

VADBA HOJE NA TEKOČEM TRAKU IN LOKOMATU PRI PACIENTIH Z NEPOPOLNO OKVARO HRBTENJAČE *GAIT TRAINING WITH TREADMILL AND LOKOMAT IN PATIENTS WITH INCOMPLETE SPINAL CORD INJURY*

Janez Špoljar, dipl. fiziot.

Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča, Ljubljana

Izvleček

Izhodišča:

Vadba hoje na tekočem traku pri pacientih z nepopolno okvaro hrbtenjače temelji na raziskavah in dokazih o obstoju centralnih generatorjev vzorcev hoje v hrbtenjači. Ta način vadbe je pri nas eden izmed uveljavljenih pristopov v rehabilitaciji in kot tak del vsakdanje prakse vrsto let. Vadba je zaradi neudobnega ergonomskega položaja in utrujanja fizioterapevtov časovno omejena. Poleg tega ne zagotavlja pacientom učenja optimalnega vzorca hoje, zato so po svetu začeli razvijati medicinske naprave za robotizirano vadbo hoje. Lokomat je v svetovnem merilu najbolj razširjena tovrstna naprava.

Metode:

Zbrali smo podatke o pacientih, ki so bili v vadbo na lokomatu vključeni od novembra 2010 do decembra 2013 na URI – Soča v Ljubljani: podatke o številu vključenih pacientov, spolu, starosti, vzroku okvare, posledicah okvare, času, ki je pretekel od okvare hrbtenjače do vključitve v vadbo na lokomatu, o številu vseh opravljenih vadbenih enot, povprečnem številu vadbenih enot na pacienta, o povprečni razbremenitvi telesne teže med vadbo, povprečnem času vadbene enote in povprečni hitrosti hoje. Podatke o številu za vadbo potrebnih fizioterapevtov, o hitrosti hoje med vadbo, o razbremenitvi telesne teže in trajanju vadbenih enot smo primerjali s podatki vadbe na tekočem traku s pomočjo fizioterapevtov. Te podatke smo pridobili iz domače in tuje literature.

Rezultati:

V vadbo na lokomatu je bilo vključenih 43 moških (povprečna starost 54,4 leta) in šest žensk (povprečna starost

Abstract

Background:

Treadmill training in patients with incomplete spinal cord injury is based on research and evidence about existence of central pattern generators within the spinal cord. This approach is one of the established approaches in rehabilitation and has been a part of everyday practice for many years. Training is time-limited because of inconvenient ergonomic position of the physiotherapists and their fatigue. Besides, it does not enable patients to learn an optimal gait pattern. That is why development of medical devices for robotic gait training has taken place all over the world. Lokomat is the most common one.

Methods:

We gathered the data about patients who were included in the therapy with the Lokomat from November 2010 to December 2013 at the University Rehabilitation Institute in Ljubljana: data about the number of included patients, gender, age, cause of injury, injury consequences, time from injury onset to inclusion in the therapy, total number of training sessions, average number of training sessions per patient, average body-weight support during therapy, average duration of a training session and average gait velocity. Data about the number of physiotherapists needed for therapy, gait velocity, body weight support and duration of training sessions were compared to the data gathered from assisted treadmill training. The latter were gathered from the literature.

Results:

Fourty-three males (average age 54 years) and six females (average age 58 years) with spinal cord injury were includ-

58 let) z okvaro hrbtenjače. Tri četrtine pacientov je bilo vključenih v obravnavo v prvem letu od začetka okvare, drugi kasneje. Skupaj so opravili 805 vadbenih enot, v okviru bolnišničnega programa v povprečju 16,4 vadbene enote na pacienta. Vadbene enote so v povprečju trajale 30,3 minute. Povprečna razbremenitev telesne teže je bila 31,1 kilograma. Povprečna hitrost hoje je bila 1,5 km/h. Pri študijah na tekočem traku sta bila za vadbo potrebna dva ali trije fizioterapevti, hitrosti hoje so se gibale od 0,19 m/s do 0,54 m/s, razbremenitev telesne teže je bila med 30 % in več kot 60 %, časi obravnave so bili od 20 do 45 minut.

Zaključki:

Primerjava obeh pristopov kaže prednosti lokomata v smislu manjšega števila za vadbo potrebnih fizioterapevtov, višjih hitrosti vadbe in daljših vadbenih enot.

Ključne besede:

poškodbe hrbtenjače, robotika, hoja, fizioterapija, rehabilitacija

ed in the treatment with the Lokomat. Three fourths of the patients were included in the treatment within the first year after injury. In total they had 805 training sessions, 16.4 sessions per hospitalised patient on average. The training session lasted for 30.3 minutes on average. The average body weight support was 31.1 kilograms; the average gait velocity was 1.5 km/h. In the studies of assisted treadmill training two to three physiotherapists were needed for the therapy, gait velocity was 0.19 m/s to 0.54 m/s, body weight support ranged from 30 % to more than 60 %, training duration was between 20 and 45 minutes.

Conclusions:

The comparison between the approaches shows advantages of the Lokomat in terms of fewer physiotherapists needed for the therapy, higher gait velocity and longer duration of training units.

Key words:

spinal cord injuries, robotics, gait, physiotherapy, rehabilitation

UVOD

Vadba hoje s pomočjo tekočega traku in sistema za delno razbremenitev telesne teže pacienta je pri nas več kot desetletje stalna praksa v rehabilitaciji pacientov z nepopolno okvaro hrbtenjače (1). Vadbo začnemo, še preden je zmogljivost za hojo najpomembnejših mišic zadostna, zato je pacient med vadbo prek opasača vpet v sistem za delno razbremenjevanje telesne teže. Očitno je namreč, da intenzivno in k nalogi usmerjeno ponovno učenje hoje, še posebej do dvanajst mesecev po okvari, vodi v izboljšanje hoje ali njeno ponovno vzpostavitev (2). Če je cilj rehabilitacijskega programa ponovna vzpostavitev hoje, mora biti vadba hoje zastopana v večji meri kot drugi fizioterapevtski pristopi (3). Čeprav je izboljšanje hoje ali njeno vzpostavitev mogoče pričakovati tudi po intenzivni vadbi hoje po ravnem (4, 5), pa ni mogoče vključiti pacienta v vadbo hoje tako zgodaj v procesu rehabilitacije, kot je to mogoče pri vadbi na tekočem traku. Pri vadbi hoje na tekočem traku pacientu pri izvedbi korakov pomagata dva fizioterapevta, včasih še tretji, ki pacientu pomaga vzdrževati primeren položaj zgornjega dela telesa. Vadba je za fizioterapevte izjemno naporna, ergonomsko neudobna in zato časovno zelo omejena (6). Razvoj tehnologije na tem področju je šel v smer robotiziranih medicinskih naprav za vadbo hoje na tekočem traku. Lokomat je ena izmed njih in je najbolj razširjena v svetovnem merilu. Opisano vadbo na tekočem traku smo večinoma opustili. Izvajamo jo še pri pacientih, za katere ocenimo, da bi bili sposobni za začetek vadbe hoje, vendar vadba na lokomatu zaradi

prezasedenosti ni mogoča. Vadbo na tekočem traku smo nadomestili z vadbo hoje na robotizirani napravi (7, 8), tako kot so ustanove po vsem svetu začele uvajati vadbo pacientov na robotskih napravah v vsakodnevne obravnave svojih pacientov (9).

Vadba hoje na tekočem traku pri pacientih z nepopolno okvaro hrbtenjače temelji na raziskavah in dokazih o obstoju centralnih generatorjev vzorcev hoje v hrbtenjači pri živalih (10–12). Raziskave so se začele konec 70. let prejšnjega stoletja, ko so prvi raziskovalci odkrili, da lahko sesalci v delni razbremenitvi telesne teže korakajo po tekočem traku tudi v odsotnosti supraspinalnega nadzora (10). Pri mladih mačkah, ki so jim povzročili popolno okvaro hrbtenjače, so poleg zmožnosti hoje opazovali tudi prilagoditev hitrosti korakanja hitrosti tekočega traku in oviram (11). Ker so sprva menili, da ima take zmožnosti le razvijajoči se živčni sistem, so podobne raziskave z enakimi ugotovitvami sledile na odraslih mačkah (12). Centralni generatorji vzorcev hoje so živčna mreža v hrbtenjači, ki ima zmožnost sprožiti ponavljajoč se motorični vzorec, podoben hoji, tudi v odsotnosti supraspinalnih ali aferentnih prilivov (13). Dokazi o obstoju centralnih generatorjev vzorcev hoje pri človeku so omejeni z nezmožnostjo popolne osamitve živčnih mrež v hrbtenjači od supraspinalnih in aferentnih prilivov (14). Raziskave na ljudeh so prav tako kot pri živalih potekale najprej pri dojenčkih in pozneje na odraslih posameznikih. Živčni sistem dojenčkov, starih deset dni in več, je pri hoji na tekočem traku v delni razbremenitvi sposoben proizvajati ritmičen vzorec hoje skladno s hitrostjo tekočega traku

(15). Ugotovitev nakazuje zmožnost živčnih mrež v razvijajoči se hrbtenjači, da ob očitni odsotnosti descendentnih prilivov s pomočjo aferentnih prilivov proizvajajo ritmično bilateralno gibanje spodnjih udov. Pri odraslih pacientih s kliničnimi slikami popolne okvare hrbtenjače so med ročno asistirano vadbo na tekočem traku z elektromiografijo opazovali motorični odgovor spodnjih udov (16), ki pa ga sami pacienti zaradi okvare niso mogli zaznati. Jakost odgovora je pri pacientih z nepopolno okvaro višja (13), vendar pa ugotovitev razkriva zmožnost proizvodnje ritmičnih vzorcev v hrbtenjačnih mrežah tudi pri odraslih ljudeh, čeprav so mehanizmi očitno veliko bolj zapleteni kot pri živalih. Vadba na tekočem traku pri ljudeh s popolnimi okvarami hrbtenjače do zdaj ni prispevala k zmožnostim za hojo (13), zato tega pristopa v rehabilitaciji teh oseb večinoma ne uporabljamo. Vadba pri pacientih z nepopolnimi okvarami pa je dolgotrajna in zahteva izkušene fizioterapevte (13). Da bi dosegli optimalno okrevanje, se moramo pri vadbi na tekočem traku držati štirih temeljnih načel. Ta so največja mogoča obremenitev spodnjih udov, optimiziranje senzornih prilivov, optimiziranje kinematike in kinetike hoje ter spodbujanje strategij okrevanja namesto strategij kompenzacij (13). Vsem štirim načelom ob pravilni uporabi zadosti tudi vadba na lokomatu.

Glede na znane prednosti robotizirane vadbe hoje smo želeli primerjati vadbo hoje s pomočjo tekočega traku in vadbo hoje na lokomatu pri pacientih z nepopolno okvaro hrbtenjače.

METODE

Analizirali smo dokumentacijo pacientov, ki so bili od novembra 2010 do decembra 2013 vključeni v robotizirano vadbo hoje, in zbrali podatke o številu, spolu, starosti, vzroku okvare hrbtenjače, posledicah okvare, času od nastanka okvare in številu vadbenih enot. Analizirali smo potek vadbe in zbrali podatke o razbremenitvi telesne teže med vadbo, o hitrosti vadbe, trajanju vadbenih enot in njihovem povprečnem številu na pacienta. Analizo dela na lokomatu smo primerjali z našimi dosedanjimi izkušnjami z vadbo, pri kateri fizioterapevti pomagajo pacientu pri izvedbi korakov na tekočem traku, in s podatki iz tuje literature. Primerjava je vključevala podatke o številu za vadbo potrebnih fizio-

terapevtov, hitrosti hoje med vadbo, razbremenitvi telesne teže in trajanju vadbenih enot.

REZULTATI

V vadbo hoje na lokomatu je bilo z Oddelka za rehabilitacijo pacientov z okvaro hrbtenjače v omenjenem obdobju vključenih 49 pacientov, 47 z nepopolno okvaro (ASIA B, C, D) in dva s popolno okvaro (ASIA A). 41 pacientov je bilo vključenih v program celostne rehabilitacije na oddelku, pet pacientov je bilo vključenih v ambulantno obliko dela, trije so bili vključeni ambulantno kot samoplačniki iz drugih držav. Vključili smo 43 moških, starih od 21 do 82 let (povprečno 54 let) in šest žensk, starih od 39 do 72 let (povprečno 58 let).

Pri slabi polovici (45 %) pacientov je bila vzrok okvare hrbtenjače poškodba, pri drugih vzrok okvare ni bila poškodba (zožitev hrbteničnega kanala, zdrs medvretenčne ploščice, tumorji, infarkt hrbtenjače, vnetje medvretenčne ploščice, klopni meningoencefalitis, hematoma, sprememba na arterijskem in/ali venskem ožilju). Pri polovici (51 %) obravnavanih je bila posledica okvare parapareza, pri 45 % obravnavanih je bila posledica okvare tetrapareza, pri dveh pacientih je bila posledica okvare paraplegija. Tri četrtine (76 %) pacientov je bilo sprejetih v obravnavo manj kot eno leto od nastanka okvare, preostali (24 %) so bili sprejeti v obravnavo več kot leto dni po začetku okvare. Skupno smo opravili 805 vadbenih enot za vse vključene paciente. V povprečju je posamezen pacient v okviru bolnišničnega programa opravil 16,4 vadbene enote, v okviru ambulantnega programa pa 18 vadbenih enot. Pacienti, ki so bili vključeni v ambulantni samoplačniški program, so opravili povprečno 13,6 vadbene enote. Povprečna razbremenitev telesne teže pri pacientih je bila 31,1 kg (SO 9,5 kg, razpon od 4,7 do 56,5 kg). V povprečju so pacienti hodili 30,3 minute (SO 6,2 minute, razpon od 15 do 47 minut). Povprečna hitrost hoje je bila 1,5 km/h (SO 0,2 km/h, razpon od 1 do 2 km/h).

Podatki različnih študij o številu za vadbo potrebnih fizioterapevtov, hitrosti hoje med vadbo, o razbremenitvi telesne teže in trajanju vadbenih enot na tekočem traku se od študije do študije razlikujejo. Primerjavo z našimi podatki navajamo v tabeli 1.

Tabela 1: Primerjava naše analize dela na lokomatu z domačimi in tujimi podatki, vključenimi pri študijah vadbe hoje na tekočem traku s pomočjo fizioterapevtov.

Oblika vadbe	Število fizioterapevtov med vadbo	Hitrost hoje med vadbo	Razbremenitev telesne teže	Trajanje vadbenih enot
Lokomat	1	0,27–0,69 m/s	od 4,7 do 56,5 kg	povprečno 30,3 min
Tekoči trak	2 [1, 33]	0,19–0,44 m/s [1]	50 % tt [1]	20 min [1]
	3 [13, 34]	največja možna [4] 0,27–0,54 m/s [13]	30 % tt [4] 60 % tt [13] 40 % tt [33]	20–30 min [5] 20–45 min [13] 30 min [33]

Legenda: tt – telesna teža, kg – kilogram, min – minut

RAZPRAVA

Postopek namestitve pacienta in priprave na vadbo ter postopek ročno asistiranje vadbe na tekočem traku sta v literaturi podrobno opisana (13). Prav tako je podrobno opisano delovanje lokomata (17, 18). Oba sistema vadbe sta v smislu zagotavljanja motoričnega učenja primerljiva. Ugotavljamo pa tako prednosti kot pomanjkljivost enega in drugega.

Pri vadbi s pomočjo tekočega traku so obdobja vadbe zaradi utrujanja fizioterapevtov krajša kot pri vadbi z lokomatom (18). Nevroznanost je uspešno dokazala, da ima lahko intenzivna in k nalogi usmerjena vadba pozitiven vpliv na ponovno učenje hoje v rehabilitacijskem procesu pacientov z okvaro osrednjega živčevja (19, 20). Oba načina vadbe sta sicer k nalogi usmerjena, pacient v obeh primerih vadi hojo, vendar jo v primeru lokomata vadi dalj časa v eni obravnavi. Pri hoji na tekočem traku v edini domači študiji (študija treh primerov) je bil najdaljši možen čas vadbe v eni vadbeni enoti dvajset minut (1), pri hoji na lokomatu se ta čas v povprečju podaljša na trideset minut. Možne so tudi vadbe, ki trajajo do petdeset minut.

Pri vadbi na lokomatu zadostuje en fizioterapevt, ki lahko samostojno namesti pacienta, vodi in spremlja vadbo ter jo nato samostojno konča, v primerjavi z vadbo na tekočem traku, pri kateri morata biti prisotna vsaj dva (1), včasih tudi trije (13) fizioterapevti. Fizioterapevt, ki pacientu pomagata pri izvedbi korakov v fazi opore in fazi zamaha ali ga v določeni fazi hoje celo povsem podpirata, ne moreta zagotoviti kinematičnih in kinetičnih značilnosti fiziološke hoje, kar je pri vadbi na sistemu lokomat mogoče.

Eden od pomislekov v škodo lokomata je, da električni ortozi premikata pacientove spodnje ude tudi v primeru, ko pacient premalo aktivno sodeluje pri vadbi hoje ali pa je med vadbo celo neaktiven. Da bi se temu izognili, ima lokomat v kolčna in kolenska sklepa vgrajene senzorje sile, ki v vsakem trenutku zaznavajo pacientovo aktivno gibanje ali odsotnost gibanja. Sistem biometričnih podatkov na ločenem zaslonu prikazuje pacientovo dejavnost v realnem času med hojo, pri ročno asistirani hoji na tekočem traku pa fizioterapevt s svojimi rokami zaznavata sodelovanje pacienta. Vendarle pa je bilo ugotovljeno, da povratna informacija učinkovito pospeši motorično učenje, najsi jo da strokovnjak ali naprava (21). Oblike povratne informacije na lokomatu so različne in jih fizioterapevt izbere v sodelovanju s pacientom glede na njegove zmožnosti in svojo presojo. Fizioterapevt lahko izbira med črtnimi grafi, na katerih se prikazuje aktivnost v kolčnih in kolenskih sklepih za fazo opore in fazo zamaha. Ker pa je tak prikaz za nekatere paciente preveč zapleten, imamo na voljo še prikaz posode in termometra ter smeška. Prikaz posode in termometra je preprostejši prikaz. Raven napolnjenosti vodne posode je skladna s pacientovo splošno učinkovitostjo in prikazuje povprečje vseh biometričnih podatkov za zadnje korake. Podobno kot pri grafih: aktivneje ko se pacient premika po vzorcu hoje lokomata, višja je raven

vode v posodi. Rdeč termometer v okviru istega prikaza pa kaže pacientovo učinkovitost med trenutnim korakom za izbrane lastnosti hoje. Najpreprostejši in najbolj neposreden prikaz, ki ga izberemo, ko pacient težko razume druge oblike povratne informacije, je smeško. Ta prikaz odraža splošno učinkovitost v enem koraku. Bolj ko pacient podpira svoje gibanje na lokomatu, širši je nasmešek, če aktivnosti ni ali se zmanjša, se obraz zmači. Četrta možnost, ki jo imamo, da pacienta spodbudimo k aktivni hoji, je obogatena povratna informacija. To so različne oblike navideznega okolja, v katerih pacient z aktivnimi gibi v kolčnem sklepu v smeri fleksije nadzoruje gibanje avatarja, ki ga vidi na velikem zaslonu pred seboj. Ker se mišična aktivnost, dokazana z elektromiografijo, poveča z upoštevanjem povratnih informacij o izvedbi korakov, ne glede na obliko informacije (22), se zdi odveč pomislek o neučinkovitosti vadbe hoje z lokomatom zaradi možne pacientove pasivnosti.

Pri hoji na tekočem traku se včasih pojavi težava pri obravnavi pacientov s povišanim mišičnim tonusom. Podatkov o tem, kolikokrat se je to do zdaj zgodilo, nismo zbirali. Pri teh pacientih fizioterapevt med hojo ne zmoreta slediti kinematičnim in kinetičnim značilnostim hoje. Pri lokomatu pri nižjih hitrostih vadbe teh težav ni, tudi pacienti se ob ritmičnem ponavljajočem se gibanju dobro počutijo.

Vadba hoje na tekočem traku pri višji hitrosti, kot jo lahko dosežemo pri vadbi hoje po tleh, je pri osebah po možganski kapi dokazano učinkovitejša, sploh če se približa hitrosti normalne hoje (23, 24). Beres-Jones in Harkema (25) ter Lünenburger in sodelavci (26) so ugotavljali od hitrosti hoje odvisno elektromiografsko aktivnost v mišicah spodnjih udov pri pacientih s popolnimi in nepopolnimi okvarami hrbtenjače in pri zdravih osebah. Višje hitrosti hoje zagotavljajo več aferentnega priliva, zato domnevamo, da vplivajo na boljši končni izid vadbe tudi pri pacientih z nepopolnimi okvarami hrbtenjače, čeprav za to ni dokazov. Pri vadbi na tekočem traku je po naših izkušnjah največja mogoča hitrost, ki jo zmoreta dva fizioterapevt vzdrževati dvajset minut, zaradi lastnega utrujanja in varnosti pacienta, le 0,19 m/s (1). Hitrosti na lokomatu se začnejo pri 0,27 m/s do največje mogoče hitrosti 0,88 m/s. Normalna hitrost hoje zdravih odraslih oseb je med 1 in 1,5 m/s (13), iz česar sledi, da se pri vadbi z lokomatom tem hitrostim vsaj približamo. Povprečna hitrost naših pacientov med vadbo je bila 0,42 m/s, največja povprečna hitrost je bila 0,55 m/s. Največja hitrost, s katero je hojo v zadnji obravnavi vadi le en pacient, je bila 0,69 m/s.

Pripomoček za dvigovanje stopal preprečuje, da bi se pacientovo stopalo med hojo na lokomatu zataknilo v tekoči trak. Sestavljen je iz zanke, ki se pritrdi okrog blazinic stopala, dveh trakov, ki se pritrdita na pripomoček za dvigovanje stopala in držita stopalo v nevtralnem položaju, ter traku za peto. Pomanjkljivost tega sicer nepogrešljivega dela lokomata je pasivnost, kar pomeni, da pacienta ne spodbuja k aktivnemu gibanju v smeri dorzalne fleksije na koncu faze

zamaha. Po drugi strani pa tudi pri ročno asistirani vadbi fizioterapevt težko učinkovito spodbuja pacienta k temu gibanju, večinoma je ta gib prav tako pasiven. Poleg tega pri pacientih s povišanim mišičnim tonusom fizioterapevt težko nadzoruje pravilen dostop na peto, dolžina trakov na omenjenem pripomočku pa je nastavljiva in tako olajša dostop na peto tudi pacientom s povišanim mišičnim tonusom. Snovalci lokomata so sicer razmišljali tudi o dodatnem pogonu za gležnja, vendar bi po njihovem mnenju napravo naredili preveč zapleteno, brez posebno velike dodatne vrednosti, zato so od tega odstopili.

Pomanjkljivost lokomata je visoka cena sistema, ki ne omogoča nakupa ustanovam brez zadostnih sredstev financiranja. Po drugi strani je sistem za hojo po tekočem traku cenejši in si ga lahko privoščijo tudi manjši izvajalci. Lokomat je od enega izmed ameriških sistemov (27), ki omogoča le vadbo na tekočem traku s pomočjo fizioterapevtov, 4,4-krat dražji. Dostopnosti na evropskem tržišču za omenjeni ameriški sistem, niti morebitne ponudbe vzdrževalnih storitev, nismo preverjali. Oboje pri švicarskem podjetju, ki proizvaja lokomat, dobro deluje.

Kontraindikacije za vadbo z enim ali drugim sistemom so večinoma enake. Na obeh sistemih ni mogoča hoja s pacienti, ki imajo nestabilnosti kosti, odprte rane, hude bolezni srca in ožilja, ki ne zmorejo sodelovati in/ali imajo druge za vadbo izključujoče kognitivne motnje. Vadba ni mogoča pri pacientih na dolgotrajnih infuzijah ali mehanski ventilaciji. Pri pacientih, ki imajo artrodeze kolka, kolena ali gležnja, vadba hoje prav tako ni mogoča. Na lokomatu ne morejo vaditi hoje pacienti, ki imajo tako zmanjšane pasivne obsege gibov v spodnjih udih in/ali neenakomerno dolžino spodnjih udov, da prilagoditev električnih ortoz ni mogoča. Prav tako ne moremo vaditi hoje s pacienti, ki so težji od 135 kg ali višji od 200 centimetrov, ker pri teh pacientih ne moremo več ustrezno prilagoditi ortoz in ker ima sistem za podporo telesne teže omejitve. Zaradi prevelike telesne teže in nezmožnosti pritrditve opasača na pacienta v vadbo do zdaj ni bilo mogoče vključiti dveh pacientov.

Dejavniki, kot so intenzivnost, pogostost in specifičnost vadbe, ponavljanje z vključenimi spremembami in motivacija, imajo pri motoričnem učenju pomembno vlogo (28). Za ponovno učenje hoje pri pacientih z nepopolno okvaro hrbtenjače uporabljamo različne fizioterapevtske pristope, v prispevku sta omenjena le dva izmed njih. Vsi našeti dejavniki pri vseh pristopih niso enakomerno zastopani. Dokazov, da bi kateri koli izmed pristopov bolj pripomogel k učenju hoje v primerjavi z drugimi, ni (29–32). Tudi zato je bila lažja odločitev, da vadbo hoje na tekočem traku v delni razbremenitvi telesne teže, pri kateri fizioterapevti pomagajo pacientu pri izvedbi korakov, nadomestimo z vadbo hoje na lokomatu. V vsakem primeru pa ta vadba ostaja le eden izmed pristopov, s katerimi učimo paciente ponovno hoditi, in se z njimi dobro dopolnjuje.

ZAKLJUČKI

Uporaba tekočega traku z delno razbremenitvijo telesne teže in pomočjo pri izvedbi korakov lahko pomembno prispeva k učinkovitosti učenja hoje pri pacientih z nepopolno okvaro hrbtenjače. Ta način vadbe je zaradi ergonomsko zahtevne pomoči, ki jo fizioterapevti pri korakih zagotavljajo pacientu, zagotavljanja konsistentnosti, hitrosti in trajanja vadbe omejen. Zato smo zadovoljni, da lahko z naprednimi tehnološkimi izboljšavami, ki deloma premostijo te omejitve, obravnavamo tudi naše paciente. Če sodimo po povratnih informacijah naših pacientov, je veliko zadovoljstvo tudi na njihovi strani.

Literatura:

1. Obreza P, Koželj D, Petrica K, Kurnik S, Kočar B. Trening hoje na tekočem traku pri ljudeh s spinalno poškodbo. V: Vrečar I, ur. 10. kongres fizioterapevtov Slovenije: zbornik predavanj, Terme Čatež, 22.–24. maj 2003. Ljubljana: Društvo fizioterapevtov Slovenije, 2003: 49–56.
2. Lam T, Eng JJ, Wolfe DL, Hsieh JTC, Whittaker MA. A systematic review of the efficacy of gait rehabilitation strategies for spinal cord injury. *Top Spinal Cord Inj Rehabil* 2007; 13: 32–57.
3. Yang JF, Musselman KE. Training to achieve over ground walking after spinal cord injury: a review of who, what, when, and how. *J Spinal Cord Med* 2012; 35: 293–304.
4. Field-Fote EC, Lindley SD, Sherman AL. Locomotor training approaches for individuals with spinal cord injury: a preliminary report of walking-related outcomes. *J Neurol Phys Ther* 2005; 29: 127–37.
5. Dobkin B, Apple D, Barbeau H, Basso M, Behrman A, Deforge D, et al. Weight-supported treadmill vs over-ground training for walking after acute incomplete SCI. *Neurology* 2006; 66: 484–93.
6. Colombo G, Wirz M, Dietz V. Driven gait orthosis for improvement of locomotor training in paraplegic patients. *Spinal Cord* 2001; 39: 252–5.
7. Špoljar J, Obreza P. Ponovno učenje hoje pri pacientu z okvaro hrbtenjače v vratnem delu s sistemom Lokomat: poročilo o primeru. V: Puh U, ur. Z dokazi podprta fizioterapija. 14. kongres fizioterapevtov Slovenije: zbornik predavanj, Laško, 13. in 14. maj 2011. Ljubljana: Društvo fizioterapevtov Slovenije – strokovno združenje, 2011: 27–34.
8. Špoljar J. Vadba hoje s sistemom Lokomat pri pacientu z nepopolno okvaro hrbtenjače v vratnem delu v kronič-

- nem obdobju: poročilo o primeru. *Fizioterapija* 2012; 21: 56–63.
9. Hidler J, Sainburg R. Role of robotics in neurorehabilitation. *Top Spinal Cord Inj Rehabil* 2011; 17: 42–9.
 10. Forssberg H, Grillner S, Rossignol S. Phasic gait control of reflexes from the dorsum of the paw during spinal locomotion. *Brain Res* 1977; 132: 121–39.
 11. Forssberg H. Stumbling corrective reaction: a phase-dependent compensatory reaction during locomotion. *J Neurophysiol* 1979; 42: 936–53.
 12. Barbeau H, Rossignol S. Recovery of locomotion after chronic spinalization in the adult cat. *Brain Res* 1987; 412: 84–95.
 13. Harkema SJ, Behrman AL, Barbeau H. *Locomotor training: principles and practice*. Oxford: Oxford University Press; 2011: 22.
 14. Dimitrijevič MR, Gerasimenko Y, Pinter MM. Evidence for a spinal central pattern generator in humans. *Ann N Y Acad Sci* 1998; 860: 360–76.
 15. Yang JF, Stephens MJ, Vishram R. Infant stepping: a method to study the sensory control of human walking. *J Physiol* 1998; 507: 927–37.
 16. Dietz V, Harkema SJ. Locomotor activity in spinal cord - injured persons. *J Appl Physiol* 2004; 96: 1954–60.
 17. Obreza P, Špoljar J. Uporaba robotske naprave Lokomat pri ponovnem učenju hoje pri pacientih z okvaro hrbtenjače. *Rehabilitacija* 2012; 11: 51–60.
 18. Winchester P, Querry R. Robotic orthoses for body weight-supported treadmill training. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2006; 17: 159–72.
 19. Dobkin BH. Clinical practice: rehabilitation after stroke. *N Engl J Med* 2005; 352: 1677–84.
 20. Johansson BB. Brain plasticity and stroke rehabilitation. *Stroke* 2000; 31: 223–30.
 21. Sigrist R, Rauter G, Riener R, Wolf P. Augmented visual, auditory, haptic and multimodal feedback in motor learning: a review. *Psychon Bull Rev* 2013; 20: 21–53.
 22. Winchester P, Smith P, Foreman N, Mosby JM, Pacheco F, Querry R, Tansey K. A prediction model for determining over ground walking speed after locomotor training in persons with motor incomplete spinal cord injury. *J Spinal Cord Med* 2009; 32: 63–71.
 23. Pohl M, Mehrholz J, Ritschel C, Rückriem S. Speed-dependent treadmill training in ambulatory hemiparetic stroke patients: a randomized controlled trial. *Stroke* 2002; 33: 553–8.
 24. Sullivan KJ, Knowlton BJ, Dobkin BH. Step training with body weight support: effect of treadmill speed and practice paradigms on poststroke locomotor recovery. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 683–91.
 25. Beres-Jones JA, Harkema SJ. The human spinal cord interprets velocity-dependant afferent input during stepping. *Brain* 2004; 127: 2232–46.
 26. Lünenburger L, Bolliger M, Czell D, Müller R, Dietz V. Modulation of locomotor activity in complete spinal cord injury. *Exp Brain Res* 2006; 174: 638–46.
 27. Body Weight Support System for Intensive Locomotor Training. St. Louis: INNOVENTOR. Dostopno na http://www.therastride.com/docs/TheraStride_Intro_MT.pdf
 28. Winstein CJ. Knowledge of results and motor learning – implications for physical therapy. *Phys Ther* 1991; 71: 140–9.
 29. Swinnen E, Duernick S, Baeyens JP, Meeusen R, Kerckhofs E. Effectiveness of robot-assisted gait training in persons with spinal cord injury: a systematic review. *J Rehabil Med* 2010; 42: 520–6.
 30. Field-Fote E, Roach KE. Influence of a locomotor training approach on walking speed and distance in people with chronic spinal cord injury: a randomized clinical trial. *Phys Ther* 2011; 91: 48–60.
 31. Nooijen CFJ, ter Hoeve N, Field-Fote EC. Gait quality is improved by locomotor training in individuals with SCI regardless of training approach. *J Neuroeng Rehabil* 2009; 6: 36.
 32. Alcobendas-Maestro M, Esclarín-Ruz A, Casado-López RM, Muñoz-González A, Pérez-Mateos G, González-Valdizán E, Martín JL. Lokomat robotic-assisted versus overground training within 3 to 6 months of incomplete spinal cord lesion: randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2012; 26: 1058–63.
 33. Wernig A, Nanassy A, Müller S. Laufband (treadmill) therapy in incomplete paraplegia and tetraplegia. *J Neurotrauma* 1999; 16 (8): 719–26.
 34. Behrman AL, Harkema SJ. Locomotor training after human spinal cord injury: a series of case studies. *Phys Ther* 2000; 80: 688–700.