

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

**VPLIV PROGRAMA REKREATIVNE VADBE NA KOSTNO GOSTOTO
ODRASLIH ŽENSK**

**THE IMPACT OF THE RECREATIONAL EXERCISE PROGRAM ON THE
BONE DENSITY OF ADULT WOMEN**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR:
prof. dr. Branko Škof
SOMENTOR:
asist. Vedran Hadžić
RECENZENT:
doc. dr. Igor Štirn

Avtorica dela:
NINA ROB

Ljubljana, maj 2014

Zahvala

Zahvaljujem se mentorju Branku Škofu za potrpežljivost, vztrajnost in spodbudo pri izdelavi diplomske naloge. Prav tako se zahvaljujem Vedranu Hadžiču za pomoč, smernice in nasvete. Hvala vsem, ki so mi stali ob strani v času študija in na kakršenkoli način pomagali na poti do cilja.

Izyleček

Tekaška vadba je danes ena najbolj priljubljenih oblik rekreativne dejavnosti in ima veliko ugodnih vplivov na zdravje človeka. Ravno iz tega razloga smo jo izbrali kot sredstvo pri doseganju možnih pozitivnih učinkov na kostno gostoto in nekatere druge parametre zdravja.

V nalogi smo želeli ugotoviti vpliv 9-tedenske tekaške vadbe na nekatere parametre zdravja. Osredotočili smo se predvsem na ugotavljanje vpliva vadbe na kostno mineralno gostoto, moč mišic trupa in odstotek povečanja srčno – žilne (aerobne) vzdržljivosti. Hkrati smo želeli ugotoviti povezavo med močjo mišic trupa in srčno – žilne vzdržljivosti na kostno gostoto.

V raziskavo je bilo vključenih 23 merjenk različnih starosti, ki smo jih, pri obdelavi podatkov, ločili v dve skupini. V prvi so bile tiste, ki pred raziskavo niso bile, oziroma so bile malo aktivne, v drugi pa tiste, ki so bile že dalj časa v procesu treniranja. Tako smo lahko primerjali vplive vadbenega procesa na telesno različno pripravljene merjenke.

Za merjenje mineralne kostne gostote in natančno oceno sestave telesa smo uporabili metodo dvoenergijske rentgenske absorpciometrije (DEXA). Srčno-žilno vzdržljivost smo preverili s Cooperjevim testom, za merjenje izometrične moči iztegovalk in upogibalk trupa pa smo uporabili napravo »Back Check«. Merjenke so preiskave opravile pred in po vadbenemu programu.

Ugotovili smo pozitiven vpliv na mineralno kostno gostoto, predvsem pri tekačicah, ki so bile predhodno neaktivne in pozitiven prirastek v vzdržljivosti ter izboljšanje razmerja upogibalk in iztegovalk trupa pri obeh skupinah. Morda najpomembnejša pa se nam zdi ugotovitev o povezanosti med močjo hrbtnih mišic in splošno kostno gostoto. Pri ženskah s slabšimi vrednostmi na parametrih mišične moči trupa gre namreč za mnogo višje tveganje za hitrejšo izgubo kostne mase. Vsekakor ima tek pozitivne učinke na merjene strukture, predvsem se ga priporoča tistim ženskam, ki imajo šibkejšo kostno sestavo, ter do sedaj še niso tekle.

Abstract

Running is nowadays one of the most popular forms of recreational exercise and at the same time has many favorable benefits for human health. This is why we took certain path to achieve possible positive effects on bone density and other parameters of health.

In this research we wanted to define the influence of a 9-week running exercise on some parameters of health. We focused mainly on determining the influence of exercise on bone mineral density, strength of trunk muscles and percentage of increasing of cardiovascular endurance. Our purpose was also to find a relation between the strength of trunk muscles and cardiovascular endurance in comparison to bone density.

There were 23 women participants with different ages included in the research, who were divided into two separate groups when processing data. The first group featured those participants, who were not or were little physically active before the research and the second group consisted of women, who were active in a training process for a longer time. In this way we could compare the influence of exercise process on participants with different levels of physical condition.

For the bone mineral density measurements and accurate evaluation of body structure we used the method of dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA). Cardiovascular (aerobic) endurance was measured with Cooper test and for the measurements of isometric power of trunk flexor and extensor muscles we used the »Back Check« device. The participants were tested before and after the 9-week exercise process.

We identified a positive effect on bone mineral density, especially with runners who were previously inactive. A positive endurance increase and improvement of the trunk flexors and extensors ratio was detected with both tested groups. But maybe the most significant finding of this research is a relation between the strength of dorsal muscles and the general bone density. Namely, women with lesser trunk muscle strength parameter values are subjected to a much higher risk for faster bone mass loss. Running has certainly positive effects on the measured structures and is especially recommended for women with weaker bone structure who previously haven't practiced running.

Kazalo

1. Uvod	8
2. Predmet in problem	12
2.1 Vplivi sodobnega (telesno ne aktivnega) življenja na zdravje	12
2.2 Vplivi športne vadbe in teka na posamezne dejavnike zdravja	14
2.3 Vpliv na psihološke dejavnike zdravja	17
2.4 Pomen vadbe mišične moči na zdravje hrbtenice	18
3. Zdravje kosti in vpliv športne aktivnosti na njihovo gostoto	22
3.1 Zgradba in funkcija kosti	22
3.2 Dinamika spreminjanja gostote kosti	24
4. Pregled znanstvenih rezultatov o vplivu športne aktivnosti na zdravje kosti	27
4.1 Osteoporoza in športna aktivnost	28
4.2 Kakšna športna vadba je najprimernejša za vzdrževanje zdravja kosti?	29
4.3 Športne vsebine pri katerih prihaja do izboljšanja ali ohranjanja kostne gostote preko visokih obremenitev so tudi skoki in poskoki	32
5. Cilji in hipoteze	35
5.1 Cilji	35
5.2 Hipoteze	35
6. Metode dela	36
6.1 Vzorec	36
6.2 Opis vadbe	37
6.3 Opis merskih instrumentov in postopkov	39
6.3.1 Merjenje mineralne kostne gostote	39
6.3.2 Merjenje izometrične moči mišic trupa	41
6.3.3 Test 12-minutnega teka (Cooperjev test)	43

6.4 Metode obdelave podatkov	43
7. Rezultati	44
7.1 Povezava med subjektivno oceno in objektivno oceno stopnje telesne pripravljenosti – preverjanje ustreznosti delitve v skupine	44
7.2 Vpliv vadbe na srčno – žilno vzdržljivost.....	45
7.3 Vpliv vadbe na mišično moč trupa.....	45
7.4 Vpliv vadbe na odstotek maščobnega tkiva v telesu.....	47
7.5 Vpliv vadbe na kostno gostoto	49
7.6 Korelacija med močjo hrbtnih mišic in kostno maso trupa.....	51
8. Razprava.....	53
9. Zaključek.....	56
10. Viri	57

Kazalo slik in tabel

Slika 1: Korelacijski koeficienti (Spearmanov r) med telesno aktivnostjo (tedensko količino teka) in HDL, porabljeno energijo in količino maščobnega tkiva	15
Slika 2: Vpliv aerobne vadbe, vadbe za sprostitev in nedejavnosti na depresijo.....	18
Slika 3: Kostna masa v različnih starostnih obdobjih	25
Slika 4: Primerjava zdravega in osteoporotičnega kostnega tkiva.....	28
Slika 5: »Impact« trening	33
Slika 8: Merjenje kostne gostote z metodo DXA.....	40
Slika 9: Merjenje moči upogibalk in iztegovalk trupa. P1 in P2 – merilni dozi; P3 in P4 – fiksatorji medenice; P5 – fiksator zakolenske jame	42
Slika 10: Graf povezanosti med kostno maso trupa in močjo hrbtnih mišic.....	51
Slika 11: Graf linearne povezanosti med kostno maso trupa in enačbo napovedane kostne mase trupa	52

Tabela 1: Osnovne biološke značilnosti vzorca	37
Tabela 2: Plan tekaškega dela vadbe	38
Tabela 4: Vpliv vadbe na srčno – žilno vzdržljivost – manj aktivne	45
Tabela 5: Vpliv vadbe na srčno – žilno vzdržljivost – bolj aktivne	45
Tabela 6: Vpliv vadbe na mišično moč trupa - manj aktivne.....	45
Tabela 7: Vpliv vadbe na mišično moč trupa - bolj aktivne	46
Tabela 8: Vpliv vadbe na odstotek maščobnega tkiva v telesu - manj aktivne.....	47
Tabela 9: Vpliv vadbe na odstotek maščobnega tkiva v telesu - bolj aktivne	48
Tabela 10: Vpliv vadbe na kostno gostoto - manj aktivne	49
Tabela 11: Vpliv vadbe na kostno gostoto - bolj aktivne.....	49

1. Uvod

Zdravje predstavlja stanje popolne telesne, duševne in socialne blaginje (Taylor, 1991). Je vir vsakdanjega življenja in ni njen končni cilj. Na zdravje in bolezen vpliva mnogo dejavnikov. Telesa in duševnosti ne moremo obravnavati ločeno, saj oba v interakciji jasno vplivata na posameznikovo zdravje. Model poudarja tako zdravje kot bolezen in ne opredeljuje boleznih kot odklona od stabilnega stanja. Zdravje posamezniku ni podarjeno, ampak ga ta doseže tako, da je pozoren na svoje biološke, psihološke in družbene potrebe in jih poskuša zadovoljiti (Taylor, 1991). Zdravje nam torej predstavlja temelj, na katerem lahko zgradimo srečno in kvalitetno življenje, prav tako pa drži tudi obratno, sreča in kvalitetno življenje prinašata zdravje. Velik del tega lahko dosežemo z gibanjem.

Gibanje lahko človeku zadovoljuje tako biološke kot tudi psiho-socialne potrebe. Človek ga udejanja od rojstva in tudi zato pomeni gibanje pomembnejši pogoj in razlog za razvoj številnih sposobnosti ter lastnosti.

Človekova telesna aktivnost se je zaradi intenzivnega tehnološkega razvoja bistveno zmanjšala, pri mnogih pa celo omejila na spodnjo stopnjo sprejemljivega. Vsakdanje gibanje v sodobnem načinu življenja največkrat ne zadošča za razvoj in ohranjanje zdravja.

Zaradi pomanjkanja gibanja se v razvitem svetu in tudi pri nas povečuje razširjenost boleznih srca in ožilja. Vse več je ljudi s preveliko telesno težo. Slednjo ravno tako uvrščamo v bolezensko stanje; oziroma temeljni dejavnik drugih zdravstvenih težav, ki jih opredeljuje termin metabolični sindrom.

Sodobnemu človeku je ob ustrezni prehrani nujno potrebna dodatna telesna športna dejavnost – predvsem redna vadba. Vadba, zlasti intenzivnejša, praviloma dosega večje učinke in sicer na najrazličnejše strukture in dele človeškega organizma. Telesno udejstvovanje ima nesporne ugodne učinke na številne kazalnike zdravja, prav tako pa obstajajo trdni dokazi o učinkih telesne dejavnosti na zmanjšanje obolevnosti in smrtnosti (Blair et al., 1995; Haskell et al., 1992). V literaturi opisujejo številne mehanizme, ki pojasnjujejo koristi, ki jih ima telesna dejavnost na zdravje posameznika. Telesno udejstvovanje vpliva neposredno na zmanjšanje telesne teže, omogoča boljše uravnavanje maščob v krvi (Leon & Sanchez, 2001) in zmanjšuje količino telesnega maščevja (Kromhout, Bloemberg, Seidell, Nissinen, & Menotti, 2001), dviguje raven varovalnega holesterola (HDL) in niža raven škodljivega holesterola -

LDL- (Grundy, Barlow, Farrell, Vega, & Haskell, 2012), zmanjšuje neobčutljivost na inzulin (Church, 2011; Ripsin, Kang, & Urban, 2009) ter povečuje kostno gostoto (Iki, Saito, Kajita, Nishino, & Kusaka, 2006).

Rekreativni tek je najbolj razširjena oblika redne telesne dejavnosti ljudi v Sloveniji. Po podatkih o udeležencih na Ljubljanskem maratonu in tekaških prireditvah v okviru Slovenija teče, je okoli 20.000 odraslih Slovencev, ki se bolj ali manj redno udeležujejo tekaških tekmovanj. Gotovo pa jih je še približno toliko, ki tečejo zgolj za svojo zadovoljstvo. To je skupno več kot 2 % celotne populacije. V sorazmernem odnosu teče v Sloveniji višji odstotek ljudi kot v ZDA (teče manj kot 1 %) ali v Veliki Britaniji in Nemčiji - okoli 1,5 % ljudi (Arh, Škof, & Čoh, 2012).

Vključevanje vaj za moč, gibljivost in drugih motoričnih sposobnosti ter tekaške tehnike v redno tekaško vadbo, dodatno prispevajo k izboljšanju učinkov vadbenega programa.

Osnovni namen naše študije je bil preučiti vpliv kompleksnega tekaškega vadbenega programa na nekatere parametre kostnega zdravja in na nekatere druge parametre zdravja pri odraslih ženskah.

V študijo smo zajeli rekreativne tekačice v starostnem obdobju, ki je po ugotovitvah Inštituta za varovanje zdravja Republike Slovenije najbolj ogrožena za padec redne telesne dejavnosti - med 30. in 50 letom starosti (Artnik et al., 2012). Izbira proučevanja vplivov tekaške vadbe na zdravstvene parametre je bila posledica, da je prav tekaška vadba ljudem najbližja in tudi po podatkih SJM (Slovensko Javno Mnenje) tudi ena od najbolj priljubljenih med ženskami srednjih let v Sloveniji.

Izbira zgolj tekačic (in ne tudi tekačev) tudi ni bila naključna. Podrobnejša analiza podatkov raziskave »Z zdravjem povezan življenjski slog prebivalcev Slovenije« (Artnik et al., 2012) je pokazala, da se je šele v zadnjem obdobju število zmerno telesno dejavnih žensk približalo številu telesno dejavnih moških. Ženske so očitno bile s tega vidika bolj ogrožena populacija. To je zlasti zaskrbljujoče, če upoštevamo širšo zdravstveno problematiko žensk.

V obdobju do menopavze so ženske zaradi učinkov estrogena manj ogrožene za srčno-žilne bolezni (vodilni vzrok umrljivosti) kot moški, vendar se tveganje za te bolezni po menopavzi skoraj popolnoma izenači. Nezadostna stopnja telesne dejavnosti v obdobju med 30. in 50. letom dodatno prispeva k temu, da je ogroženost za te bolezni še večja. Drugi vodilni vzrok umrljivosti pri ženskah v Sloveniji so rakave bolezni, med katerimi je na prvem mestu rak dojke (Zadnik & Primic Žakelj, 2013). Prav na področju raka dojke je bilo opravljeno veliko študij na podlagi katerih danes vemo, da redna telesna dejavnost v trajanju 4-6 ur na teden pri intenzivnosti vadbe 6 MET (intenzivnost 1 MET predstavlja obremenitev pri sedenju; intenzivnost vadbe 6 MET predstavlja 6-krat večjo intenzivnost vadbe kot pri sedenju - npr. rahel tek) zmanjšuje tveganje za nastanek raka dojke za okrog 20 %. V obeh primerih ima torej vadba pomembne primarno preventivne učinke v smislu zmanjšanja obolevnosti žensk.

Ne nazadnje je treba izpostaviti tudi problem osteoporoze, katere prevalenca v Sloveniji pri ženskah starejših od 50 let znaša 27,5 % (Debevec, Karpljuk, Dervišević, & Vidmar, 2002). V vseh naštetih primerih ima redna vzdržljivostna vadba že vrsto let dokazane pozitivne učinke, v zadnjem desetletju pa se je bistveno povečala tudi ozaveščenost o pomenu vadbe za moč, ki dodatno izboljša učinkovitost vadbe. S tem namenom smo tudi v naši študiji oblikovali vadbeni program, ki je združil tek (vzdržljivostno vadbo za srčno-žilni sistem) in vadbo za moč mišic trupa. Seveda bi pri izbiri vaj za moč lahko vključili tudi druge mišične skupine, vendar je z izvedbenega vidika bila vadba za moč mišic trupa še najbolj združljiva z izbranim tekaškim programom. Prav tako pa je pomembno pravilno razmerje med sprednjimi in zadnjimi mišicami trupa, to nam omogoča pravilno držo, hrbtenico pa ohranja zdravo in brez bolečin.

Študije navajajo, da je objektivno spremljanje učinkovitosti vadbenega programa pomembno z motivacijskega vidika. Sodelujoče namreč pomembno spodbuja k redni in dodatni telesni dejavnosti in na tak način seveda dodatno povečuje pozitivne učinke in končni rezultat. Še posebej zaradi tega je vadbeni program vključeval tudi začetne in končne meritve nekaterih funkcionalnih in fizioloških parametrov.

Vadbeni program, katerega učinkovitost smo spremljali z našo študijo, je ciljno usmerjen na populacijo, ki je na podlagi dosedanjih raziskav, pomembno ogrožena prav zavoljo premajhne stopnje telesne dejavnosti. In ravno pri tej pričakujemo tudi največ pozitivnih učinkov na kazalce zdravja. Izbrane oblike vadbe so takšne, da so enostavno prenosljive v prakso in, ki

po podatkih za Slovenijo vključujejo najbolj razširjeno in tudi priljubljeno obliko telesne vadbe – tek. Upamo, da bodo izsledki naše študije prispevali k oblikovanju preprostega modela vadbe, ki ponuja vadečim prijetno, a hkrati učinkovito in koristno vadbo, omogoča enostavno spremljanje in postavljanje realnih vadbenih ciljev ter tako spodbuja, tudi tiste manj telesno dejavne, k sodelovanju v tovrstnih programih.

2. Predmet in problem

2.1 Vplivi sodobnega (telesno ne aktivnega) življenja na zdravje

Koristi telesne dejavnosti, vključno z redno športno dejavnostjo in vadbo, so skozi vse življenje izjemnega pomena in prispevajo k zmanjšanju tveganja bolezni srca in ožilja, nekaterih vrst raka in sladkorne bolezni, izboljšanju mišično-kostnega zdravja in nadziranju telesne teže. Spodbudno vplivajo tudi na duševno zdravje in kognitivne procese. Telesna dejavnost je predpogoj za zdrav način življenja in kvaliteto življenja. Čeprav se vse bolj krepijo prizadevanja za spodbujanje zdravju koristnih telesnih dejavnosti, je telesna dejavnost v Evropi še vedno na nesprijemljivo nizki ravni. Večina evropskih državljanov se telesni dejavnosti ne posveča dovolj, pri čemer se 60 % evropskih državljanov nikoli ne ukvarja s športom ali vadbo ali pa to delajo zelo redko (Uradni list Evropske unije, 2013). Pomanjkanje telesne dejavnosti v prostem času je bolj pogosto v nižjih socialno-ekonomskih skupinah. Telesna nedejavnost je prepoznana kot eden glavnih dejavnikov tveganja za prezgodnjo smrt in bolezni v industrializiranih državah po vsem svetu. Najnovejše raziskave kažejo, da lahko sedeči način življenja, ne glede na vpliv fizične dejavnosti, povečuje tveganje zdravstvenih težav (Uradni list Evropske unije, 2013).

Neaktivnost, sedeč življenjski slog in prenajedanje so povezani s povečanim tveganjem za debelost, ki je danes močno povezana še z drugimi boleznimi, kot so koronarne bolezni, rak in visoka stopnja smrtnosti. Njihove posledice so izčrpajoče; cene, povezane z zdravljenjem, pa izredno visoke (Costil idr., 2012).

Telesna teža in sestava telesa sta pomembna indikatorja zdravstvenega statusa. Znanstveniki in zdravniki pravijo, da se tveganje za mnoge bolezni – bolezni srca in ožilja, kap, sladkorna bolezen, povišan krvni tlak, osteoartritis, neplodnost in nekateri raki – poveča z odvečno telesno maščobo. Ker je telesno maščobo težko izmeriti, je telesna teža dober približek za nešportno populacijo. Nizka telesna teža lahko kaže tudi na podhranjenost, prehranjevalne motnje in lahko poda tveganje za ostale bolezni, kot je na primer osteoporoza (Gropper idr., 2009).

Raziskave kažejo pozitivno povezavo med telesno sestavo in gibalno učinkovitostjo, gibalnimi sposobnostmi, aerobno in anaerobno vzdržljivostjo. Telesna sestava vpliva tudi na zdravje in omogoča predvidevanje tveganja za nekatere kronične nenalezljive bolezni. V vseh raziskavah je veljala pozitivna korelacija za oba spola (Costill idr., 2012).

Večina raziskav odnosa med zdravjem/umrljivostjo in splošno telesno maso ali telesno sestavo je proučevala vplive maščobnega tkiva. Zelo pomembna je tudi vloga mišične mase v ohranjanju zdravja. Med indeksom telesne mase in umrljivostjo je oblikovano U-razmerje. Še bolj kot povečana telesna teža je nevarna neustrezna sestava telesa in sicer višek maščobnega tkiva v telesu. Raziskave so nakazale, da se umrljivost linearno povečuje s povečanjem maščobne mase in z zmanjšanjem mišične mase, še posebej pri starejših moških. Znano je, da se mišična masa poveča z vadbo moči, z višjim vnosom beljakovin, s hrano in z anaboličnimi hormoni ter, da se pri daljši neaktivnosti, kot je na primer dolgotrajno ležanje v postelji, odziva z zmanjševanjem teh snovi (Strasser in Schobersberger, 2011).

Debelost že dolgo časa ne velja več zgolj za estetski problem. Danes jo medicina obravnava kot resno bolezen, ki je to ne le sama po sebi, ampak prinaša s seboj celo vrsto zdravstvenih težav, tudi psihosocialnih posledic. Debelost je predvsem posledica neaktivnosti in nezdravega prehranjevanja. Telesna neaktivnost in sedeč življenjski slog sta najtesneje povezana z zdravju škodljivo povečano telesno težo, z oslabelostjo srca in slabim ožiljem, s povišanim krvnim pritiskom, z odvečnimi in neprimernimi maščobami v krvi, z zmanjšano dihalno sposobnostjo, s sladkorno boleznijo in s splošno zmanjšano odpornostjo proti raznim boleznim.

Medicina je prepričana, da prekomerna telesna teža, oziroma debelost pomeni tveganje za nastanek veliko, z zdravjem, povezanih problemov. Ocenjeno je bilo, da debelost v povprečju skrajša življenjsko dobo posameznika za 9 let (Holt 2005: 7) in je takoj za kajenjem vodilni vzrok visoke umrljivosti (Podnar 2007: 8). Predstavlja veliko tveganje za nastanek srčno-žilnih bolezni, srčne ali možganske kapi, zvišan krvni tlak, sladkorno bolezen, zamaščenost jeter, nastanek žolčnih kamnov, določenih vrst raka, bolezni sklepov, težav pri dihanju med spanjem (t. i. sleep apnea) itd. Pri ženskah naj bi bila celo vzrok za različne menstrualne težave in celo neplodnost (Parsons 2002: 28). Pri tem je potrebno jasno razlikovati med »rahlo« povečano telesno težo in »pravo« debelostjo.

Debelost pri veliko posameznikih lahko vodi tudi v psihične težave, saj je predvsem v zahodnih, visoko industrializiranih družbah, pogost vzrok diskriminacije (Holt 2005: 7). Debeli ljudje so, po podatkih raziskav, veliko bolj negativno stigmatizirani kot katerakoli druga družbena skupina (Klaczynski in drugi 2004: 308). Etične manjšine, invalidi, ljudje z obraznimi nepravilnostmi in mnogi drugi, so na splošno dojeti in sprejeti bolj pozitivno (kot bolj prijazni, bolj uspešni ...) kot debeli ljudje (Klaczynski in drugi 2004: 308). Razlog za večjo kritičnost in predsodek do debelih je morda v tem, da pogosto prevladuje mnenje, da so debeli sami osebno odgovorni za svoj videz (Klaczynski in drugi 2004: 308).

Telesna aktivnost in urejena prehrana vsekakor predstavljata rešitev omenjene problematike, vendar bo verjetno potrebno še nekaj časa, da se to usidra v zavest večine ljudi do te mere, da se bodo aktivirali.

2.2 Vplivi športne vadbe in teka na posamezne dejavnike zdravja

Vpliv vadbe na telesno zmogljivost in na nekatere biološke dejavnike zdravja

Telesna neaktivnost in sedeč življenjski slog sta najtesneje povezana z zdravju škodljivo povečano telesno težo, z oslabeledostjo srca in slabim ožiljem, s povišanim krvnim pritiskom, z odvečnimi in neprimernimi maščobami v krvi, z zmanjšano dihalno sposobnostjo, s sladkorno boleznijo in s splošno zmanjšano odpornostjo proti raznim boleznim.

Telesne dejavnosti so zato eden najpomembnejših ukrepov za varovanje in ohranjanje zdravja. Gibanje, pa naj gre za katero koli vrsto športa, ne pripomore samo k splošnemu dobremu počutju, ampak krepi tudi druge telesne funkcije. K ohranjanju zdravja lahko pomaga skoraj vsaka športna dejavnost, le, da je ustrezno obsežna in ustrezne intenzivnosti. Tek in druge vzdržljivostne dejavnosti (smučarski tek, kolesarjenje itd.) imajo še posebej pomemben vpliv na razvoj človekove zmogljivosti (razvoj za kakovost življenja pomembnih gibalnih sposobnosti kot sta npr. srčno-žilna vzdržljivost in mišična moč) ter številne biološke in psihološke dejavnike zdravja.

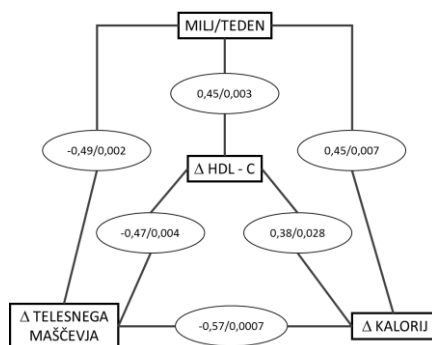
Z vadbo vzdržljivosti in vadbo moči, ki predstavljata temeljne vsebine zdrave športne vadbe, vplivamo na vse pomembne funkcionalne sisteme organizma in s tem na zdravje človeka: na funkcijo srčno-žilnega in dihalnega sistema, na živčno – mišični sistem, hormonsko regulacijo, prebavne organe, itd.

Z vzdržljivostno vadbo se povečuje učinkovitost srčnega dela povečuje se zlasti utripni volumen srca (Strømme et al., 2003), kar je predvsem posledica povečanja velikosti srčnih votlin in razširitvi celotnega volumna srca. Od vzdržljivostni vadbi se razvija ali ohranja vitalnost ventilacijskega sistema in vzpostavlja ustrezno hormonsko ravnovesje v organizmu, ki zagotavlja optimalno biokemijsko in mineralno ravnovesje v organizmu.

Z vsem tem človek pridobiva na svoji telesni zmogljivosti, ki jo objektivno izmerimo s največjo količino izrabe kisika (VO_{2max}).

Z vadbo se poveča kapaciteta transporta kisika v krvnem obtoku. Posledica tega je povečanje VO_{2max} in vzdržljivost tekača (Rusko, 2003).

Številne študije jasno kažejo, da ima redna tekaška vadba, kot seveda tudi druge, zlasti vzdržljivostne aktivnosti pozitiven vpliv na maščobni profil odraslih (Kraus idr., 2002).



Slika 1: Korelacijski koeficienti (Spearmanov r) med telesno aktivnostjo (tedensko količino teka) in HDL, porabljen energijo in količino maščobnega tkiva

Dovolj dolgotrajna in ustrezno intenzivna aerobna vadba pozitivno vpliva na uravnavanje/izboljšanje maščobnega profila krvi ter poveča inzulinsko občutljivost in zmanjša glukozno odpornost (Lampman in Schteingart, 1991; Thomas idr., 2003; Gutin idr., 2004).

Študije kažejo, da imajo redne telesno aktivni ljudje nižjo vrednost inzulina v krvi, nižjo vrednost trigliceridov, povečano vrednost HDL-holesterola in nižjo LDL-holesterola, boljše razmerje TC/HDL (celotni holesterol/visokonasičeni holesterol) in LDL/HDL in manj maščobnega tkiva in višjo raven telesne zmogljivosti (Raitakari, Porkka, Taimela, Talama, Räsänen in Viikari, 1994 in Hager, Tucker in Seljaas, 1995). Z zmanjševanjem telesne zmogljivosti preiskovancev se je statistično značilno povečevalo tveganje za razvoj metaboličnega sindroma (McMurray idr., 2008; Rizzo, Ruiz, Wennlof, Ortega in Sjostrem, 2007).

Mišica lahko pri svojem delu poveča porabo glukoze za 7 do 20-krat (McArdle, Katch in Katch, 2001). To je eden od ključnih mehanizmov pozitivnih vplivov telesne aktivnosti pri preprečevanju, od inzulina, neodvisne sladkorne bolezni (sladkorna bolezen tipa 2) pri odraslih.

Pri redni telesni dejavnosti se celice bolje odzivajo na inzulin, torej se poveča občutljivost nanj in bolje presnavljajo glukozo.

Aerobna aktivnost vpliva tudi na uravnavanje krvnega tlaka pri odraslih. Whelton, Chin, Xin in He (2002) ter Hernelahti, Kujala, Kaprio, Karjalainen in Sarna (1998) so ugotovili, da je med 294 odraslimi tekači imelo povišan krvni tlak le 8,7 % oseb, medtem ko je bil povišan krvni tlak v kontrolni skupini izmerjen pri 27,8 % ljudeh. Avtorji sklepajo, da je nižji krvni tlak pri tekačih mogoče razložiti z manjšo telesno maso in drugimi mehanizmi (Škof, 2010).

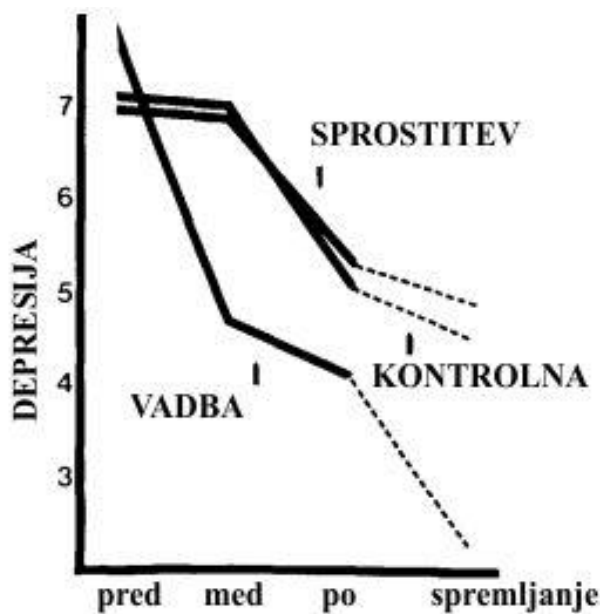
Tudi za astmatike ima šport najverjetneje pomembne zdravilne učinke. Ob dejstvu, da je kar 75% bolnikov z astmo občutljivih na napor, je to mogoče doseči le ob dobri strategiji trenažnega procesa. Sicer so v nasprotnem primeru prikrajšani za koristi in zdrav razvoj pljuč, ki jih prinaša redna gibalno/športna aktivnost v dobi odraščanja, kar usodno zaznamuje nadaljnji razvoj bolezni.

2.3 Vpliv na psihološke dejavnike zdravja

Športna dejavnost lahko zelo pomembno vpliva tudi na ključne dejavnike psiho-socialnega zdravja, ki nam v prvi vrsti omogočajo kvalitetno življenje. Športna aktivnost pomaga človeku pri oblikovanju samozavesti, pozitivne samopodobe in samospoštovanja. Pomirja in sprošča, izboljša pa se tudi razpoloženje, splošno počutje in psihična stabilnost. Zmanjša se tesnoba, stres, depresija. Velikokrat so športno aktivni ljudje bolj družabni ter strpni do soljudi, navdaja jih optimizem, navdušenje in ustvarjalnost, aktivnost pa poveča tudi delovno sposobnost, vitalnost in delovne navade. Nenazadnje pomaga pri preprečevanju (odvajanju) od raznih škodljivih vplivov okolja (alkohol, tobak, droga, televizija, računalnik...).

Izkušnje, ki jih gibanje omogoča in ponuja človeku, odločilno dopolnjujejo tudi njegovo samopodobo – predstavo o sebi in svojih zmožnostih za dejavno poseganje v okolje, za prilagajanje zunanjim dogajanjem in za spreminjanje tega okolja po svojih motivih in potrebah, kolikor mu to dopuščajo meje realnosti (Škof, 2010).

Na področju psihosomatske medicine so v Ameriki ugotavljali vpliv aerobne vadbe in sprostilne vadbe na študente in študentke. Izmed 1000 študentov so izbrali 55 tistih, ki so poročali o največ negativnih življenjskih izkušnjah, o velikem stresu, ki ga doživljajo ter o občasnih depresijah. Nekateri izmed njih so se pred tem že ukvarjali z aerobnim športom, drugi ne. Razdelili so jih v tri skupine, ki so bile mešanega spola. Prva skupina je izvajala aerobne treninge, druga treninge za sproščanje, tretja skupina je bila kontrolna in ni izvajala ničesar. Rezultati so pokazali, da je po 11-tedenski vadbi na pozitivno razpoloženje najbolj vplivala aerobna vadba, manj je vplivala vadba za sprostitev.



Slika 2: Vpliv aerobne vadbe, vadbe za sprostitiv in nedejavnosti na depresijo

(Roth DL, Holmes DS, 1987)

Več razlogov je, da se ljudje ukvarjajo s tekom. Različni avtorji so identificirali različne motive. Na začetku so velikokrat zunanji, a ti mnogokrat po daljšem ukvarjanju s tekom preidejo v notranjo motiviranost in to do te mere, da tek postane, ne samo navada, ampak tudi potreba. Obstaja velika verjetnost, da se pri dolgotrajnejšem teku, ob ustrezni intenzivnosti, sproščajo hormoni sreče, ki pri posameznikih vzbujajo notranje ugodje in zadovoljstvo.

2.4 Pomen vadbe mišične moči na zdravje hrbtenice

Z leti vsakodnevno sedenje povzroči vse ohlapnejše hrbtne mišice. Če k temu prištejemo še pomanjkanje telesne aktivnosti, so težave s hrbtenico kmalu del našega vsakdana. Bolečina še dodatno zavira športno aktivnost in s tem posledično zavira izvajanje primernih vaj, ki preprečujejo, oziroma odpravijo bolečine v križu.

Mišice trupa varujejo steber našega telesa – hrbtenico. Omogočajo pravilno držo, pomagajo ščititi pomembne notranje organe ter varujejo hrbtenico pred poškodbami in boleznimi. Najpomembnejša funkcija mišic trupa je nuditi podporo vretencu. Ekstenzorji spodnjega dela hrbta so pomembni pri dinamičnem nadzoru gibljivih delov. Ledvene mišice prispevajo k

ohranjanju stabilnosti v ledvenem delu hrbtenice, medenice na sprednjem delu v vodoravni ter sagitalni ravnini.

Mišice trupa so fiziološko primerne za zagotavljanje nizke aktivnosti skozi daljše časovno obdobje. Te mišice so fiziološko posturalne mišice, bogate z mišičnimi vlakni tipa I, in so večjih premerov kot mišična vlakna tipa II. Upogibalke in iztegovalke trupa so aktivne v večini dejavnosti, tudi pri mirni stoji. Zmanjšana jakost globokih mišic hrbta – m. multifidus in prečne trebušne mišice tako ne prispeva k optimalni stabilizaciji hrbtenice in posledica je lahko nastanek poškodbe. Zmanjšana jakost iztegovalk trupa je ena izmed najpomembnejših značilnosti ljudi s kronično bolečino v križu, medtem ko upogibalke v večini primerov ohranijo normalno jakost (Dervišević in Hadžić, 2006).

Mišice trupa topografsko delimo v 4 skupine:

- prsne,
- trebušne,
- hrbtne in
- mišice medeničnega dna.

Vsaka skupina mišic ima posebno funkcionalno vlogo, neodvisno od delovanja druge skupine.

Glede na osnovno delitev človekovega telesa, mišice trupa opisujemo v dveh velikih skupinah, sprednji in zadajšnji. V sprednjo sodijo prsne mišice, trebušne in mišice medeničnega dna. Zadajšnjo skupino tvorijo hrbtne mišice. Prsne in trebušne mišice imajo pomembno vlogo pri dihanju, zadajšnje pa pri vzdrževanju pokončnega položaja telesa.

Mišice trupa delimo na povrhnjo in globoko plast, slednji velikokrat pravimo tudi stabilizatorji trupa (Sharrock, Cropper, Mostad, Johnson, & Malone, 2011).

Za učinkovito izvedbo gibanja so potrebni natančni vzorci aktivacije mišic stabilizatorjev trupa, ki, medtem, ko stabilizirajo trup, proizvajajo in absorbirajo sile.

Trebušne mišice (musculi abdominis) s svojimi fascijami in aponevrozami ovijajo organe trebušne votline kot steznik in jim daje čvrsto oporo in zaščito. So močne, široke in ploščate mišice, razpete med rebri, medenico in hrbtenico. Tvorijo sprednjo in stransko trebušno steno in njene zadajšnje dele (Hlebš, 2001). Mišice trebušne stene so močni fleksorji in rotatorji

trupa. Trebušne mišice sodelujejo pri dihanju, pomagajo iztiskati plod iz maternice, blato iz danke, urin iz sečnika in vsebine iz želodca pri bruhanju (preko dviga znotraj-trebušnega tlaka). Trebušne mišice sodelujejo še pri: dihanju, kihanju, kašlju. Trebušne mišice nagibajo hrbtenico vstran in naprej, sklanjajo trup ali pa dvigujejo medenico.

Hrbtne mišice delimo v povrhnjo in globoko plast. Trupu in hrbtenici je namenjena globoka plast, ki se deli na dve skupini (dolge in kratke hrbtne mišice). Globoke hrbtne mišice pričvrstijo hrbtenico na medenico kakor močan elastičen trak. Z medsebojno usklajenimi krčenji omogočajo stabilnost in položaj hrbtenice pri različnih gibih oziroma položajih telesa. S svojo napetostjo nevtralizirajo delovanje zunanjih sil, bremen in sile teže, pa tudi delovanje mišic sprednjega dela trupa (Klemenc-Ketiš, 2007).

Povrhnjo skupino tvorijo ploščate mišice, ki izvirajo s trnastih odrastkov vretenc in se pripenjajo na kosti ramenskega obroča in nadlahtnico in/ali na rebra. Mišice, ki se pripenjajo na nadlahtnico in ležijo v povrhnjem sloju ter izvajajo gibe ramenskega sklepa in ramenskega obroča, opisujemo kot spinohumeralno skupino. To so mišice trapezius, latissimus dorsi, rhomboideus in levator scapulae.

Muskulatura trupa pomembna tudi v vsakdanjem življenju, kot na primer pri nošenju in dvigovanju bremen ter pri različnih delih, kjer je značilna drža, ki bremeni hrbtenico.

Zaradi pogostih odsotnosti delavcev, ki imajo bolečine v križu in se ukvarjajo s fizičnimi deli, so v raziskavi Debeliso, O'Shea, Harris, Adams in Climstein (2004) želeli ugotoviti, kakšen je vpliv dobro razvitih mišic trupa na zmanjšanje pritiskov, ki se pojavljajo v ledvenem delu hrbtenice ob dvigovanju bremen. Avtorji so želeli ugotoviti, če izokinetična moč trupa in vzdržljivost v moči upogibalk trupa pomembno vpliva na zmanjšanje pritiska na ledvena vretenca in vzdrževanje normalne ledvene lordoze ob dvigu bremen (Debeliso, 2004).

Korist vadbe je v sposobnosti izboljšanja ali ohranjanja mišično skeletne in kardiovaskularne funkcije. S tem ciljem temeljijo vaje na programih rehabilitacije hrbtenice in so osnovani okrog ciljev krepitve hrbtnih mišic, povečane fleksibilnosti hrbtnih mišic in izboljšanja kardiovaskularnih sposobnosti. Pri ljudeh z bolečino v križu je bila prisotna oslabitev moči mišic trupa, fleksibilnosti in vzdržljivosti. Vzrok za oslabitev je dolgotrajna fizična neaktivnost, kar kot posledico povzroči fiziološke in nevrološke spremembe v hrbtenici. Te spremembe vključujejo šibkost paraspinalnega mišičevja z izgubo mišičnih vlaken tipa II,

krajšanja mišic in vezivnega tkiva v predelu hrbtenice. Ljudje so običajno neaktivni zaradi slabih izkušenj, ker so bile morebiti prisotne poškodbe oziroma bolečine v predelu hrbtenice. Tako povsem zapostavijo kakršnokoli aktivnost, tudi takšno, ki bi pomembno prispevala k rešitvi problema bolečin v križu. Najbolj učinkovita vadba naj bi tako bila individualno oblikovani vadbeni programi, ki se izvajajo pod nadzorom terapevta in s stalnim spodbujanjem k sodelovanju. Ključno vlogo igra pri tem vadba, ki vključuje raztezne (zmanjšanje bolečine) in krepilne vaje (za izboljšanje funkcionalnega stanja) (Dervišević in Hadžić, 2006). Andrasuitis idr. (2011) so v ta namen preučevali, ali so stabilizacijske vaje bolj primerne za preprečevanje in odpravljanje bolečin v križu, kot samo krepilne vaje.

3. Zdravje kosti in vpliv športne aktivnosti na njihovo gostoto

3.1 Zgradba in funkcija kosti

Skelet je povezovalno tkivo in daje telesu trdno oporo v premagovanju gravitacijskih vplivov in mehaničnih stresov. Hkrati pa je tudi najpomembnejše skladišče mineralov (zlasti kalcija in fosforja) za organizem. V kostnem tkivu je prek 90% telesnih mineralov (*Malina, Bouchard, 1992*). Procesi izgrajevanja kosti so kompleksni in trajajo dlje kot razvoj drugih bioloških in psiholoških sistemov. Znano je, da kostna masa in gostota kosti dosežeta vrhunec po 20. letu starosti. Kostno maso definirajo genetski in zunanji dejavniki; med zadnjimi sta najpomembnejša prehrana in telesna dejavnost (*Ralston, 1997a, 1997b*).

Človeški skelet ima v odrasli dobi okoli 208 kosti. Skelet opravlja več nalog:

- podpira mehka tkiva,
- ploščate kosti varujejo notranje organe,
- kostnina je zaloga za organizem pomembnih soli,
- rdeči kostni mozeg je krvotvorni organ, kjer po rojstvu nastanejo eritrociti in večji del levkocitov.

Kost je torej živa snov, ki daje telesu oporo in ščiti notranje organe. Skelet predstavlja tudi nasadišče za mišice, ki tako omogočajo funkcijo vzvoda in zalogo kostnega mozga. Na enem koncu se kostnina razgrajuje, na drugem pa gradi. Ta proces imenujemo remodeliranje ali preoblikovanje in poteka v odvisnosti od mehanskih obremenitev (vadba in gravitacija), vpliva hormonov in homeostaze kalcija. Poznamo dve vrsti kosti:

- kortikalne (kompaktne) in
- trabekularne (spongiozne).

Velik delež spongiozne kostnine vsebujejo vretenca, proksimalni del stegenice in zapestje. Slednji predstavljajo glavno zalogo kalcija. Kortikalne kosti nudijo maksimalno zaščito in moč ter zavzemajo 80 % kostnega tkiva. Osteoporoza najbolj prizadene ravno kosti s trabekularno kostnino, zato zlomi največkrat prizadenejo prav stegnennični vrat, hrbtenico in zapestje (*Hoffman, 1997*).

Obnova poteka v dveh procesih. Prvi je resorpcija, kjer osteoklasti (kostne celice, ki razgrajujejo kostnino) ustvarijo luknjice, ki jih nato zapolnijo osteoblasti (kostne celice, ki proizvajajo kostnino) v procesu gradnje ali formacije nove kostnine. Preoblikovanje je dejavnejše v trabekularnih kosteh in poteka kar osemkrat hitreje kot v kortikalnih (Hoffman, 1997).

Leta 1892 so nemški znanstveniki ugotovili, da se kost pod mehničnim stresom spreminja. To je vodilo do Wolfovega zakona, ki pravi, da je preoblikovanje kosti neposredno povezano z mehničnim pritiskom nanjo (Hoffman, 1997). Oblika kosti je dana, kostni elementi pa se razporedijo v smeri funkcionalnih obremenitev in se glede nanje količinsko povečujejo in/ali zmanjšujejo. Sile, ki neprestano delujejo na kost, so mišične kontrakcije in težnost (Debevec, Karpljuk, Dervišević, & Vidmar, 2002). Kost se odzove predvsem na poteg in pritisk mišičja, ki nanjo delujeta. Če postanejo s treningom mišice močnejše, se okrepijo tudi kite. Posredno obremenjene kosti nalagajo več kalcija in mineralov v »obremenjena« območja, kar privede do naraščanja kostne mase in gostote. Večja obremenitev povzroči, da bi lahko prenesla naraščajoče zahteve in hkrati preprečila poškodbe kostnega tkiva. Nasprotno pa iz raziskovanja vesolja vemo, da zadostuje že nekaj dni v breztežnosti, da se kostna masa zmanjša tudi do 20 % (Šormaz, 2002). Prav tako se imobilizaciji sklepa zaradi popolnega mirovanja izgublja 1 % kostnine na teden (Debevec et al., 2002).

Ker kosti ne izginevajo na mah, ampak ta proces traja leta, domnevajo, da so pri nastanku osteoporoze vedno udeleženi tudi dolgotrajne enostranske obremenitve in resno pomanjkanje gibanja. Pri tem je treba poudariti, da je vsakodnevna obremenitev s poklicem, gospodinjskim delom in drugimi opravki premalo oziroma pod ravniyo, ki je potrebna za stimulacijo presnove in s tem izgradnje kostno-mišičnega sistema (Šormaz, 2002).

V Ameriški študiji so preverjali vpliv dolgotrajnega teka na pojav osteoartritisa v kolenu (Roth DL, Holmes DS, 2008). Postavili so hipotezo, da tek vpliva negativno na osteoartritis v kolenu pri tekačih, v primerjavi z nedejavnimi osebami. Raziskava je trajala 18 let (1984 – 2002), vanjo je bilo v začetku vključenih 538 tekačev in 423 kontrolnih udeležencev, na koncu raziskave jih je ostalo le še nekaj, ki so ustrezali kriterijem in sicer 45 tekačev in 53 nedejavnih. Ti so bili v povprečju stari 58 let. Rezultate so preverjali z radiografijo. Ugotovili so, da tek ni negativno vplival na osteoartritis v kolenu, kot so sprva predvidevali. Prav tako so ugotovili, da ni bilo statistično značilnih povezav s spolom, izobrazbo, predhodnimi

poškodbami kolena ali s kilometrino teka. Sklepamo torej lahko, da osteoartritis ni bolj pogost pri tekačih, kot pri ne-tekačih, ter, da tek nima negativnega vpliva na bolezen.

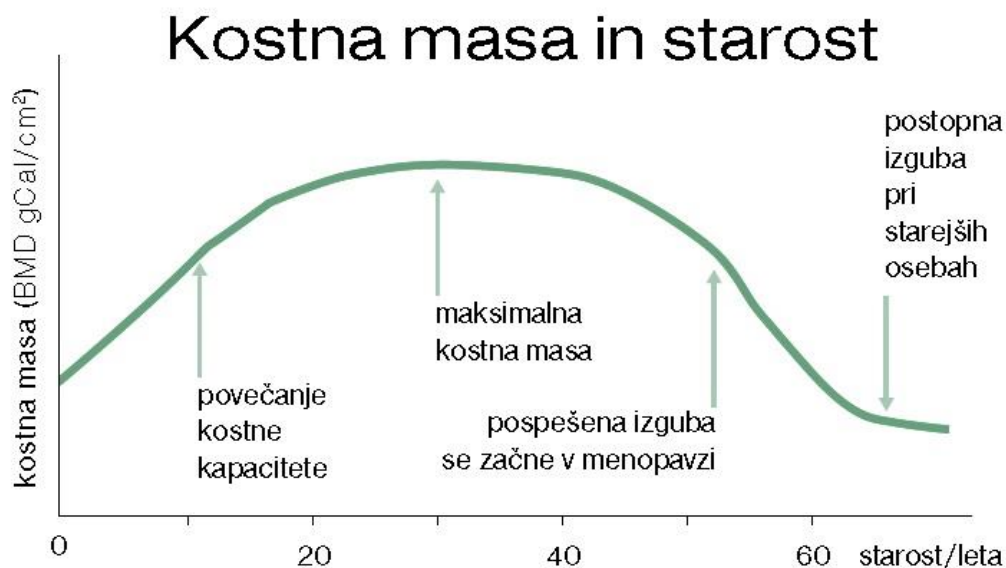
Cymet in Sinkov (2006) sta zbirala dosedanje raziskave ter preverjala vplive teka na zdravje. Poudarek je bil na osteoartritisu. Poleg vpliva na človeško telo sta raziskovala tudi primere, ki so bili narejeni na živalih. Pri obeh vrstah sta prišla do podobnih zaključkov. Ne le, da tek ne vpliva negativno na osteoartritis, temveč ima celo pozitivne učinke. Prav tako sta ugotovila pozitivne učinke na srčno-žilni sistem, diabetes, depresijo, kostno gostoto, uravnavanje telesne teže in kasnejšo mortaliteto.

3.2 Dinamika spreminjanja gostote kosti

Kostna gostota pri človeku narašča vse do tridesetega leta, nato pa začne upadati. Zato je pomembno, da s športom v zgodnejšem obdobju svojega življenja izvajamo ustrezen dražljaj na kosti. Na tak način lahko kostna gostota doseže visoke vrednosti in ustvari »zalogo« oziroma visok odstotek, ko pride do njenega upadanja. Tudi po tridesetem letu s športno aktivnostjo prav tako še vedno zmanjšamo upad kostne gostote. Pri ženskah upada linearno (1 % na leto), nekaj let, takoj po menopavzi se odstotek zviša skoraj na 6, nato pa se upad z leti vse bolj umirja. Izguba mineralov iz kosti je poleg telesne aktivnosti pogojena z različnimi dejavniki in sicer od:

- spola,
- starosti,
- prehrane ter
- hormonske regulacije.

Prav tako se razlikuje pri različnih rasah (belci imamo nižjo kostno gostoto kot črnici), je genetsko pogojena, nanjo slabo vplivajo povečan vnos alkohola, kofeina, proteinov in kajenje (Karpjuk et al., 2005).



Slika 3: Kostna masa v različnih starostnih obdobjih

Glede na količino MKG (mineralna kostna gostota) ločimo:

- obdobje razvoja MKG poteka v času otroštva in adolescence ter se veča še tedaj, ko se rast v višino že konča. Najvišjo vrednost doseže med 20 in 25 letom. Večata se tako prostornima kot tudi MKG. V tem obdobju gradnja nove kostnine poteka hitreje kot njena resorpcija (Hoffman, 1997). Ko je človek mlad, je osteoblastov več in lahko kostno maso povečujemo hitreje, kot jo osteoklasti zmanjšujejo (Karpljuk et al., 2005),
- obdobje ohranjanja MKG - skelet doseže svojo zrelost in se ne spreminja. Kost se stalno obnavlja, zato je količina na novo zgrajene kostnine enaka količini razgrajene. Poteka med 25. in 35. letom starosti, ko večina ljudi doseže vrh kostne gostote (Hoffman, 1997). V tem obdobju je aktivnost osteoblastov in osteoklastov izenačena – stara in poškodovana kostnina se razgrajujeta in gradi se nova,
- obdobje razgradnje traja do konca življenja in je naraven biološki pojav. Pride do pospešene resorpcije kosti in nespremenjene oziroma počasnejše tvorbe nove kosti. Količina kostnine se pri ženskah zniža tudi do 40 %, pri moških pa do 20 %. MKG se naglo znižuje 5 do 10 let po menopavzi, nato pa se stanje nekoliko upočasni (Karpljuk et al., 2005). Torej več kostne mase, kot jo ima posameznik na svojem vrhuncu, več

MKG bo ohranil med izgubljanjem v obdobju razgradnje (Škof, 2006). Zato je idealno preventivo proti osteoporozi začeti že v otroštvu (Hoffman, 1997).

Kostna gostota je različna pri različnih športnikih. Znano je, da imajo plavalci in potapljači enako ali nižjo kostno gostoto kot tisti, ki se ukvarjajo z drugimi športi (Schwarz, Eriksen, & Thorsen, 2003). Najvišjo kostno gostoto imajo »bodybilderji«, saj je konstantna vadba z velikimi bremenimi ena najučinkovitejših metod za povečanje kostne gostote.

Nasprotno od tega je prenizka kostna gostota – osteoporoza. To je bolezen z zmanjšanjem kakovosti in količine kostnine, ki oslabi kosti do mere, da se zlomijo že pri najmanjših poškodbah ali obremenitvah. Do trikrat pogostejša je pri ženskah kot pri moških. Predstavlja pomemben dejavnik tveganja za zlome, zlasti vretenc, kolkov, zapestij in nadlahtnic. Razširjenost osteoporoze v Sloveniji je pri ženskah, starejših od 50 let, 27,5 %, pri moških, starejših od 60 let pa 14,6 %.

4. Pregled znanstvenih rezultatov o vplivu športne aktivnosti na zdravje kosti

Leta 1997 je bila objavljena meta analiza študij, ki so obravnavale vpliv telesne dejavnosti na kostno maso pri ženskah v menopavzi. Zajela je vse objave v tridesetletnem obdobju 1966-1996. Rezultati so temeljili na 18 študijah, ki so ustrezale kriterijem potrebnim za ustrezno meta analizo. Te študije so večinoma obravnavale vpliv vadbenih programov, ki so vključevali telesne dejavnosti zmerne intenzivnosti, kot so tek, hoja in aerobika . Avtorji so ugotovili, da imajo programi vadbe, ki vključujejo prej omenjene dejavnosti statistično pomemben vpliv na kostno gostoto ledvenega dela hrbtenice (Bérard, Bravo, & Gauthier, 1997).

Vpliv aerobnega vzdržljivostnega treninga, z elementi vadbe moči, so preverili pri skupini 86-ih pacientk s karcinomom dojke, ki so bile razdeljene v vadbeno in kontrolno skupino. Skupina je v obdobju enega leta vadila trikrat na teden. V skupini vadečih so po enem letu ugotovili statistično značilen vpliv treninga (izboljšanje za 1-2 % kostne gostote različnih predelov) ter so sklenili, da imajo tovrstni vadbeni programi potencial za ohranjanje kostne gostote pri pacientkah z rakom dojke, pri katerih zaradi narave zdravljenja hormonsko odvisnih tumorjev dojke prihaja do izgube kostne mase, kar posledično negativno vpliva na kakovost življenja (Nikander et al., 2012).

V preglednem članku so Hagen in sodelavci (Hagen et al., 2012) pojasnili vpliv vadbe na kosti in zdravje mišic. Zbrali in primerjali so že narejene raziskave, teh je bilo 224, vanje pa je bilo vključenih 24.059 pacientov. Ugotovili so statistično pomembno povezavo med vplivom športne aktivnosti in povečanjem mineralne kostne gostote pri ženskah v menopavzi, ne pa tudi s pogostostjo poškodb oz. zlomi kosti v tej populaciji. Prav tako so ugotovili pozitivno korelacijo med vadbo in ugodnim vplivom na zdravje skeletnega mišičja.

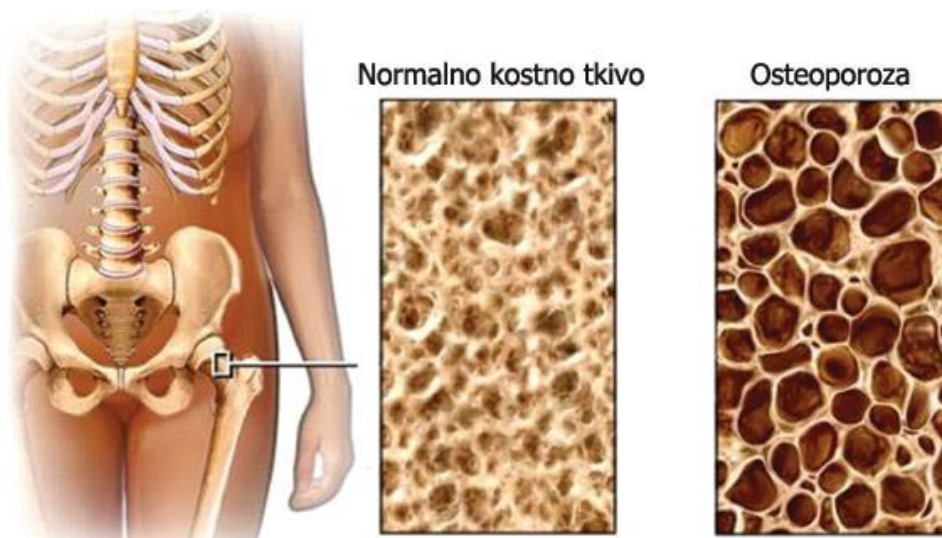
Leta 1990 so Halle in sod. (Halle, Smidt, O'Dwyer, & Lin, 1990) objavili raziskavo, v kateri je sodelovalo 61 žensk, starih od 38 do 73 let. Merili so izometrično, koncentrično ter ekscentrično moč upogibalk in iztegovalk trupa. Korelacija in rezultati linearne multiple regresije so pokazali pozitivno povezavo med močjo mišic trupa in kostno mineralno gostoto. Pozitivna korelacija med navorom mišic trupa z MKG pomeni, da imajo ženske, ki so sposobne dosegati visoke vrednosti navora visoko mineralno kostno gostoto. Prav tako so ugotovili pozitivno korelacijo med močjo ekstenzorjev trupa in MKG ledvenega dela hrbtenice.

V prospektivni japonski študiji so 4 leta sledili 109 postmenopavzalnim ženskam in enkrat letno opravljali meritve kostne gostote. Ob vstopu v študijo so pri vseh sodelujočih opravili tudi koncentrične in ekscentrične meritve moči mišic trupa. Ob koncu študije so avtorji ugotovili, da ekscentrična moč fleksorjev in ekstenzorjev trupa dobro korelira in ima pozitiven učinek na mineralno kostno gostoto (Iki et al., 2006).

4.1 Osteoporoza in športna aktivnost

Osteoporoza je bolezen, ki jo označuje majhna kostna masa, mikroarhitekturne spremembe kostnega tkiva pa vodijo k večji krhkosti in zato večjemu tveganju za zlom. WHO (World Health Organisation) in SCD (Society for Clinical Densitometry) opredeljujeta osteoporozo kot znižanje MKG za več kot 2,5 SD pod normalno vrednostjo (Hoffman, 1997). To je manj kot 75 % največje MKG (Karpljuk et al., 2005).

Osteopenija - zmanjšana kostna gostota, ki lahko privede do osteoporoze (verjetnost MKG med 1 in 2,5 SD), o hudi osteoporozi pa govorimo takrat, kadar vrednost MKG preseže 2,5 SD pod povprečjem.



Slika 4: Primerjava zdravega in osteoporotičnega kostnega tkiva

Zdravljenje osteoporoze je najučinkovitejše z zdravili, vendar mnogo študij dokazuje, da ob jemanju zdravil in prisotnosti redne ter pravilno izbrane telesne aktivnosti lahko še dodatno

povečamo prirastek k MKG. Pri jemanju zdravil pride do približno 2-odstotnega povečanja MKG, če pa hkrati vadimo se vrednost MKG poveča za 3 do 12 %.

Kostno tkivo je torej občutljivo za spremembe sil, ki jih povzročajo mišično delovanje, raste in se regenerira. Sile, ki nastajajo pri vadbi povzročajo lokalne spremembe na kosti. Kostno tkivo se prilagodi na različne. Če so mišične sile trajno povečane, se kostna masa povečuje. S tem se poveča njena moč, da lahko daje ustrezno oporo hipertrofiranim mišicam. Naraščajoča ali padajoča mišična masa spremlja tudi rast ali upadanje vezivnega tkiva in kosti (Škof, 2010).

Vaje za preprečevanje in zdravljenje osteoporoze naj vodi, za to usposobljen, strokovnjak. Najboljši način je sodelovanje strokovnjakov z različnih področij, kjer ne smejo manjkati zdravnik, fizioterapevt in športni pedagog. Zavedati se je treba, da ni univerzalne vadbe za vsakega človeka. Zato obstaja potreba po strokovni ekipi, ki lahko edina zagotovi interdisciplinarno in individualno obravnavanje problema.

Če želimo izzvati remodeliranje MKG kosti, moramo nujno trenirati mišice. Aktivna mišica z daljšanjem in krajšanjem preko kit in vezi povzroča mehanski stres na kosti. Torej se spremeni le kost, ki je vezana na točno določeno mišico ali mišično skupino. Remodeliranje kosti je zato specifično enostranska (Schwarz et al., 2003). To pomeni, da bodo vaje, kot so hoja, tek ..., znatno vplivale na MKG v spodnjih okončinah, ne bodo pa vplivale na prsno in vratno hrbtenico in na zgornje okončine. Potrebna je torej uravnotežena vadba za vse glavne mišične skupine, če želimo učinkovati na ves skelet posameznika. Pozitivni učinki vadbenih programov so dokazljivi in ponovljivi, vendar za zdaj še ni znano, kateri vadbeni program je najboljši osteogeni stimulus. To je še vedno predmet številnih raziskav. Uspešnost različnih programov pa je odvisna od starosti, stanja prehranjenosti in hormonskega statusa (Karpljuk in drugi, 2005).

4.2 Kakšna športna vadba je najprimernejša za vzdrževanje zdravja kosti?

Mednarodno združenje zdravnikov medicine športa (FIMS) je v sodelovanju z Ameriškim združenjem medicine športa (ACSM) oblikovalo splošna priporočila v zvezi z vadbo pri osteoporotičnih težavah (Karpljuk et al., 2005):

- vadba z utežmi je ključnega pomena za normalen razvoj vzdrževanja zdravja kosti. Aktivnosti, ki imajo za cilj povečanje mišične moči, so prav tako učinkovite, zlasti za tiste kosti, ki ne prenašajo veliko bremen,
- zadnje raziskave so pokazale, da ima kost v razvoju boljšo odzivnost na mehanično obremenjevanje kot že razvita kost, zato je redna telesna aktivnost od zgodnjih let ključnega pomena za preprečevanje osteoporoze in z njo povezanih kasnejših težav v življenju,
- intenzivni treningi vzdržljivosti, pri tem mislimo predvsem aerobni trening, lahko povzročijo hormonske spremembe, velikokrat pa tudi menstrualne motnje in celo negativne učinke na kostno strukturo. Slednje pomeni, da morajo biti aktivnosti skrbno izbrane, predvsem pa v okviru ustreznih količin in intenzivnosti. Ob omenjenem treningu – aerobnem treningu, velikokrat pogrešamo večji poudarek na treningu moči. Vadbeni program bi moral zajeti torej vse osnovne elemente vadbe, vključno z gibljivostjo, vzdržljivostjo pa tudi ravnotežjem... ,
- predpisana telesna vadba ni, ne more in ne sme biti zamenjava za nadomestno hormonsko terapijo. Je lahko samo dodatek v preventivi v boju proti osteoporotičnih težavam. Vadbeni programi, ki vsebujejo vaje za razvoj motoričnih sposobnosti lahko torej posredno pozitivno vplivajo na znižanje pojavnosti osteoporotičnih zlomov in seveda neposredno znižanje možnosti padcev.

Tako kot povsod, velja tudi pri obravnavani vsebini, pravilo in zahteva o vsestranski vadbi. V procesu vadbe poskušamo torej v vadbo zajeti vse strukture človekovih sposobnosti in seveda predvsem to isto početi vsakodnevno. Kot velja tudi seveda na drugi strani pravilo, da z vadbo ne smemo pretiravati, predvsem pa se moramo izogibati gibanjem do ekstremnih razsežnosti, hitrim in agresivnim gibom ter drugim gibom, ki so za človeško telo morda manj prirodni (rotacijska gibanja).

Hoffman (Hoffman, 1997) pravi, da morajo vaje, ki imajo za cilj ohraniti ali celo povišati kostno maso, zajemati:

- aerobne aktivnosti,
- raztezne vaje za povečanje gibljivosti,
- vadbo za razvoj ravnotežja in
- športne aktivnosti, ki obremenjujejo kosti z lastno težo.

Za zadovoljitev zgornjih zahtev je možnih več načinov, pa tudi več sredstev. Od aerobne vadbe, pa vse do vaj za povečevanje moči. Zadnje praviloma izvajamo v območju nizke in srednje intenzivnosti in zato dalj časa. V te aktivnosti sodijo prav gotovo tek, aerobika (telovadni ples), smučarski tek, delo z lažjimi utežmi, itd. Vsekakor pa morajo biti to aktivnosti, ki povzročajo ustrezno stopnjo mehanskega stresa, zato aktivnosti, kot so na primer plavanje in kolesarjenje ne povzročajo ustreznih učinkov na povečanje kostne gostote. To pa ne pomeni, da jih v vadbeni proces ne vključujemo, nasprotno, v primernem obsegu in intenzivnosti vzbujajo subjektivno ugodje in so zaradi tega izjemno pomemben dejavnik v celovitosti gibalne aktivnosti.

Hoja in tek sta izredno učinkovita pri osteoporozi, ker združujeta kombinacijo mišičnih kontrakcij in vpliva gravitacije. Žal pa zaradi enostranskosti in specifičnosti remodeliranja kosti in aktivnosti same, vplivata le na povečanje MKG v spodnjih okončinah, vključno z lumbalno hrbtenico, ne pa tudi pri zgornjih udih.

Pri vseh aktivnostih pa se poskušamo držati pravila, da srčna frekvenca ne presega 50 – 70 % maksimalnega srčnega utripa. Pri začetnicah in manj treniranih je vsekakor treba upoštevati načelo postopnosti in zato lahko na primer enoto vadbe razdelimo tudi na dva ali več delov.

Mirovanje (še zlasti imobilizacija) povzroči upad mineralov in gostote kosti, ki je mnogo hitrejši proces od oblikovanja nove kosti. Že po nekaj tednih ležanja se iz kosti izgubi veliko kalcija (in drugih mineralov). Ležanje je še posebej škodljivo za hrbtenico. Številne študije kažejo pomembno povezanost med gostoto kosti in močjo mišic, ki se pripenjajo na to kost. Dejavnost stimulira hipertrofijo mišic, te pa povzročijo tudi rast kosti in vezivnega tkiva. Švedska raziskava (Pettersson, Nordström in Lorentzon, 1999) je pokazala, da so imeli 23-letni hokejisti, ki so trenirali povprečno deset ur na teden, za 8,1 % večjo celokupno gostoto kosti od posameznikov iz slučajno izbranega vzorca, v katerem so zajeli mlade odrasle, ki niso bili športo aktivni več kot tri ure na teden. Gostota stegenice hokejistov je bila večja za 11,4 %, hrbtenice za 12,7 % medenice za 12,4 % in nadlahtnice za 7,4 %. Rezultati so hkrati potrdili, da je večja kostna gostota močno povezana z mišično maso in obratno sorazmerna z maščobno maso.

Študije danes študije kažejo, da imajo športnice, ki se ukvarjajo s športi, kjer so prisotne velike sile s podlago (HIML – high impact mechanical loading), v primerjavi s športnicami, kjer je ta pritisk srednji ali majhen, 3-22 % višji BMD -bone mineral density- (Torstveit in

Sundgot-Borgen, 2000). Torej je gostota kostne mase povezana tudi z vrsto športa, s katerim se odrasel človek ukvarja. Tip obremenitve definira gostoto kostne mase in vpliva na vsebnost mineralov. To nazorno potrjuje tudi finska študija (Lehtonen-Veromaa, Möttönen, Irjala, Nuotio, Leino in Viikari, 2000). Enoletni trening je pri telovadkah (veliko skokov, doskokov) v obdobju pubertete povečal BMD stegenice in hrbtenice za $0,037 \text{ g/cm}^2$ (12,8 %) in pri mladih tekačicah (velike sile ob stiku s podlago) za $0,033 \text{ g/cm}^2$, medtem, ko je bil enoletni prirastek pri nešportnicah te starosti le $0,020 \text{ g/cm}^2$. Plavalci in športniki v drugih vodnih disciplinah imajo na primer specifično gostoto kosti v nogah manjšo ($1,31 \text{ g/cm}^2$) od tistih, ki se ukvarjajo z atletiko, nogometom ali kolesarstvom ($1,41\text{-}1,50 \text{ g/cm}^2$) (Morel, Combe, Francisco in Bernard, 2001).

Za razvoj kosti in ohranjanje kostne mase v kasnejših obdobjih je primerna vadba za moč in vzdržljivost, Aerobni trening zagotavlja boljši kostni metabolizem, hkrati pa je preventiva pred osteoporozo v kasnejšem obdobju (Day, Cassel in Kimball, 1996). Govorimo torej lahko o absolutni (celostni) kostni gostoti, ki je pri treniranih osebah praviloma vedno večja kot pri netreniranih, ter o specifični (parcialni) kostni gostoti.

4.3 Športne vsebine pri katerih prihaja do izboljšanja ali ohranjanja kostne gostote preko visokih obremenitev so tudi skoki in poskoki.

Med najpomembnejše treninge za višanje kostne gostote uvrščamo IMPACT trening (high-impact training). Take vrste trening povzroča močan dražljaj na kosti in sicer v stiku s podlago. V tako vrsto treninga spadajo različni skoki, poskoki, tek, razne vaje atletske abecede ipd. Učinek se poveča v kolikor dodamo bremena, saj je s tem povečana sila v stiku s podlago.



Slika 5: »Impact« trening

V Kolumbijski študiji (Rogers, 2009) so preverjali učinek »Impact« vadbe na moških, starih od 19 do 45 let. Razdelili so jih v dve skupini, kjer so v eni izvajali omenjeno vadbo, v drugi skupini pa so opravljali kolesarske treninge. Pričakovano, »Impact« vadba je imela veliko večji učinek na povečanje kostne gostote kot pa kolesarstvo. Slednje je sicer imelo pozitiven učinek, a je ta bil minimalen. Avtor članka predlaga, da se plavanje in kolesarjenje ne uporabljata kot sredstvo za povečevanje kostne mase.

V ameriški raziskavi so ugotavljali vpliv dveh različnih treningov na kostno gostoto pri ženskah. Oba treninga sta bila sestavljena iz poskokov. V raziskavi je sodelovalo šestdeset žensk, starih od 25 do 50 let. Prva skupina je izvajala treninge dvakrat na dan in sicer je izvajala 10 poskokov, med vsakim pa je bilo 30 sekund odmora. Druga skupina je izvajala program po enakem protokolu z razliko, da so namesto desetih izvajale dvajset poskokov. Rezultate so preverjali z DEXA napravo. Ugotovili so, da sta obe skupini imele izjemen porast kostne gostote v primerjavi s kontrolno skupino. Statistično značilna je bila tudi razlika med tistimi, ki so izvajale dvajset poskokov in tistimi, ki so jih izvajale le deset. V vsakem primeru je bil napredek očiten, zato so poskoki dvakrat na dan zagotovo ena izmed poti do trdnejših kosti (Tucker LA, Strong JE, Lecheminant JD, Bailey BW, 2014).

V podobni raziskavi so se ukvarjali z vadbo za moč in IMPACT treningom. Ugotavljali so kako vplivata na gostoto kosti ter kakšen vpliv imata na kvaliteto življenja pri ženskah v menopavzi. Raziskava je trajala šest mesecev, vključevala je 42 žensk, ki so kazale nagnjenje k osteoporozi. Razdelili so jih v tri skupine, ena je bila kontrolna, v drugi so izvajali vadbo za moč, pri tretji pa »impact« trening. Treningi so trajali eno uro in so jih izvajali trikrat na

teden. Osredotočili so se na vretenca od L1 do L4 in na vratna vretenca. Kostna gostota se je statistično značilno povečala pri obeh treniranih skupinah, nekoliko boljši rezultati so bili pri »impact« metodi. Kljub temu sta za trening žensk v menopavzi priporočeni obe metodi (Basat H, Esmaeilzadeh S, Eskiyurt N, 2013).

V nalogi smo želeli raziskati vpliv športne vadbe na nekatere parametre zdravja. Želeli smo ugotoviti ali sploh in v kolikšni meri vplivata tek in vadba za moč na mineralno kostno gostoto, kako na srčno – žilno vzdržljivost in kako na moč mišic trupa. Prav tako smo želeli preveriti povezavo med omenjenimi parametri, predvsem kako povečanje moči trupa in kako stopnje vzdržljivosti vplivata na mineralno kostno gostoto.

5. Cilji in hipoteze

5.1 Cilji

1. Ugotoviti vpliv 9-tedenskega programa rekreativne vadbe na kostno gostoto pri odraslih ženskah. Ugotoviti želimo vpliv vadbe na splošno kostno gostoto kot tudi na kostno gostoto posameznih telesnih segmentov.
2. Ugotoviti vpliv 9-tedenskega programa rekreativne vadbe na aerobno vzdržljivost, mišično moč trupa in sestavo telesa pri odraslih ženskah.
3. Ugotoviti povezanost med izboljšanjem moči mišic trupa, aerobno vzdržljivostjo in spremembami splošne kostne gostote, ki je nastala po vadbenem programu.
4. Ugotoviti razlike v vplivu 9-tedenskega programa rekreativne vadbe na kostno gostoto pri predhodno telesno različni pripravljenosti žensk. Ugotoviti želimo razlike v vplivu vadbe na splošno kostno gostoto kot tudi na kostno gostoto posameznih telesnih segmentov.

5.2 Hipoteze

H₀₁: 9-tedenski program rekreativne vadbe vpliva na povečanje splošne kostne gostote in kostne gostote posameznih telesnih segmentov pri odraslih ženskah.

H₀₂: Ni razlik v vplivu 9-tedenskega programa rekreativne vadbe na povečanje splošne kostne gostote in kostne gostote posameznih telesnih segmentov pri skupinah žensk s predhodno različno telesno pripravljenostjo.

H₀₃: obstaja pozitivna korelacija med izboljšanjem moči mišic trupa in spremembo kostne gostote trupa.

H₀₄: 9-tedenski program rekreativne vadbe vpliva na izboljšanje aerobne vzdržljivosti, sestavo telesa in mišično moč trupa odraslih žensk.

6. Metode dela

Študija je bila zasnovana kot intervencijska študija, v katero so bile prostovoljno vključene rekreativne tekačice. Intervencijo je predstavljal strukturiran program tekaške vadbe in vadbe za moč, ki se je izvajala trikrat na teden v obdobju 9-ih tednov. Vse merjenke so na pričetku in koncu vadbenega programa opravile niz merilnih postopkov, ki so opisani v nadaljevanju. Učinkovitost intervencije je bila ocenjena na podlagi sprememb v vrednostih teh testov.

6.1 Vzorec

V program strukturirane vadbe so se prostovoljno vključile zdrave rekreativke z različno izhodiščno stopnjo telesne dejavnosti (subjektivna oceno). V prvi skupini (N=10) so bile ženske, ki so pred pričetkom vadbe bile manj telesno dejavne, v drugi (N=13) pa tiste, ki so vadile vsaj trikrat na teden in so svojo telesno dejavnost opredelile kot telesno dejavne. Delitev merjenk v dve skupini je temeljila torej na podlagi subjektivne ocene merjenk o stopnji lastne telesne pripravljenosti. Različne študije so opredelile povezavo med objektivnimi parametri stopnje telesne pripravljenosti (kot je npr. VO₂max) in subjektivno oceno telesne pripravljenosti ter sklenile, da preprosto vprašanje za subjektivno oceno telesnih sposobnosti dejansko odraža objektivno izmerjeno vrednost VO₂max (Aadahl, Kjaer, Kristensen, Mollerup, & Jørgensen, 2007; Ken-Dror, Lerman, Segev, & Dankner, 2004). Na podlagi tega smo tudi sami uporabili takšno oceno kot merilo za delitev merjenk v dve skupini. Stopnjo telesne pripravljenosti smo z ustreznimi statističnimi metodami kasneje tudi ovrednotili. Osnovne demografske značilnosti udeleženk raziskave so podane v Tabeli 1, ločeno za vsako skupino. Rezultati kažejo, da med skupinama ob vstopu v študijo ni bilo statistično pomembnih razlik v starosti, telesni višini, telesni masi, razmerju pas/boki in indeksu telesne mase, čeprav je skupina telesno manj aktivnih imela približno 10% višjo telesno maso, večje razmerje pas/boki in tudi višji indeks telesne mase.

Tabela 1: Osnovne biološke značilnosti vzorca

	MANJ AKTIVNE	AKTIVNE
	Povprečje ± standardni odklon	Povprečje ± standardni odklon
Starost (leta)	44,10 ± 14,11	43,23 ± 8,59
Telesna višina (cm)	170,40 ± 5,89	166,23 ± 4,38
Telesna masa (kg)	66,63 ± 9,90	60,12 ± 6,45
Razmerje pas/boki	0,87 ± 0,07	0,83 ± 0,04
Indeks telesne mase (kg/m²)	22,87 ± 2,53	21,75 ± 2,14

Meritve smo opravili v skladu s Helsinško deklaracijo (DoH), ki jo priznava Svetovno medicinsko združenje. Deklaracija temelji na etičnih principih. Ti morajo biti upoštevani pri biomedicinskih raziskovanjih, ki vključujejo človeške subjekte in raziskovanja na humanem materialu, kakor tudi podatke iz medicinske dokumentacije, kadar se lahko ugotovi identiteta merjenca.

6.2 Opis vadbe

Vadba je trajala 9 tednov, 3 krat na teden. Vadbene enote so merjenke izvajale pod nadzorom trenerjev. Prva vadbena enota v tednu je bila sestavljena iz neprekinjenega teka (7 do 10 km), druga iz različno dolgih intervalnih tekov, tretja pa iz fartleka. Intervalni treningi so bili dolgi 300, 600 ali 1200 metrov, fartlek pa so sestavljali teki (4 do 7 km) z vmesnimi pospeševanji ritma, poskoki, tekaške vaje ter vaje za moč.

Tabela 2: Plan tekaškega dela vadbe

	1. vadbena enota – neprekinje na metoda	Intenzivnost vadbe (glede na FS max)	2. vadbena enota – intervalni trening *	Intenzivnost vadbe (glede na FS max)	3. vadbena enota - fartlek*	Intenzivnost vadbe (glede na FS max)
1. teden	7 km	80%	10 x 300 m	90%	4 km	75%
2. teden	8 km	80%	6 x 600 m	90%	4, 5 km	75%
3. teden	8 km	80%	3 x 1200 m	95%	4, 5 km	75%
4. teden	9 km	80%	12 x 300 m	95%	5 km	75%
5. teden	10 km	85%	4 x 800 m	95%	5, 5 km	75%
6. teden	10 km	85%	4 x 1000 m	95%	5, 5 km	75%
7. teden	11 km	85%	12 x 400 m	95%	6 km	75%
8. teden	12 km	90%	8 x 600 m	95%	6, 5 km	75%
9. teden	12 km	90%	4 x 1200 m	95%	7 km	75%

* Odmor med posameznimi intervali je hoja, ki je dolga polovico pretečene razdalje

** Fartlek je nadgradnja intervalne metode vadbe vzdržljivosti, katere bistvo je izvajanje vadbe v naravnem okolju. Vsebuje različne oblike vaj za moč, šprinte, teke v klanec, teke po stopnicah, ipd.

Po vsakem tekaškem delu treninga je sledila vadba moči z lastnim telesom. Pri vajah za moč smo izvajali 3 serije različnih vaj po 8 do 12 ponovitev. Različne vrste vaj za krepitev upogibalk trupa, vaje za hrbtne mišice, veliko smo delali tudi za stabilizacijo trupa in roke ter vaje za moč nog. Poudarek je bil na krepitvi mišic trupa, ki so sicer pomemben del teka.

Prve tri tedne so vadeče izvajale 3 serije po 8 ponovitev oz. 20 sekund pri stabilizacijskih vajah, naslednje tri tedne po 10 ponovitev (25 sekund) in zadnje tri tedne po 12 ponovitev (30 sekund) na vajo. Vaje so prikazane v naslednji tabeli.

Prve meritve smo opravili 10 tednov pred Ljubljanskim maratonom, ki se ga je udeležila večina merjenk. Končne meritve smo opravili teden pred tekmo, ko je bila njihova telesna pripravljenost zelo dobra, motivacija pa na visokem nivoju.

6.3 Opis merskih instrumentov in postopkov

6.3.1 Merjenje mineralne kostne gostote

Razvoj tehnike nudi vrsto načinov merjenja. Včasih je bilo mogoče posumiti na nižjo kostno gostoto le ob nativnem rentgenskem posnetku skeleta ali ob biopsiji kosti. Rentgenogram zanesljivo pokaže nižje vrednosti kostne mase – vendar šele pri 30 do 40 % upadu, kar pa je za preventivno ukrepanje odločno prepozno. Slabe strani rentgenogramov so tudi visoka obremenitev kosti s sevanjem, slaba ponovljivost posnetkov, nepreciznost in nezmožnost sledenja učinkov zdravljenja.

Danes je možnosti več:

- rentgenska dvoenergijska absorbcija (DXA),
- ultrazvočna meritev,
- računalniška tomografija (CT).

DXA predstavlja zlati standard za ugotavljanje izgube kostne gostote in spremljanje učinkov zdravljenja osteoporoze. Telo presvetlimo z dvema vrstama žarkov in razlika v absorpciji enih in drugih v tkivih, nam da podatek o gostoti kosti. Meritev je natančna, ponovljiva, aparatura zazna že majhne spremembe v gostoti. Obremenitev pacienta s sevanjem je malenkostna, zato zaščita ni potrebna.

Za merjenje mineralne kostne gostote smo uporabili metodo dvoenergijske rentgenske absorpciometrije (angleško Dual-energy X-ray absorptiometry ali DXA). Pri meritvah je bila uporabljena naprava Hologic Explorer (Hologic Ltd., Bedford, Massachusetts, ZDA).

DXA) – izmerjene vrednosti kostne mase so podane v gramih na cm². Te rezultate aparat avtomatično primerja s standardnimi vrednostmi (glede na starost, spol, težo, nastop menopavze) in jih izrazi v obliki vrednosti T. Če je ta v območju 0 do -1, govorimo o normalni kostni masi, pri vrednosti od -1 do -2,5 je kostna masa v področju osteopenije (predstopnja osteoporoze), ob vrednostih nižjih od -2,5 pa je že nastopila osteoporoza.

Pri metodi se uporabljajo rentgenski žarki s katerimi slikamo celotno telo. Ker imajo tkiva različne lastnosti prepuščanja žarkov, lahko na ta način najbolj natančno ugotavljamo delež različnih tkiv v telesu. Samo preslikanje telesa traja od 3 do 5 minut. Merjenke pred procesom s sebe odstranijo vse kovinske predmete in obutev, sicer so oblečene. S pasovi se privežejo noge in roke na aparaturu, da se med preslikanjem ne bi premikale. Merjenke so prišle na merjenje zjutraj, na tešče, pred meritvami pa 24 ur niso smele trenirati.



Slika 6: Merjenje kostne gostote z metodo DXA

Z DXA optičnim čitalnikom smo dobili rezultate po posameznih delih telesa (parcialne kostne gostote) kot tudi vrednost splošne kostne gostote. Vse vrednosti kostne gostote so bile izražene v g/cm^2 .

Za potrebe naloge smo izbrali sledeče parametre:

- kostna gostota celotnega telesa,
- kostna gostota rok,
- kostna gostota nog,
- kostna gostota trupa,
- kostna gostota androidnega dela,
- kostna gostota genoidnega dela.

Dobili smo tudi natančen delež telesne maščobe, ki smo ga prav tako primerjali pred in po vadbenem programu. Dobili smo:

- odstotek maščobnega tkiva,
- maščobo na področju rok,
- maščobo na področju nog,
- maščobo na področju trupa,
- maščobo na področju androidnega dela,
- maščobo na področju genoidnega dela.

Pri ženskah je značilno, da se odvečna maščoba nalaga na boke, stegna in zadnjico (vsaj pred menopavzo), medtem ko moški skladiščijo maščobo bolj centralno –okoli trebuha (Goldberg 2003: 346). Tako govorimo o ženski, genoidni razporeditvi maščobe ali razporeditvi po tipu hruške, in o moški, androidni razporeditvi maščobe (ki jo ima tudi 20 odstotkov žensk, posebej po 50. letu) ali razporeditvi po tipu jabolka (Sentočnik 2000: 181). Glede na obolevnost je druga (tip jabolka) manj ugodna, saj pri tem tipu postave pogosteje ugotavljajo bolezni, ki so pridružene debelosti.

6.3.2 Merjenje izometrične moči mišic trupa

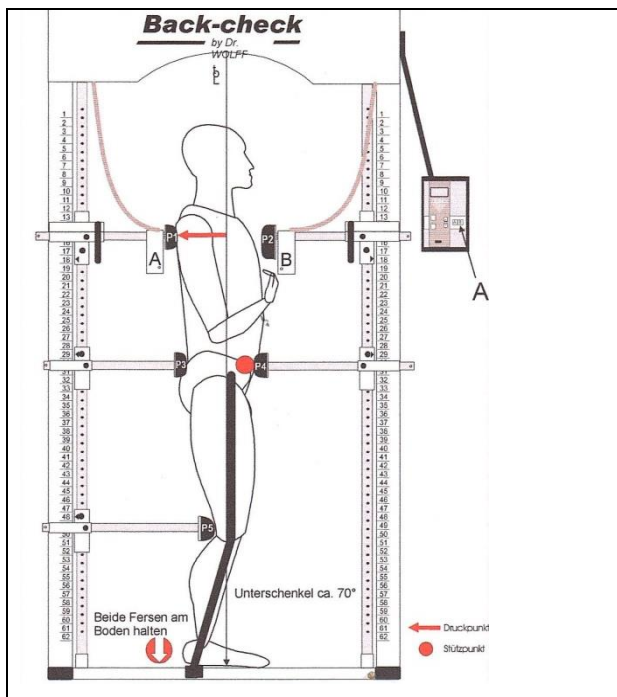
Za merjenje izometrične moči smo uporabili napravo Back Check® (Dr. Wolff®, Sports & Prevention GmbH, Nemčija). Ponovljivost izometričnih meritev moči trupa s tovrstno tehnologijo je sicer že bila ocenjena (Scheuer & Friedrich, 2010) in kaže na klinično sprejemljivo ponovljivost meritev.

Pred meritvami so vadeči opravili serijo testiranj za spoznavanje z napravo. Podana so jim bila natančna navodila glede položaja meritve in izvedbe. Po zvočnem signalu, ki označuje začetek meritev, so pričele s postopnim pritiskom na merilno dozo do maksimalne sile. Silo so naj progresivno stopnjevale do zaključka meritve, ki je bila signalizirana z zvokom. Zmanjševanje pritiska z namenom impulzivnega pritiska na merilno dozo med meritvijo ni bilo dovoljeno. Časovni interval meritve je bil opredeljen na 10s in zabeležil najvišjo

izmerjeno silo, ki je izražena v kilogramih. Merjenke so opravile do 10 testnih meritev zaradi spoznavanja z napravo in doseganja objektivnih rezultatov.

Z meritvami v frontalni ravnini smo dobili vrednosti izometrične moči upogibalk (trebušnih mišic) in iztegovalk (hrbteničnih mišic) trupa v kilogramih (kg). Meritev se je izvajala v stoječem položaju, pri čemer so bile merjenke vpete v napravo tako, da je bila medenica ustrezno fiksirana v nevtralnem položaju. Stopala so ves čas meritve v stiku s podlago, kar smo zagotovili z ustrezno fiksacijo v področju zakolenske jame, ki je držala koleno v položaju rahle fleksije (Slika 1a). Merilna doza je bila za meritve moči upogibalk trupa postavljena na sredino prsnice, za meritve moči iztegovalk trupa pa na sredino lopatic. Višina in razdalja merilne doze od vertikalne osi naprave do lopatic, oziroma prsnice, je bila zabeležena za vsakega posameznika in enaka pri začetnih in končnih meritvah. Zabeležene so bile tudi razdalje fiksatorjev medenice in zakolenske jame.

Podatki meritev so bili obdelani s pomočjo programskega vmesnika naprave, ki je kompatibilen z merilno napravo.



Slika 7: Merjenje moči upogibalk in iztegovalk trupa. P1 in P2 – merilni dozi; P3 in P4 – fiksatorji medenice; P5 – fiksator zakolenske jame

Po opravljenih meritvah smo izračunali tudi razmerje mišične moči in sicer med iztegovalkami in upogibalkami trupa ($RMIU = \text{moč iztegovalk} \div \text{moč upogibalk}$). Vrednost razmerja mišične moči je izražena brez enot. Kot normalne vrednosti RMIU smo upoštevali vrednosti med 1,2 in 1,5.

6.3.3 Test 12-minutnega teka (Cooperjev test)

Test se izvaja na atletskem stadionu. S testom izmerimo razdaljo, ki jo merjenke pretečejo v 12-ih minutah (Cooper, 1968). Vsaka merjenka teče posamično z enominutnim štartnim zamikom. Tako smo se izognili bodisi negativnim, bodisi pozitivnim vplivom, ki bi jih povzročale merjenke. Na testiranje so prišle spočite, kar pomeni, da zadnjih 24 ur niso bile izpostavljene večjim telesnim naporom. Pretečeno razdaljo smo zabeležili v metrih.

6.4 Metode obdelave podatkov

Podatki so bili obdelani z računalniškim programom SPSS 17.0. Opisne podatke smo podali z uporabo povprečja in standardnega odklona.

Za preverjanje zanesljivosti izbranega načina delitev merjenk v dve skupini na podlagi njihove subjektivne ocene, smo uporabili linearno regresijsko analizo. Vrednosti prvega Cooperjevega testa smo uporabili kot odvisno spremenljivko, subjektivno oceno merjenk pa kot neodvisno spremenljivko.

Za opredelitev sprememb med izhodiščnim in končnim stanjem spremljanih parametrov smo uporabili T-test za parne vzorce.

Za oceno spremembe splošne kostne gostote, pred in po začetku vadbenega programa v odvisnosti od izboljšanje moči mišic trupa, smo uporabili analizo kovariance za ponovljene vzorce. Pri tem je bila neodvisna spremenljivka kostna gostota, kovariata v modelu pa izboljšanje moči mišic trupa.

Statistična značilnost za vse teste je bila določena pri $p < 0,05$.

7. Rezultati

V času 9-tih tednov so vadeče opravljale po 3 vadbene enote na teden. V merjenem obdobju so torej izvedle 27 treningov. Kljub relativno kratkemu času smo dobili zanimive rezultate. Zadnje meritve smo opravili tik pred Ljubljanskim maratonom, ko je bila motivacija na visokem nivoju.

Za primerjavo rezultatov pred in po koncu vadbenega programa smo uporabili t-test za parne vzorce. Statistično pomembne razlike pred in po vadbenem programu, pri obeh skupinah, so nastale pri moči iztegovalk trupa in Cooperjevem testu. Pri skupini prej telesno manj aktivnih tekačic so nastale pomembne spremembe tudi v splošni kostni gostoti, odstotku maščobnega tkiva in maščobni masi trupa.

7.1 Povezava med subjektivno oceno in objektivno oceno stopnje telesne pripravljenosti – preverjanje ustreznosti delitve v skupine

Po opravljenem Cooperjevem testu teka na 2400 m smo pred pričetkom preostalih analiz tudi preverili zanesljivost subjektivne ocene z uporabo linearnega regresijskega modela, pri čemer smo vrednosti prvega Cooperjevega testa uporabili kot odvisno spremenljivko, subjektivno oceno merjenk pa kot neodvisno spremenljivko. Rezultati so pokazali, da med tema dvema vrednostma obstaja statistično pomembna povezava ter, da subjektivna ocena stopnje telesne pripravljenosti statistično pomembno pojasnjuje vrednosti Cooperjevega testa ($t=10,76$, $p<0.0001$). Neaktivne merjenke so pri Cooperjevem testu pretekle v povprečju 313 metrov manj (95% interval zaupanja 120 – 505 m; $p=0.003$) kot tiste, ki so svojo pripravljenost ocenile kot aktivne.

7.2 Vpliv vadbe na srčno – žilno vzdržljivost

Tabela 3: Vpliv vadbe na srčno – žilno vzdržljivost – manj aktivne

	Pred vadbenim programom	Po vadbenem programu
Cooperjev test [m]	1877,14 ± 306,25	2162,40 ± 193,18*

Tabela 4: Vpliv vadbe na srčno – žilno vzdržljivost – bolj aktivne

	Pred vadbenim programom	Po vadbenem programu
Cooperjev test [m]	2289,09 ± 168,55	2431,25 ± 150,75*

* - statistično pomembna razlika znotraj skupine pred in po vadbenem programu ($p < 0.05$)

** - statistično pomembna razlika znotraj skupine pred in po vadbenem programu ($p < 0.01$)

Pri Cooperjevem testu je prišlo do statistično pomembnega izboljšanja pri obeh skupinah. Izboljšanje je bilo najbolj izrazito pri skupini prej manj telesno dejavnih, ki so v povprečju izboljšale pretečeno razdaljo za 10.87 % (95 % interval zaupanja 4.48 % - 16.91 %), medtem, ko je pri skupini prej telesno bolj dejavnih to izboljšanje znašalo 4.34 % (95 % interval zaupanja 0.1 % - 8.2 %). Takšen rezultat ne preseneča, saj je razumljivo, da je prirastek k rezultatu praviloma vedno hitrejši in večji pri prej telesno manj dejavnih. Pri treniranih je namreč varianca prostora za napredek vedno manjša.

7.3 Vpliv vadbe na mišično moč trupa

Tabela 5: Vpliv vadbe na mišično moč trupa - manj aktivne

	Pred vadbenim programom	Po vadbenem programu
Moč iztegovalk trupa[kg]	40,65 ± 7,59	44,83 ± 8,97*
Moč upogibalk trupa[kg]	37,40 ± 10,91	39,33 ± 11,98
Razmerje moči trupa	1,16 ± 0,31	1,22 ± 0,34

Tabela 6: Vpliv vadbe na mišično moč trupa - bolj aktivne

	Pred vadbenim programom	Po vadbenem programu
Moč iztegovalk trupa [kg]	37,27 ± 8,73	47,54 ± 7,12**
Moč upogibalk trupa [kg]	33,51 ± 8,94	36,79 ± 9,23
Razmerje moči trupa	1,16 ± 0,32	1,34 ± 0,26

* - statistično pomembna razlika znotraj skupine pred in po vadbenem programu ($p < 0.05$)

** - statistično pomembna razlika znotraj skupine pred in po vadbenem programu ($p < 0.01$)

Rezultati testa moči kažejo, da je prišlo do okrepitve tako upogibalk kot tudi iztegovalk trupa. Pridobitev na moči iztegovalk je bila statistično pomembna pri obeh skupinah. Prav tako se je pozitivno spremenilo tudi razmerje mišične moči trupa, ki je pred začetkom vadbe v obeh skupinah znašalo 1.16, po vadbi pa 1.22 v skupini manj aktivnih oz. 1.34 v skupini bolj aktivnih žensk. Normalne vrednosti razmerja moči so med 1.20 in 1.50, kar pomeni, da smo vadeče »potisnili« v območje normalnih vrednosti, kar je verjetno povezano s prej omenjeno statistično pomembno izboljšavo moči iztegovalk trupa. Navkljub temu, da sprememba razmerja moči trupa ni bila statistično pomembna, pa je pomembna iz kliničnega vidika, saj ustrezno razmerje moči mišic trupa pomeni tudi manjše tveganje za morebitne kronične bolečine v križu, pomaga pa tudi pri ohranjanju telesne drže in ravnotežja.

7.4 Vpliv vadbe na odstotek maščobnega tkiva v telesu

Tabela 7: Vpliv vadbe na odstotek maščobnega tkiva v telesu - manj aktivne

	Pred vadbenim programom	Po vadbenem programu	Razlika v odstotkih [%]
Odstotek maščobnega tkiva [%]	32,57 ± 7,50	31,23 ± 6,49*	4%
Maščoba na področju rok [g]	1873,22 ± 734,25	1873,56 ± 540,36	0
Maščoba na področju nog [g]	7617,89 ± 2716,27	7297,67 ± 2514,80	4%
Maščoba na področju trupa [g]	10385,44 ± 3850,39	9713,56 ± 3375,12*	6%
Maščoba androidnega dela [g]	1744,78 ± 722,00	1727,33 ± 751,79	1%
Maščoba genoidnega dela [g]	4127,56 ± 1420,37	4028,67 ± 1315,68	2%

Tabela 8: Vpliv vadbe na odstotek maščobnega tkiva v telesu - bolj aktivne

	Pred vadbenim programom	Po vadbenem programu	Razlika v odstotkih [%]
Odstotek maščobnega tkiva [%]	27,65 ± 8,86	27,35 ± 8,68	1,2%
Maščoba na področju rok [g]	1399,33 ± 620,26	1386,83 ± 598,07	1%
Maščoba na področju nog [g]	6448,00 ± 2610,09	6388,00 ± 2189,14	0,9%
Maščoba na področju trupa [g]	7639,17 ± 3432,62	7570,58 ± 3262,75	0,8%
Maščoba androidnega dela [g]	1279,33 ± 646,53	1264,83 ± 582,78	1,4%
Maščoba genoidnega dela [g]	3664,67 ± 1237,67	3645,25 ± 1114,59	0,5%

* statistično pomembna razlika znotraj skupine pred in po vadbenem programu ($p < 0.05$)

** statistično pomembna razlika znotraj skupine pred in po vadbenem programu ($p < 0.01$)

Rezultati kažejo, da je 9 tedenski vadbeni program povzročil zmanjšanje maščobnega tkiva. To se je izraziteje znižalo pri prej telesno manj aktivnih, kjer smo ugotovili tudi statistično pomembno razliko in sicer pri odstotku maščobnega tkiva celotnega telesa in na področju trupa. Vidimo očitno pozitivno povezavo med telesno sestavo in srčno – žilno vzdržljivostjo. Do najmanjše spremembe je prišlo pri sestavi rok. Pri obeh skupinah prišlo do znižanja odstotka maščobe predvsem na področju nog in trupa, pri prej manj aktivni skupini pa tudi na področju genoidnega dela telesa (področje bokov). Pri prej manj aktivnih se je odstotek maščobe telesa znižal za 4%, na področju trupa pa kar za 6%, na področju nog pa za 4%. Medtem se je pri predhodno bolj aktivnih celokupen odstotek znižal za 1,2%, na področju nog za 1% na trupu pa le 0,8%.

7.5 Vpliv vadbe na kostno gostoto

Tabela 9: Vpliv vadbe na kostno gostoto - manj aktivne

	Pred vadbenim programom	Po vadbenem programu
Kostna gostota spodnji ud [g/cm²]	1,27 ± 0,11	1,29 ± 0,12
Kostna gostota trup [g/cm²]	0,91 ± 0,07	0,91 ± 0,07
Kostna gostota hrbtenica [g/cm²]	1,04 ± 0,11	1,03 ± 0,12
Splošna kostna gostota [g/cm²]	1,16 ± 0,09	1,17 ± 0,08*

Tabela 10: Vpliv vadbe na kostno gostoto - bolj aktivne

	Pred vadbenim programom	Po vadbenem programu
Kostna gostota spodnji ud [g/cm²]	1,25 ± 0,10	1,24 ± 0,10
Kostna gostota trup [g/cm²]	0,89 ± 0,06	0,89 ± 0,06
Kostna gostota hrbtenica [g/cm²]	1,03 ± 0,09	1,02 ± 0,10
Splošna kostna gostota [g/cm²]	1,17 ± 0,07	1,17 ± 0,06

* - statistično pomembna razlika znotraj skupine pred in po vadbenem programu ($p < 0.05$)

** - statistično pomembna razlika znotraj skupine pred in po vadbenem programu ($p < 0.01$)

Do statistično pomembne spremembe v splošni kostni gostoti je prišlo v skupini prej telesno manj dejavnih, medtem, ko v drugi skupini ni bilo statistično pomembnega izboljšanja kostne gostote. Sodeč po teh rezultatih je bil učinek vadbenega programa bolj izrazit v skupini prej manj telesno dejavnih rekreativk. To je spodbuden podatek ob dejstvu, da se večina telesno nedejavnih težko odloča za začetek vadbenega programa. Glede na to, da sta obe skupini

vadili skupaj, pa obstaja seveda možnost, da je druga skupina vadila pri nekoliko prenizki intenzivnosti za svoje zmogljivosti. Iz stališča vadbene prakse to pomeni, da moramo ob začetku vadbenega programa upoštevati subjektivno ocenjeno stopnjo telesne zmogljivosti oz. dejavnosti s strani vadečih, ter jih temu primerno razvrstiti v skupine, ki vadijo po programih različne intenzivnosti in/ali volumna vadbe.

Glede na prej omenjene pomembne spremembe v jakosti iztegovalk trupa in splošne kostne gostote smo v zaključku preverili ali obstaja povezava med izboljšanjem moči mišic trupa in spremembo splošne kostne gostote, ki je nastala po vadbenem programu. Za analizo smo uporabili analizo kovariance za ponovljene vzorce. Spremljali smo spremembo splošne kostne gostote pred in po začetku vadbenega programa glede na izboljšanje moči trupa, ki je bilo uporabljeno kot kovariata v modelu. Analiza je pokazala, da v skupini prej telesno manj dejavnih rekreativk do spremembe splošne kostne gostote prihaja ob interakciji z dvigom moči iztegovalk mišic trupa ($F=6.703$, $p=0.041$), ne pa tudi z dvigom moči upogibalk trupa ($F=3.566$, $p=0.108$). Te interakcije pri drugi skupini (pred pričetkom vadbe bolj telesno dejavnih rekreativk) nismo opazili.

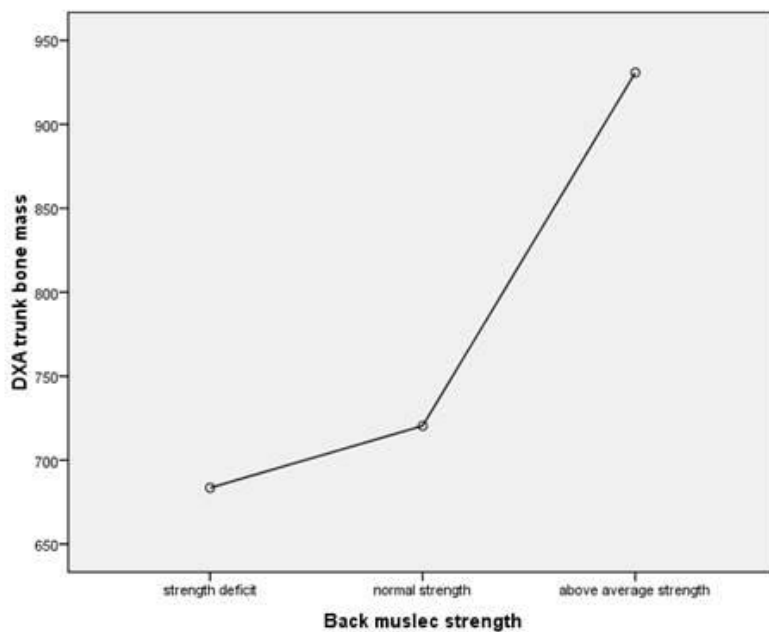
Rezultati kažejo, da je pri osebah, ki začnejo vadbeni program kot začetniki koristno (torej so pred tem ocenili svojo telesno dejavnost kot majhno), da k tekaškemu (kardio-respiratornemu) treningu dodamo tudi krepilne vaje za trup, s poudarkom na krepitvi njenih iztegovalk. Na takšen način povečujemo učinek vadbenega programa in blagodejno vplivamo tudi na zdravje kosti. To je zlasti pomembno pri ženskah v obdobju pred menopavzo, saj so negativni učinki pomanjkanja estrogena na zdravje kosti dobro opisani v literaturi.

7.6 Korelacija med močjo hrbtnih mišic in kostno maso trupa

Po spodaj opisanem postopku smo preverjali v kolikšni meri je kostna masa trupa odvisna od treniranosti moči mišic hrbta in dobili naslednje rezultate.

V prvi fazi smo izračunali percentilne razrede za moč mišic hrbta. Normalen obseg sile znaša 42.75 kg – 51.75 kg. Merjenke pod spodnjo mejo smo označili kot merjenke s šibko močjo hrbta, merjenke v normalnem obsegu kot merjenke z normalno močjo hrbta, in merjenke nad zgornjo mejo kot merjenke z nadpovprečno močnim hrbtom.

V naslednji fazi smo preučili ali med temi skupinami obstaja statistično pomembna razlika v kostni masi trupa izmerjeni z metodo DXA. Rezultate prikazuje sledeči graf.



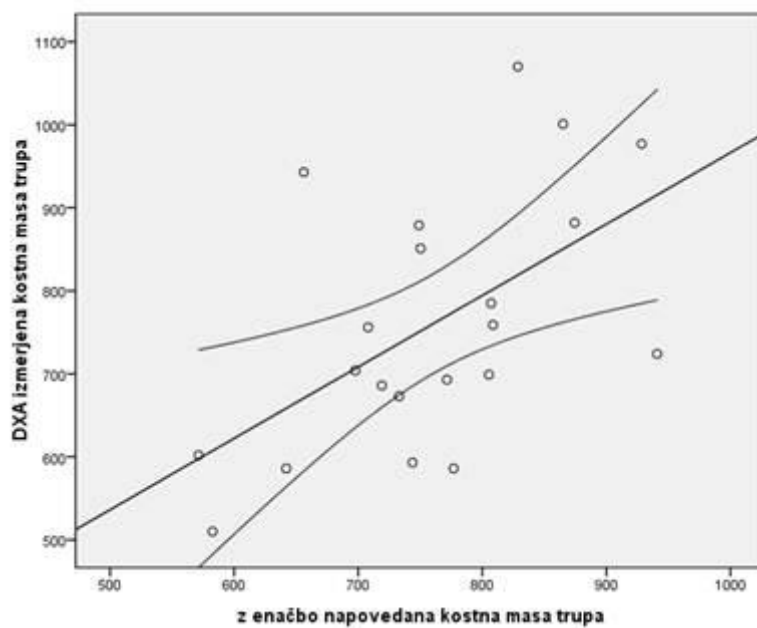
Slika 8: Graf povezanosti med kostno maso trupa in močjo hrbtnih mišic

Univariatna analiza z Bonferonijevo korekcijo pokaže, da med skupinami obstaja statistično pomembna razlika v kostni masi trupa ($F=6.37$, $p<0.01$). Statistično pomembne razlike so prisotne med skupino z nadpovprečno močnim hrbtom in šibkim hrbtom (srednja razlika v kostni masi trupa=247.3 g, $p=0.012$) ter med skupino z nadpovprečno močnim hrbtom in normalno močnim hrbtom (srednja razlika v kostni masi trupa=210.4 g, $p=0.019$). To pomeni, da naraščajoča moč mišic hrbta pozitivno vpliva na kostno maso trupa.

Slednjo domnevo smo preverili z linearnim regresijskim modelom (povezanost med močjo mišic trupa in kostno maso trupa). Povezava je bila statistično značilna ($F=13.67$, $p=0.002$; $R^2=0.42$). Moč mišic trupa je v modelu statistično pomembno napovedovala kostno maso trupa ($t=3.70$, $p=0.02$), tako da bi lahko postavili naslednjo regresijsko enačbo:

$$\text{KOSTNA MASA TRUPA (g)} = 172,97 + 0.65 \times (\text{moč mišic hrbta})$$

Graf linearne povezanosti je prikazan na spodnji sliki.



Slika 9: Graf linearne povezanosti med kostno maso trupa in enačbo napovedane kostne mase trupa

8. Razprava

Osnovne ugotovitve naše študije so, da 9-tedenski program kombinirane vadbe in vadbe za moč trupa, pozitivno vpliva na moč mišic trupa in na aerobno vzdržljivost pri obeh skupinah merjenk in sicer ne glede na njihovo predhodno stopnjo telesne dejavnosti. Nadalje je pri skupini prej telesno nedejavnih tekačic prišlo tudi do statistično pomembnega dviga splošne kostne gostote in padca odstotka telesnega maščevja. Dvig splošne kostne gostote je, sodeč po naših podatkih, bil povezan z močjo iztegovalk trupa.

Izbrani Cooperjev test je enostaven test, ki ga posamezniki lahko samostojno izvajajo in izredno dobro korelira - vrednosti korelacijskega koeficienta med 0.84 in 0.92 - (Cooper, 1968; Grant, Corbett, Amjad, Wilson, & Aitchison, 1995) z laboratorijsko izmerjenimi vrednostmi maksimalne porabe kisika (VO₂max). Ta je najbolj izrazita pri rekreativnih športnikih (pri vrhunskih športnikih test ni primeren, saj močno podceni vrednosti VO₂max). Vrednost maksimalne porabe kisika je merilo kardio-respiratorne vzdržljivosti, ta pa ima praktično največji vpliv pri preprečevanju kroničnih nenalezljivih bolezni (npr. ateroskleroza, rakave bolezni, metabolni sindrom, osteoporoza...) in izboljšanju kakovosti življenja posameznika (Booth, Roberts, & Laye, 2012).

Rezultati kažejo na pomembno izboljšanje pretečene razdalje v metrih pri obeh skupinah. Učinek vadbenega programa je bil izrazitejši pri skupini prej telesno nedejavnih. Primerjava absolutnih vrednosti pretečene razdalje med skupinama pri Cooperjevem testu (Tabela 3) pa pokaže, da so seveda prej aktivne merjenke bile boljše pri tem testu, tako na začetku (2289 m pri aktivnih napram 1877 m pri telesno manj aktivnih; $F=13.72$, $p=0.002$) kot tudi na koncu vadbenega programa (2431 m vs. 2162 m; $F=7.93$, $p=0.017$). Razlika med skupinama se je zmanjšala iz začetnih 22 % na končnih 12 %. To si lahko pojasnimo s tem, da je stopnja začetne kardio-respiratorne vzdržljivosti v skupini prej telesno dejavnih rekreativk bila že izhodiščno višja in so bile nadaljnje pridobitve nekoliko počasnejše kot pri skupini prej telesno nedejavnih rekreativk. Namreč čas, ki je potreben za nastanek nadaljnjih kardio-respiratornih prilagoditev na aerobno vadbo (npr. spremembe utripnega volumna srca) je nekoliko daljši kot so začetne fiziološke prilagoditve (npr. zmanjšanje perifernega žilnega upora, povečanje števila mitochondrijev in podobno). Poleg tega moramo upoštevati tudi dejstvo, da je lahko morebitni vzrok za takšne rezultate tudi prenizka intenzivnost vadbe za vadeče v skupini prej aktivnih rekreativk.

Vsekakor pa je vredno pogledati rezultate tudi skozi prizmo normativnih vrednosti. Obe skupini sta svojo oceno kardio-respiratorne vzdržljivosti premaknile za razred višje v tabeli normativnih vrednosti in sicer prej aktivne iz skupine dobro v skupino zelo dobro, prej manj aktivne pa iz skupine povprečno v skupino dobro, kar pa ima prav gotovo velik motivacijski učinek na vadeče.

Pridobitve v moči trupa so bile statistično značilne predvsem za hrbtne mišice (iztegovalke trupa). Slednje je ugodno vplivalo na izboljšanje medmišičnega razmerja v moči hrbtnih in trebušnih mišic, ki se je iz podpovprečnih vrednost (1.16) povečalo v smer spodnje meje normalnih vrednosti (1.22) pri skupini prej telesno neaktivnih, oz. na 1.34 pri skupini prej telesno aktivnih rekreativk. Podatki iz literature govorijo, da je dobra izometrična vzdržljivost hrbtnih mišic pomembna pri preprečevanju prve epizode bolečin v križu (Biering-Sorensen, 1984). Porušeno (nizko) medmišično razmerje trebuh/hrbet je značilnost bolnikov s kroničnimi bolečinami v križu (Lee et al., 1999). Na kratko, obstaja dovolj študij, ki podpirajo tezo, da je izboljšanje moči hrbtnih mišic in razmerja mišične moči hrbet/trebuh ozko povezano s preprečevanjem bolečin v križu in posledično z izboljšanjem splošnega zdravstvenega stanja in kakovosti življenja posameznika (Bayramoglu et al., 2001; Biering-Sorensen, 1984).

Telesna sestava se prilagaja obremenitvam in drugim vplivom na telo. V našem primeru se je v precejšnji meri znižal odstotek maščobnega deleža pri predhodno manj treniranih merjenkah, medtem, ko je pri predhodno bolj trenirani skupini do tega procesa verjetno prišlo že prej, saj so trenirale že nekaj let. Torej, očitna je povezava med srčno – žilno vzdržljivostjo in telesno sestavo in sicer merjenke, ki imajo višje razvito srčno – žilno vzdržljivost imajo nižji odstotek maščobnega deleža in obratno.

Glede na spremembe v splošni kostni gostoti, ki so bile zabeležene zgolj v skupini prej telesno nedejavnih žensk je potrebno najprej poudariti, da je bil čas sledenja vsekakor nekoliko kratek. Skoraj gotovo bi bila sprememba kostne gostote ob redni vadbi na letni ravni bistveno drugačna. Namreč, kot smo že uvodoma povedali, kostna gostota oz. kostna masa po 30. letu upada do konca življenja z neko dano časovno konstanto. K upočasnitvi tega padca prav gotovo prispeva redna telesna dejavnost (npr. tek s hitrostjo > 10 km/h in s pospeškometri izmerjenimi pospeški $> 4.2g$). Za opredelitev tovrstnega učinka vadbe bi torej vsekakor potrebovali daljše časovno obdobje spremljanja.

Program tekaške vadbe v kombinaciji s krepitvijo moči trupa, je očitno v skupini prej telesno nedejavnih rekreativk, pozitivno vplival na delovanje osteoblastov in tako povzročil opisani osteogeni učinek v obdobju spremljanja, ki pa ga seveda moramo razumeti v luči prej opisanih letnih sprememb kostne gostote. Ugotovljena povezava med močjo hrbtnih mišic in splošno kostno gostoto pa je v skladu z ugotovitvami prejšnjih študij (Iki et al., 2006), ki so pokazale, da imajo ženske z mišično močjo iztegovalk trupa v spodnji tercilni skupini do 10-krat višje tveganje za hitrejšo izgubo kostne mase v primerjavi z ženskami, ki po mišični moči iztegovalk trupa sodijo v zgornjo tercilno skupino.

Omeniti moramo, da se vsekakor zavedamo tudi določenih pomanjkljivosti študije, pri čemer bi izpostavili predvsem odsotnost kontrolne skupine. Kontrolna skupina nevadečih bi bila v tem primeru dobra primerjava obema skupinama, vendar bi bila povezana tudi z določenimi finančnimi stroški (za meritve moči trupa in DXA) in tudi z določeno stopnjo zdravstvenega tveganja (DXA), ki verjetno ne bi bilo opravičljivo glede na osnovni namen študije. Za dodatno izboljšanje kakovosti študije pa bi bilo poleg klasične kontrolne skupine nevadečih, vredno razmišljati tudi o skupini prostovadečih, torej rekreativk, ki bi tekaško in vadbo za moč opravljale samostojno brez vnaprej pripravljenega programa. S tem bi namreč lahko opredelili tudi pomen strokovno načrtovane vadbe in ne samega vadbenega programa.

9. Zaključek

Diplomsko delo z različnih zornih kotov obravnava vpliv tekaške vadbe na nekatere telesne sposobnosti in značilnosti. Osredotočili smo se predvsem na korelacijo med rekreativno vadbo in kostno gostoto po posameznih regijah telesa. To nas je zanimalo predvsem zato, ker je nagnjenost k osteoporozi kar pogost problem, še posebej pri ženskah v menopavzi. Tek je zelo popularna dejavnost, s katero se ukvarja tudi veliko takšnih žensk. Ta v kombinaciji z vajami za moč pozitivno vpliva na kostno gostoto. Res je, da smo ugotovili statistično pomembno razliko le pri predhodno telesno manj dejavnih. Pri teh je bil dražljaj večji zaradi tega, ker telo doslej ni bilo vajeno take vrste napora. Pri predhodno bolj aktivnih je kostna gostota ostala na isti ravni, vendar se moramo zavedati, da je obdobje 9-tih tednov kratko za spremembe lastnosti kosti, ki se oblikujejo relativno počasi. Kar je pomembno pri naši ugotovitvi, pri bolj aktivni skupini, je to, da kostna gostota ni upadala. Značilno je, da ženskam v menopavzi upada kostna gostota precej hitreje kot pred menopavzo. Če z vadbo uspemo ta proces zmanjšati ali celo zaustaviti, to pravzaprav pomeni, pozitiven vpliv, kljub temu, da gostota ostane enaka.

Ugotavljamo, da tekaška vadba pozitivno vpliva tudi na srčno – žilno vzdržljivost, na moč mišic trupa ter pravilno razmerje med upogibalkami in iztegovalkami trupa. Ugotovili smo tudi upad maščobnega tkiva. Ta je bil večji pri predhodno manj dejavnih merjenkah in predvsem na področju trupa, genoidnega dela telesa in nog.

Verjamemo, da so rezultati naše študije dovolj spodbudni za začetek redne in strokovno načrtovane telesne vadbe za vse tiste ženske, ki se zaradi samo-ocenjene nizke stopnje telesne dejavnosti odločajo ostati telesno nedejavne tudi v prihodnje. Korak, ki ga z začetkom vadbe lahko naredijo v zgolj treh mesecih je vsekakor majhen, a hkrati velik, saj je korak v pravo smer. Ob vse bolj starajoči populaciji v Sloveniji in ob prej omenjenih perečih javno zdravstvenih problemih žensk (srčno-žilne bolezni, metabolni sindrom in debelost, rak dojke in osteoporoza), ki zdravstveno blagajno stanejo veliko denarja, bi na letni ravni tudi država morala pričeti razmišljati o večjem vlaganju v primarno preventivo skozi različne oblike strokovno vodene vadbe za zdravje.

10. Viri

Aadahl, M., Kjaer, M., Kristensen, J. H., Mollerup, B., & Jørgensen, T. (2007). Self-reported physical activity compared with maximal oxygen uptake in adults. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation: Official Journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology*, 14(3), 422–8. doi:10.1097/HJR.0b013e3280128d00

(ACSM), American College of Sports Medicine. (2013). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

Arh, Klemen, Škof, Branko, & Čoh, Milan. (2012). *Nekatere značilnosti vadbe slovenskih rekreativnih tekačev: diplomska naloga*. Univerza v Ljubljani, Ljubljana.

Artnik, Barbara, Bajt, Maja, Bilban, Marjan, Borovničar, Alenka, Brguljan, Jana, Djomba, Janet Klara, . . . Zaletel, Marjan. (2012). *Zdravje in vedenjski slog prebivalcev Slovenije: trendi v raziskavah CINDI 2001-2004-2008*. Ljubljana: Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije.

Bayramoglu, Meral, Akman, Mahmut N., Klnç, Sehri, Çetin, Nuri, Yavuz, Nur, & Özker, Rdvan. (2001). Isokinetic Measurement of Trunk Muscle Strength in Women with Chronic Low-Back Pain. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 80(9), 650-655.

Bérard, A, Bravo, G, & Gauthier, P. (1997). Meta-analysis of the effectiveness of physical activity for the prevention of bone loss in postmenopausal women. *Osteoporos Int*, 7(4), 331-337.

Biering-Sorensen, FIN. (1984). Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. *Spine*, 9(2), 106-119.

Blair, S. N., Kohl, H. W., 3rd, Barlow, C. E., Paffenbarger, R. S., Jr., Gibbons, L. W., & Macera, C. A. (1995). Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA*, 273(14), 1093-1098.

Booth, Frank W, Roberts, Christian K, & Laye, Matthew J. (2012). Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Compr Physiol*, 2(2), 1143-1211. doi: 10.1002/cphy.c110025

Church, T. (2011). Exercise in obesity, metabolic syndrome, and diabetes. *Prog Cardiovasc Dis*, 53(6), 412-418. doi: 10.1016/j.pcad.2011.03.013

Cooper, K. H. (1968). A means of assessing maximal oxygen intake. Correlation between field and treadmill testing. *JAMA*, 203(3), 201-204.

Costill, D. L., Kenney, W. L., in Wilmore, J. H. (2012). *Physiology of sport and exercise. Fifth edition*. Champaign: Human Kinetics.

Čoh, Milan. (2002). *Atletika : tehnika in metodika nekaterih atletskih disciplin*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Debeliso, M.; O'shea, J. P.; Harris, C.; Adams, K. J.; Climstein, M. (2004). *The relation between trunk strength measures and lumbar disc deformation during stoop type lifting*. *Journal of Exercise Physiology online*;7(6), 16

Debevec, U, Karpljuk, D, Dervišević, E, & Vidmar, J. (2002). *Pomen telesne aktivnosti kot dejavnika preventive pri obolenju pri osteoporozi*. Univerza v Ljubljani, Ljubljana.

Dervišević, E., in Vidmar, J. (2009). *Vodič športne prehrane*. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Goldberg, G. (2003): Flair-flow 4: synthesis report on obesity for health professionals. *Nutrition bulletin* (28), 343–354.

Gropper, S., Smith, L., in Groff, J. (2009). *Advanced nutrition and human metabolism*, Fifth edition.

Grant, S., Corbett, K., Amjad, A. M., Wilson, J., & Aitchison, T. (1995). A comparison of methods of predicting maximum oxygen uptake. *Br J Sports Med*, 29(3), 147-152.

Grundy, S. M., Barlow, C. E., Farrell, S. W., Vega, G. L., & Haskell, W. L. (2012). Cardiorespiratory fitness and metabolic risk. *Am J Cardiol*, 109(7), 988-993. doi: 10.1016/j.amjcard.2011.11.031

Gutin, B., Yin, Z., Humphries, M. C., Hoffman, W. H., Gower, B., & Barbeau, P. (2004). Relations of fatness and fitness to fasting insulin in black and white adolescents. *The Journal of Pediatrics*, 145(6), 737–43. doi:10.1016/j.jpeds.2004.07.016

Hagen, K. B., Dagfinrud, H., Moe, R. H., Osteras, N., Kjekken, I., Grotle, M., & Smedslund, G. (2012). Exercise therapy for bone and muscle health: an overview of systematic reviews. *BMC Med*, 10, 167. doi: 10.1186/1741-7015-10-167

Hager, R. L., Tucker, L. A., & Seljaas, G. T. (1995). Aerobic fitness, blood lipids, and body fat in children. *American Journal of Public Health*, 85(12), 1702–6.

Halle, J. S., Smidt, G. L., O'Dwyer, K. D., & Lin, S. Y. (1990). Relationship between trunk muscle torque and bone mineral content of the lumbar spine and hip in healthy postmenopausal women. *Phys Ther*, 70(11), 690-699.

Haskell, W. L., Leon, A. S., Caspersen, C. J., Froelicher, V. F., Hagberg, J. M., Harlan, W., . . . et al. (1992). Cardiovascular benefits and assessment of physical activity and physical fitness in adults. *Med Sci Sports Exerc*, 24(6 Suppl), S201-220.

Hernelahti, M., Kujala, U. M., Kaprio, J., & Sarna, S. (2002). Long-term vigorous training in young adulthood and later physical activity as predictors of hypertension in middle-aged and older men. *International Journal of Sports Medicine*, 23, 178–182. doi:10.1055/s-2002-23176

Hlača, Jure, Škof, Branko, Pori, Maja, & Burnik, Stojan. (2011). *Značilnosti športne vadbe rekreativnih tekačev v Sloveniji*. Univerza v Ljubljani, Ljubljana.

Hlebš, S. (2001). *Funkcionalna anatomija trupa : skripta za študente Visoke šole za zdravstvo*. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo.

Hoffman, L. (1997). *Better than ever: the 4-week workout program for women over 40: Contemporary books*.

Iki, Masayuki, Saito, Yukie, Kajita, Etsuko, Nishino, Harumi, & Kusaka, Yukinori. (2006). Trunk muscle strength is a strong predictor of bone loss in postmenopausal women. *Clin Orthop Relat Res*, 443, 66-72. doi: 10.1097/01.blo.0000200232.91813.74

Karpljuk, D., Gašperšič, Š., Lavrenčič, J., Hadžič, V., Iskra, S., & Videmšek, M. (2005). *Soočanje z osteoporozo*. Krško: PSK.

Ken-Dror, G., Lerman, Y., Segev, S., & Dankner, R. (2004). [Development of a Hebrew questionnaire to be used in epidemiological studies to assess physical fitness--validation against sub maximal stress test and predicted VO₂max]. *Harefuah*, 143(8), 566–72, 623.

Klemenc-Ketiš, Zalika (2007). Biomehanika upogibnih obremenitev ledvenega dela hrbtenice. *Medicinski razgledi*, 46(4), 369-376.

Kraus, W. E., Houmard, J. A., Duscha, B. D., Knetzger, K. J., Wharton, M. B., McCartney, J. S., ... Slentz, C. A. (2002). Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *The New England Journal of Medicine*, 347(19), 1483–92. doi:10.1056/NEJMoa020194

Kromhout, D., Bloemberg, B., Seidell, J. C., Nissinen, A., & Menotti, A. (2001). Physical activity and dietary fiber determine population body fat levels: the Seven Countries Study. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 25(3), 301-306. doi: 10.1038/sj.ijo.0801568

Lampman, R. M., & Scheingart, D. E. (1991). Effects of exercise training on glucose control, lipid metabolism, and insulin sensitivity in hypertriglyceridemia and non-insulin dependent diabetes mellitus. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(6), 703–12.

Lee, Joon-Hee, Hoshino, Yuichi, Nakamura, Kozo, Kariya, Yusei, Saita, Kazuo, & Ito, Kuniomi. (1999). Trunk Muscle Weakness as a Risk Factor for Low Back Pain: 5 Year Prospective Study. *Spine*, 24(1), 54-57.

Leon, A. S., & Sanchez, O. A. (2001). Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention. *Med Sci Sports Exerc*, 33(6 Suppl), S502-515; discussion S528-509.

Marti, B. (1991). Health effects of recreational running in women. Some epidemiological and preventive aspects. *Sports Med*, 11(1), 20-51.

McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2006). *Essentials of Exercise Physiology*.

McMurray, R. G., Bangdiwala, S. I., Harrell, J. S., & Amorim, L. D. (2008). Adolescents with metabolic syndrome have a history of low aerobic fitness and physical activity levels. *Dynamic Medicine : DM*, 7, 5. doi:10.1186/1476-5918-7-5

Morrow, J. R., Jr., Jackson, A. W., Bazzarre, T. L., Milne, D., & Blair, S. N. (1999). A one-year follow-up to physical activity and health. A report of the Surgeon General. *Am J Prev Med*, 17(1), 24-30.

Nikander, R., Sievänen, H., Ojala, K., Kellokumpu-Lehtinen, P-L, Palva, T, Blomqvist, C, . . . Saarto, T. (2012). Effect of exercise on bone structural traits, physical performance and body composition in breast cancer patients--a 12-month RCT. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 12(3), 127-135.

Penca, J. (1987). Trideset tisoč korakov : rekreativni tek : priprava na vrhunske dosežke v maratonu. . Ljubljana: samozaložba.

Petrović, K., Ambrožič, F., Sila, B., & Doupona, M. . (1998). *Športnorekreativna dejavnost v Sloveniji 1997*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo

Raitakari, O. T., Porkka, K. V, Taimela, S., Telama, R., Räsänen, L., & Viikari, J. S. (1994). Effects of persistent physical activity and inactivity on coronary risk factors in children and young adults. The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *American Journal of Epidemiology*, 140(3), 195–205.

Ralston, S. H. (1997a). Genetic markers of bone metabolism and bone disease. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation. Supplementum*, 227, 114–21.

Ralston, S. H. (1997b). What determines peak bone mass and bone loss? *Baillière's Clinical Rheumatology*, 11(3), 479–94.

Ripsin, C. M., Kang, H., & Urban, R. J. (2009). Management of blood glucose in type 2 diabetes mellitus. *Am Fam Physician*, 79(1), 29-36.

Rizzo, N. S., Ruiz, J. R., Hurtig-Wennlöf, A., Ortega, F. B., & Sjöström, M. (2007). Relationship of physical activity, fitness, and fatness with clustered metabolic risk in children and adolescents: the European youth heart study. *The Journal of Pediatrics*, 150(4), 388–94. doi:10.1016/j.jpeds.2006.12.039

Sallis, J. F., Hovell, M. F., & Hofstetter, C. R. (1992). Predictors of adoption and maintenance of vigorous physical activity in men and women. *Prev Med*, 21(2), 237-251.

Sallis, J. F., Hovell, M. F., Hofstetter, C. R., Elder, J. P., Faucher, P., Spry, V. M., . . . Hackley, M. (1990). Lifetime history of relapse from exercise. *Addict Behav*, 15(6), 573-579.

Scheuer, Raphael, & Friedrich, Martin. (2010). Reliability of isometric strength measurements in trunk and neck region: patients with chronic neck pain compared with pain-free persons. *Arch Phys Med Rehabil*, 91(12), 1878-1883. doi: 10.1016/j.apmr.2010.09.009

Schwarz, Peter , Eriksen, Erik Fink, & Thorsen, Kim. (2003). Bone Tissue-Bone Training. In M. Kjær, M. Krogsgaard, P. Magnusson, L. Engebretsen, H. Roos, T. Takala & S. L.-Y. Woo (Eds.), *Textbook of Sports Medicine. Basic Science and Clinical Aspects of Sports Injury and Physical Activity* (pp. 173-186). Massachusetts: Blackwell Science Ltd.

Sentočnik, J.T. (2000): Debelost - kaj je to in kako jo zdravimo. *JAMA - slo. izdaja The journal of the american medical association* (2).

Sharrock, C., Cropper, J., Mostad, J., Johnson, M., & Malone, T. (2011). A pilot study of core stability and athletic performance: is there a relationship? *Int J Sports Phys Ther*, 6(2), 63-74.

Strasser, B., in Schoberserger, W. (2011). Evidence for resistance training as a treatment therapy in obesity. *Journal of obesity*, 2011, 1–9.

Strømme, Sigmund B., Boushel, Robert, Ekblom, Bjørn , Huikuri, Heikki , Tulppo, Mikko P., & Jones, Norman I. (2003). Cardiovascular and Respiratory Aspects of Exercise —Endurance Training. In M. Kjær, M. Krogsgaard, P. Magnusson, L. Engebretsen, H. Roos, T. Takala & S. L.-Y. Woo (Eds.), *Textbook of Sports Medicine. Basic Science and Clinical Aspects of Sports Injury and Physical Activity* (pp. 30-49). Massachusetts: Blackwell Science Ltd.

Škof, B. . (2006). *Atletski praktikum: didaktični vidiki poučevanja osnovnih atletskih disciplin*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport

Škof, B. . (2007). *Šport po meri otrok in mladostnikov : pedagoško-psihološki in biološki vidiki kondicijske vadbe mladih*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport

Škof, B. .(2010). *Spravimo se v gibanje - za zdravje in srečo gre*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport

Šormaz, M. (2002). Fitnes za zdravje kosti. *Šport*, 50(1).

Thomas, M. C., & Atkins, R. (2009). Assessment and management of hypertension in patients with type 2 diabetes. *Internal Medicine Journal*, 39(3), 143–9. doi:10.1111/j.1445-5994.2008.01696.x

Ušaj, Anton. (2003). *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport, 2003.

Zadnik, V, & Primic Žakelj, M. (2013). SLORA: Slovenija in rak. Epidemiologija in register raka. www.slora.si. Retrieved 25.8.2013, 2013

Internetni viri:

Chakravarty, F.E. (2008), *American journal of preventive medicine*. Dostopno na <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2556152/>

Uradni list Evropske unije (2013): Dostopno na <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2013:354:0001:0005:SL:PDF>

Rogers, P. (2009): Dostopno na <http://weighttraining.about.com/b/2009/03/15/high-impact-exercise-for-bone-health.htm>