLOŽKE: HK voľné , vydrží 3s	0	1	2	3	24	24.0
25.	SED NA PODLOŽKE, HRAČKA VPREDU: predkloní sa dopredu, dotkne sa hračky, znovu sa vzpriami bez podopretia HK	0	1	2	3	25	25.0
26.	SED NA PODLOŽKE dotkne sa hračky umiestnenej 45 st za dieťaťom po pravej strane, vráti sa do východiskovej polohy	0	1	2	3	26	26.0
27.	SED NA PODLOŽKE dotkne sa hračky umiestnenej 45 st za dieťaťom po ľavej strane, vráti sa do východiskovej polohy	0	1	2	3	27	27.0
28.	SED NA PRAVEJ STRANE:HK voľné , vydrží 5 s	0	1	2	3	28	28.0
29.	SED NA ĽAVEJ STRANE:HK voľné , vydrží 5 s	0	1	2	3	29	29.0
30.	SED NA PODLOŽKE , skloní, dostane sa do PR kontrolovane	0	1	2	3	30	30.0
31.	SED NA PODLOŽKE S NOHAMI DOPREDU :dostane sa na 4 po pravej strane	0	1	2	3	31	31.0
32.	SED NA PODLOŽKE S NOHAMI DOPREDU : dostane sa na 4 po ľavej strane	0	1	2	3	32	32.0
33.	SED NA PODLOŽKE : pivotuje 90 st., bez asistencie HK	0	1	2	3	33	33.0
34.	SED NA STOLIČKE : HK a DK voľné , vydrží 10 s	0	1	2	3	34	34.0
35.	STOJ dokáže sadnúť zo stoja na malú stoličku	0	1	2	3	35	35.0
36.	NA PODLAHE : sadne si na malú stoličku	0	1	2	3	36	36.0
37.	NA PODLAHE : sadne si na veľkú stoličku	0	1	2	3	37	37.0
Celkovo B:							
C: LEZENIE a KĽAČANIE							
38.	PRONÁCIA: plazí sa dopredu 1,8 m	0	1	2	3	38	38.0
39.	POZÍCIA NA 4 : váha rozložená na rukách a kolenách, vydrží 10 s	0	1	2	3	39	39.0
40.	POZÍCIA NA 4 :dosiahne sed s voľnými HK	0	1	2	3	40	40.0
41.	PRONÁCIA: dosiahne pozíciu na 4, váha rozložená na rukách a kolenách	0	1	2	3	41	41.0
42.	POZÍCIA NA 4 :záber dopredu P HK, ruka nad/mimo/ úrovne ramena	0	1	2	3	42	42.0
43.	POZÍCIA NA 4 :záber dopredu Ľ HK, ruka nad/mimo/ úrovne ramena	0	1	2	3	43	43.0
44.	POZÍCIA NA 4: loží / event. hopsá/ dopredu 1,8 m	0	1	2	3	44	44.0
45.	POZÍCIA NA 4: loží striedavým vzorom dopredu 1,8 m	0	1	2	3	45	45.0

46.	POZÍCIA NA 4: prelezie 4 schody/ hore/ po rukách a KK/ chodidlách/	0	1	2	3	46.
47.	POZÍCIA NA 4: zlezie 4 schody /dozadu, pospiatky/ po rukách a KK/ chodidlách/	0	1	2	3	47.
48.	SED NA PODLOŽKE: dosiahne vysoký kľak použitím HK, vydrží 10s, ruky voľné	0	1	2	3	48.
49.	VYSOKÝ KĽAK: dostane sa do pokľaku na PKK použitím HK, vydrží 10 s, ruky voľné	0	1	2	3	49.
50.	VYSOKÝ KĽAK: dostane sa do pokľaku na ĽKK použitím HK, vydrží 10 s, ruky voľné	0	1	2	3	50.
51.	VYSOKÝ KĽAK: prejde po kolenách dopredu 10 krokov, HK voľné	0	1	2	3	51.

Celkovo C:

D: STOJ						
52.	Vytiahne sa do stoja pri vysokej stoličke	0	1	2	3	52.
53.	STOJ: stojí s HK voľnými 3 s	0	1	2	3	53.
54.	STOJ: drží sa veľkej stoličky jednou rukou , dvihne P chodidlo , vydrží 3 s	0	1	2	3	54.
55.	STOJ: drží sa veľkej stoličky jednou rukou , dvihne Ľ chodidlo , vydrží 3 s	0	1	2	3	55.
56.	STOJ stojí s HK voľnými 20 s	0	1	2	3	56.
57.	STOJ: dvihne Ľ chodidlo , HK voľné, vydrží 10 s	0	1	2	3	57.
58.	STOJ: dvihne P chodidlo , HK voľné, vydrží 10 s	0	1	2	3	58.
59.	SED NA MALEJ STOLIČKE: dostane sa do stoja bez použitia HK	0	1	2	3	59.
60.	VYSOKÝ KĽAK: dostane sa do stoja cez pokľak na PKK, bez použitia HK	0	1	2	3	60.
61.	VYSOKÝ KĽAK: dostane sa do stoja cez pokľak na ĽKK, bez použitia HK	0	1	2	3	61.
62.	STOJ: spustí sa do sedu na podlahu kontrolovane, HK voľné	0	1	2	3	62.
63.	STOJ: dosiahne drep, HK voľné	0	1	2	3	63.
64.	STOJ: zdvihne predmet z podlahy , HK voľné , vráti sa do stoja	0	1	2	3	64.

Celkovo D:

E: CHÓDZA, BEH, SKÁKANIE						
65.	STOJ, OBE RUKY NA VEĽKEJ STOLIČKE: prejde 5 krokov doprava	0	1	2	3	65.
66.	STOJ, OBE RUKY NA VEĽKEJ STOLIČKE: prejde 5 krokov doľava	0	1	2	3	66.
67.	STOJ: prejde 10 krokov držaný za obe ruky	0	1	2	3	67.
68.	STOJ: prejde 10 krokov držaný za 1 ruku	0	1	2	3	68.
69.	STOJ: prejde dopredu 10 krokov	0	1	2	3	69.
70.	STOJ: prejde dopredu 10 krokov, zastane, otočí sa o 180 st., vráti sa	0	1	2	3	70.
71.	STOJ: prejde dozadu 10 krokov	0	1	2	3	71.
72.	STOJ: prejde dopredu 10 krokov, nesúc oboma rukami veľký predmet	0	1	2	3	72.
73.	STOJ: prejde dopredu 10 neprerušovaných krokov medzi rovnobežnými čiarami vzdialenými od seba 20 cm	0	1	2	3	73.
74.	STOJ: prejde dopredu 10 neprerušovaných krokov po rovnej 2 cm širokej čiare	0	1	2	3	74.
75.	STOJ: prekročí paličku vo výške kolena, P nohou	0	1	2	3	75.
76.	STOJ: prekročí paličku vo výške kolena, Ľ nohou	0	1	2	3	76.
77.	STOJ: prebehne 4,5 m, zastane a vráti sa	0	1	2	3	77.
78.	STOJ: kopne do lopty P nohou	0	1	2	3	78.
79.	STOJ: kopne do lopty Ľ nohou	0	1	2	3	79.
80.	STOJ: vyskočí 30 cm vysoko, oboma nohami súčasne	0	1	2	3	80.
81.	STOJ: skočí dopredu 30 cm, oboma nohami súčasne	0	1	2	3	81.
82.	STOJ NA P NOHE: skáče na P nohe 10x vnútri kruhu s priemerom 60 cm	0	1	2	3	82.
83.	STOJ NA Ľ NOHE: skáče na Ľ nohe 10x vnútri kruhu s priemerom 60 cm	0	1	2	3	83.
84.	STOJ, DRŽÍ SA ZA 1 ZÁBRADLIE/ mantinel/: prejde hore 4 schodmi , strieda nohy	0	1	2	3	84.
85.	STOJ, DRŽÍ SA ZA 1 ZÁBRADLIE/ mantinel/: prejde dole 4 schodmi , strieda nohy	0	1	2	3	85.
86.	STOJ: prejde hore 4 schodmi , strieda nohy	0	1	2	3	86.
87.	STOJ: prejde dole 4 schodmi , strieda nohy	0	1	2	3	87.
88.	STOJ na 15 cm schodíku: zoskočí , oboma nohami súčasne	0	1	2	3	88.

Celkovo E:

GMFM preklad, Hodnotenie 0=nezačne, 1=začne, 2=čiastočne urobí, 3=urobí, NT= netestované

po dobu minimálně 4 mesiacov. (Dodd, 2007, Meyer-Heim, 2007, Borggraefe, 2010 b).

Liečba pacientov s DMO vyžaduje multidisciplinárny prístup zahŕňajúci nezriedka farmakologickú redukciu svalového napätia, fyzioterapiu, ortopedické zásahy a ďalšiu podpornú intervenciu. (Borggraefe, 2008.) Avšak doposiaľ neexistuje všeobecne platné odporúčanie pre aplikáciu lokomočnej terapie za pomoci elektronicky riadených ortéz s odľahčením hmotnosti u detí s poruchou chôdze. Výsledky prác zahraničných autorov, vrátane dvoch kontrolovaných klinických štúdií, potvrdzujú, že celkové množstvo terapeutických jednotiek je dôležitejšie než ich počet za týždeň. (Borggraefe, 2008, Dodd, 2007) Trvanie manuálne asistovaného tréningu v spomínaných štúdiách nepresiahlo 20 minút. Roboticky asistovaná metóda dovoľuje predĺžiť jednu terapeutickú jednotku na viac než 40 minút. Toto je jednou z hlavných výhod roboticky asistovanej terapie, ktorá determinuje výsledok liečby.

Záver

U oboch pacientok sme po RATT zaznamenali objektívne zlepšenie motorických funkcií. Pozorovali sme stabilizáciu sedu, stoja a u prvej (5,5-ročnej) pacientky aj zlepšenie stereotypu chôdze, zvýšenie rýchlosti a výdrže pri chôdzi s pozitívnym korelátom v GMFM teste, 6 min WT a 10 MWT.

Existuje už niekoľko štúdií (napr. Hornby 2005, Husemann, 2007, Meyer-Heim 2007, 2009, Borggraefe, 2010 a) kladne hodnotiacich význam tréningu lokomočných funkcií u pacientov s poruchami chôdze pomocou roboticky asistovaného lokomočného tréningu, ktoré taktiež potvrdzujú výraznejšie zlepšenie motorických funkcií, stability a schopnosti chôdze v porovnaní so štandardnými rehabilitačnými technikami.

Výsledky dostupných štúdií podporujú súčasnú teóriu motorického učenia opakovaním pohybov, ktorá popisuje koreláciu medzi opakovaním činností a zlepšením motorickej funkcie, čo je kľúčom k stimulácii motorickej plasticity. (Havličková, 1996, Lippertová-Grünerová, 2005, Housman, 2009).

Literatúra

1. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166(1): 111–117.
2. Borggraefe I, Meyer-Heim A, Heinen F. Improved Gait Parameters After Robotic-Assisted Locomotor Treadmill Therapy in a 6-Year-Old Child with Cerebral Palsy. *Movement Disorders* 2008; 23(2): 280–283.
3. Borggraefe I, Schaefer J S, Klaiber M, Dabrowski E, Ammann-Reiffer C, Knecht B, Berweck S, Heinen F,

Meyer-Heim A. Robotic-assisted treadmill therapy improves walking and standing performance in children and adolescents with cerebral palsy. *European Journal of Pediatric Neurology*. 2011; 14(6): 496–502.

4. Borggraefe I, Kiwull L, Schaefer JS, Koerte I, Blaschek A, Meyer-Heim A. Sustainability of motor performance after robotic-assisted treadmill therapy in children: an open, non-randomized baseline-treatment study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* 2010; 46(2): 125–131.

5. Colombo G, Wirz M, Dietz V. Driven gait orthosis for improvement of locomotor training in paraplegic patients. *Spinal Cord* 2001; 39(5): 252–255.

6. Dodd KJ, Taylor N F, Damiano D L. A systematic review of the effectiveness of strength-training programs for people with cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2002; 83(8): 1157–1164.

7. Dodd K.J. Partial body-weight-supported treadmill training can improve walking in children with cerebral palsy: a clinical controlled trial. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2007; 49(2): 101–105.

8. Havličková L. Neuroplasticita. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*; 1996, 3(4): 139–140.

9. Hesse S. Locomotor therapy in neurorehabilitation. *Neurorehabilitation* 2001; 16(3): 133–139.

10. Hornby TG, Zemon D H, Campbell D. Robotic assisted, Body-Weight-Supported Treadmill Training in Individuals Following Motor Incomplete Spinal Cord Injury. *Physical Therapy* 2005; 85(1): 52–66.

11. Housman SJ, Scott KM, Reinkensmeyer DJ. A randomized controlled trial of gravity-supported, computer-enhanced arm exercise for individuals with severe hemiparesis. *Neurorehabilitation* 2009; 23(5): 505–514.

12. Husemann B, Müller F, Krewer S, Heller S, Koenig E. Effects of Locomotion Training With Assistance of Robot-Driven Gait Orthosis in Hemiparetic Patients After Stroke. *Stroke* 2007; 38(2): 349–354.

13. Kraus J. Etiopatogeneza a patofyziologie. In: Kraus J, et al. *Dětská mozková obrna*. 1. vyd. Praha: Grada 2005a; s35.

14. Kraus J. Přílohy. In: Kraus J, et al. *Dětská mozková obrna*. 1. vyd. Praha: Grada 2005b: 308–309.

15. Koenig A, Wellner M, Köneke S, Meyer-Heim A, Lünenburger L, Riener R. Virtual Gait Training for Children with Cerebral Palsy using the Lokomat Gait Orthosis. *Medicine Meets Virtual Reality* 16. [online]. 2008; 132: 204–209 [Citované: 2010–10–10] Dostupné z WWW: <http://www.booksonline.iospress.nl/Content/View.aspx?pid=8074>. ISBN 978-1-586-03822-9.

16. Kokavec M, Žiaková E. *Vývojová dysplázia bedrového klbu*. Bratislava: Herba, 2008: 116s.

17. Komárek V, Zumrová A, Glosová L, Chamoutová K, Kraus J, Padeřová K, Perníková I, Petrák B, Prošková M, Seeman P. *Dětská neurologie*. Praha: Galén, 2008: 195s.

18. Kříž J, Káfuňková P, Schreier B, Kolář P. Trénink lokomoce v závěsu u pacientů po poranění míchy. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, 2010; 73/106(2): 124–130.

19. Li AM, Yin J, Yu CCW, Tsang T, So HK, Wong E, Chan D, Hon EKL, Sung R. The six-minute walk test in healthy children: reliability and validity. *European Respiratory Journal*, 2005; 25(6): 1057–1060.

20. Lippertová-Grünerová M. *Neurorehabilitace*. Praha: Galén, 2005: 350s.

21. Mayr A, Kofler M, Quirbach E, Matzak H. Prospective, Blinded, Randomized Crossover Study of Gait Rehabilitation in Stroke Patients Using the Lokomat Gait Orthosis. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 2007; 21(4): 307–314.

22. Meyer-Heim A, Borggraefe I, Ammann-Reiffer C, Berweck S, Sennhauser FH, Colombo G, Knecht B, Heinen B. Feasibility of robotic assisted locomotor training in children with central gait impairment. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2007; 49(12): 900–906.

23. Meyer-Heim A, Ammann-Reiffer C, Schmartz A, Schäfer J, Sennhauser FH, Heinen F, Knecht B, Dabrowski E, Borggraefe I,

improvement of walking abilities after robotic-assisted locomotion training in children with cerebral palsy. *Archives of Disease in Childhood* 2009; 94(8): 615–620.

24. Morris Ch. Definition and classification of cerebral palsy: a historical perspective. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2007; (Suppl. 109) 49(2): 3–7.

25. Odding E. The epidemiology of cerebral palsy: Incidence, impairments and risk factors. *Disability and Rehabilitation* 2006; 28(4): 183–191.

26. Paap E, van der Net J, Helders P J, Takken T. Physiologic response at the six-minute walk test in children with juvenile idiopathic arthritis. *Arthritis & Rheumatism* 2005; 53(3): 351–356.

27. Palisano R, Cameron D, Rosenbaum PL, Walter SD, Russell D. Stability of the Gross Motor Function Classification System. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2006; 48(6): 424–428.

28. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* 1997; 39(4): 214–223.

29. Palisano R, Rosenbaum P, Bartlett D, Livingston M. Gross Motor Function Classification System (GMFCS). 2007. [citované 2008–11–11] Dostupné z WWW: <http://motorgrowth.canchild.ca/en/GMFCS/resources/GMFCS-ER.pdf>.

30. Pirpiris M, Wilkinson AJ, Rodda J, Nguyen TC, Baker RJ, Natrass GR, Graham HK. Walking speed in children and young adults with neuromuscular disease: comparison between two assessment methods. In: *Journal of Pediatric Orthopaedics* 2003; 23(3): 302–307.

31. Provost B, Dieruf K, Burtner PA, Phillips JP, Bernitsky-Beddingfield A, Sullivan KJ, Bowen CA, Toser L. Endurance and Gait in Children With Cerebral Palsy After Intensive Body Weight-Supported Treadmill Training. *Pediatric Physical Therapy* 2007; 19(1): 2–10.

32. Rosenbaum P. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. In: *Developmental Medicine & Child Neurology*, 2007; (Suppl. 109) 49(2): 8–14.

33. Rosenbaum PL, Palisano RJ, Bartlett DJ, Galuppi BE, Russell DJ. Development of the Gross Motor Function Classification System for cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2008; 50(4): 249–253.

34. Russell D, Rosenbaum P, Cadman D, Gowland C, Hardy S, Jarvis S. The gross motor function measure: A means to evaluate the effects of physical therapy. *Developmental Medicine & Child Neurology* 1989; 31(3): 341–352.

35. Russell D, Avery LM, Rosenbaum PL, Raina PS, Walter SD, Palisano RJ. Improved Scaling of the Gross Function Measure for Children With Cerebral Palsy: Evidence of Reliability and Validity. *Physical Therapy* 2000; 80(9): 872–885.

36. Russell D, Rosenbaum PL, Avery LM. Gross motor function measure: (GMFM-66 and GMFM-88) user's manual. London: Mac Keith Press 2002: 237s.

37. Sankar Ch, Mundkur N. Cerebral Palsy – Definition, Classification, Etiology and Early Diagnosis. *Indian Journal of Pediatrics*. 2005; 72(10): 865–868.

38. Schwartz L, Sajin A, Fisher I, Neeb M, Shochina M, Katz-Leurer M, Meiner Z. The Effectiveness of Locomotor Therapy Using Robotic-Assisted Gait Training in Subacute Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *PM &R, Journal of the American Academy Physical Medicine and Rehabilitation* 2009; 1(6): 516–523.

39. Swinnen E, Duerinckx S, Baeyens JP, Meeusen R, Kerckhofs E. Effectiveness of Robotic-Assisted Gait Training in Persons with Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *Journal of Rehabilitation Medicine* 2010; 42(6): 520–526.

40. Thompson P, Beath T, Bell J, Jacobson G, Phair T, Salbach NM, Wright FV. Test-retest reliability of the 10-meter fast walk test and 6-minute walk test in ambulatory school-aged children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2008; 50(5): 370–376.

41. Trojan S, Druga R, Pfeiffer J. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. Praha: Grada, 2005. 240 s.

42. Winchester P, McColl R, Query R, Foreman N, Mosby J, Tansey K, Williamson J. Changes in Supraspinal Activation Patterns following Robotic Locomotor Therapy in Motor – Incomplete Spinal Cord Injury. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 2005; 19(4): 313–324.

43. Wirtz M, Zemon DH, Rupp R, Scheel A, Colombo G, Dietz V, Hornby TG. Effectiveness of Automated Locomotor Training in Patients With Chronic Incomplete Spinal Cord Injury: A Multicenter Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2005; 86(4): 672–680.

44. Yoo JS, Park Ch, Ha H, Shin HJ, Huh JP, Kim Y. Neuroplasticity Induced by Robot-assisted Gait Training in a Stroke Patient – A case report. *Brain & NeuroRehabilitation* 2008; 1: 29–33.

45. GROSS MOTOR FUNCTION MEASURE (GMFM) [online]. [cit. 2010–12–12]. Dostupný na WWW: <http://www.canchild.ca/Portals/0/outcomes/pdf/GMFMscoresheet.pdf>.

Článek přijat redakci: 21. 3. 2011
Článek přijat k publikaci: 20. 5. 2011

MUDr. Stanislava Klobucká
Rehabilitačné centrum Harmony
Kudláková 2, 841 01 Bratislava
stanislavaklobucka@gmail.com

