

## Vpliv vadbe pilates na stabilnost jedra in ravnotežje pri starejših odraslih – sistematični pregled literature

### Pilates exercise and its effect on core stability and balance in older adults – systematic literature review

Anja Hudej<sup>1</sup>, Darja Rugelj<sup>1</sup>

#### IZVLEČEK

**Uvod:** Ravnotežje je sposobnost učinkovitega ohranjanja položaja telesa v mirovanju ali gibanju. Mišice jedra prispevajo k stabilnosti hrbtenice in s tem na izboljšanje ravnotežja. Oblika vadbe, s katero se te krepijo, je tudi vadba pilates. Namen pregleda je bil ugotoviti vpliv vadbe pilates na stabilnost jedra in ravnotežje pri starejših odraslih. **Metode:** Za sistematični pregled literature smo raziskovalne članke iskali v podatkovni zbirki Web of Science z uporabo ključnih besed v angleškem jeziku: pilates, core stability, elderly. **Rezultati:** V pregled smo vključili sedem raziskav, v katerih so ugotavljali vpliv vadbe pilates na ravnotežje pri starejših odraslih. V petih raziskavah so poročali o klinično pomembnem izboljšanju statičnega in dinamičnega ravnotežja, v eni le o statistično pomembnem izboljšanju, v eni raziskavi pa niso poročali o klinično ali statistično pomembnem izboljšanju ravnotežja. V nobeni raziskavi niso poročali o neposrednem vplivu vadbe na mišice stabilizatorje trupa. **Zaključek:** Izsledki raziskav kažejo, da je vadba pilates primerna za izboljšanje ravnotežja pri starejših odraslih. V prihodnosti bi bilo smiselno opraviti tudi raziskave, v katerih bi ovrednotili učinke vadbe pilates na mišice jedra tudi pri starejših. Prav tako bilo treba ugotoviti optimalen program vadbe pilates in optimalno trajanje vadbe za izboljšanje ravnotežja.

**Ključne besede:** vadba pilates, starejši odrasli, ravnotežje, stabilnost jedra.

#### ABSTRACT

**Introduction:** Balance is the ability to effectively maintain body posture in a static or dynamic environment. Core muscles contribute to spinal stability and consequently to whole body balance. Pilates is one type of exercise that can strengthen the core muscles. The purpose was to review the results of randomised controlled trials on the effects the Pilates exercise have on the core stability and balance in older adults. **Methods:** Literature search for the systematic review was performed on the Web of Science database. The following keywords were used: Pilates, core stability, elderly. **Results:** The systematic review of the literature included seven articles that discussed the effect of Pilates exercise on balance of older adults. Five of them reported the clinically important improvement of static and dynamic balance, one reported statistically but not clinically important effect and one reported no change after Pilates training. However, they did not report the direct effect of exercise on the core stabilizing muscles. **Conclusion:** Based on the findings of this review we can conclude that the Pilates exercises are effective for balance improvement in older adults. Future research should address the effects of the Pilates exercise on the core muscles of the elderly as well as to establish the optimal type of the Pilates exercise and the optimal volume of the exercise programmes for improving the balance.

**Key words:** Pilates exercise, older adults, balance, core stability.

---

<sup>1</sup> 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: 8.10.2019

Sprejeto: 4.11.2019

## UVOD

Ravnotežje je sposobnost učinkovitega ohranjanja položaja telesa v statičnem ali dinamičnem okolju (1) in sposobnost prilagajanja telesa na zunanje motnje. Je kompleksen proces, ki zahteva združevanje senzoričnih informacij iz različnih virov in ustrezne prilagoditve drže (2). Mišice jedra so le ena izmed številnih mišičnih skupin udeleženih pri uravnavanju drže in ravnotežja. Izsledki raziskav potrjujejo, da je zmogljivost mišic jedra pomembna za ravnotežje in s tem za opravljanje vsakodnevnih dejavnosti pri starejših odraslih (3).

Kot mišice jedra (angl. core) so opisane tiste, ki zagotavljajo lokalno in globalno stabilizacijo hrbtenice in trupa. Jedro je opisano kot mišičasta škatla: spredaj je prema trebušna mišica, zadaj paraspinalne in glutealne mišice, na vrhu diafragma ter na dnu mišice medeničnega dna ter mišice kolka (4). Ena izmed vadb, pri kateri poročajo o aktivaciji stabilizatorjev jedra, je vadba pilates. Vadba pilates pri starejših odraslih krepi mišice jedra (3), izboljša ravnotežje (5), gibljivost (6), telesno držo (7) in kakovost življenja (5) ter zmanjša tveganje za padce (3). Med vadbo je pozornost usmerjena predvsem v nadzorovano aktivacijo mišic, telesno držo in dihanje (8). Stott Pilates (9) navaja, da so med vadbo pomembni pravilno dihanje, poravnava vratu, stabilizacija reber in lopatic, mobilnost medenice in aktivacija mišice transversus abdominis.

Izsledki raziskav, v katerih so proučevali aktivacijo mišic stabilizatorjev hrbtenice, kažejo, da se s pilates vadbo aktivirajo tako globoki lokalni stabilizatorji mm. multifidus in m. obliquus externus kakor tudi povrhnji globalni stabilizatorji m. rektus abdominis in mm. erektors spinae (10). V mišicah ekstenzorjih trupa se z vajami pilates lahko izvabi jakost mišične kontrakcije med 51,5 in 57,8 % največje mišične kontrakcije (MVC) (11). Mišice se aktivirajo v sinergijah, ki zagotavljajo hkratno aktivacijo lokalnih in globalnih stabilizatorjev (12). Jakost mišične kontrakcije, ki je izražena kot odstotek MVC, je odvisna od položaja, v katerem se izvaja določena vaja. Pri anteriorni postavitvi medenice se na primer močneje aktivirajo lokalni ekstenzorji (10), pri posteriorno postavljeni medenici pa se bolj aktivirajo globalni fleksorji (10). V vseh omenjenih raziskavah so bili

preiskovanci mladi in so imeli večmesečne ali večletne izkušnje z vadbo pilates (11, 12).

Proces staranja povzroči spremembe v mišično-skeletnem in živčno-mišičnem sistemu bodisi zaradi posledic degenerativnih ali bolezenskih procesov bodisi zaradi bolečine. Posledično pride do spremembe vključevanja mišic in s tem do spremembe vzorcev aktivacije, tako na ravni agonistov kot na ravni stabilizatorjev (13). Zato je bil namen tega sistematičnega pregleda literature na podlagi izsledkov raziskav zadnjih petih let ugotoviti, kakšni so učinki vadbe pilates na lokalne in globalne stabilizatorje hrbtenice in jedra ter funkcijo ravnotežja pri starejših odraslih.

## METODE

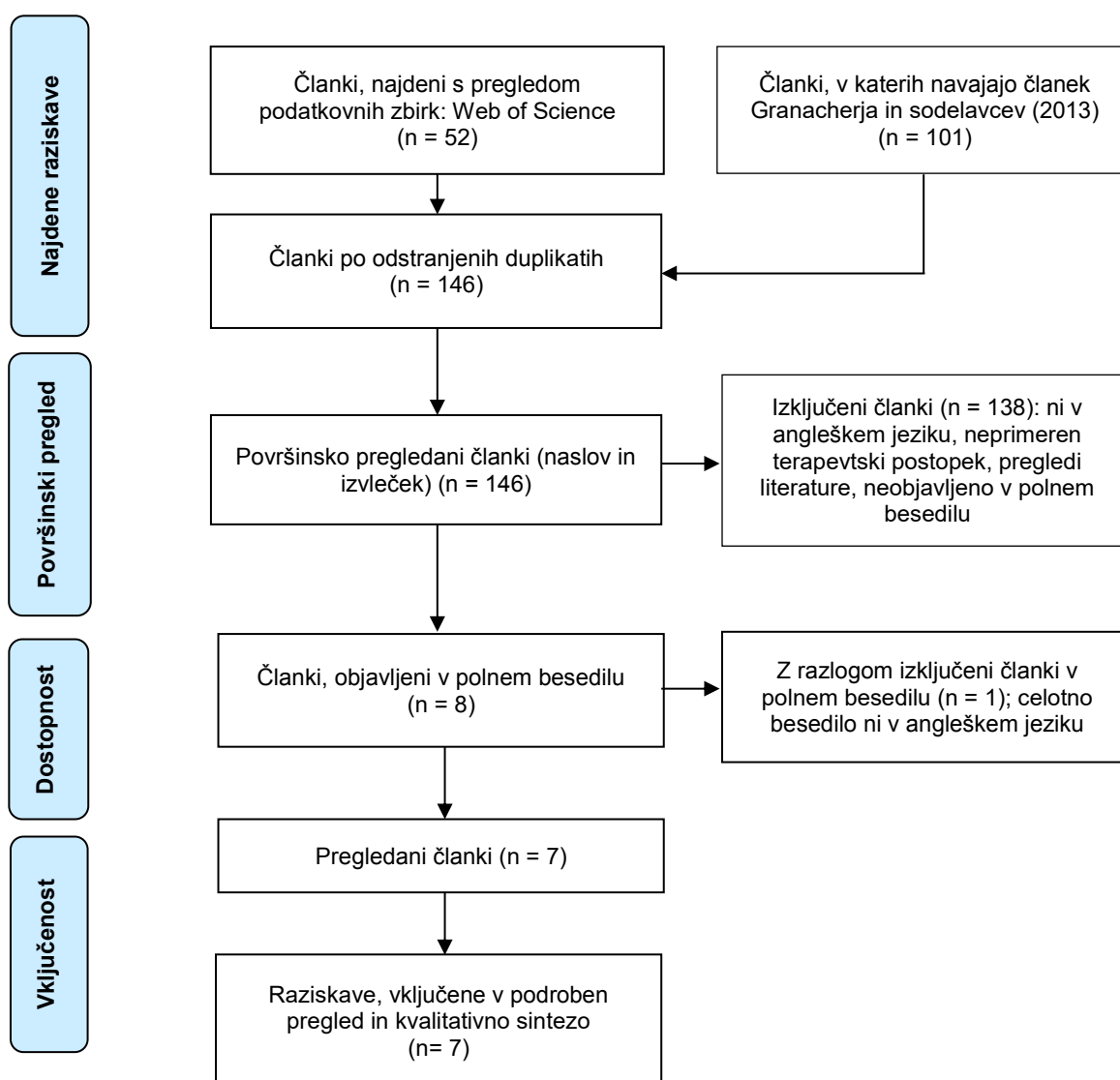
Iskanje znanstvenoraziskovalnih člankov je potekalo v podatkovni zbirki Web of Science. Za iskanje literature so bile uporabljene ključne besede v angleščini: pilates, core stability, elderly. Ključne besede so bile iskane le v naslovu in izvlečku člankov. V pregled smo vključili članke, objavljene v zadnjih petih letih, napisane v angleškem jeziku ter dostopne v polnem besedilu. Obsegati so morali randomizirane kontrolirane poskuse, v katerih so v preiskovalni skupini izvajali vadbo pilates in so bili preiskovanci starejši odrasli. Izključili smo članke, v katerih niso testirali aktivnosti mišic stabilizatorjev trupa ali ravnotežja, in članke, v katerih so bili v vzorec vključeni tudi starejši odrasli s poškodbami ali boleznimi (parkinsonova bolezen, multipla skleroza, osteoporoz). Dodatno smo pregledali tudi članke, ki so citirali pregledni članek Granacherja in sodelavcev (3). Tiste članke, ki so po naslovu ustrezali naši temi, smo poiskali v podatkovnih zbirkah in jih vključili v pregled, če so ustrezali našim vključitvenim merilom (slika 1). Metodološko kakovost raziskav smo ovrednotili z ocenami po lestvici PEDro (Physiotherapy Evidence Database) (14), ki smo jih povzeli iz istoimenske podatkovne zbirke. Od sedmih pregledanih raziskav tri (15–17) še niso imele dodeljene ocene po lestvici PEDro. Te smo z upoštevanjem navodil za ocenjevanje ocenili sami. Pri tem smo si pomagali z obrazcem in navodili za ocenjevanje, ki so dostopni na spletni strani PEDro (14).

**REZULTATI**

Postopek izbire člankov je prikazan na sliki 1. V pregled smo vključili sedem raziskav, objavljenih med letoma 2014 in 2018. Pet raziskav je bilo randomiziranih kontroliranih (6, 15, 18–20), dve pa sta bila kontrolirana poskusa (16, 17). V tabelah so vsi rezultati predstavljeni posebej za randomizirane kontrolirane poskuse in posebej za raziskave s kontrolno skupino. V zajetih raziskavah je sodelovalo od 32 (6) do 63 (19) preiskovancev, skupno jih je bilo 329. Povprečna starost preiskovalne skupine je bila 66,9 leta, povprečna starost kontrolne skupine pa 66,8 leta. Značilnosti preiskovancev so predstavljene v

preglednicah 1 in 2. Metodološka kakovost vključenih raziskav je bila srednja (6, 16–18, 20) do visoka (15, 19), s povprečno oceno raziskav pet. Ocene kakovosti posameznih raziskav so prikazane v preglednicah 1 in 2.

Preiskovanci so v preiskovalnih skupinah izvajali različne oblike vadbe pilates. V kontrolnih skupinah pilates vadbe niso izvajali, izjema sta bili dve raziskavi, v katerih so izvajali vadbo na nestabilni podlagi (16) in raztezne vaje (6). Pri pilates vadbi so uporabljali različne pripomočke, kot so elastični trakovi, žoge (17, 19, 20), pilates



Slika 1: Diagram poteka PRISMA (36)

obroč (19), uteži (1 kg) (15) in posebne naprave za pilates (6). V eni raziskavi so izvajali le proste vaje (16), v raziskavi Donatha in sodelavcev (18) pa postopek pilates vadbe ni bil dovolj natančno opisan, da bi iz njega lahko sklepali, ali so uporabljali pripomočke (18). Posamezne vadbene enote so trajale od 40 (16) do 60 minut (6, 15, 17, 18, 20). Vadba se je izvajala dvakrat (6, 15, 18, 20) do trikrat (16, 17, 19) na teden. Stopnjevanje intenzivnosti je bilo opisano le v dveh raziskavah (6, 18). V eni so intenzivnost spreminjali glede na napredek vsakega preiskovanca ob ohranjanju enakega števila ponovitev (6), v drugi pa so stopnjevali vaje ter povečali število ponovitev (18). Dolžina vadbene programa je bila od štiri (19) do štirinajst tednov (15, 17, 19). Značilnosti vadbene programov so podrobneje predstavljene v preglednicah 1 in 2.

Za ovrednotenje učinka vadbe so uporabili različna merilna orodja. Najpogosteje je bil uporabljen časovno merjeni test vstani in pojdi (angl. Timed up and go test – TUG) za ocenjevanje dinamičnega ravnotežja (6, 15, 16, 19, 20). Poleg TUG so uporabili tudi test vstajanja s stola (15, 20), 6-minutni test hoje (15, 20), in Y-test ravnotežja (18). Za oceno statičnega ravnotežja so uporabili Bergovo lestvico za oceno ravnotežja (angl. Berg balance scale – BBS) (6, 17, 19), test stoje na eni nogi (18, 20), stabilometrijo in test funkcijskega dosega (15, 19).

Poleg ravnotežja so ocenjevali tudi funkcijsko samostojnost s protokolom Rikli in Jones (15), sklepno gibljivost (6, 18), mišično zmogljivost spodnjih in zgornjih udov (17) ter aerobno vzdržljivost (15). Uporabili so tudi lestvico za oceno zadovoljstva z življenjem (15), kratki vprašalnik o zdravju (angl. medical outcome survey short form - 36 health state questionnaire – SF-36) (6) in indeks za oceno padcev (17).

V šestih raziskavah (6, 15–17, 19, 20) so ugotovili, da se je ravnotežje statistično značilno izboljšalo. Donath in sodelavci (18) niso ugotovili statistično značilnega izboljšanja ravnotežja (preglednici 3 in 4).

V petih raziskavah so poročali o klinično pomembno krajšem času izvedbe TUG, Vieira in sodelavci (20) ter Curi in sodelavci (15) pa niso poročali o spremembi in razliki med preiskovanima skupinama. Število točk pri BBS se je povečalo v vseh raziskavah, razen v raziskavi, ki so jo opravili Mesquita in sodelavci (19), v kateri niso ugotovili statistično značilne razlike. Test funkcijskega dosega se je podaljšal (15, 19). Pri testu stoje na eni nogi se čas ni podaljšal (15, 20). Rezultati meritve gibanja središča pritiska se med raziskavama razlikujejo, v eni raziskavi ne poročajo o zmanjšanju gibanja središča pritiska (19), medtem ko v drugi (16) poročajo o zmanjšanju gibanja središča pritiska ter izboljšanju Rombergovega testa (16). Rezultati raziskav so podrobneje predstavljeni v preglednicah 3 in 4.

*Preglednica 1: Značilnosti preiskovancev in kakovost randomiziranih kontroliranih poskusov o učinkovitosti vadbe pilates*

Raziskava	Curi et al. (15)	Donath et al. (18)	Mesquita et al. (19)	Vieira et al. (20)	Campos de Oliveira et al. (6)
Število (n)	61	48	63	40	32
Povprečna starost (leta)	PS: 64,2 KS: 63,7	PIL: 70,8 VRUV: 69,1 KS: 69,2	PIL: 67,3 PNF: 68,5 KS: 71,5	PS: 66 KS: 63, 3	PS: 63,6 KS: 64,2
Spol (Ž/M)	61/0	36/12	63/0	40/0	32/0
Vadba: PS	PIL	PIL VRUV	PIL PNF	PIL	PIL
Vadba: KS	običajne VD	običajne VD	običajne VD	običajne VD	raztezne vaje
Trajanje	14 tednov	8 tednov	4 tedne	12 tednov	12 tednov
Število sej	28	16	12	24	24
Frekvenca (št. sej/teden)	2	2	3	2	2
Trajanje ene seje (min)	60	60	50	60	60
Ocena PEDro	6/10	4/10	6/10	5/10	5/10

PS: preiskovalna skupina; PIL: pilates vadba; KS: kontrolna skupina; VRUV: v ravnotežje usmerjena vadba; PNF: proprioceptivna nevro-muskularna facilitacija; VA: vsakodnevne dejavnosti.

*Preglednica 2: Značilnosti preiskovancev in kakovost raziskav nerandomiziranih kontroliranih poskusov o učinkovitosti vadbe pilates*

Raziskava	Hyun et. al. (16)	Irez (17)
Število (n)	40	45
Povprečna starost (leta)	PIL: 70,0 NP: 69,3	nad 65
Spol (Ž/M)	40/0	25/ 20
Vadba: PS	PIL	PIL hoja
Vadba: KS	nestabilna podlaga	normalne VD
Trajanje	12 tednov	14 tednov
Število sej	36	42
Frekvenca (št. sej/teden)	3	3
Trajanje ene seje (min)	40	60
Ocena PEDro	4/10	5/10

*PIL: pilates vadba; NP: vadba na nestabilni podlagi; PS: preiskovana skupina; KS: kontrolna skupina; VD: vsakodnevne dejavnosti*

*Preglednica 3: Izsledki randomiziranih kontroliranih poskusov, v katerih so proučevali učinke vadbe pilates na statično in dinamično ravnotežje*

Raziskava	Merilna orodja	Izidi
Curi et al. (15)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- funkcijski testi, mišična zmogljivost, gibljivost,</li> <li>- test vstajanja s stola,</li> <li>- test funkcijskega dosega, TUG, 6-minutni test hoje,</li> <li>- aerobna vzdržljivost,</li> <li>- lestvica zadovoljstva z življenjem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PS: ↑ ravnotežje (TUG za 1, 1 sek), zmogljivost sp. udov in druge proučevane spremenljivke;</li> <li>- Razlika med skupinama:</li> <li>- PS klinično pomembno ↑ TUG in drugih spremenljivk</li> </ul>
Donath et al. (18)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- test stoje na eni nogi z odprtimi očmi;</li> <li>- Y-test ravnotežja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PIL: ↑ Y-testu ravnotežja za 2 točki</li> <li>- VRUV: ↑ Y-test ravnotežja, stoja na eni nogi,</li> <li>- Razlika med skupinama:</li> <li>- PIL: KS nejasne razlike,</li> <li>- VRUV: KS: ↑ Y-test ravnotežja, stoja na eni nogi</li> </ul>
Mesquita et al. (19)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- test funkcijskega dosega</li> <li>- TUG,</li> <li>- stabilometrija,</li> <li>- BBS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PIL: ↑ funkcijski doseg (za 9 cm), TUG (za 3,6 sek.),</li> <li>- PNF: ↑ gibanje SP, BBS, funkcijski doseg, TUG</li> <li>- Razlika med skupinama:</li> <li>- PIL: PNF niso klinično pomembne</li> </ul>
Vieira et al. (20)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- test vstajanja s stola,</li> <li>- 6-minutni test hoje;</li> <li>- test stoje na eni nogi,</li> <li>- TUG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PS: ↑ test vstajanja s stola (za 2 sek.), 6-minutni test hoje (za 50 m);</li> <li>- KS: ni izboljšanja</li> <li>- Razlika med skupinama:</li> <li>- PS: Klinično pomembno ↑</li> </ul>
Campos de Oliveira et. al. (6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- BBS,</li> <li>- TUG,</li> <li>- kratki vprašalnik o zdravju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PS: ↑ BBS (za 1,8 točke), TUG (za 2 sek.),</li> <li>- KS: ↑ socialne dejavnosti</li> <li>- Razlika med skupinama</li> <li>- ↑ PS ni klinično pomembno</li> </ul>

*PS: preiskovalna skupina; ↑: izboljšanje; TUG: časovno merjeni test vstani in pojdi (angl. Timed up and go test); PIL: pilates vadba; VRUV: v ravnotežje usmerjena vadba; KS: kontrolna skupina; PNF: proprioceptivna nevromuskularna facilitacija; SP: središče pritiska; BBS: Bergova lestvica za oceno ravnotežja (angl. Berg balance scale).*

*Preglednica 4: Izsledki nerandomiziranih kontroliranih poskusov, v katerih so proučevali učinke vadbe pilates na statično in dinamično ravnotežje*

Raziskava	Merilna orodja	Izidi
Hyun et. al. (16)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Stabilometrija</li> <li>– Rombergov test</li> <li>– TUG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– PIL: ↑ zmanjšanje hitrosti in dolžine gibanja SP, TUG (4,4 sek.),</li> <li>– NP: ↑ zmanjšanje hitrosti in dolžina gibanja SP, TUG (4,1 sek.),</li> </ul> <p>Razlika med skupinama: Večje ↑ v PIL kot NP, zmanjšana hitrost in dolžina gibanja SP in TUG</p>
Irez (17)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– BBS:</li> <li>– Lestvica ABC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– PIL: ↑ BBS za 3,4 točke, lestvica ABC ↑ za 5,1 točke,</li> <li>– hoja: ↑ gibljivost.</li> </ul> <p>Razlika med skupinama: v PIL: klinično pomembno ↑ BBS in lestvica ABC; hoja: ↑ le gibljivosti</p>

*PIL: pilates vadba; ↑: izboljšanje; SP: središče pritiska; TUG: časovno merjeni test vstani in pojdi (angl. Timed up and go test); NP: vadba na nestabilni podlagi; BBS: Bergova lestvica za oceno ravnotežja (angl. Berg balance scale); ABC: lestvica zaupanja pri dejavnostih, povezanih z ravnotežjem (angl. Activities-Specific Balance Confidence Scale).*

**RAZPRAVA**

V sistematični pregled smo zajeli raziskave, v katerih so proučevali zmogljivost mišic stabilizatorjev trupa oziroma jedra in ravnotežje pri starejših odraslih, ki so vadili pilates. Kot navajajo Granacher in sodelavci (3), je moč jedra pomembna za opravljanje vsakodnevnih dejavnosti pri starejših odraslih. Avtorji navajajo, da je eden glavnih ciljev vadbe pilates okrepiti mišice jedra (21, 22). Med iskanjem virov nismo zasledili raziskav, v katerih bi tudi pri starejših odraslih merili aktivnost mišic stabilizatorjev trupa med izvajanjem pilates vaj ali poročali o zmogljivosti mišic jedra kot izidu vadbe. Zato smo se v pregledu osredotočili na vpliv vadbe pilates na ravnotežje pri starejših odraslih. Do zdaj je bilo narejenih že nekaj sistematičnih pregledov o učinku vadbe pilates (3, 23–25). V predhodnih sistematičnih pregledih so ugotovili, da vadba pilates pomembno izboljša statično in dinamično ravnotežje pri starejših odraslih (3, 23–25). Kljub temu je zaradi metodološke pestrosti in novih randomiziranih kontroliranih poskusov o učinkih vadbe pilates dodatni pregled literature smiseln.

Vključili smo sedem raziskav. V vseh so v preiskovalni skupini izvajali vadbo pilates. V treh raziskavah sta bili dve eksperimentalni skupini; poleg pilates vadbe so izvajali običajni trening ravnotežja (18), PNF diagonalne vzorce gibanja (19) ali hojo (17). V petih raziskavah so poročali o

klinično pomembnem izboljšanju statičnega in dinamičnega ravnotežja, v eni raziskavi je prišlo do statistično pomembnega izboljšanja, niso pa poročali o neposrednem vplivu vadbe na mišice stabilizatorje trupa.

Povprečna ocena metodološke kakovosti raziskav, ki smo jih vključili v pregled, je bila pet. Na podlagi ugotovljene kakovosti raziskav lahko imamo visoko stopnjo zaupanja v rezultate raziskav. Poleg tega so bile po kakovosti glede na lestvico PEDro raziskave homogene in med seboj primerljive. V dosedanjih pregledih literature so se točke lestvice PEDro pri raziskavah, ki so jih proučevali Granacher in sodelavci (3), gibale od treh (26) do devetih (27) točk, povprečna ocena pa je bila 5,2. Povprečne ocene pri do zdaj objavljenih preglednih člankih so bile nižje, na primer 3,8 (24), prav tako pa so bile v te preglede zajete raziskave, ki so bile po lestvici PEDro ocenjene zelo različno (3, 24).

Število v raziskavi obravnavanih preiskovancev je pomembno, saj imajo rezultati z majhnim številom preiskovancev večjo možnost napake alfa in beta (28) in so manj zanesljivi kot rezultati raziskav z večjim številom preiskovancev. Prav tako je mogoče, da ne bomo dobili ustreznega odgovora na raziskovalno vprašanje (29). Glede na število preiskovancev v vključenih člankih (skupno 329), lahko sklepamo, da je vzorec dovolj velik, da lahko

zaupamo v zaključke pregleda literature. Ugotavljamo, da je velikost vzorca podobna kot v pregledu, ki so ga naredili Barker in sodelavci (23). V zajetih raziskavah je sodelovalo od 32 do 60 preiskovancev. Engers in sodelavci (25) so imeli v svojem pregledu prav tako podobno število preiskovancev v posameznih raziskavah kot raziskave, ki smo jih zajeli, izstopali sta le dve: ena, ki je imela le osem preiskovancev (30) in druga, ki jih je imela kar 311 (31). Pri Granacherju in sodelavcih (3) izstopata dve raziskavi, ki imata manj kot deset preiskovancev (26, 30), druge raziskave pa imajo podobno število preiskovancev kot članki v našem pregledu. V pregledu, ki so ga opravili Cancela in sodelavci (24), so vključili le od šest do 30 preiskovancev, kar je zelo majhen vzorec. Iz navedenega ugotavljamo, da je velikost vzorca v raziskavah, ki smo jih vključili v naš pregled, dovolj velika.

Starost preiskovancev se je med raziskavami, ki smo jih vključili v pregled, razlikovala. Campos de Oliveira in sodelavci (6) so vključili le preiskovance med 60. in 65. letom starosti, pri preostalih raziskavah pa je bila spodnja meja starosti postavljena na 60 ali 65 let. Podobno je bilo tudi v drugih, že prej opravljenih sistematičnih pregledih. Pri Canceli in sodelavcih (24) je bila minimalna starost 65 let, pri drugih pa 60 let (3, 23, 25). V pregledanih raziskavah je bila večina preiskovancev mlajša od 70 let, zato menimo, da bi bilo treba v prihodnje narediti raziskave, v katerih bi vključili tudi ljudi, starejše od 70 let, saj je bila večina raziskav narejena v skupini mladih starejših. Starejši odrasli so namreč v zgodnji starosti pogosto še precej aktivni in večinoma precej zdravi, zato je tudi ravnotežje lahko boljše kot pri višji starosti. Smiselno bi bilo raziskati tako imenovane srednje starostnike (od 75 do 84 let) (32).

Pri ugotavljanju učinkovitosti vadbenih programov je pomembna časovna komponenta, saj so lahko rezultati odvisni od trajanja raziskave. Cancela in sodelavci (24) navajajo, da je minimalni čas, po katerem je opazna sprememba povezana z vadbo pilates, štiri tedne. Trajanje obravnav se je v vključenih raziskavah precej razlikovalo. O najkrajšem obdobju vadbe so poročali Mesquita in sodelavci (19), in sicer štiri tedne; najdaljše obdobje, 14 tednov, sta trajali obravnavi, ki so jo

opravili Curia in sodelavci (15) ter Irez (17). V predhodnih pregledih literature poročajo o času obravnave od štiri do 12 tednov, obstajajo pa tudi raziskave, ki so trajale 24 tednov (31, 33) in 26 tednov (34). Granacher in sodelavci (3) navajajo, da bi daljše raziskave (12 tednov) lahko bile učinkovitejše kot krajše, ki trajajo od pet do osem tednov. Splošna priporočila za ohranjanje in izboljšanje ravnotežja priporočajo najmanj 50 ur vadbe, da pride do klinično pomembne spremembe v ravnotežju (35). Glede na zgornje navedbe lahko sklepamo, da v raziskavi, ki so jo opravili Donath in sodelavci (18), ni bilo bistvenih sprememb zaradi krajšega časa obravnave – osem tednov. Podobno lahko sklepamo tudi za raziskavo, ki so jo opravili Mesquita in sodelavci (19) in je trajala le štiri tedne, kar bi lahko vplivalo na to, da se nekaj ocenjenih spremenljivk ni izboljšalo.

V vseh člankih, ki smo jih pregledali, so ocenjevali statično in dinamično ravnotežje. Izjema je le članek, ki so ga napisali Donath in sodelavci (18), v katerem so ocenjevali le dinamično ravnotežje. Dinamično ravnotežje se je klinično pomembno izboljšalo v petih od sedmih pregledanih raziskav. V eni raziskavi je bilo izboljšanje statistično pomembno, ne pa tudi klinično (6). Izjema je bila raziskava, ki so jo izvedli Donath in sodelavci (18), v kateri so se rezultati izboljšali, vendar razlika ni bila klinično ali statistično pomembna. V tej raziskavi tudi niso poročali o bistvenem izboljšanju drugih ocenjenih spremenljivk, ki niso bile povezane z dinamičnim ravnotežjem. Za vse teste dinamičnega ravnotežja so v vključenih raziskavah poročali o izboljšanju, izjema je bil le rezultat TUG v raziskavi Vieirove in sodelavcev (20), ki le pri časovno merjenem TUG niso poročali o izboljšanju, drugi testi pa so pokazali napredek.

Rezultati ocenjevanja statičnega ravnotežja niso bili tako enoznačni kot rezultati ocenjevanja dinamičnega ravnotežja. Statično ravnotežje se je izboljšalo v treh raziskavah (6, 16, 17). V raziskavi, ki so jo izvedli Curi in sodelavci (15), so izvajali dva testa za oceno statičnega ravnotežja. Pri testu funkcijskega dosega je prišlo do klinično pomembnega izboljšanja, pri testu stoje na eni nogi z odprtimi očmi pa klinično pomembnega izboljšanja ni bilo. V dveh raziskavah se statično ravnotežje ni izboljšalo (19, 20), v eni pa ga niso testirali (18).

Če primerjamo učinke vadbe pilates na statično in dinamično ravnotežje med seboj, je v člankih, ki smo jih vključili, opaziti, da je stopnja izboljšanja dinamičnega ravnotežja večja kot stopnja izboljšanja statičnega ravnotežja. Pogosto so v isti raziskavi ocenjevali statično in dinamično ravnotežje, vendar so redko poudarili, da bi posebej želeli oceniti posamezno komponento ravnotežja. Ker je bilo za ocenjevanje statičnega ravnotežja uporabljenih veliko različnih testov, je težko primerjati rezultate. Za ocenjevanje dinamičnega ravnotežja so prav tako uporabili več različnih testov, vendar je bila analiza lažja, saj je bil najpogostejše, v petih raziskavah, uporabljen časovno merjeni TUG (6, 16, 18–20). To je skladno s predhodnimi pregledi literature (23, 24). Za ocenjevanje statičnega ravnotežja so pogosto uporabljali test funkcijskega dosega, kar je prav tako skladno z našim pregledom. Poročajo tudi o pogosti uporabi Tinettijevega testa ravnotežja (3, 23, 24), ki pa v člankih, ki smo jih vključili v naš pregled, ni bil uporabljen. V prihodnje bi bilo smiselno narediti raziskave, v katerih bi se osredotočili bolj na statično ravnotežje, saj se je statično ravnotežje do zdaj ocenjevalo manjkrat kot dinamično. Poleg tega bi bilo treba tudi ugotoviti, kateri testi so najprimernejši za ocenjevanje predvsem statičnega ravnotežja, saj se zdaj uporablja veliko različnih testov. Tako bi dobljene rezultate raziskav lažje primerjali med seboj.

Ker se vadbeni programi pilates v vključenih raziskavah razlikujejo, bi bilo v prihodnosti smiselno z raziskavami visoke kakovosti ugotoviti, kateri je optimalen program pilates vadbe in kolikšno je optimalno trajanje vadbe za izboljšanje ravnotežja ter zmanjšanje dejavnikov tveganja za padce.

## ZAKLJUČEK

Vadba pilates je na podlagi rezultatov našega pregleda primerna za izboljšanje ravnotežja pri starejših odraslih, saj izsledki večine raziskav poročajo, da se je statično in dinamično ravnotežje klinično pomembno izboljšalo. Na podlagi vključenih raziskav ugotavljamo, da bi bilo v prihodnje smiselno opraviti tudi raziskave, ki bi ovrednotile učinke vadbe pilates na mišice jedra tudi pri starejših. Prav tako bi bilo treba ugotoviti, kateri je optimalen program pilates vadbe, kolikšno

je optimalno trajanje vadbe za izboljšanje ravnotežja in kako dolgo trajajo učinki.

## LITERATURA

1. Shumway-Cook A, Woollacott MH (2014). *Motor control: Translating research into clinical practice*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 161–93.
2. Akram SB, Frank JS, Patla AE, Allum JH (2008). Balance control during continuous rotational perturbations of the support surface. *Gait Posture* 27(3): 393–8.
3. Granacher U, Gollhofer A, Hortobágyi T, Kressig RW, Muehlbauer T (2013). The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors. *Sports Med* 43(7): 627–41.
4. Richardson C, Jull G, Hodges P, Hides J (1999). *Therapeutic exercise for the spinal segmental stabilization in low back pain: scientific basis and clinical approach*. Edinburgh: Churchill Livingstone
5. Siqueira Rodrigues BG, Ali Cader S, Bento Torres NV, Oliveira EM, Martin Dantas EH (2010). Pilates method in personal autonomy, static balance and quality of life of elderly females. *J Bodyw Mov Ther* 14(2): 195–202.
6. Campos de Oliveira L, Gonçalves de Oliveira R, Pires-Oliveira DA (2015). Effects of Pilates on muscle strength, postural balance and quality of life of older adults: a randomized, controlled, clinical trial. *J Phys Ther Sci*. 27(3): 871–6.
7. Johnson EG, Larsen A, Ozawa H, Wilson CA, Kennedy KL (2007). The effects of Pilates based exercise on dynamic balance in healthy adults. *J Bodyw Mov Ther* 11(3): 238–42.
8. Wells C, Kolt GS, Bialocerkowski A (2012). Defining Pilates exercise. *Complement Ther Med* 20(4): 253–62.
9. Pilates S (2001). *Comprehensive matwork manual*. Toronto: Merrithew Corporation.
10. Queiroz BC, Cagliari MF, Amorim CF, Sacco IC (2010). Muscle activation during four Pilates core stability exercises in quadruped position. *Arch Phys Med Rehabil*. 91(1): 86–92.
11. Oliveira Menacho M, Silva MF, Obara K, Mostagi FQ, Dias JM, Lima TB, Abrão T, Cardoso JR (2013). The electromyographic activity of the multifidus muscles during the execution of two pilates exercises – wan dive and breast stroke – for healthy people. *J Manipulative Physiol Ther*. 36(5): 319–26.
12. Rossi DM, Morcelli MH, Marques NR, Hallal CZ, Gonçalves M, Laroche DP, Navega MT (2014). Antagonist coactivation of trunk stabilizer muscles



- during Pilates exercises. *J Bodyw Mov Ther.* 18(1): 34–41.
13. Quirk, DA, Hubley-Kozey, CL (2014). Age-related changes in trunk neuromuscular activation patterns during a controlled functional transfer task include amplitude and temporal synergies. *Hum Mov Sci.* 38: 262–80.
14. PEDro (1999). PEDro scale. [https://www.pedro.org.au/wpcontent/uploads/PEDro\\_scale.pdf](https://www.pedro.org.au/wpcontent/uploads/PEDro_scale.pdf). <23. 10. 2019>.
15. Curi SV, Haas AN, Alves-Vilaça J, Fernandes HM (2017). Effects of 16-weeks of Pilates on functional autonomy and life satisfaction among elderly women. *J Bodyw Mov Ther* 22(2): 424–9.
16. Hyun J, Hwangbo K, Lee CW (2014). The effects of pilates mat exercise on the balance ability of elderly females. *J Phys Ther Sci* 26(2): 291–3.
17. Irez GB (2014). The Effects of Different Exercises on Balance, Fear and Risk of Falling among Adults Aged 65 and Over. *Anthropologist* 18(1): 129–34.
18. Donath L, Roth R, Hürlimann C, Zahner L, Faude O (2016). Pilates vs. Balance Training in Health Community-Dwelling Seniors. *Int J Sports Med* 37(3): 202–10.
19. Mesquita LS, de Carvalho FT, Freire LS, Neto OP, Zângaro RA (2015). Effects of two exercise protocols on postural balance of elderly women: a randomized controlled trial. *BMC Geriatr* 15: 61.
20. Vieira ND, Testa D, Ruas PC, Salvini TF, Catai AM, de Melo RC (2016). The effects of 12 weeks Pilates-inspired exercise training on functional performance in older women: A randomized clinical trial. *J Bodyw Mov Ther* 21(2): 251–5.
21. Lately P (2002). Updating the principles of the Pilates method. *J Bodyw Mov Ther* 6(2): 94–101.
22. Critchley DJ, Pierson Z, Battersby G (2011). Effect of pilates mat exercises and conventional exercise programmes on transversus abdominis and obliquus internus abdominis activity. *Man Ther* 16(2): 183–9.
23. Barker AL, Bird ML, Talevski J (2015). Effect of pilates exercise for improving balance in older adults: a systematic review with meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 96(4): 715–23.
24. Cancela JM, de Oliveira IM, Rodríguez-Fuentes G (2014). Effects of Pilates method in physical fitness on older adults. *Eur Rev Aging Phys Act* 11(1): 81–94.
25. Engers, PB, Rombaldi AJ, Portella EG, da Silva MC (2016). The effects of the Pilates method in the elderly: A systematic review. *Rev Bras Reumatol Engl Ed* 56(4): 352–65.
26. Newell D, Shead V, Sloane L (2012). Changes in gait and balance parameters in elderly subjects attending an 8-week supervised Pilates programme. *J Bodyw Mov Ther* 16(4): 549–54.
27. Bird ML, Hill KD, Fell JW (2012). Randomized controlled study investigating static and dynamic balance in older adults after training with pilates. *Arch Phys Med Rehabil* 93(1): 43–9.
28. Portney LG, Watkins MP (2009). *Foundations of clinical research: applications to practice*. 3rd ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
29. Martínez-Mesa J, González-Chica DA, Bastos JL, Bonamigo RR, Duquia RP (2014). Sample size: how many participants do I need in my research? *An Bras Dermatol* 89(4): 609–15.
30. Kaesler DS, Mellifont RB, Swete Kelly P, Taaffe DR (2007). A novel balance exercise program for postural stability in older adults. *J Bodyw Mov Ther* 11(1): 37–43.
31. Ruiz-Montero PJ, Castillo-Rodriguez A, Mikalački M, Nebojsa Č, Korovljević D (2014). 24-weeks Pilates-aerobic and educative training to improve body fat mass in elderly Serbian women. *Clin Interv Aging.* 9: 243–8.
32. Ebersole P, Hess P, Touhy T, Jett K (2005). *Gerontological nursing & healthy aging*. St Louis: Elsevier Mosby, 522–51.
33. Vécseyne Kovách M, Kopkáné Plachy J, Bognár J, Olvasztóné Balogh Z, Barthalos I (2013). Effects of Pilates and aqua fitness training on older adults' physical functioning and quality of life. *Biom Hum Kinet* 5(1): 22–7.
34. Plachy J, Kovách M, Bognár J (2012). Improving flexibility and endurance of elderly women through a six-month training programme. *Hum Mov* 13(1): 22–7.
35. Sherrington C, Michaleff ZA, Fairhall N, Paul SS, Tiedemann A, Whitney J (2016). Exercise to prevent falls in older adults: an updated systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 51(24): 1750–8.
36. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG (2009). PRISMA Group: Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med* 151: 264–9.