

## Primerjava učinkov vadbe hoje na lokomatu z drugimi fizioterapevtskimi postopki pri pacientih z nepopolno okvaro hrbtenjače: sistematični pregled literature

Comparison of the effects of gait training using lokomat and other physiotherapeutic procedures in patients with incomplete spinal cord injury: a systematic review

Janez Špoljar<sup>1</sup>, Urška Puh<sup>2</sup>

### IZVLEČEK

**Uvod:** Vadba hoje na lokomatu je eden izmed fizioterapevtskih postopkov, s katerim želimo vplivati na vzpostavitev ali izboljšanje različnih vidikov hoje pri osebah z nepopolno okvaro hrbtenjače. Namen članka je bil ugotoviti, ali je učinkovitost vadbe hoje na lokomatu večja v primerjavi z drugimi fizioterapevtskimi postopki. **Metode:** V sistematični pregled literature smo vključili randomizirane kontrolirane poskuse, s katerimi so preiskovali odrasle z nepopolno okvaro hrbtenjače. Pregledali smo zbirke PubMed, Cinahl, PEDro in Cochrane do januarja 2015. **Rezultati:** Vključitvenim merilom je ustrezalo pet raziskav, objavljenih med letoma 2005 in 2014. Dve sta obravnavali preiskovance v prvem letu po okvari in tri preiskovance več kot leto po okvari. Študije so primerjale od dva do štiri postopke, pri vseh je bil eden vadba hoje na lokomatu. Le v eni raziskavi s preiskovanci v prvem letu po začetku okvare so se vzdržljivost hoje, uporaba pripomočkov in neodvisnost med hojo ter mišična zmogljivost bolj izboljšali v skupini, ki je vadila na lokomatu. **Zaključki:** Dokazov, ki bi dajali prednost enemu izmed postopkov, ni, vsi so potencialno učinkoviti. Potrebno je nadaljnje raziskovanje vplivov vadbe hoje na lokomatu v primerjavi z drugimi fizioterapevtskimi postopki za vadbo hoje.

**Ključne besede:** nepopolne okvare hrbtenjače, vadba hoje z robotom, rehabilitacija, sistematični pregled literature.

### ABSTRACT

**Background:** Gait training with lokomat is one of the physiotherapeutic procedures for gait re-education or improvement of different gait aspects in patients with incomplete spinal cord injury. The purpose of the article was to establish whether efficiency of gait training with lokomat is greater than with other physiotherapeutic procedures. **Methods:** Randomized controlled trials studying adults with incomplete spinal cord injury were included in the systematic review. PubMed, Cinahl, PEDro and Cochrane databases were searched until January 2015. **Results:** Five studies met the inclusion criteria. They were published between 2005 and 2014. Two studies included subjects within first year after injury onset, three after one year. Studies compared two to four procedures, with gait training using lokomat being one of them. Only one research with subjects within first year after injury onset showed better improvement of walking distance, usage of devices, braces and physical assistance during walking, and muscle strength in the lokomat group. **Conclusions:** There is no evidence on superiority of one procedure over another. All procedures show potential for efficiency. More research of the effects of gait training using lokomat in comparison with other physiotherapeutic procedures is needed.

**Key words:** incomplete spinal cord injuries, robot-assisted gait training, rehabilitation, systematic review.

---

<sup>1</sup> Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča, Ljubljana

<sup>2</sup> Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

**Korespondenca/Correspondence:** Janez Špoljar, dipl. fiziot.; e-pošta: janez.spoljar@ir-rs.si

Prispelo: 04.03.2015

Sprejeto: 30.03.2015

## UVOD

Pri pacientih z nepopolno okvaro hrbtenjače sta najpomembnejša cilja celostne rehabilitacijske obravnave ponovno vzpostaviti hojo in izboljšati različne vidike hoje. Za ponovno učenje hoje uporabljamo pri pacientih z nepopolno okvaro hrbtenjače različne fizioterapevtske postopke, kar je odvisno od ravni in kompleksnosti okvare ter psihofizičnih sposobnosti posameznika (1). Eden izmed fizioterapevtskih postopkov, ki se uporabljajo v ta namen, je vadba hoje na tekočem traku, pri kateri fizioterapevti med hojo pomagajo pacientu premikati spodnja uda. Vadba hoje na tekočem traku naj bi omogočala optimalno senzorno okolje za učenje hoje (2, 3). V Sloveniji je uporaba tekočega traku z razbremenitvijo telesne teže in ročnim vodenjem ter pomočjo pri izvedbi koraka v fazi zamaha in fazi opore pri učenju hoje pacientov z nepopolno okvaro hrbtenjače že več let vsakdanja praksa (4). Behrman in Harkema (3) sta poročala, da je to strategija, ki upošteva intenzivnost ponavljanja in k specifični nalogi usmerjeno vadbo, kar sta dva od bistvenih pogojev za zagotavljanje motoričnega učenja. Hoja na tekočem traku ponovno aktivira centralne generatorje vzorcev hoje in tako izboljša vzorce mišične aktivnosti (5). 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 (6). Dietz in sodelavci (7) so navedli, da je rezultat take vadbe hitrejša in učinkovitejša ponovno učenje hoje. Toda med tako vadbo hoje dva fizioterapevta, včasih tudi trije, opravljata zahtevno, ergonomsko neudobno in naporno delo, ki zaradi utrujanja fizioterapevtov ne more trajati dolgo. Posledično je vadba hoje po tekočem traku z razbremenitvijo telesne teže pri pacientih z okvaro hrbtenjače časovno zelo omejena (8). Vse navedeno je spodbudilo razvoj robotskih naprav za vadbo hoje na tekočem traku.

V svetovnem merilu je najbolj razširjen robotski sistem lokomat. Naprava je sestavljena iz tekočega traku, škripčevja, ki omogoča razbremenitev telesne teže med namestitvijo in med hojo, ter iz električno gnanih robotiziranih ortoz, ki jih namestimo na spodnja uda. Robotski ortoz premikata ali pomagata premikati spodnja uda hodečega pacienta po trajektoriji, izbrani z nastavitvami. Cilji so zmanjšanje napora in

porabljenega časa fizioterapevtov, izboljšanje kinematičnih značilnosti hoje in podaljšanje časa vadbe (9). Sklepe za kolk in koleno naprave lokomat poganjajo linearni pogoni, integrirani v ohišje segmentov robota (10). Padeč stopala med fazo zamaha in dostop na peto na koncu faze zamaha omogoča pasivni mehanizem, ki zagotavlja dorzalno fleksijo v zgornjem skočnem sklepu. Prednosti vadbe hoje z lokomatom so za paciente daljša obdobja vadbe in podpiranje optimalnega vzorca hoje med vadbo, za fizioterapevte pa boljši izkoristek časa. Pomanjkljivost je ta, da je lahko pacient med hojo tudi povsem pasiven, saj lahko ortoz povsem podpirata obe fazi hoje v celoti. Povratne informacije o aktivnih gibih posameznih mišičnih skupin v posameznih fazah hoje deloma odpravljajo to pomanjkljivost. Senzorji sil, ki so integrirani v pogone za kolka in kolena, zaznavajo aktivne hotene gibe pacienta v smeri fleksije in ekstenzije ter jih prikazujejo pacientu in fizioterapevtu v obliki vidnih povratnih informacij.

Namen sistematičnega pregleda literature je bil ugotoviti, ali je vadba hoje na lokomatu v primerjavi z drugimi fizioterapevtskimi postopki učinkovitejša za izboljšanje različnih vidikov hoje pri osebah z nepopolno okvaro hrbtenjače.

## METODE

V sistematični pregled literature smo vključili članke v angleškem jeziku, ki so bili dostopni v polnem besedilu v revijah z recenzijo. Vključili smo le študije, ki so bile zasnovane kot randomiziran kontroliran poskus (RKP). Randomizirani kontrolirani poskusi zagotavljajo dokaze najvišje stopnje, ker metodološka rigoroznost zmanjša tveganje pristranskosti in zavajajočih dejavnikov (11). V izbor smo vključili študije, ki so primerjale učinke vadbe hoje na lokomatu z vsaj enim drugim fizioterapevtskim postopkom za izboljšanje različnih vidikov hoje. Merila za vključitev raziskav v pregled so bila:

- RKP;
- preiskovanci z nepopolno okvaro hrbtenjače, stopnja okvare po lestvici Ameriškega združenja za paciente z okvaro hrbtenjače (12) (angl. American spinal injury association impairment classification scale – ASIA) je bila B, C ali D, ne glede na vzrok okvare;
- odrasli preiskovanci, stari 18 let in več.

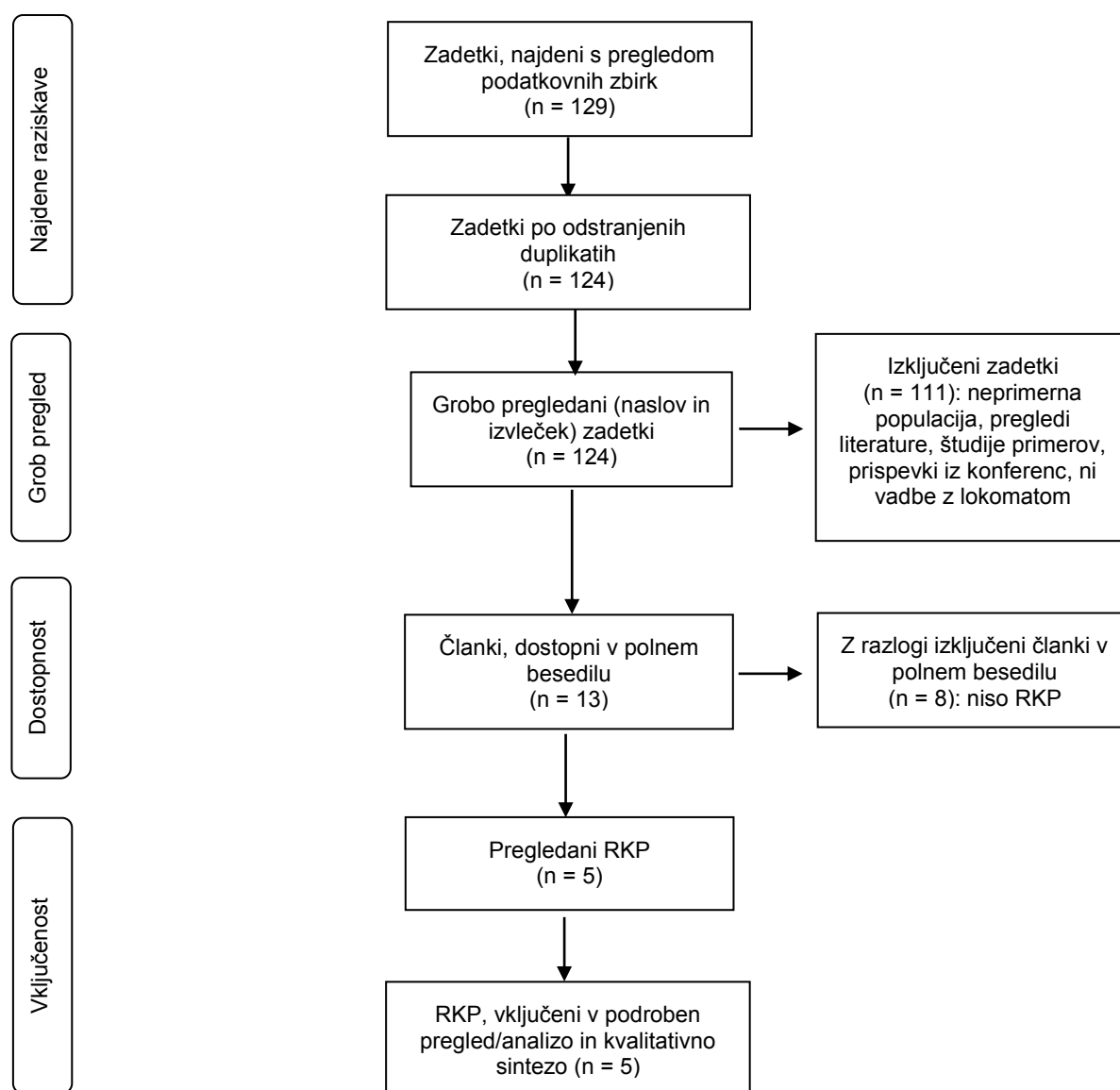
Čas od začetka okvare do vključitve v študijo in uporaba pripomočkov za hojo pri vključitvi v pregled nista bila pomembna.

Pregledali smo splošni podatkovni zbirki PubMed Central in Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL), za fizioterapijo specializirano podatkovno zbirko Physiotherapy Evidence Database (PEDro) ter Cochrane Collaboration's Register of Clinical Trials. Vse zbirke so bile pregledane do januarja 2015. Obdobja iskanja navzdol nismo omejevali. Iskalna kombinacija, ki smo jo ponovili v brskalnikih vseh podatkovnih zbirk, je bila: lokomat AND »spinal

cord injury«. Do polnega besedila smo dostopali neposredno v podatkovnih zbirkah ali prek povezav v podatkovnih zbirkah. Kakovost pregledanih raziskav smo ovrednotili z ocenami po lestvici PEDro (13), ki so za posamezne randomizirane kontrolirane poskuse v tej podatkovni zbirki že navedene.

## REZULTATI

Pregled iskalne strategije prikazuje »tekoči diagram« PRISMA (slika 1). V pregled oziroma analizo in kvalitativno sintezo je bilo vključenih pet raziskav.



Slika 1: »Tekoči diagram« PRISMA (14), RKP – randomiziran kontroliran poskus

Glavne značilnosti preiskovancev in osnovne značilnosti raziskav so povzete v tabeli 1. Raziskave so bile objavljene med letoma 2005 in 2014. Število preiskovancev, vključenih v analizo, se je gibalo med 9 (19) in 80 (18). V dveh RKP so

bili vključeni preiskovanci v prvem letu po začetku okvare (15, 18), v treh pozneje po začetku okvare (16, 17, 19). Najnižji nivo okvare hrbtenjače preiskovancev, ki so še bili vključeni v RKP, je bil nivo dvanajstega prsnega vretenca (18).

*Tabela 1: Značilnosti preiskovancev in analiziranih raziskav, ki so primerjale učinke vadbe hoje na lokomatu z drugimi fizioterapevtskimi postopki pri pacientih z nepopolno okvaro hrbtenjače*

Raziskava	Hornby in sod. 2005 (15)	Nooijen in sod. 2009 (16)	Field-Fote in Roach 2011 (17)	Alcobendas-Maestro in sod. 2012 (18)	Labruyere in van Hedel 2014 (19)
n	35	75	74	80	9
Izpad preiskovancev %	14	32	14	6	0
Starost leta (SO)	NP	41 (13)	41 (13)	47 (14)	59 (11)
Moški/ženske	NP	11/40	13/51	30/50	4/5
Čas od okvare	14–180 dni	12–292 mesecev	1 leto in več	3–6 mesecev	1 leto in več
Višina okvare	nad T10	nad T12	T10 in nad	T12 in nad	T11 in nad
Stopnja okvare ASIA	B, C, D	C, D	C, D	C, D	D
Primerjani vadbeni pristopi (število analiziranih preiskovancev)	1. lokomat (10) 2. TT s pomočjo FT (10) 3. hoja po ravnem (10)	1. lokomat (12) 2. TT s pomočjo FT (13) 3. TT s FES (15) 4. hoja po ravnem s FES (11)	1. lokomat (14) 2. TT s pomočjo FT (17) 3. TT s FES (18) 4. hoja po ravnem s FES (15)	1. lokomat (37) 2. hoja po ravnem (38); + standardna FT obravnava pri obeh	1. lokomat/ vadba mišične zmogljivosti (5) 2. vadba mišične zmogljivosti/ lokomat (4)
Trajanje ene vadbe (min)	30	45	45	60 hoja po ravnem; 30 lokomat	45
Število vadbenih enot (povprečje)	24	50	49	40	32
Pogostost vadbe/teden (povprečje)	3	5	5	5	4
Spremljanje dolgoročnih učinkov	da; delno objavljeno	ne	da; 10 priložnostno	ne	da
Ocena PEDro	3/10	3/10	6/10	8/10	6/10

*n* – število preiskovancev, *SO* – standardni odklon, *ASIA* – Lestvica Ameriškega združenja za paciente z okvaro hrbtenjače, *NP* – ni podatka, *T* – prsni del hrbtenice, *TT* – tekoči trak, *FT* – fizioterapevt, *FES* – funkcionalna električna stimulacija, *PEDro* – Physiotherapy Evidence Database

### Merilna orodja

Test hoje na 10 metrov so preiskovalci uporabili v vseh raziskavah. Poleg tega so Nooijenova in

sodelavci (16) v srednjih šestih metrih z infrardečo kamero posneli kinematične in časovno-dolžinske značilnosti hoje. V analizo podatkov so zajeli

kadenco, dolžino korakov, dolžino dvojnih korakov, indeks simetrije, koordinacijo posameznega spodnjega uda in začetek ekstenzije kolena med fazo opore. 6-minutni test hoje so izvedli v dveh (15, 19), 2-minutni test hoje pa v eni raziskavi (17). Indeks hoje za paciente z okvaro hrbtenjače (angl. Walking index for spinal cord injury - WISCI) so preiskovalci merili v treh raziskavah (15, 18, 19). Del za premikanje lestvice funkcijske neodvisnosti (angl. Functional independence measure - Locomotion – FIM - L) so uporabili Hornby in sodelavci (15) ter Alcobendas-Maestrova in sodelavci (18). Manualni test mišične zmogljivosti spodnjih udov so preverjali vsi razen Nooijenove in sodelavcev (16). Časovno merjeni vstani in pojdi test, ocenjevalno orodje spastičnih refleksov za paciente z okvaro hrbtenjače (angl. Spinal cord assessment tool for spastic reflexes – SCATS), trajanje samostojnega sedenja in stoje, funkcijski doseg sede in stoje so opravljali le preiskovanci Hornbyja in sodelavcev (15). Bolečino z vidno analogno lestvico so ocenjevali v dveh randomiziranih kontroliranih poskusih (18, 19). Test slike osem (angl. Figure eight test), Bergovo lestvico za oceno ravnotežja, simetrijo hoje s prenosnimi vložki, indeks fiziološke porabe (angl. Physiological cost index) in lestvico neodvisnosti za paciente z okvaro hrbtenjače (angl. Spinal cord independence measure – SCIM) so uporabili le Labruyere in sodelavci (19). Ashworthovo lestvico so uporabili Hornby in sodelavci (15) ter Alcobendas-Maestrova in sodelavci (18).

### **Primerjava učinkov vadbe**

Primerjavo učinkov vadbe hoje na lokomatu z drugimi vadbenimi postopki navajamo ločeno za RKP, ki so vključile preiskovance v prvem letu po okvari, in RKP, ki so vključile preiskovance več kot leto dni po okvari.

Pri preiskovancih v prvem letu po okvari Alcobendas-Maestrova in sodelavci (18) niso ugotovili statistično značilnih razlik v hitrosti hoje med skupinama, prav tako razlike med tremi skupinami niso ugotovili Hornby in sodelavci (15). Pri uporabi pripomočkov med hojo in neodvisnosti med hojo na 10 metrov so Alcobendas-Maestrova in sodelavci (18) ugotovili statistično značilno razliko v prid vadbi na lokomatu, Hornby in sodelavci (15) pa statistično značilno izboljšanje v

vseh treh skupinah, vendar razlike med skupinami niso bile statistično značilne. Vzdržljivost preiskovancev po vadbi hoje z lokomatom se je statistično značilno izboljšala v randomiziranem kontroliranem poskusu Alcobendas-Maestrove in sodelavcev (18), medtem ko v randomiziranem kontroliranem poskusu Hornbyja in sodelavcev (15) ni bilo statistično značilnih razlik med skupinami. Pri obeh raziskavah je bilo izboljšanje stopnje neodvisnosti med hojo neodvisno od oblike vadbe. Mišična zmogljivost spodnjih udov se je v raziskavi Alcobendas-Maestrove in sodelavcev (18) statistično značilno izboljšala v prid vadbi na lokomatu, v raziskavi Hornbyja in sodelavcev (15) pa razlike med skupinami niso bile statistično značilne. V obeh raziskavah razlike med skupinami v mišičnem tonusu spodnjih udov pred vadbo in po njej niso bile statistično značilne (15, 18). Bolečina po vadbi, ki so jo ocenjevali Alcobendas-Maestrova in sodelavci (18), ni bila statistično značilno manjša v nobeni izmed obeh skupin.

Pri preiskovancih več kot eno leto po okvari je bila v raziskavi Field-Fotejeve in Roacheve (17) hoja po obravnavi statistično značilno hitrejša v vseh skupinah, razen v skupini, ki je vadila hojo na lokomatu. Pri preiskovancih Labruyera in van Hedla (19) je bila hitra hoja na 10 metrov statistično značilno hitrejša v skupini z vadbo za mišično zmogljivost spodnjih udov. Pri sproščeni hoji ta razlika ni bila statistično značilna. Prehojena razdalja je bila v raziskavi Field-Fotejeve in Roacheve (17) statistično značilno daljša v skupinah, ki sta vadili s FES na tekočem traku in po ravnem, razlike v drugih dveh skupinah nista bili statistično značilni. Mišična zmogljivost spodnjih udov se je v RKP Field-Fotejeve in Roacheve (17) po vadbah izboljšala za 8 do 13 odstotkov, razlike v izboljšanju med skupinami niso bile statistično značilne. Prav tako razlike med skupinama glede izboljšanja mišične zmogljivosti spodnjih udov niso bile statistično značilne v raziskavi Labruyera in van Hedla (19). V tej raziskavi tudi primerjava drugih izidov ni pokazala statistično značilnih razlik med skupinama. Nooijenova in sodelavci (16) so poročali o izboljšanju kadence pri vseh preiskovancih, najmanj v skupini, ki je vadila hojo na lokomatu. Dolžina koraka se je v skupini, ki je vadila na lokomatu, podaljšala minimalno (1 cm), v drugih

skupinah pa več (od 3 do 10 cm za močnejši spodnji ud in od 7 do 12 cm za šibkejšega). Vadba v nobeni izmed preiskovanih skupin ni imela statistično značilnega učinka na simetrijo hoje in koordinacijo posameznega spodnjega uda (16).

## RAZPRAVA

Največje število preiskovancev ( $n = 80$ ) in najvišje število točk po lestvici PEDro (8/10) smo ugotovili za RKP Alcobendas-Maestrove in sodelavcev (18). Med pregledanimi RKP je bil ta edini, s katerim so ugotovili statistično značilne razlike med vadbama glede vzdržljivosti hoje, mišične zmogljivosti in uporabe pripomočkov ter neodvisnosti med hojo, in sicer v prid vadbi na lokomatu. Preiskovanci v obeh skupinah so bili deležni enake dodatne standardne fizioterapevtske obravnave, ki je natančno opisana, zato avtorji domnevajo, da so razlike nastale zaradi vadbe na lokomatu. Kljub temu pa zaradi dejstva, da so bili v raziskavo vključeni preiskovanci v prvem letu po okvari, ne moremo vedeti, koliko je k motoričnemu popravljanju v posamezni skupini prispevalo spontano okrevanje osrednjega živčevja. Hornby in sodelavci (15) v manjši raziskavi ( $n = 30$ ) z nizko oceno po lestvici PEDro (3/10) in prav tako pri preiskovancih v akutnem obdobju niso ugotovili statistično značilnih razlik med skupinami. Toda v to raziskavo so vključili tudi preiskovance, ki pred raziskavo niso bili zmožni hoje brez pomoči vsaj dveh fizioterapevtov, kar bi lahko vplivalo na končni izid. Različne ugotovitve med raziskavama so morda posledica metodoloških razlik med njima in različnega števila preiskovancev.

Zaradi preverjanja dolgoročnih učinkov vadbe je smiselno preveriti učinke vadbe po določenem času od zadnjega ocenjevanja. V raziskavi Labruyera in van Hedla (19) med testiranjem ob koncu vadbe in čez šest mesecev med skupinama ni bilo statistično značilnih razlik za nobeno izmed merilnih orodij. Field-Fotejeva in Roacheva (17) sta v ponovno testiranje (povprečno 20,3 meseca po koncu vadbe) vključili deset preiskovancev (štirje iz skupine za vadbo po ravnem s FES, po dva iz drugih skupin), pri katerih je bila razlika v hitrosti pred vadbo in po njej vsaj 0,05 m/s in so lahko prišli na ponovno ocenjevanje. Preiskovanca v skupini lokomat sta hodila z enako hitrostjo kot pred raziskavo, drugi pa počasneje kot ob končnem ocenjevanju, vendar hitreje kot pred vključitvijo v

raziskavo. Rezultati niso bili odvisni od časa, ki je minil od zadnjega do ponovnega ocenjevanja. V večini pregledanih RKP ugotavljamo pomanjkljivo ocenjevanje dolgoročnejših učinkov vadbe.

Raziskava Nooijenove in sodelavcev (16) je imela izmed vseh največji izpad, in sicer 32 odstotkov, poleg tega pa je njena kakovost po lestvici PEDro nizka (3/10). Ker pa je bilo povprečno število opravljenih vadbenih enot največje (50) izmed vseh, tudi rezultati tega RKP niso zanemarljivi. Minimalno spremenjene kadenco, dolžino koraka in dolžino dolgega koraka v skupini lokomat mogoče lahko razložimo z dejstvom, da so preiskovanci vadili hojo pri 100-odstotni sili vodenja, kar pomeni, da niso mogli povečati kadence in/ali podaljšati koraka med vadbo, tudi če bi to sicer zmogli. Pri izbrani manjši sili vodenja bi rezultati morda bili drugačni, na kar opozarjajo tudi avtorji sami. Preiskovance so sicer spodbujali k čim dejavnejši hoji z lokomatom, drugih načinov vidne povratne informacije o izvedbi hoje pa niso uporabljali, kar bi prav tako lahko vplivalo na rezultate. Vpliv lokomata na kakovost hoje pri pacientih z nepopolno okvaro hrbtenjače v kroničnem obdobju po okvari ostaja nedorečen in potrebuje dodatno raziskovanje.

Statistično značilno izboljšanje hitre hoje v skupini, ki je izvajala vadbo za mišično zmogljivost v RKP Labruyera in van Hedla (19), bi lahko nakazovalo pomembnost vadbe mišične zmogljivosti. Hitrost hoje se je izboljšala, čeprav vadba ni bila specifična. Po drugi strani pa razlike pri manualnem testu mišične zmogljivosti niso pokazale statistično značilnih razlik med skupinami (17, 19).

Pri vadbi z robotskimi napravami se pojavlja vprašanje finančne učinkovitosti, saj je cena nakupa in vzdrževanja take naprave visoka. Pri vadbi hoje z delno razbremenitvijo telesne teže na tekočem traku ali po ravnem sta pri pacientih, ki so ocenjeni s stopnjo okvare ASIA B in C, potrebna vsaj dva fizioterapevta. Za vadbo hoje na lokomatu zadostuje en fizioterapevt. Izhajajoč iz tega, je Morrisonova (20) v analizi finančne učinkovitosti in izvedljivosti ugotovila, da je vadba na lokomatu oziroma posedovanje take naprave lahko finančno učinkovito.

V pregled smo vključili vse v podatkovnih zbirkah najdene RKP, ki so primerjali učinke vadbe na lokomatu z drugimi fizioterapevtskimi postopki in so bili objavljeni v angleškem jeziku. Ugotavljamo, da je RKP malo in da so si rezultati do neke mere nasprotujoči. Pomanjkanje visoko kakovostnih podatkov o učinkih vadbe hoje pri pacientih z okvaro hrbtenjače ugotavlja tudi zadnji sistematični pregled literature, objavljen na to temo (21). Omejitve našega pregleda so, da smo vključili le objave v angleškem jeziku. Več avtorjev (21, 22) navaja, da bi se bilo v prihodnje smiselno usmeriti v raziskovanje učinkov vadbe v kroničnem obdobju po okvari. V tem pregledu literature so bili taki le trije RKP. V prvem letu po okvari je nemogoče izključiti prispevek spontanega okrevanja osrednjega živčevja (22), kar ovira zaključevanje v prid večje učinkovitosti katerega koli postopka (23, 24). Spremembe v akutnem obdobju po okvari je težko pripisati le fizioterapevtskim in drugim postopkom v rehabilitaciji, ker ne vemo, koliko je k motoričnemu popravljanju prispevalo spontano okrevanje (25). Vendarle pa v metodološko primerno zastavljenih randomiziranih kontroliranih poskusih to ni problematično, saj do njega prihaja tako med preiskovanci v eksperimentalnih kot med preiskovanci v kontrolnih skupinah.

## ZAKLJUČKI

Iz našega pregleda literature lahko sklepamo, da je vadba na lokomatu glede učinka na različne vidike hoje primernejša za paciente v akutnem in subakutnem obdobju po okvari kot za paciente v kroničnem obdobju. Kljub temu menimo, da je zaradi majhnega števila vključenih preiskovancev in majhnega števila opravljenih študij zaključevanje v prid katerega koli postopka neupravičeno.

## LITERATURA

1. Obreza P, Špoljar J (2012). Uporaba robotske naprave Lokomat pri ponovnem učenju hoje pri pacientih z okvaro hrbtenjače. *Rehabilitacija* 11 (2): 51–60.
2. Wernig A, Müller S (1992). Laufband locomotion with body weight support improved walking in persons with severe spinal cord injuries. *Phys Ther* 30 (4): 229–38.
3. Behrman AL, Harkema SJ (2000). Locomotor training after human spinal cord injury: a series of case studies. *Phys Ther* 80 (7): 688–700.
4. Obreza P, Koželj D, Petrica K, Kurnik S, Kočar B (2003). Training hoje na tekočem traku pri ljudeh s spinalno poškodbo. *Fizioterapija* 11 (Suppl 1): 49–56.
5. Jezernik S, Schaerer R, Colombo G, Morari M (2003). Adaptive robotic rehabilitation of locomotion: a clinical study in spinally injured individuals. *Spinal Cord* 41 (12): 657–66.
6. Harkema SJ, Behrman AL, Barbeau H (2011). *Locomotor training: principles and practice*. Oxford: Oxford University Press, 22.
7. Dietz V, Colombo G, Jensen L (1994). Locomotor activity in spinal man. *Lancet* 344 (8932): 1260–3.
8. Colombo G, Wirz M, Dietz V (2001). Driven gait orthosis for improvement of locomotor training in paraplegic patients. *Spinal Cord* 39 (5): 252–5.
9. Winchester P, Querry R (2006). Robotic orthoses for body weight-supported treadmill training. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 17 (1): 159–72.
10. Colombo G, Jörg M, Schreier R, Dietz V (2000). Treadmill training of paraplegic patients using a robotic orthosis. *J Rehabil Res Dev* 37 (6): 693–700.
11. Evans D (2003). Hierarchy of evidence: a framework for ranking evidence evaluating healthcare interventions. *J Clin Nurs* 12 (1): 77–84.
12. Maynard FM Jr, Bracken MB, Creasey G, Ditunno JF Jr, Donovan WH, Ducker TB, Garber SL, Marino RJ, Stover SL, Tator CH, Waters RL, Wilberger JE, Young W (1997). International standards for neurological and functional classification of spinal cord injury. *Spinal Cord* 35 (5): 266–74.
13. <http://www.pedro.org.au/>. <7. 1. 2015>
14. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med* 6 (7).
15. Hornby TG, Campbell DD, Zemon DH, Kahn JH (2005). Clinical and quantitative evaluation of robotic-assisted treadmill walking to retrain ambulation after spinal cord injury. *Top Spinal Cord Inj Rehabil* 11 (2): 1–17.
16. Nooijen CFJ, ter Hoeve N, Field-Fote EC (2009). Gait quality is improved by locomotor training in individuals with SCI regardless of training approach. *J Neuroeng Rehabil* 6: 36. <http://www.jneuroengrehab.com/content/6/1/36>. <6. 1. 2015>
17. Field-Fote EC, Roach KE (2011). Influence of locomotor training approach on walking speed and distance in people with chronic spinal cord injury: a randomized clinical trial. *Phys Ther* 91 (1): 48–60.
18. Alcobendas-Maestro M, Esclarin-Ruz A, Casado-López RM, Munoz-Gonzales A, Perez-Mateos G, Gonzales-Valdizan E, Martin JLR (2012). Lokomat

- robotic-assisted versus overground training within 3 to 6 months of incomplete spinal cord lesion: randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 26 (9): 1058–63.
19. Labruyere R, van Hedel HJA (2014). Strength training versus robot-assisted gait training after incomplete spinal cord injury: a randomized pilot study in patients depending on walking assistance. *J Neuroeng Rehabil* 11: 4. <http://www.jneuroengrehab.com/content/11/1/4>. <6. 1. 2015>
  20. Morrison SA (2011). Financial feasibility of robotics in neurorehabilitation. *Top Spinal Cord Inj Rehabil* 17 (1): 77–81.
  21. Morawietz C, Moffat F (2013). Effects of locomotor training after incomplete spinal cord injury: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 94 (11): 2297–308.
  22. Fouad K, Tetzlaff W (2012). Rehabilitative training and plasticity following spinal cord injury. *Exp Neurol* 235 (1): 91–9. <http://www.plosmedicine.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pmed.1000097>. <7. 1. 2015>
  23. Dietz V (2006). Neuronal plasticity after spinal cord injury: significance for present and future treatments. *J Spinal Cord Med* 29 (5): 481–8.
  24. Tansey KE (2010). Neural plasticity and locomotor recovery after spinal cord injury. *PM R* 2 (12 Suppl 2): S 220–6.
  25. Benito-Penalva J, Edwards DJ, Opisso E, Cortes M, Lopez-Blazquez R, Murillo N, Costa U, Tormos JM, Vidal-Samsó J, Valls-Solé J, European multicenter study about human spinal cord injury study group, Medina J (2012). Gait training in human spinal cord injury using electromechanical systems: effect of device type and patient characteristics. *Arch Phys Med Rehabil* 93 (3): 404–12.