

Vpliv vibracij celotnega telesa na mišično zmogljivost spodnjega uda – sistematični pregled literature

The effects of whole body vibration on lower extremity muscle performance – systematic literature review

Tjaša Lipovšek¹, Daša Weber¹, Miroljub Jakovljević¹

IZVLEČEK

Uvod: Vibracije celotnega telesa so mehanski dražljaj, ki vstopi v človeško telo skozi stopala medtem ko oseba stoji na vibracijski plošči v različnih položajih ali izvaja vaje. Ker obstajajo nasprotja glede koristnosti vibracij celotnega telesa in njenih optimalnih parametrov, je bil namen pregleda ugotoviti vpliv vadbe z vibracijami celotnega telesa na mišično zmogljivost spodnjega uda. **Metode:** Pregledana je bila podatkovna zbirka PubMed, iz katere so bile na podlagi postavljenih meril izbrane raziskave za vključitev v pregled. **Rezultati:** Merilom je ustrezalo 15 raziskav, v katerih so primerjali učinkovitost vadbe z vibracijami celotnega telesa z enako vadbo, ki jo je kontrolna skupina izvajala brez vibracij. V devetih raziskavah so ugotovili, da je vadba z vibracijami pri izboljšanju posameznih komponent mišične zmogljivosti učinkovitejša kot vadba, izvedena brez vibracij. V preostalih so ugotovili, da vibracije celotnega telesa nimajo dodatnega učinka. **Zaključki:** Vibracijska vadba ni le primerljiva z vadbo brez vibracij, temveč ima tudi dodatno korist pri izboljševanju mišične zmogljivosti, predvsem komponente maksimalne izometrične mišične sile. Različni vadbeni programi imajo različne vadbene učinke, vendar zaradi prevelikih razlik v uporabljenih metodologijah vibracijske vadbe optimalnih parametrov vibracij in vadbene protokola ni bilo mogoče natančno določiti.

Glavne besede: vibracijska vadba, učinkovitost vibracij, optimalni parametri, izboljšanje zmogljivosti.

ABSTRACT

Background: Whole-body vibration (WBV) represents the mechanical stimulus that enters the human body through the feet, while a person is standing on a vibrating plate in different positions or performing exercises. Because of the existing contradictions as to whether WBV is beneficial and which parameters may be the most suitable, the purpose of the review was to determine the effect of WBV training on lower extremity muscle performance. **Methods:** Literature search was performed on the PubMed database from where, based on the set criteria, studies were selected to be included in the review. **Results:** 15 studies in which they compared the effectiveness of vibration exercise with the same exercise performed without vibration met the criteria. In nine studies, they found that the exercise with vibration is more effective in improving individual components of muscular performance than the exercise without vibration. The rest found no additional effect of WBV. **Conclusions:** Vibration exercise is not only comparable to exercise without vibration, but also has an additional benefit in improving muscle performance, particularly isometric muscle strength. Different protocols have different training effects, but because of many differences in the methodologies used for vibration training, optimal vibration characteristics and exercise protocol could not be accurately determined.

Key words: vibration exercise, vibration efficiency, optimal parameters, improved performance.

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: asist. dr. Daša Weber, dipl. fiziot., prof. šp. vzg.; e-pošta: dasa.weber@zf.uni-lj.si

Prispelo: 16.10.2016

Sprejeto: 10.11.2016

UVOD

Vibracije celotnega telesa so mehanski dražljaj, ki vstopi v človeško telo skozi stopala, medtem ko oseba stoji na vibracijski plošči v različnih položajih ali izvaja vaje (1, 2, 3). Vibracije se prenašajo od vibracijskega vira po telesu (4) in so močen dražljaj prednostno mišicam spodnjih udov glede na dejstvo, da so te bližje viru vibracij (3).

V raziskavah, v katerih so preučevali učinke vadbenih programov, združenih z vibracijami celotnega telesa, so že ugotovili izboljšanje mišične sile in moči (5). V zadnjih letih so bile vibracijske plošče tako vključene v programe telesne vadbe kot sredstvo za povečevanje mišične sile (6) in so se komercialno oglaševale kot privlačno in učinkovito dopolnilo ali celo alternativa vadbi proti upor (2). V nasprotju z vadbo proti upor, pri kateri se funkcijska sila poveča z dodajanjem mase, naprave za vibracije celotnega telesa to storijo z dodajanjem pospeška na telo (7). Mehanizem, s katerim lahko vibracije izboljšajo živčno-mišično zmogljivost, še ni dobro znan (4), najpogosteje pa se pri izpostavljenosti vibracijam celotnega telesa omenja »tonični vibracijski refleks« (8).

Metodologija vibracijske vadbe vključuje izbor parametrov vibracij in vadbeni protokol. Parametri vibracij vključujejo način apliciranja, amplitudo in frekvenco vibracij, medtem ko vadbeni protokol vključuje vrsto vadbe, intenzivnost, volumen in frekvenco vadbe ter število in trajanje obdobja počitka (4). Med dejavnike, ki jih je treba upoštevati pri oblikovanju programov vadbe z vibracijami celotnega telesa, Dolny in Reyes (8) prištevata še tip vibracijske plošče, položaj(e) telesa, trajanje izpostavljenosti vibracijam celotnega telesa na posamezno vadbo in obutev.

Ker je veliko nasprotij v zvezi s tem, ali so vibracije celotnega telesa koristne in kateri so najbolj primerni parametri za doseganje koristi, se v veliko raziskavah zdaj osredotočajo na razvoj specifičnih vadbenih protokolov (6). Namen pregleda je bil ugotoviti vpliv vadbe z vibracijami celotnega telesa na mišično zmogljivost spodnjega uda.

METODE

Pregledali smo splošno podatkovno zbirko PubMed, v kateri smo iskali z naslednjo kombinacijo ključnih besed: »whole body vibration« OR »vibration training« OR »vibration exercise« AND »power« OR »strength« OR »performance« OR »fitness«. Iskanje literature, izvedeno aprila 2016, smo navzdol časovno zamejili z letom 2010. Poleg tega smo iskanje omejili z upoštevanjem le člankov v angleškem jeziku, ki so bili zasnovani kot randomiziran kontroliran poskus, izveden na ljudeh. Polna besedila smo pridobili neposredno v podatkovni zbirki, prek iskalnika Google Scholar ali v knjižnici Fakultete za šport Univerze v Ljubljani. Če sta naslov in izvleček najdenih raziskav ustrezala postavljenim merilom, smo jih uvrstili v drugi krog izbora, v katerem smo natančno prebrali in pregledali članke v celoti ter nadalje izločili neprimerne (končni izbor). Za ovrednotenje metodološke kakovosti raziskav, vključenih v pregled, smo uporabili ocene po lestvici PEDro (9).

V pregled literature so bile vključene raziskave, ki so izpolnjevale naslednja vključitvena merila: raziskave, ki so imele skupino, v kateri je bila statična ali dinamična vadba združena z vibracijami celotnega telesa, ter drugo skupino, ki je izvajala le statično ali dinamično vadbo; raziskave, ki so vsebovale meritve mišične zmogljivosti spodnjih udov; raziskave od leta 2010 naprej; raziskave v angleškem jeziku; randomizirane kontrolirane raziskave.

Izključitvena merila za pregled literature so bila: raziskave, izvedene na živalih; raziskave, v katerih je bila kontrolna skupina pasivna; raziskave brez kontrolne skupine, v katerih je le ena skupina izvedla različne protokole; raziskave, v katerih je kontrolna skupina izvajala drugačen vadbeni program kot skupina z vibracijami celotnega telesa; raziskave, v katerih je bila vadba z vibracijami celotnega telesa primerjana ali združena z drugimi intervencijami, ki niso primarno namenjene krepitvi mišične zmogljivosti; raziskave, v katerih vadbeni program kontrolne skupine ni bil definiran; raziskave s slabo ali nedefiniranimi meritvami mišične zmogljivosti; raziskave, v katerih so bile vibracije aplicirane lokalno; raziskave, v katerih je bila druga noga

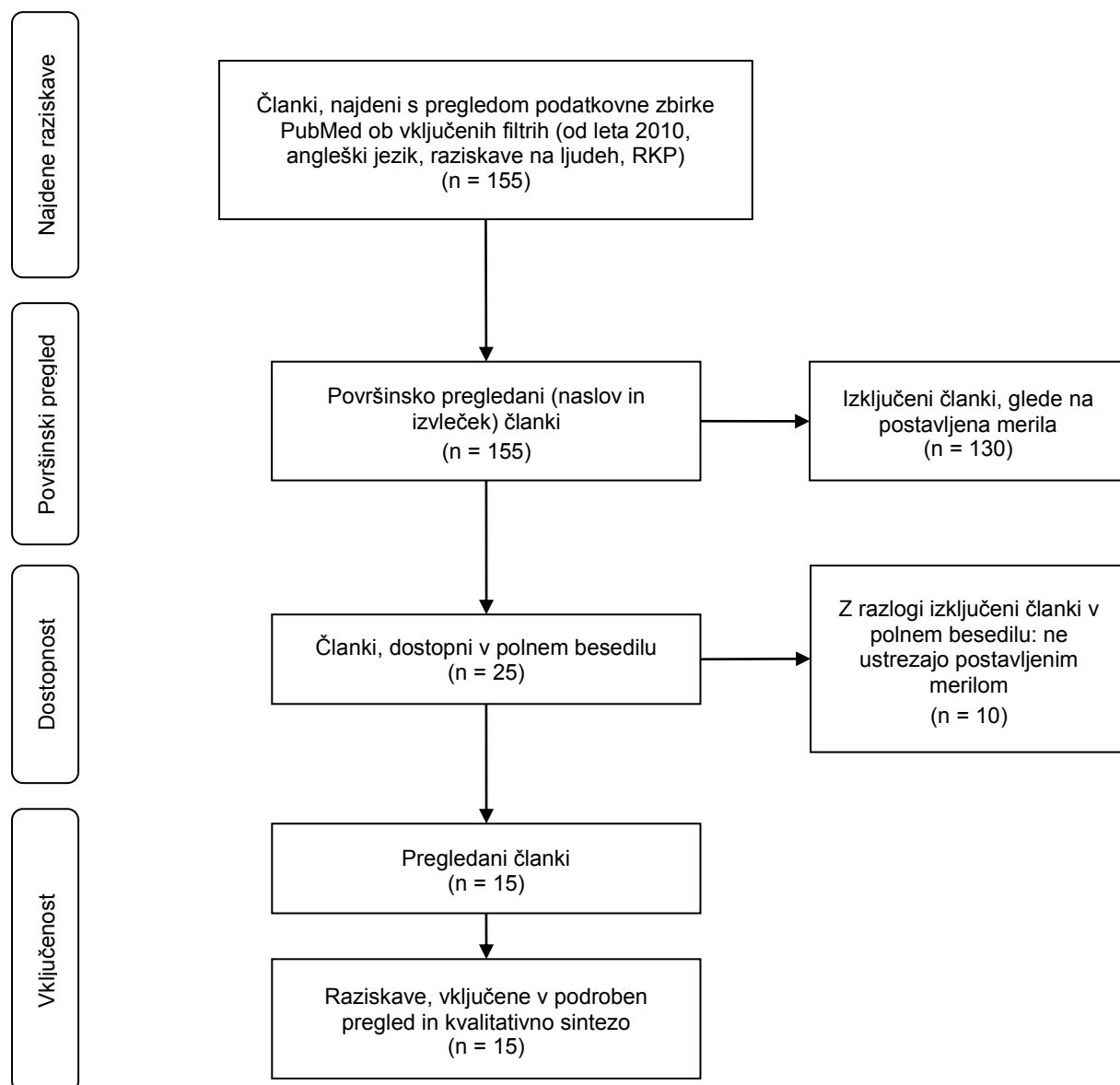
kontrolna noga; raziskave, narejene na osebah s patologijo; raziskave, v katerih je obdobje vadbe trajalo manj kot štiri tedne oziroma je bila izvedena le ena aplikacija vibracij celotnega telesa; raziskave, v katerih so bile vibracije aplicirane le v obdobju počitka med vajami; pregledni članki, študije primerov, navzkrižne raziskave, pilotske raziskave, klinične raziskave in bed rest raziskave.

REZULTATI

Na podlagi vključitvenih in izključitvenih meril je bilo v pregled literature vključenih 15 raziskav, ki so ustrezale vsem merilom. Metoda iskanja in izbora člankov je prikazana na sliki 1.

Značilnosti vključenih raziskav

V vključenih raziskavah so primerjali učinkovitost izvajanja vaj skupaj z vibracijami celotnega telesa z enakimi vajami, ki jih je kontrolna skupina izvajala brez vibracijskega dražljaja. Glede na oceno po lestvici PEDro jih je bilo osem srednje kakovosti in sedem visoke. Za tri raziskave (13, 21, 24) smo natančno oceno pridobili iz specializirane podatkovne zbirke PEDro za fizioterapijo, preostalih pa smo oceno dodelili mi. V sistematičen pregled literature je bilo skupno vključenih 431 zdravih preiskovancev, katerih glavne značilnosti so skupaj z ocenami kakovosti raziskav po lestvici PEDro zajete v razpredelnici 1.



Slika 1: Diagram poteka PRISMA (10), RKP: randomiziran kontroliran poskus

Razpredelnica 1: Značilnosti preiskovancev in ocene PEDro

Podatki o raziskavah			Preiskovanci			
Avtor, leto	Ocene PEDro	Skupine	Povprečna starost (leta)	Velikost vzorca	Spol	Značilnosti preiskovancev
Chen in sod. (11)	4/10	RS1: DV z VCT_VF RS2: DV z VCT_NF KS: DV	20,6 19,3 19,7	16 16 16	M, Ž	Zdravi, zmerno trenirani, mladi odrasli
Fernandez-Rio sod. (12)	in 4/10	RS: SV, DV z VCT KS: SV, DV	17,2 17	28	Ž	Košarkarice
Fernandez-Rio sod. (13)	in 4/10	RS: DV z VCT KS: DV	24,0 23,2	8	Ž	Košarkarice
Marshall in Wyon (14)	4/10	RS: SV, DV z VCT KS: SV, DV	22 25	17	Ž	Študenti s konservatorija za ples – plesalci
Wyon in sod. (15)	4/10	RS: SV z VCT KS: SV	19 21,1	9 9	Ž	Študenti s smeri plesa
Cheng in sod. (16)	5/10	RS: SV z VCT KS: SV	20,3 20,0	11 12	M	Športniki na kolidžu
Roschel in sod. (17)	5/10	RS: DV z VCT KS: DV	35,0 30,8	8 7	NP	Rekreativni tekači
Spiliopoulou in sod. (18)	5/10	RS: SV, DV z VCT KS: SV, DV	56,5 54,8	12 16	Ž	Zdrave ženske srednjih let
Bertuzzi in sod. (19)	6/10	RS: DV z VCT KS: DV	34 31	8 8	NP	Rekreativni vzdržljivostni tekači
Osawa in Oguma (20)	6/10	RS: DV z VCT KS: DV	36,8 37,7	16 16	M, Ž	Zdravi, netrenirani odrasli
Segal in sod. (21)	6/10	RS: DV z VCT KS: DV	52,8 52,8	26 13	Ž	Asimptomatske ženske, stare med 45 in 60 leti, z dejavniki tveganja za osteoartritis kolena
Wang in sod. (22)	6/10	RS1: SV z VCT_DO RS2: SV z VCT_BO KS: SV_DO	20,6 21,1 21,0	7 7 7	M	Vrhunski atleti (tekači)
Mikhael in sod. (23)	7/10	RS1: SV z VCT_PK RS2: SV z VCT_ZK KS: SV_PK	64,4	5 4 7	M, Ž	Odrasli, stari > 50 let, ki ne živijo v domu za ostarele
von Stengel in sod. (24)	7/10	RS: DV z VCT KS: DV	68,8	46 47	Ž	Ženske po menopavzi
Yeung in Yeung (25)	9/10	RS: SV z VCT KS: SV	Ž: 20,3, M: 21,1	10 9	M, Ž	Zdravi, netrenirani odrasli

BO: vadba brez obremenitve; DV: dinamične vaje; DO: vadba z dodatno obremenitvijo; KS: kontrolna skupina; M: moški; NF: nizka frekvenca; NP: ni podatka; PK: pokrčena kolena; RS: raziskovalna skupina; SV: statične vaje; VCT: vibracije celotnega telesa; VF: visoka frekvenca; Ž: ženske; ZK: zaklenjena kolena.

Značilnosti različnih metodologij vibracijske vadbe in njihov vpliv na mišično zmogljivost mišic spodnjih udov

V pregledanih raziskavah so uporabili frekvence vibracij od 12 do 50 Hz. Amplituda vibracij je segala od 0,76 mm do 12,80 mm, pospešek, kjer je bil naveden, pa od 0,30 do 10,68–10,90 g. Vertikalen tip vibracijske plošče so uporabili v devetih raziskavah, nihajnega v eni ter tip, ki deluje v treh ravninah, v dveh. V treh raziskavah niso navedli tipa vibracijske plošče. Vadbo so

preiskovanci izvajali bosi v dveh raziskavah, športne čevlje oziroma čevlje z gumo so imeli obute v treh raziskavah, prav tako nogavice. V preostalih raziskavah niso posredovali informacij o obutvi. Od 15 raziskav v štirih niso stopnjevali obremenitve.

V vključenih raziskavah so vadbeni programi trajali med štirimi tedni in 18 meseci. Frekvenca vadbe je bila v devetih raziskavah dvakrat ter v šestih trikrat na teden. V petih raziskavah so vadbo

z vibracijami celotnega telesa izvajali le s statičnimi vajami, v sedmih so uporabili dinamične vaje ter v treh kombinacijo obeh. V sedmih raziskavah je vadba vsebovala izvajanje le ene vaje, osem jih je vključilo več različnih vaj. Število setov v posameznih raziskavah je bilo med 1–2 in 10 seti vsake vaje. Posamezni seti so trajali od 30 do 80 sekund, počitek med njimi pa od 15 do 180 sekund. Od pregledanih raziskav so v 11 merili le eno komponento mišične zmogljivosti, v treh dve ter v eni vse tri. Mišično silo so merili v desetih raziskavah, od tega so štirikrat merili maksimalno izometrično mišično silo, petkrat maksimalno izokinetično ter trikrat maksimalno breme ene ponovitve. Mišična moč je bila merjena v devetih raziskavah – šestkrat s skokom z nasprotnim gibanjem, po dvakrat z vertikalnim skokom, skokom iz počepa in 15-sekundnim testom maksimalne skakalne zmogljivosti ter po enkrat z močjo potiska nog, močjo nog pri počepu, skokom z nasprotnim gibanjem z zamahom rok in z vzpenjanjem po stopnicah. Lokalno mišično vzdržljivost so merili v eni raziskavi.

V raziskavah so Chen in sodelavci (11), Marshall in Wyon (14), Wyon in sodelavci (15), Cheng in sodelavci (16), Osawa in Oguma (20), Wang in sodelavci (22), Mikhael in sodelavci (23), von Stengel in sodelavci (24) ter Yeung in Yeung (25) ugotovili, da je vadba z vibracijami celotnega telesa učinkovitejša pri izboljšanju mišične zmogljivosti v primerjavi z vadbo, izvedeno brez vibracij. Avtorji preostalih raziskav (12, 13, 17, 18, 19, 21) so prišli do nasprotnih ugotovitev, in sicer, da vadba z vibracijami celotnega telesa ni učinkovitejša od same vadbe pri doseganju izboljšav mišične zmogljivosti spodnjih udov.

RAZPRAVA

Rezultati tega pregleda literature kažejo, da obstajajo srednje močni do močni dokazi, da ima dolgoročno izvajanje vadbe z vibracijami celotnega telesa lahko podobne ali večje pozitivne učinke na mišično zmogljivost v primerjavi z vadbo, izvedeno brez vibracij, saj v nobeni raziskavi niso zanikali izboljšanja mišične zmogljivosti z vadbo z vibracijami celotnega telesa.

Lokalna mišična vzdržljivost je bila merjena le v raziskavi Osawe in Ogume (20), v kateri avtorja

nista zaznala vidnejšega vpliva vadbe z vibracijami celotnega telesa na mišično zmogljivost. Možno razlago za odsotnost učinka navaja Issurin (26), ki kot morebitno posledico vadbe z vibracijami celotnega telesa omenja vključevanje motoričnih enot z visokim pragom, s čimer se posledično vpliva pretežno na hitra mišična vlakna. Če to drži, naj bi vadba z vibracijami celotnega telesa vodila do izboljšanja zmogljivosti, vidnega pri gibih, izvedenih na najvišji ravni, na primer vidno kot hitrejši čas sprinta (26).

Učinek vibracij celotnega telesa na maksimalno izometrično mišično silo so preučevali v štirih raziskavah (16, 20, 22, 24), v katerih so ugotovili, da vadba z vibracijami celotnega telesa pozitivno vpliva na povečanje merjene komponente. Pri tem so se za primerne izkazale frekvence vibracij med 25 in 35 Hz ter amplitude od 1 do 4 mm, aplicirane na vertikalni plošči. Čeprav je zanimanje za izboljšanje maksimalne izotonične in izokinetične mišične sile ter moči z vibracijami celotnega telesa v raziskavah večje (merili so jih vsi razen Cheng in sodelavci (16)), pa je najprimernejše vadbene parametre za doseganje izboljšav teh komponent težje določiti, saj so se uporabljeni parametri med raziskavami veliko bolj razlikovali. Poleg tega so si ugotovitve avtorjev o koristnosti vibracij celotnega telesa za te komponente mišične zmogljivosti nasprotujoče.

Parametri vibracij celotnega telesa

Lou in sodelavci (4) so ugotovili, da naj bi frekvence med 30 in 50 Hz najučinkoviteje aktivirale mišice. Znotraj tega območja se je gibala tudi večina frekvenc v pregledanih raziskavah. V osmih raziskavah od trinajstih, v katerih so uporabili te frekvence, so ugotovili izboljšanje mišične zmogljivosti, kar kaže, da bi višje frekvence res lahko bile primernejše. Uporaba frekvenc pod 20 Hz pa ni priporočljiva, zaradi možnosti pojava resonance tkiv in s tem poškodb (4, 27, 28). V primerjavi z znanimi priporočenimi frekvencami je za amplitudo manj jasno, kolikšna naj bi bila optimalna (4). Na splošno je bila v raziskavah večkrat ugotovljena učinkovitost pri nižjih amplitudah (< 3 mm). Yeung in Yeung (25) sta bila uspešna že z 0,76 mm premika. O pospeških v več kot polovici raziskav niso neposredno poročali, poleg tega pa so bili aplicirani pospeški zelo različni. Znano je le, da je

visok pospešek lahko škodljiv (29). Glede na to, da je zaradi različnih kombinacij frekvenc in amplitud vibracij celotnega telesa zelo zahtevno določiti optimalna priporočila za učinkovit vadbeni program (30), bi bilo treba narediti več raziskav, ki bi ločeno preverjale le vpliv frekvence ali amplitude vibracij celotnega telesa na mišično zmogljivost, ter prav tako poskrbeti za enotno pojmovanje visokih oziroma nizkih frekvenc in amplitud, ki v literaturi velikokrat niso številčno definirane.

Vertikalni oziroma sinhroni tip plošče je bil najpogosteje uporabljen v raziskavah in se je v sedmih od devetih primerov tudi izkazal za učinkovitega. V raziskavah, v katerih so uporabili nihajni tip ali tip, ki deluje v treh ravninah, niso ugotovili večjih učinkov. Poglavitna razlika med ploščama je dejstvo, da nihajna plošča ne more ustvariti istega frekvenčnega razpona kot vertikalna (vertikalna od 30 do 50 Hz, nihajna od 5 do 30 Hz) (1), zaradi česar ne doseže že omenjenih višjih frekvenc, pri katerih je bila ugotovljena največja učinkovitost aktiviranja mišic.

Parametri vadbenega protokola

Vadba z vibracijami celotnega telesa naj bi sledila progresivno preobremenitvenemu principu (8), saj se z nenehno uporabo neznanega dražljaja doseže povečan odziv na vadbo (31). V našem pregledu le v štirih raziskavah niso stopnjevali vadbenega programa, vendar so, kljub navedbam v literaturi, rezultati pri vseh teh pokazali učinkovitost vibracijske vadbe. Zdi se, da stopnjevanje obremenitve pri vadbi z vibracijami celotnega telesa za doseg izboljšav mišične zmogljivosti ni nujno potrebno.

V vseh raziskavah, v katerih so izvajali le statične vaje, so ugotovili učinkovitost vibracij celotnega telesa ter korist predvsem za povečanje mišične sile. Marín in Rhea (1) svetujeta, da se poleg vibracijske vadbe izvajajo izometrične dejavnosti, saj so tehnično manj zahtevne in se jih da razmeroma preprosto naučiti, vendar je v nadaljevanju treba vključiti tudi dinamična gibanja, da se v celoti dosežejo koristi vibracijske vadbe. Kljub temu se izvajanje obeh vrst vaj v pregledanih raziskavah ni izkazalo za učinkovitejše, kot tudi ne izvajanje le dinamičnih vaj.

Pri mladih, telesno dobro pripravljenih osebah s samo vadbo z vibracijami celotnega telesa morda ne bo prišlo do izboljšav, če vajah ne dodamo zunanega bremena (8). Vaje z dodatno zunanjo obremenitvijo so izvajali v petih raziskavah. Wang in sodelavci (22) so ugotovili, da vibracijska vadba z dodatno obremenitvijo znatno izboljša maksimalno mišično silo vrhunskih mladih atletov. V preostalih raziskavah so bile osebe stare več kot 30 let, dodatno zunanje breme pa razen pri Osawi in Ogumi (20) ni povzročilo izboljšanja mišične zmogljivosti.

Daljšje trajanje vadbene programa in večje število vadbenih enot na teden ni imelo vpliva na doseganje izboljšav. Marshall in Wyon (14) sta izboljšanje mišične moči opazila že z izvajanjem vadbe v trajanju štirih tednov s pogostnostjo dvakrat na teden. Prav tako sta Yeung in Yeung (25) opazila izboljšanje maksimalne izokinetiče mišične sile po petih tednih vadbe s pogostnostjo dvakrat na teden.

Trajanje izpostavljenosti vibracijam je še en dejavnik, ki ga je treba upoštevati pri preverjanju učinka vibracijske vadbe. Zdi se, da kadar izpostavljenost traja predolgo, pride do pojava mišične utrujenosti (32), zaradi česar bi prekinjajoči se protokoli lahko imeli prednost pred kontinuirano izpostavljenostjo (29), ki je v pregledanih raziskavah niso uporabili. Če pogledamo vpliv skupne dolžine časa izpostavljenosti vibracijam v vadbeni enoti, lahko vidimo, da iz raziskav dobimo precej različne rezultate. Za obe skrajnosti, tako v raziskavi, v kateri so začeli z le 72 oziroma 90 sekundami vibracijskega časa na vadbeno enoto (17), kot v raziskavi s 720 sekundami (18), niso ugotovili večje učinkovitosti vibracij celotnega telesa. Sklepamo lahko, da je optimalen skupen volumen vadbe nekje med omenjenimi trajanji, vendar bi bilo to področje kot področje najbolj učinkovitega odmerjanja volumna, treba bolje raziskati.

Drugi dejavniki vpliva in trajnost učinkov vadbe z vibracijami celotnega telesa

Pomembna ugotovitev tega pregleda literature so tudi razlike v učinkih vibracijske vadbe glede na lastnosti preiskovancev. Če vzorce mladih in oseb srednjih let v pregledanih člankih razdelimo na starejše in mlajše od 30 let, se izkaže, da je vadba

pri preiskovancih, starih manj kot 30 let, učinkovitejša, vendar vzroki za to razliko niso znani. Različni avtorji so že večkrat potrdili koristnost vibracij celotnega telesa za mišično zmogljivost starejših ljudi (3, 8, 33). V tem pregledu smo prišli do enake ugotovitve, saj so v dveh raziskavah, ki so jih opravili na starejših ljudeh, ugotovili, da vibracije celotnega telesa lahko izboljšajo mišično silo (23, 24) in mišično moč (24).

Upoštevati je treba tudi začetno stopnjo telesne pripravljenosti oseb, zaradi katere so v preteklih letih že ugotovili razlike v učinkovitosti vadbe z vibracijami celotnega telesa na mišično zmogljivost (1). V našem pregledu literature se je izkazala nekoliko večja učinkovitost vadbe z vibracijami celotnega telesa pri netreniranih preiskovancih. Pri zmerno do vrhunsko treniranih osebah so sicer v petih (vse z osebami, mlajšimi od 30 let) od devetih raziskav ugotovili učinkovitost vibracij celotnega telesa, vendar bi na podlagi tega težko trdili, da so vibracije celotnega telesa pri športnikih in mlajših, telesno dejavnih osebah, dovolj učinkovite, da bi lahko nadomestile konvencionalno vadbo proti upor. Smiselno pa bi bilo razmisliti o dodajanju vibracij celotnega telesa k običajni vadbi.

Podatki raziskave Marín in sodelavcev (34) kažejo, da nošenje čevljev spremeni živčno-mišični odziv na dražljaje vibracij celotnega telesa, saj lahko pride zaradi podplata do njihovega dušenja. Zdi se, da je med vadbenim programom bolje biti bos ali v nogavicah, saj so v teh primerih rezultati raziskav (16, 20, 22, 23, 25) pokazali pozitivne učinke vibracij, v raziskavah, v katerih so nosili čevlje (17, 19, 21), pa niso ugotovili dodatnih koristi.

Osawa in Oguma (20) sta kot edina v svoji raziskavi preverjala trajnost učinkov vadbe z vibracijami celotnega telesa, in sicer po petih tednih od konca vadbenega programa. Meritve so pokazale, da je po prenehanju vadbe v skupini, ki je imela dodane vibracije celotnega telesa, prišlo do večjega upada mišične sile in moči kot pri tistih z vadbo brez vibracij. Ker sta ugotovila, da sta mišična sila in moč spodnjih udov po vadbi z vibracijami celotnega telesa morda dovezetnejši za kratkoročne posledice izostanka vadbe, bi bilo

trajnost učinkov vibracijske vadbe smiselno podrobneje raziskati.

Omejitve pregleda in smer nadaljnjih raziskav

Pregled literature je dal nekaj pomembnih informacij glede učinkovitosti vibracijske vadbe in njenih dejavnikov, poleg tega pa opredelil številna področja, ki zahtevajo več raziskav. Toda omeniti je treba tudi nekaj pomanjkljivosti narejenega pregleda. Iskanje raziskav je bilo omejeno le na angleški jezik. Poleg tega je bila pregledana le ena baza podatkov in uporabljena točno določena kombinacija iskalnih besed, ki je morebiti izločila potencialne raziskave. Vključene raziskave so večinoma imele majhno število preiskovancev ter redko opisano prikritost dodelitve skupinam, kar je znižalo kakovost raziskav.

Zaradi prevelikih razlik v metodologijah vibracijske vadbe s pregledom literature nismo mogli natančno določiti optimalnih parametrov vibracij ali protokola vadbe, ki najučinkoviteje izboljša mišično zmogljivost. Očitno je, da različni programi vadbe povzročijo različne vadbene učinke, vendar moramo biti pri postavljanju zaključkov previdni in upoštevati, da na razlike v rezultatih lahko vpliva hkratno delovanje več dejavnikov vadbe. Za izboljšanje primerljivosti raziskav bi se preiskovalci morali zavzeti tudi za natančnejše poročanje vseh dejavnikov vadbe z vibracijami celotnega telesa. Kljub temu lahko na podlagi sedanjih rezultatov raziskav sklepamo, da je vadba z vibracijami celotnega telesa učinkovita pri izboljševanju predvsem maksimalne izometrične mišične sile. Če prištejemo še pozitivne vidike te vadbe, kot sta manjša tehnična zahtevnost vadbe v primerjavi z izvajanjem vadbe proti upor s prostimi utežmi ali pliometrično vadbo in potreba po manj prostora kot pri tradicionalno uporabljenih trenažerjih ter navadno tudi po manj časa za njeno izvedbo (1), lahko zaključimo, da se zdijo vibracije celotnega telesa dobra izbira dodatka vadbi, ko želimo povečati mišično zmogljivost spodnjih udov.

ZAKLJUČKI

Iz našega pregleda literature lahko sklepamo, da vibracijska vadba ni le primerljiva z vadbo, izvedeno brez vibracij celotnega telesa, temveč ima tudi dodatno korist pri izboljševanju mišične zmogljivosti pri različnih populacijah. Zaradi

prevelikih razlik v uporabljenih metodologijah vibracijske vadbe med raziskavami še vedno ostaja nekaj vprašanj glede najprimernejših parametrov vibracij in vadbene protokola. V prihodnje bi bilo zato treba narediti več randomiziranih kontroliranih raziskav, v katerih bi preverjali vpliv posameznih dejavnikov. Prav tako je treba bolj raziskati vpliv vadbe z vibracijami celotnega telesa na mišično vzdržljivost in trajnost učinkov vibracijske vadbe na mišično zmogljivost.

LITERATURA

1. Marín PJ, Rhea MR (2010). Effects of vibration training on muscle strength: a meta-analysis. *J Strength Cond Res* 24 (2): 548–56.
2. Nordlund MM, Thorstensson A (2007). Strength training effects of whole-body vibration? *Scand J Med Sci Sports* 17 (1): 12–7.
3. Rehn B, Lidström J, Skoglund J, Lindström B (2007). Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: a systematic review. *Scand J Med Sci Sports* 17 (1): 2–11.
4. Luo J, McNamara B, Moran K (2005). The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Med* 35 (1): 23–41.
5. Osawa Y, Oguma Y, Ishii N (2013). The effects of whole-body vibration on muscle strength and power: a meta-analysis. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 13 (3): 380–90.
6. Da Silva-Grigoletto ME, Vaamonde DM, Castillo E, Poblador MS, García-Manso JM, Lancho JL (2009). Acute and cumulative effects of different times of recovery from whole body vibration exposure on muscle performance. *J Strength Cond Res* 23 (7): 2073–82.
7. Park SY, Son WM, Kwon OS (2015). Effects of whole body vibration training on body composition, skeletal muscle strength, and cardiovascular health. *J Exerc Rehabil* 11 (6): 289–95.
8. Dolny DG, Reyes GFC (2008). Whole Body Vibration Exercise: training and benefits. *Curr Sports Med Rep* 7 (3): 152–7.
9. PEDro. <http://www.pedro.org.au/english/downloads/pedro-scale/> <29. 5. 2016>.
10. PRISMA. <http://www.prisma-statement.org/PRISMAStatement/FlowDiagram.aspx> <13. 10. 2016>.
11. Chen CH, Liu C, Chuang LR, Chung PH, Shiang TY (2014). Chronic effects of whole-body vibration on jumping performance and body balance using different frequencies and amplitudes with identical acceleration load. *J Sci Med Sport* 17 (1): 107–12.
12. Fernandez-Rio J, Terrados N, Fernandez-Garcia B, Suman OE (2010). Effects of vibration training on force production in female basketball players. *J Strength Cond Res* 24 (5): 1373–80.
13. Fernandez-Rio J, Terrados N, Suman O (2012). Long-term effects of whole-body vibration training in high-level female basketball players. *J Sports Med Phys Fitness* 52 (1): 18–26.
14. Marshall LC, Wyon MA (2012). The effect of whole-body vibration on jump height and active range of movement in female dancers. *J Strength Cond Res* 26 (3): 789–93.
15. Wyon M, Guinan D, Hawkey A (2010). Whole-body vibration training increases vertical jump height in a dance population. *J Strength Cond Res*. 2010 Mar; 24 (3): 866–70.
16. Cheng CF, Cheng KH, Lee YM, Huang HW, Kuo YH, Lee HJ (2012). Improvement in running economy after 8 weeks of whole-body vibration training. *J Strength Cond Res* 26 (12): 3349–57.
17. Roschel H, Barroso R, Tricoli V, Batista MA, Acquesta FM, Serrão JC, Ugrinowitsch C (2015). Effects of strength training associated with whole-body vibration training on running economy and vertical stiffness. *J Strength Cond Res* 29 (8): 2215–20.
18. Spiliopoulou SI, Amiridis IG, Tsigganos G, Economides D, Kellis E (2010). Vibration effects on static balance and strength. *Int J Sports Med* 31 (9): 610–6.
19. Bertuzzi R, Pasqua LA, Bueno S, Damasceno MV, Lima-Silva AE, Bishop D, Tricoli V (2013). Strength-training with whole-body vibration in long-distance runners: a randomized trial. *Int J Sports Med* 34 (10): 917–23.
20. Osawa Y, Oguma Y (2013). Effects of combining whole-body vibration with exercise on the consequences of detraining on muscle performance in untrained adults. *J Strength Cond Res* 27 (4): 1074–82.
21. Segal NA, Glass NA, Shakoov N, Wallace R (2013). Vibration platform training in women at risk for symptomatic knee osteoarthritis. *PM R* 5 (3): 201–9.
22. Wang HH, Chen WH, Liu C, Yang WW, Huang MY, Shiang TY (2014). Whole-body vibration combined with extra-load training for enhancing the strength and speed of track and field athletes. *J Strength Cond Res* 28 (9): 2470–7.
23. Mikhael M, Orr R, Amsen F, Greene D, Singh MA (2010). Effect of standing posture during whole body vibration training on muscle morphology and function in older adults: a randomised controlled trial. *BMC Geriatr* 10: 74.
24. von Stengel S, Kemmler W, Engelke K, Kalender WA (2012). Effect of whole-body vibration on neuromuscular performance and body composition for females 65 years and older: a randomized-

- controlled trial. *Scand J Med Sci Sports* 22 (1): 119–27.
25. Yeung SS, Yeung EW (2015). A 5-week whole body vibration training improves peak torque performance but has no effect on stretch reflex in healthy adults: a randomized controlled trial. *J Sports Med Phys Fitness* 55 (5): 397–404.
 26. Issurin VB (2005). Vibrations and their applications in sport. A review. *J Sports Med Phys Fitness* 45 (3): 324–36.
 27. Mester J, Kleinöder H, Yue Z (2006). Vibration training: benefits and risks. *J Biomech* 39 (6): 1056–65.
 28. Rittweger J (2010). Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *Eur J Appl Physiol* 108: 877–904.
 29. Cochrane DJ (2011). Vibration exercise: the potential benefits. *Int J Sports Med* 32 (2): 75–99.
 30. Petit PD, Pensini M, Tessaro J, Desnuelle C, Legros P, Colson SS (2010). Optimal whole-body vibration settings for muscle strength and power enhancement in human knee extensors. *J Electromyogr Kinesiol* 20 (6): 1186–95.
 31. Marín PJ, Rhea MR (2010). Effects of vibration training on muscle power: a meta-analysis. *J Strength Cond Res* 24 (3): 871–8.
 32. Da Silva-Grigoletto ME, De Hoyo M, Sañudo B, Carrasco L, García-Manso JM (2011). Determining the optimal whole-body vibration dose-response relationship for muscle performance. *J Strength Cond Res* 25 (12): 3326–33.
 33. Cardinale M, Wakeling J (2005). Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *Br J Sports Med* 39 (9): 585–9.
 34. Marín PJ, Bunker D, Rhea MR, Ayllón FN (2009). Neuromuscular activity during whole-body vibration of different amplitudes and footwear conditions: implications for prescription of vibratory stimulation. *J Strength Cond Res* 23 (8): 2311–6.