

УТИЦАЈ ФИЗИЧКОГ ОПТЕРЕЋЕЊА НА НИВО ЛИПИДА И ЕЛЕКТРОЛИТА У СЕРУМУ АКТИВНИХ СПОРТИСТА И СЕДЕНТЕРНИХ ОСОБА

Смиљих С.¹, Радовић Д.¹, Милановић З.¹, Несторовић В.¹, Милетић М.¹,
Трајковић Г.³, Мирић Д.², Драгић С.¹, Бишевац Б.¹

¹Институт за физиологију, Медицински факултет Приштина, Косовска Митровица

²Институт за биохемију, Медицински факултет Приштина, Косовска Митровица

³Институт за информатику, Медицински факултет Приштина, Косовска Митровица

THE EFFECT OF PHYSICAL EXERCISE ON LIPID AND ELECTROLYTE LEVEL IN BLOOD SERUM OF ACTIVE SPORTSMEN AND SEDENTARY PERSONS

Смиљих С.¹, Радовић Д.¹, Милановић З.¹, Несторовић В.¹, Милетић М.¹,
Трајковић Г.³, Мирић Д.², Драгић С.¹, Бишевац Б.¹

¹Institute of Physiology, Faculty of Medicine Pristina, Kosovska Mitrovica

²Institute of Biochemistry, Faculty of Medicine Pristina, Kosovska Mitrovica

³Institute of Informatics, Faculty of Medicine Pristina, Kosovska Mitrovica

SUMMARY

Systematic and programmed physical exercise, called training, play a significant role in human health and ability improvement. A moderate physical exercise is considered as a very efficient method of increasing general physical ability and reaching the top results in sport, and simultaneously contributes to health quality of persons having sedentary professions. In active sportspersons, ability of cardiovascular, respiratory and bone-muscle systems are determined by training quality itself. Sportspersons show characteristically better adaptability of neurohumoral system to effort, as well as a higher activity of intracellular enzyme systems. Well-dosed physical exercise has an exceptional influence on human health, above all by regulating cholesterol blood level and electrolyte level of serum, whose minimal change can directly affect human health. This study was aimed to establish quantity and quality of organism response to physical exercise, in regard to level of daily training, by determining lipid fractions level in serum and electrolyte composition of serum. The study involved 50 healthy men in age between 20 and 25, divided into two groups. The first group was composed by physically untrained men, chosen by the random sample method. The other group of subjects was composed by 35 active sportsmen, chosen by direct selection for the best-trained ones among them. In order to reach a submaximal exertion, we used Astrand's test of submaximal exertion on the bicycle-ergometer. Blood samples were taken immediately before and after testing. The following parameters were determined in blood serum: high-density lipoproteins (HDL), low-density lipoproteins (LDL), triglyceride content, as well as concentration of sodium (Na⁺), potassium (K⁺), calcium (Ca²⁺), magnesium (Mg²⁺) and chlorine (Cl⁻) ions. On the base of our research we concluded that physical exercise of submaximal intensity did not lead to any quantitative and qualitative change of lipid fractions in blood serum of untrained persons. Physically inactive persons had higher serum concentrations of triglycerides and total cholesterol in regard to the investigated sportsmen. At the same time, sportsmen showed a higher HDL content of serum. Physical exertion in sportsmen led to a significant rise of triglycerides and high-density lipoproteins content of serum, and the levels of total cholesterol and low-density lipoproteins did not changed significantly. Physical exertion of submaximal intensity in both studied groups caused a significant increase of Na⁺, Ca²⁺ and Mg²⁺ ion concentration, while concentration of K⁺ and Cl⁻ ions did not changed significantly. Numerous clinical studies showed that moderate aerobic exercise amplifies endothelial function and reduces cardiovascular risk.

Key words: Physical exercise, Cholesterol, triglycerides, HDL, LDL, Electrolytes.

САЖЕТАК

Систематско и програмирано физичко оптерећење, тренинг, заузима значајно место у одржавању и унапређењу способности и здравља човека. Умерено физичко оптерећење сматра се врло ефектним методом за подизање општих физичких способности и остваривање врхунских резултата у спорту, док истовремено доприноси квалитету здравља особама које се баве седентерним занимањима. Код особа које се активно баве спортом, способност кардиоваскуларног, респираторног и скелетно мишићног система детерминисани су самим квалитетом тренинга. За спортисте је карактеристична боља адаптивност неуроуморалног система на напор и већа активност интрацелуларних ензимских система. Дозирано физичко оптерећење има изванредан утицај на здравље човека јер

првенствено олакшава регулацију нивоа холестерола у крви и као ниво електролита у серуму чије и минималне промене имају директну реперкусију на здравље. Циљ истраживања био је да се одреди квантитет и квалитет одговара организма на физичко оптерећење у односу на степен утренираности испитивањем групе нетренираних особа и групе активних спортиста, одређивањем садржаја липидних фракција у серуму и електролитног састава серума. У испитивању је учествовало 50 здравих мушкараца старости између 20 и 25 година, подељених у две групе. Прву групу чиниле су нетрениране особе, изабране методом случајног избора. Другу групу испитаника сачињавало је 35 активних спортиста, одабраних циљаном селекцијом најутрениранијих спортиста. За постизање субмаксималног оптерећања код свих испитаника користили смо Астранд-ов тест субмаксималним оптерећењем на бицикл ергометру. Крв за анализе узимана је непосредно пре теста и након завршеног тестирања. Из серума смо одредили вредности следећих варијабли: укупни холестерол, липопротеини велике густине (HDL), липопротеини мале густине (LDL), триглицериди, концентрацију јона натријума (Na^+), калијума (K^+), калцијума (Ca^{2+}), магнезијума (Mg^{2+}) и хлора (Cl^-). На основу нашег истраживања закључили смо да физичко оптерећење субмаксималног интензитета није довело до квантитативних и квалитативних промена липидних фракција у серуму нетренираних особа. Особе које су физички неактивне имају већу концентрацију триглицерида и укупног холестерола у серуму него тестирани спортисти. Истовремено, код спортиста смо запазили веће вредности HDL у серуму. Физичко оптерећење спортиста довело је до значајног пораста триглицерида и липопротеина велике густине у серуму, док се укупни холестерол и липопротеини мале густине нису променили значајно. Физичко оптерећење субмаксималног интензитета код обе испитиване групе довело је до статистички значајног пораста концентрације јона Na^+ , Ca^{2+} и Mg^{2+} у серуму, док се концентрације јона K^+ и Cl^- нису значајно промениле. Бројне клиничке студије показале су да умерено аеробно оптерећење амплификује ендотелну функцију и редукује кардиоваскуларни ризик.

Кључне речи: Физичко оптерећење, Холестерол, Триглицериди, HDL, LDL, Електролити.

УВОД

Систематско и програмирано физичко оптерећење, тренинг, заузима значајно место у одржавању и унапређењу способности и здравља човека. Умерено физичко оптерећење сматра се врло ефектним методом за подизање општих физичких способности и остваривање врхунских резултата у спорту, док истовремено доприноси квалитету здравља особама које се баве седентарним занимањима.

Физичко оптерећење у организму покреће регулационе механизме адаптације, који се квалитативно и квантитативно разликују у зависности од начина оптерећења и степена утренираности особе. Свака интензивна мишићна активност заснована је на механизмима опште нервне и хуморалне повезаности у организму и интегралности реакција. Јединство нервне и ендокрине компоненте регулације остварује се путем трансформације енергије нервног импулса у хуморални процес.

Динамичка активност унутар организма остварује се кроз повећан тонус симпатикуса и појачану секреторну активност коре надбубрега. Тако је при физичком оптерећењу, неуроендокрина регулација усмерена ка мобилизацији енергијом богатих супстанци и обезбеђивању размене гасова ткивима појачаног метаболизма. Метаболичка активност током физичког оптерећења може порастати од неколико пута до 2000% изнад нивоа у мировању на пример, код атлетичара (7). У процесу стварања и ослобађања енергије за мишићну активност учествују супстанце које су у датом тренутку већ депоноване у мишићу (високо енергетски фосфати и мишићни гликоген) и супстанце које циркулацијом долазе до мишића (угљени хидрати, липиди и протеини).

Липиде плазме чине триглицериди, фосфолипиди, холестерол и холестерил естри, а поред њих и много мање фракције неестерификованих масних киселина дугог ланца (слободне масне киселина, СМК) (12).

Највећи део липида не налази се у циркулацији у слободном облику. Слободне масне киселине везане су за албумин, док се холестерол, триглицериди и фосфолипиди налазе у виду липопротеинских комплекса (7). Липопротеини (Лп) се према величини липидног језгра и типу апопротеина класификују на следеће врсте: хиломикрони, липопротеини врло мале густине (VLDL), липопротеини интермедијарне густине (IDL), липопротеини мале густине (LDL) и липопротеини велике густине (HDL) (17). Свака од ових група липопротеина има специфичну улогу у транспорту липида у циркулацији.

Епидемиолошке студије указале су на значај дислипидемија (хиперлипидотеинемија) у развоју болести кардиоваскуларног система. Повећање концентрације липопротеина мале густине (LDL) један је од етиолошких фактора у појави ендотелне дисфункције и инфаркта миокарда. Супротно, повећана концентрација липопротеина велике густине има протективни ефекат. Постоји јасан степен повећаног ризика код повећања концентрације LDL и смањења концентрације HDL. Редовно вежбање повећава концентрацију липопротеина велике густине и вероватно продужава живот (3).

За одржавање хомеостазе изузетно је важан баланс електролита. Главни катјон екстрацелуларне течности, натријум (Na^+), заједно са јонима хлора (Cl^-) и бикарбоната (HCO_3^-) има улогу у регулацији ацидобазне равнотеже и одржавању осмотског притиска у телесним течностима. Насупрот томе, интрацелуларна течност садржи високу концентрацију катјона калијума (K^+) и протеинских и фосфатних ањона. Физичко оптерећење утиче на концентрацију јона у телесним течностима кроз убрзање метаболичких процеса и кроз појачано знојење и евапорацију. Истовремено, повећано је ослобађање хормона који имају улогу у регулацији волумена телесних течности и концентрације електролита.

ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Тренинг као облик систематског физичког оптерећења продукује у организму човека низ психофизичких промена. Код особа које се активно баве спортом, способност кардиоваскуларног, респираторног и скелетно мишићног система детерминисани су самим квалитетом тренинга. За спортисте је карактеристична и боља адаптивност неурохуморалног система на напор и значајно већа активност интрацелуларних ензимских система.

Физичко оптерећење утиче на повећано ослобађање неурохормона и хормона што има за последицу мобилизацију енергената неопходних за обезбеђивање енергије током физичког рада. Неумерена физичка активност, неприлагођена степену утренираности особе може имати за последицу и поремећај хомеостазе (нагомилавање продуката метаболизма, електролита, оксидациони стрес). У супротном, дозирано физичко оптерећење има изванредан утицај на здравље човека јер првенствено олакшава регулацију нивоа холестерола у крви и ниво електролита у серуму чије и минималне промене имају директну реперкусију на здравље.

Циљ истраживања био је да се одреди квантитет и квалитет одговора организма на физичко оптерећење у односу на степен утренираности испитивањем групе нетренираних особа и групе активних спортиста, одређивањем садржаја липидних фракција у серуму и електролитног састава серума.

МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА

У испитивању је учествовало 50 здравих мушкараца старости између 20 и 25 година, који су били подељени у две групе. Прву групу чиниле су нетрениране особе, изабране методом случајног избора. Другу групу испитаника сачињавало је 35 активних спортиста, одабраних циљаном селекцијом најутрениранијих спортиста. Обе испитиване групе биле су уравнотежене према свим битним обележјима (пол, старост и сл).

Испитиване групе

Карактеристике испитаника	Неутрениране особе	Спортисти
Године старости	24 ± 1.9	23 ± 1.6
Телесна маса	73.8 ± 3.9 кг	69.6 ± 3.5 кг
Телесна висина	173.1 ± 9 цм	171.3 ± 8 цм

Испитивање је вршено у преподневним часовима и сваки испитаник је у потпуности био упознат са протоколом тестирања. Тиме смо желели постићи што бољу сарадњу и истовремено смањили на најмању могућу меру, утицај психичке компоненте на добијене резултате.

Сви испитаници су замољени да се физички не замарају, не узимају никакве лекове, као ни кафу, чај, какао или цигарете најмање 12 часова пре тестирања. Након одмора од петнаест минута, у седећем положају, измерен им је крвни притисак и пулс, а онда је сваком од

њих узето 12 мл крви венепункцијом из антекубиталне вене уз минималну хемостазу. Крв је непосредно после узимања центрифугирана а добијени серум одвајан у пластичне епрувете са запушачем и чуван на (-20°C) до момента одређивања биохемијских варијабли.

За постизање субмаксималног оптерећења код свих испитаника користили смо Астранд-ов тест субмаксималним оптерећењем на бицикл-ергометру са електромагнетским кочењем. Број окретаја педала био је константан и износио је 60/о мин, а контролисан је преко уграђеног тахометра.

Тест смо изводили на следећи начин: након што смо подесили висину седишта и испитаник седне на бицикл, одређивали смо фреквенцу срчаног рада и мерили артеријски крвни притисак. Пре, током и на крају теста снимали смо електрокардиограм (ЕКГ) на шестоканалном електрокардиографу марке „Helige Multiscriptor EK 36”. Почетно оптерећење за све испитанике износило је 100 W. Након сваке 3 минуте вожње мерена је фреквенца срчаног рада и артеријски крвни притисак и уколико испитаник није достигао субмаксималну фреквенцу, повећавали смо оптерећење за 40 W. Оптерећење је повећавано све док испитаник не достигне субмаксималну фреквенцу која је одређивана понаособ одузимањем година старости од 200.

У моменту постизања субмаксималног оптерећења узимана је крв за анализу по истом принципу као и пре теста оптерећењем. Када је прикупљен сав материјал, из серума који су до анализе чувани у замрзвачу, одредили смо вредности следећих варијабли: укупни холестерол, HDL, LDL, триглицериде, концентрацију јона натријума (Na⁺), калијума (K⁺), калцијума (Ca²⁺), магнезијума (Mg²⁺) и хлора (Cl⁻).

Сваки испитаник имао је свој испитивачки протокол на којем је поред основних података наведен спорт којим се бави, дужина бављења спортом, број дневних тренинга и трајање.

СТАТИСТИЧКА ОБРАДА ПОДАТАКА

Примарно добијени подаци анализирани су графичким методама, дескриптивним статистичким методама (аритметичка средина, стандардна девијација) и методама за тестирање хипотеза (параметријски и непараметријски тестови). Од параметријских тестова користили смо Студентов т тест за зависне и Студентов т тест за независне узорке. Непараметријски тестови које смо користили јесу Wilcoxon-ов тест еквивалентних парова и тест инверзије.

Тестирање статистичких хипотеза обављено је на нивоу значајности од 0.05.

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Сви испитаници су подвргнути тесту субмаксималним оптерећењем по Астранд-у и код сваког од њих су на исти начин одређиване промене у липидном статусу (одређивањем УН, TG, HDL и LDL) и промене у нивоу електролита (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ и Cl⁻).

Приказане средње вредности укупног холестерола (УН), триглицерида (TG), липопротеина велике

густине (HDL) и липопротеина мале густине (LDL) у серуму нетренираних особа и спортиста пре теста оптерећењем, односно после теста, нису показале статистички значајну разлику (Табела 1а и 1б).

Табела 1а. - Вредности UH, TG, HDL и LDL у серуму седентарних особа и спортиста пре теста оптерећењем (mmol/l).

	UH	TG	HDL	LDL
Нетрениране особе	4.81	1.48	0.83	2.57
Спортисти	4.75	1.13	1.54	2.56
т-вредност	-0.13	-1.45	-1.87	0.59
Вероватноћа	$\pi > 0.05$	$\pi > 0.05$	$\pi > 0.05$	$\pi > 0.05$

Табела 1б. - Вредности UH, TG, HDL и LDL у серуму седентарних особа и спортиста после теста оптерећењем (mmol/l)

	UH	TG	HDL	LDL
Нетрениране особе	5.33	1.49	1.54	3.01
Спортисти	5.02	1.3	1.81	2.41
т-вредност	-0.64	-0.89	0.99	-1.68
Вероватноћа	$\pi > 0.05$	$\pi > 0.05$	$\pi > 0.05$	$\pi > 0.05$

Тест физичким оптерећењем није узроковао промену у садржају липидних фракција у серуму нетренираних особа (Табела 1ц).

Табела 1ц. - Анализа промена вредности UH, TG, HDL и LDL у серуму седентарних особа током теста оптерећењем (mmol/l)

	UH	TG	HDL	LDL
Ср. вредност	0.51	0.09	-0.03	0.38
т-вредност	1.38	1.18	-0.35	1.36
Вероватноћа	$\pi > 0.05$	$\pi > 0.05$	$\pi > 0.05$	$\pi > 0.05$

У групи активних спортиста субмаксимално физичко оптерећење условило је пораст концентрације триглицерида и HDL холестерола у серуму ($\pi < 0.05$), док се концентрација укупног холестерола и LDL није сигнификантно променила (Табела 1д).

Табела 1д. - Анализа промене вредности UH, TG, HDL и LDL у серуму спортиста током сумаксималног оптерећења (mmol/l).

	UH	TG	HDL	LDL
Ср. вредност	0.27	0.16	0.27	0.14
т-вредност	1.42	2.66	2.5	0.66
Вероватноћа	$\pi > 0.05$	$\pi < 0.05$	$\pi < 0.05$	$\pi > 0.05$

Електролитни статус евалуиран је одређивањем концентрације Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} и Cl^- у миновању и после теста оптерећењем. Концентрације електролита у серуму пре и после теста оптерећењем седентарних особа и спортиста нису се значајно разликовале (Табела 2а и 2б).

Табела 2а. - Вредности јона Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} и Cl^- у серуму пре теста оптерећењем у испитиваним групама (mmol/l)

	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Cl^-
Нетренир. ос.	144.51	4.7	2.38	0.98	98.53
Спортисти	144.47	4.28	2.31	0.90	98.81
т-вредност	-0.07	-0.93	1.62	-0.45	0.06
Вероватноћа	$\pi > 0.05$	$\pi > 0.05$	$\pi > 0.05$	$\pi > 0.05$	$\pi > 0.05$

Табела 2б. - Вредности јона Na^+ , калијума K^+ , калцијума Ca^{++} , Mg^{++} и Cl^- после теста оптерећењем (mmol/l)

	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Cl^-
Нетренир. ос.	147.04	4.73	2.45	1.09	99.25
Спортисти	141.35	4.43	2.46	0.94	98.28
т-вредност	-0.60	-1.54	0.07	-0.61	-0.12
Вероватноћа	$\pi > 0.05$	$\pi > 0.05$	$\pi > 0.05$	$\pi > 0.05$	$\pi > 0.05$

Физичко оптерећење субмаксималног интензитета довело је до сигнификантног пораста концентрације јона Na^+ , Ca^{++} и Mg^{++} у серуму код обе испитиване групе ($\pi < 0.05$). Ниво јона K^+ у серуму спортиста током теста оптерећењем је пао, али не статистички значајно ($\pi > 0.05$). Концентрација Cl^- код нетренираних особа и спортиста није се променила значајно (Табела 2 ц и 2 д).

Табела 2ц. - Анализа промена концентрације јона у серуму нетренираних особа током теста оптерећењем (mmol/l)

	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Cl^-
Ср. вредност	2.5	0.12	0.7	0.15	0.4
т-вредност	3.1	1.9	2.9	5.5	0.3
Вероватноћа	$\pi < 0.05$	$\pi > 0.05$	$\pi < 0.05$	$\pi < 0.05$	$\pi > 0.05$

Табела 2д. - Анализа промена концентрације јона серуму спортиста током физичког оптерећења (mmol/l)

	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Cl^-
Ср. вредност	2.2	0.09	0.14	0.057	1
т-вредност	2.23	1.02	5.83	2.19	0.43
Вероватноћа	$\pi < 0.05$	$\pi > 0.05$	$\pi < 0.05$	$\pi < 0.05$	$\pi > 0.05$

ДИСКУСИЈА

При физичком оптерећењу у организму човека долази до активације скоро свих органских система који својом заједничком функцијом и међусобним садејством омогућавају организму да се адаптира на оптерећење којем се излаже. Ове су промене пролазног карактера и називамо их адаптациона реакција на оптерећење.

Подаци у литератури о утицају физичког оптерећења као дугорочног контролног система, на садржај липидних фракција у серуму су многобројни. У нашем истраживању добили смо податак да једнократно фи-

зичко оптерећење субмаксималног интензитета није довело до квантитативних и квалитативних промена липидних фракција у серуму нетренираних особа. Значајно је да особе које су физички неактивне имају већу концентрацију триглицерида и укупног холестерола у серуму него спортисти. Истовремено смо запазили да спортисти имају веће вредности липопротеина велике густине у серуму. Такође, нашим истраживањем смо закључили да физичко оптерећење код спортиста условљава значајан пораста триглицерида и липопротеина велике густине у серуму, док се укупни холестерол и липопротеини мале густине не мењају значајно.

Болести кардиоваскуларног система данас су један од најчешћих узрока морбидитета и морталитета становништва. Један од могућих узрока у развоју ових болести јесте хиперхолестеролемија и посебно дисбаланс LDL и HDL. Клиничке студије су показале да умерено аеробно оптерећење амплификује ендотелну функцију и редукује кардиоваскуларни ризик.

Физичко оптерећење субмаксималног интензитета у обе испитиване групе, нетрениране особе и спортисти, довело је до статистички значајног пораста концентрације јона натријума (Na^+), калцијума (Ca^{++}) и магнезијума (Mg^{++}) у серуму, док се концентрације јона калијума (K^+) и хлора (Cl^-) нису значајно промениле. Раније спроведена истраживања донела су низ контрадикторних података о утицају физичког оптерећења на електролитни састав крвне плазме.

Током мишићног рада постоји опасност опадања концентрације јона натријума у плазми због губитка знојем и пораст садржаја калијума због израженог дејства различитих фактора који потпомажу његово нагомилавање у телесним течностима. Основни физиолошки фактор, који спречава опадање садржаја натријума у крвној плазми и међућелијској течности је алдостерон. На излучивање јона калијума мокраћом алдостерон делује као стимулатор, при чему се повећан губитак калијума јавља такође као адапациона реакција организма. Повећана потрошња енергената (гликогена) при физичком оптерећењу изазива и повећање концентрације јона калијума у серуму. У хомеостазу јона калијума неопходан је алдостерон који појачава излучивање калијума урином (7).

Повећан ниво калцијума у серуму на крају физичког оптерећења је последица неопходности јона калцијума у процесу мишићне контракције. Сматра се да се током интензивног мишићног рада Ca^{++} мобилише из депоа, коштаног ткива. Пораста концентрације јона Ca^{++} у серуму током мишићне активности долази и због промене pH условљене нагомилавањем млечне киселине (5).

Оптерећења умереног интензитета довело је до пораста концентрације јона магнезијума у серуму обе испитиване групе. Међутим, сматра се да оптерећење исцрпљујућег трајања доводи до пада јона Mg^{++} у серуму.

У нашем истраживању физичко оптерећење субмаксималног интензитета није изазвало значајне промене нивоа јона хлора у серуму у обе испитиване групе. Резултати су у складу са истраживањима Stansbie

& Belgey (15). Међутим у литератури постоје наводи о хиперхлоремии, као последици физичког оптерећења. Стање хиперхлоремии настало управо после оптерећења може бити објашњено порастом продукције CO_2 и његовог брзог елиминисања кроз хипервентилацију (15).

ЗАКЉУЧЦИ

На основу добијених резултата донесени су следећи закључци:

1. Вредности липидних фракција (УН, TG, HDL и LDL) у серуму нетренираних особа и спортиста у мировању и после тестирања нису се значајно разликовале између испитиваних група.
2. Физичко оптерећење субмаксималног интензитета није битно утицало на садржај липидних фракција у серуму нетренираних особа.
3. У серуму спортиста на крају теста оптерећењем забележен је значајан пораст триглицерида (ТТ) и липопротеина велике густине (HDL).
4. У мировању и након теста оптерећењем концентрације електролита (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} и Cl^-) у серуму нетренираних особа и спортиста се не разликују значајно.
5. Физичко оптерећење субмаксималног интензитета доводи до пораста концентрације јона натријума, калцијума и магнезијума у серуму нетренираних особа и спортиста.
6. Концентрације јона калијума и хлора у серуму нетренираних особа и спортиста на крају физичког оптерећења не мењају се сигнификантно.
7. Из свега наведеног можемо закључити да нетрениране особе поседују инертнији систем подизања физиолошких функција на задовољавајући ниво. У организму спортисте за исто физичко оптерећења, брже се постиже стабилно стање, односно адаптивна реакција на задати физички напор је далеко боља код спортиста него код нетренираних особа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Assmann G.: Pro and con: high-density lipoprotein, triglycerides, and other lipid subfractions are the future of lipid management. *Am J Cardiol* 2001; 87, 2B7B.
2. Bank A.J., Lee P.C., Kubo S.H.: Endothelial dysfunction in patient with heart failure: relationship to disease severity. *J Cardiac Failure* 2000; 6:29-36.
3. Barrett L.A., Moris J.G., Stensel D.J., Nevill M.E.: Exercise and postprandial plasma triacylglycerol concentrations in healthy adolescent boys. *The American College of Sports Medicine* 2007; 39 (1), 116-122.
4. Bojić M., Đurić D.: Endotel u kardiovaskularnoj medicini. Institut za kardiovaskularne bolesti Dedinje 1997.
5. De Hurtado M.C., Alvarez B.V., Ennis I.L., Cingolani H.E.: Stimulation of myocardial Na^+ independent $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ exchanger by angiotensin II is mediated by endogenous endothelin. *Cir Res* 2000; 86: 622-627.
6. Green D.J., Walsh J.H., Maiorana A., Best M., Taylor R.R. and O'Driscoll J.G.: Exercise-induced improvement in endothelial dysfunction is not mediated by changes in CV risk factors: pooled analysis of diverse patient population. *Am J Physiol*, 2003; 83, H2679-H2687.

7. Guyton A.C.: Medicinska fiziologija. Savremena administracija, Medicinska knjiga, Beograd, 2004.
8. Hornig B., Maier V. and Drexler H.: Physical training improves endothelial function in patients with chronic heart failure. *Circulation* 1996; 93, 210-214.
9. Jacques D., Sader S., Chofani S., D'Orleans J.P., Charest D.: Endothelin-1 regulates cytosolic and nuclear Ca^{2+} in human endocardial endothelium. *J Cardiovasc Pharmacol* 2000; 36: S397-S400.
10. Laufs U., Werner N. and Link A.: Physical training increases endothelial progenitor cells, inhibits neointima formation, and enhances angiogenesis. *Circulation* 2004; 109, 220-226.
11. Lotan M., Merrick J. and Carmeli E.: Physical activity in adolescence. A review with clinical suggestions, *Int J Adolesc Med Health*, 2005; 17, 13-21.
12. Rang H.P., Dale M.M., Ritter J.M., Moore P.K.: Farmakologija. Data status, 2005.
13. Ray P.S., Sasaki H., Estrada-Henandez T., Zu L., Maulik N.: Effects of hypoxia/ reoxygenation on angiogenic factors and their tyrosine kinase receptors in the rat myocardium. *Antioxid-Redox-Signal* 2001; 3: 89-102.
14. Soares J.B., Rocha-Sousa A., Castro-Chaves P., Henriques C., Leite-Moreira A.: Inotropic and lusitropic effects of ghrelin and their modulation by the endocardial endothelium, N.O., prostaglandins, GHS-R1a and K_{Ca} channels. *Cardiovascular Research* 2005; 63 (4): 700-708.
15. Stansbie D., Begley J.P.: Biochemical Consequences of Exercise. *N.Engl. J. Med* 1991; 87-90.
16. Trochu J.N. et al. Role of endothelium-derived nitric-oxide in the regulation of cardiac oxygen metabolism. Implications in health and disease. *Circ Res* 2001; 87: 1108-1117.
17. Wang J., Morgan J.P.: Endothelial reverses of effects of acidosis on the intracellular Ca^{2+} transient and contractility in ferret myocardium. *Circ Res* 1992; 71: 631-639.
18. Watts K., Beye P. and Siafriskas A.: Exercise training normalizes vascular dysfunction and improves central adiposity in obese adolescents. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43, 1823-1827.
19. Zeitz C.J., Sys S.U., Brutsaert D.L.: Positive inotropic effects of hydrostatic pressure are buffered by the endocardial endothelium via prostaglandins. *J Am Coll Cardiol* 2000; 35: 176A-177A.