

Teorije i mehanizmi vibracijskog treninga cijelog tijela

Kelava, Divijan-Martin

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:471902>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-06-15**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

(studij za stjecanje akademskog naziva:

magistar kineziologije)

Divijan – Martin Kelava

**TEORIJE I MEHANIZMI VIBRACIJSKOG
TRENINGA CIJELOG TIJELA**

diplomski rad

Mentor:

doc. dr. sc. Saša Vuk

Zagreb, rujan, 2020

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija diplomskog rada koja je obranjena pred povjerenstvom s unesenim korekcijama koje je povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna električnoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

doc. dr. sc. Saša Vuk

Student:

Divijan – Martin Kelava

TEORIJE I MEHANIZMI VIBRACIJSKOG TRENINGA CIJELOG TIJELA

Sažetak

Vibracijski trening cijelog tijela nedavno se popularizirao u fitnessu te je postao tema sve većeg broja istraživanja. Međutim, rezultati istraživanja su kontradiktorni. Iako je većina studija pokazala pozitivne ishode pri korištenju vibracijskog treninga cijelog tijela kao što su pojačana mišićna snaga i jakost, smanjenje potkožne masti, povećanje fleksibilnosti, prevencija i rehabilitacija ozljeda te pomoć u liječenju bolesti, neka istraživanja nisu prikazala trenažni napredak. Naime, neke studije prikazale su i negativne učinke takvog treninga, poput smanjenja osjetljivosti na pritisak dodira u stopalu.

Cilj ovog rada je prikazati pozitivne i negativne ishode primjene vibracijskog treninga cijelog tijela, odnosno njegov utjecaj na motoričke i funkcionalne sposobnosti kod raznih populacija.

Ključne riječi: mišićna snaga i jakost, pozitivni i negativni učinci, rehabilitacija, motoričke sposobnosti, smanjenje potkožne masti

THEORIES AND MECHANISMS OF WHOLE – BODY VIBRATION TRAINING

Abstract

Whole – body vibration training has recently become more popular in Fitness and became the topic to greater number of researches. However, research results are contradictory. Although the most studies presented positive effects of whole – body vibration training as enhancements in muscle strength and power, flexibility, injury prevention, rehabilitation and disease treatment, some researches didn't find any training progress. Some studies even presented negative effects of such training as reduced plantar foot sensitivity.

The aim of this paper was to show positive and negative outcomes of whole – body vibration training intervention on motor and functional abilities in different populations.

Key words: muscle strength and power, positive and negative effects, rehabilitation, motor abilities, reducing body fat

SADRŽAJ

1	UVOD	5
2	MEHANIZMI DJELOVANJA VIBRACIJA NA MIŠIĆE.....	6
3	POZITIVNI UČINCI VIBRACIJSKOG TRENINGA CIJELOG TIJELA	7
3.1	UTJECAJ VIBRACIJSKOG TRENINGA CIJELOG TIJELA NA RAZVOJ MIŠIĆNE SNAGE I JAKOSTI	7
3.2	UTJECAJ VIBRACIJSKOG TRENINGA CIJELOG TIJELA NA OSTALE MOTORIČKE SPOSOBNOSTI	12
3.3	UTJECAJ VIBRACIJSKOG TRENINGA CIJELOG TIJELA NA SMANJENJE POTKOŽNE MASTI	14
3.4	PRIMJENA I UČINCI VIBRACIJSKOG TRENINGA CIJELOG TIJELA U PREVENCIJI I REHABILITACIJI OZLJEDA	17
3.5	PRIMJENA I UTJECAJ VIBRACIJSKOG TRENINGA U LIJEČENJU BOLESTI	20
3.6	UTJECAJ VIBRACIJSKOG TRENINGA CIJELOG TIJELA NA FUNKCIONALNE SPOSOBNOSTI	22
4	NEUTRALNI I NEGATIVNI UTJECAJ VIBRACIJSKOG TRENINGA CIJELOG TIJELA.....	23
5	ZAKLJUČAK.....	25
6	LITERATURA	26

1 UVOD

Vibracijski trening cijelog tijela može se definirati kao primjena platformi vertikalnih i bočnih oscilacija kao trenažnih stimulatora na kojima pojedinac izvodi statičke ili dinamičke vježbe (Bidonde i sur., 2017). Oscilacije koje se događaju dok se pojedinac nalazi na platformi rezultiraju kao vibracije te se prenose kroz cijelo tijelo (Bidonde i sur., 2017). Vibracije platforme mehanički generiraju brze varijacije u dužini mišićno-tetivnog sustava izazivajući tako ekscentrično-koncentrične i refleksne mišićne kontrakcije (Zago, Capodaglio, Ferrario, Tarabini i Galli, 2018). Brojna istraživanja pokazala su da vibracijski trening cijelog tijela može imati pozitivne ishode kako u rehabilitaciji tako i za razvoj sposobnosti u sportu. Međutim, postoje i istraživanja koja nisu prikazala trenažni napredak, a neke su studije predstavile i negativne učinke takvog treninga. Učinci vibracijskog treninga cijelog tijela mogu biti određeni vibracijskim volumenom i intenzitetom, što uključuje frekvenciju, amplitudu, trajanje vibracijskog podražaja, interval odmora te krutost mišića ili zgloba pojedinca (Chung i sur., 2017). S obzirom na vrijeme primjene vibracijskog podražaja, učinke možemo podijeliti na akutne (tijekom vibracijskog podražaja), akutno rezidualne (odmah nakon vibracijskog podražaja) i kronične (prateći serije ponavljanja treninga u dužem razdoblju) (Kovačević i sur., 2013).

Prema tome, cilj ovog diplomskog rada je utvrditi pozitivne i negativne učinke primjene vibracijskog treninga cijelog tijela, odnosno njegov utjecaj na motoričke i funkcionalne sposobnosti kod raznih populacija. Također, u radu je kritički opisano i prikazano kako, kada i za što se primjenjuje vibracijski trening te kakav utjecaj i posljedice ima na ljudsko tijelo.

2 MEHANIZMI DJELOVANJA VIBRACIJA NA MIŠIĆE

Vibracija je mehanički podražaj kojeg karakteriziraju oscilatorni valovi. Biomehanički čimbenici koji određuju intenzitet vibracije su amplituda, frekvencija i magnituda oscilacije (Bosco, 1985). Poprečno-prugasti (skeletni) mišići posebna su vrsta mišića koji prilagođavaju svoju generalnu funkciju u reakciji na različite podražaje (Trovato, Imbesi, Conway, Castrogiovanni, 2016).

Postavlja se pitanje: kako vibracijski podražaj djeluje na mišiće, odnosno kakvu mišićnu reakciju izaziva? Mehanizam vibracije je stvoriti brze i kratke promijene u dužini mišićno-tetivnog sustava. Takvu perturbaciju detektiraju senzorni receptori koji moduliraju krutost mišića kroz refleksne mišićne aktivnosti i pokušavaju upiti vibracijske valove (Cardinale, Bosco, 2003). Mehanička vibracija primijenjena na sami mišić ili tetivu može izazvati refleksnu mišićnu kontrakciju, takozvani tonički vibracijski refleks (Hagbarth, Eklund, 1966). Musumeci (2017) navodi da deformacija mekog tkiva uzrokovana vibracijom može aktivirati mišićna vretena što dovodi do povećanog refleksnog istezanja. Vibracijski podražaji većinom su povezani s refleksnom aktivacijom motoričkih neurona. Pojačana elektromiografska aktivnost uočljiva je tijekom vibracijskog podražaja, s vrijednostima većim od onih tijekom voljne mišićne aktivacije. Razlog tome može biti bolja sinkronizacija motoričkih jedinica tijekom primjene vibracije. Refleksna mišićna aktivacija zapravo predstavlja odgovor živčano – mišićnog sustava na jake perturbacije uzrokovane mehaničkim vibracijama. Ovi podaci sugeriraju da vibracija može imati učinkovitu vježbovnu primjenu u poboljšanju živčano-mišićnih sposobnosti neaktivnih kao i treniranih osoba.

3 POZITIVNI UČINCI VIBRACIJSKOG TRENINGA CIJELOG TIJELA

Vibracijski trening cijelog tijela se pokazao, kako u rehabilitaciji, tako i u sportu, kao manje iscrpljujuća i vremenski prihvatljivija, kraća metoda vježbanja u svrhu prevencije ozljeda i povećanja sposobnosti živčano-mišićnog sustava, posebice kod pojedinaca s niskom tjelesnom spremom (Karatrantou i sur., 2019). Prije više od dva desetljeća vibracijski trening cijelog tijela razvio se kao način vježbanja u svrhu povećanja maksimalne jakosti i snage mišića. Međutim, prema brojnim istraživanjima do danas se ovakav trening pokazao također korisnim u smanjenju potkožne masti, sprečavanju ozljeda i boli, oporavku nakon ozljede, povećanju funkcionalnih i motoričkih sposobnosti i liječenju bolesti.

3.1 UTJECAJ VIBRACIJSKOG TRENINGA CIJELOG TIJELA NA RAZVOJ MIŠIĆNE SNAGE I JAKOSTI

Budući da se ovakav tip treninga najprije popularizirao u fitnessu kao dobra zamjena ili nadopuna treningu snage i jakosti, postoje brojna istraživanja o učincima vibracijskog treninga cijelog tijela na te dvije sposobnosti. Prema tim istraživanjima, vibracijski trening cijelog tijela, poboljšao je mišićnu jakost i snagu što se najviše moglo očitovati iz napretka u visini skoka iz čučnja. Naravno, veličina učinaka nije u svim istraživanjima bila jednaka. Ona je ovisila o trajanju trenažnog perioda, populaciji na kojoj je istraživanje provedeno i primijenjenom trenažnom programu. Ukoliko se radilo o dugotrajnoj primjeni vibracijskog treninga cijelog tijela, gotovo uvijek se javio značajan pozitivan učinak. Vrlo dobro su to prikazali Osawa, Oguma i Ishii (2013) u svojoj meta-analizi proučavajući učinke dugotrajnog vibracijskog treninga cijelog tijela na mišićnu snagu i jakost. Ograničili su se na randomizirana kontrolna istraživanja u trajanju od najmanje pet tjedana. Podaci su uzeti od 314 ispitanika iz 10 istraživanja o jakosti mišića opružaća potkoljenice i 249 ispitanika iz 7 istraživanja o vertikalnom skoku iz čučnja. Utvrđen je značajan pozitivan utjecaj na mišićnu snagu ($p = 0,007$) i na visinu vertikalnog skoka iz čučnja ($p = 0,003$). Slično se moglo primijetiti u istraživanju Lamonta i sur. (2009) o šestotjednom učinku periodičnog trenažnog programa čučnja sa ili bez vibracijskog treninga cijelog tijela na visinu skoka i jakost nakon akutnog izlaganja vibraciji. Na temelju rezultata 30 ispitanika (dob: 18-30 godina) vidljiv je bio statistički značajan napredak u visini skoka, maksimalnoj jakosti i relativnoj maksimalnoj jakosti kod osoba

podvrgnutih vibracijskom treningu cijelog tijela. Iz ovih podataka može se vidjeti kako periodični trenažni program čučnja s vibracijskim treningom cijelog tijela pruža veći napredak u maksimalnoj jakosti i visini skoka nego isti takav trenažni program bez vibracijskog treninga cijelog tijela.

Vibracijski trening cijelog tijela pokazao se kao vrlo prigodna i korisna metoda treninga kod starije populacije. Kroz primjenu vibracijskog treninga cijelog tijela moguće je, kod starijih ljudi, pozitivno utjecati na probleme sa smanjenim funkcionalnim i motoričkim sposobnostima, sarkopenijom – progresivnim gubitkom mišićne mase uzrokovanog starenjem i dinapenijom – progresivnim gubitkom mišićne snage uzrokovanog starenjem. Upravo to pokazali su Rogan i sur. (2015) u svojoj meta-analizi u kojoj navode kako se vibracijski trening cijelog tijela koristi kao dodatak ili alternativa treningu s otporima za osobe starije životne dobi kako bi se smanjili navedeni problemi. Prema njima, najveća vrijednost vibracijskog treninga cijelog tijela ogleda se kod slabo funkcionalnih starijih osoba, gdje se može koristiti za razvoj vještina koje su potrebne za konvencionalni način vježbanja. Njihova analiza, na starijim osobama u dobi od 65 godina i više, pokazala je napredak u izometričkoj maksimalnoj voljnoj kontrakciji, jakosti, stopi razvoja sile i funkcionalnoj snazi, ponajviše kod osoba djelomično i potpuno zavisnih o drugima pri obavljanju svakodnevnih aktivnosti. Različiti su primjeri trenažnih programa (tablica 1) doveli do poboljšanja ovih sposobnosti i pokazali da vibracijski trening cijelog tijela pomaže kod sarkopenije i dinapenije, odnosno da može usporiti i smanjiti gubitak mišićne mase i snage.

Tablica 1. Prikaz trenažnih parametara u nekim istraživanjima uključenih u analizu

Istraživanje	Trajanje (broj treninga tjedno)	Amplituda (mm)	Frekvencija (Hz)	Broj i trajanje serija, odmor između serija
Alvarez-Barbosa i sur. (2014)	8 tjedana (3)	4	30 – 35	6-12 serija, 12-17 minuta ukupno, 45 s odmora
Beck i sur. (2010)	32 tjedna (2)	2	12,5	2 x 3 min, 60 s odmor
Corrie i sur. (2015)	12 tjedana (3)	2,9	30	3-6 x 20-60 s, 60 s odmora
Klarner i sur. (2009)	48 tjedana (3)	3-7	12,5	7 x 90 s, 40 s odmor
Zhang i sur. (2014)	8 tjedana (3-5)	1-3	25-35	4-5 x 60 s, 60 s odmor
Rogan i sur. (2012)	4 tjedna (3)	-	5	5 x 60 s, 60 s odmor

Legenda: podaci su djelomično preuzeti i prilagođeni iz rada Rogana i sur. (2015).

Jedna od karakteristika starosti je i otežan hod. Između ostalih, smanjena mišićna jakost i snaga, jedni su od čimbenika otežanosti hoda. S obzirom da vibracijski trening cijelog tijela unaprjeđuje te dvije sposobnosti, može se pretpostaviti da pozitivno utječe na sposobnost hodanja. Tu pretpostavku potvrdili su Kawanabe i suradnici (2007) prikazavši kako vibracijski trening cijelog tijela, uz tradicionalne vježbe za razvoj mišićne jakosti i ravnoteže te vježbe hodanja, utječe na sposobnost hodanja kod starijih osoba prosječne dobi od 72 godine. Rezultati dvomjesečnog vibracijskog treninga cijelog tijela pokazali su smanjenje vremena potrebnog za prelazak 10 metara hodanjem za 14,9 %, povećanje dužine koraka za 6,5 %, te produljenje vremena stajanja na jednoj nozi za 65,0 % – 88,4 %.

Najveći utjecaj vibracijskog treninga cijelog tijela na mišićnu snagu i jakost može se primijetiti kod netreniranih osoba i rekreativaca. Objašnjenje leži u tomu što se, u odnosu na stare osobe, kod ovih osoba može primijeniti jači intenzitet treninga, a u odnosu na sportsku populaciju imaju veći prostor za napredak. Vibracijski trening cijelog tijela kod takve populacije pokazao se kao odlična zamjena i nadopuna treninzima s opterećenjem. Samim time što uz manja opterećenja pruža slične učinke kao i trening bez vibracije s većim opterećenjima, čini ga prigodnom metodom vježbanja kod netreniranih ljudi i rekreativaca.

Delecluse, Roelants i Verschueren (2003) su vibracijskim treningom cijelog tijela pokazali da se jakost, specifično izometrička i izokinetička, značajno povećala kod prethodno netreniranih žena. Konkretno, dimenzija povećanja izometričke (16,6%) i dinamičke jakosti (9,0%) mišića quadricepsa nakon vibracijskog treninga cijelog tijela usporediva je, pa čak i veća, od povećanja izometričke (14,4%) i dinamičke (7,0%) jakosti nakon jednakog broja treninga s vanjskim otporima. Visina vertikalnog skoka iz čučnja povećala se samo nakon vibracijskog treninga (7,6%). U usporedbi s tim, još bolje učinke dobili su Osawa i Oguma (2011) u svom sedmotjednom istraživanju. Značajno veći učinci primijetili su se u izometričkoj (+36,8 %; $p = 0,02$) i koncentričnoj (+38,4 %; $p = 0,04$) jakosti mišića natkoljenice i leđa (26,4 %) te visini vertikalnog skoka (8,4 %) kod grupe ispitanika koja je provodila vibracijski trening cijelog tijela u odnosu na grupu samo s treningom opterećenja. Iako je njihov trenažni period trajao 5 tjedana kraće dobili su značajno bolje rezultate u povećanju snage i jakosti nego Delecluse i sur. (2003). To može biti zbog uključenosti muških ispitanika, različitog trenažnog programa, odnosno većeg broja vježbi od kojih

su, osim za donje ekstremitete, neke bile i za trup (slika 5), što nije bio slučaj u drugom istraživanju. Prema navedenom se na primjeru netrenirane populacije može vidjeti da vibracijski trening cijelog tijela izaziva povećanje jakosti u mišićima opružaćima potkoljenice u sličnoj mjeri kao i trening s vanjskim opterećenjem. Dakle, ukoliko želimo smanjiti rizike koji proizlaze iz treninga s velikim teretima, a dobiti rezultate koje bi pružio takav trening kod netreniranih osoba i rekreativaca, možemo primijeniti vibracijski trening cijelog tijela s manjim opterećenjima.



Slika 1. Prikaz 8 vježbi korištenih u trenažnom programu istraživanja Osawe i Oguma (2011). Trenažni program sastojao se od dvije vježbe za donje ekstremitete (čučnjevi) i 6 vježbi za trup.

Sportaši kontinuirano razvijaju i održavaju mišićnu snagu i jakost jer su važan čimbenik uspjeha. Nekada je sportašima potrebno „iznenaditi“ mišiće novom vrstom podražaja kako bi dodatno unaprijedili njihove sposobnosti. Vibracijski trening cijelog tijela može biti taj podražaj jer se pokazalo da kao dodatak standardnim treninzima određenog sporta izaziva veći napredak u motoričkim sposobnostima, posebice eksplozivne jakosti, što se očitovalo kroz visinu vertikalnog skoka iz čučnja. Dobar prikaz toga je osmotjedno istraživanje Aninoa i sur. (2007) u kojem su profesionalne balerine (dob: $21,25 \pm 1,5$ godina) nakon osmotjednog vibracijskog treninga cijelog tijela povećale visinu vertikalnog skoka iz čučnja za $6,3 \pm 3,8$ %. Pojačana jakost opružачa koljena vidjela se u prosječnoj sili, jakosti i brzini izvedbe pri svladavanju vanjskih opterećenja od 50, 70 i 100 kg nožnim potiskom.

U usporedbi s tim, vrlo slične rezultate, ali u 4 tjedna kraćem trenažnom periodu, dobili su Colson i sur. (2010) na aktivnim košarkašima. Prikazali su pozitivan utjecaj vibracijskog treninga cijelog tijela na maksimalnu voljnu izometričku jakost mišića opružачa potkoljenice (oko 5 %) i visine skoka iz čučnja ($6,66 \pm 3,02$ %). Brže postignuće sličnih veličina pozitivnih učinaka može biti opravdano korištenjem veće frekvencije (40 Hz u odnosu na 30 Hz) i uključivanjem većeg broja vježbi, čak 10 u odnosu na balerine koje su provodile samo jednu (statički počučanj).

Aksoy (2019) je u svom istraživanju na taekwondošima dobio slične rezultate u povećanju snage. Uz testove snage, proveo je i testove drugih sposobnosti te zaključio kako je dodavanje vibracijskih treninga cijelog tijela (tablica 2) značajnije povećalo snagu, fleksibilnost i agilnost nego treninzi bez vibracija. Stoga je vidljivo da je vibracijski trening cijelog tijela učinkovita kratkoročna metoda za poboljšanje eksplozivne snage i jakosti opružачa koljena, ali i drugih motoričkih sposobnosti kod sportaša.

Tablica 2. Prikaz trenožnog volumena i intenziteta vibracijskih treninga cijelog tijela

Tjedan	Trajanje (s)	Frekvencija (Hz)	Amplituda (mm)	Odmor (s)	Broj serija po vježbi*					
					A	B	C	D	E	F
1	30	30	2	60	1	1	1	1	1	1
2	30	30	2	60	2	1	1	1	1	1
3	30	35	2	60	2	2	1	1	1	1
4	30	35	2	40	2	2	2	1	1	1
5	45	35	2	40	2	2	2	1	1	1
6	45	40	4	40	3	2	2	1	1	1
7	45	40	4	30	3	2	2	2	1	1
8	60	40	4	30	3	2	2	2	1	1
9	60	50	4	30	3	2	2	2	2	1
10	60	50	4	30	3	3	2	2	2	2

Legenda: * Vježbe: a – čučanj, b – duboki čučanj, c – široki čučanj, d – stoj na prstima, e – duboki stoj na prstima, f – sklek. Podaci su preuzeti i prilagođeni iz rada Aksoja (2019).

3.2 UTJECAJ VIBRACIJSKOG TRENINGA CIJELOG TIJELA NA OSTALE MOTORIČKE SPOSOBNOSTI

Uz jakost i snagu, vibracijski trening cijelog tijela pokazuje pozitivan utjecaj i na druge motoričke sposobnosti od kojih su najistaknutije ravnoteža i fleksibilnost. Značajni učinci pojavljuju se već nakon kratkoročne primjene vibracijskog treninga cijelog tijela i mogu biti veći nego nakon primjene konvencionalnog treninga. To su najbolje pokazali Despina i sur. (2014) na 11 elitnih ritmičkih gimnastičarki koje su nakon vibracijskog treninga cijelog tijela poboljšale rezultate u vertikalnom skoku iz čučnja, te na testu fleksibilnosti i ravnoteže.

Fagnani, Giombini, Di Cesare, Pigozzi i Di Salvo (2006), na temelju provedbe osmotjednog vibracijskog treninga cijelog tijela 26 mladih sportašica dobili su slične rezultate. Provedba vibracijskog treninga tri puta tjedno uzrokovala je, uz povećanje fleksibilnosti, pojačanje maksimalne jakosti mišića opružaca potkoljenice i napredak u visini skoka iz čučnja.

Nadalje, Ritzman, Kramer, Bernhardt i Gollhofer (2014) su na osnovu rezultata 38 ispitanika nakon vibracijskog treninga cijelog tijela u trajanju od četiri tjedna također prikazali pozitivan utjecaj na razvoj ravnoteže. Međutim, značajno se povećala i statička mišićna izdržljivost (36 %). Prema ovom primjeru najbolje se može vidjeti da je vibracijski trening cijelog tijela pokazao značajnije učinke u odnosu na konvencionalni trening.

Dakle, vibracijski trening cijelog tijela prigodna je metoda treninga za poboljšanje ravnoteže, stabilnosti i posebice fleksibilnosti čiji razvoj smanjuje mogućnost ozljede mišićno tetivnog sustava. Također, trenažni program koji sadrži vibracijski trening cijelog tijela unaprjeđuje ravnotežu i mišićnu izdržljivost u većoj mjeri od trenažnih programa bez vibracijskog treninga.

Još jedna sposobnost kao važan čimbenik uspjeha u sportu je i brzina. S obzirom da vibracijski trening može povećati izokinetičku jakost i dužinu koraka, pretpostavlja se da bi mogao povećati brzinu kretanja i izvedbe pokreta. Sukladno tome, Wang i sur. (2014) su prikazali da vibracijski trening cijelog tijela u kombinaciji s dodatnim teretom, uz snagu, može povećati brzinu lokomocije, konkretno trčanja kod atletičara. Nakon četiri tjedna vibracijskog treninga, rezultati mjerenja koncentrične, ekscentrične i izometričke jakosti, te brzine (sprint 30 m) pokazali su statistički značajan napredak.

Slične rezultati dobili su Roelants, Delecluse i Verschueren (2014) na 89 žena u post-menopauzi nakon istraživanja u trajanju od dvadeset i četiri tjedna. Razlikovalo se to što je kod njih cilj bio ubrzati izvedbu pokreta, a ne brzinu trčanja, što je razumljivo s obzirom na različitost populacija. Vibracijski trening cijelog tijela rezultirao je napretkom u brzini izvedbe pokreta za otprilike 7% te oko 16% u izometričkoj i dinamičkoj jakosti mišića opružaća koljena.

Ovi podaci potvrđuju i opravdavaju primjenu vibracijskog treninga cijelog tijela za razvoj brzine i raznih sposobnosti, ne samo kod tjelesno neaktivnih osoba, nego i kod vrhunskih sportaša.

3.3 UTJECAJ VIBRACIJSKOG TRENINGA CIJELOG TIJELA NA SMANJENJE POTKOŽNE MASTI

Pretilost je ozbiljan i rastući zdravstveni problem koji povećava rizike oboljenja od raznih bolesti. Kod pretilih ljudi čak i mali gubitak mase (5-10 %) umanjuje te rizike. Međutim teško je s takvom populacijom provoditi konvencionalne treninge za smanjenje masne mase. S obzirom da se vibracijski trening cijelog tijela pokazao kao manje zahtjevna i kratkotrajna metoda treninga, te su se pojavili dokazi da tjelesne vibracije usporavaju nakupljanje masti i reduciraju masno tkivo, takav trening se može koristiti u tretiranju pretilih osoba. Vibracijskim treningom cijelog tijela moguće je smanjiti postotak tjelesne masti, opseg struka i čak pružiti bolje ishode od onih koje bi postigli samo s redukcijom unosa kalorija. Konkretni faktori koji opravdavaju mišljenje da vibracijski trening cijelog tijela reducira masnu masu su da akutno izlaganje vibracijama aktivira centralni simpatički živčani sustav čiji podražaj na bijelo masno tkivo izaziva lipolizu (Snitker, Macdonald, Ravussin, Astrup, 2000), vibracijski trening cijelog tijela poboljšava glikemičnu kontrolu, poboljšavajući regulaciju glukoze i inzulina (Di Loreto i sur. 2004) i vibracijski trening potiče lučenje hormona rasta (Giunta i sur., 2012), koji stimulira metabolizam i obično je umanjen kod pretilih osoba.

Zago, Capodaglio, Ferrario, Tarabini i Galii (2018) prikazali su u sustavnom pregledu pozitivni utjecaj vibracijskog treninga cijelog tijela na antropometriju, kardiovaskularni status i funkcionalne sposobnosti kod pretilih ljudi. Nakon trenažnih programa (tablica 3), rezultati utemeljeni na ukupnom broju od 321 ispitanika (dobni opseg: 20-59 godina) su pokazali gubitak tjelesne mase (5-10 %), masne mase (2-6 %) i smanjenje indeksa tjelesne mase.

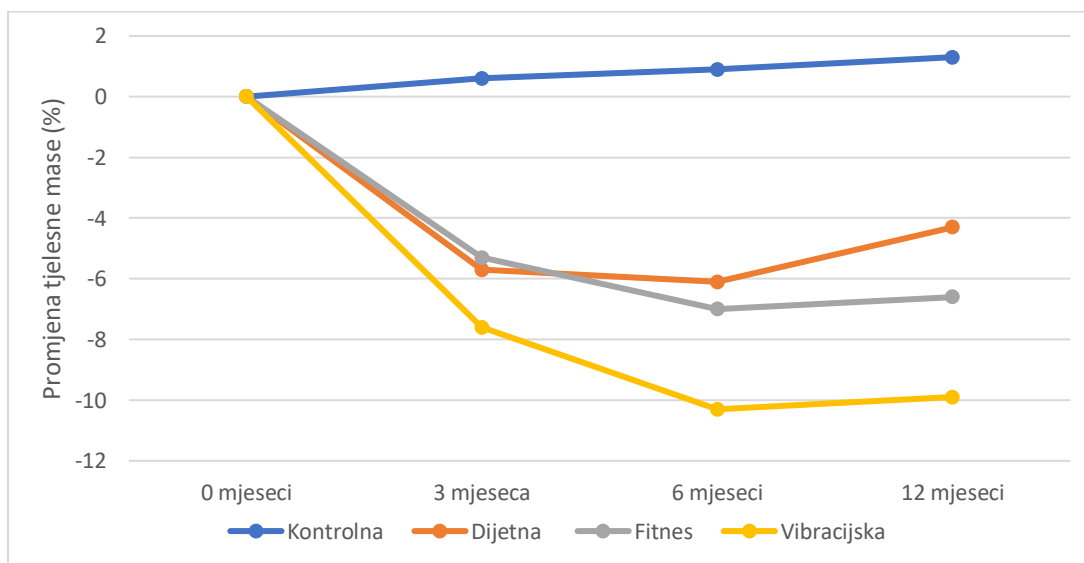
Tablica 3. Prikaz trenažnih programa nekih od istraživanja

Istraživanje	Frekvencija	Amplituda	Vježbe	Broj ponavljanja i trajanje, odmor između
Miyaki i sur., 2012	30-35 Hz	2 mm	Visoki čučanj, duboki čučanj, široki čučanj, iskorak	30 x 30 s, 30 s odmor 12 tjedana, 3 x 30 min tjedno
Bellia i sur., 2014	30 Hz	2 mm	Čučanj, 70° kut u koljenu	10 x 60 s, 60 s odmor 8 tjedana, 3 x tjedno
Figureoa i sur., 2014	25 – 40 Hz	1 – 2 mm	Čučanj (90° i 120°), široki počučanj, podizanje na prste	1-6 x 30-60 s, 30-60 s odmora 12 tjedana, 3 x tjedno

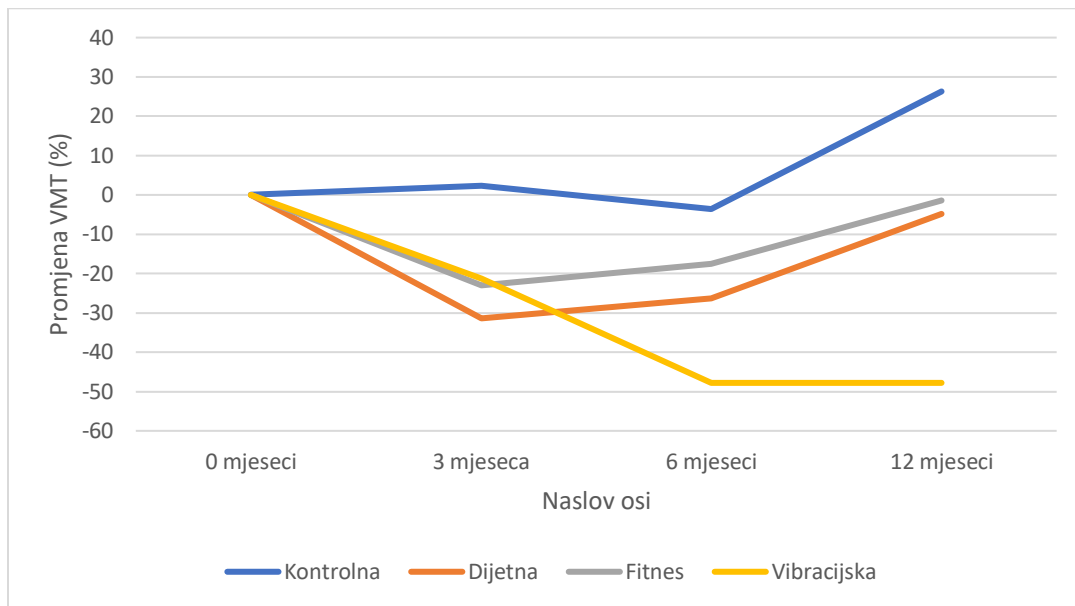
Legenda: podaci su preuzeti i prilagođeni iz rada Zagoa, Capodaglio, Ferrario, Tarabina i Galii (2018).

Jedno od istraživanja (Bellia i sur., 2014) pokazalo je veću redukciju masne mase ispitanika nakon vibracijskog treninga cijelog tijela nego kod ispitanika na hipokaloričnoj dijeti. Vidljivo je bilo i smanjenje opsega struka što su potvrdili Milanese i sur. (2013). Visceralno masno tkivo reduciralo se u dva istraživanja za oko 10 cm² (Visers i sur., 2010) i 50 cm² (So, Eto, Tsujimoto, Tanaka, 2014). Pozitivni utjecaj vibracijskog treninga cijelog tijela osim na antropometriju i morfologiju, primijetio se i kod kardiovaskularnog sustava, mišićne jakosti, funkcionalnih sposobnosti, fleksibilnosti i drugih sposobnosti.

Slične rezultate prikazali su Vissers i sur. (2010). Oni su nakon dvanaestomjesečnog istraživanja, zabilježili bolji utjecaj vibracijskog treninga u kombinaciji s dijetom na smanjenje masnog tkiva u odnosu na samo dijetu i fitnes programe s dijetom. Rezultati 61 od ukupno 79 ispitanika koji su započeli istraživanje pokazali su značajan gubitak tjelesne mase (slika 2), smanjenje postotka tjelesne masti, smanjenje opsega struka i kukova, visceralnog masnog tkiva (slika 3) i triglicerida najviše nakon vibracijskog treninga cijelog tijela. Zabilježene su i značajne pozitivne promjene u sistoličkom i dijastoličkom tlaku. Iz ovih podataka može se vidjeti da dodavanje vibracijskog treninga cijelog tijela hipokaloričnoj dijeti zaista može pomoći u održavanju smanjene tjelesne mase.



Slika 2. Grafički prikaz gubitka tjelesne mase tijekom vremena po grupama. Prerađeno prema radu Vissersa i sur., (2010).



Slika 3. Grafički prikaz smanjenja visceralnog masnog tkiva tijekom vremena po grupama. Prerađeno prema radu Vissersa i sur., (2010).

3.4 PRIMJENA I UČINCI VIBRACIJSKOG TRENINGA CIJELOG TIJELA U PREVENCIJI I REHABILITACIJI OZLJEDA

Među najvećim uzrocima ozljeda su padovi koji rezultiraju frakturama, posebice kod starije populacije. Padovi se većinom događaju zbog gubitka ravnoteže i stabilnosti. Vibracijskim treningom cijelog tijela može se utjecati na te dvije sposobnosti i time neposredno smanjiti rizik od pada. Frakture se osim zbog pada, događaju i zbog slabe gustoće kostiju na koju vibracijski trening također može imati utjecaja, iako neka istraživanja tvrde suprotno. Jepsen i sur. (2017) su u svojoj meta-analizi istražili učinke vibracijskog treninga cijelog tijela na rizik od fraktura kod osoba starijih od 50 godina. Prema njihovoj analizi pokazalo se da je vibracijski trening cijelog tijela značajno smanjio postotak fraktura za 2 %, broj padova za 4-17 %, te kod osoba s prijašnjim padom smanjen je rizik od ponovnog pada za oko 6%. Neka od istraživanja iz njihove analize bazirala su se na podacima o gustoći i sastavu kostiju te su na temelju slabih i umjereno kvalitetnih dokaza pokazala da vibracijski trening cijelog tijela nema značajan utjecaj na gustoću i sastav kostiju.

U usporedbi s tim istraživanjima, različiti rezultat dobili su Prioreshi, Oostyhouse, Avidon, McVeigh (2012). Oni su na osnovu 15 cestovnih biciklista pokazali da deset tjedana vibracijskog treninga cijelog tijela povećava mineralnu gustoću kostiju kuka, što je vrlo važno za starije osobe kod kojih lom kuka može imati teške, pa i u končnici smrtonosne posljedice. Također, pokazalo se da je gustoća kostiju kralježnice održana primjenom vibracijskog treninga, što nije bio slučaj kod osoba koje ga nisu provodile, kod njih se gustoća smanjila.

Slične rezultate dobili su Von Stengel, Kemmler, Bebenek, Engelke, Kalender (2011) nakon 12 mjeseci vibracijskog treninga cijelog tijela na 108 postmenopauzalnih žena. Koštana mineralna gustoća lumbalnog dijela kralježnice povećala se za oko 2 %, a maksimalna jakost nogu za 27 %. Pokazalo se da je vibracijski trening cijelog tijela učinkovit u smanjenju rizika od osteoporoze jer povećava maksimalnu jakost mišića nogu i gustoću lumbalnog dijela kralježnice.

Prema ovim podacima vibracijski trening cijelog tijela kvalitetna je metoda treninga za smanjenje rizika od pada, te u nekim slučajevima, za povećanje gustoće kostiju što neposredno smanjuje rizik od fraktura.

Prevenција ozljeda posebno je važna kod sportaša te je jedan od determinirajućih faktora uspješnosti karijere. Kao jednom od najčešćih smatra se ozljeda gležnja. Vibracijski trening cijelog tijela metoda je kojom možemo poboljšati unilateralnu ravnotežu i stabilnost i time smanjiti rizik od uganuća gležnja. Upravo to su prikazali Sierra-Guzman i sur. (2018) na 50 rekreativnih sportaša s kroničnom nestabilnošću gležnja. Nakon šestotjedne provedbe trenažnog protokola vibracijskog treninga cijelog tijela (tablica 4) na nestabilnim površinama rezultati su pokazali značajan napredak. Analiza je pokazala poboljšanje ravnoteže (20,14 % - 24,62 %) i stabilnosti (15,34 % - 27,42 %). Iako su provodili iste vježbe, grupa koja ih je provodila na vibracijskoj platformi značajnije je napredovala u odnosu na grupu bez vibracije. Iz toga vidimo da dodavanjem vibracijskog treninga cijelog tijela povećavamo vjerojatnost i veličinu pozitivnih učinaka na ravnotežu i stabilnost kod osoba s kroničnom nestabilnošću gležnja. Ovi podaci sugeriraju da vibracijski unilateralni trening ravnoteže na nestabilnoj površini potencijalno smanjuje rizik od uganuća gležnja.

Tablica 4. Prikaz trenažnog protokola za vibracijsku grupu

Tjedan	1	2	3	4	5	6
Frekvencija, Hz	30	30	35	35	40	40
Amplituda, mm	2	4	4	4	4	4
Vježbe	Stajanje na jednoj nozi, križanje i zamah noge, trkačka pozicija, hvatanje i bacanje odbojkaške lopte od zid			Stajanje jednonožno sa zatvorenim očima, zamah i križanje noge s elastičnom trakom oko gležnja, trkačka pozicija s jednonožnim podizanjem na petu, hvatanje i bacanje teniske loptice od zid		

Legenda: preuzeto i prilagođeno iz rada Sierra-Guzman i sur. (2018)

Među najteže ozljede u sportu svakako se svrstava puknuće prednjeg križnog ligamenta. Opcije tretmana koje se mogu pružiti nakon puknuća su konzervativna rehabilitacija i rekonstrukcija operacijom (Kvist, 2004). Može li vibracijski trening cijelog tijela pomoći u rehabilitaciji sportaša nakon rekonstrukcije prednjeg križnog ligamenta istražili su Constantino, Bertuletti i Romiti (2018). Oni su na temelju 38 sportašica pokazali da osmotjedni vibracijski trening cijelog tijela može unaprijediti oporavak u mišićnoj jakosti opružaca i pregibača potkoljenice nakon artroskopijske rekonstrukcije prednjeg križnog ligamenta. Rezultati testiranja su pokazali značajno

poboljšanje vršnog momenta sile (8,93 %) i maksimalne jakosti (10,90 %) mišića opružaća i pregibača potkoljenice u parametrima testa izokinetičke jakosti. Došlo je i do povećanja mišićne izdržljivosti. Obnavljanje snage mišića, posebice opružaća, vrlo je važno nakon puknuća prednjeg križnog ligamenta. Prema tome i prema dobivenim podacima iz ovog istraživanja, može se reći da vibracijski trening cijelog tijela u kombinaciji sa standardnom rehabilitacijom pruža vrlo pozitivan utjecaj te visoku terapijsku učinkovitost kod sportaša s ozljedom prednjeg križnog ligamenta.

3.5 PRIMJENA I UTJECAJ VIBRACIJSKOG TRENINGA U LIJEČENJU BOLESTI

S obzirom da je vibracijski trening cijelog tijela pokazao svoju korisnu primjenu kod različite populacije, pretpostavilo se da bi svoj pozitivan utjecaj takav trening mogao imati i u liječenju bolesti. Jedna od takvih je Parkinsonova bolest. Sharififar, Coronado, Romero, Azari i Thigpen (2014) u svom sustavnom pregledu navode kako su osobe s Parkinsonovom bolesti izložene vibracijskim stimulacijama putovanja u vlaku pokazivale manje simptoma bolesti. Prema toj teoriji, vibracijski trening cijelog tijela je metoda koja može unaprijediti ravnotežu i mobilnost te ublažiti simptome kao što su drhtanje i ukočenost kod osoba s Parkinsonovom bolesti. Haas, Turbanski, Kessler i Schmidbleicher (2006) su prikazali pozitivne učinke randomizirane vibracije cijelog tijela na motoričke simptome kod Parkinsonove bolesti. Rezultati 68 oboljelih osoba starosne dobi oko 65 godina pokazali su bolji rezultat na jedinstvenoj omjernoj skali Parkinsonove bolesti (UPDRS motor score) za 14,7 %, smanjenje drhtanja (25 %) i ukočenosti (24 %) te poboljšanje u sposobnosti hoda i posturi. Bradikinezija se smanjila za 12 %. Prema prikazanim rezultatima ovog istraživanja može se smatrati da vibracijski trening cijelog tijela ima pozitivan utjecaj u liječenju i ublažavanju simptoma bolesti kao što je Parkinsonova.

Nadalje, vibracijski trening cijelog tijela pronašao je svoj primjenu i u bolesti kao što je multipla skleroza. Poznato je da takav trening unaprjeđuje narušene motoričke sposobnosti karakteristične za ovu bolest kao što su smanjena mišićna jakost i poremećaji u kretanju. Hilgers, Mündermann, Riehle i Dettmers (2013) istražili su hipotezu da trojtjedni vibracijski trening cijelog tijela, kao dodatak standardnoj rehabilitaciji, unaprjeđuje sposobnost hodanja kod pacijenata s multiplom sklerozom. Na temelju rezultata 60 pacijenata podijeljenih u vibracijsku i nevibracijsku (kontrolnu) grupu, primijetilo se značajno unaprjeđenje sposobnosti hodanja. Iako su se obje grupe poboljšale u šestominutnom testu hoda, vibracijska grupa je u tom segmentu puno više napredovala (14,7 %) u odnosu na kontrolnu (3,3 %). Dakle, vibracijski trening značajno pozitivno utječe na kretanje, što se očitovalo na odrednicama sposobnosti hoda povezanim sa zadacima izdržljivosti u hodanju te da je dobar dodatak standardnoj rehabilitaciji kod pacijenata s multiplom sklerozom.

Slične rezultate dobili su Gloeckl i sur. (2017) pokazavši da vibracijski trening cijelog tijela ima pozitivne učinke i kod osoba s kroničnom opstruktivnom bolesti pluća (COPD). Na rezultatima 74 pacijenata vidljivo je bilo poboljšanje posturalne ravnoteže i mišićne jakosti, te napredak u šestominutnom testu hoda. Prema ovim podacima vidljivo je da primjenom trojtjednog vibracijskog

treninga cijelog tijela možemo povećati vježbovni kapacitet osoba s kroničnom opstruktivnom bolesti pluća.

Osteoartritis je najčešći oblik artritisa. Glavna karakteristika ove bolesti je destrukcija i gubitak zglobne hrskavice, što dovodi do disfunkcije zgloba (Kraus, 1997). Osteoartritis koljena i bol koju uzrokuje vodeći su razlog invalidnosti starih osoba. Primjenom vibracijskog treninga cijelog tijela možemo ojačati mišiće koji okružuju zglob koljena i tako smanjiti bol i poboljšati sposobnosti osoba s osteoartritisom koljena. Upravo su Salmon, Roper i Tilman (2012) proučili i pokazali, na temelju 15 ispitanika (dob $66,9 \pm 9,39$ god.) da akutni vibracijski trening cijelog tijela može poboljšati tjelesne sposobnosti osoba s osteoartritisom koljena. Samo jedan vibracijski trening cijelog tijela, koji nije uzrokovao povećanje boli prema vizualnoj analognoj ljestvici, rezultirao je napretkom ponajviše u „step testu“ (broj penjanja na step – klupicu visine 20 cm u 1 minuti). Ishodi ovog istraživanja pokazuju da vibracijski trening cijelog tijela može biti učinkovita, nefarmokološka metoda tretiranja nekih simptoma osteoartritisa i poboljšanja u provedbi svakodnevnih životnih aktivnosti.

3.6 UTJECAJ VIBRACIJSKOG TRENINGA CIJELOG TIJELA NA FUNKCIONALNE SPOSOBNOSTI

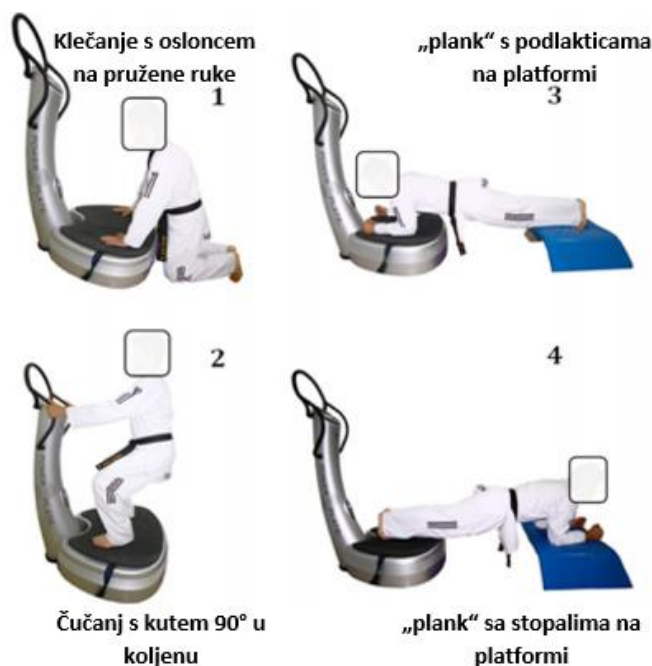
Kroz prethodno navedena istraživanja može se vidjeti kako vibracijski trening cijelog tijela pozitivno utječe na razvoj motoričkih sposobnosti, ali što je s aerobnim i anaerobnim sposobnostima? Kako bi procijenili učinke vibracijskog treninga cijelog tijela na aerobne i anaerobne sposobnosti, Oosthuysse, Viedge, McVeigh i Avidon (2013) proveli su istraživanje na 17 biciklista. Jedna grupa je uz treninge biciklizma provodila i vibracijski trening cijelog tijela. Unatoč smanjenju volumena bicikliranja u vibracijskoj grupi, maksimalna aerobna snaga se održala, a maksimalna anaerobna snaga se povećala bez da se dogodila promjena u nemasnoj masi. Dakle, primjena vibracijskog treninga cijelog tijela je koristan dodatak unaprjeđenju anaerobne snage bez povećanja mišićne mase kod biciklista.

Nadalje, vibracijskim treningom cijelog tijela moguće je unaprijediti i aerobnu izdržljivost. Serravite, Edwards, Edwards, Gallo i Signorile (2013) prikazali su sinergijske učinke vibracijskog treninga cijelog tijela i treninga s vanjskim opterećenjem nakon 10 treninga na primitak kisika (VO) kod 10 tjelesno aktivnih muškaraca ($26,5 \pm 5,1$ godina). Pokazalo se da čučnjevi s vanjskim opterećenjem od 20 % tjelesne mase tijekom vibracije cijelog tijela povećavaju primitak kisika za 16,6 % (35 Hz) i 18,9 % (50 Hz) te daju slične učinke kao čučnjevi s teretom od 40% tjelesne mase bez vibracije cijelog tijela. Ovo je važan podatak jer veći tereti mogu biti preteški i opasni za netrenirane osobe, posebice pretili i stare, stoga je vibracijski trening s manjim teretom odlična zamjena za postizanje sličnih ishoda.

4 NEUTRALNI I NEGATIVNI UTJECAJ VIBRACIJSKOG TRENINGA CIJELOG TIJELA

Iako brojna istraživanja prikazuju pozitivan utjecaj, postoje i studije koje nisu prikazale statistički značajan učinak ili su čak pokazale i negativne posljedice vibracijskog treninga cijelog tijela.

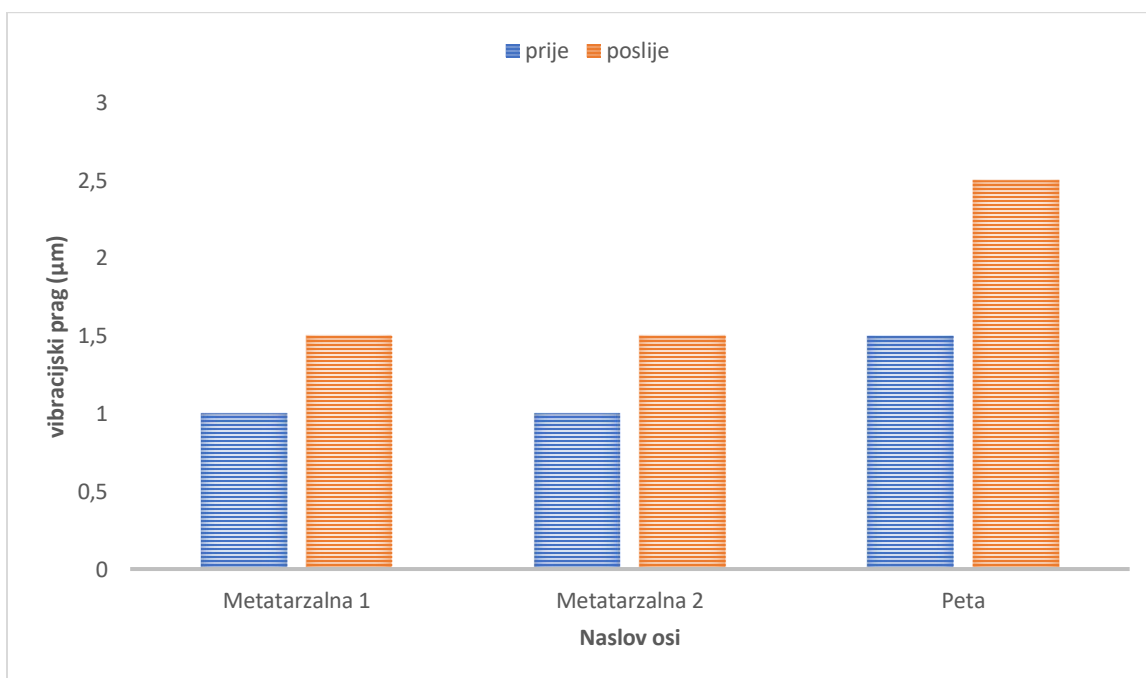
Više pozitivnih učinaka vibracijskog treninga cijelog tijela kroz istraživanja mogu se primijetiti kod starije i netrenirane populacije nego kod sportaša. To je razumljivo jer su motoričke i funkcionalne sposobnosti sportaša već na visokoj razini i teže ih je dodatno razvijati. Zato se studije koje nisu pokazale značajne učinke vibracijskog treninga cijelog tijela najčešće odnose na sportsku populaciju. Primjer je istraživanje Kurta i Pekünlüa (2014) u kojem dvanaest muških i osam ženskih boraca (dob: $22,8 \pm 3,1$ godina) nakon dvije epizode trenažnog protokola (slika 4) nisu pokazali statistički značajan napredak u jakosti stiska šake, visini skoka iz čučnja, fleksiji trupa i izometričkoj jakosti nogu. Vidimo da ovakav trenažni protokol ne daje značajne učinke na izvedbu kod visoko treniranih sportaša borilačkih sportova.



Slika 4. Prikaz četiri izometričke vježbe trenažnog protokola. Preuzeto i prerađeno iz rada Kurta i Pekünlüa (2014).

Slično tome, istraživanje Gerakakia, Evangelidisa, Tziortzisa i Paradisisa (2013) također je pokazalo neznačajne akutne učinke vibracijskog treninga cijelog tijela kod atletičara sprintera. Na temelju rezultata 30 visoko utreniranih atletičara sprintera (dob: $21,6 \pm 4,1$ godina) nisu se mogle primijetiti statistički značajne promjene osim kod visine vertikalnog skoka iz čučnja koja se smanjila za 3,9 %. Rezultati ovog istraživanja ne podržavaju primjenu vibracijskog treninga cijelog tijela u standardiziranoj proceduri zagrijavanja jer ne pruža pozitivni utjecaj na kinematiku sprinta, mišićnu jakost i fleksibilnost te izaziva smanjenje performansi skoka.

U provedbi treninga treba biti vrlo oprezan jer uz sve pozitivne ishode uvijek se mogu pojaviti i negativne posljedice. Stoga se utjecaj određenog tipa treninga i pravilna izvedba moraju temeljito istražiti. Schlee, Reckmann i Milani (2012) to su pokazali za vibracijski trening cijelog tijela kada su otkrili da može smanjiti osjetljivost na pritisak dodira u stopalu. Vibracijski pragovi kod 30 mladih zdravih osoba izmjereni su na 3 mjesta desnog stopala (glava 1. i 5. metatarzalne kosti i na peti). Rezultati su, nakon vibracije cijelog tijela, pokazali značajno povišenje pragova vibracijske percepcije (slika 5) u sve tri mjerene anatomske lokacije stopala što pokazuje da vibracijski trening može smanjiti osjetljivost pritiska na dodir u stopalu te da se u tu svrhu ne treba koristiti.



Slika 5. Prikaz vibracijskih pragova prije i poslije vibracijskog treninga cijelog tijela. Prerađeno prema radu Schleea, Reckmanna i Milania (2012).

5 ZAKLJUČAK

Tjelesna aktivnost jedna je od najvažnijih čimbenika kvalitetnog načina življenja, u koju se, njenim raznim oblicima provođenja, nastoji uključiti što veći broj ljudi. Fitnes programi svakodnevno se razvijaju i prilagođavaju različitim populacijama, sportašima, rekreativcima, djeci, starijim osobama, bolesnicima i drugima. Tako se razvio i vibracijski trening cijelog tijela koji je u početku predviđen kao zamjena treningu s otporima u povećanju mišićne snage i jakosti. Međutim, daljnjim istraživanjima pokazalo se da takav trening ima puno širi utjecaj.

Ishodi koje pruža vibracijski trening cijelog tijela u više slučajeva bili su pozitivni nego negativni. Kao najistaknutiji učinci primijetili su se povećanje mišićne snage i jakosti, smanjenje potkožne masti, poboljšanje ravnoteže i posture, povećanje fleksibilnosti i izdržljivosti. Uočljivo je da ovakva metoda treninga najviše utječe na unaprjeđenje sposobnosti kod starije i netrenirane populacije. Mogući razlog tomu je što trenirana i sportska populacija imaju visoku razinu sposobnosti te ih je teže dodatno razvijati. Učinci vibracijskog treninga cijelog tijela i njihova veličina ne ovise samo o populaciji nego i vježbama koje se primjenjuju te frekvenciji, amplitudi i akceleraciji vibracije.

Zaključno, s obzirom da ne zahtjeva veliki napor, vibracijski trening cijelog tijela preporučljiva je metoda treninga najviše za stariju populaciju, pretile osobe i osobe s bolestima koje negativno utječu na posturu, ravnotežu, i funkcionalne sposobnosti. Također, vrlo je korisno uključiti vibracijski trening cijelog tijela u rehabilitaciji od ozljeda. Kod sportaša, ukoliko se provodi s vanjskim opterećenjem i jačim intenzitetom, te u kombinaciji sa standardnim i tradicionalnim treningom, vibracijski trening cijelog tijela može biti koristan trenažni dodatak.

6 LITERATURA

Alvarez-Barbosa, F., Del Pozo-Cruz, J., Del Pozo-Cruz, B., Alfonso-Rosa, R., Rogers, M., Zhang, Y. (2014) Effects of supervised whole body vibration exercise on fall risk factors, functional dependence and health-related quality of life in nursing home residents aged 80+. *Journal Maturitas*, 79(4), 456–463. doi: <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2014.09.010>

Aksoy, D. (2019) Effects of 10-Week Whole Body Vibration Training on Strength, Flexibility and Agility in Taekwondo Athletes. *Journal of Education and Learning*, 8(2), 213-222. doi: 10.5539/jel.v8n2p213

Annino, G., Padua, E., Castagna, C., Di Salvo, V., Minichella, S., Tsarpela, O., Manzi, V. i D'Ottavio, S. (2007). Effect of whole body vibration training on lower limb performance in selected high-level ballet students. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 1072–1076. Dostupno na <https://www.hmedical.hu/wp-content/uploads/2018/09/65.-Annino-et-al-2007-Ballet-dancers.pdf>

Beck, B., Norling, T. (2010). The effect of 8 mos of twice-weekly low- or higher intensity whole body vibration on risk factors for postmenopausal hip fracture. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 89(12), 997 – 1009. doi: 10.1097/PHM.0b013e3181f71063

Bellia, A., Salli, M., Lombardo, M., D'Adamo, M., Guglielmi, V., Tirabasso, C. (2014.) Effects of whole body vibration plus diet on insulin-resistance in middle-aged obese subjects. *International Journal of Sports Medicine*, 35, 511–516. doi: 10.1055/s-0033-1354358

Bidonde, J., Busch, A., Spuy, I., Tupper, S., Kim, S. i Boden, C. (2017). Whole body vibration exercise for fibromyalgia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 9, 1-93. doi: 10.1002/14651858.CD011755.pub2

- Bosco, C. (1985). Adaptive responses of human skeletal muscle to simulated hypergravity condition. *Acta Physiologica Scandinavica*, *124*, 507–513. doi: 10.1111/j.1748-1716.1985.tb00042.x
- Cardinale, M., Bosco, C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and Sport Science Reviews* *31*, 3–7. doi: 10.1097/00003677-200301000-00002
- Chung, P., Liu, C., Wang, H., Liu, Y., Chuang, L., Shiang, T. (2017). Various performance-enhancing effects from the same intensity of whole-body vibration training. *Journal of Sport and Health Science*, *6*(3), 333-339. doi: 10.1016/j.jshs.2016.06.001
- Colson, S., Pensini, M., Espinosa, J., Garrandes, F., & Legros, P. (2010). Whole-Body Vibration Training Effects on the Physical Performance of Basketball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *24*(4), 999 – 1006. Dostupno na https://scihub.st/https://cdn.journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2010/04000/Whole_Body_Vibration_Training_Effects_on_the.16.aspx
- Corrie, H., Brooke-Wavell, K., Mansfield, N., Cowley, A., Morris, R., Masud, T. Effects of vertical and side-alternating vibration training on fall risk factors and bone turnover in older people at risk of falls. *Age Ageing*, *44*(1), 115–122. doi: <https://doi.org/10.1093/ageing/afu136>
- Costantino, C., Bertuletti, S. i Romiti, D. (2018). Efficacy of Whole-Body Vibration Board Training on Strength in Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Controlled Study. *Clinical Journal of Sport Medicine*, *0*(0), 1-11. Dostupno na https://scihub.st/https://cdn.journals.lww.com/cjsportsmed/FullText/2018/07000/Efficacy_of_Whole_Body_Vibration_Board_Training_on.3.aspx
- Delecluse, C., Roelants, M. i Verschueren, S. (2003). Strength Increase after Whole-Body Vibration Compared with Resistance Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *35*(6), 1033-1041. doi: 10.1249/01.MSS.0000069752.96438.B0

- Despina, T., George, D., George, T., Papouliakos, S., Di Cagno, A., Korres, G., Riga, M., Korres, S. Short-term effect of whole-body vibration training on balance, flexibility and lower limb explosive strength in elite rhythmic gymnasts. *Human Movement Science*, 33, 149 – 158. doi: 10.1016/j.humov.2013.07.023
- Di Loreto, C., Ranchelli, A., Lucidi, P., Murdolo, G., Parlanti, N., De Cicco, A. (2004). Effects of whole-body vibration exercise on the endocrine system of healthy men. *Journal of Endocrinological Investigation*, 27, 323 – 327. doi: <https://doi.org/10.1007/BF03351056>
- Fagnani, F., Giombini, A., Di Cesare, A., Pigozzi, F, Di Salvo, V. The Effects of a Whole-Body Vibration Program on Muscle Performance and Flexibility in Female Athletes. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 85(12), 956 – 962. doi: 10.1097/01.phm.0000247652.94486.92
- Figueroa, A., Kalfon, R., Wong, A. (2014). Whole-body vibration training decreases ankle systolic blood pressure and leg arterial stiffness in obese postmenopausal women with high blood pressure. *Menopause*, 22, 1–5. doi: 10.1097/GME.0000000000000332
- Gerakaki, M., Evangelidis, P., Tziortzis, S., Paradisis, G. (2013). Acute effects of dynamic whole body vibration in well trained track & field sprinters. *Journal of Physical Education and Sport*, 13(3), 270 – 277. doi: 10.7752/jpes.2013.03045
- Giunta, M., Cardinale, M., Agosti, F., Patrizi, A., Compri, E., Rigamonti, A. (2012). Growth hormone-releasing effects of whole body vibration alone or combined with squatting plus external load in severely obese female subjects. *Obesity Facts*, 5, 567–574. doi: <https://doi.org/10.1159/000342066>

- Gloeckl, R., Jarosch, I., Bengsch, U., Claus, M., Schneeberger, T., Andrianopoulos, V., Christle, J., Hitzl, Kenn, K. What's the secret behind the benefits of whole-body vibration training in patients with COPD? A randomized, controlled trial. *Respiratory Medicine*, 126, 17 – 24. doi: 10.1016/j.rmed.2017.03.014
- Haas, C., Turbanski, S., Kessler, K., Schmidtbleicher, D. (2006). The effects of random whole-body-vibration on motor symptoms in Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation*, 21(1), 29 – 36. doi: 10.3233/NRE-2006-21105
- Hagbarth, K., Eklund, G. (1966). Tonic vibration reflexes (TVR) in spasticity. *Brain Research*, 2(2), 201 – 203. doi: [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(66\)90029-1](https://doi.org/10.1016/0006-8993(66)90029-1)
- Hilgers, C., Mündermann, A., Riehle, H. i Dettmers, C. (2013). Effects of whole-body vibration training on physical function in patients with Multiple Sclerosis. *Neurorehabilitation* 32, 655-663. doi: 10.3233/NRE-130888
- Jepsen, D., Thomsen, K., Hansen, S., Jorgensen, N., Masud T., Ryg, J. (2017). Effect of whole-body vibration exercise in preventing falls and fractures: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, 7(12), 1 – 14. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6027066/pdf/bmjopen-2017-018342.pdf>
- Kararantou, K., Bilios, P., Bogdanis, G., Ioakimidis, P., Soulas, E. i Gerodimos, V. (2019). Effects of whole-body vibration training frequency on neuromuscular performance: a randomized controlled study. *Biology of Sport*, 36(3), 273–282. doi: 10.5114/biolSport.2019.87049

- Kawanabe, K., Kawashima, A., Sashimoto, I., Tsuyoshi, T., Sato, Y., Iwamoto, J. (2007). Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercises on walking ability in the elderly. *The Keio Journal of Medicine*, 56(1), str. 28 – 33. Dostupno na https://www.jstage.jst.go.jp/article/kjm/56/1/56_1_28/_pdf/-char/en
- Klarner, A., von Stengel, S., Kemmler, W., Kladny, B., Kalender, W. Effects of two different types of whole body vibration on neuromuscular performance and body composition in postmenopausal women. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 136(42), 2133-9. doi: 10.1055/s-0031-1292023
- Kovačević, E., Abazović, E., Bradić, J., Bradić, A., Babajić, F., Pojskić, H. (2013) Primjena i učinci vibracijskog treninga cijelog tijela na jakost i snagu. Konferencijski rad. Zagreb. 11. godišnja međunarodna konferencija Kondicijska priprema sportaša. Dostupno na https://www.researchgate.net/publication/260596408_PRIMJENA_I_UCINCI_VIBRACIJSKOG_TRENINGA_CIJELOG_TIJELA_NA_JAKOST_I_SNAGU_In_Croatian
- Kraus, V. Pathogenesis and treatment of osteoarthritis. *Medical Clinics of North America*, 81, 85–112. doi: [https://doi.org/10.1016/S0025-7125\(05\)70506-X](https://doi.org/10.1016/S0025-7125(05)70506-X)
- Kurt, C. i Pekünlü, E. (2015). Acute effect of whole body vibration on isometric strength, squat jump, and flexibility in well-trained combat athletes. *Biology of Sport*, 32(2), 115-122. doi: 10.5604/20831862.1134558
- Kvist, J. (2004). Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury: current recommendations for sports participation. *Sports Medicine*, 34, 269–280. doi: 10.2165/00007256-200434040-00006
- Lamont, H., Cramer, J., Bemben, D., Shehab, R., Anderson, M., Bemben, M. (2009). Effects of a 6-week periodized squat training program with or without whole-body vibration on jump height and power output following acute vibration exposure. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(8) 2317-2325. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b3e1dc

- Milanese, C., Piscitelli, F., Zenti, M., Moghetti, P., Sandri, M., Zancanaro, C. (2013). Teen – Week Whole – Body Vibration Improves Body Composition and Muscle strength in Obese Women. *International Journal of Medical Sciences*, 10(3), 307 – 311. doi:10.7150/ijms.5161
- Miyaki, A., Maeda, S., Choi, Y., Akazawa, N., Tanabe, Y., So, R. (2012). The addition of whole-body vibration to a lifestyle modification on arterial stiffness in overweight and obese women. *Artery Research*, 6(2), 85 – 91. doi: <https://doi.org/10.1016/j.artres.2012.01.006>
- Musumeci, G. (2017). The Use of Vibration as Physical Exercise and Therapy. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 2(2), 17. doi: <https://doi.org/10.3390/jfmk2020017>
- Osawa, Y., Oguma, Y. (2011). Effects of whole-body vibration on resistance training for untrained adults. *Journal of Sports Science and Medicine* 10, 328-337. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761851/>
- Osawa, Y., Oguma, Y. i Ishii, N. (2013). The effects of whole-body vibration on muscle strength and power: a meta-analysis. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 13(3), 380-390. Dostupno na <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23989260/>
- Oosthuyse, T., Viedge, A., McVeigh, J., Avidon, I. (2013). Anaerobic power in road cyclists is improved aftrter 10 weeks of whole – body vibration training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 485 – 494. doi: 10.1519/JSC.0b013e31825770be
- Prioreschi, A., Oosthuyse, T., Avidon, I., McVeigh, J. (2012). Whole body vibration increases hip bone mineral density in road cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 33(8), 593 – 599. doi: 10.1055/s-0032-1301886

- Ritzmann, R., Kramer, A., Bernhardt, S., Gollhofer, A. (2014). Whole Body Vibration Training - Improving Balance Control and Muscle Endurance. *PLoS ONE* 9(2), 1 – 9. doi: 10.1371/journal.pone.0089905
- Rogan, S., Bruin, E., Radlinger, L., Joehr, C., Wyss, C., Stuck, N., Bruelhart, Y., de Bie, R. i Hilfiker, R. (2015). Effects of whole-body vibration on proxies of muscle strength in old adults: a systematic review and meta-analysis on the role of physical capacity level. *European Review of Aging and Physical Activity*, 12(12), 1-26. doi: 10.1186/s11556-015-0158-3
- Rogan, S., Hilfiker, R., Schmid, S., Radlinger, L. (2012). Stochastic resonance whole-body vibration training for chair rising performance on untrained elderly: a pilot study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 55(2), 468–473. doi: 10.1016/j.archger.2012.02.011
- Roelants, M., Delecluse, C., Verschueren, S. (2004). Whole-Body-Vibration Training Increases Knee-Extension Strength and Speed of Movement in Older Women. *Journal of American Geriatric Society*, 52(6), 901 – 908. doi: 10.1111/j.1532-5415.2004.52256.x
- Salmon, J., Roper, J., & Tillman, M. (2012). Does Acute Whole-Body Vibration Training Improve the Physical Performance of People with Knee Osteoarthritis? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(11), 2983–2989. Dostupno na https://scihub.st/https://cdn.journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2012/11000/Does_Acute_Whole_Body_Vibration_Training_Improve.10.aspx
- Schlee, G., Reckmann, D., & Milani, T. L. (2012). Whole body vibration training reduces plantar foot sensitivity but improves balance control of healthy. *Neuroscience Letters* 506, 70-73. doi: 10.1016/j.neulet.2011.10.051

- Serravite, D., Edwards, D., Edwards, E., Gallo, S., Signorile, J. (2013). Loading and Concurrent Synchronous Whole-Body Vibration Interaction Increases Oxygen Consumption during Resistance Exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12, 475-480. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3772591/pdf/jssm-12-475.pdf>
- Sharififar, S., Coronado, R., Romero, S., Azari, H. i Thigpen, M. (2014). The Effects of Whole Body Vibration on Mobility and Balance in Parkinson Disease: a Systematic Review. *Iranian Journal of Medicine and Science*, 39(4), 318-326. Dostupno na <https://sci-hub.st/https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4100042/>
- Sierra-Guzman, R., Jimenez-Diaz, F., Ramirez, C., Eseteban, P. i Abian-Vicen, J. (2018). Whole-Body-Vibration Training and Balance in Recreational Athletes With Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletic Training*, 53(4), 355-363. doi: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-547-16>
- Snitker, S., Macdonald, I., Ravussin, E., Astrup, A. (2002). The sympathetic nervous system and obesity: role in aetiology and treatment. *Obesity Reviews*, 1, 5 – 15. doi: 10.1046/j.1467-789x.2000.00001.x
- So, R., Eto, M., Tsujimoto, T., Tanaka, K. Acceleration training for improving physical fitness and weight loss in obese women. *Obesity Research & Clinical Practice*, 8, 201 – 98. doi: 10.1016/j.orcp.2013.03.002
- Vissers, D., Verrijken, A., Mertens, I., Van Gils, C., Van de Sompel, A., Truijen, S. i Van Gaal, L. (2010). Effect of Long-Term Whole Body Vibration Training on Visceral Adipose Tissue: A Preliminary Report. *The European Journal of Obesity*, 3, 93 – 100. doi: 10.1159/000301785

- Von Stengel, S., Kemmler, W., Bebenek, M., Engelke, K., Kalender, W. (2011). Effects of whole-body vibration training on different devices on bone mineral density. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 43(6), 1071 – 1079. doi: 10.1249/MSS.0b013e318202f3d3.
- Zago, M., Capodaglio, P., Ferrario, M., Tarabini, M i Galli, M. (2018). Whole-body vibration training in obese subjects: A systematic review. *PLoS ONE*, 13(9), 1-20. doi: [https://doi.org/ 10.1371/journal.pone.0202866](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202866)
- Zhang, L., Weng, C., Liu, M., Wang, Q., Liu, L., He, Y. (2014). Effect of whole-body vibration exercise on mobility, balance ability and general health status in frail elderly patients: a pilot randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 28(1), 59 – 68. doi: 10.1177/0269215513492162
- Wang, H., Chen, W., Liu, C. Yang, W., Huang, M., Shiang, T. Whole-Body Vibration Combined With Extra-Load Training for Enhancing the Strength and Speed of Track and Field Athletes, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2470 – 2477. doi: 10.1519/JSC.0000000000000437