

Model večkomponentne, v ravnotežje usmerjene vadbe pri starostnikih

The model of multicomponent balance specific exercise programme for elderly

Darja Rugelj¹

IZVLEČEK

V ravnotežje usmerjena vadba je sestavni del fizioterapevtskih programov za vzpostavljanje in vzdrževanje funkcijske premičnosti starejših oseb in oseb z različnimi okvarami osrednjega in perifernega živčevja. Namen članka je predstaviti model večkomponentne, v ravnotežje usmerjene vadbe, ki temelji na modelu sistemov uravnavanja gibanja in teoriji motoričnega učenja. Predstavljeni model vadbe spodbuja šest sistemov, ki sodelujejo pri uravnavanju ravnotežja: živčno-mišične sinergije, senzorične sinergije, mišično-kostne komponente, stabilnost med gibanjem, spoznavna komponenta in ovire v okolju. Za izvajanje opisanega modela vadbe je najbolj primerna organizacijska shema krožne vadbe, ki omogoča prilagajanje poudarkov, skladno s potrebami in napredovanjem obravnavane skupine. Zaključimo lahko, da je na izsledkih temelječa večkomponentna, v ravnotežje usmerjena vadba učinkovita za ohranjanje in izboljšanje ravnotežja ter za zmanjševanje dejavnikov tveganja za padce. Krožna vadba omogoča vadbo številnih različnih komponent ravnotežja v eni vadbeni enoti. Za njegovo učinkovitost je treba zagotoviti zadostno pogostost in trajanje vadbe.

Ključne besede: ravnotežje, večkomponentna vadba, krožna vadba, starostniki.

ABSTRACT

The balance specific exercise is an integral part of physiotherapy programmes for the improvement and maintenance of functional mobility of older persons and persons with various impairments of the central and peripheral nervous systems. The purpose of this article is to present a model of multi-component balance specific exercise. This exercise programme is based on the system model of motor control and motor learning theory. The presented model of exercise programme promotes six systems involved in balance control: neuromuscular synergies, sensory synergies, musculoskeletal component, stability during movement, cognitive component and the environment. For the implementation of the above described model most suitable organisational form is the circuit training that allows the adjustment of the emphasise according to the needs and functional level of the group. Evidence-based multi-component balance specific exercise is effective for maintaining and improving balance and reducing the risk factors for falls. With circuit training a number of different components can be simultaneously addressed in one training unit. For its effectiveness, it is necessary to provide sufficient exercise frequency and duration.

Key words: balance, multi-component exercise, circuit training, elderly.

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: izr. prof. dr. Darja Rugelj, viš. fiziot., univ. dipl. org.; e-pošta: darja.rugelj@zf.uni-lj.si

Prispelo: 20.5.2016

Sprejeto: 7.6.2016

UVOD

Upravljanje in nadzor drže ter ravnotežja sta nujno potrebna za sproščeno in učinkovito gibanje ter s tem za opravljanje vsakodnevnih funkcijskih dejavnosti. Ravnotežje je namreč podlaga za vse gibalne spretnosti, ki jih izvajamo zavestno. Njegovo upravljanje je odvisno od številnih dejavnikov. Za razlago ravnotežja bomo uporabili model sistemov, kot ga opisujeta Shumway-Cook in Wollacott (1). Skladno s tem modelom pri uravljanju ravnotežja sodeluje sedem podsistemov, ki so jih definirali kot senzorični sistemi, senzorične strategije, telesna shema, živčno-mišične sinergije, mehanizmi predvidevanja, mišično-kostni sistem in sposobnost prilagajanja. Na ta model sistemov se naslanjajo tudi merilna orodja za oceno ravnotežja (2) ter načrtovanje vadbenih programov za vzdrževanje in izboljšanje ravnotežja (3).

Podsistemi ali njihove skupine, ki sodelujejo pri uravljanju ravnotežja, lahko nehajo optimalno delovati zaradi bolezni ali zaradi starostnega upada (1, 4). Posledica teh fizioloških sprememb so tudi funkcijske spremembe, ki se kažejo kot slabša izvedba funkcijskih testov. Tako se na primer funkcijski doseg zmanjša za 23 odstotkov, trajanje izvedbe časovno merjenega testa vstani in pojdi pa se poveča za 64 odstotkov (5). Poveča se tudi zibanje telesa med mirno stoji, izraženo s povečanim gibanjem središča pritiska (6, 7). Spremembe zaradi fizioloških ali bolezenskih sprememb je opaziti tudi pri hoji, ki se upočasnijo (8), spremenijo se časovno-prostorske spremenljivke pri sproščeni in hitri hoji (9). Blage in resne motnje ravnotežja so eden izmed pomembnih dejavnikov tveganja za naključne padce. Njihove posledice so poleg telesnih poškodb tudi strah pred ponovnim padcem, zmanjšanje lastne gibalne učinkovitosti, izguba samozaupanja za opravljanje vsakodnevnih dejavnosti (1). Zato je veliko raziskovalnih zmogljivosti usmerjenih v ugotavljanje, katera vrsta vadbe je učinkovita za izboljšanje ravnotežja in zmanjševanje dejavnikov tveganja za padce. Namen tega članka je predstaviti z dokazi podprt model večkomponentne, v ravnotežje usmerjene vadbe.

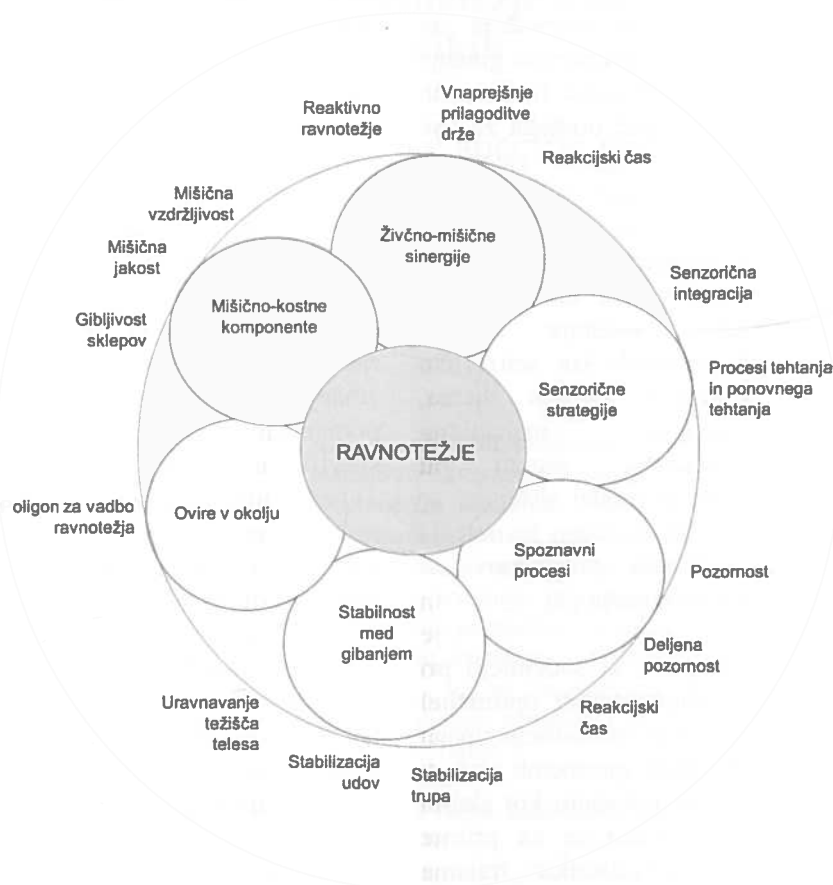
Model večkomponentne, v ravnotežje usmerjene vadbe

Model večkomponentne, v ravnotežje usmerjene vadbe temelji na modelu sistemov uravljanja človekovega gibanja (1), na zakonitostih delovanja ravnotežnega sistema, zakonitostih motoričnega učenja, na povezovanju spoznanj o starostnih in bolezenskih spremembah ter na poznavanju funkcijskih zahtev pri opravljanju različnih vsakodnevnih dejavnosti in na poznavanju dejavnikov tveganja za nenadne padce. Cilj v ravnotežje usmerjene vadbe je: 1) odpraviti, zmanjšati ali preprečiti okvare sistemov, ki so pomembni za ravnotežje; 2) razviti za ravnotežje specifične, gibalne, čutilne in kognitivne strategije; 3) vaditi funkcionalne naloge tako, da se spreminja njihova zahtevnost za držo (stoji in hojo), sposobnost ohranjanja položaja ter uravljanje reaktivnega in proaktivnega ravnotežja (1).

Temeljne komponente ravnotežja, na katere vplivamo z v ravnotežje usmerjeno vadbo, so:

- (i) Živčno-mišične sinergije z aktivnostmi, ki vključujejo nepredvidene motnje, spodbujanje uravljanja položaja telesnega težišča v vodoravni in navpični smeri in ki spodbujajo krajšanje odzivnega časa.
- (ii) Senzorične sinergije, ki jih spodbujamo prek dejavnosti ali nalog (vaj), ki zahtevajo prilagajanje spreminjajočemu se čutilnemu prilivu (proprioceptivni, vidni, vestibularni).
- (iii) Komponente mišično-kostnega sistema, ki zagotavljajo gibljivost in mišično zmogljivost.
- (iv) Stabilnost med gibanjem, ki je komponenta, tesno povezana s proaktivnim ravnotežjem in uravljanjem telesnega težišča.
- (v) Spoznavne sposobnosti so povezane z vzdrževanjem ravnotežja – tu sta pomembni zlasti pozornost in deljena pozornost.
- (vi) Ovire v okolju, ki skupaj z osebo in značilnostmi gibalne naloge odločilno vplivajo na ravnotežni odziv.

Slika 1 prikazuje medsebojne odnose komponent ravnotežja, kot jih opisuje model sistemov in vadbenih elementov večkomponentne, v ravnotežje usmerjene vadbe. Ravnotežje je osrednji element modela (notranje področje), komponente ravnotežja so prikazane v srednjem delu, na zunanjem obodu slike pa so s komponentami ravnotežja povezani specifični ravnotežnimi odzivi.



Slika 1: Elementi modela večkomponentne, v ravnotežje usmerjene vadbe.

Živčno-mišične in senzorične strategije

Živčno-mišične in senzorične strategije ravnotežnih reakcij lahko vadimo na gibljivi in mehki podlagi. Vadba na žogah in ravnotežnih deskah povzroči hkratno spreminjanje velikosti in položaja podporne ploskve. Vadba v sedečem in stoječem položaju spodbuja odzive na nenadne motnje in premikajočo se podporno ploskev ter tako spodbuja in utrjuje reaktivno komponento ravnotežja. Hkrati vadba na premikajoči se podporni ploskvi omogoča tudi vadbo proaktivnega ravnotežja, saj morajo udeleženci pri izvedbi te naloge vnaprej prilagoditi držo.

Vadba na mehki podlagi spada v sklop senzorično-motorične vadbe. Gibanje na mehki podlagi poudari ohranjanje in stabilizacijo drže pri spremenjeni količini in kakovosti proprioceptivnih dražljajev. Spremeni se kakovost informacij, ki jih oseba pridobi iz podplatov, saj se pritisk na podplate porazdeli drugače in tako oseba ne čuti

ostro zamejenega središča pritiska (10). To pa je ključni podatek, ki posamezniku omogoči, da ve, kje na podplatu je središče pritiska. Drugi učinek stoje na mehki podlagi je dinamičen – elastičnost podporne ploskve namreč povzroča zibanje telesa in posledično zahteva nenehno prilagajanje položaja delov telesa pri ohranjanju težišča telesa nad podporno ploskvijo (11). Poleg tega je za ohranjanje položaja na mehki podlagi potrebna tudi osredotočenost na izvedbo naloge, kar dodatno prispeva k zahtevnosti naloge. Pri preučevanju učinkovitosti vadbe na premikajoči se podporni ploskvi pri starejših osebah so ugotovili, da se destabilizacijski učinek nenadnega premika podporne ploskve med stoji zmanjša (12) in izboljša koordinacijo med mišicami (13). Pomembno se je izboljšalo tudi statično in dinamično ravnotežje, in sicer sta se podaljšala časa stoje na eni nogi in v položaju peta-prsti, skrajšalo pa se je trajanje izvedbe časovno merjenega testa vstani in pojdi (14). Poročajo tudi,

da so se spremembe zgodile hitreje v skupini, ki je vadila na mehki podlagi, v primerjavi s skupino, ki je vadila na trdi podlagi. Ugotovili so, da so se po štirih tednih vadbe na mehki podlagi skrajšale zakasnitve pri ravnotežnem odzivu na nepričakovane motnje (13).

Stabilnost med gibanjem

Stabilizacija položaja in stabilnost med gibanjem omogoča osebi hkratno vzdrževanje različno zahtevnih položajev in gibanje udov, ki so potrebni za izvajanje vsakodnevnih dejavnosti. To komponento ravnotežja vsebujejo vsi vadbeni elementi, še posebej pa je poudarjena pri vadbi na mehki podlagi in pri približevanju telesa robu podporne ploskve.

Urnavanje položaja telesnega težišča

Premikanje telesnega težišča v vertikalni in horizontalni ravnini ter približevanje projekcije telesnega težišča k robu podporne ploskve so biomehanske zahteve, ki so sestavni del vsakodnevnih dejavnosti, kot so sedanje in vstajanje ter doseganje predmetov v peripersonalnem (neposredno okolje) in ekstrapersonalnem (oddaljenem) prostoru. Sedanje in vstajanje spadata v skupino dejavnosti oziroma nalog, pri katerih je v ospredju prehajanje iz enega stabilnega v drug stabilni položaj. Za učinkovito izvedbo sedanja in vstajanja je potrebna ustrezna jakost stegenskih mišic. Podobno velja za hojo po stopnicah, pri kateri je poleg jakosti stegenskih mišic potrebna tudi presoja višine in globine stopnice, ta pa temelji na vidno-prostorski zaznavi. Vse te elemente vsebuje vadba stopanja na visoke stopnice (20 cm) in z njih. Stopanje na stopnice in z njih je zato učinkovit način za izboljšanje hitrosti pri hoji z eno nogo pred drugo in učinkovitejšo stojo na eni nogi (15). Seganje po predmetih, ki so zunaj dosega roke, je potrebno pri dejavnostih, pri katerih mora oseba za doseganje predmeta seči in hkrati prenesti projekcijo težišča telesa proti robu podporne ploskve. Ker se s starostjo zmanjša sposobnost približevanja središča pritiska oziroma projekcija telesnega težišča k robu podporne ploskve (16), je to eden bolj pomembnih dejavnikov tveganja za padce.

Mišično-kostne komponente ravnotežja

V mišično-kostnih komponentah ravnotežja sta združeni mišična zmogljivost in gibljivost sklepov.

Za povečevanje mišične zmogljivosti se poleg lastne telesne teže uporabljajo še pripomočki, kot so trenažerji, uteži, gumijasti trakovi in klopce. Pri tem vadbenem sklopu sta pri stopanju na visoke stopnice in z njih poudarjena še prenašanje teže ter ocena globine, višine in razdalje.

Starejši potrebujejo za vzdrževanje sproščene telesne drže višjo raven mišične aktivnosti (17), zato so sestavni del večkomponentne, v ravnotežje usmerjene vadbe tudi vaje za povečevanje mišične zmogljivosti. Sposobnost prilagajanja na povečane zahteve v živčno-mišični poti je ohranjena tudi pri zelo starih osebah, zato je ob primernem dražljaju možno pridobivanje mišične zmogljivosti (18). Pri raziskovanju povezave med zmogljivostjo mišic in komponentami ravnotežja so pri starejših osebah ugotovili zelo šibke povezave. Najvišjo stopnjo povezanosti dosežeta maksimalna hotena kontrakcija in proaktivno ravnotežje ($r = 0,44$) ter eksplozivna moč mišic in reaktivno ravnotežje ($r = 0,45$) (19). Ugotavljajo, da je povezava ravnotežja z mišično zmogljivostjo specifična za nalogo (19), zato ne moremo pričakovati, da bi bil prenos iz vaj v vse gibalne dejavnosti neposreden.

Ena bolj pomembnih biomehanskih ovir za učinkovito vzdrževanje ravnotežja je omejena gibljivost sklepov. To še posebej velja za predel stopal, saj zmanjšana gibljivost vpliva na velikost podporne ploskve in posledično na vzdrževanje ravnotežja (2). Zmanjšana gibljivost vpliva na dejanske meje stabilnosti in na zaznavo lastnih meja stabilnosti. Poznavanje teh meja je sestavni del referenčnega prostorskega okvira in določa uporabo strategije za vzdrževanje ravnotežja ter odziv pri nenadni motnji ravnotežja (2). Manjša gibljivost v smeri everzije je tudi povezana z večjim gibanjem središča pritiska v medio-lateralni smeri (20).

Spoznave komponente

Nedavne raziskave kažejo, da sta drža in spoznava (kognicija) povezani in delujeta vzajemno. Kadar oseba hkrati izvaja več nalog, je potrebno deljenje pozornosti – gre lahko za hkratno izvedbo dveh gibalnih nalog ali ene gibalne in ene kognitivne naloge. S staranjem k nestabilnosti drže vse bolj prispeva tudi zmanjšana pozornost ali konkurenčna naloga (21), pri čemer se vpliv različnih kognitivnih nalog na vzdrževanje pokončne drže,

na ohranjanje ravnotežja in na hojo s starostjo povečuje (22). Agmon in sodelavci (23) poročajo, da je s specifično vadbo mogoče zmanjševati vpliva dvojne naloge in deljene pozornosti na izvedbo gibalne in kognitivne naloge. Toda to velja le za nalogi, ki jih je oseba vadila skupaj in hkrati. Neodvisna vadba vsake naloge posebej se ne prenese v učinkovito izvedbo dvojne naloge. Hkratna vadba gibalne in kognitivne naloge lahko spodbuja kratkoročno povečanje hitrosti hoje in zmanjšanje variabilnosti med koraki (24). Zavedati se je treba, da tudi pri v ravnotežje usmerjeni vadbi velja *Kar vadi skupaj, pridobiva skupaj* (25). Zato je pri vadbi tako kompleksne dejavnosti, kot je ravnotežje, treba vaditi več kombinacij, na primer vzdrževanje stabilne drže z dodatkom kognitivne oziroma gibalne naloge, kakor tudi proaktivno in reaktivno ravnotežje z dodatkom druge, gibalne ali kognitivne naloge.

Ples je primer vadbene enote za povečevanje spretnosti deljene pozornosti in izvajanja dveh nalog hkrati. Pri učenju koreografije in plesa je potrebna deljena pozornost, saj mora oseba pri učenju plesnih korakov poleg gibalne naloge uporabiti tudi spomin, osredotočenost na lastno gibanje, pozornost na soudeležence v prostoru in druge spoznavne sposobnosti. Vadba plesa poleg družabnosti usmeri pozornost predvsem h gibanju, ki je skladno z glasbo, ter k učenju novih gibalnih vzorcev oziroma plesnih korakov. Z vadbo plesa, povezanega z glasbenim ritmom, so starostniki uspešno ohranjali (26) in izboljšali ravnotežje (27). Nedavni sistematični pregled literature kaže na pozitivne učinke vadbe plesa tudi na komponente ravnotežja, ki so znani dejavniki tveganja za padce, kot so na primer hitrost hoje, zmogljivost vstajanja in funkcijski doseg (28).

Ovire v okolju

Ohranjanje pokončne drže, vzdrževanje ravnotežja in zavestno gibanje so interakcija osebe, gibalne naloge in okolja (1). Zahtevno okolje z različnimi izzivi in spodbudami je v terapevtskem oziroma vadbenem okolju mogoče simulirati z uporabo poligona za vadbo ravnotežja. Tako so ovire v okolju, ki zahtevajo ravnotežni odziv, podobne vsakodnevnim okoliščinam. Pogosti elementi poligona pri predstavljenem modelu vadbe so izogibanje oviram, spreminjanje smeri gibanja in gibanje okoli vzdolžne telesne osi, zmanjšanje




velikosti podperne ploskve, zaznavanje višine, globine in značilnosti podlage, približevanje k robu podperne ploskve in deljena pozornost. Pomembna komponenta vadbe v poligonu so priprava na gibanje in vnaprejšnje prilagoditve drže ali tako imenovano proaktivno ravnotežje. V poligon je mogoče vključiti tudi komponente, ki spodbujajo hitrost in skrajšujejo odzivni čas. Pri izogibanju oviram ali oziranju nazaj je potreben premik glave, ki vodi gibanje okoli vzdolžne telesne osi, izvabi odgovor vestibulo-okularnega sistema, ki uravnava stabilizacijo slike in je tesno povezan z uravnavanjem pokončne drže (29). Weerdesteyn in sodelavci (30) poročajo, da je bila vadba, ki je bila sestavljena iz elementov gibanja, kakršno je potrebno pri izogibanju oviram, kot je na primer prestopanje v različnih smereh – naprej in nazaj ter vstran, učinkovita pri preprečevanju padcev starostnikov, ki živijo v domačem okolju. Pri hoji po ozki brvi je treba postavljati eno nogo pred drugo, za kar je potrebna večja aktivnost mišic v predelu kolka, kar omogoči vadbo strategije kolka za ohranjanje ravnotežja. Strategija kolka je pogosta strategija gibanja pri starejših osebah (31).

Poročajo, da vadba ponavljajočih se zavestnih oziroma reaktivnih korakov, ki so posledice prilagoditve na zunanjo motnjo – zaščitni korak ali reakcija koraka kot ravnotežna reakcija (pri stopanju na stopnico, poligon za vadbo ravnotežja, odziv na zunanjo motnjo) pomembno zmanjša število padcev pri starejših in zmanjša dejavnike tveganja za padce (32). Posledice so krajši odzivni čas, večja hitrost hoje, učinkovitejši in hitrejši ravnotežne reakcije (32) ter krajši čas, potreben za reakcijo koraka pri nenadni motnji ravnotežja med hojo (33).







ORGANIZACIJA VADBE

Večkomponentna, v ravnotežje usmerjena vadba, ki je organizirana kot krožna vadba, lahko naslovi posamezne komponente ravnotežja pri različnih vadbenih postajah (tabela 1). Cilji vadbe na posamezni postaji se lahko med seboj prekrivajo. Veliko pestrost vadbe omogoči ustrezna izbira postaj v eni vadbeni enoti. Krožna vadba kot organizacijska oblika vadbe za vzdrževanje in pridobivanje ravnotežja se je v zadnjem času uveljavila pri obravnavi starejših oseb (34) in pri osebah z nevrološkim okvarami (35, 36). Tak način vadbe omogoča uporabo različnih elementov

Tabela 1: Primeri možnih kombinacij postaj krožne vadbe skupaj s temeljnimi komponentami ravnotežja, ki jih posamezna postaja spodbuja

	Postaja (naloga/vaja)	Komponenta ravnotežja
	Nepredvidljive motnje	izvablja reaktivno ravnotežje
	Odzivni čas	zahteva pozornost in osredotočenost odziv na zunanji dražljaj
	Mehka podlaga	vadi vzdrževanje in stabilizacijo trenutnega položaja
	Gibljiva podlaga	poudari izvabljanje reaktivne komponente ravnotežja
	Dvojna naloga: naštevane živali, računanje, žoganje in podobno	zahteva deljeno pozornost
	Ples: folklor, latinsko ameriški plesi in podobno	spodbuja dinamično stabilnost, zahteva deljeno pozornost, poudarja pozornost in osredotočenost

Nadaljevanje tabele 1: Primeri možnih kombinacij postaj krožne vadbe skupaj s temeljnimi komponentami ravnotežja, ki jih posamezna postaja spodbuja

	Postaja (naloga/vaja)	Komponenta ravnotežja
	Vadba na blazinah	vzdrževanje in dinamična stabilizacija trupa in udov, gibčnost, pasivna gibljivost, dolžina mišic
	Poligon za vadbo ravnotežja	izogibanje oviram, spreminjanje smeri, zaznavanje višine, globine, značilnosti podlage, spodbuja vnaprejšnje prilagoditve drže in gibanja
	Stopanje na stopnico	poudarja mišično zmogljivost, zaznavanje globine in razdalje, spodbuja stabilizacijo stojne noge
	Postaje z različnimi tehnikami povečevanja mišične zmogljivosti: s trenažerji, utežmi, elastičnimi trakovi, lastno telesno maso	jakost in vzdržljivost mišic
	Lestvine: doseg v vertikalni in horizontalni smeri – poseganje do meja stabilnosti	nadzor položaja telesnega težišča
	Gibljive palice	dinamična stabilizacija trenutnega položaja telesa, trupa in udov

vadbe, katerih cilj je nasloviti večino komponent vadbe. Prav tako omogoča prilagajanje intenzivnosti in vsebine vadbe posameznikom.

Poročajo, da je po krožni vadbi za izboljšanje ravnotežja prišlo do povečane mišične zmogljivosti, zmanjšanja gibanja središča pritiska

in povečanja hitrosti ter vzdržljivosti hoje (37). O najbolj izraziti spremembi poročajo pri zmanjšanju gibanja središča pritiska na mehki podlagi (38). Pri izvajanju opisanega vadbenega programa smo ugotovili, da je pri aktivnih v skupnosti živečih starejših optimalno trajanje ene postaje v krožni vadbi sedem minut (34). Krožna vadba omogoča tudi postopno povečevanje zahtevnosti nalog oziroma vaj. Stopnjevanje zahtevnosti vadbe je temelj za pridobivanje čutilnih, gibalnih funkcij in funkcije pozornosti, ki tako spodbudi izdelavo strategije za reševanje težav pri gibanju, ki jih imajo starostniki v domačem, mestnem in naravnem okolju.

Večkomponentna, v ravnotežje usmerjena vadba temelji tudi na zakonitostih motoričnega učenja. Fitts je že leta 1967 (39) razdelil proces motoričnega učenja v tri faze: kognitivno, asociativno in avtonomno fazo. Cilj večkomponentne, v ravnotežje usmerjene vadbe je udeležence pripeljati do končne, avtonomne faze motoričnega učenja, pri kateri je izvedba gibalne naloge skoraj v celoti samodejna, z najmanjšo stopnjo kognitivnega nadzora gibov. V avtonomni fazi oseba zna in zmore uporabljati novo spretnost v različnih okoljih ali kontekstih. Iz teorije motoričnega učenja je znano, da naj bo vadba čim bolj specifična (39), ker je s takšno vadbo pridobivanje funkcijskih sposobnosti najhitrejša in njihov prenos v vsakodnevno uporabo najbolj učinkovit.

RAZPRAVA

Zaradi večdimenzionalne narave ravnotežja sta ocenjevanje ravnotežja in načrtovanje vadbe zapletena in časovno zahtevna naloga, vendar lahko le tako fizioterapevti načrtujemo specifično obravnavo, ki nam omogoča, da pri vadbi poudarimo različne in posamezniku prilagojene komponente. Ni odveč še enkrat omeniti, da je ravnotežje posledica vzajemnega delovanja osebe, naloge in okolja, v katerem naloga poteka. Učinkovitost ravnotežja je zato odvisno od strategij, ki jih oseba uporabi za vzpostavljanje stabilnosti med določeno nalogo. Ravnotežje je odvisno od strategij, ki jih posameznik kljub okvaram zgradbe in telesnih sistemov ali prav zaradi njih zgradi in uporabi za izvedbo posamezne gibalne naloge. V ravnotežje usmerjena vadba posamezniku omogoča vadbo specifičnih

komponent ravnotežja.

Dolgo je veljalo, da je za učinkovito izboljšanje ravnotežja treba vaditi posamezno komponento, na primer mišično vzdržljivost ali eksplozivno moč. Mnenja o učinkovitosti večkomponentne vadbe pa so bila deljena (40). Z različnimi oblikami večkomponentne vadbe smo pri nas začeli že leta 2006 v skupini starejših oseb v domu starejših občanov (3). Vadbo smo razvijali in preverjali tudi v skupnosti živečih starejših (34). Danes že več preglednih člankov ugotavlja, da je večkomponentna vadba učinkovit način za izboljševanje ravnotežja in zmanjševanje dejavnikov tveganja za padce (41, 42). Večkomponentna vadba za ravnotežje vpliva tudi na povečanje samozaupanja pri dejavnostih, ki zahtevajo ravnotežje, in na zmanjšanje strahu pred padci, žal pa se ta učinek ne ohranja dalj časa po končani vadbi (43).

Za načrtovanje in ocenjevanje izidov v ravnotežje usmerjene vadbe je treba upoštevati tudi razmerje med količino vadbe in odzivom posameznika nanjo. Pri pregledu učinkovitosti v ravnotežje usmerjene vadbe je Shubert (44) izoblikovala priporočila za učinkovito vadbo, pri čemer naj bo skupna količina vadbe najmanj 50 ur z obravnavo najmanj dvakrat na teden (44). Z obširnimi sistematičnim pregledom, v katerega je bilo vključenih 23 randomiziranih kontroliranih poskusov, so tudi ugotovili, da je pri zdravih starejših za učinkovitost potrebnih od 11 do 12 tednov vadbe trikrat na teden in skupno od 90 do 120 minut (42). Za pridobivanje ravnotežja zadošča tudi nizkointenzivna vadba, vendar pa je bila najmanjša potrebna količina vadbe 50 ur (44). V ravnotežje usmerjena vadba je učinkovita tudi pri skupini najstarejših, če je zagotovljena redna in 16 tednov trajajoča vadba (45).

V zadnjem času se je uveljavila organizacija vadbe kot krožna vadba (3, 34, 36, 37). Tak način vadbe omogoča uporabo različnih elementov vadbe, katerih cilj v našem primeru je nasloviti večino komponent ravnotežja. Prav tako omogoča individualno prilagajanje intenzivnosti in vsebine vadbe. Ravnotežno zahtevnost gibalne naloge med nalogami lahko stopnjujemo, na primer sproščena hoja, hitra hoja in hoja po prstih ter podobno. Za različno zahtevnost gibalnih nalog lahko vadbo

pripravimo tako, da so vaje čim bolj podobne vsakodnevnim funkcijskim situacijam. Prav sistem krožne vadbe omogoča ponavljanje istih komponent v različnih okoliščinah. Poročajo, da je v ravnotežje usmerjena krožna vadba povečala mišično zmogljivost, povečala hitrost in vzdržljivost hoje (37) ter zmanjšala gibanje središča pritiska (37, 38). V dosedanjih raziskavah so ugotovili, da je večkomponentna vadba ena najbolj učinkovitih metod za izboljševanje ravnotežja. (13).

Spremembe kot odziv na v ravnotežje usmerjeno vadbo se kažejo tudi na ravni osrednjega živčevja in so podobne spremembam, kot jih opazimo pri motoričnem učenju (46). Plastičnost na celični ravni in na ravni živčno-mišičnega sistema je že dolgo znan fenomen. Predvidevajo, da so prilagoditve na ravni živčevja prvi korak v vrsti zaporednih prilagoditev, ki vodijo v specifične spremembe in zboljšanje gibalne spretnosti (25). Taube in sodelavci (47) poročajo o manjši kortikalni vzdražnosti, ki pa se med trajanjem vadbe spreminja. V začetni fazi vadbe je večja in se z nadaljevanjem vadbe zmanjšuje. Najmanjša vzdražljivost skorje je takrat, ko postane odziv samodejen. Prilagoditve so podobne kot pri motoričnem učenju, ko je visoka vzdražnost značilna za začetno fazo motoričnega učenja, v poznejših fazah učenja pa prevladuje aktivnost v bazalnih ganglijah in malih možganih (48, 49). Supraspinalni centri uravnavajo tudi odzivnost mišičnih vreten, saj na ravni hrbtenjače presinaptično zaviranje zmanjša odziv refleksa na nateg. Iz tega lahko sklepamo, da se med ravnotežno vadbo osrednje živčevje nauči prilagajati se odzivnosti spinalnih refleksnih lokov. Dokumentirano je zmanjšanje spinalnih refleksnih odzivov in povečano presinaptično zaviranje, kar prepreči, da bi se priliv iz vlaken mišičnega vretena v celoti prenesel na alfa motorično celico (46) in povzročil neprimeren in neželen refleksni odziv, ki bi ravnotežje še dodatno destabiliziral.

ZAKLJUČKI

Na podlagi znanstvenih izsledkov lahko s precejšnjo mero zaupanja sklenemo, da je večkomponentna, v ravnotežje usmerjena vadba učinkovit način ohranjanja in izboljševanja ravnotežja ter zmanjševanja dejavnikov tveganja za padce pri oskrbovancih doma starejših občanov

kot tudi pri aktivnih starostnikih.

Krožna vadba kot organizacijska oblika vadbe omogoča vadbo številnih različnih komponent ravnotežja.

Pri zadostni pogostosti in trajanju vadbe lahko tudi nizkointenzivna vadba sproži prilagoditvene mehanizme in mehanizme motoričnega učenja.

ZAHVALA

Članek temelji na izvedbi več programov v ravnotežje usmerjene vadbe, pri kateri je so sodelovali kolegi in študentje ter udeleženci vadbe, ki se jim ob tej priložnosti iskreno zahvaljujem. Delno je bilo delo podprto tudi s sredstvi norveškega finančnega mehanizma, v okviru projekta Pomoč družinam v skupnosti, številka pogodbe 4300-444/2014.

LITERATURA

1. Shumway-Cook A, Woollacott MH (2012). Aging and postural control. In: Shumway-Cook A, Woollacott MH, eds. Motor control: translating research into clinical practice. 4th ed. Philadelphia [etc.]: Lippincott Williams & Wilkins, 212–31.
2. Horak FB (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing* 35 (Suppl 2): ii7–ii11.
3. Rugelj D (2010). The effect of functional balance training in frail nursing home residents. *Arch Gerontol Geriatr* 50 (2): 192–7.
4. Lord SR, Ward JA (1994). Age-associated differences in sensori-motor function and balance in community dwelling women. *Age Ageing* 23 (6): 452–60.
5. Isles RC, Choy NL, Steer M, Nitz JC (2004). Normal values of balance tests in women aged 20–80. *J Am Geriatr Soc* 52 (8): 1367–72.
6. Hytönen M, Pyykkö I, Aalto H, Starck J (1993). Postural control and age. *Acta Otolaryngol* 113 (2): 119–22.
7. Prieto TM, Myklebust JB, Hoffmann RG, Lovett EG, Myklebust BM (1996). Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly adults. *IEEE Trans Biomed Eng* 43 (9): 956–66.
8. Bohannon RW, Williams Andrews A (2011). Normal walking speed: a descriptive meta-analysis. *Physiotherapy* 97 (3): 182–9.
9. Kressig RW, Herrmann FR, Grandjean R, Michel JP, Beauchet O (2008). Gait variability while dual-tasking: fall predictor in older inpatients? *Aging*

- Clin Exp Res 20 (2): 123–30.
10. Wu G, Chiang JH (1997). The significance of somatosensory stimulations to the human foot in the control of postural reflexes. *Exp Brain Res* 114 (1): 163–9.
 11. Horak FB, Hlavacka F (2001). Somatosensory loss increases vestibulospinal sensitivity. *J Neurophysiol* 86 (2): 575–85.
 12. Westlake KP, Culham EG (2007). Sensory-specific balance training in older adults: effect on proprioceptive reintegration and cognitive demands. *Phys Ther* 87 (10): 1274–83.
 13. Granacher U, Gruber M, Golhofer A (2009). Auswirkungen von sensomotorischen Training auf die posturale Kontrolle älterer Männer. *Dtsch Z Sportmed* 60 (12): 387–93.
 14. Hirase T, Inokuchi S, Matsusaka N, Okita M (2015). Effects of balance training program using a foam rubber pad in community-based older adults: a randomized control trial. *J Geriatr Phys Ther* 38 (2): 62–70.
 15. Clary S, Barnes C, Bemben D, Knehans A, Bemben M (2006). Effects of ballates, step aerobics, and walking on balance in women aged 50-75 years. *J Sports Sci Med* 5 (3): 390–9.
 16. Shumway-Cook A, Horak FB (1986). Assessing the influence of sensory interaction on balance. *Phys Ther* 66 (10): 1548–50.
 17. Lughtan CA, Slavin M, Katdare K, Nolan L, Bean JF, Kerrigan DC in sod. (2003). Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. *Gait Posture* 18 (2): 101–8.
 18. Vandevoort AA (2002). Aging of the human neuromuscular system. *Muscle Nerve* 25 (1): 17–25.
 19. Muelbauer T, Gollhofer A, Granacher U (2015). Associations between measures of balance and lower-extremity muscle strength/power in healthy individuals across the lifespan: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine* 45 (12): 1671–92.
 20. Bok SK, Lee TH, Lee SS (2013). The effect of changes of ankle strength and range of motion according to aging on balance. *Ann Rehabil Med* 37 (1): 10–16.
 21. Wollacott M, Shumway-Cook A (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture* 16 (1): 1–14.
 22. Fraizer EV, Mitra S. (2008). Methodological and interpretative issues in posture-cognition dual-tasking in upright stance. *Gait Posture* 27 (2): 271–9.
 23. Agmon M, Belza B, Nguyen H, in sod. (2014). A systematic review of interventions conducted in clinical or community settings to improve dual-task postural control in older adults. *Clin Interv Aging* 9: 477–92.
 24. Egenberger P, Theill N, Hostenstein S, in sod. (2015). Multicomponent physical exercise with simultaneous cognitive training to enhance dual-task walking of older adults: a secondary analysis of a 6-month randomized controlled trial with 1-year follow-up. *Clinical Interventions In Aging Clin Interv Aging* 10: 1711–32.
 25. Taube W (2011). What trains together gains together: strength training strengthens not only muscles but also neural networks. *J Appl Physiol* (1985) 111 (2): 347–8.
 26. Kressig RW, Allali G, Beauchet O (2005). Long-term practice of Jaques-Dalcroze eurhythmics prevents age-related increase of gait variability under a dual task. *J Am Geriatr Soc* 53 (4): 728–9.
 27. Trombetti A, Hars M, Herrmann FR, Kressig RW, Ferrari S, Rizzoli R (2011). Effect of music-based multitask training on gait, balance, and fall risk in elderly people: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med* 171 (6): 525–33.
 28. Lopez Fernandez-Arguelles E, Rodriguez-Mansilla J, Espejo Antunez L, in sod. (2015). Effects of dancing on the risk of falling related factors of healthy older adults: a systematic review. *Arch Gerontol Geriatr* 60 (1): 1–8.
 29. Melvill Jones G (2008). Posture. In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, eds. *Principles of neural science*. 4th ed. New York (etc.): McGraw-Hill, 16–31.
 30. Weerdesteijn V, Rijken H, Geurts AC, Smits-Engelsman BC, Mulder T, Duysens J (2006). A five-week exercise program can reduce falls and improve obstacle avoidance in the elderly. *Gerontology* 52 (3): 131–41.
 31. Horak FB, Mirka A, Shupert L (1989). The role of peripheral vestibular disorders in postural dyscontrol in the elderly. In: Wollacott MH, Shumway-Cook A, eds. *The development of posture and gait across the lifespan*. Columbia: University of South Carolina Press, 253–79.
 32. Okubo Y, Schoene D, Lord SR (2016). Step training improves reaction time, gait and balance and reduces falls in older people: a systemic review and metaanalysis. *Br J Sports Med* V tisku. doi 10.1136/bjsports-2015-095452.
 33. Kurz I, Gimmon Y, Shapiro A, sod. (2016). Unexpected perturbations training improves balance control and voluntary stepping times in older adults - a double blind randomized control trial. *BMC Geriatrics* 16 (1): 58 doi 10.1186/s12877-016-0223-4.
 34. Rugelj D, Sevšek F. (2016) The model of multicomponent balance specific exercise

- programme. ACPIN-INPA International neurophysiotherapy conference. 17-18. 3. 2016 London, UK.
35. Outermans J, van de Port I, Wittink H (2010). Effects of high-intensity task-oriented training on energy-cost of walking and walking capacity in subacute stroke. *Med Sci Sports Exerc* 44 (Suppl 2): 394.
 36. Van dre de Port IGL, Wevers L, Roelse H, van Kats L, Lindeman E, Kwakkel G (2014). Cost-effectiveness of a structured progressive task-oriented circuit class training programme to enhance walking competency after stroke: the protocol of the FIT-Stroke trial. *BMC Neurology* 9: 43. doi: 10.1186/1471-2377-9-43.
 37. Avelar BP, Costa JN, Safons MP, Dutra MT, Bottaro M, Gobbi S, in sod. (2016). Balance exercises circuit improves muscle strength, balance, and functional performance in older women. *Age* 38 (1): 14. doi 10.1007/s11357-016-9872-7.
 38. Rugelj D, Tomšič M, Sevšek F (2012). Effectiveness of multi-component balance specific training on active community-dwelling elderly. *HealthMed* 6 (11): 3856-65.
 39. Schmidt RA, Lee TD (2005). *Motor control and learning*. 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 432-59.
 40. Baker MK, Atlantis E, Fiatarone Singh (2007). Multi-modal exercise programs for older adults. *Age Ageing* 36 (4): 375-81.
 41. Howe TE, Rochester L, Neil F, Skelton DA, Ballinger C. (2011). Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database Syst Rev* 11. doi: 10.1002/14651858.CD004963.pub3.
 42. Lasinski M, Hortobagyi T, Muehlbauer T, Gollhofer A, Granacher U. (2015). Effects of balance training on balance performance in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 45 (12): 1721-38.
 43. Kumar A ; Delbaere K, Zilstra GAR in sod. (2016). Exercise for reducing fear of falling in older people living in the community: Cochrane systematic review and meta-analysis. *Age And Ageing* 45: 345-52.
 44. Shubert TE (2011). Evidence based exercise prescription for balance and falls prevention: A current review of the literature. *Proceedings: Exercise and physical activity in aging*; 34: 100-8.
 45. Ansai J, Aurichio TR, Gonçalves R, Rebelatto JR. (2016). Effects of two physical exercise protocols on physical performance related to falls in the oldest old: a randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int* 16 (4): 492-9.
 46. Taube W (2012). Neurophysiological adaptations in response to balance training. *Dtsch Z Sportmed* 63 (9): 273-7.
 47. Taube W, Gruber, M, Beck S, Faist M, Gollhofer A, Schubert M. (2007). Cortical and spinal adaptations induced by balance training: correlation between stance stability and corticospinal activation. *Acta Physiol* 189 (4): 347-58.
 48. Floyer-Lea A, Matthews PM (2004). Changing brain networks for visuomotor control with increased movement automaticity. *J Neurophysiol* 92 (4): 2405-12.
 49. Puttemans V, Wenderoth N, Swinnen SP (2005). Changes in brain activation during the acquisition of a multifrequency bimanual coordination task: from the cognitive stage to advanced levels of automaticity. *J Neurosci* 25 (17): 4270-8.