

NOVI FIZIOTERAPEVTSKI POSTOPKI ZA VZDRŽEVANJE ALI PONOVO VZPOSTAVITEV OPTIMALNEGA GIBANJA IN FUNKCIJSKIH SPOSOBNOSTI PACIENTOV *NOVEL PHYSIOTHERAPY PROCEDURES TO MAINTAIN OR REGAIN OPTIMAL MOVEMENT AND FUNCTIONAL CAPACITY OF PATIENTS*

doc. dr. Urška Puh, viš. pred., mag. Miroljub Jakovljević, doc. dr. Alan Kacin
Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Oddelek za fizioterapijo

Izvleček

Temeljni cilji fizioterapije so razvijanje, vzdrževanje ali ponovna vzpostavitev optimalnega gibanja in funkcijskih sposobnosti pacientov. V prispevku predstavljamo ishemično vadbo, ki je lahko učinkovita za preprečevanje in zdravljenje mišičnih atrofij, kadar so večje mehanske obremenitve sklepov kontraindicirane, in visoko intenzivno intervalno vadbo, ki je možna alternativa tradicionalni aerobni vadbi kardiorespiratorne vzdržljivosti. Predstavljeno je tudi uvajanje vadbe za mišično jakost in vzdržljivost kardiorespiratornega sistema v fizioterapijo pacientov z okvaro zgornjega motoričnega nevrona. Na koncu je predstavljena še fizioterapija kronično kritično bolnega pacienta, ki mora biti sestavni del zdravljenja na oddelku za intenzivno medicino.

Za opredelitev učinkovitosti, sprejemljivosti ter varnosti ishemične vadbe in visoko intenzivne intervalne vadbe v kliničnem okolju bi bilo treba narediti nadaljnje raziskave z večjim vzorcem. Raziskave kažejo, da sta vadbi za mišično jakost in vzdržljivost kardiorespiratornega sistema razmeroma varni in ju pacienti po možganski kapi, nezgodni poškodbi možganov in z multiplo sklerozo dobro sprejemajo, dolgoročne učinke in optimalne parametre vadbenih programov pa bi bilo treba še raziskati. Kronično kritično bolnemu pacientu pa fizioterapija omogoča hitrejšo funkcijsko okrevanje in preprečuje zaplete zaradi njegovega podaljšanega mirovanja.

Abstract

The key aim of physiotherapy programmes is to develop, maintain or regain optimal movement and functional capacity of the patient. We present selected novel exercise methods. Ischemic exercise as an alternative to high-intensity resistance exercise training in cases when high mechanical forces to the joint are contraindicated. Low-volume high-intensity interval exercise training is a time-efficient alternative to traditional high-volume moderate-intensity aerobic training in various patient populations. Introduction of strength and aerobic exercise training to the standard physiotherapy treatment of patients with upper motor-neuron impairments is also presented. Finally, an optimised and comprehensive physiotherapy programme of critically ill patients in intensive care units is described.

Additional research on larger patient samples is required in order to establish the exact efficiency, feasibility and safety of ischemic training and low-volume high-intensity interval training in clinical settings. The safety of strength and aerobic exercise training in patients with multiple sclerosis and head trauma, as well as in hemiplegic patients, has been proven in numerous studies, however the optimal parameters of training programmes need to be further elucidated by future research. In critically ill patients, a growing body of evidence exists that physiotherapy accelerates functional recovery and diminish complications due to prolonged inactivity.

Ključne besede:

ishemična vadba, vadba proti upor, aerobna vadba, okvara zgornjega motoričnega nevrona, kronična kritična bolezen

Key words:

ischaemic exercise, resistance exercise, aerobic exercise, upper motor-neuron impairment, chronic critical illness

UVOD

Fizioterapija se ukvarja z opredeljevanjem in izboljšanjem kakovosti posameznikovega življenja in njegovih zmožnosti za gibanje na področjih preventive, zdravljenja, rehabilitacije in rehabilitacije. Fizioterapija obsega postopke, pri katerih sta gibanje in funkcijska sposobnost posameznika obravnavana glede na okoliščine, kot so: staranje, poškodbe, bolezni, okvare, stanja ali dejavniki okolja. Namen fizioterapije pa je pri posameznikih in vsemu prebivalstvu razvijati, vzdrževati in ponovno vzpostaviti optimalno gibanje in funkcijske sposobnosti v vseh življenjskih obdobjih (1). V nadaljevanju prispevka predstavljamo novejša postopka kinezioterapije, to sta vadba z zmanjšanim pretokom krvi – ishemična vadba in visoko intenzivna intervalna vadba (high-intensity interval training). Kot novost lahko opredelimo tudi uvajanje vadbe za mišično jakost in vzdržljivost kardiorespiratornega sistema v fizioterapijo pacientov z okvaro zgornjega motoričnega nevrona. Poudarjena je še potreba po fizioterapiji kronično kritično bolnega pacienta.

Vadba z zmanjšanim pretokom krvi – ishemična vadba

Poškodbe kolen so najpogostejše poškodbe sklepov pri ljudeh v Evropi in v drugih razvitih državah (2). Ker ugotavljajo, da je stopnja atrofije mišice kvadriceps femoris eden od ključnih dejavnikov za slabo funkcionalno sposobnost pacientov po poškodbi ali operaciji kolenskega sklepa (3, 4), so družbeno-ekonomske posledice takšnih poškodb zelo velike. Velika večina pacientov ima zmerno do izrazito atrofijo mišice kvadriceps tudi več let po operativnem posegu.

Glede na dejstvo, da je za mišično hipertrofijo z običajno vadbo proti upor potrebno vadbena breme $\geq 70\%$ enega ponovitvenega maksimuma (1 RM) (5), je zaradi nevarnosti ponovne poškodbe sklepa takšna vadba po operaciji sklepa kontraindicirana (6). Namesto tega pacienti izvajajo le izometrične vaje za mišico kvadriceps, kot je na primer dvigovanje noge z iztegnjenim kolenom ter živčno-mišična elektrostimulacija. Učinek take vadbe pogosto ni zadovoljiv, saj je intenzivnost mišične aktivnosti premajhna, da bi spodbudila hipertrofijo in povečala jakost. Fizioterapevtski postopek, ki bi lahko spodbudil izboljšanje mišične jakosti in vzdržljivosti brez sočasnih velikih mehanskih obremenitev

poškodovanega sklepa, bi pomenil velik napredek v klinični fizioterapevtski obravnavi tovrstnih bolnikov.

Dokazano je, da je vadba z lahкими bremenimi ($\sim 20\text{--}50\%$ 1 RM) in sočasno delno oviranim arterijskim in venskim pretokom krvi skozi aktivne mišice (ishemična vadba) enako učinkovita za povečevanje mišične mase in jakosti pri zdravih ljudeh kot standardna vadba s težkimi bremenimi (7, 8). Izkazalo se je, da je prav tako učinkovita tudi pri preprečevanju pooperativnih atrofij (9, 10) in atrofij zaradi razbremenjevanja uda (11). Z nedavno študijo primera smo pokazali (12), da lahko pacient kronično atrofijo mišice kvadriceps femoris, nastalo po poškodbi in operaciji kolenskega sklepa, z dvomesečno ishemično vadbo zmanjša za 22% . Ugotovitve raziskav kažejo, da naj bi bili možni razlogi za to izrazito povečanje ravnega hormona (RH) v plazmi po ishemični vadbi, ki je primerljivo s koncentracijami, doseženimi z običajno vadbo s težkimi bremenimi (13), čeprav je vloga sistemkega RH v procesu mišične hipertrofije verjetno zelo omejena (14).

Možna razlaga za hipertrofični učinek ishemične vadbe je, da zaradi hitrega izčrpanja oksidativnih vlaken tipa I pride do spremembe v zaporedju aktivacije motoričnih enot v korist večjih, pretežno anaerobnih motoričnih enot tipa II, kljub nizkim mehanskim obremenitvam. Izrazito povečana amplituda EMG signala dvoglave nadlaktne mišice (m. biceps brachii) med akutno ishemično vadbo s 50% 1RM potrjuje to domnevo (15). Če pa vadbo izvajamo do hotene odpovedi s 30% (16) ali 15% 1RM (17), ni opazne razlike v amplitudi EMG signala mišice kvadriceps femoris. Po štirih tednih ishemične vadbe z lahкими bremenimi se celo za 45% zmanjša EMG amplituda mišice rektus femoris (17). Poleg tega sta hipoksično okolje in kopičenje metabolitov v celici tudi sama po sebi pomembna sprožilca mišične hipertrofije. Ker ishemična vadba pospeši izčrpanje visokoenergijskih fosfokreatinskih molekul in kopičenje laktata v mišici v primerjavi z običajno enako intenzivno vadbo, je verjetno aktivirana tudi signalna pot AMP-odvisne proteinske kinaze mišične plastičnosti (18). Potrebne bi bile nadaljnje raziskave predlaganih mehanizmov.

Pred nedavnim so ugotovili, da ishemična vadba kljub hipertrofiji izrazito izboljša predvsem vzdržljivost mišice kvadriceps, kar je verjetno posledica povečane dostave kisika v tkivo, ne pa povečane oksidativne kapacitete mišice

(17). To je potrjeno tudi z nedavnimi poročili o tem, da se po ishemični vadbi poveča filtracija kapilar (19) in pretok krvi v mišici (20). S stališča fizioterapije pri pacientih z mišično atrofijo so ugotovitve teh raziskav zelo pomembne, saj akutna atrofija zaradi neaktivnosti mišic v največji meri prizadene prav oksidativna mišična vlakna tipa I in pripadajočo kapilarno mrežo (21).

Visoko intenzivna intervalna vadba (high-intensity interval training)

Visoko intenzivna intervalna vadba (VIV) kljub majhnemu skupnemu volumnu vadbe sproži vrsto fizioloških prilagoditev, ki so primerljive z učinki tradicionalne aerobne vadbe za kardiorespiratorno vzdržljivost (22). To je še posebej zanimivo za fizioterapevtsko obravnavo posameznikov s kroničnimi metaboličnimi boleznimi (sladkorna bolezen, ateroskleroza, debelost), saj sta motivacija in vztrajnost tovrstnih pacientov pri izvajanju daljših oblik aerobne vadbe pogosto zelo majhni.

Že samo šest vadbenih enot VIV, izvedenih v dveh tednih, kar skupno predstavlja le 15 minut vadbe na cikloergometru (~600 kJ energijske porabe), poveča maksimalno aktivnost mitohondrijskih encimov in izboljša aerobno kapaciteto (23). Poleg tega z VIV dosežemo, da se izboljšajo kazalci metaboličnega nadzora v primerjavi z manj intenzivno aerobno vadbo pri enaki porabi energije (delu), kljub temu da je skupni čas vadbe veliko krajši (24). Relativno malo je znanega o molekularnih procesih nadzora biogenetskih prilagoditev delovanja mitohondrijev med VIV, vendar kaže, da ima pri tem pomembno vlogo (PGC)-1 α (angl. proliferator-activated receptor- γ coactivator 1 α). Povečana aktivnost je opazna do 3 ure po vadbeni enoti VIV (25, 26), čemur sledi 24 ur povečane sinteze mitohondrijskih proteinov in encimov (26).

Kaže torej, da je VIV zelo učinkovita oblika vadbe za doseganje metaboličnih prilagoditev skeletne mišice in izboljšanje delovne kapacitete posameznika. To je še posebej zanimivo za obravnavo posameznikov s kroničnimi metaboličnimi boleznimi (sladkorna bolezen, ateroskleroza, debelost), saj sta motivacija in vztrajnost tovrstnih pacientov pri izvajanju daljših oblik aerobne vadbe pogosto zelo majhni. Število raziskav o učinkih VIV pri ljudeh s povečanim tveganjem za kardiometabolične motnje je še relativno majhno, a začetni rezultati so zelo spodbudni. V nedavno narejeni raziskavi so ugotovili, da le šest vadbenih enot VIV (10-krat po 1 min. trajajoči intervali pri ~90 % fSUmaks), izvedenih v dveh tednih, izboljša občutljivost za inzulin pri posameznikih s čezmerno telesno težo, ki so prej samo sedeli (27). Izkazalo se je, da je bil enak program VIV učinkovit in da so ga dobro sprejeli tudi pacienti s sladkorno boleznijo tipa 2 (28, 29). Po dveh tednih programa VIV se je ob kontinuiranem celodnevnom merjenju in nadzorovanju glukoze v krvi pri pacientih s standardizirano dieto značilno znižala 24-urna

koncentracija glukoze in koncentracija glukoze po uživanju hrane. Glede na dejstvo, da je »pomanjkanje časa« največkrat navedena ovira za redno telesno dejavnost, se zdi VIV možna alternativa tradicionalni dolgotrajni aerobni vadbi kardiorespiratorne vzdržljivosti. Čeprav so ugotovitve začetnih raziskav o učinkih VIV zelo spodbudne, bi bilo za potrditev sprejemljivosti, varnosti in časovne učinkovitosti te vadbe pri različnih populacijah pacientov potrebno narediti nadaljnje randomizirane kontrolirane poskuse (RKP) z večjimi vzorci preiskovancev.

Vadba za mišično jakost in vzdržljivost kardiorespiratornega sistema pri pacientih z okvaro zgornjega motoričnega nevrona

Za izvajanje dejavnosti vsakodnevnega življenja sta potrebni določena stopnja mišične zmogljivosti in vzdržljivosti kardiorespiratornega sistema. Telesna dejavnost ljudi s telesnimi okvarami pa je manjša kot pri zdravih ljudeh. Najpomembnejši dejavnik za zmanjšano zmogljivost, npr. po možganski kapi, je izguba mišične zmogljivosti (30), pri tistih, ki živijo doma, pa znaša kardiorespiratorna vzdržljivost približno 50 % pričakovanih vrednosti zdravih ljudi (31). Raven telesne pripravljenosti pri pacientih z okvaro osrednjega živčevja je posledica dejavnikov pred nastopom bolezni ali okvare (telesna nedejavnost, slaba telesna pripravljenost, starost, pridružene bolezni), okvare zgornjega motoričnega nevrona (izguba oživčene mišične mase) in telesne nedejavnosti pacientov po bolezni ali okvari (dolgotrajna nepremičnost, splošni upad zmogljivosti, premalo intenzivni programi rehabilitacije). Takoj ko zdravstveno stanje pacienta to dopušča, je potrebno preprečiti spiralo zmanjšane telesne dejavnosti, zaradi katere se lahko razvijejo sekundarne posledice okvare (spremembe mišic in drugih mehkih tkiv zaradi neuporabe: atrofija in slabša vzdržljivost, večja togost in skrajšave; spremembe srčno-žilnega sistema in drugo).

Vadba za izboljšanje telesne pripravljenosti pacientov po možganski kapi mora poleg vaj za spodbujanje motoričnega nadzora oz. živčno-mišičnega sistema (vaje za koordinacijo in ravnotežje) in vaj za povečanje gibljivosti (vaje za raztezanje) vsebovati tudi program vadbe za izboljšanje mišične jakosti (vadba proti upor) in kardiorespiratorne vzdržljivosti (aerobna vadba) (32). Večinoma so lahko vse navedene komponente zajete v funkcijsko ali v funkcijo usmerjeno vadbo, ki pa mora biti dovolj intenzivna in progresivna. To velja tudi za druge skupine pacientov z okvaro zgornjega motoričnega nevrona.

Trdni dokazi potrjujejo, da ponavljajoča se vadba funkcijskih nalog izboljša pacientovo sposobnost za hojo in vstajanje iz sedečega položaja (33, 34). Znano je, da so učinki programa vaj specifični za izvedene naloge ali vaje in udeležene mišice (35). Specifičnost vadbe je še posebno pomembna pri pacientih z boleznimi in okvarami živčevja in z zmanj-

šano zmogljivostjo mišic ter slabšo koordinacijo gibanja. Z metaanalizo (36) so ugotovili, da postopki, ki so usmerjeni k odpravljanju okvar posameznih funkcij (zmanjšana mišična zmogljivost, zvišan mišični tonus, zmanjšana aerobna zmogljivost), lahko privedejo k izboljšanju pacientove zmogljivosti in obsega gibljivosti, vendar se učinki ne prenesejo v izboljšanje njegovih funkcijskih sposobnosti. Kako specifičnost vadbe vpliva na prenos pridobljenega v drugo dejavnost (hoja in hoja po stopnicah) pri pacientih po možganski kapi, so v RKP pokazali Lee in sod. (37). Pri skupini preiskovancev, ki je bila vključena v deset do 12-tedensko aerobno kolesarjenje, se je izboljšala le zmogljivost kardiorespiratornega sistema. Pri skupini s stopnjevano vadbo proti upor (za posamezne mišične skupine na trenažerjih) so se izboljšale mišična jakost in vzdržljivost ter zmogljivost pri kolesarjenju in pri hoji po stopnicah. Kombinirana vadba pa je imela pri izboljšanju premičnosti (tj. sposobnosti in pripravljenosti pacientov za premikanje) in izidu rehabilitacije pacientov največje učinke. Značilnih učinkov na vzdržljivost in hitrost pri hoji po ravnem ni bilo v nobenem primeru, saj noben program ni vključeval hoje (37).

Mišična zmogljivost je funkcija lastnosti mišice, živčnih mehanizmov nadzora in dejavnikov okolja in naloge, zato se lahko izboljša s povečanjem velikosti mišice in mehanske učinkovitosti ter z izboljšanjem živčnih funkcij (npr. z učenjem). Glavni cilj vadbe za mišično jakost pri pacientih z okvaro zgornjega motoričnega nevrona je povečati njihovo neodvisnost pri izvajanju dejavnosti vsakodnevne življenja (32). Do neke mere naj bi se s programom vadbe, ki aktivira motorične enote z visokim pragom (npr. vstajanje iz sedečega položaja, hoja po stopnicah), dalo preprečiti tudi oslabelelost mišic zaradi neuporabe (38).

Pri vadbi za mišično jakost uporabljamo enake postopke kinezioterapije kot pri zdravih ljudeh; to je vadba proti upor (lastna telesna masa, elastični trakovi, uteži). Čeprav so v več študijah dokazovali učinke krepitve posameznih mišic na trenažerjih (37, 39, 40), je za boljši prenos pridobljenega v dejavnosti vsakodnevne življenja priporočljivo vadbo za mišično jakost izvajati po principih funkcijske vadbe ali kombinirano z njo (41, 42). Le-ta pa mora biti dovolj intenzivna in vključevati mora vaje s postopnim povečevanjem bremena, razdalje gibanja ter časa trajanja mišične aktivnosti. Med izbiro funkcijskih vaj večinoma manipuliramo z uporom, ki ga mišicam nudita masa telesa ali uda (npr. ponavljajoče se vstajanje in sedanje s stopnjevanjem nižanjem višine stola; seganje po predmetu s spreminjanjem bremena in položaja). Vaje pacient izvaja brez in z variabilnostjo enega ali več parametrov gibanja. Izbor vaj mora temeljiti na potrebah in zmožnostih posameznega pacienta v določenem času, pri tem pa je treba upoštevati prag zmogljivosti mišic za določeno nalogo. Splošno pravilo v nevrofizioterapiji pa je, da naj bo število ponovitev vaj, ki jih izvede pacient brez počitka, največ do 10, vajo pa naj ponovi v treh nizih z vmesnim krajšim premorom. Pri progresivni vadbi proti upor pacient izvaja od 3 do 20 ponovitev s 50 % RM. Enaki

principi veljajo za funkcijsko ali v funkcijo usmerjeno vadbo, le da se za breme izkorišča masa telesa (35, 43). Vadbo za mišično jakost naj pacient izvaja od 2 do 3 dni na teden (32). Da bi se izognili neželenim kokontrakcijam in asociiranim gibom, je potrebno spodbujati le pravilne vzorce gibanja. Vaje glede na kompleksnost razvrščamo v tri stopnje (43), ki pa jih med seboj po potrebi kombiniramo: 1.) Ponavljajoče se kontrakcije posameznih šibkih mišic, katerih namen je povrniti sposobnost proizvajanja in nadzora koncentrične ali ekscentrične kontrakcije posameznih mišic. 2.) V funkcijo usmerjena vadba za mišično zmogljivost, katere namen je izboljšati proizvajanje sile mišic, ohranjati dolžino mišic ter izboljšati koordinacijo gibanja med telesnimi segmenti; zagotoviti torej dovolj hitro proizvajanje sile, dolžino in tip kontrakcije mišic, ki so tipični za določeno funkcijsko dejavnost. 3.) Vadba funkcijskih dejavnosti v celoti (t. i. funkcijska vadba), ki so zaradi šibkosti mišic in zmanjšane nadzora neučinkovite (npr. hoja navzgor in navzdol po stopnicah, sedanje in vstajanje, dvigovanje predmetov s tal in nad glavo).

Predvideni učinki v funkcijo usmerjene vadbe za mišično jakost so večja mišična zmogljivost (izboljšana sposobnost razvijanja in vzdrževanja mišičnih sil, ki so potrebne za posamezno nalogo), večja spretnost pri izvedbi naloge (izboljšana koordinacija pri aktiviranju mišic) in večja prožnost mišice za nalogo (zmanjšan pasivni odpor med gibanjem). Prva dva učinka prispevata k izboljššanemu proženju in sinhronizaciji motoričnih enot ter usklajenosti med agonisti, antagonisti in sinergisti giba, tretji pa k povečanju dolžine mišice in izboljšanju mehanike mišice (43). Po vadbi za mišično jakost se spastičnost ni povečala (39, 44, 45) in tudi drugi neželeni učinki so bili minimalni (46). V funkcijo usmerjena vadba verjetno vpliva na normalizacijo mišičnega tonusa z izboljšanjem živčnega nadzora nad mišico in vzdrževanjem prožnosti mišice. Neželena kokontrakcija pa se zmanjša zaradi boljšega nadzora nad udom (43). Trdni dokazi potrjujejo, da vadba za mišično jakost učinkovito vpliva na izboljšanje mišične zmogljivosti bolnikov z multiplo sklerozo, manj trdni dokazi pa so za učinkovitost le-te pri izboljšanju funkcijske sposobnosti teh bolnikov (47). Kljub mnogim raziskavam pri pacientih po možganski kapi so dokazi o učinkovitosti vadbe za mišično jakost na najvišji ravni, predvsem zaradi raznolikosti programov in majhnega števila preiskovancev, še pomanjkljivi (48).

Glavni cilji vadbe za kardiorespiratorno vzdržljivost so povečati neodvisnost pacientov pri izvajanju dejavnosti vsakodnevne življenja, povečati hitrost in učinkovitost hoje, izboljšati toleranco za dalj časa trajajočo telesno dejavnost in zmanjšati dejavnike za nastanek srčno-žilnih bolezni (32). Kaže, da so sedanji programi fizioterapije premalo intenzivni za ohranjanje vzdržljivosti kardiorespiratornega sistema (49), saj aerobni del vadbe, če je vključen, običajno traja manj kot 3 minute (49). Pacienti, npr. po možganski kapi (50), imajo ob odpustu iz rehabilitacijske ustanove slabo kardiorespiratorno vzdržljivost, ki zmanjšuje njihove

sposobnosti za opravljanje hišnih opravil, izvajanje dejavnosti vsakodnevnega življenja, poveča nevarnost za padce in njihovo odvisnost od drugih ljudi ter omejuje njihovo sposobnost za hojo zunaj.

Vadba za kardiorespiratorno vzdržljivost vključuje ciklično, ponavljajočo se aktivnost velikih mišičnih skupin (hitra hoja, tudi po tekočem traku z razbremenjevanjem telesne teže ali brez, hoja po stopnicah navzgor in navzdol, vadba na trenažerju za korakanje ali sobnih kolesih za zgornje in spodnje ude). Priporočljiva obremenitev za paciente po možganski kapi je v subakutnem obdobju 30 min. in več z intenzivnostjo $> 50\%$ rezerve frekvence srčnega utripa ($> 50\% \text{VO}_{2\text{maks}}$), in sicer od 2 do 3 dni na teden, v kroničnem obdobju pa od 30 do 45 min. z intenzivnostjo $> 60\%$ rezerve frekvence srčnega utripa (občutek napora 12-14 – na 20-stopenjski lestvici); $> 60\% \text{VO}_{2\text{maks}}$), in sicer od 3 do 4 dni na teden (32, 51). Med vadbo moramo paziti, da pacient vzdrži normalen vzorec dihanja, in spremljati znake in simptome prevelike obremenitve srca (51).

Po programih vadbe za kardiorespiratorno vzdržljivost, ki so vključevali (hitro) hojo, se je pri preiskovancih izboljšala hitrost hitre in sproščene hoje ter vzdržljivost pri hoji. Ti učinki vadbe so se ohranili tudi po zaključenem obdobju vadbe. Kombinirani programi, ki so vključevali hojo, so prav tako vplivali na izboljšanje sproščene hoje in vzdržljivosti pri hoji, vendar so bili učinki manjši, rezultati študij pa bolj heterogeni (48). Avtorji sistematičnega pregleda RKP (48) so zaključili, da je dovolj trdnih dokazov za to, da je v programe rehabilitacije pri pacientih po možganski kapi treba vključiti vadbo za kardiorespiratorno vzdržljivost, ki med drugim pripomore k večji samostojnosti pacientov pri hoji. Zaradi pomanjkljivih dokazov še ni mogoče oblikovati zaključkov o učinkovitosti programov za telesno pripravljenost, ki so vključevali vadbo za kardiorespiratorno vzdržljivost pri pacientih po nezgodni poškodbi možganov (52). V te študije so bili večinoma vključeni mlajši moški, ki so preživeli hudo nezgodno poškodbo možganov. Študije so se med seboj zelo razlikovale glede na postopke, čas po poškodbi in uporabljena orodja za ocenjevanje izida (52).

Fizioterapija kronično kritično bolnega pacienta

Čeprav je napredek v intenzivni medicini bolnikom z akutnimi zapleti omogočil večje možnosti za preživetje, je po drugi strani povzročil naraščanje števila bolnikov s podaljšano odvisnostjo od mehanske ventilacije in drugih oblik zdravljenja. Približno 80 % vseh bolnikov, ki jih sprejmejo na oddelku za intenzivno medicino, preživi akutne zaplete, pri čemer jih večina le za kratek čas ostane na intenzivni negi (53). Ostali, ki jih imenujemo kronično kritično bolni pacienti (54), okrevajo počasneje (55). Potrebno je poudariti, da kronična kritična bolezen ni zgolj podaljšek akutne kritične

bolezni, ampak je zapleten sindrom metaboličnih, nevroendokrinih, nevropsihiatričnih in imunoloških sprememb (56). Daljše zdravljenje na oddelku za intenzivno medicino in neustrezna odzivnost pacientov na zdravljenje pogosto povzroči hude zaplete, kot so mišična šibkost, zmanjšana telesna pripravljenost, ponavljajoči se simptomi, spremembe razpoloženja in slaba kakovost pacientovega življenja (57, 58). Najpogosteje opredelimo kronično kritično bolne paciente glede na trajanje mehanske ventilacije (55), ki mora trajati najmanj 21 dni (59). Glede na merila za opredeljevanje je takih bolnikov približno od 5 do 10 % (60, 61). Kronična kritična bolezen vključuje miopatijo, nevropatijo, izgubo puste telesne mase, povečano maso maščevja in anasarko (57, 58). Nastali sindrom lahko prispeva k hormonskim motnjam in okvari anabolizma (58), povečani prevalenci okužb (62), komi ali dalj časa trajajočem deliriju (63), preležaninam, edemu, inkontinenci in podaljšanemu mirovanju pacientov (64).

Vključenost fizioterapije v model celostnega zdravljenja je podprta z večinskim mnenjem ekspertov (65) in z znanstvenimi dokazi, ki kažejo, da zgodnja mobilizacija kronično kritično bolnih pacientov lahko omili nastanek in težavnostno stopnjo ter skrajša trajanje mišične šibkosti po zdravljenju na oddelku za intenzivno medicino (66). Cilj programa fizioterapije je zmanjšati možnost nastanka zapletov in odvisnost pacientov od umetne ventilacije in s tem prav tako zmanjšati število in stopnjo zapletov, povezanih s podaljšanim mirovanjem pacientov, izboljšati njihovo funkcijsko zmogljivost, preprečiti ponovno hospitalizacijo in izboljšati posameznikovo zdravstveno stanje ter kakovost njegovega življenja (67, 68).

Fizioterapevtska ocena kronično kritično bolnega pacienta je osredotočena na fiziološko in funkcijsko izgubo in ne na medicinsko diagnozo (69). Fizioterapevt mora opredeliti cilje in prednostni vrstni red le-teh ter določiti parametre (pogostost, intenzivnost, trajanje, vrsto, oceno, napredovanje) za vsako od uporabljenih metod, ki mora biti učinkovita in varna (70). Med učinkovite postopke fizioterapije spadajo menjavanje položajev (71), metode kinezioterapije s celim spektrom tehnik, kot so pasivno, aktivno-asistirano, aktivno gibanje, aerobna vadba, vadba proti upor, raztezanje, menjavanje položajev, stoja in hoja (66, 72), pri respiratorni fizioterapiji pa poleg vzdrževanja dihalnih poti še vadba inspiratornih mišic in ročna hiperinflacija (73) ter živčno-mišična električna stimulacija (74). Tem postopkom fizioterapije se lahko pridružijo še drugi, ki še niso dovolj raziskani, kot so funkcionalna električna mišična stimulacija, magnetna stimulacija mišic, kontinuirano pasivno razgibavanje zgornjih in spodnjih udov, obsevanje z infra-rdečo svetlobo, intermitentna kompresijska terapija, ročna masaža in vibracijska terapija. Fizioterapijo naj bi pri kritično bolnem pacientu izvajali od 5 do 7-krat na teden (enkrat do trikrat dnevno), trajala pa naj bi najmanj 30 minut oziroma kolikor dovoljuje težavnostna stopnja kronično kritične bolezni (72).

ZAKLJUČEK

Vrsta dokazov potrjuje, da je ishemična vadba lahko učinkovita oblika vadbe za preprečevanje in zdravljenje mišičnih atrofij, kadar so večje mehanske obremenitve sklepov kontraindicirane. Za opredelitev učinkovitosti in varnosti ishemične vadbe v kliničnem okolju bi bilo treba narediti nadaljnje raziskave z večjim populacijskim vzorcem. Glede na dejstvo, da je »pomanjkanje časa« največkrat navedena ovira za redno telesno dejavnost pri zdravih posameznikih in pacientih s kardiometaboličnimi motnjami, je VIV možna alternativa tradicionalni dolgotrajni aerobni vadbi kardiorespiratorne vzdržljivosti. Čeprav so ugotovitve začetnih raziskav o učinkih VIV zelo spodbudne, bi bilo za potrditev sprejemljivosti, varnosti in časovne učinkovitosti VIV pri različnih populacijah pacientov potrebno narediti nadaljnje RKP z večjimi vzorci preiskovancev.

Kaže, da sta tako vadba za mišično jakost kot tudi vadba za kardiorespiratorno vzdržljivost pri pacientih po možganski kapi, nezgodni poškodbi možganov in z multiplo sklerozo, razmeroma varni in ju pacienti dobro sprejemajo, treba pa je raziskati še, kakšni so dolgoročni učinki obeh vrst vadbe. Optimalni parametri vadbenih programov pri teh in tudi pri drugih skupinah bolnikov z okvaro zgornjega motoričnega nevrona doslej še niso povsem znani.

Fizioterapija kronično kritično bolnega pacienta mora biti sestavni del celostnega programa zdravljenja teh pacientov na oddelku za intenzivno medicino, saj s svojimi postopki omogoča hitrejše funkcijsko okrevanje in preprečuje zaplete zaradi podaljšanega mirovanja, predvsem pri pacientih z umetno ventilacijo oziroma tistih, ki se težko odvajajo od nje.

Literatura:

1. WCPT – Word Confederation for Physical Therapy. Policy statement: description of physical therapy. Revised and re-approved at 17th General Meeting of WCPT, June 2011. Dostopno na: www.wcpt.org.
2. Majewski M, Susanne H, Klaus S. Epidemiology of athletic knee injuries: a 10-year study. *Knee* 2006; 13(3): 184-8.
3. Mizner RL, Petterson SC, Snyder-Mackler L. Quadriceps strength and the time course of functional recovery after total knee arthroplasty. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005; 35(7): 424-36.
4. Saleh KJ, Lee LW, Gandhi R, Ingersoll CD, Mahomed NN, Sheibani-Rad S, et al. Quadriceps strength in relation to total knee arthroplasty outcomes. *Instr Course Lect* 2010; 59: 119-30.

5. ACSM – American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41(3): 687-708.
6. Beynon BD, Uh BS, Johnson RJ, Abate JA, Nichols CE, Fleming BC, et al. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, double-blind comparison of programs administered over 2 different time intervals. *Am J Sports Med* 2005; 33(3): 347-59.
7. Abe T, Kearns CF, Sato Y. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *J Appl Physiol* 2006; 100(5): 1460-6. Erratum in: *J Appl Physiol* 2008; 104(4): 1255.
8. Takarada Y, Tsuruta T, and Ishii N. Cooperative effects of exercise and occlusive stimuli on muscular function in low-intensity resistance exercise with moderate vascular occlusion. *Jpn J Physiol* 2004; 54(6): 585-92.
9. Ohta H, Kurosawa H, Ikeda H, Iwase Y, Satou N, Nakamura S. Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. *Act Orthop Scand* 2003; 74(1): 62-8.
10. Takarada Y, Takazawa H, Ishii N. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(12): 2035-9.
11. Clark BC, Fernhall B, Ploutz-Snyder LL. Adaptations in human neuromuscular function following prolonged unweighting: I. Skeletal muscle contractile properties and applied ischemia efficacy. *J Appl Physiol* 2006; 101(1): 256-63.
12. Kacin A, Strazar K, Palma P, Podobnik G. Effectiveness of low-load ischemic resistance exercise in treating chronic disuse atrophy of knee extensor muscles: a case report. In: 16th International WCPT Congress. Amsterdam: Elsevier Physiotherapy, 2011.
13. Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, Onda T, Miyazaki S, Ishii N. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *J Appl Physiol* 2000; 88(1): 61-5.
14. Rennie MJ. Claims for the anabolic effects of growth hormone: a case of the emperor's new clothes? *Br J Sports Med* 2003; 37(2): 100-5.
15. Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol* 2000; 88(6): 2097-106.

16. Wernbom M, Järrebring R, Andreasson MA, Augustsson J. Acute effects of blood flow restriction on muscle activity and endurance during fatiguing dynamic knee extensions at low load. *J Strength Cond Res* 2009; 23(8): 2389-95.
17. Kacin A, Strazar K. Frequent low-load ischemic resistance exercise to failure enhances muscle oxygen delivery and endurance capacity. *Scand J Med Sci Sports* 2011; 21(6): e231-41.
18. Aschenbach WG, Sakamoto K, Goodyear LJ. 5' adenosine monophosphate-activated protein kinase, metabolism and exercise. *Sports Med* 2004; 34(2): 91-103.
19. Evans C, Vance S, Brown M. Short-term resistance training with blood flow restriction enhances microvascular filtration capacity of human calf muscles. *J Sports Sci* 2010; 28(9): 999-1007.
20. Patterson SD, Ferguson RA. Increase in calf post-occlusive blood flow and strength following short-term resistance exercise training with blood flow restriction in young women. *Eur J Appl Physiol* 2010; 108(5): 1025-33.
21. Salanova M, Schiffli G, Püttmann B, Schoser BG, Blottner D. Molecular biomarkers monitoring human skeletal muscle fibres and microvasculature following long-term bed rest with and without countermeasures. *J Anat* 2008; 212(3): 306-18.
22. Gibala MJ, McGee SL. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exerc Sport Sci Rev* 2008; 36(2): 58-63.
23. Gibala MJ, Little JP, van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol* 2006; 575(Pt 3): 901-11.
24. Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, MacDonald MJ, McGee SL, et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol* 2008; 586(1): 151-60.
25. Gibala MJ, McGee SL, Garnham AP, Howlett KF, Snow RJ, Hargreaves M. Brief intense interval exercise activates AMPK and p38 MAPK signaling and increases the expression of PGC-1 alpha in human skeletal muscle. *J Appl Physiol* 2009; 106(3): 929-34.
26. Little JP, Safdar A, Bishop D, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. An acute bout of high-intensity interval training increases the nuclear abundance of PGC-1 alpha and activates mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2011; 300(6): R1303-10.
27. Hood MS, Little JP, Tarnopolsky MA, Myslik F, Gibala MJ. Low-volume interval training improves muscle oxidative capacity in sedentary adults. *Med Sci Sport Exerc* 2011; 43(10): 1849-56.
28. Gillen JB, Little JP, Punthakee Z, Tarnopolsky MA, Riddell MC, Gibala MJ. Acute high-intensity interval exercise reduces the postprandial glucose response and prevalence of hyperglycaemia in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab* 2012; 14(6): 575-7.
29. Little JP, Gillen JB, Percival ME, Safdar A, Tarnopolsky MA, Punthakee Z, et al. Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *J Appl Physiol* 2011; 111(6): 1554-60.
30. Bohannon RW. Muscle strength and muscle training after stroke. *J Rehabil Med* 2007; 39(1): 14-20.
31. Patterson SL, Forrester LW, Rodgers MM, Ryan AS, Ivey FM, Sorkin JD, et al. Determinants of walking function after stroke: differences by deficit severity. *Arch Phys Med Rehabil* 2007; 88(1): 115-9.
32. Gordon NF, Gulanick M, Costa F, Fletcher G, Franklin BA, Roth EJ, Shephard T. 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.
33. Kwakkel G, van Peppen R, Wagenaar RC, Wood-Dauphinee S, Richards C, Ashburn A, et al. Effects of augmented exercise therapy time after stroke: a meta-analysis. *Stroke* 2004; 35(11): 2529-39.
34. French B, Thomas L, Leathley M, Sutton C, McAdam J, Forster A, et al. Does repetitive task training improve functional activity after stroke? A Cochrane systematic review and meta-analysis. *J Rehabil Med* 2010; 42(1): 9-14.
35. ACSM – American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
36. van Peppen RP, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, Hendriks HJ, van der Wees PJ, Dekker J. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke:

- what's the evidence? *Clin Rehabil* 2004; 18(8): 833-62.
37. Lee MJ, Kilbreath SL, Singh MF, Zeman B, Lord SR, Raymond J, et al. 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.
38. Hachisuka K, Umezu Y, Ogata B. Disuse muscle atrophy of lower limbs in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78(1): 13-8.
39. Flansbjer UB, Miller M, Downham D, Lexell J. Progressive resistance training after stroke: effects on muscle strength, muscle tone, gait performance and perceived participation. *J Rehabil Med* 2008; 40(1): 42-8.
40. Weiss A, Suzuki T, Bean J, Fielding RA. High intensity strength training improves strength and functional performance one year after stroke. *Am J Phys Med Rehabil* 2000; 79(4): 369-76; quiz 391-4.
41. Andersen LL, Zeeman P, Jørgensen JR, Bech-Pedersen DT, Sørensen J, Kjaer M, et al. Effects of intensive physical rehabilitation on neuromuscular adaptations in adults with poststroke hemiparesis. *J Strength Cond Res* 2011; 25(10): 2808-17.
42. Fimland MS, Helgerud J, Gruber M, Leivseth G, Hoff J. Enhanced neural drive after maximal strength training in multiple sclerosis patients. *Eur J Appl Physiol* 2010; 110(2): 435-43.
43. Carr JH, Shepherd RB. *Neurological rehabilitation: optimizing motor performance*. 2nd ed. Edinburgh [etc.]: Churchill Livingstone; Elsevier, 2011.
44. Bourbonnais D, Bilodeau S, Lepage Y, Beaudoin N, Gravel D, Forget R. Effect of force-feedback treatments in patients with chronic motor deficits after a stroke. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81(12): 890-7.
45. Moreland JD, Goldsmith CH, Huijbregts MP, Anderson RE, Prentice DM, Brunton KB, et al. Progressive resistance strengthening exercises after stroke: a single-blind randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84(10): 1433-40.
46. Morris SL, Dodd KJ, Morris ME. Outcomes of progressive resistance strength training following stroke: a systematic review. *Clin Rehabil* 2004; 18(1): 27-39.
47. Kjølhede T, Vissing K, Dalgas U. Multiple sclerosis and progressive resistance training: a systematic review. *Mult Scler* 2012; 18(9): 1215-28.
48. Brazzelli M, Saunders DH, Greig CA, Mead GE. Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2011; (11): CD003316.
49. MacKay-Lyons MJ, Makrides L. Cardiovascular stress during a contemporary stroke rehabilitation program: is the intensity adequate to induce a training effect? *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83(10): 1378-83.
50. 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.
51. Kilbreath SL, Davis GM. Cardiorespiratory fitness after stroke. In: Refshauge K, Ada L, Ellis E, eds. *Science-based rehabilitation: theories into practice*. Oxford: Elsevier, 2005: 131-58.
52. Hassett LM, Moseley AM, Tate R, Harmer AR. Fitness training for cardiorespiratory conditioning after traumatic brain injury. *Cochrane Database Syst Rev* 2008; (2): CD006123.
53. Le Gall JR, Lemeshow S, Leleu G, Klar J, Huillard J, Rué M, et al. Customized probability models for early severe sepsis in adult intensive care patients. *Intensive Care Unit Scoring Group. JAMA* 1995; 273(8): 644-50.
54. Girard K, Raffin TA. The chronically critically ill: to save or let die? *Respir Care* 1985; 30(5): 339-47.
55. Carson SS, Bach PB. The epidemiology and costs of chronic critical illness. *Crit Care Clin* 2002; 18(3): 461-76.
56. Nierman DM, Nelson JE. Chronic critical illness. *Crit Care Clin* 2002; 18(3): 461-715.
57. Nelson JE, Cox CE, Hope AA, Carson SS. Chronic critical illness: concise clinical review. *Am J Respir Crit Care Med* 2010; 182(4): 446-54.
58. Ambrosino N, Gabbriellini L. The difficult-to-wean patient. *Expert Rev Respir Med* 2010; 4(5): 685-92.
59. Boniatti MM, Friedman G, Castilho RK, Vieira SR, Fialkow L. Characteristics of chronically critically ill patients: comparing two definitions. *Clinics (Sao Paulo)* 2011; 66(4): 701-4.
60. Heyland DK, Konopad E, Noseworthy TW, Johnston R, Gafni A. Is it 'worthwhile' to continue treating patients with a prolonged stay (>14 days) in the ICU? An economic evaluation. *Chest* 1998; 114(1): 192-8.

61. Seneff MG, Zimmerman JE, Knaus WA, Wagner DP, Draper EA. Predicting the duration of mechanical ventilation. The importance of disease and patient characteristics. *Chest* 1996; 110(2): 469-79.
62. Kalb TH, Lorin S. Infection in the chronically critically ill: unique risk profile in a newly defined population. *Crit Care Clin* 2002; 18(3): 529-52.
63. Nelson JE, Tandon N, Mercado AF, Camhi SL, Ely EW, Morrison RS. Brain dysfunction: another burden for the chronically critically ill. *Arch Intern Med* 2006; 166(18): 1993-9.
64. De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Durand MC, Malissin I, Rodrigues P, Cerf C, et al. Respiratory weakness is associated with limb weakness and delayed weaning in critical illness. *Crit Care Med* 2007; 35(9): 2007-15.
65. MacIntyre NR, Epstein SK, Carson S, Scheinhorn D, Christopher K, Muldoon S. Management of patients requiring prolonged mechanical ventilation: report of a NAMDRC consensus conference. *Chest* 2005; 128(6): 3937-54.
66. Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL, et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *Lancet* 2009; 373(9678): 1874-82.
67. Ambrosino N, Janah N, Vagheggini G. Physiotherapy in critically ill patients. *Rev Port Pneumol* 2011; 17(6): 283-8.
68. Pohlman MC, Schweickert WD, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL, et al. Feasibility of physical and occupational therapy beginning from initiation of mechanical ventilation. *Crit Care Med* 2010; 38(11): 2089-94.
69. Grill E, Quittan M, Huber EO, Boldt C, Stucki G. Identification of relevant ICF categories by health professionals in the acute hospital. *Disabil Rehabil* 2005; 27(7-8): 437-45.
70. De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Sharshar T, Outin H, Brochard L. Does ICU-acquired paresis lengthen weaning from mechanical ventilation? *Intensive Care Med* 2004; 30(6): 1117-21.
71. Caraviello KA, Nemeth LS, Dumas BP. Using the beach chair position in ICU patients. *Crit Care Nurse* 2010; 30(2): S9-11.
72. Morris PE, Goad A, Thompson C, Taylor K, Harry B, Passmore L, et al. Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure. *Crit Care Med* 2008; 36(8): 2238-43.
73. Caruso P, Denari SD, Ruiz SA, Bernal KG, Manfrin GM, Friedrich C, et al. Inspiratory muscle training is ineffective in mechanically ventilated critically ill patients. *Clinics (Sao Paulo)* 2005; 60(6): 479-84.
74. Routsis C, Gerovasili V, Vasileiadis I, Karatzanos E, Pitsolis T, Tripodaki E, et al. Electrical muscle stimulation prevents critical illness polyneuromyopathy: a randomized parallel intervention trial. *Crit Care* 2010; 14(2): R74; doi: 10.1186/cc8987.
75. Carpenè N, Vagheggini G, Panait E, Gabbrielli L, Ambrosino N. A proposal of a new model for long-term weaning: respiratory intensive care unit and weaning center. *Respir Med* 2010; 104(10): 1505-11.