



Urša Zagorac,  
Melinda Skoliber, Darjan Spudič

## Vpliv stopnjevanega programa vadbe za moč na telesno sestavo in moč rok pri starejših ženskah

### Izvleček

Namen raziskave je bil preučiti vpliv 8-tedenske stopnjevane vadbe za moč na telesno sestavo in moč rok pri starejših ženskah ter ugotoviti, ali so spremembe v sestavi in moči rok zaradi vadbe odvisne od starosti preiskovank. Moč rok je bila testirana s stiskom pesti in upogibom komolca, telesno sestavo pa smo izmerili z bioimpedanco. Testa moči so preiskovanke izvedle tako z levo kot desno roko. V raziskavi je sodelovalo 60 oskrbovank Zdravstvenega doma Črnomelj, starih od 56 do 81 let. S t-testom za odvisne vzorce smo ugotovili statistično značilne razlike med začetnimi in končnimi rezultati pri upogibu komolca z levo in desno roko ( $p < 0,001$ ), telesni masi ( $p < 0,05$ ), indeksu telesne mase ( $p < 0,05$ ) in maščobni masi ( $p < 0,05$ ), medtem ko se rezultati pri stisku pesti z levo ( $p = 0,65$ ) in desno ( $p = 0,60$ ) roko ter mišični masi ( $p = 0,44$ ) niso spremenili. S Pearsonovim korelacijskim koeficientom nismo odkrili povezanosti med spremembami v rezultatih pred-po ter starostjo preiskovank ( $p > 0,05$ ). Stopnjevan protokol vadbe za moč z uporabo samo manjših pripomočkov se je izkazal kot učinkovit in aplikativen v praksi, zato lahko pomeni izhodišče za vadbo moči starejših žensk v praksi.

*Ključne besede:* moč, telesna sestava, starejše ženske, kronične nenalezljive bolezni, vadba.



## The influence of progressive resistance exercise protocol on body composition and upper extremity strength among older adult women

### Abstract

The first objective of the study was to examine the feasibility and effects of a progressive resistance training protocol on body composition and upper extremity strength in older adult women. The second objective was to determine if strength-related parameters and changes in body composition are correlated with the age of the participants. Strength was tested using a handgrip test and a unilateral biceps curl one repetition maximum (1RM) test as an indicators of upper extremity strength. Body composition was tested using bioimpedance. Sixty older adult women (age range 56 to 81 years), all residents occupants of the Črnomelj Health Centre, participated in an eight-week strength training protocol. A paired-samples t-test revealed a statistically significant improvement in left and right arm biceps curl results ( $p < 0,001$ ), an increase in body mass ( $p < 0,05$ ), body mass index ( $p < 0,05$ ) and fat mass ( $p < 0,05$ ), while no differences were found in handgrip strength and muscle mass ( $p > 0,05$ ). The Pearson correlation coefficient showed no correlation between the changes in body composition and strength with the age of the participants ( $p > 0,05$ ). We consider the progressive resistance training used in our study to be feasible and useful for improving upper extremity strength in older adult women, so it can be safely used in practice.

*Keywords:* strength, body mass, elderly woman, Chronic, non-communicable disease, training.

## Uvod

S starostjo se zmanjšujeta mišična masa in moč, kar imenujemo tudi sarkopenija (Hepple in Rice, 2016). V številnih raziskavah in praksi se je merjenje moči starostnikov izkazalo kot uporabno pri odkrivanju kroničnih nenalezljivih boleznih ter s tem zmanjšanju možnosti za obolevnost (Pahor, Manini in Cesari, 2009). Zmanjšana moč podvoji tveganje za funkcionalne okvare, ki jih Spira in sodelavci (2015) opredeljujejo kot težave pri nošenju in dvigovanju bremen, sklanjanju in klečanju pri vsakodnevnih aktivnostih, kot sta oblačenje in umivanje, pri hoji in hoji po stopnicah, ter se odražajo na številnih področjih vsakdanjega življenja.

Glavni vzrok obolevnosti in umrljivosti na svetovni ravni so kronične nenalezljive bolezni, ki so tesno povezane z epidemijo debelosti ter razširjenim nezdravim načinom prehranjevanja in vedenja, kot sta kajenje in telesna nedejavnost. Wells in Shirley (2016) navajata prekomerno telesno maso, najpogosteje izraženo v obliki indeksa telesne mase (ITM), kot najočitnejši dejavnik tveganja in jo pri starostnikih povezuje predvsem z nastankom srčno-žilnih boleznih. Pei in sodelavci (2019) opisujejo močno povezanost med ljudmi z večjim ITM in pojavom kroničnih nenalezljivih boleznih, kot so sladkorna bolezen, hipertenzija, hiperlipidemija in metabolni sindrom.

Ključnega pomena za preprečevanje nenalezljivih boleznih pri starejših osebah je ustrezna fizična pripravljenost, ki jo lahko dosežemo s sistematično telesno dejavnostjo. Po priporočilu Svetovne zdravstvene organizacije je za ohranjanje zdravja odraslih potrebnih najmanj od 150 do 300 minut zmerne intenzivne telesne dejavnosti na teden ali od 75 do 150 minut visoko intenzivne telesne dejavnosti na teden oziroma ustrezna kombinacija obeh. Za dodatne koristi za zdravje se priporoča izvajanje vaj za krepitev mišic najmanj dvakrat na teden ter izvajanje vaj s poudarkom na dinamičnem ravnotežju in koordinaciji najmanj trikrat na teden (World Health Organization, 2020).

Številne s starostjo povezane fiziološke spremembe, ki prispevajo k sarkopeniji, se pojavljajo hormonsko, nevrološko, presnovno in vedenjsko (Cannataro idr., 2022). Vadba za moč lahko pozitivno vpliva na vsako izmed teh področij, zato jo je smiselno vključevati v telesno dejavnost starejših. Redno izvajanje vaj za moč pri starostnikih ima pozitiven vpliv na ohranjanje kostne

gostote, samostojnosti in vitalnosti. Poleg tega lahko vadba za moč zmanjša tveganje za pojav nenalezljivih kroničnih boleznih, kot so boleznih srca, artritis in sladkorna bolezen tipa 2, hkrati pa izboljša spanec in zmanjša depresijo (Seguin in Nelson, 2003). Stisk pesti je v literaturi opredeljen kot najboljši pokazatelj splošne moči telesa, sploh pri starostnikih. Moč stiska pesti se že vrsto let uporablja za spremljanje moči in funkcionalnosti starejših, stopnje krhkosti in sarkopenije, saj predstavlja oceno moči celotnega telesa. Bohannon (2019) stisk pesti opisuje kot biomarker oziroma pokazatelj funkcionalnosti zgornjih okončin, mineralne kostne gostote, možnosti za zlome, kot dejavnik tveganja za padce in kognitivne motnje ter tudi kot dejavnik tveganja za nastanek kroničnih nenalezljivih boleznih (Neidenbach idr., 2019). Ta meritev je ključnega pomena v sklopu meritev za starejše osebe s tveganjem za slabo zdravstveno stanje. Liu in sodelavci (2017) ugotavljajo, da sta funkcionalnost zgornjih okončin in moč odvisna od testa – poleg stiska pesti se je kot verodostojen za oceno splošne moči starostnikov izkazal še test moči pri upogibu komolca. Številne raziskave, med drugim študija Jeounga in Choola (2015), ugotavljajo, da je moč upogiba komolca povezana s krhkostjo, tj. geriatrični sindrom, ki kaže na prisotnost treh ali več stanj od naštetih: nenamerna izguba telesne teže (4,5 kg v enem letu), izčrpanost, mišična šibkost, definirana z močjo stiska dlani, upočasnjena hitrost hoje in omejitve pri izvajanju telesne dejavnosti (Fried idr., 2001). Test upogiba komolca je povezan tudi s funkcijo zgornjih okončin in ga je posledično, poleg stiska pesti, smiselno vključevati v oceno telesne zmogljivosti starejših oseb z vidika preventive in spremljanja učinkov vadbe za moč (Cannataro idr., 2022).

V literaturi primanjkuje izsledkov raziskav, ki bi preučevale vplive različnih celostnih in sistematičnih protokolov vadbe za moč starostnikov z enostavnimi pripomočki za vadbo moči. Oblikovan je bil stopnjevan in starejšim ženskam prilagojen protokol vadbe za moč. V prvi fazi je bil namen naše študije preveriti učinkovitost protokola vadbe na telesno sestavo in moč rok starejših žensk. V drugi fazi pa smo želeli preveriti, ali je napredek pri vadbi odvisen od starosti preiskovank. Predvidevali smo, da bodo preiskovanke zaradi programa vadbe za moč povečale mišično maso, kar se bo izrazilo v povečanju sile pri stisku pesti in dvignjenem bremenu pri upogibu komolca. V drugi fazi pa smo na podlagi

rezultatov dosedanjih raziskav (Bemben in Murphy, 2001; Kittilsen idr., 2021; Reeves idr., 2006) predpostavili, da napredek pri vadbi ne bo odvisen od starosti preiskovank.

## Metode

### Preiskovanci

V raziskavo je bilo prostovoljno vključenih 60 starejših žensk, starih od 56 do 81 let (povprečna starost 68,8 [SD = 7,3] leta, masa 74,0 (14,5) kg in višina 163,7 [SD = 6,2] cm). Vse so bile oskrbovanke Zdravstvenega doma Črnomelj. Preiskovanke so bile za sodelovanje v študiji naključno izbrane in niso imele predhodnih izkušenj z vadbo za moč. Podana jim je bila izjava, da lahko iz raziskave kadarkoli izstopijo. Celoten eksperiment je bil izveden v skladu s Helsinško-tokijsko deklaracijo.

### Postopek meritev in pripomočki

Pred začetkom vadbenega programa so preiskovanke izpolnile zdravstveni Vprašalnik o pripravljenosti na vadbo (PAR-Q) (The Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone, 2022). V okviru raziskave so bile izvedene meritve telesne sestave in meritve testov telesne pripravljenosti za starejše. Vse meritve so potekale v Zdravstvenem domu Črnomelj. Izvedena sta bila testa stisk pesti [N/kg TM] (v nadaljevanju: stisk) in upogib komolca [1 RM/kg TM] (v nadaljevanju: upogib) ter opravljene meritve telesne sestave – telesna masa [kg] (v nadaljevanju: TM), indeks telesne mase [kg/m<sup>2</sup>] (v nadaljevanju: ITM), maščobna masa [kg] (v nadaljevanju: MA), mišična masa [kg] (v nadaljevanju: MM). Za antropometrične meritve in meritve sestave telesa sta bila uporabljena merilnik sestave telesa in tehtnica (model SC-331S, Tanita, Illinois, ZDA) ter višinomer (model 1707007002268, Seca, Birmingham, Velika Britanija). Preiskovanke so vse meritve opravile pred začetkom in po koncu vadbenega protokola. Zaključno testiranje je vključevalo enako zaporedje in izvedbo testnih meritev kot uvodno testiranje.

### Stisk pesti

Za merjenje moči pri stisku pesti je bil uporabljen hidravlični ročni dinamometer (Jamar 5030J1, Patterson Medical, Brookfield). Izmerili smo največjo izometrično silo pri stisku upogibalk prstov in zapestja (Colprim Galceran idr., 2011). Meritve so bile izvedene v sedlu na stolu, bočno na preiskovanko. Merjena roka je bila pokrčena v

priročanju (nadlaket bočno ob telesu, 90° upogiba v komolcu). Dlan je bila ob pritisku stisnjena v pest, koren dlani je bil ob pritisku naslonjen na oblazinjeno podlago ročnega dinamometra. Nasprotna roka od merjene je bila med potekom meritve priročena. Preiskovanke so pred izvajanjem testa dobile navodilo, naj silo stopnjujejo tako, da v dveh sekundah dosežejo največjo hoteno izometrično kontrakcijo. Protokol meritev je obsegal dve največji hoteni izometrični kontrakciji za vsako roko posebej. V statistično analizo smo vstopili z največjo vrednostjo proizvedene sile pri stisku pesti, merjeno v kg. Rezultati so bili normalizirani na telesno maso preiskovank [N/kg TM].

## Upogib komolca

Največja moč upogibalk komolca je bila ocenjena z metodo merjenja največjega bremena pri eni ponovitvi vaje (1 RM). Pri testiranju je bilo izvedenih do osem ponovitev. Masa bremena je bila za vsako posameznico ocenjena na podlagi njenih izkušenj. Pred protokolom vadbe in po njem je bil test izveden z isto maso bremena. Nato je bil 1 RM za vsako posameznico izračunan po enačbi po Brzyckem

$$1RM = 100 \times \text{brema} \div (102,78 - 2,78 \times \text{št. ponovitev})$$

pri čemer brema označuje maso v kg in št. ponovitev predstavlja število izvedenih ponovitev. Posreden način izračuna 1 RM smo uporabili, saj izboljšuje kakovost pridobljenih podatkov v primerjavi z neposredno metodo merjenja 1 RM. Rezultati neposrednega testa bi namreč lahko bili zaradi pomanjkanja izkušenj preiskovank z vadbo za moč manj zanesljivi. Enačba Brzyckega se upošteva kot alternativa in je relevantna za ocenjevanje 1 RM na podlagi uspešnosti submaksimalnih ponovitev, ki so jih pri testu izvedle preiskovanke (Nascimento idr., 2007). Test je bil izveden z levo in desno roko. V statistično analizo smo pri upogibu komolca vstopili z 1 RM, merjenim v kg. Rezultati so bili dodatno normalizirani na telesno maso preiskovank [1 RM/kg TM].

## Potek vadbe

Izveden je bil osemtedenski protokol vadbe za moč, ki je potekala eno uro dvakrat na teden (torek in petek). Vaje za moč so bile izvedene z lastno telesno maso in z uporabo naslednjih pripomočkov: elastika, ročka s kolustastimi utežmi (do 30 kg), proste uteži (do 15 kg), šestrobna palica s

kolustastimi utežmi (do 30 kg), škripec (skladovnica uteži do 30 kg) in letvenik.

Ogrevanje je bilo sestavljeno iz uvodnega dinamičnega dela, pri katerem je bil cilj z nizko intenzivno aerobno aktivnostjo dvigniti temperaturo telesa, in specialnega dela, katerega cilj je bil z dinamičnimi razteznimi vajami in krepilnimi dinamičnimi vajami dodatno pripraviti večje mišične skupine (predvsem trup) na obremenitve v glavnem delu vadbene enote. Aktivnosti so bile izbrane ob upoštevanju začetnih gibalnih sposobnosti starejših žensk in varnosti vadečih. Uvodni dinamični del (6 min. do prve stopnje znojenja in rahle zadihavnosti) je obsegal prosto hojo po prostoru z izvedbo dinamičnih razteznih vaj za celotno telo (1. in 2. teden), poligon z izvedbo dinamičnih razteznih vaj za celotno telo (3. in 4. teden), poligon z izvedbo dinamičnih ravnotežnih vaj (5. in 6. teden), igralne oblike z izvedbo dinamičnih ravnotežnih in krepilnih vaj (7. in 8. teden). Intenzivnost ogrevanja je bila določena s stopnjo zaznanega napora 11 na skali do 20 (Garber idr., 2011).

Specialni del ogrevanja je obsegal zasuke medenice v leži na hrbtu (10–15 počasnih tekočih ponovitev v čim večjem obsegu giba) in izometrične krepilne vaje: a) napenjanje trebušnega steznika v leži na hrbtu, b) upiranje dvigu rok v predročanje v parih, c) upiranje spustu rok v predročanje v parih, d) upiranje zasuku trupa v predročanju v parih (v levo in v desno). Pri vajah b–d smo število izvedenih ponovitev stopnjevali na dva tedna (vsaka dva tedna smo izvedli eno izometrično ponovitev več – teden 1: 2 ponovitvi, teden 8: 5 ponovitev), prav tako smo spreminjali položaj rok. Vsak drugi teden smo spremenili ročico na trup: a) roke priročene skrčeno s komolci ob trupu, b) roke predročene skrčeno dol, c) roke predročene skrčeno gor, d) roke predročene z iztegjenimi komolci. Med ponovitvami je bilo 10 s odmora, vsaka izometrična kontrakcija je bila izvedena z največjo intenzivnostjo (maksimalnim angažmajem vadeče). Na prehodu iz uvodnega v glavni del vadbene enote je vaditelj z namenom dviga kakovosti izvedbe v treh minutah na vsaki vadbene enoti natančno opisal izvedbo vaj in vadbene obremenitve v tekočem tednu.

Glavni del vadbene enote je bil sestavljen iz sedmih krepilnih vaj za večje mišične skupine. Izvedena je bila vadba po postajah. Intenzivnost vadbe je bila stopnjevana z a) izbiro vaje (štiri vaje skozi osemteden-

ski proces vadbe) ter b) številom nizov in ponovitev. Prvi niz na vadbene enoti, kjer je prišlo do menjave krepilne vaje (teden 1, 3, 5, 7), je bil namenjen učenju izvedbe vaje in čim bolj natančni nastavitvi primerne relativne obremenitve (nastavitev mase bremena, izbira težavnosti elastike, prilagoditev naklona trupa/telesa, skrajšanje/podaljšanje ročice delovanja sile, prilagoditev amplitude izvedbe giba). Vaje in glavne mišične skupine so predstavljene v Tabeli 1. Vse vaje so bile izvedene v štirih nizih s po 10–12 tekočimi koncentričnimi ponovitvami vaje z vmesnim 60-sekundnim odmorom.

V zaključnem delu vadbene enote so bile v sproščenem in stabilnem položaju izvedene statične raztezne gimnastične vaje v dveh setih po 30 sekund s stopnjo občutka raztega 5 od 10, in sicer za iztegovalke gležnja, kolena, kolka in ramena.

## Statistična analiza

V obdelavo podatkov so bili vključeni rezultati testov posameznic, ki so bile na vadbi prisotne vsaj 80 %. Takih je bilo 60. Za obdelavo podatkov sta bila uporabljena statistični program IBM SPSS 29 za Windows in Microsoft Office Excel. Razlika v rezultatih začetne in končne meritve za vsako spremenljivko posebej (v nadaljevanju: napredek) je bila izračunana v programu Microsoft Office Excel z uporabo naslednje enačbe: rezultat končne meritve – rezultat začetne meritve. Za vse spremenljivke je bila izračunana opisna statistika. Za ugotavljanje razlike v rezultatih meritev (pred-po) smo uporabili *t*-test za odvisne vzorce. Predhodno smo preverili predpostavko normalnosti porazdelitve s Shapiro-Wilkovim testom in Q-Q-grafikonom. Za spremenljivke, pri katerih je bila predpostavka normalnosti kršena, je bil izveden alternativni neparametrični Wilcoxonov test predznačenih rangov. Z izračunanim Cohenovim koeficientom *d* smo preverili velikost učinka. Cohenov *d* smo interpretirali po smernicah (Baguley, 2004), in sicer vrednosti 0,2–0,49 so opredeljene kot majhen učinek, vrednosti 0,5–0,79 kot srednji učinek in vrednosti, večje ali enake 0,8, kot velik učinek. Za ugotavljanje povezanosti med spremembo v rezultatih posamezne spremenljivke pred-po in starostjo preiskovank je bil uporabljen Pearsonov korelacijski koeficient. Za spremenljivke, za katere smo ugotovili nenormalno porazdelitev, smo uporabili Spearmanov koeficient kore-

Tabela 1

Vaje in glavne mišične skupine, ki so bile vključene v vadbeni enoti

Vaje	Mišične skupine
a) Počep na stol (do 70° upogiba v koljenih)	Iztegovalke nog
b) Počep na stol (90° upogiba v koljenih)	
c) Počep na stol z utežjo v predročnju skrčeno (5–15 kg)	
d) Počep s šestrobno palico (10–30 kg)	
a) Predklon trupa s palico na hrbtu	Iztegovalke kolka
b) Iztegi kolka v mostu na hrbtu z dvignjeno oporo na lopaticah	
c) Romunski mrtvi dvig z višine sredine stegna (ročka 10–20 kg)	
d) Romunski mrtvi dvig z višine sredine goleni (ročka 10–30 kg)	
a) Vodoravni izteg ramen v predklonu	Iztegovalke ramen
b) Priteg na prsi z elastiko v sedu	
c) Vodoravni izteg ramen z ročkami (1–5 kg) v predklonu	
d) Priteg na prsi s škripcem v sedu (skladovnica uteži 10–30 kg)	
a) Potisk s prsi z ročkami (1–10 kg) v leži na hrbtu	Upogibalke ramen
b) Skleca ob letveniku (manjši naklon trupa)	
c) Skleca ob letveniku (večji naklon trupa)	
d) Skleca iz opore ležno spredaj na koljenih	
a) Vzpon na prste (< 90° upogiba gležnja) z oporo spredaj na letveniku	Iztegovalke gležnja
b) Vzpon na prste (> 90° upogiba gležnja) z oporo spredaj na letveniku	
c) Vzpon na prste (< 90° upogiba gležnja) z naslonom hrbtno na letvenik, uteži (1–10 kg) v dlaneh	
d) Vzpon na prste (> 90° upogiba gležnja) z naslonom hrbtno na letvenik, uteži (1–10 kg) v dlaneh	
a) Odmik skrčenih rok v sedu	Odmikalke ramen
b) Odmik skrčenih rok v sedu z ročkami (1–5 kg)	
c) Odmik iztegnjenih rok v stoji	
d) Odmik iztegnjenih rok v stoji z ročkami (1–5 kg)	
a) Odmik skrčenih nog z elastiko nad koleni v sedu	Odmikalke kolka
b) Odmik iztegnjenih nog z elastiko nad gležnji v sedu	
c) Stopanje bočno v polčepu z elastiko nad koleni	
d) Stopanje bočno v polčepu z elastiko nad gležnji	

lacije. Statistična značilnost je bila sprejeta z dvostransko 5-odstotno napako alfa.

## Rezultati

V Tabeli 2 je prikazana opisna statistika rezultatov pred izvedbo 8-tedenske vad-

benega protokola in po njem. S Shapiro-Wilkovim testom smo ugotovili statistično značilno normalno porazdelitev razlik v rezultatih pred-po za spremenljivke stisk desna roka (stisk D), stisk leva roka (stisk L) in upogib komolca z levo roko (upogib L) ( $p > 0,05$ ), medtem ko smo za spremenljiv-

Tabela 2

Opisna statistika rezultatov začetnih in končnih meritev preučevanih spremenljivk

Spremenljivka	N	M (SD) pred	M (SD) po
Stisk D [N/kg TM]	60	4,13 (0,87)	4,11 (0,83)
Stisk L [N/kg TM]	60	4,08 (0,81)	4,05 (0,75)
Upogib L [1 RM/kg TM]	60	0,14 (0,03)	0,15 (0,03)
Upogib D [1 RM/kg TM]	60	0,14 (0,03)	0,16 (0,03)
Telesna masa [kg]	60	74,0 (14,5)	74,0 (14,0)
Indeks telesne mase [kg/m <sup>2</sup> ]	60	27,6 (5,7)	27,7 (5,4)
Maščobna masa [kg]	60	29,2 (10,8)	29,6 (10,1)
Mišična masa [kg]	60	42,6 (5,1)	42,3 (5,0)

Opomba. N = število preiskovank; D = desna roka; L = leva roka; kg TM = rezultat testa, normaliziran na kilogram telesne mase; M = aritmetična sredina; SD = standardni odklon.

ke upogib komolca z desno roko (upogib D), TM, ITM, MA in MM ugotovili nenormalno porazdelitev razlik v rezultatih spremenljivk pred-po ( $p < 0,05$ ).

Iz Tabele 3 je razvidna primerjava začetnih in končnih rezultatov pri posameznih testih. S *t*-testom za odvisne vzorce smo ugotovili statistično značilno izboljšanje v rezultatih upogib L (razlika pred-po 1,07 kg, tj. 0,01 kg/kg TM pri 1 RM,  $p < 0,05$ ). S *t*-testom za odvisne vzorce pri preostalih spremenljivkah statistično značilnih razlik pred-po nismo odkrili ( $p > 0,05$ ). Z Wilcoxonovim testom smo ugotovili statistično značilno izboljšanje v rezultatih upogib D (razlika pred-po 1,39 kg, tj. 0,02 kg/kg TM pri 1 RM,  $p < 0,05$ ). Rezultati merjenja TM in MA so se izkazali za statistično značilne ( $p < 0,05$ ). Pri spremenljivkah MM in ITM statistično značilne razlike pred-po nismo odkrili ( $p > 0,05$ ).

S Pearsonovim in Spearmanovim koeficientom korelacije nismo ugotovili statistično značilne povezanosti med spremembo rezultatov testov pred-po ter starostjo preiskovank (za vse spremenljivke  $p > 0,05$ ). Pri vseh testih smo ugotovili neznatno povezanost ( $r < 0,19$ ).

## Razprava

Namen raziskave je bil preveriti učinke vadbe za moč na telesno sestavo in moč starejših žensk. Dodatno smo želeli ugotoviti, ali so spremembe v rezultatih pred-po povezane s starostjo preiskovank. Rezultate, pridobljene pred izvedbo 8-tedenske vadbe za moč, smo primerjali z rezultati, pridobljenimi po končanem protokolu vadbe. Rezultati statistične analize *t*-testa za odvisne vzorce in Wilcoxonovega testa so pokazali statistično značilen napredek v oceni največjega dvignjenega bremena pri upogibu levega in desnega komolca ( $p < 0,001$ ), vadba pa ni statistično značilno vplivala na silo pri stisku pesti ( $p > 0,05$ ). Prav tako vadba ni statistično značilno vplivala na mišično maso preiskovank ( $p < 0,05$ ). Na podlagi ugotovitev lahko zavrnamo našo hipotezo, pri kateri smo domnevali, da bodo preiskovanke zaradi programa vadbe za moč povečale mišično maso, kar se bo izrazilo v povečanju sile pri stisku pesti in dvignjenem bremenu pri upogibu komolca. Drugo hipotezo, s katero smo na podlagi rezultatov dosedanjih raziskav predpostavili, da bo napredek v rezultatih testov moči in mišični masi preiskovank neodvisen od starosti preiskovank, pa lahko potr-

Tabela 3

Rezultati t-testa za odvisne vzorce in neparametričnega Wilcoxonovega testa predznačenih rangov

Spremenljivka	Razlika pred-po M (SD)	Testna statistika	p	ES
Stisk D [N/kg TM]	-0,03 (0,44)	0,450 <sup>t</sup>	0,654	0,06
Stisk L [N/kg TM]	-0,03 (0,40)	0,531 <sup>t</sup>	0,597	0,07
Upogib L [1 RM/kg TM]	0,01 (0,01)	-5,716 <sup>t</sup>	< 0,001	0,74
Upogib D [1 RM/kg TM]	0,02 (0,02)	-5,978 <sup>Z</sup>	< 0,001	0,89
Telesna masa [kg]	0,04 (2,67)	-2,130 <sup>Z</sup>	0,030	0,20
Indeks telesne mase [kg/m <sup>2</sup> ]	0,09 (0,93)	-1,930 <sup>Z</sup>	0,050	0,10
Maščobna masa [kg]	0,48 (1,73)	-2,492 <sup>Z</sup>	0,013	0,28
Mišična masa [kg]	-0,32 (1,85)	-0,779 <sup>Z</sup>	0,436	0,17

Opomba. M = aritmetična sredina; SD = standardni odklon; t = testna statistika t-testa za odvisne vzorce; p = statistična značilnost; ES = velikost vpliva (Cohenov D); kg TM = rezultat testa, normaliziran na kilogram telesne mase; Z = testna statistika Wilcoxonovega testa predznačenih rangov.

Tabela 4

Povezanost med spremembo rezultata posameznega testa in starostjo preiskovank

Spremenljivka	Velikost povezanosti	p
Stisk D [N/kg TM]	0,04*	0,762
Stisk L [N/kg TM]	0,16*	0,212
Upogib L [1 RM/kg TM]	-0,04*	0,620
Upogib D [1 RM/kg TM]	-0,02**	0,969
Telesna masa [kg]	0,19**	0,154
Indeks telesne mase [kg/m <sup>2</sup> ]	0,17**	0,184
Maščobna masa [kg]	-0,03**	0,847
Mišična masa [kg]	0,19**	0,148

Opombe. p = statistična značilnost; \* = Pearsonov korelacijski koeficient; \*\* = Spearmanov korelacijski koeficient; kg TM = rezultat testa, normaliziran na kilogram telesne mase.

dimo. Pri vseh testih smo namreč ugotovili neznatno povezanost med napredkom in starostjo preiskovank.

Osemtedenska vadba ni statistično značilno vplivala na MM in ITM ( $p < 0,05$ ). Statistično značilna razlika pred-po je pri meritvah telesne sestave opazna samo pri TM (ES 0,02) in MA (ES = 0,279) ( $p < 0,05$ ). Preiskovankam se je telesna masa v povprečju povečala za 0,04 kg, prav tako maščobna masa za 0,48 kg. MM se je znižala povprečno za 0,32 kg, kar ni v skladu s hipotezo, da se bo mišična masa povečala. Ravno nasprotno od naših pričakovanj se je povečala maščobna masa. To je lahko posledica prevelikega energijskega vnosa glede na porabljeno energijo med vadbo, vendar ker tega nismo spremljali, tega ne moremo trditi z gotovostjo. Bazalni metabolizem se v starosti upočasni, verjetno zaradi upada mišične mase (Starling, 2001). Prilagoditev energijskega vnosa je torej ena izmed strategij za ohranjanje telesne mase v starosti.

Ugotovljeno je bilo, da telesna dejavnost pri starostnikih povečuje apetit (Hubner idr., 2021). Povečanje maščobne mase v naši raziskavi je lahko posledica tega, da so vadeče na dnevni ravni precenile energijsko porabo na vadbi in s hrano v telo vnesle preveč energije, ta pa se je kopičila v obliki maščobe. Kljub temu, da redna vadba za moč vpliva na povečano energijsko porabo čez dan in pospeši oksidacijo lipidov pri starostnikih v obdobju po vadbi (Hunter idr., 2000), ocenjujemo, da je bila z vidika energijske porabe redna (dvakrat na teden) in srednje intenzivna vadba za moč, ki so jo izvajale preiskovanke, zelo nepotratna in je imela posledično zanemarljiv vpliv tudi na povečanje energijske porabe v obdobju po vadbi. Za povečanje mišične mase bi bilo verjetno treba trening izvajati dalj časa, saj morfološke prilagoditve potrebujejo dalj časa, da se izrazijo. Prvih nekaj tednov so namreč po ugotovitvah Gabriela (2006) za povečanje moči v največji meri odgovorne

živčne prilagoditve, ne glede na metodo vadbe. Statistično neznačilne razlike rezultatov pred-po pri spremenljivkah stisk pesti, MM in ITM preiskovank (ES < 0,170) se ujema z raziskavo Rhodessa in sodelavcev (2000), v katero je bilo vključenih 44 merjenk podobne starosti kot naše preiskovanke (povprečna starost: 68,8 leta), vendar je intervencija trajala dlje, tj. 52 tednov. Po drugi strani pa študija Justine in sodelavcev (2012) s 43 merjenkami povprečne starosti 70,9 leta in trajanjem 12 tednov ugotavlja statistično neznačilne razlike med kontrolno in eksperimentalno skupino pri rezultatih izboljšanja mišične funkcije, definirane prek stiska pesti in upogiba komolca. Na podlagi te študije bi lahko sklepali, da povečana sila pri stisku pesti in 1 RM pri upogibu komolca nista posledici vadbene intervencije. Torej je mogoče, da je tako tudi v naši študiji. Ker telesne dejavnosti starostnic v prostem času nismo spremljali in ker v naši raziskavi napredka nismo primerjali s kontrolno skupino, te predpostavke ne moremo preveriti. Kljub temu, da smo sprva predvidevali večji napredek v moči starejših žensk, lahko po pregledu literature zaključimo, da so rezultati naše študije relevantni glede na čas trajanja in starost preiskovank ter so v skladu z rezultati drugih študij.

Glavna ugotovitev raziskave je, da ustrezno načrtovana in stopnjevana vadba z zadostno obremenitvijo povzroči povečanje mišične moči – po pričakovanjih prav pri dvignjenem bremenu pri upogibu komolca, ki smo ga upoštevali kot pokazatelja moči zgornjih okončin. Glede na raziskavo Jeounga in Choola (2015) bi lahko preiskovanke v naši študiji opredelili kot nadpovprečno telesno zmogljive, pri katerih izključujemo težave pri manipulacijah z zgornjimi okončinami. Povprečna vrednost stiska pesti preiskovank v naši raziskavi je bila 4,1 N/kg TM, tj. 29,5 kg. Na podlagi študije Wiśniowska-Szurlejeve (Wiśniowska-Szurlej idr., 2021), ki je bila izvedena na 271 starejših ženskah, se namreč naš vzorec po starosti in vrednosti stiska pesti uvršča med 75. (28,7 kg) in 90. (31,2 kg) percentil vseh rezultatov. Vadba za moč ima večje učinke pri manj treniranih oziroma manj fizično pripravljenih posameznikih (James idr., 2018). Sklepamo lahko torej, da prav zaradi dobre telesne zmogljivosti preiskovank vadbeni protokol ni bil dovolj intenziven, da bi vplival na izboljšanje rezultata pri stisku pesti (Bemben in Murphy, 2001). Med vzroki za to, da razlik pri rezultatih stiska pesti po osmih tednih vadbe nismo

ugotovili, bi lahko bil v odsotnosti specifičnih vaj za upogibalke zapestja in prstov. To so bile submaksimalno izometrično obremenjene le pri preostalih vajah ob prijemu elastik, ročk ali bremen. Po drugi strani pa so se rezultati upogiba komolca, kjer pride do koncentričnega in ekscentričnega mišičnega naprezanja, povečali v veliki meri. Razlog za to je lahko izbira vaj za zgornje ekstremitete (potiski, potegi, dvigi), ki so bile izvedene s počasnimi tekočimi koncentričnimi ponovitvami in so se torej po tipu izvedbe vaj in mišičnemu krčenju v večji meri približale testu upogiba komolca. Upoštevati pa je treba tudi kratko obdobje vadbene intervencije, ki je verjetno imelo večji vpliv na mišice upogibalke komolca v primerjavi z upogibalkami zapestja in prstov. Upogibalke komolca so v vsakdanu starejših žensk manj obremenjene kot upogibalke zapestja in prstov, kar pomeni, da je bila glede na začetno moč intenzivnost oziroma količina vadbe za te mišične skupine premajhna, da bi dosegli pozitivne prilagoditve v moči. Ugotovljene statistično neznčilne razlike v rezultatih stiska pesti pred vadbo in po njej se ujema z ugotovitvami raziskave Prata in Scheicherja (2015), ki je obsegala 12-tedensko vadbo za moč in ravnotežje. Pri tej raziskavi je sodelovalo 11 žensk povprečne starosti 72,4 leta. Čeprav je stisk pesti dobro merilo splošne moči, tudi v tej raziskavi niso ugotovili statistično značilnega napredka v rezultatih.

Pri ugotavljanju povezanosti med starostjo in napredkom oziroma spremembo rezultatov testov pred-po ter starostjo preiskovank so bili rezultati statistično neznčilni, kar pomeni, da starost preiskovank ni vplivala na končne rezultate meritev v primerjavi z začetnimi. Po pregledu literature smo ugotovili, da kljub hormonskim spremembam, krhkosti, spremembi življenjskega sloga v bolj sedečega in pojavnosti sarkopenije, ki se v večji meri odražajo pri višji starosti žensk, ni dokazov o tem, da bi mlajše preiskovanke v istem časovnem obdobju napredovale bolj kot starejše (Kittilsen idr., 2021; Reeves idr., 2006). Izsledki naše raziskave se torej ujema s preostalimi študijami iz literature. Mogoče pa je, da v naši raziskavi statistično značilnih povezav nismo ugotovili zaradi premajhnih starostnih razlik med preiskovankami, kar pomeni, da so rezultati korelacije manj verodostojni in korelacijski koeficient je manjši.

Raziskava je imela nekaj omejitev, na katere je treba opozoriti. Največja omejitev raziskave je bila odsotnost kontrolne skupine.

V prihodnje bi bilo za večjo zanesljivost vrednotenja napredka smiselno študijo ponoviti z vključitvijo kontrolne skupine. Na rezultate meritev bi lahko vplivala neizkušenos preiskovank, ki so se prvič srečale s testnim protokolom, prav tako pa tudi zunanji dejavniki v času osmih tednov, ki niso bili nadzorovani oziroma upoštevani pri raziskavi, kot so prehranske navade, dodatna športna aktivnost, bolezen in drugi. Smiselno bi bilo dodati tudi skupino za izvajanje primerljivega protokola vadbe z namenom preverbe učinkovitosti našega pristopa, ki je bil sestavljen sistematično, celostno in ni bil usmerjen le v napredek v moči zgornjih ekstremitet. Z našim programom smo želeli posnemati vadbene protokole, ki so smiselni za uporabo v praksi. Ker pa se je maščobna masa kljub okreptvi telesne dejavnosti povečala, bi bilo smiselno dodatno opazovati in vrednotiti tudi vnos energije. Posebno zato, ker je bil naš namen spremljati spremembe v telesni sestavi. Uporabljena metoda ocenjevanja telesne sestave se je v preteklosti izkazala za manj zanesljivo. Bolj verodostojne rezultate bi dobili, če bi bila uporabljena kvalitetnejša, npr. 8-točkovna bioimpedanca (Jurov idr., 2021) ali rentgen (Brodie idr., 1998), vendar to z vidika dostopnosti naprav v času izvedbe študije ni bilo izvedljivo. S tem bi dobili še bolj celosten vpogled v učinkovitost različnih metod vadbe za izboljšanje moči in spremembo telesne sestave pri starejših ženskah, s čimer bi naredili dodaten korak k preprečevanju nastanka kroničnih nenalezljivih boleznih, izboljšanju zdravljenja v primeru boleznih in sočasno povečanju gibalne učinkovitosti, mobilnosti in s tem samostojnosti starejših žensk.

## ■ Zaključek

V članku smo analizirali rezultate testov pred izvedbo 8-tedenskega protokola vadbe za moč za starejše ženske in po njem. Rezultati testiranja so pokazali statistično značilno povečanje moči upogiba komolca, telesne mase in maščobne mase. Rezultati ne kažejo linearne odvisnosti med napredkom (rezultati pred-po) in starostjo preiskovank. Upogib komolca se je v izvedeni raziskavi obnesel kot uporaben in občutljiv test povečanja moči zgornjih ekstremitet starejših žensk. Stopnjevanje in starejšim ženskam prilagojen protokol vadbe za moč je lahko izhodišče za vadbo moči starejših žensk v praksi, saj se je izkazal kot učinkovit za povečanje moči pri upogibu komolca. Po drugi strani pa nam ni uspelo

dokazati napredka pri preostalih kazalnikih z zdravjem povezanega telesnega fitnesa (spremenljivke sestave telesa in sila stiska pesti). Sklenemo lahko, da vadba za moč ni dovolj za krepitev zdravljenja (in omejevanje nekaterih dejavnikov tveganja za kronične nenalezljive bolezni, kot sta maščobna masa, ITM in sila pri stisku pesti) pri starejših ženskah. Ima pa specifičen učinek na moč zgornjih okončin.

## ■ Literatura

1. Baguley, T. (2004). Understanding statistical power in the context of applied research. *Applied Ergonomics*, 35, 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2004.01.002>
2. Bohannon, R. (2019). Grip Strength: An Indispensable Biomarker For Older Adults. *Clinical Interventions in Aging*, 14, 1681–1691. <https://doi.org/10.2147/CIA.S194543>
3. Colprim Galceran, D., Fariols Danés, C., Prat Clusellas, T., Luna Aranda, M., Muniesa Portolés, J. M., Planas Domingo, J. (2011). Hand grip strength: can this be a prognostic factor for mortality in palliative care patients? *Revista Espanola de Geriatria y Gerontologia*, 46, 265–267. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2011.02.007>
4. Fried, L., Tangen, C., Newman, J., Hirsch, A., Gottdiener, C., Seeman, T., ... McBurnie, M. (2001). Frailty in older adults: evidence for phenotype. *The Journals of Gerontology*, 56, 146–156. <https://doi.org/10.1093/gerona/56.3.M146>
5. Gabriel, D. A. (2006). Neural Adaptations to Resistive Exercise. *Sports Medicine*, 36, 133–149. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636020-00004>
6. Garber, C., Blissmer, B., Deschenes, M., Franklin, B., Lamonte, M., Lee, I.-M., ... Swain, D. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *American College of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.7916/D8CR5T2R>
7. Jeoung, B. J. in Chool, Y. (2015). A Study of relationship between frailty and physical performance in elderly women. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 11, 215–219. <https://doi.org/10.12965/jer.150223>
8. Justine, M., Hamid, T., Mohan, V. in Jagannathan, M. (2012). Effects of Multicomponent Exercise Training on Physical Functioning among Institutionalized Elderly. *International Scholarly Research*. <https://doi.org/10.5402/2012/124916>
9. Lawman, H., Troiano, R., Perna, F., Wang, C.-Y., Fryar, C. in Ogden, C. (2016). Associations of Relative Handgrip Strength and Cardio-

- vascular Disease Biomarkers in U.S. Adults, 2011-2012. *American journal of preventive medicine*, 677–683. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2015.10.022>
10. Liu, C.-j., Marie, D., Fredrick, A., Bertram, J., Utley, K. in Fess, E. E. (2017). Predicting hand function in older adults: evaluations of grip strenght, arm curl strenght, and manual dexterity. *Aging Clinical and Experimental Research*, 753–760. <https://doi.org/10.1007/s40520-016-0628-0>
  11. Nascimento, M., Cyrino, E., Nakamura, F., Romanzini, M., Pianca, H. in Queiroga, M. (2007). Validation of the Brzycki equation for the estimation of 1-RM in the bench press. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 47–50. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922007000100011>
  12. Pahor, M., Manini, T. in Cesari, M. (2009). Sarcopenia: clinical evaluation, biological markers and other evaluation tools. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, 724–728. <https://doi.org/10.1007/s12603-009-0204-9>
  13. Pei, X., Liu, L., Cai, Y., Peng, Y., Ma, C., Jin, Y. in Ping, Z. (2019). Body mass index cut-off points for predicting chronic non-communicable disease should differ by gender and age group. *Public health*, 54–59. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2019.06.018>
  14. Prata, M. in Scheicher, M. (2015). Effects of strength and balance training on the mobility, fear of falling and grip strength of elderly female fallers. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 646–650. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2014.11.013>
  15. Rhodes, E., Martin, A., Taunton, J., Donnelly, M., Warren, J. in Elliot, J. (2000). Effects of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women. *British journal of sports medicine*, 18–22. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.34.1.18>
  16. Seguin, R. in Nelson, M. (2003). The benefits of strenght training for older adults. *American Journal of Preventive Medicine*, 141–149. [https://doi.org/10.1016/S0749-3797\(03\)00177-6](https://doi.org/10.1016/S0749-3797(03)00177-6)
  17. Spira, D., Buchmann, N., Nikolov, J., Demuth, I., Steinhagen- Thiessen, E., Eckardt, R. in Norman, K. (2015). Association of low lean mass with frailty and physical performance: a comparison between two operational definitions of sarcopenia—data from the Berlin Aging Study II (BASE-II). *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 779–784. <https://doi.org/10.1093/gerona/glu246>
  18. *The Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone*. (2022). Pridobljeno s <https://eparmedx.com/wp-content/uploads/2022/01/ParQPlus2022.pdf>
  19. Wells, J. in Shirley, M. (2016). Body composition and the monitoring of non-communicable chronic disease risk. *Global health, epidemiology and genomics*. <https://doi.org/10.1017/gheg.2016.9>
  20. World Health Organization. (2020). *Guidelines on Physical activity and sedentary behaviour*. Pridobljeno s <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1315866/retrieve>
- doc. dr. Darjan Spudić, mag. kin.  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport  
darjan.spudic@fsp.uni-lj.si