

# OBREMENITVENO TESTIRANJE IN TELESNA ZMOGLJIVOST BOLNIKOV V SUBAKUTNEM OBDOBJU PO MOŽGANSKI KAPI

## EXERCISE STRESS TESTING AND AEROBIC CAPACITY IN PATIENTS AFTER STROKE IN THE SUBACUTE STAGE

prim. Tatjana Erjavec, dr. med., Marijana Žen - Jurančič, dr. med., Branka Vipavec, dipl. m. s.,  
Bojana Hočever, dipl. m. s.

Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča, Ljubljana

### Izvleček

#### Izhodišča:

Obremenitveno testiranje tudi pri bolnikih po možganski kapi predstavlja zlati standard za opredelitev aerobne zmogljivosti in predpisa aerobne vadbe. Zaradi okvare po možganski kapi je potrebna prilagoditev načina obremenitve in uporabljenega protokola. V študiji smo želeli ugotoviti, kakšne so možnosti obremenitvenega testiranja v subakutnem obdobju po možganski kapi, opredeliti najprimernejši protokol obremenitve, določiti aerobno zmogljivost in morebitne razlike pri bolnikih z ishemično možgansko kapjo ali možgansko krvavitvijo.

#### Metode:

V študijo smo vključili 30 bolnikov v subakutnem obdobju po možganski kapi, ki so bili prvič sprejeti v programe rehabilitacije na Univerzitetnem rehabilitacijskem inštitutu RS – Soča v obdobju od 1. 1. 2014 do 30. 6. 2014. Po protokolu smo predvidevali submaksimalno obremenitev na poldosedem kolesu z neposredno meritvijo porabe kisika. Na podlagi kliničnega pregleda smo uporabljali štiri zvezne protokole z različno intenziteto obremenitve. Primerjali smo raven dosežene obremenitve in čas trajanja obremenitve pri posameznem protokolu. Izmerili smo največjo porabo kisika ( $VO_{2s}$ ), največji porast srčne frekvence, respi-

### Abstract

#### Background:

*Exercise stress testing represents the gold standard for the determination of aerobic capacity and prescription the aerobic training not only in the healthy population but also in patients after stroke. Due to their functional limitations, it is necessary to use specific protocols and instruments for testing. In this study we explored the possibility to perform exercise testing in the subacute period after stroke in order to identify the most appropriate protocol for determining aerobic capacity and detect possible differences between patients after ischemic or haemorrhagic stroke.*

#### Methods:

*Thirty patients in the subacute stage after stroke admitted to primary rehabilitation programs in our institute were included in the study. A sub-maximal stress test on a recumbent bike with direct measurement of oxygen consumption was performed in all the patients. Based on clinical examination of patients, four different protocols with varying intensity of load were used. We compared the highest reach level and the duration of the stress testing between the protocols. Peak oxygen consumption, increase of heart rate on maximal load level and respiratory exchange ratio (RER) were measured, the reasons for test termination were recorded, and the subjective rating of perceived exertion was assessed using*

ratorni količnik (RQ), opredelili vzroke za prekinitve testa ter zbrali podatke o bolnikovi subjektivni oceni napora na zadnji stopnji dosežene obremenitve. Rezultate smo primerjali med bolniki z ishemično in hemoragično možgansko kapjo.

### Rezultati:

Povprečna najvišja poraba kisika je bila 14,8 ml/kg/min (SO 3,7), najvišji srčni utrip je bil v povprečju 71,4% (SO 10,7) maksimalno predvidenega glede na starost. Med bolniki z ishemično ali hemoragično možgansko kapjo ni bilo pomembnih razlik. Le štirje bolniki so dosegli submaksimalno obremenitev. Pri 23 bolnikih smo test zaključili zaradi splošne utrujenosti ali težav z okvarjeno nogo. Najpogostejši zaplet pri obremenitvenem testiranju je bil hipertenzivni odgovor na napor (pri 3 bolnikih). Drugih pomembnih srčno-žilnih zapletov ni bilo. Če upoštevamo dosežene obremenitve in časovno omejitev testa, se zdi najbolj primerna obremenitve z naraščanjem intenzitete 10 W/min.

### Zaključek:

Obremenitveno testiranje s pomočjo sobnega kolesa je pri bolnikih v subakutnem obdobju po možganski kapi mogoče le pri manjšem številu bolnikov. Med štirimi uporabljenimi protokoli je bil najbolj ustrezen zvezni protokol z naraščanjem intenzitete obremenitve 10 W/min. Aerobna zmogljivost je bila nizka, utrudljivost hitra, zato je tudi submaksimalni test težko izvedljiv. S pomočjo največje dosežene srčne frekvence pri obremenitvi lahko objektivno predpišemo program aerobne vadbe. Predpis vadbe glede na maksimalno predvideno srčno frekvenco glede na starost pri teh bolnikih ni primeren.

### Ključne besede:

možganska kap; obremenitveno testiranje; aerobna zmogljivost

*the Borg scale on the highest load level reached. The results were compared between patients after ischemic or haemorrhagic stroke.*

### Results:

*The average peak oxygen consumption was 14,8 ml/kg/min (SD 3.7) and the average peak heart rate was 71.4% (SD 10.7) of the maximal predicted according to the patient's age. There were no notable differences among the patients with ischemic or haemorrhagic stroke. The planned sub-maximal exercise test was completed only by four patients. In 23 patients, the test was interrupted because of fatigue or paretic leg problems. The most common complication of stress testing was a hypertensive reaction to effort. Other cardiovascular complications were not observed. Taking into consideration the reached load level and time limitations, the low-intensity protocol (10 W/min) seems to be the most suitable for patients after stroke in the subacute stage.*

### Conclusions:

*Exercise testing with recumbent cycling is possible only in a minority of patients in the subacute period after stroke. Among the four used protocols the most appropriate was the one with intensity load increasing by 10W/min. Aerobic capacity of the patients was low and the patients rapidly experienced fatigue, so even the planned sub-maximal test was difficult to perform. Aerobic training prescription based on age-predicted maximum heart rate is not feasible in patients after stroke in the subacute stage.*

### Key words:

*stroke; exercise stress testing; aerobic capacity*

## UVOD

Aerobna vadba v kroničnem obdobju po možganski kapi nedvomno vpliva na povečanje telesne zmogljivosti, dolžino hoje, večjo samostojnost pri opravljanju vsakodnevni dejavnosti, kognitivne funkcije in nižjo pojavnost ponovne možganske kapi (1-4). Podobni rezultati so objavljeni tudi v sicer redkih študijah pri bolnikih v subakutnem obdobju po možganski kapi (5-7).

Zapleti med vadbo so sorazmerno redki. Tveganje se poveča pri osebah z ishemično boleznijo srca (IBS), ki so bili pred vadbo telesno zelo malo dejavni (8). Najresnejši

zaplet pri aerobni vadbi je nenadni srčni dogodek (akutni koronarni sindrom, motnje ritma, smrt). Kar 75% bolnikov po možganski kapi ima tudi sočasno bolezen srca. Ishemično bolezen srca s testiranjem odkrijejo pri 20% do 40% bolnikov, ki nimajo značilnih simptomov (8). Zato je pred pričetkom aerobne vadbe poleg osnovnega kliničnega pregleda, EKG, meritve krvnega tlaka in osnovnih laboratorijskih preiskav potrebno opraviti tudi obremenitveno testiranje (8, 9).

Obremenitveno testiranje predstavlja zlati standard za oceno telesne zmogljivosti, predpis aerobne vadbe pri bolnikih z boleznimi srca, ugotavljane IBS, stopnje okvare srca

in napredovanje bolezni srca (10, 11). Zaradi zmanjšanih zmognosti gibanja po možganski kapi se obremenitveno testiranje izvaja prilagojeno, pogosto pa testiranje niti ni mogoče (9). Uporabljajo se različni načini obremenitve (s pomočjo ročnega kolesa, tekočega traku ali sobnega kolesa, stepperja in sočasne ročne in nožne obremenitve) in protokoli, ki se razlikujejo predvsem v intenziteti naraščanja obremenitve (8, 9, 12). Ker gre za bolnike s sočasnimi boleznimi srca, se v subakutnem obdobju po možganski kapi uporabljajo submaksimalni testi in zaradi bolj postopnega naraščanja intenzitete praviloma zvezni protokoli (9, 11).

Želeli smo ugotoviti, kateri je najprimernejši protokol za obremenitveno testiranje na kolesu pri bolnikih v subakutnem obdobju po možganski kapi, kako varno je takšno obremenitveno testiranje ter morebitne razlike pri bolnikih, ki so preboleli ishemično možgansko kap (IMK) ali znotrajmožgansko krvavitev (MK). Zanimalo nas je, kakšna je aerobna zmogljivost bolnikov po možganski kapi, ki so bili prvič sprejeti v URI – Soča v subakutnem obdobju in ali je aerobna zmogljivost odvisna od predhodne rehabilitacije v zdravišičih.

## METODE

### Preiskovanci

V študijo smo vključili 30 bolnikov v subakutnem obdobju (do 6 mesecev) po možganski kapi, ki so bili od 1. januarja do 30. junija 2014 prvič hospitalizirani na oddelku za rehabilitacijo po možganski kapi na Univerzitetnem rehabilitacijskem inštitutu RS (URI -Soča). Vsi bolniki so pri oceni s Kratkim preizkusom kognitivnih sposobnosti dosegli več kot 25 točk. Obremenitev smo izvedli pri vseh bolnikih, pri katerih glede na ugotovitve pri internističnem pregledu ni bilo kontraindikacij za izvedbo obremenitvenega testa in so bili na prilagojenem kolesu, kljub zmanjšanim zmognostim gibanja zaradi možganske kapi, zmožni dovolj hitro poganjati sobno kolo.

### Protokol dela

Uporabljali smo poldsedeče kolo (Corival Recumbent - Lode) s prilagojeno stopalko, ki omogoča dobro pritrditev stopala (Slika 1). Obremenitev smo opravili dopoldan, pred vključitvijo v vsakodnevne programe rehabilitacije, v prvem tednu po sprejemu na URI - Soča. Pri bolnikih smo med testiranjem preko maske z aparatom Oxicon mobile – Viasys kontinuirano merili porabo kisika in ogljikovega dioksida v izdihanem zraku. Krvni tlak smo merili z ročnim merilcem krvnega tlaka na neokvarjeni roki vsake tri minute. EKG zapis smo ves čas spremljali preko monitorja. Uporabljali smo zvezni protokol (Ramp protokol) in predvideno submaksimalno obremenitev (do 85% predvidene maksimalne srčne frekvence glede na starost). Ker

smo po uveljavljenih smernicah želeli dolžino testa omejiti na 6 - 12 minut (10, 11), smo intenziteto obremenitve izbrali izkustveno na podlagi ocenjene telesne zmogljivosti in funkcionalnega statusa. Uporabljali smo štiri različne protokole (Tabela 1). Ogrevanje je trajalo eno minuto, hitrost poganjanja kolesa je bila med 50 in 55 obrati/minuto.

**Tabela 1:** Protokoli obremenitvenega testiranja

Intenziteta obremenitve	Začetna obremenitev (W)	Naraščanje obremenitve (W)	Interval dviga obremenitve (s)
Najnižja	15	2	11
Nizka	20	3	12
Srednja	25	4	13
Visoka	30	5	13



**Slika 1.** Prilagojeno kolo za obremenitveno testiranje.

Test smo zaključili:

- pri splošni utrujenosti,
- kadar bolnik ni zmožni doseči hitrosti obratov stopalke,
- pri porastu krvnega tlaka nad 210 mmHg ali diastoličnega preko 115 mmHg,
- pri padcu sistoličnega krvnega tlaka za več kot 10 mmHg glede na izhodiščno vrednost,
- pri dosegu 85% maksimalne srčne frekvence,
- pri vrednosti respiratornega kvocienta (RQ) nad 1,15 in
- pri EKG merilih ali kliničnih simptomih koronarne ishemije in motnje ritma, ki bi zahtevale prekinitve testa.

Predvideni maksimalni srčni utrip smo določali po formuli  $220 - \text{starost}$ , pri bolnikih, ki so prejeli zaviralce beta adrenergičnih receptorjev pa po formuli  $164 - (\text{leta} \times 0,7)$  (13). Pri rezultatih smo upoštevali povprečne vrednosti dosežene stopnje obremenitve, izmerjeno porabo kisika na najvišji stopnji obremenitve, odstotek predvidene maksimalne srčne frekvence in maksimalni porast krvnega tlaka na zadnji stopnji dosežene obremenitve. Bolniki so subjek-

tivno zaznavanje napora ocenili po 10-stopenjski Borgovi lestvici zaznavnega napora (14).

Primerjali smo rezultate bolnikov po preboleli ishemični možganski kapi z rezultati bolnikov, ki so preboleli možgansko krvavitev. Ugotoviti smo želeli morebitno razliko v aerobni zmogljivosti bolnikov, ki so pred sprejemom v URI - Soča izvajali programe rehabilitacije v zdraviliščih.

## REZULTATI

V prvih šestih mesecih leta 2014 je bilo na oddelku za rehabilitacijo po možganski kapi sprejetih 132 bolnikov, od tega 105 na prvo obravnavo. Obremenitveno testiranje smo lahko izvedli pri 30 bolnikih od 59, ki so bili sprejeti v prvih šestih mesecih po možganski kapi.

Osnovni podatki o bolnikih so predstavljeni v Tabeli 2. Polovica bolnikov se je zdravila zaradi arterijske hipertenzije, štirje so imeli sladkorno bolezen, en bolnik je imel kronično atrijsko fibrilacijo, trije so imeli ishemično bolezen srca, trije bolniki so prejeli nadomestno zdravljenje zaradi hipotiroze, devet se jih je zdravilo zaradi dislipidemije. Pri dveh bolnikih je bila vzrok kapi koagulopatija, pri eni bolnici embolija ob umetni zaklopki, pri dveh je bila vzrok krvavitve centralna anevrizma, pri eni pa žilna malformacija. Rezultati o doseženi obremenitvi, največji porabi kisika in trajanju obremenitve so predstavljeni v Tabeli 3. Rezultati obremenitvenega testiranja različnih podskupin so predstavljeni v Tabeli 4. Vzroki za prekinitve, največja poraba kisika ter subjektivno zaznavanje napora ob zaključku testa so predstavljeni v Tabeli 5.

**Tabela 2.** Osnovni podatki o vključenih bolnikih.

Število bolnikov	30		
Starost	povprečje 53 let (SO 9 let)		
Spol	20 moških, 10 žensk		
Vrsta kapi	ishemična možganska kap	možganska krvavitev	
	23 bolnikov	7 bolnikov	
Stran okvare	leva	desna	obe
	16	11	3
Čas od kapi do sprejema	115 dni (SO 51 dni)		
Predhodno zdraviliško zdravljenje	10 bolnikov		

**Tabela 3.** Uporabljeni protokoli, dosežena stopnja obremenitve, najvišja poraba kisika in trajanje obremenitve (povprečne vrednosti in standardni odkloni – SO).

Vrsta protokola	Parametri protokola	Število bolnikov	Dosežena stopnja obremenitve [W]	VO <sub>2</sub> [ml/kg/min]	Trajanje testa [minute]
Najnižja	10W/min	11	67 (SO 27,5)	13,5 (SO 2,8)	6,2 (SO 2,4)
Nizka	15W/min	11	84,7 (SO 26,3)	14,8 (SO 4,3)	5,4 (SO 1,7)
Srednja	18W/min	4	129,7 (SO 58,6)	18,2 (SO 3,9)	7,1 (SO 2,9)
Visoka	23W/min	4	95,2 (SO 41)	14,8 (SO 2,9)	4,1 (SO 1,8)

**Tabela 4.** Rezultati obremenitvenega testiranja (povprečne vrednosti in standardni odkloni – SO).

Bolniki po MK	Vsi testirani	IMK	MK
Stopnja obremenitve [W]	87,6 (SO 38,0)	88,6 (SO 42,0)	84 (SO 23,0)
VO <sub>2</sub> [ml/kg/min]	14,8 (SO 3,7)	14,7 (SO 3,8)	15,1 (SO 3,4)
Delež maks. srčnega utripa (%)	71,4 (SO 10,7)	70,9 (SO 10,2)	73,2 (SO 12,6)

Legenda: IMK- bolniki po preboleli ishemični možganski kapi; MK- bolniki po preboleli notrajmožganski krvavitvi; Vsi testirani – vsi vključeni bolniki po možganski kapi

**Tabela 5.** Vzroki za prekinitev obremenitve, največja poraba kisika in subjektivna ocena zaznavnega napora ob zaključku testa.

Vzrok za prekinitev	Število oseb	VO <sub>2</sub> največji	Borgova lestvica
Splošna utrujenost	8	14,7 (SO 1,1)	8,5 (SO 1,1)
Težave z okvarjenim udom	15	13,1 (SO 1,5)	6,5 (SO 1,4)
Dosežena submaksimalna obremenitev	4	18,1 (SO 3,8)	8,2 (SO 0,9)
Hipertenzivna reakcija	3	19 (SO 5)	6,3 (SO 1,2)

Od osmih bolnikov, ki so test končali zaradi utrujenosti, je sedem bolnikov jemalo antidepressive. V skupini 15 bolnikov, ki so prenehali z obremenitvijo zaradi težav z okvarjenim udom, je antidepressive jemalo šest bolnikov. Štirje bolniki, ki so dosegli submaksimalno obremenitev, niso jemali antidepressivov; med tremi bolniki, ki so obremenitev končali zaradi previsokega krvnega tlaka, je antidepressive jemal eden.

Bolniki, ki so bili pred sprejemom v URI Soča napoteni v zdravilišče, so imeli povprečno najvišjo VO<sub>2</sub> 14,9 ml/kg/min, bolniki brez predhodne obravnave v zdravilišču pa 14,7 ml/kg/min ( $p=0,91$ ).

Dva bolnika sta pri obremenitvi presegla vrednost RQ 1,15; 11 bolnikov je imelo RQ med 1 in 1,15, vsi ostali bolniki so imeli vrednosti pod aerobnim pragom (pod 1).

Pri štirih bolnikih je bil krvni tlak ob koncu obremenitve 210 mmHg ali več, pri šestih bolnikih med 180 in 209, pri ostalih je bila vrednost krvnega tlaka ob koncu obremenitve pod 180 mmHg. Pri nobenem bolniku med obremenitvijo in po njej nismo ugotovili koronarne ishemije ali pomembnih motenj ritma.

## RAZPRAVA

Z raziskavo smo želeli ugotoviti aerobno zmogljivost bolnikov v subakutnem obdobju po možganski kapi ob sprejemu na prvo rehabilitacijsko obravnavo v URI - Soča. Zanimalo nas je, ali obstajajo razlike pri bolnikih, ki so preboleli ishemično ali hemoragično možgansko kap in pri tistih, ki so bili predhodno na rehabilitaciji v zdraviliščih. Poskušali smo opredeliti najprimernejši protokol obremenitvenega testiranja na prilagojenem sobnem kolesu. Zanimala sta nas varnost obremenitvenega testiranja v zgodnjem obdobju po možganski kapi in vzroki, zaradi katerih smo morali obremenitveni test končati.

Le pri slabi polovici bolnikov, ki so bili sprejeti v URI - Soča v šestih mesecih po akutnem dogodku, je bila obremenitev možna. Vzrok majhnemu številu primernih bolnikov je v dejstvu, da v URI - Soča sprejemamo v bolnišnične rehabilitacijske programe bolnike z zmerno hudo mož-

gansko kapjo, ki dosežejo oceno po lestvici FIM med 40 in 80. Le-ti imajo zmanjšane možnosti funkcioniranja na več kot enem področju delovanja (pri gibanju, opravljanju osnovnih dnevnih dejavnosti, skrbi zase, sporazumevanju, spoznavnih sposobnosti, požiranju), zato je manjše število bolnikov, ki zadostijo merilom za možno obremenitev, pričakovano (15).

Za obremenitev smo uporabili poldedeče kolo z sedežem, ki omogoča stabilno sedenje tudi pri motnjah ravnotežja. Bolniki so imeli največ težav z doseganjem predvidene hitrosti poganjanja stopalk. Nihče izmed bolnikov ni imel težav pri dihanju preko maske, ki je potrebna za neposredno merjenje porabe kisika.

Pri vseh bolnikih smo uporabljali zvezni protokol. Ker je bila stopnja funkcijske okvare, telesna dejavnost pred boleznijo in klinično ocenjena telesna zmogljivost bolnikov zelo različna, smo uporabljali štiri protokole glede na stopnjo naraščanja intenzitete. Vrsto protokola smo določili izkustveno, na podlagi anamneze in kliničnega pregleda. Pri 22 bolnikih smo se odločili za protokol z nizko intenziteto (naraščanje obremenitve 10W/min ali 15W/min), pri 8 bolnikih za hitrejše naraščanje intenzitete (18W/min ali 23W/min). Povprečna stopnja dosežene obremenitve je linearno naraščala z izbranim protokolom, razen pri najzahtevnejšem protokolu, kar kaže na dokaj pravilno oceno izbranega protokola. Pri bolnikih s protokolom največje intenzitete je pri treh bolnikih trajal test pribl. štiri minute, maksimalna dosežena obremenitev je bila v povprečju manjša kot pri protokolu nižje intenzitete, kar pomeni, da je bil ta test za bolnike verjetno prezahteven.

Po priporočilih naj bi obremenitveno testiranje trajalo med 8 in 12 minut (10, 11). Če bi pri vseh doseženih stopnjah obremenitve, ne glede na uporabljeni protokol, upoštevali naraščanje

obremenitve 10 W/min, bi bila obremenitev daljša kot 12 minut samo pri dveh bolnikih. Zato je za bolnike v zgodnjem obdobju po možganski kapi verjetno najprimernejši protokol z najnižjo stopnjo naraščanja intenzitete. Tudi drugi avtorji so v zgodnjem obdobju po možganski kapi uporabljali za obremenitev na kolesu zvezne protokole z naraščanjem intenzitete med 5 do

20 W/min in dolžino trajanja testa med 7 in 12 minut (8, 10, 12).

Samo pri štirih bolnikih je bil test glede na dosežen srčni utrip submaksimalen. RQ je bil pri submaksimalni srčni frekvenci med 1 in 1,15. RQ je bil kar pri 11 bolnikih, ki so obremenitev zaključili zaradi drugih vzrokov, nad 1, kar kaže na to, da RQ ni zanesljivo merilo za opredelitev maksimalne aerobne zmogljivosti (16, 17). Povišane vrednosti RQ so lahko posledica spremenjene porabe kisika in nastajanja ter odstranjevanja CO<sub>2</sub> v okvarjenih mišicah (18, 19).

Med obremenitvenim testiranjem bolniki niso imeli pomembnih zapletov. Kljub sočasnim boleznim srca in ožilja se je obremenitveno testiranje izkazalo kot varno: previsok krvni tlak pa je bil najpogostejši srčno-žilni vzrok za prekinitev testa (16, 17). Pri obremenitvenem testiranju bolnikov po možganski kapi priporočajo prekinitev testa pri tlaku, ki je višji od 210/110 mmHg, torej pri nižjih vrednostih, kot so splošna priporočila obremenitvenega testiranja (8, 9).

Pri vseh ostalih bolnikih smo test končali zaradi bolečin in mišične slabosti v okvarjenem delu telesa ali splošne utrujenosti. Osem bolnikov je prenehalo test zaradi splošne utrujenosti. Utrujenost po možganski kapi je lahko posledica povečane zahtevnosti pri vadbi dnevnih dejavnosti in hoje, zmanjšanja telesne zmogljivosti zaradi nedejavnosti, motenj spanja, jemanja zdravil in razvoja depresije (20, 21). Pri tistih bolnikih, ki so navajali kot vzrok prenehanja obremenitve veliko utrujenost, samo ena bolnica ni prejela antidepressivov, kar lahko potrjuje povezanost utrujenosti in depresije (20, 21).

Bolniki so, ne glede na vzrok prekinitve testa, napor ocenili z oceno nad 6 po 10 stopenjski Borgovi lestvici zaznavnega napora, kar pomeni, da so obremenitev zaznali kot težko do zelo težko telesno dejavnost (14). Vzrok je lahko v majhni srčno-žilni zmogljivosti. V zgodnjem obdobju po možganski kapi se srčno-žilna zmogljivost zmanjša na 50% do 70% predvidene glede na starost in spol (7, 16). Zmanjšana največja poraba kisika je posledica manjše telesne dejavnosti in slabše gibljivosti zaradi posledic možganske kapi ter strukturnih sprememb v paretičnih mišicah (18). Samo pri devetih bolnikih je bila največja poraba kisika nad 15 ml/kg/min, torej nad vrednostjo porabe kisika, ki je potrebna za samostojno opravljanje vsakodnevnih dejavnosti (5, 6, 15). Največja dosežena poraba kisika pri naših bolnikih je primerljiva z rezultati študij v subakutnem obdobju po možganski kapi (22, 25). Pomembnih razlik v aerobni zmogljivosti med bolniki po ishemični možganski kapi ali možganski krvavitvi nismo ugotovili, čeprav so bili bolniki z možgansko krvavitvijo v povprečju mlajši. Rezultat ni povsem zanesljiv, ker je bilo število bolnikov po možganski krvavitvi, ki so bili vključeni v študijo, manjše.

Bolniki, ki so bili pred sprejemom na URI - Soča napoteni v zdravilišče, niso bili telesno zmogljivejši od preostalih testiranih bolnikov. Morda časovna omejitev rehabilitacije v zdraviliščih in zgodnja premestitev po akutnem dogodku ne dopuščata dovolj dolge in intenzivne vadbe, da bi lahko vplivala na povečanje telesne zmogljivosti.

Pri najvišji stopnji zmožne obremenitve je bil dosežen odstotek najvišjega srčnega utripa okoli 70% predvidenega maksimalnega glede na starost, kar je glede na vzroke prekinitve obremenitve razumljivo. Če poznamo najvišjo frekvenco srčnega utripa in frekvenco srčnega utripa v mirovanju, lahko izračunamo rezervo srčne frekvence (Karvonenaova formula) in predpišemo optimalno intenziteto aerobnega treninga glede na trenutno telesno zmogljivost. (27).

## ZAKLJUČEK

Obremenitveno testiranje na kolesu je pri bolnikih, ki so sprejeti v URI – Soča v subakutnem obdobju po možganski kapi možno pri majhnem številu bolnikov. Med uporabljanimi protokoli je najprimernejši zvezni protokol z nizko intenziteto naraščanja obremenitve. Večino bolnikov s testom preneha zaradi splošne utrujenosti, bolečin v mišicah okvarjene noge ali težav pri nadzoru trupa. Obremenitev se je ob upoštevanju strokovnih priporočil izkazala za varno. Edini pomembnejši srčno-žilni zaplet je bila hipertenzivna reakcija.

Aerobna zmogljivost je v subakutnem obdobju pri večini bolnikov pod pragom, ki omogoča samostojno izvajanje vsakodnevnih dejavnosti. Stopnja dosežene obremenitve je sorazmerno nizka, zaradi česar je tudi najvišji dosežen srčni utrip nižji od predvidenega maksimalnega glede na starost. Poznavanje le-tega nam omogoča realno določitev vadbenega utripa pri aerobni vadbi, ki je sestavni del rehabilitacijskih programov po možganski kapi.

Pomen obremenitvenega testiranja ob sprejemu v program rehabilitacije je v ugotavljanju motenj ritma, koronarne ishemiije in odgovora srčno-žilnega sistema na napor. Pri zmogljivejših bolnikih je osnova za predpis aerobne vadbe v programih rehabilitacije. Še večjo vlogo pa bi lahko imelo ob zaključku programov rehabilitacije, ko bi bilo možno testirati večje število bolnikov in podati natančna navodila glede telesnih dejavnosti v domačem okolju.

## Literatura:

1. Ivey FM, Hafer-Macko CE, Macko RF. Exercise rehabilitation after stroke. *NeuroRx*. 2006; 3 (4): 439–50.
2. Smith PJ, Blumenthal JA, Hoffman BM, Cooper H, Strauman TA, Welsh-Bohmer K, et al. Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic

- review of randomized controlled trials. *Psychosom Med* 2010; 72 (3): 239–52.
3. Quaney BM, Boyd LA, McDowd JM, Zahner LH, He J, Mayo MS, et al. Aerobic exercise improves cognition and motor function poststroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2009; 23 (9): 879–85.
  4. 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.
  5. Stoller O, de Bruin ED, Knols RH, Hunt KJ. Effects of cardiovascular exercise early after stroke: systematic review and meta-analysis. *BMC Neurol*. 2012; 12: 45.
  6. Billinger SA, Matlage AE, Ashenden AL, Lentz AA, Harter G, Rippee MA. Aerobic exercise in subacute stroke improves cardiovascular health and physical performance. *J Neurol Phys Ther*. 2012; 36 (4): 159–65.
  7. Kim BR, Han EY, Joo SJ, Kim SY, Yoon HM. Cardiovascular fitness as a predictor of functional recovery in subacute stroke patients. *Disabil Rehabil*. 2014; 36 (3): 227–31.
  8. 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.
  9. Nicola T, Rimmer JH. Stroke. V: Myers J, Nieman D, eds. *ACSM's resources for clinical exercise physiology : musculoskeletal, neuromuscular, neoplastic, immunologic, and hematologic conditions*. 2nd ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins Health; 2010. p. 2–18.
  10. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, Arena R, Balady GJ, Bittner VA, et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2013; 128 (8): 873–934.
  11. Guazzi M, Adams V, Conraads V, Halle M, Mezzani A, Vanhees L, et al. EACPR/AHA Scientific Statement. Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *Circulation*. 2012; 126 (18): 2261–74.
  12. Olivier C, Doré J, Blanchet S, Brooks D, Richards CL, Martel G, et al. Maximal cardiorespiratory fitness testing in individuals with chronic stroke with cognitive impairment: practice test effects and test-retest reliability. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013; 94 (11): 2277–82.
  13. Brawner CA, Ehrman JK, Schairer JR, Cao JJ, Keteyian SJ. Predicting maximum heart rate among patients with coronary heart disease receiving beta-adrenergic blockade therapy. *Am Heart J*. 2004; 148 (5): 910–4.
  14. Sage M, Middleton LE, Tang A, Sibley KM, Brooks D, McIlroy W. Validity of rating of perceived exertion ranges in individuals in the subacute stage of stroke recovery. *Top Stroke Rehabil*. 2013; 20 (6): 519–27.
  15. Goljar N. Klinične smernice za rehabilitacijo bolnikov po preboleli možganski kapi. V: Burger H, Goljar N, ur. *Klinične smernice v fizikalni in rehabilitacijski medicine*. 25. dnevi rehabilitacijske medicine: zbornik predavanj, Ljubljana, 14. in 15. marec 2014. Ljubljana: Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča; 2014: 12–8.
  16. Olivier C, Doré J, Blanchet S, Brooks D, Richards CL, Martel G, et al. Maximal cardiorespiratory fitness testing in individuals with chronic stroke with cognitive impairment: practice test effects and test-retest reliability. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013; 94 (11): 2277–82.
  17. 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.
  18. Olivier C, Doré J, Blanchet S, Brooks D, Richards CL, Martel G, et al. Maximal cardiorespiratory fitness testing in individuals with chronic stroke with cognitive impairment: practice test effects and test-retest reliability. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013; 94 (11): 2277–82.
  19. Tomczak CR, Jelani A, Haennel RG, Haykowsky MJ, Welsh R, Manns PJ. Cardiac reserve and pulmonary gas exchange kinetics in patients with stroke. *Stroke*. 2008; 39 (11): 3102–6.
  20. Jakovljevic DG, Moore SA, Tan LB, Rochester L, Ford GA, Trenell MI. Discrepancy between cardiac and physical functional reserves in stroke. *Stroke*. 2012; 43 (5): 1422–5.
  21. van der Werf SP, van den Broek HL, Anten HW, Bleijenberg G. Experience of severe fatigue long after stroke and its relation to depressive symptoms and disease characteristics. *Eur Neurol*. 2001; 45 (1): 28–33.
  22. Miller KK, Combs SA, Van Puymbroeck M, Altenburger PA, Kean J, Dierks TA, et al. Fatigue and pain: relationship with physical performance and patient beliefs after stroke. *Top Stroke Rehabil*. 2013; 20 (4): 347–55.
  23. Bhogal SK, Teasell R, Foley N, Speechley M. Lesion location and poststroke depression: systematic review of the methodological limitations in the literature. *Stroke*. 2004; 35 (3): 794–802.
  24. Mackay-Lyons MJ, Makrides L. Exercise capacity

- early after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002; 83 (12): 1697–702.
25. Liu M, Tsuji T, Hase K, Hara Y, Fujiwara T. Physical fitness in persons with hemiparetic stroke. *Keio J Med.* 2003; 52 (4): 211–9.
26. Marzolini S, Oh P, McIlroy W, Brooks D. The feasibility of cardiopulmonary exercise testing for prescribing exercise to people after stroke. *Stroke.* 2012; 43 (4): 1075–81.
27. Yates JS, Studenski S, Gollub S, Whitman R, Perera S, Lai SM, et al. Bicycle ergometry in subacute-stroke survivors: feasibility, safety, and exercise performance. *J Aging Phys Act.* 2004; 12 (1): 64–74.
28. Rimmer JH, Riley B, Creviston T, Nikola T. Exercise training in a predominantly African-American group of stroke survivors. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32 (12): 1990–6.