

# AEROBNI TRENING S POMOČJO ROČNEGA KOLESKA ZA BOLNIKE PO AMPUTACIJI SPODNJEGA UDA ZARADI PERIFERNE ARTERIJSKE BOLEZNI

## AEROBIC TRAINING WITH HAND WHEEL FOR PATIENTS WITH LOWER LIMB AMPUTATION DUE TO PERIPHERAL ARTERY DISEASE

prim. Tatjana Erjavec<sup>1</sup>, dr. med., prof. dr. Helena Burger<sup>1,2</sup>, dr. med., Agata Križnar<sup>1</sup>, dipl. del. ter., Laura Kostanjšek<sup>1</sup>, dipl. del. ter., Tonja Robida<sup>1</sup>, dipl. del. ter., Branka Vipavec<sup>1</sup>, dipl. m. s., Ksenija Karan<sup>1</sup>, dipl. m. s.

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

<sup>2</sup>Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani

### Izvleček

#### Izhodišče:

V pilotni raziskavi smo želeli preveriti ustreznost protokola aerobne vadbe s pomočjo ročnega kolesa pri bolnikih po amputaciji spodnjega uda zaradi periferne arterijske bolezni (PAB). Zanimalo nas je, ali dodatna individualno predpisana 4-tedenska aerobna vadba izboljša telesno zmogljivost v večji meri kot standardni program bolnišnične rehabilitacije za bolnike po amputaciji. Ob povečanju aerobne zmogljivosti smo ob zaključku rehabilitacije pričakovali večjo vztrajnost in hitrost hoje s protezo.

#### Metode:

V raziskavo smo vključili 20 bolnikov, ki so bili prvič sprejeti na rehabilitacijo po amputaciji spodnjega uda v Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča. Bolnike smo naključno uvrstili v vadbeno in kontrolno skupino. Obe skupini sta bili vključeni v redne programe rehabilitacije, v okviru katerih poteka tudi vadba s pomočjo ročnega kolesa. Bolniki v vadbeni skupini so trikrat tedensko, štiri tedne izvajali vadbo s pomočjo ročnega kolesa z intenziteto med 70 % in 80 % rezerve srčnega utripa, ki smo ga določili na podlagi obremenitvenega testiranja. V kontrolni skupini število vadb, čas trajanja in intenziteta vadbe niso bili določeni. Bolniki so vadili glede na subjektivni občutek trenutne zmogljivosti.

### Abstract

#### Background:

*In a pilot study, we wanted to verify the adequacy of the hand-wheeled aerobic exercise protocol in patients after lower limb amputation due to peripheral arterial disease (PAD). We wanted to find out whether an additional individually prescribed four-week aerobic exercise would improve physical performance to a greater extent than the standard inpatient rehabilitation program for patients after amputation. With the increase in aerobic capacity, we expected better aerobic capacity and speed of walking with the prosthesis at the end of rehabilitation.*

#### Methods:

*The study included 20 patients who were admitted to rehabilitation for the first time after lower limb amputation at the University Rehabilitation Institute, Republic of Slovenia. The patients were randomly assigned to the exercise and control group. Both groups were included in the regular rehabilitation programs, which include exercise with the help of a hand wheel. The patients in the exercise group exercised three times a week for four weeks using a hand wheel with an intensity between 70 % and 80 % of the heart rate reserve, which was determined using cycle ergometer. In the control group, the number of exercises, duration and intensity of exercise were not determined. The patients exercised according to a subjective sense of current performance.*

**Rezultati:**

Ob zaključku 4-tedenskega programa je bila v vadbeni skupini najvišja poraba kisika ( $VO_{2peak}$ ) pri obremenitvenem testiranju statistično značilno višja. Prehojena razdalja pri 6-minutnem testu je bila pomembno daljša le v vadbeni skupini bolnikov po podkolenski amputaciji. Vsi bolniki so 4-tedensko vadbo zmogli v celoti, brez zapletov.

**Zaključek:**

Glede na rezultate pilotne študije sklepamo, da bi individualno predpisan aerobni trening pri izbranih bolnikih lahko prispeval k večji telesni zmogljivosti in učinkovitejši hoji s protezo po amputaciji spodnjega uda zaradi PAB.

**Ključne besede:**

amputacija spodnjega uda; rehabilitacija; aerobna vadba

**Results:**

*At the end of the four-week program, the highest oxygen consumption ( $VO_{2peak}$ ) in the exercise group was statistically significantly higher in the exercise group. The distance walked in the 6-minute test was significantly longer only in the exercise group of patients after below-knee amputation. All the patients were able to exercise for 4 weeks completely, without complications.*

**Conclusion:**

*Based on the results of the pilot study, we conclude that individually prescribed aerobic training in selected patients could contribute to greater physical performance and more effective walking with a prosthesis after amputation of the lower limb due to PAD.*

**Key words:**

*lower limb amputation; rehabilitation; aerobic exercise*

**UVOD**

Glavni vzrok za amputacije spodnjih udov je periferna arterijska bolezen (PAB). Večina bolnikov je starejših in ima ob dejavnih tveganja za srčno-žilne bolezni številna spremljajoča obolenja (1, 2). Pomemben dejavnik tveganja je sladkorna bolezen. Kar 30 % bolnikov s sladkorno boleznijo ima tudi PAB. Pri 4 % je zaradi napredovanja PAB potrebna amputacija. Tveganje za amputacijo naraste med 65. in 74. letom starosti (2, 3). Takrat so običajno že prisotni tudi drugi zapleti sladkorne bolezni (retinopatija, nefropatija, nevropatija).

Ker je PAB le ena od kliničnih oblik generalizirane aterosklerotične bolezni, je sočasno bolj ali manj okvarjeno tudi koronarno in možgansko žilje. Koronarna bolezen in možganska kap sta prisotna pri približno 20 % bolnikov z amputacijo uda. Od 8 % do 18 % bolnikov po možganski kapi s hemiplegijo ima tudi amputacijo noge (1, 3).

Najpomembnejši dejavnik tveganja za razvoj PAB je kajenje. Relativno tveganje za nastanek simptomatske PAB se pri hudih kadilcih poveča za 3,9-krat v primerjavi z nekadilci (4). Pri 15 % do 38 % kadilcev je prisotna tudi kronična obstruktivna pljučna bolezen (KOPB) (5). Starost, sočasne bolezni in zmanjšana telesna dejavnost zaradi simptomov PAB in njenega zdravljenja so vzrok, da je telesna zmogljivost bolnikov po amputaciji uda zmanjšana (6). Pri starejših bolniki po amputaciji zaradi PAB je aerobna zmogljivost manjša za okoli 30 % v primerjavi z osebami enake starosti brez amputacije (6, 7). Za ohranjanje in izboljšanje telesne zmogljivosti po amputaciji uda, ki je potrebna za uporabo proteze, klinične smernice priporočajo čim prejšnjo in kontinuirano rehabilitacijo (8).

Energetska zahtevnost hoje s protezo je povečana (7, 9, 10). Izmerjena poraba kisika ( $VO_2$ ) pri hoji s protezo predstavlja pri bolnikih po amputaciji zaradi žilnega vzroka kar 70 % največje aerobne zmogljivosti, dosežene pri obremenitvenem testiranju (11). Zaradi visoke relativne porabe kisika je hoja počasnejša, utrudljivost večja, hkrati pa je večja tudi možnost nenadnih srčno-žilnih dogodkov. Ugotovili so, da se že pri za 10 % povečani aerobni zmogljivosti poveča hitrost hoje s protezo, zmanjša relativna poraba kisika in poveča ekonomičnost hoje (11, 12).

Individualno predpisana aerobna vadba dokazano izboljša telesno zmogljivost pri zdravih osebah in kroničnih bolnikih. Povečano aerobno zmogljivost po izvajanju predpisane aerobne vadbe so dokazali tudi pri osebah po amputaciji spodnjih udov (12, 13).

Zaradi povečanega tveganja za nenadne srčne dogodke med telesno dejavnostjo pri predpisu aerobne vadbe upoštevamo smernice, ki so primerne za bolnike z obolenji srca po načelu FITTP (F = frekvenca srčnega utripa, I = intenziteta vadbe, T = čas vadbe, T = vrsta vadbe, P = napredovanje) (14). Povečanje aerobne zmogljivosti lahko pri začetno manj aktivnih osebah pričakujemo pri intenziteti vadbe med 55 % in 80 % najvišjega predvidenega srčnega utripa in med 40 % in 70 % rezerve srčnega utripa (RSU). RSU izračunamo po Karvenonovi formuli z upoštevanjem najvišjega srčnega utripa, doseženega pri obremenitvenem testu in srčnega utripa v mirovanju (14).

Programi rehabilitacije po amputaciji spodnjih udov vključujejo tudi aktivnosti aerobne vadbe. Pri kontinuiranem spremljanju srčnega utripa med programi rehabilitacije pri bolnikih po nadkolenski amputaciji uda smo v predhodni pilotni študiji ugotovili, da intenziteta vadbe, razen pri treningu hoje, v večini primerov ne dosega območja intenzitete zmerne telesne vadbe (15). Posamezni

treningi hoje so odvisni od funkcionalne zmogljivosti posameznika in trenutnega zdravstvenega stanja. Glede dolžine in intenzitete se spreminjajo, zato je na takšen način težje zagotoviti individualno predpisani aerobni trening, ki bi zadostil merilom FITTP.

Programi rehabilitacije znotraj delovne terapije že sedaj vključujejo tudi treninge s pomočjo ročnega kolesa, ki pa so usmerjeni predvsem v jačanje mišične moči in povečanje gibljivosti zgornjih udov ter ramenskega obroča. Pri predpisani vadbi s pomočjo ročnega kolesa lahko zagotovimo individualno prilagojeno intenziteto in čas vadbe ter večjo varnost ob sočasnem spremljanju srčnega utripa.

Namen študije je bil zato ugotoviti, ali lahko s predpisano aerobno vadbo s pomočjo ročnega kolesa povečamo telesno zmogljivost bolj kot s treningom na podlagi izkušenj in subjektivnega počutja posameznikov. In če je tako, ali povečana aerobna zmogljivost vpliva na višjo hitrost in vztrajnost pri hoji s protezo ob zaključku rehabilitacije. Želeli smo preveriti ali je predvideni protokol vadbe primeren in varen za posameznika. Končni cilj je uvedba nove metode dela v klinični praksi.

## METODE

### Preiskovanci

V raziskavo smo vključili 20 bolnikov po amputaciji spodnjega uda (10 po transtibialni in 10 po transfemorralni) zaradi PAB, ki so bili prvič sprejeti v program rehabilitacije na URI-Soča. Vključitvena merila so bila: enostranska transtibialna ali transfemorralna amputacija zaradi žilnega vzroka, timska odločitev za oskrbo s protezo, odsotnost kontraindikacij za obremenitveno testiranje s pomočjo ročnega kolesa (hujše bolečine v ramenskem obroču ali klavdikacijska bolečina v rokah), sposobnost sodelovanja (KPSS nad 25 točk od 30) in privolitev za sodelovanje v raziskavi. Bolnike smo z žrebanjem naključno uvrstili v kontrolno in testno skupino. V vsaki skupini je bilo pet bolnikov po transfemorralni in pet bolnikov po transtibialni amputaciji.

### Protokol dela

Kardiorespiratorno zmogljivost smo opredelili z obremenitvenim testom na ročnem kolesu po standardnem protokolu, ki ga uporabljamo za bolnike po amputaciji udov (16). Stopnja ugotovljene telesne zmogljivosti je samo eno od meril za oceno možnosti namestitve in hoje s protezo. Če je bila na podlagi timske ocene sprejeta odločitev za oskrbo s protezo, smo bolnike naključno uvrstili v kontrolno ali vadbeno skupino.

Bolniki obeh skupin so bili vključeni v standardne programe rehabilitacije. V vadbeni skupini so trening na ročnem kolesu izvajali na podlagi individualno predpisane aerobne vadbe, medtem ko so bolniki v kontrolni skupini izvajali trening na kolesu s poljubnim številom obratov in obremenitvijo, pri kateri so se dobro počutili. Za bolnike v vadbeni skupini smo ob znanem najvišjem srčnem utripu pri obremenitvenem testiranju in utripu v mirovanju

izračunali ciljni vadbeni srčni utrip med 70 % in 80 % rezervnega srčnega utripa. Za to smo uporabili Karvenonovo formulo (14). V okviru ciljnega srčnega utripa smo na podlagi naraščanja srčnega utripa pri stopenjskem obremenitvenem testiranju na ročnem kolesu določili intenziteto vadbe v W.

Bolniki so vadili vsak drugi dan 3-krat tedensko, štiri tedne. Začeli smo s 5-minutno vadbo ob 3-minutnem ogrevanju in ohlajanju, s številom obratov ročnega kolesa med 50 in 55 obratov na minuto. Tedensko smo poveševali dolžino treninga po pet minut na teden: 2 x 5 minut, 3 x 5 minut, 2 x 10 minut). Med posameznimi časovnimi intervali vadbe so bolniki počivali po dve minuti. Intenzitete vadbe v obdobju štirih tednov nismo spreminjali.

Pri vseh bolnikih smo obremenitveno testiranje s pomočjo ročnega kolesa na začetku izvedli po protokolu stopenjske prekinjene obremenitve, po štirih tednih pa z zveznim neprekinjenim protokolom (RAMP 150). 6-minutni test hoje smo opravili ob zaključku rehabilitacije.

## Ocenjevalni instrumenti

Opravili smo obremenitveno testiranje, pri tem pa zbrali podatke o  $VO_{2peak}$  in doseženi najvišji intenziteti obremenitve. Opravili smo tudi 6-minutni test hoje ob zaključku rehabilitacije.

## Statistična analiza

Podatke smo analizirali s programom IBM SPSS Statistics 25. Uporabili smo opisne statistike ter izračunali razliko med končno in začetno vrednostjo, ki smo ju s testom t primerjali med skupinama. Popravka statistične značilnosti za večkratno testiranje nismo upoštevali.

Študijo je odobrila komisija za medicinsko etiko URI – Soča na seji 14. januarja 2019.

## REZULTATI

V raziskavo smo vključili 10 bolnikov po transfemorralni in 10 po transtibialni amputaciji, večina je bila moških, s povišanim krvnim tlakom in sladkorno boleznijo (Tabela 1). Pri vseh bolnikih je bila prisotna PAB na preostali nogi (GI pod 0,9 in nad 1,3), pri dveh bolnikih v vadbeni skupini po transfemorralni amputaciji je bila prisotna klavdikacijska bolečina pri kratki razdalji hoje. Trije bolniki so zaradi kronične obstruktivne pljučne bolezni (KOPB) prejeli zdravila. Razlike v merjenih parametrih za skupino bolnikov po transtibialni amputaciji in skupino bolnikov po transfemorralni amputaciji so predstavljene v Tabeli 2 in 3.

**Tabela 1: Osnovne značilnosti vključenih bolnikov.****Table 1: Basic characteristics of included patients.**

Značilnost/ Characteristic	Transtibialna amputacija/ Transtibial amputation	Transfemorálna amputacija/ Transfemorálna amputation	Skupaj/ Combined
Spol/sex (M/Ž)	9/1	8/2	17/3
Povprečna starost (leta)/mean age (years); SO R; Me	62,8; 8,9 53 – 81; 64	67, 0; 8,8 55 – 84; 65	64,9; 8,9 53 – 84; 64,5
Pridružene bolezni/associated diseases			
Sladkorna bolezen/diabetes	8	7	15
Povišan krvni tlak/high pressure	9	9	18
Srčno popuščanje/cardiac insufficiency	4	1	5
Ishemična možganska kap/ishaemic brain stroke	1	2	3

Legenda/Legend: M – moški/male, Ž – ženske, female; SO/SD – standardni odklon/standard deviation; R – razpon/range; Me – mediana/median

**Tabela 2: Razlika v merjenih parametrih v skupini bolnikov po transtibialni amputaciji.****Table 2: Difference in measured parameters in the group of patients after transtibial amputation.**

Merjeni parametri (povprečje (SO)/ Measured parameters (mean/SD)	Kontrolna skupina/ Control group	Vadbena skupina/ Exercise group	Velikost učinka/ Effect size **	<i>p</i>
*Hoja 6 minut/6-minutes test [m]	177,6 (27,2)	262,4 (36,7)	2,63	0,003
*Hoja 10 m/ 10 meters test [sec]	13,8 (4,6)	15,0 (5,2)	0,24	0,712
Razlika v obremenitvi/Diference in exercise load [W]	15,4 (2,6)	28,6 (6,7)	2,60	0,003
Razlika VO <sub>2max</sub> /Difference in VO <sub>2max</sub> [ml/kg/min]	2,4 (0,8)	6,4 (0,9)	4,74	0,000

Opombi/Notes: \*6-minutni test hoje s protezo ob zaključku rehabilitacij/6-minute-walk test with prosthesis at the end of rehabilitation; \*\*Cohenov *d*/Cohen's *d*  
Legenda/Legend: SO/SD – standardni odklon/standard deviation

**Tabela 3: Razlika v merjenih parametrih v skupini bolnikov po transfemorálnu amputaciji.****Table 3: Difference in measured parameters in group of patients after transfemorálnu amputation.**

Merjeni parametri (povprečje (SO)/ Measured parameters (mean/SD)	Kontrolna skupina/ Control group	Vadbena skupina/ Exercise group	Velikost učinka/ Effect size **	<i>p</i>
*Hoja 6 minut/6-minutes test [m]	132,6 (79,6)	122,4 (60,7)	0,14	0,832
*Hoja 10 m/ 10 meters test [sec]	32,4 (19,5)	31,6 (20,0)	0,04	0,951
Razlika v obremenitvi/Diference in exercise load [W]	12,5 (5,2)	25,8 (10,6)	1,59	0,035
Razlika VO <sub>2max</sub> /Difference in VO <sub>2max</sub> [ml/kg/min]	3,1 (0,8)	7,3 (2,3)	2,45	0,005

Opombi/Notes: \*6-minutni test hoje s protezo ob zaključku rehabilitacij/6-minute-walk test with prosthesis at the end of rehabilitation; \*\*Cohenov *d*/Cohen's *d*  
Legenda/Legend: SO/SD – standardni odklon/standard deviation



## RAZPRAVA

V pilotni raziskavi smo pri vseh vključenih bolnikih ugotovili povečanje aerobne zmogljivosti. Izboljšanje je bilo pomembno večje pri bolnikih, ki so s pomočjo ročnega kolesa izvajali individualno predpisan aerobni trening. Pri bolnikih po transtibilani amputaciji, ki so izvajali aerobni trening, je bila daljša tudi prehojena razdalja s protezo v šestih minutah.

Zastavljeni protokol vadbe so vsi bolniki zmogli v celoti. Kljub večji ogroženosti za nenadne srčno-žilne dogodke ob sočasnih boleznih srca in ožilja zapletov pri izvajanju vadbe ni bilo (17).

Ker je bila pri 90 % bolnikov prisotna arterijska hipertenzija, smo zaradi možnosti spremljanja porasta krvnega tlaka pri začetnem obremenitvenem testiranju s pomočjo ročnega kolesa uporabljali stopenjski protokol (6). Iz študije smo izključili vse bolnike, pri katerih smo obremenitveno testiranje morali prekinili zaradi hipertenzivnega odgovora na napor. Ob urejenem krvnem tlaku in poznavanju posameznikovega odgovora krvnega tlaka na napor smo po štirih tednih lahko opravili obremenitev po zveznem protokolu, ki je časovno krajši in zato bolj primeren način obremenitvenega testa (14, 18).

Pri predpisu intenzitete vadbe smo vadbeni srčni utrip omejili na vrednosti med 70 % in 80 % RSU, kar je v območju priporočene intenzitete za bolnike z obolenji srca, s sladkorno boleznijo ali hipertenzijo (14, 19). Naš cilj je bil, da bolniki v štirih tednih postopno dosežejo aerobni trening v trajanju 20 minut, kar je tudi spodnja meja za priporočen čas ene vadbe pri bolnikih s srčno-žilnimi obolenji (14, 20). Intenzitete vadbe v tem času nismo spreminjali, tedensko pa smo podaljševali čas posamezne vadbe. Zaradi preprečevanja nastanka bolečin v mišicah rok so bolniki izvajali vadbo vsak drugi dan, 3-krat tedensko, kar je prav tako v skladu s priporočili (14, 20). Pri predhodnih preizkusih protokola so bolniki bolje ocenili vadbo v 5-minutnih časovnih intervalih z vmesnim počitkom, kot skupno vadbo, ki je trajala 10 ali 15 minut. Zato smo se odločili, da do četrtega tedna bolniki izvajajo trening v 5-minutnih intervalih, zadnji teden pa v dveh intervalih po 10 minut. Časovno podobne protokole uporabljajo tudi pri bolnikih z okvaro hrbtenjače, ki izvajajo aerobni trening na ročnem kolesu (21). Protokol je bil, sodeč po tem, da so ga vključeni bolniki zmogli v celoti in brez zapletov, ustrezen.

Ob koncu štiritedenskega obdobja smo v vadbeni in kontrolni skupini ugotovili povečanje telesne zmogljivosti, s tem da je bila le-ta značilno večja v vadbeni skupini. Rezultati so skladni z našimi pričakovanji, da se telesna zmogljivost z vsakodnevno aktivnostjo v sklopu programov rehabilitacije poveča, pri čemer predpisana aerobna vadba dodatno izboljša rezultate.

Pri spremljanju srčnega utripa med programi rehabilitacije pri bolnikih z nadkolensko amputacijo na URI – Soča smo ugotovili, da bolniki dosežejo srčni utrip v območju zmerne telesne dejavnosti le med treningom hoje, bodisi s pripomočkom za hojo (femuret) bodisi pri hoji s protezo (14, 22). Pri analizi 61 študij, v katerih so merili energijsko zahtevnost hoje z določitvijo porabe kisika

in/ali porastom srčnega utripa, se je izkazalo, da je zahtevnost hoje s protezo odvisna od hitrosti in višine amputacije. Pri hoji s podkolensko protezo je bil porast srčnega utripa pomembno nižji kot pri hoji z nadkolensko protezo in pri običajni hitrosti hoje s protezo ne dosega intenzitete zmerne telesne vadbe (23). Glede na to smo pričakovali, da se bo telesna zmogljivost v okviru rednih programov rehabilitacije v večji meri izboljšala pri bolnikih po transfemoralni amputaciji, kar so rezultati tudi potrdili. Po izvajanju predpisane aerobne vadbe na ročnem kolesu je bil povprečni porast  $VO_2$  praktično enak v obeh skupinah (4,19 ml/kg/min po tranfemoralni amputaciji in 4,04 ml/kg/min po transtibilni amputaciji).

Rezultati pilotne študije so skladni z rezultati sicer redkih študij o vplivu aerobnega treninga na povečanje aerobne zmogljivosti pri bolnikih po amputacijah spodnjih udov zaradi žilnega vzroka (13, 21, 24). Porast aerobne zmogljivosti je bil v teh študijah med 28 % in 36 %. V naši študiji so bolniki v skupini brez predpisane aerobne vadbe z ročnim kolesom v povprečju izboljšali aerobno zmogljivost za 19,6 % (minimum 9 %, maksimum 27 %), bolniki v vadbeni skupini pa v povprečju za 51 % (minimum 28 %, maksimum 65 %). Boljši rezultati so deloma lahko posledica uporabe drugačnega protokola obremenitvenega testiranja ob zaključnih meritvah, ki pa je bil enak v obeh skupinah. Zaradi štiritedenske vadbe na ročnem kolesu je tudi rutinsko poganjanje ročnega kolesa pomenilo določeno prednost pri obremenitvenem testiranju v vadbeni skupini. Glede na veliko razliko v največji porabi kisika med kontrolno in vadbeno skupino lahko kljub pomanjkljivostim sklepamo, da je bila predpisana aerobna vadba učinkovita.

Povečanje aerobne zmogljivosti po podatkih nekaterih študij pozitivno vpliva na možnost hoje s protezo (11, 21, 23). Pri analizi podskupin smo takšno povezavo ugotovili pri bolnikih s podkolensko amputacijo. Pri višji aerobni zmogljivosti v vadbeni skupini je bila prehojena razdalja v šestih minutah pomembno daljša, medtem ko hitrost hoje ni bila pomembno večja. Pri bolnikih z nadkolensko protezo nismo ugotovili povezave med povečano aerobno zmogljivostjo in dolžino hoje pri 6-minutnem testu hoje s protezo. Vzrok bi lahko bil v sočasni klavdikacijski bolečini pri dveh bolnikih, hujših posledicah možganske kapi pri enem bolniku in slabši hoji zaradi degenerativnih sprememb kolka pri enem bolniku v vadbeni skupini. V kontrolni skupini sta imela podobne sočasne težave le dva bolnika.

### Omejitve študije

Skupina vključenih preiskovancev je bila premajhna za zanesljivo statistično oceno. Z uporabo enakih protokolov obremenitvenega testiranja pred vadbo in po njej bi lahko bolj realno ocenjevali razliko v aerobni zmogljivosti. V tem primeru bi bili v študijske namene, v izogib srčno-žilnim zapletom pri začetnem obremenitvenem testiranju, potrebni obremenitvi po obeh protokolih.

## ZAKLJUČEK

Učinki aerobne vadbe na izboljšanje telesne zmogljivosti so dobro poznani. Pri starejših bolnikih po amputaciji spodnjega uda zaradi PAB je trening s pomočjo ročnega kolesa varen in glede na rezultate pilotne raziskave tudi učinkovit. Smiselno bi bil kot del rednih programov rehabilitacije, predvsem za bolnike, pri katerih se na podlagi timske ocene predvideva hoja s pomočjo proteze in nimajo klavdikacijske bolečine ali napredovalih degenerativnih sprememb na rokah ali ramenskem obroču. Protokol z intermitentno vadbo intenzitete med 70 % in 80 % RSU se je v pilotni študiji pokazal kot primeren. Za potrditev ugodnih učinkov bi bilo potrebno vključiti večje število bolnikov.

### Literatura:

1. Hebert JS, Payne MWC, Wolfe DL, Deathe AB, Devlin M. Comorbidities an amputation: a systematic review of hemiplegia and lower limb amputation. *Disabil Rehabil.* 2012; 34(23): 1943-9.
2. Blinc A, Kozak M, Šabovič M, Poredoš P, Flis V in sod. Priporočila za odkrivanje in zdravljenje periferne arterijske bolezni. *Zdrav Vestn.* 2017; 86: 158-174.
3. Kozak M. Periferna arterijska bolezen in sladkorna bolezen. V: Blinc A, Kozak M, ur. Obravnava bolnikov z žilno in sladkorno boleznijo. Program letnega srečanja Združenja za žilne bolezni, Dolenjske Toplice, 7. in 8. april 2017. Ljubljana: Združenje za žilne bolezni, zveza društev - slovensko Zdravniško društvo; 2017: 20-27.
4. Wiligendael EM, Teijink JA, Bertelink ML, Kiken BW, Boiten J, Moll FL, et al. Influence of smoking on incidence and prevalence of peripheral arterial disease. *Journal Vasc Surg.* 2006; 40(6): 1158-65.
5. Debeljak A. Kronična obstruktivna pljučna bolezen (KOPB). *Med Razgl.* 2003; 42: 257-76.
6. Erjavec T, Prešern Štrukelj M, Burger H. The diagnostic importance of exercise testing in developing appropriate rehabilitation programmes for patients following transfemoral amputation. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2008; 44: 133-139.
7. Wezenberg D, Haan A, Faber Wr, Slootman HJ, Woude LH, Houdijk H. Peak oxygen consumption in older adults with a lower limb amputation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012; 93(11): 1924-9.
8. Burger H. Klinične smernice za rehabilitacijo oseb po amputaciji spodnjega uda. *Rehabilitacija.* 2015; 14 supl I: 116-22.
9. Schmalz T, Blumentritt S, Jarash R. Energy expenditure and biomechanical characteristics of lower limb amputee gait: the influence of prosthetic alignment and diferent proshetic components. *Gait Posture.* 2002; 16(3): 255-63.
10. Waters RL, Perry J, Antonelli D, Hislop H. Energy cost of walking or amputees: the influence of level of amputation. *J Bone Joint Surg Am.* 1976; 58(1): 42-6.
11. Wezenberg D, Woude LH, Faber W, Haan A, Houdijk H. Relation between aerobic capacity and walking ability in older adults with lower - limb amputation. *Arch Phys Med.* 2013; 94: 1714-20.
12. Chin T, Sawamura S, Fujita H, Nakajima S, Ojima I, Oyabu H. et al. Effect of endurance training program based on anaerobic threshold for lower limb amputees. *J Rehab Res Dev.* 2001; 38(1): 7-11.
13. Chin T, Sawamura S, Fujita H, Nakajima S, Oyabu H, Nagakura Y, et al. Physical fitness of lower limb amputees. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002; 81(5): 321-5.
14. Riebe D. Aerobic (cardiorespiratory endurance) exercise. In: *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription.* 9th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2014: 166-179.
15. Erjavec T, Sonc M, Drole S, Polenšek-Ivančič J, Križnar A, Rupnik Mihelčič S, et al. Delež aerobne vadbe v programu rehabilitacije bolnikov po transafemoralni amputaciji: predavanje na prvem strokovnem srečanju ISPO Slovenija »Protetika in ortotika nekdaj in danes«. Ljubljana, 21. april 2016.
16. Erjavec T, Vidmar G, Burger H. Exercise testing as a screening measure for ability to walk with a prosthesis after transfemoral amputation due to peripheral vascular disease. *Disabil Rehabil.* 2014; 46: 1148-55.
17. Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, Blair SN, Corrado D, Estes NA 3rd, et al. Exercise and acute Cardiovascular events placing the risks into perspective. *Circulation.* 2007; 115(17): 2356-68.
18. Poles J. Oblike obremenitvenih testov v kardiologiji V: Kenda MF, Fras Z, ur. Obremenitveno testiranje v kardiologiji. Ljubljana: Medicinski razgledi; 2001: 19-24.
19. Weltman NY, Saliba SA, Barrett EJ, Weltman A. The use of exercise in the management of type 1 and type 2 diabetes. *Clin Sports Med.* 2009; 28(3):423-39.
20. Sečnik T, Goljar N, Puh U. Učinki aerobne in kombinirane vadbe pri bolnikih po možganski kapi – pregled literature. *Rehabilitacija.* 2016; 15(1): 56-67.
21. Pankaj, B, Amit Kumar M. Effect of arm ergometer training on cardiac endurance and functional status in adult traumatic tetraplegics. *Indian J Occup Ther.* 2009; 41(1): 3-8.
22. Erjavec T, Prešeren Štrukelj M, Vipavec B, Sonc M. Primerjava hoje s pripomočkom za hojo (Femuret) in hojo z nadkolensko protezo pri bolnikih po amputaciji zaradi bolezni žilja. *Rehabilitacija.* 2013; 12: 39-47.
23. Van Schaik L, Geertzen JHB, Dijkstra PU, Dekker R. Metabolic cosof activities od daily living in persons with a lower limb amputations: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2019; 14(3): e0213256.
24. Priebe M, Davidoff G, Lampman RM. Exercise testing and training in patients with peripheral vascular disease and lower extremity amputation. *West J Med.* 1991; 154(5): 598-601.