

Zavod za zdravstvenu zaštitu radnika, Niš¹
 Klinički centar, Niš²

Stručni članak
Professional article
 UDK 616.12-008:796.3-051
 UDK 612.123:796.3-051

KRVNI PRITISAK, FREKVENCIJA SRČANOG RADA I LIPIDNI STATUS KOD PROFESIONALNIH VATERPOLISTA I RUKOMETASA

BLOOD PRESSURE, HEART RATE AND LIPIDS IN PROFESSIONAL HANDBALL AND WATER POLO PLAYERS

Jovica JOVANOVIĆ¹ i Milan JOVANOVIĆ²

Sažetak - Cilj rada je analiza vrednosti krvnog pritiska i frekvencije srčanog rada kod profesionalnih rukometaša i vaterpolista pre i posle treninga i submaksimalnog testa opterećenja i ispitivanje lipidnog statusa kod ovih sportista i ispitanika koji se ne bave sportom. Ispitivanjem je obuhvaćeno 30 profesionalnih vaterpolista i 30 profesionalnih rukometaša a kontrolnu grupu je činilo 15 ispitanika muškog pola koji se nikada nisu bavili sportom. Svi ispitanici su bili približno iste starosti a sve grupe bile su iste strukture u odnosu na naviku pušenja cigareta i naslednu predispoziciju prema arterijskoj hipertenziji i dislipidemijama. Utvrđene su statistički značajne razlike u vrednostima krvnog pritiska i frekvencije srčanog rada u stanju mirovanja, posle testa fizičkim opterećenjem i treninga između ispitivanih grupa. Nađene su statistički značajne razlike u vrednostima ukupnog holesterola, LDL holesterola, triglicerida, HDL holesterola, odnosa LDL holesterol/HDL holesterol i ukupni holesterol/HDL holesterol između ovih grupa. Zaključuje se da reakcija kardiovaskularnog sistema profesionalnih sportista tokom treninga zavisi od vrste sporta, godina bavljenja profesionalnim sportom, položaja tela tokom sportskih aktivnosti i medijuma u kome se ove aktivnosti obavljaju. Test opterećenja na ergo biciklu u vaterpolu ne daje validne podatke o ponašanju frekvencije srčanog rada i krvnog pritiska tokom treninga. Aterogeni rizik je značajno niži kod sportista nego kod netreniranih osoba.

Ključne reči: Sport; Krvni pritisak; Srčana frekvencija; Lipidi; Antropometrija

Uvod

Uključivanjem sve većeg broja mladih ljudi u razne oblike sportskih aktivnosti, povećanjem intenziteta sportskih treninga i prelaskom raznih granica snova u sportskim rekordima, sport u savremenom načinu života postaje sve popularniji. Sportske aktivnosti karakteriše mišićni rad i napor u određenom vremenskom periodu. Mišićni rad i napor tokom različitih sportskih aktivnosti može biti različitog intenziteta, vrste i trajanja. Sportski trening i takmičenje mogu dovesti do niza adaptacionih, morfoloških i funkcionalnih promena na nivou kardiovaskularnog i nervno-mišićnog sistema sportiste, kao što su: sportsko srce [1], povećanje mase i kapilarizacije skeletnih mišića [2,3], promene u funkciji autonomnog nervnog sistema [4,5], promene u volumenu i sastavu krvi [6]. Ove promene su fiziološke i zahtevaju stalni nadzor nad stanjem kardiovaskularnog sistema sportiste [7]. Višegodišnje bavljenje sportom dovodi do promena lipidnog statusa koje mogu imati protektivno dejstvo u odnosu na proces ateroskleroze.

Rad je imao za cilj da ispita ponašanje krvnog pritiska i srčane frekvencije kod profesionalnih vaterpolista i rukometaša pre i posle treninga i ergometrijskog testa opterećenja i da analizira lipidni status profesionalnih vaterpolista i rukometaša u odnosu na ispitanike koji se ne bave sportom.

Materijal i metode

Ispitivanjem je obuhvaćeno 75 ispitanika podeljenih u 3 grupe. Prvu grupu ispitanika je činilo 30

profesionalnih vaterpolista, drugu 30 profesionalnih rukometaša dok je u kontrolnoj grupi bilo 15 ispitanika muškog pola koji se nikada nisu profesionalno bavili sportom. Sve tri grupe bile su približno iste strukture u odnosu na naviku pušenja cigareta, naslednu predispoziciju prema arterijskoj hipertenziji i dislipidemijama. Prosečan broj godina bavljenja sportom kod profesionalnih vaterpolista je bio $3,8 \pm 1,4$ a kod profesionalnih rukometaša $3,7 \pm 1,3$, što ne predstavlja statistički značajnu razliku. Kod svih ispitanika obavljeno je: uzimanje anamnestičkih podataka, klinički pregled, antropometrijska merenja i submaksimalni test na ergo biciklu.

Za ovaj rad korišćena je sledeća oprema i aparatura: visinomer, vaga za merenje telesne mase, EKG aparat, bicikl ergometar za testiranje funkcionalnih sposobnosti i kompjuter za obradu podataka. Posle obavljenih antropometrijskih merenja za svakog ispitanika je izračunavan indeks telesne mase ili *body mass index* (BMI) po sledećoj formuli:

$$\text{BMI} = \text{telesna težina (kg)} / \text{telesna visina (m}^2\text{)}$$

Tokom progresivnog i kontinuiranog, ergometrijskog testa opterećenja praćen je krvni pritisak, puls i elektrokardiogram. Test je započet sa opterećenjem od 75 W koje se svaka tri minuta povećavalo za narednih 25 W do postizanja submaksimalne srčane frekvencije. Kod profesionalnih rukometaša i vaterpolista obavljeno je merenje krvnog pritiska i frekvencije srčanog rada pre i posle treninga. Krvni pritisak je meren u sedećem položaju ispitanika uz poštovanje svih postulata pravilne tehnike merenja. Iz uzorka venske krvi dobijenog venepunkcijom određivana je koncentracija lipida. Uzorak venske krvi uziman je ujutru posle dvanaestčasovne

apstinencije od hrane. Ukupan holesterol i trigliceridi su određivani standardnim enzimskim metodama. HDL holesterol je određivan istom metodom korišćenom za ukupni holesterol posle precipitacije non HDL lipoproteina. Koncentracija LDL holestrola je određivana Friedewaldovom formulom [8]. Aterogeni rizik je izračunavan kao odnos ukupni holesterol/HDL holesterol i LDL holesterol/HDL holesterol. Dobijeni podaci su grupisani i tabelarno prikazani a testiranje statističke značajnosti razlika praćenih parametara ispitivane su primenom Studentovog t-testa.

Rezultati

Analizom starosti i antropometrijskih parametara u ove tri grupe ispitanika nisu utvrđene statistički značajne razlike u telesnoj visini i godinama starosti. Profesionalni vaterpolisti i rukometaši su imali statistički značajno veću telesnu težinu i BMI u odnosu na kontrolnu grupu ispitanika ($p < 0.05$). Profesionalni rukometaši su imali statistički značajno veću telesnu težinu ($t=2.5$; $p < 0.05$) i BMI ($t=4.2$; $p < 0.05$) od vaterpolista (Tabela 1). Međutim, nije bilo statistički značajnih razlika između analiziranih grupa u odnosu na broj ispitanika sa prekomernom telesnom masom, odnosno sa vrednostima BMI 25-30 kg/m² (u grupi profesionalnih rukometaša-6; u grupi profesionalnih vaterpolista-5; u kontrolnoj grupi-3) i u broju gojaznih ispitanika,

odnosno sa vrednostima BMI preko 30 kg/m² (u grupi profesionalnih rukometaša - 5; u grupi profesionalnih vaterpolista - 4; u kontrolnoj grupi - 3).

Praćenjem krvnog pritiska i frekvencije srčanog rada u stanju mirovanja utvrđeno je da ispitanici kontrolne grupe imaju statistički značajno više vrednosti krvnog pritiska i frekvencije srčanog rada u odnosu na profesionalne sportiste, a da nije bilo statistički značajne razlike u vrednostima posmatranih parametara između grupe vaterpolista i grupe rukometaša (Tabela 2).

Profesionalni vaterpolisti, profesionalni rukometaši kao i ispitanici kontrolne grupe su na submaksimalnom ergometrijskom testu ostvarili statistički značajno povećanje sistolnog pritiska i frekvencije srčanog rada i statistički značajno smanjenje dijasolnog krvnog pritiska u odnosu na stanje pre početka testa opterećenja (Tabela 3). Povećanje sistolnog pritiska i frekvencije srčanog rada posle testa u kontrolnoj grupi je bilo značajno više nego ono koje je zabeleženo u grupama profesionalnih sportista. Smanjenje dijasolnog krvnog pritiska tokom testa opterećenja kod ispitanika kontrolne grupe je bilo značajno manje nego u grupi profesionalnih sportista. Profesionalni vaterpolisti su posle treninga ostvarili statistički značajno povećanje sistolnog krvnog pritiska i frekvencije srčanog rada dok se dijasolni krvni pritisak nije promenio u odnosu na stanje pre treninga. Porast sistolnog pritiska je bio viši, dok je povećanje frekvencije srčanog rada

Tabela 1. Karakteristike ispitanika kontrolne grupe i profesionalnih sportista

Table 1. Characteristics of professional athletes and of the control group

Parametri/Items	Profesionalni vaterpolisti <i>Professional water polo players</i> x ± SD	Profesionalni rukometaši <i>Professional handball players</i> x ± SD	Kontrolna grupa <i>Control group</i> x ± SD
Starost (godine)/Age (years)	24.2 ± 5.7	24.3 ± 7.4	24.4 ± 7.9
Telesna visina (cm)/Body height	188.2 ± 10.2	190.1 ± 11.3	188.7 ± 12.4
Telesna težina (Kg)/Body weight	90.4 ± 7.2*†	95.2 ± 8.4*	85.1 ± 5.3
Indeks telesne mase/Body mass index	24.7 ± 3.2*†	27.8 ± 4.1*	21.9 ± 3.1
	broj (%) / number (%)	broj (%) / number (%)	broj (%) / number (%)
Pušači/Smokers	10 (33.3%)	9 (30%)	5 (33.3%)
Nasledno opterećeni arterijskom hipertenzijom/ <i>Family predisposition to arterial hypertension</i>	8 (26.7%)	7 (23.3%)	4 (26.7%)
Nasledno opterećeni dislipidemijama <i>Family predisposition to dyslipidemia</i>	5 (16.7%)	6 (20%)	3 (20%)

Legenda/Legend: Statistička značajnost u odnosu na kontrolnu grupu/Statistical significance in regard to the control group *p<0.05

Statistička značajnost razlika između grupe profesionalnih sportista i grupe profesionalnih rukometaša/Statistical significance of differences between professional water polo players and professional handball players †p<0.05

Tabela 2. Krvni pritisak i frekvencija srčanog rada u stanju mirovanja u kontrolnoj grupi i kod profesionalnih sportista

Table 2. Blood pressure and heart rate in professional athletes and in controls in the state of rest

Parametri/Items	Profesionalni vaterpolisti <i>Professional water polo players</i> x ± SD	Profesionalni rukometaši <i>Professional handball players</i> x ± SD	Kontrolna grupa <i>Control group</i> x ± SD
Sistolni pritisak (kPa)/Systolic blood pressure	129.3 ± 4.2*	130.9 ± 5.2*	138.5 ± 3.2
Dijastolni pritisak (kPa)/Diastolic blood pressure	82.7 ± 2.9*	81.7 ± 2.7*	85.8 ± 2.1
Frekvencija srčanog rada/min/Heart rate/min	68.7 ± 2.4*	69.1 ± 2.8*	78.4 ± 2.2

Legenda/Legend: Statistička značajnost razlike u odnosu na kontrolnu grupu/Statistical significance in regard to the control group

*p<0.05

Tabela 3. Krvni pritisak i frekvencija srčanog rada kod profesionalnih sportista i u kontrolnoj grupi pre i posle testa opterećenja
Table 3. Blood pressure and heart rate in professional athletes and in controls before and after the exercise test

Parametar/Items	Pre testa/Before the exercise test	Posle testa/After the exercise test	Razlika/Difference
	$\bar{x}_1$ -SD	$\bar{x}_2$ -SD	$\bar{x}_1-\bar{x}_2$
Profesionalni vaterpolisti/Professional water polo players			
Sistolni pritisak (kPa)/Systolic blood pressure	129,3 ± 4,2	145,7 ± 6,2***	14,3 ± 3,7
Dijastolni pritisak (kPa)/Diastolic blood pressure	82,7 ± 2,9	59,3 ± 2,1***	21,4 ± 4,1
Frekvencija srčanog rada/min/Heart rate/min	68,7 ± 2,4	134,4 ± 5,2***	64,9 ± 4,9
Profesionalni rukometaši/Professional handball players			
Sistolni pritisak (kPa)/Systolic blood pressure	130,9 ± 5,2	151,8 ± 6,7***	19,7 ± 4,8
Dijastolni pritisak (kPa)/Diastolic blood pressure	81,7 ± 2,7	60,4 ± 2,8***	20,8 ± 1,9
Frekvencija srčanog rada/min/Heart rate/min	69,1 ± 2,8	139,7 ± 6,1***	68,7 ± 3,8
Kontrolna grupa/Control group			
Sistolni pritisak (kPa)/Systolic blood pressure	138,5 ± 3,2	179,3 ± 5,8***	39,1 ± 2,9
Dijastolni pritisak (kPa)/Diastolic blood pressure	85,8 ± 2,1	74,8 ± 2,1***	10,2 ± 2,8
Frekvencija srčanog rada/min/Heart rate/min	78,4 ± 2,2	152,8 ± 7,1***	72,9 ± 7,3

Legenda/Legend: Statistička značajnost stanja pre i posle testa/Statistical significance of the state before and after the exercise test *** p<0,001

bilo manje nego na testu opterećenja. Kod profesionalnih rukometaša je posle treninga registrovano statistički značajno povećanje sistolnog krvnog pritiska i frekvencije srčanog rada i statistički značajno smanjenje dijastolnog krvnog pritiska u odnosu na stanje pre početka treninga (Tabela 4). Razlike u srčanoj frekvenciji i krvnom pritisku pre i posle treninga su ipak manje nego one koje su registrovane pre i posle testa opterećenja.

posle testa opterećenja prisutno je kod vaterpolista i rukometaša koji se profesionalno bave sportom manje od tri godine, a najmanje povećanje frekvencije srčanog rada zabeleženo je kod onih koji se profesionalno bave sportom 7-10 godina (Tabela 5).

Profesionalni vaterpolisti su imali statistički značajno niže vrednosti ukupnog holesterola, triglicerida, LDL holesterola, odnosa LDL holesterol/HDL holesterol i odnosa ukupni holesterol/HDL

Tabela 4. Krvni pritisak i srčana frekvencija kod profesionalnih sportista pre i posle treninga

Table 4. Blood pressure and heart rate in professional athletes before and after training

Parametar/Items	Pre treninga/Before training	Posle treninga/After training	Razlika/Difference
	$\bar{x}_1$ -SD	$\bar{x}_2$ -SD	$\bar{x}_1-\bar{x}_2$
Profesionalni vaterpolisti/Professional water polo players			
Sistolni pritisak (kPa)/Systolic blood pressure	129,3 ± 4,2	159,3 ± 5,1***	29,2 ± 4,7
Dijastolni pritisak (kPa)/Diastolic blood pressure	82,7 ± 2,9	81,5 ± 3,5	1,1 ± 0,9
Frekvencija srčanog rada/min/Heart rate/min	68,7 ± 2,4	82,2 ± 3,2***	12,1 ± 3,7
Profesionalni rukometaši/Professional handball players			
Sistolni pritisak (kPa)/Systolic blood pressure	130,9 ± 5,2	139,3 ± 5,9**	8,1 ± 2,9
Dijastolni pritisak (kPa)/Diastolic blood pressure	81,7 ± 2,7	77,3 ± 2,5 **	4,2 ± 1,1
Frekvencija srčanog rada/min/Heart rate/min	69,1 ± 2,8	96,7 ± 3,3***	26,3 ± 3,2

Legenda/Legend: Statistička značajnost između stanja pre i posle treninga/Statistical significance of state before and after training

** p<0,01; *** p<0,001

Frekvencija srčanog rada u stanju mirovanja i opterećenju zavisi od godina bavljenja sportom, odnosno od stepena utreniranosti. U grupi profesionalnih vaterpolista i grupi profesionalnih rukometaša frekvencija srčanog rada u stanju mirovanja opada sa godinama bavljenja sportom. Najveće povećanje frekvencije srčanog rada posle treninga i

holesterol i značajno više vrednosti HDL holesterola u odnosu na ispitanike kontrolne grupe. Profesionalni rukometaši su imali statistički značajno niže vrednosti triglicerida kao i niže vrednosti LDL holesterola, odnosa LDL holesterol/HDL holesterol i značajno više vrednosti HDL holesterola u odnosu na kontrolnu grupu. Profesionalni vaterpolisti su

Tabela 5. Frekvencija srčanog rada kod profesionalnih vaterpolista i rukometaša zavisno od godina bavljenja sportom

Table 5. Heart rate of water polo players and handball players in regard to years in professional sports

Godine bavljenja sportom Years in sports	Profesionalni vaterpolisti/Professional water polo players				Profesionalni rukometaši/Professional handball players			
	Broj Number	Stanje mirovanja State of rest	Posle testa After the exercise test	Posle treninga After training	Broj Number	Stanje mirovanja State of rest	Posle testa After the exercise test	Posle treninga After training
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Do 3/Under 3	17	74,8±3,8	150,5±7,1	91,3±4,2	18	75,2±4,1	152,9±8,2	110,5±5,4
4-6	8	68,9±2,7	140,2±5,4	79,8±3,9	8	69,1±2,9	141,3±7,1	87,1±3,7
7-10	5	47,6±1,8	70,4±4,2	55,1±2,9	4	41,6±1,5	77,2±5,8	53,8±2,8
Ukupno/Total	30	68,7±2,4	134,4±5,2	82,2±3,2	30	69,1±2,8	139,7±6,1	96,7±3,3

Tabela 6. Lipidni status profesionalnih sportista i ispitanika kontrolne grupe**Table 6.** Lipids in professional athletes and in controls

Parametri/Items	Profesionalni vaterpolisti <i>Professional water polo players</i> $\bar{x} \pm SD$	Profesionalni rukometaši <i>Professional handball players</i> $\bar{x} \pm SD$	Kontrolna grupa <i>Control group</i> $\bar{x} \pm SD$
Ukupni holesterol, mmol/L/ <i>Total cholesterol</i>	4,95 $\pm$ 0,8*	5,19 $\pm$ 1,1	5,58 $\pm$ 1,2
Trigliceridi, mmol/L/ <i>Triglycerides</i>	1,21 $\pm$ 0,4*	1,34 $\pm$ 0,5*	1,75 $\pm$ 0,8
HDL holesterol, mmol/L/ <i>HDL cholesterol</i>	2,35 $\pm$ 0,4**†	1,94 $\pm$ 0,2**	1,25 $\pm$ 0,3
LDL holesterol, mmol/L/ <i>LDL cholesterol</i>	2,58 $\pm$ 0,8*	3,22 $\pm$ 0,9**†	3,95 $\pm$ 1,3
Ukupni Holesterol/HDL holesterol <i>Total cholesterol/HDL cholesterol</i>	2,07 $\pm$ 0,5**	2,68 $\pm$ 0,4 †	4,45 $\pm$ 0,7
LDL holesterol/ HDL holesterol <i>LDL cholesterol/HDL cholesterol</i>	1,12 $\pm$ 0,2**	1,68 $\pm$ 0,3**††	3,17 $\pm$ 0,9

Legenda/Legend: Statistička značajnost u odnosu na kontrolnu grupu/Statistical significance in regard to the control group *p<0,05; **p<0,01

Statistička značajnost razlika između grupe profesionalnih sportista i grupe profesionalnih rukometaša/Statistical significance of differences between professional water polo players and of professional handball players †p<0,05; ††p<0,01

imali značajno niže vrednosti LDL holesterola, odnosa ukupni holesterol/ HDL holesterol, odnosa LDL holesterol/HDL holesterol i značajno više vrednost HDL holesterola u odnosu na grupu profesionalnih rukometaša (Tabela 6).

Diskusija

Rezultati antropometrijskih merenja su pokazali da profesionalni sportisti imaju veću telesnu masu u odnosu na grupu vršnjaka koji se profesionalno ne bave sportom, pri čemu rukometaši imaju veću telesnu masu u odnosu na vaterpoliste. Ovakvi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima drugih autora koji su se bavili ovim problemom [9]. Veća telesna masa može biti i faktor rizika za veće vrednosti krvnog pritiska [10]. U grupi profesionalnih vaterpolista je bilo 33,3% pušača, što nije statistički značajna razlika u odnosu na broj pušača u grupi profesionalnih rukometaša (30%) i u kontrolnoj grupi (33,3%). Međutim to je zabrinjavajuće visok procenat pušača u grupi mladih ljudi koji se profesionalno bave sportom. Ovakav podatak zasluži epidemiološko praćenje na znatno većem uzorku, kako bi se mogao porediti sa rezultatima drugih autora i preduzimanje odgovarajućih zdravstveno edukativnih aktivnosti. Analiza stanja krvnog pritiska kod profesionalnih sportista i ispitanika koji se profesionalno ne bave sportom pokazuje da osobe koje se ne bave sportom imaju u stanju mirovanja i posle testa fizičkim opterećenjem statistički značajno veće vrednosti krvnog pritiska i srčane frekvencije u odnosu na profesionalne sportiste. Ovo se može objasniti akutnim i hroničnim efektima sportskih aktivnosti na kardiovaskularni sistem profesionalnog sportiste. Akutni efekti fizičkog napora na kardiovaskularni sistem su povećanje udarnog i minutnog volumena, vazodilatacija u aktivnim mišićima i vazokonstrikcija u koži i neaktivnim oblastima, povećanje volumena krvi u perifernoj i plućnoj cirkulaciji, pri čemu fizičko opterećenje u ležećem položaju daje veće poraste pritiska u plućnoj cirkulaciji od opterećenja istog intenziteta u uspravnom položaju.

Hronični efekti sportskih aktivnosti ogledaju se u povećanju elastičnosti arterijskih krvnih sudova i kapaciteta sudovne mreže u aktivnim tkivima [11], jačanju uticaja parasimpatičkog i smanjenju aktivnosti simpatičkog nervnog sistema, smanjenom lučenju kateholamina u mirovanju i u uslovima fizičkog opterećenja i u depresiji bazične aktivnosti sino-artijalnog čvora [4]. Sve ovo rezultira ekonomičnijim radom srca u miru i opterećenju, smanjenjem frekvencije srčanog rada i krvnog pritiska u mirovanju i njihovim manjim porastom tokom opterećenja nego kod netreniranih osoba [12-14]. Ponašanje krvnog pritiska i frekvencije srčanog rada tokom treninga i opterećenja zavise i od vrste aktivnosti, nivoa opterećenja, spoljne temperature i medijuma u kome se ova opterećenja obavljaju [14]. Aktivnosti profesionalnih vaterpolista i rukometaša su pretežno dinamičkog tipa, sličnog su intenziteta ali se razlikuju u odnosu na položaj tela i medijum u kome se obavljaju. Potapanjem tela u vodu gubi se efekat sile zemljine teže na organizam, odnosno, pošto se specifična težina tela ne razlikuje bitnije od one koju ima voda i težina tela potopljenog u vodu iznosi svega nekoliko kilograma. Na ovo izjednačavanje specifične težine tela i vode, kao i na održavanje tela na površini vode za vreme plivanja u velikoj meri utiče sadržaj potkožnog masnog tkiva. Iako se istovremeno pliva i rukama i nogama, pošto ne postoje zahtevi za posebnim održavanjem položaja tela nasuprot delovanja sile zemljine teže, odnosno pošto nema izometrijskih posturalnih kontrakcija, ukupna mišićna masa aktivirana za vreme plivanja je manja nego u drugim sličnim fizičkim aktivnostima, kao što je na primer trčanje. Zbog toga su potrebe organizma za kiseonikom i potrošnja kiseonika kod plivanja manje nego kod trčanja odgovarajućim intenzitetom. Sa druge strane, voda kao sredina ima i negativnih osobina koje otežavaju kretanje u njoj. Viskoznost vode i otpor koji ona pruža kretanju tela daleko su veći nego otpor vazduha. Sa povećanjem brzine plivanja stvaraju se vrtlozi vode koji, uz normalne okolnosti date sredine, u velikoj meri povećavaju opterećenje orga-

nizma. Niska temperatura vode kojoj je izloženo telo za vreme plivanja bez neke posebne zaštite, može da bude veoma nepovoljan činičac koji u velikoj meri otežava plivanje i stvara uslove za abnormalne reakcije kardiovaskularnog sistema [15]. Zbog ovih specifičnosti uticaja, kardiovaskularna reakcija na opterećenje u vaterpolu se razlikuje od reakcije na bilo koji drugi fizički napor [16]. Položaj tela za vreme plivanja i aktivnosti vaterpoliste je horizontalan što ima pozitivan efekat na srce jer se povećava priliv krvi u srce, povećava se enddiastolni volumen srčanih komora i volumen srca. Rezultujući udarni volumen srca za vreme plivanja je veći nego u uspravnom položaju. Važan činičac koji određuje specifičnost reakcije kardiovaskularnog sistema tokom plivanja i vaterpola je i uticaj hidrostatskog pritiska vode na telo sportiste. Ovaj hidrostatski pritisak vode je od prvenstvenog značaja za disajne pokrete grudnog koša, on otežava udisanje vazduha, dok ekspirijum ostaje normalan. Disanje u uslovima povećanog pritiska na grudni koš ima za posledicu povećan intratorakalni pritisak i u mirovanju je povezano sa otežanim vraćanjem venske krvi u srce, a samim tim i sa smanjenim minutnim volumenom srca. U ovom radu je registrovan manji porast srčane frekvencije kod vaterpolista tokom treninga nego na testu fizičkim opterećenjem na ergo biciklu. Frekvencija srčanog rada je uvek niža za vreme plivanja nego za vreme trčanja ili drugih dinamičkih aktivnosti istog intenziteta [17,18]. Ovaj fenomen tokom plivanja objašnjava se na više načina. Imerzija lica u vodu, kombinovana sa zadržkom disanja, dovodi do smanjenja frekvencije disanja poznata kao bradikardija ronilaca. Ukoliko je voda hladnija utoliko je bradikardija izraženija. Ovaj manji porast frekvencije srčanog rada koja se javlja kod imerzije lica u vodu je nezavisna od fizičkog napora i registruje se kako kod dinamičkog tako i kod statičkog napora i u mirovanju [19]. Ova pojava se može objasniti refleksom koji se prenosi na kardioinhibitorni centar, vagus i sinoatrijalni pejsmejker dovodeći do usporavanja frekvencije srca. Inspiratorna apnea za vreme plivanja dovodi do razdraženja receptora karotidnog sinusa sa prenošenjem ovih impulsa u kardioinhibitorni centar, što dovodi do jačanja aktivnosti vagusa i manjeg porasta frekvencije srčanog rada tokom bavljenja vaterpolom nego pri drugim aktivnostima istog intenziteta na suvom. Ova reakcija može biti i posledica kompenzatorne reakcije na povećani udarni volumen usled horizontalnog položaja tela tokom plivanja. U svakom slučaju, test opterećenja na ergo biciklu u vaterpolu ne daje validne podatke o frekvenciji srčanog rada tokom treninga. Vaterpolisti su u ovom istraživanju, ostvarili mnogo veći porast sistolnog krvnog pritiska i značajno manji pad diastolnog krvnog pritiska tokom treninga nego na ergometrijskom testu opterećenja. Veće vrednosti krvnog pritiska tokom vaterpolo treninga

su rezultat povećanog perifernog otpora u krvnim sudovima skeletnih mišića i kože zbog delovanja povećanog spoljnog hidrostatskog pritiska vode i termoregulacione vazokonstrikcije krvnih sudova kože [15,16]. Toplotna sprovodljivost vode je znatno veća nego toplotna sprovodljivost vazduha, tako da u hladnoj vodi telo veoma brzo odaje svoju toplotu. Da bi se u takvim uslovima održala termostabilnost organizma aktiviraju se termoregulacioni mehanizmi za stvaranje i očuvanje toplote i to u prvom redu povećanje periferne vazokonstrikcije, usporavanje cirkulacije krvi, smanjenje frekvencije i minutnog volumena srca [20]. Rezultati ovog istraživanja su pokazali da vaterpolisti i rukometaši imaju statistički značajno niže vrednosti LDL holesterola, triglicerida i statistički značajno viši nivo serumskog HDL holesterola nego osobe koje nisu uključene u sportske aktivnosti. Ovakvi nalazi u skladu su sa rezultatima istraživanja drugih autora [21-24], koji se mogu objasniti hroničnim efektima sportskih aktivnosti na povećanje aktivnosti lipoproteinske lipaze [25]. Neki autori su u svojim istraživanjima dokazali i neposredne akutne efekte sportskih aktivnosti na smanjenje LDL holesterola i triglicerida i povećanje HDL holesterola i aktivnosti lipoproteinske lipaze [26,27]. Razlike u vrednostima parametara lipidnog statusa između profesionalnih rukometaša i profesionalnih vaterpolista mogu se objasniti većim vrednostima BMI kod rukometaša. Podaci iz literature ukazuju da su vrednosti BMI u značajnoj korelaciji sa vrednostima serumskih koncentracija lipida [28,29].

Zaključak

Osobe koje se ne bave sportom imaju u stanju mirovanja i posle testa fizičkim opterećenjem statistički značajno veće vrednosti krvnog pritiska i srčane frekvencije u odnosu na profesionalne sportiste.

Kardiovaskularni sistem profesionalnih sportista, na testu opterećenja, reaguje značajnim povećanjem sistolnog krvnog pritiska, frekvencije srčanog rada i smanjenjem diastolnog krvnog pritiska.

Reakcija kardiovaskularnog sistema profesionalnih sportista tokom treninga zavisi od vrste sporta, položaja tela tokom aktivnosti (horizontalan ili uspravan) i medijuma u kome se obavljaju sportske aktivnosti (voda ili vazduh). Profesionalni vaterpolisti tokom treninga imaju veći porast sistolnog pritiska, manji porast frekvencije srčanog rada i manje promene diastolnog krvnog pritiska nego profesionalni rukometaši. Frekvencija srčanog rada u stanju mirovanja, posle treninga i testa opterećenja zavisi od godina bavljenja profesionalnim sportom.

Profesionalni sportisti imaju statistički značajno niže vrednosti triglicerida, LDL holesterola, odnosa LDL holesterol/HDL holesterol i odnosa ukupni holesterol/HDL holesterol i značajno više vrednosti

HDL holesterola u odnosu na ispitanike kontrolne grupe. Profesionalni rukometaši imaju statistički značajno više vrednosti LDL holesterola, odnosa

LDLholesterol/HDL holesterol i ukupni holesterol/HDL holesterol i značajno niže vrednosti HDL holesterola u odnosu na profesionalne vaterpoliste.

Literatura

1. Macchi C, Catini C, Catini CR, Contini M, Zito A, Urbano F, et al. A comparison between the heart of young athletes and of young healthy sedentary subjects: a morphometric and morpho-functional study by echo-color-doppler method. *Ital J Anat Embryol* 2001;106(3):221-31.
2. Sachleben T, Fields KB. Hypertension in the athlete. *Curr Sports Med Rep* 2003;2(2):79-83.
3. Carroll D, Ring C, Hunt K, Ford G, Macintyre S. Blood pressure reactions to stress and the prediction of future blood pressure: effects of sex, age, and socioeconomic position. *Psychosom Med* 2003;65(6):1058-64.
4. Uusitalo AL, Uusitalo AJ, Rusko HK. Heart rate and blood pressure variability during heavy training and overtraining in the female athlete. *Int J Sports Med* 2000;21(1):45-53.
5. Fenici R, Ruggieri MP, Brisinda D, Fenici P. Cardiovascular adaptation during action pistol shooting. *Sports Med Phys Fitness* 1999;39(3):259-66.
6. Iglesias CG, Batalla A, Rodriguez JJ, Barriales R, Gonzalez V, Iglesia JL, et al. Left ventricular mass index and sports: the influence of different sports activities and arterial blood pressure. *Int J Cardiol* 2000;75(2-3):261-5.
7. Gibson AS, Perold J, Watermeyer GA, Latouf SE, Hawley JA, Lambert MI, et al. Veteran athletes exercise at higher maximum heart rates than are achieved during standard exercise (stress) testing. *S Afr Med J* 2000;90(2):141-6.
8. Friedwald WT, Levy RI, Frederickson DS. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972;18:499-502.
9. Cotugna N, Vickery CE. Community health and nutrition screening for special olympics athletes. *J Community Health* 2003;28(6):451-7.
10. Ortlepp JR, Metrikat J, Albrecht M, Maya PP, Pongratz H, Hoffmann R. Relation of body mass index, physical fitness, and the cardiovascular risk profile in 3127 young normal weight men with an apparently optimal lifestyle. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003;27(8):979-82.
11. Unverdorben M, Kolb M, Bauer I, Bauer U, Brune M, Benes KE, et al. Cardiovascular load of competitive golf in cardiac patients and healthy controls. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(10):1674-8.
12. Aubert AE, Beckers F, Ramaekers D. Short-term heart rate variability in young athletes. *J Cardiol* 2001;37:85-8.
13. Wilde AD, Ell SR. The effect on nasal resistance of an external nasal splint during isometric and isotonic exercise. *Clin Otolaryngol* 1999;24(5):414-6.
14. Baum K, Ruther T, Essfeld D. Reduction of blood pressure response during strength training through intermittent muscle relaxations. *Int J Sports Med* 2003;24(6):441-5.
15. Blanco M, Gomez J, Blanco G, Negrin C, Velasco M. Attenuated metoclopramide-induced vascular hyperreactivity to cold stress in athletic subjects. *Am J Ther* 1998;5(6):365-8.
16. Ifuku H, Shiraishi Y. Assessment of cardiovascular regulation during head-up tilt and suspension in swimmers. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(1):55-9.
17. Holmer I. Oxygen uptake during swimming in man. *J Appl Physiol* 1972;33:502-15.
18. Mc Ardle WD, Glaser RM, Magel JR. Metabolic and cardiorespiratory response during free swimming and treadmill walking. *J Appl Physiol* 1971;30:733-42.
19. Bergman SA, Campbell JK, Wildenthal K. Diving reflex in man. Its relation to isometric and dynamic exercise. *J Appl Physiol* 1972;33:27-35.
20. Rowel LB, Murray JA, Brengelmann GL, Kraining KK. Human cardiovascular adjustments to rapid changes in skin temperature during exercise. *Circ Res* 1969;24:711-21.
21. Kung TC, Rong SY. Effects of exercise on lipid metabolism and musculoskeletal fitness in female athletes. *World J Gastroenterol* 2004;10(1):122-6.
22. Durstine JL, Grandjean PW, Davis PG, Ferguson MA, Alderson NL, DuBose KD. Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise: a quantitative analysis. *Sports Med* 2001;31(15):1033-62.
23. Kawabe H, Murata K, Shibata H, Hirose H, Tsujioka M, Saito I, et al. Participation in school sports clubs and related effects on cardiovascular risk factors in young males. *Hypertens Res* 2000;23(3):227-32.
24. Turgut G, Gene O, Kaptanoglu B. Investigation of serum calcium, phosphorus, albumine uric acid and lipid parameters in sportsmen and sedentary. *Acta Physiol Pharmacol Ther Latinoam* 1999;49(3):184-8.
25. Goldberg AP, Busby MJ, Katzel LJ, Krauss RM, Lumpkin M, Hagberg JM. Cardiovascular fitness, body composition, and lipoprotein lipid metabolism in older men. *J Gerontol Biol Sci Med* 2000;55(6):342-9.
26. Park DH, Ransone JW. Effects of submaximal exercise on high-density lipoprotein-cholesterol subfractions. *Int J Sports Med* 2003;24(4):245-51.
27. Aguilo A, Tauler P, Pilar GM, Villa G, Cordova A, Tur JA, et al. Effect of exercise intensity and training on antioxidants and cholesterol profile in cyclists. *Nutr Biochem* 2003;14(6):319-25.
28. Halle M, Berg A, Baumstark MW, Keul J. Association of physical fitness with LDL and HDL subfractions in young healthy men. *Int J Sports Med* 1999;20(7):464-9.
29. Eliakim A, Makowski GS, Brasel JA, Cooper DM. Adiposity, lipid levels, and brief endurance training in nonobese adolescent males. *Int J Sports Med* 2000;21(5):332-7.

Summary

Introduction

Blood pressure, heart rate and lipoprotein lipids are affected by family history, obesity, diet, smoking and physical activity habits.

The aim of this paper was to estimate the values of blood pressure and heart rate in professional handball and water polo players before and after training and submaximal exercise test and to analyze the lipid state in these professional athletes in comparison with people who have never been in sports.

Material and methods

The investigation included 30 professional handball players, 30 professional water polo players and 15 men who have never been in sports (control group). All groups were matched for age, smoking habits, family predisposition to arterial hypertension and dyslipidemia.

Results

Between these groups there were statistically significant differences of blood pressure values and heart rate in the state of

rest, after exercise test and after the training. There were also statistically significant differences of total cholesterol values, LDL cholesterol, triglycerides, HDL cholesterol, LDL cholesterol/HDL cholesterol ratio and total cholesterol/HDL ratio between these groups.

Discussion

Differences between these groups can be explained by various values of body mass index, by activity of lipoprotein lipase in athletes, by body position during the sports activity, by thermoregulatory vasoconstriction in the water, and by effects of hydrostatic pressure and reflex mechanisms during swimming.

Conclusions

Cardiovascular reaction in professional athletes depends on the type of sports activity, body position and medium during training. Professional athletes have a lower atherogenic risk than non-sportsmen. Changes of blood pressure and heart rate after submaximal exercise test are not the same as changes after training.

Key words: Sports; Blood Pressure; Heart Rate; Lipids; Anthropometry

Rad je primljen 25. III 2004.

Prihvaćen za štampu 20. V 2004.

BIBLID.0025-8105;(2005).LVIII:3-4:168-174.