

Marjeta Mišigoj-Duraković
Zijad Duraković

UČINCI REDOVITE TJELESNE AKTIVNOSTI I VJEŽBANJA NA RAZINU MASNOĆA U KRVI

1. UVOD

Od samih početaka istraživanja učinaka redovite tjelesne aktivnosti i vježbanja u prevenciji ateroskleroze i razvoja koronarne bolesti srca referirani su značajni učinci vježbanja na razinu masnoća u krvi, prije ostalih na povećanje razine HDL-kolesterola, smanjenje omjera ukupnog kolesterola i HDL-kolesterola i smanjenje razine serumskih triglicerida.

Finsko prospektivno istraživanje učinka redovite tjelesne aktivnosti na rizične čimbenike za razvoj koronarne bolesti srca u adolescenata, pokazalo je značajno niže serumske koncentracije triglicerida, niže koncentracije serumskog inzulina (i nakon korekcije za promjene statusa uhranjenosti, pušenja i prehrane), bolji omjer HDL-kolesterola i ukupnog kolesterola, manje tjelesne masti na trupu, manju zastupljenost zasićenih masti u prehrani i veći omjer polinezasićenih u odnosu na zasićene masti u prehrani mladih koji su tijekom šestogodišnjeg praćenja održavali redovitu tjelesnu aktivnost u odnosu na neaktivnu skupinu vršnjaka (Raitakan i sur., 1994).

U 20-tjednom dobro kontroliranom, vođenom programu tjelesnog vježbanja provedenom u okviru HERITAGE istraživanja u odraslih nedovoljno aktivnih muškaraca i žena s normolipidemijom, otkriveno je 3% povećanje HDL-kolesterola i značajno smanjenje koncentracije ukupnih triglicerida i VLDL-triglicerida (samo u trajanju do 24 h nakon vježbanja), bez promjena u koncentraciji ukupnog kolesterola, LDL-kolesterola, VLDL-kolesterola i apolipoproteina B (Leon i sur., 2000).

S obzirom na to da je većina istraživanja učinaka najčešće preporučenih aerobnih oblika tjelesne aktivnosti i vježbanja na koncentracije lipida i lipoproteina u plazmi provedena na malim uzorcima ispitanika, meta-analize predstavljaju važan doprinos u zaključivanju. Meta analiza 51 aerobnog programa vježbanja provedenog u zadnjih tridesetak godina, a koji su trajali najmanje 12 tjedana, umjerenog do visokog intenziteta, s utrošcima energije od 2000 do 20000 kJ tjedno pokazala je nekonzistentne učinke vježbanja na lipide i lipoproteine. Najčešća promjena bilo je povećanje koncentracije HDL-kolesterola (rjeđe praćeno smanjenjem ukupnog kolesterola, LDL-kolesterola i triglicerida). Povećanje HDL-kolesterola bilo je obrnuto povezano s početnim vrijednostima (Leon i Sanchez, 2001).

Meta-analiza Kelleya i sur (2006) četrdeset devet randomiziranih kontroliranih istraživanja učinaka aerobnog vježbanja kroz najmanje 8 tjedana kod odraslih muškaraca upućuje na značajna sniženja ukupnog serumskog kolesterola (2%) i triglicerida (9%) te povećanje razine HDL-kolesterola (3%), iako postoji znatna heterogenost u rezultatima obuhvaćenih studija.

Dvadesetogodišnje praćenje lipidograma skupine muškaraca uključenih u tjelovježbeni program (prosječno 3,5 dana tjedno) između njihove 30. i 51. godine života, koje su proveli Teramoto i Golding (2009) također je pokazalo značajno poboljšanje koncentracije HDL-kolesterola, ukupnog kolesterola, triglicerida, omjera ukupnog kolesterola i HDL-kolesterola. Najveće promjene zbile su se tijekom prve godine uključivanja do tada sedentarnih muškaraca u redoviti program vježbanja. Slijedilo je dalje postupno, sporo poboljšanje tijekom sljedećih godina.

I male postotne promjene u koncentracijama masnoća koje proizvede redovita tjelesna aktivnost i vježbanje, najbolje udruženo s primjenom postavki zdrave prehrane, pokazuju značajnu kliničku dobrobit u smanjenju opasnosti razvoja i progresije koronarne bolesti srca.

2. UČINCI TJELESNE AKTIVNOSTI I VJEŽBANJA NA KONCENTRACIJU HDL –KOLESTEROLA

Koncentracija HDL kolesterola u plazmi niža od 1,0 mmol/l neovisni je kardiovaskularni čimbenik opasnosti. Uloga povišenih koncentracija HDL kolesterola primarno se razabire u obrnutom prijenosu kolesterola (ukljanjanju kolesterola iz ekstrahepatalnih stanica) uz njegove ostale protuupalne, protuoksidativne i protutrombotičke učinke. Povećanje koncentracije HDL-kolesterola u plazmi danas se smatra strategijom smanjenja preostale opasnosti u onih osoba u kojih je optimalnim liječenjem primjenom statina postignuto primjereno smanjenje opasnosti oboljevanja sniženjem razine koncentracije LDL-kolesterola (Hausenloy i Yellon, 2008).

Koncentracija HDL kolesterola u plazmi značajno je pod utjecajem nasljeđa - procjenjuje se da je čak 50% njegove ukupne varijance genetski uvjetovano, ali i pod utjecajem negenetskih, vanjskih modificirajućih čimbenika. Posebno zanimanje stoga postoji za čimbenike koji označuju individualni način življenja, a vezani su najčešće za prehranu, konzumaciju alkoholnih pića, razinu svakodnevne tjelesne aktivnosti i tjelovježbu, sport, i pušenje – navike koje je moguće mijenjati.

Strategija povećanja preniskih koncentracija HDL- kolesterola obuhvaća napore u smjeru promjene zdravstveno opasnih navika življenja i primjenu farmakoloških sredstava (prvenstveno nijacina, nikotinamida-vitamina B3) (Hausenloy i Yellon, 2008).

Prije više od dvadeset godina Susaki i sur. (1988) opisali su povišene vrijednosti HDL2-kolesterola i apoA-I u vrhunskih japanskih maratonaca, sportaša atletske discipline koja zahtijeva iznimno veliku aerobnu izdržljivost. Mnogo je istraživanja potvrdilo povoljniji odnos lipida i lipoproteina u sportaša, posebno u izrazito aerobnih sportova/disciplina u odnosu na prosječnu netreniranu populaciju (Williams, 1996).

U četverogodišnjem tajvanskom prospektivnom istraživanju Yuan-Chi-Lee i suradnika (2009) utvrđena je pozitivna povezanost učestalosti tjelovježbe i obrnutu povezanost pušenja s koncentracijom HDL-kolesterola. U promatranom vremenu povećanje tjelesnog vježbanja samo za jedan sat tjedno značajno je bilo povezano s povećanjem koncentracije HDL-kolesterola u muškaraca, a povećanje indeksa tjelesne mase od 1 kg/m² značajno je smanjilo koncentracije HDL-kolesterola u oba spola.

Varijabilnost promjena koncentracije HDL-kolesterola pod utjecajem tjelesne aktivnosti i vježbanja koje se opaža u skupinama koje redovito vježbaju čini se povezana s genetskim polimorfizmom ključnih regulatora HDL metabolizma uključujući i endotelnu lipazu. Smith i sur. (2009) istražili su povezanost genskih varijanti endotelne lipaze LIPGT111I i LPGi2482 i razine neaktivnosti u populaciji visoke prevalencije prekomjerne tjelesne mase i metaboličkog sindroma. Nedovoljna tjelesna aktivnost bila je povezana sa značajnim razlikama u koncentracijama HDL-kolesterola i LDL-kolesterola među LIPGi24582 genotipovima. Aterogeni profil u uvjetima neaktivnosti bio je povezan s genotipom LIPGi24582TT, izraženije u žena.

Dvorzakova-Lorencova i sur. (2006) utvrdile su pozitivni učinak promjene prehrane i razine tjelesne aktivnosti tijekom devetotjednog programa savjetovanja o prehrani i kontroliranog programa tjelesnog vježbanja u uzorku pretilih odraslih žena u dobi između 25 i 35 godina starosti na pokazatelje stanja upale kao što je to smanjenje visoko osjetljivog C-reaktivnog proteina (hs-CRP), i na povećanje koncentracije HDL-kolesterola. Regresijska analiza pokazala je povezanost promjena hs-CRP s promjenom opsega trbuha i lipidnim metabolizmom.

Sličnim programom promjena životnih navika uvođenjem redovitog programa vježbanja (60 minuta 5 x tjedno; od toga 3 x vođeno vježbanje u tjelesnoj spremnosti („fitness“) i 2x tjedno žustro hodanje ili vožnja bicikla tijekom 2,5 mjeseca) i promjenama u prehrani temeljem stručnog savjetovanja u pretilih žena mlađih od 40 godina Kralova Lesna i sur. (2009) referiraju smanjenje tjelesne mase, prosječno čak 9 kg ali uz velike individualne razlike, smanjenje indeksa tjelesne mase i opsega trbuha i kukova, praćeno povoljnim promjenama u koncentraciji lipida. Promjene u pokazateljima obrnutog prijenosa kolesterola bile su značajno povezane sa smanjenjem tjelesne mase, koncentracijom apoproteina A1 i zbile su se samo u onih žena koje su postigle smanjenje tjelesna mase već od 4 do 5% .

Ispitujući protuupalne učinke programa vježbanja različite vrste i intenziteta u osoba s tipom 2 dijabetesa i metaboličkim sindromom, Balducci i sur. (2009)

pokazali su značajna smanjenja razine hs-CRP, leptina, resistina i interleukina-6 i povećanje koncentracije HDL-kolesterola i najvišeg primitka kisika (VO₂maks) samo u skupinama bolesnika koji su kroz godinu dana bili uključeni programe redovitog nadziranog vježbanja (aerobnog i aerobno-anaerobnog tipa) višeg intenziteta. Veličina poboljšanja funkcijske sposobnosti kardiorespiratornog sustava i intenzitet vježbanja bili su snažni prediktori sniženja hs-CRP, neovisno o tjelesnoj masi i njenim promjenama tijekom promatranog perioda (Balducci i sur., 2009).

Polazeći od postavke da je trening povezan s obrnutim transportom kolesterola i veličinom i sastavom HDL – čestica, Lee i suradnici (2009) ispitali su u skupinama sportaša različitih sportova (trkača, bacača, hrvača i dizača utega) utjecaj različitih oblika treninga (aerobnog prema anaerobnom tipu treninga) na metabolizam lipida/lipoproteina. Sportaši uključeni u redovito, ekstenzivno aerobno i dinamičko vježbanje (trkači i hrvači, čiji treninzi uključuju kondiciono aerobno vježbanje) imali su najpoželjniji profil lipida/lipoproteina i HDL profil –povećane aktivnosti i ekspresije enzima LCAT i PON povezanog s antioksidativnom funkcijom HDL; smanjenu aktivnosti CEPT, povećanu razinu apoA –I i veće HDL2 –čestice (Lee i sur., 2009).

3. UČINCI TJELESNE AKTIVNOSTI I VJEŽBANJA NA KONCENTRACIJU TRIGLICERIDA

Brojna istraživanja pokazala su povoljne učinke vježbanja na sniženje razine serumskih triglicerida, od prvih opisanih prije gotovo pola stoljeća (Holloszy i sur., 1964). Povišena razina triglicerida u serumu često je povezana s povišenim vrijednostima LDL-kolesterola i sniženim vrijednostima HDL-kolesterola.

Većina ranih transverzalnih studija temeljenih na usporedbama sportaša sportova dugotrajne aerobne izdržljivosti i tjelovježbeno neaktivnih osoba pokazala je niže razine triglicerida u sportaša i nakon uklanjanja utjecaja tjelesne mase i udjela tjelesne masti (npr. Cooper i sur., 1976; Wood i sur., 1976). Rezultate su potvrdile i mnoge eksperimentalne studije u kojima su ispitanici bili podvrgnuti višemjesečnim aerobnim trenažnim programima (Gyntelberg i sur., 1977, LaRosa i sur., 1982;...). Veličina promjena razine serumskih triglicerida referiranih u istraživanjima različitih autora varirala je s obzirom na volumen trenažnog procesa i inicijalne vrijednosti triglicerida.

Već u ranim istraživanjima bilo je razvidno da je za značajno sniženje razine serumskih triglicerida, koje je praćeno i povećanjem razine HDL-kolesterola (kao odraz funkcionalne povezanosti koncentracija triglicerida i HDL-kolesterola u plazmi) potrebna tjelesna aktivnost dužeg trajanja.

Sniženje razine triglicerida u serumu i povećanje razine HDL-kolesterola opaža tijekom 24 i više sati nakon završetka vježbanja. Ukupni energestki utrošak tijekom vježbanja – ne intenzitet vježbanja čini najznačajniji čimbenik koji definira veličinu i trajanje tih promjena (Bouchard, Blair i Haskell, 2007). Ta je spoznaja iznimno važna glede planiranja aktivnosti i vježbanja te mogućnosti primjene učinkovitog, ali primjerenog tjelesnog opterećenja s obzirom na individualni zdravstveni i funkcionalni status.

Satima nakon tjelovježbene aktivnosti povećana je stopa uklanjanja lipoproteina bogatih trigliceridima (hilomikrona i VLDL-lipoproteina) kao posljedica povećanja aktivnosti lipoproteinske lipaze. Imajući na umu povezanost postprandijalne trigliceridemije s razvojem i progresijom ateroskleroze i koronarne bolesti srca, učinak prethodnog vježbanja na sniženje razine triglicerida nakon obroka (kad su čestice lipoproteina bogate trigliceridima osobito brojne) od posebnog je kliničnog značaja. Istraživanje Tsetsonisa i sur. (1996) pokazalo je u žena akutni učinak umjerene 90 min tjelovježbe na koncentracije serumskih triglicerida nakon obroka saturiranog mastima izmjerene 15 sati nakon vježbanja. Učinak je trajao satima i nije bio ovisan o prethodnom statusu treniranosti ispitivanih žena. Istraživanja Tsetsonisa i Hardmana (1996a, 1996b) pokazala su da je učinak tjelesne aktivnosti na postprandijalne koncentracije triglicerida ovisan primarno o enegetskom utrošku tijekom prethodno provedene aerobne tjelesne aktivnosti. Iako se nalazi i obrnuta umjereno jaka povezanost između intenziteta vježbanja i postprandijalne lipemije (Pettit i Cureton, 2003). Gill i sur (2002) usporedili su učinke jedno i dvosatnog žustrog hodanja (pri 50% VO₂max) na postprandijalni metabolizam. Jedan sat hodanja prethodnog dana rezultirao je redukcijom postprandijalne lipemije za 9,3% , a dvosatno hodanje čak za 22,8%. To jasno pokazuje povezanost učinka s trajanjem aktivnosti, odnosno s ukupnim energetske utroškom. Istraživanje Murphya i sur. (2000) pokazalo je da će i desetminutno žustro hodanje tri puta dnevno, prije svakog obroka jednako kao i jednokratno tridesetminutno prije doručka dovesti do zapaženog sniženja posprandijalnih koncentracija triglicerida. Takav kumulativni učinak ipak nije potvrđen u uzorku mušaraca s metaboličkim sindrom u kasnijem istraživanju Mesteka i sur. (2009), u kojem je kontinuirana prethodna aerobna aktivnost (i niskog i umjerenog intenziteta) s energetske utroškom od 500 kcal dovela do značajnog smanjenja serumskih koncentracija triglicerida nakon obroka. Herd i sur. (2000) pokazali su kontroliranim pokusom da se učinak tjelesne aktivnosti tijekom drugog dana smanjuje, a nakon 60 sati nije više uočljiv, što govori o potrebi održavanja redovite učestale gotovo svakodnevne tjelesne aktivnosti u cilju održavanja nižih postprandijalnih koncentracija serumskih triglicerida.

Sniženje koncentracije triglicerida u plazmi nakon obroka bogatog mastima opaža se kao „akutni metabolički odgovor“ na pola do jedan i pol satno aerobno

vježbanje nižeg ili umjerenog intenziteta koje je obroku prethodilo 12 do 15 sati. Ne predstavlja dugotrajnu adaptaciju organizma (Gill i sur., 2003).

Rezultati studija učinaka treninga jakosti i snage na postprandijalne koncentracije triglicerida u plazmi su kontroverzni, posebno glede intenziteta takvog oblika vježbanja, iako mnoga upućuju na sniženje koncentracije triglicerida neovisno o inenzitetu treninga jakosti (Zafeiridis i sur., 2007; Singhal i sur, 2009)

Veličina akutnog učinka tjelesne aktivnosti i vježbanja uvjetovana je karakteristikama aktivnosti – oblikom i primarno volumenom aktivnosti odnosno ukupnim energetskeg utroškom tijekom, individualnim varijacijama, statusom treniranosti, inicijalnim vrijednostima koncentracijama triglicerida u serumu i učinkom na smanjenje tjelesne mase.

Temeljna pretpostavka održavanja nižih vrijednosti triglicerida u serumu jest redovitost tjelesne aktivnosti, s obzirom na to da se radi o značajnim akutnim i kratkotrajnim učincima prethodne aktivnosti. Stoga je preporuka učestalosti: svakodnevna aktivnost ili gotovo svakodnevna aktivnost. Mnoga istraživanja pokazala su dominantan učinak volumena umjerene aerobne, tjelesne aktivnosti/ vježbanja, ali i vježbi mišićne izdržljivosti, odnosno ukupnog energetskeg utroška na sniženje koncentracije triglicerida u serumu. S obzirom na trajanje učinka tijekom i nakon 24 sata, učinak će se povećati ukoliko se radi o svakodnevnom vježbanju te će se u slučaju početne hipertrigliceridemije vrijednosti triglicerida u serumu osoba određenih na prazan želudac progresivno smanjivati tijekom sljedećih dana prema vrijednostima fiziološkog raspona. Redovito vježbanje/trening nadalje povećava akutni zdravstveni učinak polučen vježbanjem. Naime, održavanje redovitosti vježbanja (koje uključuje uz aerobne aktivnosti i umjerene vježbe mišićne izdržljivosti) doprinosi podizanju funkcionalne spremnosti organizma za podnošenje napora. Time omogućuje postupno povećanje učestalosti, trajanja i inteziteta vježbanja te osigurava mogućnost postupnog povećanja volumena vježbanja i time ukupnog energetskeg utroška – glavne determinante akutnog učinka tjelovježbe na razinu triglicerida u serumu (Hardman, 2007).

Danas se u preporukama češće koristimo relativnim izrazom intenziteta aktivnosti, a odnosi se na proporciju aerobne snage koju koristimo tijekom aktivnosti i izražavamo ga kao postotak pojedinačnog najvišeg primitka kisika (VO₂maks) ili najviše frekvencije srca. Korištenje relativnog umjesto apsolutnog intenziteta u preporukama znatno je primjerenije, napose u starijih i osoba smanjenje funkcijske sposobnosti jer uzima u obzir pojedinačnu funkcijsku sposobnost (Lee i sur., 2003). Trening istog umjerenog relativnog intenziteta, polučit će veći akutni učinak na sniženje razine triglicerida u serumu u trenirane osobe (adaptirane redovitim treningom na podnošenje napora većeg inteziteta) u odnosu na netreniranu osobu. To stoga što će trenirana osoba pri istom relativnom intenzitetu imati znatno

veći energetska utrošak s obzirom na veće funkcionalne sposobnosti u odnosu na netreniranu osobu (Hardman, 2007).

Konačno, podsjetimo da tjelesnu aktivnosti i vježbanje, njen oblik, učestalost, intenzitet i trajanja, treba prilagoditi individualnom zdravstvenom stanju i funkcionalnoj spremnosti. Intenzitet aktivnosti pri tome definiramo individualnom percepcijom umjerenog napora.

4. LITERATURA

1. Bouchard C, Blair, SN, Haskell WL. Physical activity and health. Human Kinetics Inc., Champaign, IL 2007.
2. Cooper KH, Pollock ML, Martin RP, White SR, Linnerud AC, Jackson A. Physical fitness levels vs. selected coronary risk factors. A cross-sectional study. *JAMA*. 1976; 12;236(2):166-9.
3. Cziraky MJ, Watson KE, Talbert RL. Targeting low HDL-cholesterol to decrease residual cardiovascular risk in the managed care setting. *J Manag Care Pharm*. 2008;14(8 Suppl):S3-28; quiz S30-1.
4. Dvůráková-Lorenzová A, Suchánek P, Havel PJ, Stávek P, Karasová L, Valenta Z, Tintěra J, Poledne R. The decrease in C-reactive protein concentration after diet and physical activity induced weight reduction is associated with changes in plasma lipids, but not interleukin-6 or adiponectin. *Metabolism*. 2006;55(3):359-65.
5. Gill JMR, Hardman AE. Exercise and postprandial lipid metabolism: an update on potential mechanisms and interactions with high-carbohydrate diets (review). *J Nutr Biochem* 14: 122-132, 2003.
6. Gyntelberg F, Brennan R, Holloszy JO, Schonfeld G, Rennie MJ, Weidman SW. Plasma triglyceride lowering by exercise despite increased food intake in patients with type IV hyperlipoproteinemia. *Am J Clin Nutr*. 1977 ;30(5):716-20.
7. Hardman AE. Acute responses to physical activity and exercise. U: Physical activity and health. Ur. Bouchard C, Blair, SN, Haskell WL. Human Kinetics Inc., Champaign, IL 2007
8. Hausenloy DJ, Yellon DM. Targeting residual cardiovascular risk: raising high-density lipoprotein cholesterol levels. *Postgrad Med J* 2008;84:590-8.
9. Herd SL, Lawrence JE, Malkova D, Murphy MH, Mastana S, Hardman AE. Postprandial lipemia in young men and women of contrasting training status. *J Appl Physiol*. 2000 Nov;89(5):2049-56.
10. Holloszy JO, Skinner JS, Toro G, and Cureton TK. Effects of a six month program of endurance exercise on the serum lipids of middle-aged man. *Am J Cardiol* 14: 753-760, 1964.

11. Kelley GA, Kelley KS. Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in men: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Mens Health Gend.* 2006;3(1):61-70.
12. Králová Lesná I, Suchánek P, Kovár J, Poledne R. Life style change and reverse cholesterol transport in obese women. *Physiol Res.* 2009;58 Suppl 1:S33-8.
13. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, Bales CW, Henes S, Samsa GP, Otvos JD, Kulkarni KR, Slentz CA. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *NEJM* 2002;347(19):1483-92.
14. LaRosa JC, Cleary P, Muesing RA, Gorman P, Hellerstein HK, Naughton J. Effect of long-term moderate physical exercise on plasma lipoproteins. The National Exercise and Heart Disease Project. *Arch Intern Med.* 1982;142(13):2269-74.
15. Lee H, Park JE, Choi I, Cho KH. Enhanced functional and structural properties of high-density lipoproteins from runners and wrestlers compared to throwers and lifters. *BMB Rep.* 2009;42(9):605-10.
16. Lee IM, Sesso HD, Oguma Y, Paffenbarger RS Jr. Relative intensity of physical activity and risk of coronary heart disease. *Circulation.* 2003;107(8):1110-6.
17. Lee YC, Chien KL, Lee BC, Lin HJ, Hsu HC, Chen MF. High-density lipoprotein-cholesterol trajectory pattern, associated lifestyle and biochemical factors among Taiwanese. *Circ J* 2009;73(10):1887-92.
18. Leon AS, Rice T, Mandel S, Despres JP, Bergeron J, Gagnon J, Rao DC, Skinner JS, Wilmore JH, Bouchard C. Blood lipid response to 20 weeks of supervised exercise in a large biracial population: The HERITAGE Family study. *Metabolism*, 2000; 49 (4): 513-520.
19. Leon AS, Sanchez OA. Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(suppl 6):S502-15.
20. Murphy MH, Nevill AM, Hardman AE. Different patterns of brisk walking are equally effective in decreasing postprandial lipaemia. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000; 24(10):1303-9.
21. Petitt DS, Cureton KJ. Effects of prior exercise on postprandial lipemia: a quantitative review. *Metabolism* 52: 418-424, 2003.
22. Raitakari OT, Porkka KV, Taimela S, Telama R, Räsänen L, Viikari JS. Effects of persistent physical activity and inactivity on coronary risk factors in children and young adults. The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Am J Epidemiol.* 1994 1;140(3):195-205

23. Sasaki J, Tanabe Y, Tanaka H, Saku K, Shindo M, Arakawa K. Elevated levels of HDL2-cholesterol and apo A-I in national class Japanese male marathon runners. *Atherosclerosis* 1988;70(1-2):175-7.
24. Singhal A, Trilk JL, Jenkins NT, Bigelman KA, Cureton KJ. Effect of intensity of resistance exercise on postprandial lipemia. *J Appl Physiol*. 2009;106(3):823-9. Epub 2009 Jan 15.
25. Smith CE, Arnett DK, Tsai MY, Lai CQ, Parnell LD, Shen J, Laclaustra M, Junyent M, Ordovás JM. Physical inactivity interacts with an endothelial lipase polymorphism to modulate high density lipoprotein cholesterol in the GOLDN study. *Atherosclerosis* 2009; 206(2):500-4.
26. Teramoto M, Golding LA. Regular exercise and plasma lipid levels associated with the risk of coronary heart disease: a 20-year longitudinal study. *Res Q Exerc Sport*. 2009;80(2):138-45.
27. Tsetsonis NV, Hardman AE. Reduction in postprandial lipemia after walking: influence of exercise intensity. *Med Sci Sports Exerc*. 1996a;28(10):1235-42.
28. Tsetsonis NV, Hardman AE. Effects of low and moderate intensity treadmill walking on postprandial lipaemia in healthy young adults. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1996b;73(5):419-26.
29. Tsetsonis NV, Hardman AE, Mastana SS. Acute effects of exercise on postprandial lipemia: a comparative study in trained and untrained middle-aged women. Petitt DS, Cureton KJ. Effects of prior exercise on postprandial lipemia: a quantitative review. *Metabolism* 52: 418-424, 2003.
30. Williams PT. High-density lipoprotein cholesterol and other risk factors for coronary heart disease in female runners. *N Engl J Med*. 1996; 334(20):1298-303
31. Wood PD, Haskell W, Klein H, Lewis S, Stern MP, Farquhar JW. The distribution of plasma lipoproteins in middle-aged male runners. *Metabolism*. 1976;25(11):1249-57.
32. Zafeiridis A, Goloi E, Petridou A, Dipla K, Mougios V, Kellis S. Effects of low- and high-volume resistance exercise on postprandial lipaemia. *Br J Nutr*. 2007;97(3):471-7.