

# UČINKI AEROBNE IN KOMBINIRANE VADBE PRI BOLNIKIHI PO MOŽGANSKI KAPI - PREGLED LITERATURE

## EFFECTS OF AEROBIC TRAINING AND COMBINED PROGRAMS IN PATIENTS AFTER STROKE - LITERATURE REVIEW

Tanja Sečnik, dipl. fiziot.,<sup>1,2</sup> doc. dr. Nika Goljar, dr. med.,<sup>2</sup> doc. dr. Urška Puh, dipl. fiziot.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Oddelek za fizioterapijo, Ljubljana

<sup>2</sup>Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije - Soča, Ljubljana

### Izvleček

#### Izhodišče:

Slaba vzdržljivost srčno-žilnega sistema po možganski kapi zmanjšuje sposobnosti bolnikov za hojo in izvajanje dejavnosti vsakodnevnega življenja, povečuje njihovo odvisnost od drugih ter zmanjšuje kakovost življenja. Namen pregleda literature je bil ugotoviti učinkovitost aerobne in z aerobno vadbo kombinirane vadbe pri bolnikih po možganski kapi.

#### Metode:

Na podlagi meril za vključitev sta bili pregledani podatkovni zbirki PubMed in PEDro. Iskanje je bilo omejeno na angleščini in je zajelo vse objave do konca leta 2014.

#### Rezultati:

V pregled je bilo zajetih 21 randomiziranih kontroliranih poskusov, narejenih pri bolnikih v vseh obdobjih po možganski kapi. V 12 raziskavah so preučevali učinkovitost samostojne aerobne vadbe in v devetih kombinirane programe. Najpogostejša postopka aerobne vadbe sta bila vadba hoje na tekočem traku in vadba na sobnem kolesu. Aerobna vadba je imela pomemben učinek na izboljšanje največje porabe kisika (14 raziskav), hitrosti hoje (8 raziskav) in vzdržljivosti pri hoji (11 raziskav).

#### Zaključek:

Programi samostojne aerobne vadbe so se izkazali za učinkovitejše pri izboljšanju vzdržljivosti srčno-žilnega sistema, kombinirani programi pa so imeli največje učinke na izid rehabilitacije. Programi z aerobno vadbo hoje so imeli največje učinke na zvečanje hitrosti hoje in na vzdržljivost pri hoji, ki je pripomogla k večji samostojnosti bolnikov.

### Abstract

#### Background:

*Stroke survivors' low cardiovascular fitness decreases their walking ability, activities of daily living, independence and quality of life. The purpose of our literature review was to establish the effectiveness of aerobic training, or combined programs (including aerobic training) in stroke patients.*

#### Methods:

*Based on the inclusion criteria, a literature review was conducted using the PubMed and PEDro databases. The search was limited to publications in English until the end of 2014.*

#### Results:

*Twenty-one randomised controlled trials involving patients in all phases after stroke were included. The effects of aerobic training were investigated in 12 studies and the effects of combined programs in 9. The most common ways of training were treadmill walking and training on a stationary bicycle. Aerobic training significantly improved peak oxygen consumption (14 studies), gait speed (8 studies), and gait endurance (11 studies).*

#### Conclusions:

*Cardiovascular capacity was more effectively improved by programs of aerobic training alone; though combined physiotherapy programs (including aerobic training) resulted in better rehabilitation outcomes. The largest improvements of gait speed and endurance, contributing to patients' greater independence, were attained in programs of aerobic gait training.*

**Ključne besede:**

možganska kap; aerobna vadba; fizioterapija; rehabilitacija; randomizirani kontrolirani poskusi

**Keywords:**

stroke; aerobic exercise; physiotherapy; rehabilitation; randomised controlled trials

**UVOD**

Možganska kap je najpogostejši vzrok dolgotrajne zmanjšane zmoglosti v odrasli populaciji (1). Ohromelost oziroma oslabelost mišic ter omejitve ravnotežja in premičnosti pri bolnikih po možganski kapi pogosto privedejo do telesne nedejavnosti in sedečega načina življenja (2). Pri tej skupini bolnikov je opisana povezava nedejavnosti in zmanjšanje aerobne zmogljivosti s kombinacijo fizioloških (zmanjšana aktivacija mišic, slabše uravnavanje gibanja, spremembe v dolžini in togosti mišic), patoloških (sočasne srčno-žilne bolezni) in okoljskih dejavnikov (malo možnosti ali spodbude za telesno dejavnost) (3).

Raven telesne zmogljivosti je povezana z aerobno zmogljivostjo (kapaciteto). Odvisna je od privzema kisika v dihalih, zmogljivosti srčnega sistema in zmogljivosti skeletnih mišic, da ga uporabijo (4). Kot posledica trajne telesne nedejavnosti pride do fizioloških sprememb, ki poslabšajo učinkovitost srčno-žilnega sistema bolnikov v kroničnem obdobju po možganski kapi. Te vključujejo obsežno atrofijo mišic, spremembe tipa mišičnih vlaken in povečanje znotraj-mišične maščobe, zmanjšanje dinamike perifernega krvnega obtoka ter zvišanje vnetnih markerjev v tkivu (5). Maksimalno aerobno zmogljivost izražamo z največjo količino kisika, porabljenega na minuto, ko posameznik doseže maksimalen napor, to je največjo porabo kisika med naporom, ko poraba kisika ne porašča več kljub obremenitvi –  $V\dot{O}_{2max}$  ali dejansko največjo doseženo porabo  $V\dot{O}_2$ , ki jo preiskovanec doseže med obremenitvijo –  $V\dot{O}_{2peak}$  (5). Cress in Meyer (6) poročata, da je za samostojno življenje odraslih, starih od 65 do 97 let, potreben  $V\dot{O}_{2peak}$  20 ml/kg/min. Bolniki po možganski kapi v kroničnem obdobju dosegajo le od 50 % do 70 % vrednosti  $V\dot{O}_{2peak}$  zdravih posameznikov istega spola in starosti, ki so nedejavni. Slaba vzdržljivost srčno-žilnega sistema zmanjšuje njihove sposobnosti za izvajanje dejavnosti vsakodnevnega življenja (opravljanje hišnih opravil) (7), omejuje sposobnost za hojo zunaj domovanja, poveča nevarnost za padce, njihovo odvisnost od drugih in zmanjšuje kakovost življenja (3, 8). Pri nekaterih so ugotovili tako nizke vrednosti  $V\dot{O}_{2peak}$ , da mnogi niso dosegali minimalne ravni aerobne zmogljivosti, potrebne za samostojno življenje (2, 7). Zato je manj verjetno, da se bolnik, ki je oslabil in ima pridružene omejitve, vključi v družbo ali opravlja zahtevnejše življenjske dejavnosti (9). Če se dejavnosti, pri katerih je potreben telesni napor in jih bolnik težko zmore, izločijo iz vsakodnevnih rutine, nastane začaran krog, saj se njegova zmoglost izvajanja takih dejavnosti še dodatno zmanjša (10). Poleg tega imajo starejši bolniki po možganski kapi večje število dejavnikov tveganja za bolezni srca in ožilja, v velikem odstotku tudi sočasne bolezni

srca (10), ki omejujejo njihove telesne dejavnosti, kar vse vpliva na poslabšanje dejavnikov tveganja in večje tveganje za ponovno možgansko kap (11).

Učinkovitost oziroma vzdržljivost srčno-žilnega sistema se lahko izboljša z aerobno vadbo, za katero je potrebna dinamična vadba z velikimi mišičnimi skupinami v daljšem obdobju (12). Intenzivnost aerobne vadbe, potrebne za pojav prilagoditvenih sprememb srčno-žilnega sistema, se običajno pojavi pri 60 do 90 % frekvence maksimalnega srčnega utripa ( $fSU_{maks}$ ) (50 do 85 %  $V\dot{O}_{2peak}$ ), odvisno od posameznika in začetne ravni aerobne zmogljivosti (5). Za zdrave ljudi pri American College of Sports Medicine (ACSM) (13) priporočajo program aerobne vadbe, ki traja od 20 do 60 minut neprekinjeno ali z vmesnimi prekinitvami pri 65 do 90 %  $fSU_{maks}$ , tri do pet dni na teden.

Aerobna vadba ima pomembno vlogo pri izboljšanju vzdržljivosti srčno-žilnega sistema in zmanjšuje zdravstvene zaplete pri bolnikih po možganski kapi, tako da prekine začaran krog telesne nedejavnosti in funkcijskega upada (14). Z izboljšanjem vzdržljivosti posameznik pridobi raven energije, ki jo potrebuje za sodelovanje v družbi (3, 15). Podatki kažejo, da standardna fizioterapija bolnikov po možganski kapi ne vključuje dovolj aerobne vadbe, s katero bi se zvečala raven zmogljivosti srčno-žilnega sistema (3, 15). Povečano zanimanje o učinkih aerobne vadbe po možganski kapi je spodbudilo potrebo po trdnejših dokazih o učinkovitosti in varnosti kot tudi po priporočilih za program vadbe. Kaže, da bi bilo smiselno vključiti dovolj dolgo in primerno intenzivno aerobno vadbo že v bolnišnici. Po odpustu bi moral bolnik nadaljevati z nadzorovano vadbo in tako preprečevati zaplete zaradi nedejavnosti (3). Zaradi pogostih sočasnih bolezni je pri vključevanju bolnikov po možganski kapi v aerobno vadbo in med njenim izvajanjem potrebna previdnost. Poleg natančne anamneze in kliničnega pregleda je priporočljiva izvedba obremenitvenega testa, med katerim se spremljajo srčni utrip, ritem, krvni tlak in spremembe v EKG. Na podlagi rezultatov obremenitvenega testa lahko določimo pogostost, intenzivnost, trajanje in vrsto aerobne vadbe po priporočilih za izvajanje aerobne vadbe pri bolnikih po možganski kapi (15).

Pri bolnikih v akutnem obdobju po možganski kapi je tveganje za nenadne srčne dogodke in druge zaplete med vadbo večje, zato mora biti vadba nadzorovana (spremljati je treba njihov odziv na telesno dejavnost) in potekati v kliničnem okolju. Pri bolnikih z nižjo stopnjo tveganja (medicinsko stabilni, dalj časa po možganski kapi) se nadzorovana vadba lahko izvaja v lokalnem okolju in npr. na domu (14). Izbira načina vadbe je odvisna

od bolnikovih sposobnosti, prednosti in varnosti. Pri bolnikih s slabšim ravnotežjem je lahko dobra izbira sobno kolo. Hoja po tekočem traku je primerna zaradi podobnosti z običajno hojo in spodbuja tudi uravnavanje telesne drže in ravnotežja. Z uporabo pasov, ki služijo za varovanje, lahko pa tudi za razbremenjevanje telesne teže, se lahko bolnikom omogoči hojo daljše obdobje, kot bi jo zmogli samostojno oziroma, če je samostojno ne zmorejo (14, 15). Določitev ciljne fSU med vadbo mora temeljiti na doseženi fSU<sub>max</sub> pri obremenitvenem testu. Izračun fSU<sub>max</sub> (220 minus starost) ni primeren, saj ima večina bolnikov po možganski kapi precej nižjo realno vrednost fSU<sub>max</sub> od izračunanega (16). Pang in

sodelavci (14) navajajo splošna priporočila za aerobno vadbo po možganski kapi. Priporočajo, da aerobna vadba traja od 20 do 30 minut, tri do pet dni na teden. Z izboljšanjem aerobne zmogljivosti bolnika naj bi se izvajal program z daljšim obdobjem neprekinjene vadbe in s krajšimi obdobji počitka. Začetno intenzivnost vadbe in stopnjevanje je treba prilagoditi bolnikovi sposobnosti, subjektivnemu odzivu na vadbo (npr. merjenje napora z Borgovo lestvico) in objektivnim ugotovitvam (merjenje srčnega utripa in odzivov krvnega tlaka) (1).

**Tabela 1:** Značilnosti preiskovancev v pregledanih randomiziranih kontroliranih poskusih o učinkovitosti aerobne vadbe v akutnem in subakutnem obdobju po možganski kapi.

Avtorji	Število, povprečna starost preiskovancev	Tip MK, časovno obdobje po MK	Stopnja prizadetosti in merilna orodja	Izključitvena merila	Obremenitveni test
Katz-Leurer in sod., 2003 (19)	ES: n = 46; 62 let KS: n = 46; 65 let	ISH, HEM A: 48 ur	Zmerna; SSS: povprečno 31/58 točk	- nenormalen EKG v mirovanju ali pri obremenitvenem testu - neurejena hipertenzija ali pomembne spremembe krvnega tlaka pri naporu - aritmija - srčno popuščanje, - jemanje zaviralcev beta receptorjev	DA
Duncan in sod., 2003 (20)	ES: n = 50; 69 let KS: n = 50; 70 let	ISH, HEM SA: povpr. 78; 74 dni	Zmerna; FMA motorični del za spodnji ud: povprečno 24/34 točk	- neobvladljiva hipertenzija - NYHA razred III/IV; srčno popuščanje - huda srčna obolenja - odvisnost od kisika	DA
Eich in sod., 2003 (21)	ES: n = 25; 62 let KS: n = 25; 64 let	ISH A, SA: < 6 tednov	Zmerna; BI: 50–80 točk	- težja bolezen srca	DA
Langhammer in sod., 2007 (22)	ES: n = 35; 76 let KS: n = 40; 72 let	ISH, HEM SA: /	Blaga do zmerna; MAS: 29/48 točk	- subarahnoidna krvavitev - druga bolezenska stanja, ki onemogočajo sodelovanje pri vadbi	NE
Letombe in sod., 2010 (23)	ES: n = 9; 59,1 let KS: n = 9; 60,6 let	ISH, HEM A: povpr. 20; 21 dni	Zmerna; Barthel indeks: povpr. 41 točk	- neurejeno zdravljenje z zdravili	DA
Outermans in sod., 2010 (24)	ES: n = 22; 56,8 let KS: n = 21; 56,3 let	/ A, SA: povpr. 24; 25 dni	Sposobnost hoje: 10 m brez pomoči	- težje bolezn srca in krvni tlak v mirovanju > 200/100 mmHg	NE
Toledano Zarhi in sod., 2011 (25)	ES: n = 14; 65 let KS: n = 14; 65 let	ISH A: povpr. 1; 3 tedne	Blaga mRS: ≤ 2 točki	- krvni tlak ≥ 200/110 mmHg - nestabilna angina pektoris - aritmija - srčno popuščanje - v EKG v mirovanju - denivelacija ST ≥ 2mm - AV blok 3. stopnje brez srčnega spodbujevalnika - huda PAB	DA

Legenda: n - število preiskovancev; ES - eksperimentalna skupina; KS - kontrolna skupina; MK - možganska kapi; ISH - ishemična; HEM - hemoragična; / - ni navedeno; ASASFC - American Stroke Association Stroke Functional Classification; BBS - Bergova lestvica za oceno ravnotežja; BI - Barthel indeks; CMSA - Chedoke-McMaster Stroke Assessment; FMA - Fugl-Meyer Assessment; ACSM - American College of Sports Medicine; PAB - periferna arterijska bolezen

Namen pregleda literature je bil ugotoviti učinkovitost aerobne in z aerobno vadbo kombiniranih programov vadbe pri bolnikih po možganski kapi. Ugotoviti smo želeli značilnosti bolnikov, vključenih v te raziskave, ter lastnosti programov aerobne in kombinirane vadbe.

## METODE

Pregled literature je potekal v podatkovnih zbirkah PubMed in PEDro s ključnimi besedami: možganska kap, aerobna vadba, fizioterapija, rehabilitacija, randomiziran kontroliran poskus. Merila za vključitev raziskav v pregled so določala, da je šlo za randomiziran kontroliran poskus (RKP), ki je preučeval učinke aerobne vadbe oziroma kombinirane vadbe pri bolnikih po možganski kapi ter članke v angleščini, objavljene v polnem besedilu. Zajete so bile vse objave do konca leta 2014.

## REZULTATI IN RAZPRAVA

V pregled literature je bilo zajetih 21 RKP. Bolnike v prvih šestih mesecih po možganski kapi so obravnavali v sedmih RKP (Tabela 1), bolnike v obdobju šest mesecev in več po možganski kapi pa v 14 RKP (Tabela 2).

Avtorji vseh pregledanih raziskav poročajo, da je aerobna vadba po možganski kapi izvedljiva in varna. Za varnost vadbenega programa so v pregledanih raziskavah poskrbeli s kliničnim pregledom bolnika, v večini raziskav pa tudi z obremenitvenim testom. Ta je bil usmerjen v prepoznavanje zdravstvenih težav, ki lahko omejujejo možnost udejstvovanja v aerobni vadbi, z upoštevanjem priporočil ACSM (17) in American Heart Association (AHA) (18) glede izbire bolnikov, primernih za aerobno vadbo, presejalnih meril za ogroženost zaradi srčno-žilnih bolezni in priporočil glede protokola programa aerobne vadbe (14, 15).

**Tabela 2:** Značilnosti preiskovancev v pregledanih randomiziranih kontroliranih poskusih o učinkih aerobne vadbe v kroničnem obdobju po možganski kapi.

Avtorji	Število, povprečna starost preiskovancev	Tip MK, obdobje po MK	Stopnja prizadetosti in merilna orodja	Izključitvena merila	Obremenitveni test
Potempa in sod., 1995 (26)	43-72 let ES: n = 19 KS: n = 23	/ > 6 mesecev po vključitvi v rehabilitacijo	Zmerna; FMA povpr: 177/226 točk	- težje bolezni srca - PAB - pljučne bolezni - neurejena hipertenzija - od inzulina odvisna sladkorna bolezen	DA
Chu in sod., 2004 (27)	ES: n = 7; 62 let KS: n = 5; 63 let	ISH, HEM povpr. 3-4 leta po vključitvi v rehabilitacijo	Zmerna; CMSA motorični del za spodnji ud: 9,4/14 točk	- težje bolezni srca - nestabilna kardiorespiratorna stanja, - neurejena hipertenzija	DA
Macko in sod., 2005 (28)	ES: n = 32; 63 let KS: n = 29; 64 let	ISH > 6 mesecev	Samostojno premični (hoja)	- srčno popuščanje - nestabilna angina pektoris - PAB - druga bolezenska stanja, ki onemogočajo sodelovanje pri vadbi	DA
Pang in sod., 2005 (29)	ES: n = 32; 66 let KS: n = 31; 65 let	ISH, HEM > 1 leto	Blaga in zmerna; ASASFC: povprečno II	- težja bolezen srca v anamnezi - neurejena hipertenzija - (krvni tlak v mirovanju > 140/90 mmHg).	DA
Lennon in sod., 2008 (30)	N: 48 ES: n = 24; 59,0 let KS: n = 24; 60, 5 let	ISH > 1 leto	Samostojno premični (hoja)	- odvisnost od kisika - nestabilna angina pektoris - težje bolezni srca - neurejena sladkorna bolezen - druga bolezenska stanja, ki onemogočajo sodelovanje pri vadbi - jemanje zaviralcev beta receptorjev	NE

Avtorji	Število, povprečna starost preiskovancev	Tip MK, obdobje po MK	Stopnja prizadetosti in merilna orodja	Izključitvena merila	Obremenitveni test
Lee in sod., 2008 (31)	ES1: n = 13; 67 let ES2: n = 13; 60 let ES3: n = 14; 63 let KS: n = 12; 65 let	ISH, HEM povpr. 54-57 mesecev	Zmerna; hitrost sproščene hoje 0,7 m/s	- kontraindikacije za vadbo oslabele in starejših ter oseb s srčnimi zapleti po navodilih ACSM	DA
Luft in sod., 2008 (32)	ES: n = 57; 63 let KS: n = 56; 64 let	ISH povpr. 63-45 mesecev	Blaga do zmerna; hitrost hitre hoje: 0,7 m/s	- srčno popuščanje - nestabilna angina pektoris - PAB - neurejena sladkorna bolezen - druga bolezenska stanja, ki onemogočajo sodelovanje pri vadbi	DA
Quaney in sod., 2009 (33)	ES: n = 19; 64,1 let KS: n = 19; 58, 96 let	ISH > 6 mesecev	Zmerna; BBS: 40/56 točk	- nedavni akutni miokardni infarkt - nestabilna angina pektoris - srčno popuščanje - hemodinamsko pomembna disfunkcija srčnih zaklopk - neobvladljiva hipertenzija - PAB - neurejena sladkorna bolezen - hospitalizacija v zadnjih 3 mesecih zaradi akutnih obolenj - druga bolezenska stanja, ki nasprotujejo sodelovanje pri vadbi	DA
Moore in sod., 2010 (34)	ES: n = 20; 67 let	ISH, HEM > 6 mesecev	Samostojno premični z zmernimi do hudimi omejitvami hoje; hitrost sproščene hoje < 0,9 m/s	- težje bolezn srca in ožilja	NE
Ivey in sod., 2010 (35)	ES: n = 29; 62 let KS: n = 24; 60 let	ISH > 6 mesecev	Samostojno premični z blago do zmerno hemiparetično hojo	- operacija žil sp.udov - PAB	DA
Ivey in sod., 2011 (36)	ES: n = 19; 61 let KS: n = 19; 62 let	ISH > 6 mesecev	Samostojno premični z blago do zmerno hemiparetično hojo	- ni določeno	DA
Globas in sod., 2012 (37)	ES: n = 20; 67 let KS: n = 18; 67 let	ISH povpr. 60-70 mesecev	Blaga prizadetost; BI: povpr. 90/100 točk	- nestabilna angina pektoris - srčno popuščanje - hemodinamsko pomembna disfunkcija srčnih zaklopk - PAB	DA
Gordon in sod., 2013 (38)	ES1: n = 64; 64 let ES2: n = 64; 65 let	ISH, HEM povpr. 6-24 mesecev	Blaga prizadetost; zmožnost hoje z ali brez pripomočka	- druga bolezenska stanja, ki onemogočajo sodelovanje pri vadbi	NE
Jin in sod., 2013 (39)	ES: n = 65; 58 let KS: n = 63; 56 let	ISH povpr. 18-19 mesecev	Blaga prizadetost; zmožnost hoje z ali brez pripomočka	- sladkorna bolezen - atrijska fibrilacija - nestabilna angina pektoris. - druge sočasne srčne ali pljučne bolezni - neobvladljiva hipertenzija - PAB	DA

Legenda: n - število preiskovancev; ES - eksperimentalna skupina; KS - kontrolna skupina; MK - možganska kap; ISH - ishemična; HEM - hemoragična; / - ni navedeno; ASASFC - American Stroke Association Stroke Functional Classification; BBS - Bergova lestvica za oceno ravnotežja; BI - Barthel indeks; CMSA - Chedoke-McMaster Stroke Assessment; FMA - Fugl-Meyer Assessment; ACSM - American College of Sports Medicine; PAB - periferna arterijska bolezen



## Značilnosti preiskovancev

Značilnosti preiskovancev ter presejalna merila za ogroženost zaradi srčno-žilnih bolezni, upoštevana v posameznih raziskavah, so predstavljeni v Tabelah 1 in 2. V 16 raziskavah so predhodno izvedli obremenitveno testiranje.

## Značilnosti programov vadbe

V 12 RKP so preučevali učinkovitost samostojnega programa aerobne vadbe (Tabela 3). Od teh je pet raziskav vključilo aerobno vadbo na sobnem kolesu (za spodnje ude: 19, 26, 30; 33, 39; ali za zgornje ude: 30) in sedem aerobno vadbo s hojo (6 RKP: na tekočem traku; 1 RKP: v domačem okolju). Devet RKP je preučevalo učinkovitost kombiniranih programov (Tabela 4), v katerih so izvajali aerobno vadbo na sobnem kolesu (za spodnje

**Tabela 3:** Značilnosti programov vadbe v randomiziranih kontroliranih poskusih, ki so preiskovali učinke samostojne aerobne vadbe pri bolnikih po možganski kapi in dejavnosti primerjalne skupine.

Avtorji	Intenzivnost vadbe	Trajanje, pogostost, stopnjevanje	Dejavnost primerjalne skupine
<b>VADBA NA SOBDEM KOLESU</b>			
Katz-Leurer in sod., 2003a, 2003b (19)	do 60 % RfSU	od 1. do 2. tedna: do 20 min; od 3. do 8. tedna: do 30 min, 3-5x/teden, 8 tednov	običajna obravnava: FT, DT, 5 dni/ teden: splošna skupinska vadba
Potempa in sod., 1995 (26)	30 – 50 % največje možne obremenitve	30 min, 3x/teden, 10 tednov	pasivno raztezanje
Lennon in sod., 2008 (30)	50 – 60 % RfSU	30 min, 2x/teden, 10 tednov	običajna FT
Quaney in sod., 2009 (33)	1. teden: 40 – 50 % RfSU. 2. teden: stopnjevanje do 70 % RfSU	na začetku: 10 – 20 min; stopnjevanje do 45 min, 3x/teden, 8 tednov	raztezanje
Jin in sod., 2013 (39)	na začetku: 40 – 50 % RfSU; stopnjevanje za 5 % RfSU na 2 tedna: do 50 do 70 % RfSU	na začetku: 10 – 20 min; podaljšanje za 5 min na 2 tedna, do 40 min, 5x/ teden, 12 tednov	običajna FT: 35 min. raztezanje, 5 min. hoje z nizko intenzivnostjo (20 do 30 % RfSU)
<b>VADBA HOJE NA TEKOČEM TRAKU</b>			
Macko in sod., 2005 (28)	na začetku: 40 – 50 % RfSU; stopnjevanje za 5 % RfSU na 2 tedna: do 60 do 70 % RfSU	na začetku: 10 – 20 min.; podaljšanje za 5 min. na 2 tedna, do 40 min, 3x/teden, 24 tednov	običajna FT: 35 min. raztezanja, 5 min nizko intenzivne vadbe na tekočem traku pri 30 do 40 % RfSU
Luft in sod., 2008 (32)	na začetku: 40 – 50 % RfSU; stopnjevanje za 5 % RfSU na 2 tedna: do 60 do 70 % RfSU.	na začetku: 10 do 20 min; povečanje za 5 min na 2 tedna, do 40 min, 3x/teden, 24 tednov.	30 do 40 min raztezanja
Moore in sod., 2010 (34)	najhitrejša hoja, ki jo zmorejo s postopnim povečanjem po 0,5 km/uro, do ciljne fSU (80 do 85 % fSU <sub>max</sub> izračunan) ali ocena napora po Borgovi lestvici 17	3x/teden, 4 tedne	1/2 preiskovancev: intervencija 4 tedne, nato 4 tedne brez; preostala 1/2 preiskovancev obratno (navzkrižni poskus)

Avtorji	Intenzivnost vadbe	Trajanje, pogostost, stopnjevanje	Dejavnost primerjalne skupine
Ivey in sod., 2010 (35)	na začetku: 40 – 50 % RfSU; stopnjevanje do 60 do 80 % RfSU	na začetku: 10 – 20 min; stopnjevanje do 40 min, 3x/teden, 24 tednov	običajna FT
Ivey in sod., 2011 (36)	na začetku: 40 – 50 % RfSU; stopnjevanje do 60 do 70 % RfSU	na začetku: 10 – 20 min; stopnjevanje do 40 min, 3x/teden, 24 tednov	običajna FT
Globas in sod., 2012 (37)	na začetku: 40 – 50 % RfSU; stopnjevanje do 60 do 80 % RfSU	na začetku: 10 – 20 min; stopnjevanje do 40 min, 3x/teden, 13 tednov	običajna FT
<b>NADZOROVANA HITRA HOJA V DOMAČEM OKOLJU</b>			
Gordon in sod., 2013 (38)	ciljna fSU 60 – 85 % fSU <sub>max</sub> izračunan	15 – 30 min, 3x/teden, 12 tednov	masaža

Legenda: fSU - frekvenca srčnega utripa; RfSU - rezerva fSU; fSU<sub>max</sub> - frekvenca maksimalnega srčnega utripa; min - minute; FT - fizioterapija; DT - delovna terapija

ude: 20, 23, 31; za zgornje in spodnje ude: 22, 25), aerobno vadbo s hojo, združeno vadbo hoje in uporabo sobnega kolesa za zgornji in spodnji ud, v funkcijo usmerjeno krožno vadbo in aerobno vadbo v vodi. Aerobni vadbi je bila najpogosteje pridružena vadba za mišično jakost za zgornje in spodnje ude ter vadba za izboljšanje ravnotežja in gibljivosti.

V pregledanih raziskavah večjih razlik v intenzivnosti aerobne vadbe med posameznimi načini vadbe ni bilo (Tabela 3 in 4). Intenzivnost aerobne vadbe se je na začetku vadbenega obdobja pogosto začela pri 40 % do 50 % rezerve fSU (ali nižje pri oslabeledih bolnikih) in stopnjevala do ciljne intenzivnosti (11/21 RKP). Najpogosteje so izvajali aerobno vadbo pri visoki intenzivnosti (od 60 % do 85 % rezerve fSU) (15/21 RKP). Pri programih v akutnem in subakutem obdobju po možganski kapi so izvajali aerobno vadbo najpogosteje z intenzivnostjo 50 % do 60 % rezerve fSU (19 - 21, 25). Obdobja programov vadbe so se zelo razlikovala, od štiritredenskih (23, 24, 34) do enega leta (22). Najpogostejša frekvenca vadbe je bila pri vseh tipih vadbe trikrat tedensko (17/21 RKP). V večini raziskav samostojne aerobne vadbe je na začetku vadbena enota trajala od 10 do 20 minut in se postopoma podaljšala na končnih 30 do 45 minut (9/12 RKP). Pri programih samostojne aerobne vadbe hoje je bila najpogostejša vadbena enota 40 minut (5/7 RKP), vadbena enota na sobnem kolesu je najpogosteje trajala 30 minut (3/5 RKP) ter pri kombiniranih programih 60 minut (4/9 RKP). V kombiniranih programih je aerobni del najpogosteje trajal od 30 do 35 minut (7/9 RKP).

## Učinki na vzdržljivost srčno-žilnega sistema

V vseh pregledanih raziskavah, ki so vključile program aerobne vadbe, ki je trajal vsaj osem tednov, so poročali o povečanju aerobne zmogljivosti bolnikov po možganski kapi pri meritvah po

končanem programu (14 RKP). Le Moore in sodelavci (34) niso odkrili pomembnega učinka na aerobno zmogljivost. Štiritredensko obdobje vadbe, ki so ga uporabili v tej raziskavi, je bilo verjetno prekratko, da bi izzvali opazne prilagoditvene učinke pri bolnikih v kroničnem obdobju po možganski kapi. Podobno velja tudi za zdrave osebe, pri katerih je za opazne prilagoditvene učinke srčno-žilnega sistema na aerobno vadbo potrebno obdobje šestih tednov (5). *Spremembo fSU v mirovanju* so spremljali v šestih raziskavah. V štirih ni prišlo do spremembe (19, 25, 26, 30), Jin in sodelavci (39) ter Gordon in sodelavci (38) pa so poročali o zmanjšanju fSU v mirovanju po 12 tednih vadbe. V raziskavi Gordona in sodelavcev (38) se je izboljšanje pokazalo šele pri zadnjih meritvah fSU v mirovanju po 12 tednih, prvih šest tednov vadbe ni bilo učinka. Zato je možno, da je bilo vadbno obdobje od najmanj šest do največ deset tednov v navedenih raziskavah brez sprememb prekratko za doseg spremembe fSU v mirovanju. Za zdrave atlete so ugotovili, da imajo zaradi dolgotrajne intenzivne telesne dejavnosti nižjo fSU v mirovanju in po vadbi hitrejšo povrnitev fSU na vrednosti v mirovanju (40). Aerobna vadba vpliva na avtonomno uravnavanje srca, povečuje aktivnost parasimpatičnega in zmanjšuje aktivnost simpatičnega živčnega sistema v mirovanju. Sklepamo, da bi bilo za doseganje podobnih učinkov pri bolnikih po možganski kapi smiselno vključiti aerobno vadbo za daljše obdobje, torej vsaj 12 tednov.

V dveh raziskavah (31, 34) so ugotovili zmanjšanje *energetske porabe med hojo*. Aerobna vadba povzroči prilagoditve srčno-žilnega sistema in izboljša presnovno učinkovitost, medtem ko prilagoditve živčno-mišičnega sistema (npr. vključevanje dodatnih motoričnih enot) povečajo biomehansko učinkovitost gibanja. Po vsej verjetnosti izboljšave v presnovni in živčno-mišični učinkovitosti skupaj prispevajo k večji funkcijski sposobnosti, ki se kaže ne samo z večjo telesno zmogljivostjo, ampak tudi

z zmanjšano porabo energije (1). *Vzdržljivost pri hoji* je bila opredeljena kot ključno področje težav pri bolnikih po možganski kapi (41). Rezultati meritev vzdržljivosti pri hoji v pregledanih raziskavah (6- in 12-minutni test hoje, prehojena razdalja do utrujenosti) kažejo, da je samostojna aerobna vadba bolj učinkovita pri spodbujanju vzdržljivosti pri hoji kot kombinirani programi vadbe. Osem pregledanih raziskav aerobne vadbe je merilo vzdržljivost pri hoji, od katerih so v sedmih (19, 28, 31, 36 - 39) poročali o izboljšanju. Le Moore in sodelavci (34) po štiritedenskem obdobju vadbe niso ugotovili učinka. Od sedmih raziskav kombinirane vadbe so o izboljšanju vzdržljivosti pri hoji poročali le v štirih (20, 21, 24, 29). S primerjavo teh raziskav ugotavljamo, da izboljšanje vzdržljivosti srčno-žilnega sistema po aerobni ali kombinirani vadbi, ki vključuje dovolj aerobne vadbe hoje (vsaj

30 minut), lahko prinese boljše rezultate pri tako pomembni funkcijski dejavnosti, kot je hoja.

*Zmanjšanje dejavnikov tveganja za srčno-žilne bolezni* po aerobni vadbi pri bolnikih po možganski kapi so preučevali in potrdili le v eni raziskavi samostojne aerobne vadbe (30). Glede na 75-odstotno možnost pridruženih srčno-žilnih obolenj pri bolnikih po možganski kapi (10) so potrebne nadaljnje raziskave o preventivnih učinkih aerobne vadbe.

Kombinirani programi, ki so vključevali hojo (21, 24, 29) in vadbo na sobnem kolesu (20), so tudi vplivali na zvečanje hitrosti sproščene in hitre hoje ter na izboljšanje vzdržljivosti pri hoji, vendar manj učinkovito kot samostojna aerobna vadba. V treh

**Tabela 4.** Značilnosti programov vadbe v randomiziranih kontroliranih poskusih, ki so preiskovali učinke z aerobno vadbo kombiniranih programov pri bolnikih po možganski kapi in dejavnosti primerjalne skupine.

Avtorji	Dodaten tip aerobne vadbe in/ali druga vadba	Intenzivnost vadbe	Trajanje, pogostost, stopnjevanje	Dejavnost primerjalne skupine
<b>VADBA NA SOBDEM KOLESU</b>				
Duncan in sod., 2003 (20)	VMJ (ZU in SU); funkcijska vadba ZU, vaje za ravnotežje in gibljivost.	25 – 30 min. pri 40 vrtljajev/min	90 min. [aerobni del do 30 min] 3x/teden, 12 tednov	običajna FT
Letombe in sod., 2010 (23)	vadba hoje po tekočem traku, VMJ (ramenski obroč, trup in SU), funkcijska vadba, vaje za ravnotežje, koordinacijo in gibljivost	70 – 80 % maksimalne obremenitve, dosežene na testiranju	40 – 60 min. (delež aerobne vadbe ni naveden) 5x/teden, 4 tedne	običajna FT
Lee in sod., 2008 (31)	VMJ	aerobna skupina; 30 min. kolesarjenja (40 vrtljajev/min); 1. in 2. teden: ciljna $fSU\ 50\ \% O_{2peak}$ 3. in 4. teden: ciljna $fSU\ 70\ \% O_{2peak}$	60 min (30 min aerobne vadbe za aerobno in kombinirano skupino), 3x/teden, 10 tednov	VMJ skupina: vadba proti upor, 30 min placebo kolesarjenja (motorizirano kolo za spodnji ud); združena skupina: 30 min kolesarjenja + vadba proti upor; placebo skupina: 30 min placebo kolesarjenja + placebo VMJ
Langhammer in sod., 2007 (22)	hitra hoja; VMJ (trup, ZU in SU) in vaje za ravnotežje.	aerobna vadba: 70 – 80 % $fSU_{max}$ ; VMJ: 50 – 60% 1 RM	od 40 do 60 min (delež aerobne vadbe ni naveden), 3x/teden, 1 leto	po odpustu vadba po potrebi ali samoiniciativno; priporočila: naj ostanejo čim bolj dejavni
Toledano-Zarhi in sod., 2011 (25)	vadba hoje na tekočem traku; VMJ, vaje za ravnotežje, koordinacijo in gibljivost	50 – 60 % $RfSU$	aerobni del: od 35 – 55 min 2x/teden; VMJ: 45 – 55 min, 1x/ teden, 6 tednov	običajne dejavnosti vsakdanjega življenja
<b>VADBA HOJE NA TEKOČEM TRAKU</b>				
Eich in sod., 2003 (21)	vadba hoje po metodi Bobath	60 % $RfSU$	60 min (aerobni del 30 min), 5x/teden, 6 tednov	običajna FT, vadba hoje po metodi Bobath



Avtorji	Dodaten tip aerobne vadbe in/ali druga vadba	Intenzivnost vadbe	Trajanje, pogostost, stopnjevanje	Dejavnost primerjalne skupine
<b>DRUGO</b>				
Pang in sod., 2005 (29)	aerobna vadba: hitra hoja, usedanje in vstajanje, stopanje na stopnico; vaje za ravnotežje koordinacijo in VMJ za SU	na začetku: 40 – 50 % RfSU; stopnjevanje za 10 % RfSU vsake 4 tedne: do 80 % RfSU	60 min (do 30 min aerobnih dejavnosti), 3x/teden, 19 tednov	funkcijska vadba za ZU sede (3 postaje za fine in grobe gibe, VMJ za ZU in ramenski obroč)
Outermans in sod., 2010 (24)	funkcijska krožna vadba: hitra hoja, hoja po stopnicah, vstajanje, obračanje, hoja določene razdalje	na začetku: 40 – 50 % RfSU; stopnjevanje do 70 do 80 % RfSU	45 min aerobne vadbe + 30 min običajna FT, 3x/teden, 4 tedne	običajna FT
Chu in sod., 2004 (27)	aerobna vadba v vodi: korakanje naprej in vstran, hitra hoja in tek	1. do 2. tedna: 50 – 70 % RfSU; 3. do 5. teden: 75 % RfSU; 6. do 8. teden: 80 % RfSU	60 (30 min aerobne vadbe, 20 min raztezanja), 3x/teden, 8 tednov	funkcijska vadba za ZU sede; krožna vadba (6 postaj za fine in grobe gibe, VMJ za ZU in ramenski obroč)

Legenda: fSU - frekvenca srčnega utripa; RfSU - rezerva fSU; fSUMaks - frekvenca maksimalnega srčnega utripa; min - minute;  $\dot{V}O_{2peak}$  - največja poraba kisika pri obremenitvenem testu; ZU - zgornji ud; SU - spodnji ud; FT - fizioterapija; VMJ - vadba za mišično jakost

raziskavah kombinirane vadbe (22, 25, 31) niso ugotovili učinka na vzdržljivost pri hoji. V večini pregledanih raziskavah (Tabela 4) so z vadbo proti uporabi izvajali krepitev posameznih mišičnih skupin, poleg tega pa so v več raziskavah izvajali tudi funkcijsko vadbo. Za boljši prenos pridobljenega v dejavnosti vsakodnevnega življenja je priporočljivo izvajati vadbo za mišično jakost po načelih funkcijske vadbe (42). Izvajanje kombiniranih programov vadbe, ki vključujejo funkcijsko vadbo, pa je smiselno zaradi kompleksnosti gibalnih okvar po možganski kapi (42). Podobno so ugotovili že Carr in Shepard (3), Gordon in sodelavci (15) ter Puh in sodelavci (43), ki menijo, da je v rehabilitacijo bolnikov po možganski kapi treba vključiti v funkcijo usmerjeno vadbo za spodbujanje motoričnega učenja, ciljano vadbo za jakost in vzdržljivost mišic, vadbo za izboljšanje gibljivosti ter aerobno vadbo. S tem omogočimo najboljše pogoje za optimalen izid rehabilitacije bolnikov po možganski kapi.

### Učinki na hitrost hoje, ravnotežje in funkcijske dejavnosti

Aerobna vadba lahko zveča *hitrost hoje*. V vseh osmih raziskavah (20, 21, 24, 27, 32, 34, 36, 37), v katerih so spremljali to sprememljivko, so namreč poročali o izboljšanju. Zvečanje hitrosti hoje lahko verjetno delno pripišemo ponavljajoči se praksi hoje pri večji hitrosti. V desetih raziskavah (Tabela 1 in 2) je bila neodvisnost in sposobnost funkcionalne hoje eno izmed meril za izbor preiskovancev. Morda je tudi to eden od razlogov za izboljšanje hitrosti, pa tudi vzdržljivosti pri hoji, o katerem so poročali v 11 raziskavah (19–21, 24, 28, 29, 32, 36–39). Ali je zato prišlo tudi do izboljšanja funkcionalnosti hoje, bi lahko bolj

jasno ugotovili, če bi od preiskovancev zahtevali, da opravijo zahtevnejše naloge, na primer z oceno funkcionalnosti hoje – FGA (angl. Functional gait assessment) (44).

Aerobna vadba ni imela pomembnega vpliva na rezultate Bergove lestvice za oceno ravnotežja (20, 22, 24, 33, 34, 37, 39), časovno merjenega vstani in pojdi testa (22, 33, 34), testa funkcijskega dosega (20, 24), testa korakanja v štirih kvadratih (25) ter lestvico funkcijske neodvisnosti – FIM (angl. Functional independence measure) (19). Znano je, da ima Bergova lestvica za oceno ravnotežja pri bolnikih po možganski kapi, ki so že pridobili funkcionalno sposobnost hoje, učinek stropa (45). Zato je pri njih s to lestvico nemogoče odkriti nadaljnje izboljšanje ravnotežja. Težava pri funkcijsko manj zmožnih bolnikih po možganski kapi pa je, da imajo zelo slabo aerobno zmogljivost, ki ni zadostna za opravljanje dnevnih dejavnosti (7) in samostojno življenje (2). Z izboljšanjem aerobne zmogljivosti pričakujemo lažje izvajanje osnovnih dnevnih dejavnosti. FIM ocenjuje raven neodvisnosti pri opravljanju številnih dnevnih dejavnosti (na primer hranjenje, osebna nega, upravljanje črevesja in mehurja), pri katerih je manjša verjetnost, da bo imela aerobna vadba vpliv. Katz-Leurer in sodelavci (19) so učinek aerobne vadbe ugotovili le pri oceni motoričnega dela FIM. Motorični FIM ocenjuje med drugim hojo in hojo po stopnicah, zato je učinek nanj, kot posledica aerobne vadbe, pričakovan. Z aerobno vadbo so se izboljšale tudi kognitivne sposobnosti bolnikov po možganski kapi (33), za kar pa je ocena s FIM očitno pregroba. Ti rezultati potrjujejo, da je za ugotavljanje izidov po programu aerobne vadbe pomembna izbira ustreznih merilnih orodij, ki lahko zajamejo spremembe funkcioniranja bolnikov po možganski kapi.

## Dolgoročni učinki

Globas in sodelavci (37) so eno leto po koncu trimesečnega programa vadbe ugotovili izboljšanje maksimalne porabe kisika, 6-minutnega testa hoje in hitrosti sproščene hoje glede na rezultate takoj po končanem obdobju vadbe. Tudi Eich in sodelavci (21) so poročali o nadaljnjem izboljšanju rezultatov 6-minutnega testa hoje 18 tednov po koncu programa vadbe. Nekateri bolniki so sicer povedali, da so nadaljevali z vadbo hoje, s čimer bi lahko razložili izide. Verjetno pa je aerobna vadba bolnikom po možganski kapi v teh dveh raziskavah omogočila izvajanje funkcijskih dejavnosti na višji ravni, zaradi česar so po končanem obdobju organizirane vadbe lahko še dalje napredovali. Potrebne so dodatne raziskave o dolgoročnih učinkih aerobne vadbe kot tudi preučitev odnosa med izboljšanjem vzdržljivosti srčno-žilnega sistema in izvajanjem dejavnosti vsakdanjega življenja pri bolnikih po možganski kapi.

## ZAKLJUČKI

Bolniki po možganski kapi imajo pogosto zmanjšane zmožnosti, prisotna obolenja srca in ožilja, omejitve pri gibalnih dejavnostih in sodelovanju v družbi. Aerobna vadba je lahko učinkovit dodaten postopek pri zdravljenju in reševanju teh problemov. Ob upoštevanju priporočil ACSM (17) in AHA (18) glede kontraindikacij in izbire bolnikov, primernih za to vadbo, se je izkazala za varno in učinkovito pri bolnikih v akutnem, subakutnem in kroničnem obdobju po možganski kapi.

V pregledanih raziskavah so bili programi samostojne aerobne vadbe učinkovitejši za izboljšanje vzdržljivosti srčno-žilnega sistema, kombinirani programi vadbe pa so imeli največje učinke na končni izid rehabilitacije. Programi vadbe, ki so vključevali aerobno vadbo hoje, so imeli največje učinke na zvečanje hitrosti hoje in izboljšanje vzdržljivosti pri hoji, ki med drugim pripomore k večji samostojnosti bolnikov po možganski kapi. Učinki aerobne vadbe hoje so se ohranili tudi po končanem obdobju vadbe.

Za določitev optimalnega programa aerobne vadbe pri bolnikih po možganski kapi z različnimi ravnmi zmanjšane zmožnosti in ogroženostjo zaradi spremljajočih bolezni, zlasti srčno-žilne bolezni, so potrebne nadaljnje raziskave, s katerim bi pridobili bolj kakovostne dokaze o posameznih postopkih aerobne vadbe.

## Literatura:

- MacKay-Lyons MJ, Howlett J. Exercise capacity and cardiovascular adaptations to aerobic training early after stroke. *Top Stroke Rehabil.* 2005; 12 (1): 31–44.
- Mackay-Lyons MJ, Makrides L. Longitudinal changes in exercise capacity after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004; 85 (19): 1608–12.
- Carr J, Shepherd RB. *Neurological rehabilitation: optimizing motor performance.* 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone / Elsevier; 2011.
- American College of Sports Medicine. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription.* 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
- Kisner C, Collby LA. *Principles of aerobic exercise.* V: Kisner C, Colby LA. *Therapeutic exercise: foundations and techniques.* 5th ed. Philadelphia: Davis. 2007: 231–49.
- Cress ME, Meyer M. Maximal voluntary and functional performance levels needed for independence in adults aged 65 to 97 years. *Phys Ther.* 2003; 83 (1): 37–48.
- Ivey FM, Macko RF, Ryan AS, Hafer-Macko CE. Cardiovascular health and fitness after stroke. *Top Stroke Rehabil.* 2005; 12 (1): 1–16.
- Mayo NE, Wood-Dauphinee S, Côté R, Durcan L, Carlton J. Activity, participation and quality of life 6 months poststroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002; 83 (8): 1035–42.
- Rimmer JH, Wang EC. Aerobic exercise training in stroke survivors. *Top Stroke Rehabil.* 2005; 12 (1): 17–30.
- Adams RJ, Chimowitz MI, Alpert JS, Awad IA, Cerqueria MD, Fayad P et al. Coronary risk evaluation in patients with transient ischemic attack and ischemic stroke: a scientific statement for healthcare professionals from the Stroke Council and the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association/American Stroke Association. *Circulation.* 2003; 108 (10): 1278–90.
- Wulf G, McNevin N, Shea CH. The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. *Q J Exp Psychol A.* 2001; 54 (4): 1143–54.
- Physical Activity Guidelines Advisory Committee. *Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008.* Washington: US Department of Health and Human Services; 2008.
- Pollock ML, Gaesser GA, Butcher JD, Després JP, Dishman RK, Franklin BA, et al. ACSM position stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medscape.* 2010. Dostopno na <http://www.medscape.com/viewarticle/716399> (citirano 5. 7. 2014).
- Pang MY, Charlesworth SA, Lau RW, Chung RC. Using aerobic exercise to improve health outcomes and quality of life in stroke: evidence-based exercise prescription recommendations. *Cerebrovasc Dis.* 2013; 35 (1): 7–22.
- Gordon NF, Gulanick M, Costa F, Fletcher G, Franklin BA, Roth EJ, et al. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: an American Heart Association scientific statement from the Council on Clinical Cardiology, Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention; the Council on Cardiovascular Nursing; the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the Stroke Council. *Circulation.* 2004; 109 (16): 2031–41.
- Tang A, Sibley KM, Thomas SG, McIlroy WE, Brooks D. Maximal exercise test results in subacute stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006; 87 (8): 1100–5.

17. American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
18. Thompson PD, Buchner D, Pina IL, Balady GJ, Williams MA, Marcus BH, et al. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulation*. 2003; 107 (24): 3109–16.
19. Katz-Leurer M, Shochina M, Carmeli E, Friedlander Y. The influence of early aerobic training on the functional capacity in patients with cerebrovascular accident at the subacute stage. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003; 84 (11): 1609–14.
20. Duncan P, Studenski S, Richards L, Gollub S, Lai SM, Reker D, et al. Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. *Stroke*. 2003; 34 (9): 2173–80.
21. Eich HJ, Mach H, Werner C, Hesse S. Aerobic treadmill plus Bobath walking training improves walking in subacute stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2004; 18 (6): 640–51.
22. Langhammer B, Lindmark B, Stanghelle JK. Stroke patients and long-term training: is it worthwhile? A randomized comparison of two different training strategies after rehabilitation. *Clin Rehabil*. 2007; 21 (6): 495–510.
23. Letombe A, Cornille C, Delahaye H, Khaled A, Morice O, Tomaszewski A, Olivier N. Early post-stroke physical conditioning in hemiplegic patients: a preliminary study. *Ann Phys Rehabil Med*. 2010; 53 (10): 632–42.
24. Outermans JC, van Peppen RP, Wittink H, Takken T, Kwakkel G. Effects of a high-intensity task-oriented training on gait performance early after stroke: a pilot study. *Clin Rehabil*. 2010; 24 (11): 979–87.
25. Toledano-Zarhi A, Tanne D, Carmeli E, Katz-Leurer M. Feasibility, safety and efficacy of an early aerobic rehabilitation program for patients after minor ischemic stroke: a pilot randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation*. 2011; 28 (2): 85–90.
26. Potempa K, Lopez M, Braun LT, Szidon JP, Fogg L, Tincknell T. Physiological outcomes of aerobic exercise training in hemiparetic stroke patients. *Stroke*. 1995; 26 (1): 101–5.
27. Chu KS, Eng JJ, Dawson AS, Harris JE, Ozkaplan A, Gylfadottir S. Water-based exercise for cardiovascular fitness in people with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004; 85 (6): 870–4.
28. Macko RF, Ivey FM, Forrester LW, Hanley D, Sorkin JD, Katzell LI, et al. Treadmill exercise rehabilitation improves ambulatory function and cardiovascular fitness in patients with chronic stroke: a randomized, controlled trial. *Stroke*. 2005; 36 (10): 2206–11.
29. Pang MY, Eng JJ, Dawson AS, McKay HA, Harris JE. A community-based fitness and mobility exercise program for older adults with chronic stroke: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 2005; 53 (10): 1667–74.
30. Lennon O, Carey A, Gaffney N, Stephenson J, Blake C. A pilot randomized controlled trial to evaluate the benefit of the cardiac rehabilitation paradigm for the non-acute ischaemic stroke population. *Clin Rehabil*. 2008; 22 (2): 125–33.
31. Lee MJ, Kilbreath SL, Singh MF, Zeman B, Lord SR, Raymond J, Davis GM. Comparison of effect of aerobic cycle training and progressive resistance training on walking ability after stroke: a randomized sham exercise-controlled study. *J Am Geriatr Soc*. 2008; 56 (6): 976–85.
32. Luft AR, Macko RF, Forrester LW, Villagra F, Ivey F, Sorkin JD, et al. Treadmill exercise activates subcortical neural networks and improves walking after stroke: a randomized controlled trial. *Stroke*. 2008; 39 (12): 3341–50.
33. Quaney BM, Boyd LA, McDowd JM, Zahner LH, He J, Mayo MS, Macko RF. Aerobic exercise improves cognition and motor function poststroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2009; 23 (9): 879–85.
34. Moore JL, Roth EJ, Killian C, Hornby TG. Locomotor training improves daily stepping activity and gait efficiency in individuals poststroke who have reached a “plateau” in recovery. *Stroke*. 2010; 41 (1): 129–35.
35. Ivey FM, Hafer-Macko CE, Ryan AS, Macko RF. Impaired leg vasodilatory function after stroke: adaptations with treadmill exercise training. *Stroke*. 2010; 41 (12): 2913–7.
36. Ivey FM, Ryan AS, Hafer-Macko CE, Macko RF. Improved cerebral vasomotor reactivity after exercise training in hemiparetic stroke survivors. *Stroke*. 2011; 42 (7): 1994–2000.
37. Globas C, Becker C, Cerny J, Lam JM, Lindemann U, Forrester LW, et al. Chronic stroke survivors benefit from high-intensity aerobic treadmill exercise: a randomized control trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2012; 26 (1): 85–95.
38. Gordon CD, Wilks R, McCaw-Binns A. Effect of aerobic exercise (walking) training on functional status and health-related quality of life in chronic stroke survivors: a randomized controlled trial. *Stroke*. 2013; 44 (4): 1179–81.
39. Jin H, Jiang Y, Wei Q, Chen L, Ma G. Effects of aerobic cycling training on cardiovascular fitness and heart rate recovery in patients with chronic stroke. *NeuroRehabilitation*. 2013; 32 (2): 327–35.
40. Carter JB, Banister EW, Blaber AP. Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate. *Sports Med*. 2003; 33 (1): 33–46.
41. Mayo NE, Wood-Dauphinee S, Côté R, Durcan L, Carlton J. Activity, participation and quality of life 6 months poststroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002; 83 (8): 1035–42.

42. Andersen LL, Zeeman P, Jørgensen JR, Bech-Pedersen DT, Sørensen J, Kjær M, Andersen JL. Effects of intensive physical rehabilitation on neuromuscular adaptations in adults with poststroke hemiparesis. *J Strength Cond Res.* 2011; 25 (10): 2808–17.
43. Puh U, Jakovljević M, Kacin A. Novi fizioterapevtski postopki za vzdrževanje ali ponovno vzpostavitev optimalnega gibanja in funkcijskih sposobnosti pacientov. V: Burger H, Goljar N, ur. Novejše diagnostične in terapevtske metode v celostni rehabilitaciji. 24. dnevi rehabilitacijske medicine: zbornik predavanj, Ljubljana, 22. in 23. marec 2013. Ljubljana: Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča, 2013: 112–20.
44. Kržišnik M, Goljar N. Ugotavljanje razumljivosti in ocena skladnosti med preiskovalci za slovenski prevod lestvice za oceno funkcionalnosti hoje (FGA) pri pacientih po možganski kapi. *Fizioterapija.* 2014; 22 (1): 14–26.
45. Mao HF, Hsueh IP, Tang PF, Sheu CF, Hsieh CL. Analysis and comparison of the psychometric properties of three balance measures for stroke patients. *Stroke.* 2002; 33 (4): 1022–7.