

PREGLAZNI RAD

Radovan Medved, Vlasta Pavišić — Medved
Katedra za kineziološku fiziologiju
i patologiju

**GRANIČNE VRIJEDNOSTI POVEĆANJA SRCA
U SPORTAŠA**

LIMIT VALUES OF HEART ENLARGEMENT IN SPORTSMEN

Notion »sports heart« was described for the first time in 1899 (Henschen, Williams and Arnold). Dimensions of sport heart volume were growing parallelly with intensity and duration of training and parallelly with improvement of cardiovascular system functional capacities. According to recent opinion the greatest heart volumes can be found in bicyclists. On the basis of our research on the group of best Yugoslav waterpolo players we can correct this opinion and say that the greatest values of heart volume can be found in waterpolo players. The mean volume is 1214 ± 22 ccm.

The causes of so great volumes can be:

- big intensity and duration of strain in water during waterpolo game, when big mass of skeleton muscles is activated
- unusually great anthropometrical dimensions and consequently big body mass of waterpolo players; and heart volume is proportional to body mass.

Among our subjects the biggest absolute heart volumes were found, known in literature recently. Heart volume of a waterpolo player was 1700 ccm, and heart volume of a woman swimmer was 1150 ccm.

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ УВЕЛИЧЕНИЯ СЕРДЦА У СПОРТСМЕНОВ

Понятие »спортивное сердце« описано впервые в 1899. г. (Henschen, Williams, Arnold). Объем спортивного сердца увеличивается наряду с повышением интенсивности и продолжительности тренировки, и наряду с улучшением функциональных способностей сердечно-сосудистой системы. Было принято, что самое большое увеличение абсолютного объема сердца встречается у велосипедистов. Но на основании наших исследований, проведенных в группе лучших югославских игроков в водное поло, определено, что у них самые большие величины абсолютного объема сердца. Средний объем сердца испытуемых игроков в водное поло составил 1214 ± 22 куб. см. Причины такого большого увеличения сердца этих испытуемых следующие:

- большая и продолжительная нагрузка в игре в воде, при чем активизируется огромная масса скелетной мускулатуры,
- очень большие антропометрические размеры игроков, что обуславливает большую телесную массу, от которой зависит величина сердца.

Среди наших испытуемых обнаружены и самые большие, до сих пор, на основании литературных данных, известные абсолютные объемы сердца спортсменов. У одного игрока в водное поло объем сердца составил 1700 куб. см., а у одной спортсменки — 1150 куб. см.

1. UVOD

Izvanredni naponi, koje moderan sportski trening izdržljivosti postavlja na organizam, dovode do mnogih adaptacionih, morfoloških i funkcionalnih promjena. Od posebnog su značenja promjene srca i krvnog optoka. Liječnici su oduvijek davali osobito značenje upravo promjenama srca, tako da je početkom ovog stoljeća srce bilo predmet mnogih oprečnih diskusija. Sve složenije metode pretraga, i na taj način poboljšanje mogućnosti diferencijacije fiziološkog od patološkog dovele su, uz stalni porast intenziteta i trajanja treninga do toga, da su se mijenjale koncepcije o srcu sportaša. Evolucija koncepcija o srcu sportaša može se podijeliti u tri perioda.

Prvi period počinje otkrićem da sportaši imaju povećano srce. Ono dobiva naziv »sportsko srce« (Henschen, 1899).¹ U isto vrijeme kada je Henschen u Evropi opisao »sportsko srce« u Americi Williams i Arnold²⁵ izvješćuju o povećanju srca kod trkača maratona. I oni kao i Henschen osnivaju svoja zapažanja na perkusiji prednje grudne stijenke. U ono vrijeme tu su pojavu mnogi tadašnji liječnici tumačili pogrešno kao patološku. Period u kojem je dolazilo do tridesetih godina ovog stoljeća, kada se pojavljuju egzaktni naučni dokazi koji tumače povećanje srca sportaša kao normalnu adaptacionu pojavu na fizičke napore.

Drugi period je najznačajniji, jer se upravo u tom razdoblju smanjuje broj onih koji smatraju povećano srce sportaša štetnom pojavom. Prevladavaju dapače oni koji to smatraju nepatološkim, čak svrsishodnim i korisnim. U toku tog »prelaznog« perioda egzaktni eksperimentalni radovi, mjerenje intrakardijalnih tlakova kod sportaša u toku opterećenja, kimografska ispitivanja, patoanatomske i histološke pretrage sportskog srca) daju nepobitne dokaze o svrsishodnosti te pojave, koju možemo smatrati adaptacijom na povećana opterećenja.^{29 31}

Treći period okarakteriziran je specijalnim ispitivanjima sportaša podvrgnutih sasvim drugim metodama treninga, koje u pogledu intenziteta prelaze granice, na koje se ikada moglo i pomisliti. Upravo posljednjih godina ispitivanjem na osobito velikim srcima sportaša nađen je čitav niz karakteristika, koje se inače nalaze kod srčanih bolesnika, a koje kod sportaša sasvim sigurno ne predstavljaju patološku manifestaciju. Danas su volumeni srca sportaša dosegli vrijednost od 1700 ccm (760 ccm prosjek za odraslog muškarca), tj. više od 100% iznad normalnih vrijednosti. Fiziološki parametri kardiovaskularnog sistema ne mogu se više promatrati kroz prizmu uobičajenih fizioloških parametara zdravih osoba, već su potrebni posebni normativi fizioloških parametara treniranih osoba.^{4 6 12 13 15 23}

Povećanje intenziteta treninga, povećanje tjelesnih sposobnosti, a preko toga i sportskih dostignuća i promjene fizioloških parametara idu upo-

redo. Robinson, Edwards i Dill citat prema 9 govore o rezultatima ispitivanja na pet vrhunskih atletičara 1939 goidne. Jedan od njih je bio rekorder na 2 milje, drugi je bio rekorder na 1 milju, a ostali su bili članovi olimpijske momčadi SAD. Najveći u to doba zabilježen primitak kisika prilikom trčanja na pokretnom sagu brzinom od 21,6 km/sat bio je 5,35 lit O². Maksimalni primitak kisika je najbolji indikator opće fizičke izdržljivosti, a vezan je prvenstveno za funkciju kardio-vaskularno-respiratornoag sistema. Dobiveni rezultat maksimalnog primitka kisika nadmašio je dotadašnje rezultate Hendersona i Haggarda (1925) dobivene na jednom vaterpolisti, Christensena na jednom danskom biciklisti (1931) i Hilla 1927. godine na jednom trkaču (citat prema Joklu i sur.).³ Astrand¹ je 1956. godine našao vrijednosti od 5,38 lit, 5,49 lit i 5,88 lit maksimalnog primitka kisika kod trojice švedskih skijaša-trkača. Mellerowicz i Hansen²⁶ objavljuju rezultate testiranja veslača pobjedničkog olimpijskog četverca 1964. godine: 5,8 lit, 6,0 lit, 5,9 lit i 5,9 lit maksimalnog primitka kisika.

Posljednjih godina značajno je pređena i ova granica od 6,0 l O². Tako Novacki i sur.²⁸ navode najnovije vrijednosti dobivene na veslačima, koji se kreću sve do gornje granice od 8,0 l O². Međutim, treba napomenuti da su ove vrijednosti dobivene nešto drugačijom aparaturom. Sva su dosadašnja mjerenja obavljena aparatima zatvorenog sistema (metabolograf po Fleischu ili Knippingov spirograf) ili klasičnom metodom Douglas-Halden. Danas se međutim sve više prelazi na otvoreni sistem koji ima određenih prednosti. Tako su vrijednosti Howarda dobivene sa aparaturom otvorenog sistema tvornice Jäger.

Dakle, kao što vidimo jedan stalni trend porasta i poboljšanja svjetskih sportskih dostignuća praćen je, što je i sasvim logično, i trendom porasta funkcionalnih sposobnosti kardiorespiratornog sistema. Obzirom na to da promjena funkcionalnih sposobnosti mora biti uvjetovana i morfološkim promjenama srca, to se može očekivati jedan određeni trend porasta volumena srca kod vrhunskih sportaša, što se zaista i opaža.

2. Veličina sportskog srca

2. 1 Određivanje volumena srca

Jedna od najznačajnijih karakteristika sportskog srca jeste njegovo povećanje. To je moguće objektivno utvrditi rentgenološki. Isprva se to činilo samo subjektivnom ocjenom veličine pri dijas-kopskom pregledu. Zatim se veličina srca ocjenjivala na bazi izmjerene veličine pojedinih diametara iz rentgenske snimke iz jednog smjera. Kako se time dobivala samo ploha, a ne volumen, to niti ta metoda nije mogla zadovoljiti. Stoga se prešlo na određivanje volumena srca iz dvaju rentgenskih snimki (AP i postranično). Na ovaj način dobija se podatak o volumenu srca, ali se ne može ustanoviti odnos debljine komorne stijenke tj. miokarda i volumena, odnosno zapreminu komo-

ra. Zbog toga je započela primjena drugih metoda kao na pr. metode sa ultrazvukom i metode sa izotopima koje pružaju još bolje informacije od inače uobičajene metode rentgenološke volumetrije.

2. 2 Značenje i važnost određivanja volumena srca

Rezultati volumetrije srca mogu se u sportskoj medicini koristiti u dva vida:

- uz ostale podatke o funkcionalnoj sposobnosti kardiovaskularnog sistema kao jedan od pokazatelja funkcionalne adaptacije na trening izdržljivosti;^{4 6 20 25 31}
- kod klinički suspektnih slučajeva komparacija volumena srca i maksimalnog primitka kisika, odnosno maksimalnog pulsa kisika (to je tzv. srčani indeks po Reindellu) omogućuje u mnogim slučajevima kardiologu odluku o dozvoli ili zabrani sportske aktivnosti.^{8 11 16 17 21 29}

2. 3 Dosadašnja zapažanja o veličini srca kod sportaša

U literaturi se nalaze ne samo različiti podaci o veličini srca u sportaša, već se nalaze i dijametralno različita tumačenja tog uvećanja.

Steinhaus³⁴ navodi da postoje tri mišljenja, odnosno koncepcije o sportskom srcu:

1. da se ono ne razlikuje od srca nespportaša (Rautman)
2. da je povećano kao rezultat dilatacije (Deutsch i Kauf)
3. da je povećano kao rezultat hipertrofije (Herxheimer).

Danas možemo prihvatiti kao najuvjerljiviju koncepciju Reindella i Deliusa da je sportsko srce harmonično povećano i da je to posljedica regulativne dilatacije i tzv. fiziološke hipertrofije prema Linzbachu.²²

Jočl citat prema 22 u svojoj knjizi »Heart and Sport« navađa slijedeće srednje vrijednosti veličine srca po pojedinim autorima (bez obzira na sportsku aktivnost):

Kahlsdorf	610 ccm
Lysholm	627 ccm
Liljenstrand	700 — 750 ccm
Kjellberg	783 ccm (u ležećem položaju)
Karvonen	970 ccm (kod učesnika olimpijade)
	940 ccm (kod nacionalne ekipe)
	831 ccm (kod armijskih skijaša)
	702 ccm (kod policajaca)

Osim apsolutnog volumena srca treba razlikovati i relativni, koji se dobiva prema jednoj od slijedećih formula:

$$(1) \frac{\text{volumen srca u ccm}}{\text{težina tijela u kg}} R V_1$$

$$(2) \frac{\text{volumen srca u ccm}}{\text{visina tijela u ccm}} R V_2$$

$$(3) \frac{\text{volumen srca u ccm}}{\text{površina tijela u m}^2} R V_3$$

Reindell je bio od prvih koji je na osnovu pregleda relativno većeg broja vrhunskih sportaša prikazao prosječne vrijednosti apsolutnog i relativnog volumena srca, posebno za pojedine sportske aktivnosti (tabela 1 i 2).^{30,31}

Tabela 1

Normalne osobe (67)	770 ccm
Kratkopružaši (86)	782 ccm
Srednjopružaši (66)	876 ccm
Dugopružaši (66)	923 ccm
Biciklisti profesionalci (18)	1104 ccm

Veličina srca 67 normalnih osoba u dobi od 20 do 30 godina i 200 sportaša (prema Reindellu)³⁰

Tabela 2

Dizači utega	11,3
Normalno zdrave osobe	11,6
Gimnastičari	12,5
Boksači	12,7
Hrvači	13,1
Trkači na skijama	13,1
Rukometaši	13,3
Klizaći-trkači	13,3
Petobojci	13,8
Profesionalni biciklisti	14,9
Biciklisti amateri	15,3

Kvocijent, srčani volumen i tjelesna težina kod normalnih osoba i vrhunskih sportaša prema Reindellu. Dizači utega nemaju u prosjeku povećanu relativnu veličinu srca. Kod višebojaca, profesionalnih biciklista i biciklista amatera, leže vrijednosti srčanog kvocijenta tj. relativnog volumena srca znatno iznad vrijednosti nespportaša.³⁰

3. NAŠA ISPITIVANJA

3. 1 Uzrok ispitanika

Od 1958 godine primjenjujemo rutinski u zdravstvenoj i funkcionalnoj kontroli vrhunskih sportaša volumetriju srca u ambulanti tadašnjeg Zavoda za fizički odgoj, a sada Fakulteta za fizičku kulturu. Ispitanici su bili članovi državnih reprezentacija i kandidati za olimpijske igre 1960, 1964, 1968 i 1972 godine U ovom radu prikazujemo samo rezultate volumena srca vaterpolista (42) i veslača (45) te pojedinačni primjer jedne plivačice.

3. 2 Metode određivanja volumena srca

Sva mjerenja su izvršena metodom po Kahlstorfu i Rohreru, modificiranoj po Musshoffu i Reindellu.²⁹ Jedan od autora (R. M.) upoznao se s ovom metodom prigodom svog studentskog boravka 1957 godine na klinici u Freiburgu i Br. (SR Njemačka), na odjelu prof. Reindella. Volumen je izračunat iz dvaju rendgenskih snimaka (AP i sa strane) učinjenih na slijedeći način: ispitanici su legli prsima na kasetu veličine 35 x 35 cm, a rentgenska cijev je bila u vertikali odmaknuta na 2 metra. Sva smo snimanja vršili aparatom domaće produkcije RR Zavoda Niš, tipa MORAVA. Iza toga je kod ispitanika (također u ležećem položaju) s kasetom položenom okomito uz rub lijevog torakalnog zida izvršeno snimanje sa strane. Da bi se bolje prikazao stražnji rub srca, svaki je ispitanik prije snimanja uzeo žlicu barijeve paste, koja je ispunila jednjak i time bolje ocrta stražnji rub srčane siluete. Ispitanicima je rastumačeno kako treba da dišu, da ne zatvaraju usta i da zadrže dah u fazi udaha, ali bez napinjanja, tako da ne bi došlo do efekta po Valsalvi, što bi imalo uticaj na volumen.

Uticaj faze srčanog rada u kojoj je učinjena snimka malen je i može se prema Jovissellu citat prema 13 zanemariti. Umjerene, katkad neizbježne razlike u dubini inspiracije mogu se također zanemariti, jer čak razlike između faza maksimalnog udaha i izdaha nisu značajne. citat prema 13

Na snimcima AP izmjerene su dimenzije u milimetrima na slijedeći način: uz elipsoid, dobiven produženjem i spajanjem lijeve i desne konture srca, povučene su linije tzv. četverokuta po Moritzu. Dulja stranica četverokuta dala je promjer »a« koji odgovara dužini četverokuta, i promjer »b« koji odgovara širini četverokuta. Na snimci sa strane izmjeren je najveći horizontalni promjer — »t. max«.

Na temelju ovih mjera izračunat je volumen srca prema formuli od Rohrera i Kahlstorfa, a modificiranoj po Reindellu i suradnicima.^{10,29,31,33}

Rohrer-Kahlstorfova formula glasi:

$$\text{Volumen} = K * Fa * t.\text{max.}$$

Fa odgovara ortorentgenografski određenoj površini srca frontalne snimke, a t.max najvećem dubinskom promjeru slike sa strane. K je konstanta, koja je dobivena interpoliranjem vrijednosti paraboloide i elipsoida i iznosi 0.63. Površina Fa izračunava se prema formuli za izračunavanje površine elipse i glasi:

$$Fa = \frac{\pi}{4} * a * b$$

Uzimajući u obzir različitu distancu objekt-film kod frontalne (10 cm) i transverzalne (20

cm) i uvođenjem ove korekture u formuli proizlazi

$$\text{Vol} = 0,63 * \frac{\pi}{4} * \frac{200 - 10}{200} * a * \frac{200 - 10}{200} * b - \frac{200 - 20}{200} t.\text{max} = 0.40 * a * b * t.\text{max.}$$

Ova formula daje srčani volumen i, ako se dijometri mjere centimetrima, dobiva se volumen izražen u kubičnim centimetrima. Kahlstorf je ustanovio na srcima obrađenim formalinom da varijacije stvarnog i na ovakav način izračunatog volumena ne iznose više od $\pm 5\%$.¹⁰

3. 3 Rezultati ispitivanja

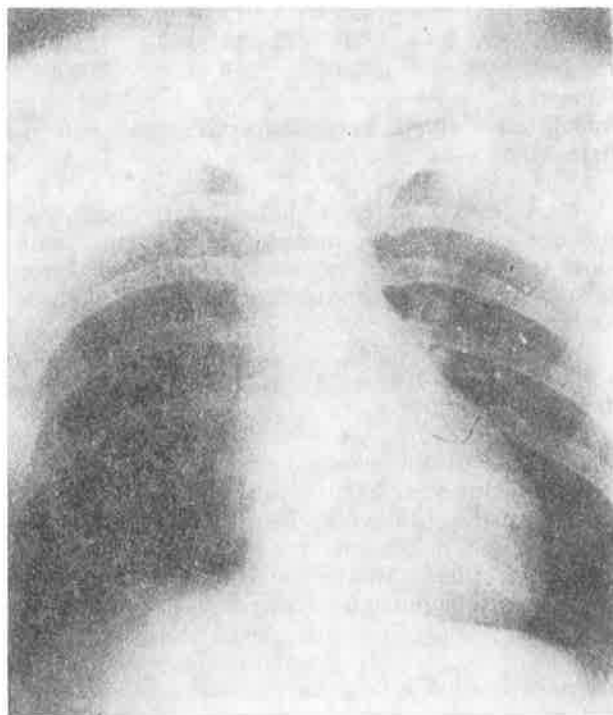
U tabeli 3 prikazane su srednje vrijednosti apsolutnog i relativnog volumena srca, kod skupine jugoslavenskih vaterpolista i veslača.^{19,20,22,24,25}

Tabela 3

	N	visina tijela cm	težina tijela kg	površina tijela	volumen srca cm ³	RV ₁ ccm	RV ₂ ccm	RV ₂ ccm
vaterpolisti	42	184,9	87,5	2,08	1214 ± 22	13,8	6,5	583
veslači	45	183,6	82,6	2,03	1148 ± 115	13,9	6,2	565

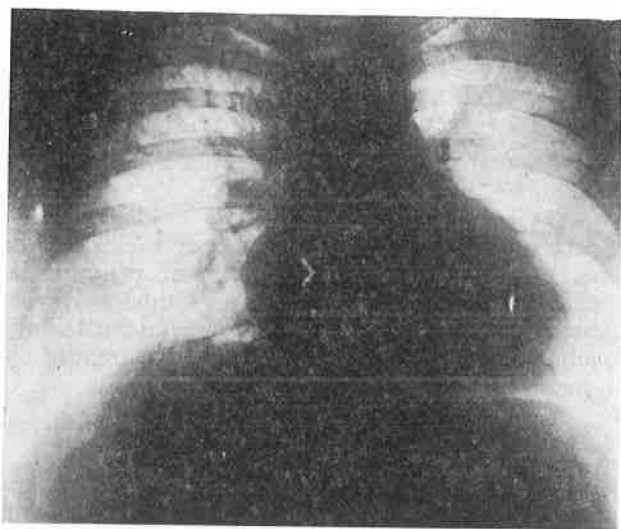
Volumen srca (srednje vrijednosti) kod skupine jugoslavenskih vaterpolista i veslača.

Slika 1



Rentgenska slika srca plivačice A. B. (volumen srca 1150 ccm)

Slika 2



Rentgenska slika srca vaterpolista M. S. (Volumen srca 1700 ccm)

Najveća pojedinačna vrijednost nađena je kod vaterpolista M. S. — a. Volumen njegova srca bio je 1700 ccm.^{2,18} Razvoj njegova srca kroz duži period vremena kroz koji smo ga pratili prikazan je u tabeli 4.

Tabela 4.

Dan mjerenja	Volumen srca u ccm	Srčani kvocijent	Težina u kg
29. 2. 1960	1290	13,48	95,6
8. 4. 1961	1360	12,71	107,0
17. 12. 1961	1460	13,71	105,0
21. 6. 1962	1440	13,42	106,3
17. 1. 1963	1510	14,20	106,4
15. 12. 1963	1700	15,48	109,8

Apsolutna i relativna veličina srca kod vaterpoliste M. S. — a

Navodimo i najveću nađenu vrijednost volumena srca u našem materijalu pregleda vrhunskih sportašica. Kod plivačice A. B. našli smo u pripremnoj fazi za Olimpijske igre 1972. volumen srca od 1150 ccm.

4. DISKUSIJA

Ako usporedimo prosječne vrijednosti apsolutne veličine srca naših ispitanika sa vrijednostima Reindella (dobivene identičnom metodologijom) vidimo da su one veće od biciklista, koji prema Reindellu, imaju najveća srca. Smatramo stoga da treba korigirati danas zastupano stanovište u svjetskoj literaturi, da su biciklisti sportaši s najvećim srcem. Prema našim ispitivanjima najveće apsolutne vrijednosti nalaze se kod vaterpolista. Israel⁶ je također obradio veliku skupinu vrhunskih sportaša (471), ali, nažalost, ne navodi prosječne vrijednosti volumena po vrstama spor-

ta, već ih grupira u skupine prema veličini srca, pa onda analizira promjene fizioloških parametara u odnosu na volumen srca. To je u svakom slučaju veoma interesantna, a s obzirom na veoma velik broj ispitanika i vrijedna studija. On nalazi 39 sportaša sa volumenom srca između 1100 i 1200 ccm i 31 od sa volumenom iznad 1200 ccm. U tabeli 5 navodimo 10 najvećih pojedinačnih vrijednosti u materijalu Israela.

Tabela 5

Ime	Vrsta sporta	apsolutni volumen u ccm	Relativni volumen volumena kg težine
Schneider, W.	Biciklizam	1400	18,6
Weidlich, H.	Trčanje na skijama	1395	17,9
Brüning, G.	Biciklizam	1380	18,1
Havenstein, G.	Maraton	1380	19,1
Weissleder, M.	Biciklizam	1350	17,3
Czelnik, G.	Biciklizam	1340	17,7
Wiedemann, D.	Biciklizam	1315	17,3
Schur, G. -A.	Biciklizam	1280	17,4
Appler, L.	Biciklizam	1280	17,0
Schmidt, F.	Trčanje na duge pruge	1260	18,6

Najveće vrijednosti desetorice ispitanika između 471 pregledanih vrhunskih sportaša DDR (Israel).

Obzirom na to što se u Israelovim skupinama sportaša sa najvećim srcima (1100—1200 ccm i preko 1200 ccm) nalaze sportaši pripadnici raznih sportova, teško je vjerovati da bi jedna od njegovih skupina, vrlo vjerovatno biciklisti, imali u prosjeku veći volumen od naših vaterpolista.

Naravno da se naše sugestije za određenu korekciju do sada prihvaćenog stanovišta u pogledu najvećih vrijednosti volumena srca odnose samo na apsolutne vrijednosti. S obzirom da su vaterpolisti, a i veslači, sportaši velikih antropometrijskih dimenzija,⁴ to vrijednosti relativne veličine kod naših ispitanika (veslači i vaterpolisti) dolaze iza biciklista, a ispred ostalih sportaša u Reindellovom materijalu. Uspoređujući naše rezultate sa rezultatima Israela (tabela 5)⁶ vidimo da se u pogledu relativne veličine srca naši ispitanici nalaze negdje u sredini u odnosu na sve ostale sportaše.

Tabela 6

Volumen srca u ccm	n
600 — 699	50
700 — 799	72
800 — 899	90
900 — 999	95
1000 — 1099	94
1100 — 1200	93
1200	31

Relativna veličina srca volumen	n
Težina u kg	
10 — 10,99	51
11 — 11,99	77
12 — 12,99	92
13 — 13,99	93
14 — 14,99	59
15 — 15,99	54
16 — 17	32
> 17	13

Distribucija apsolutnog i relativnog volumena srca volumen kod 471-og sportaša (Israel)⁶ težina tijela

Da li su velike vrijednosti veličine srca koje smo našli samo slučajni nalaz ili se one mogu očekivati i kod drugih vaterpolista? Znamo da je volumen srca kod sportaša ovisan u osnovi od dva faktora: od veličine potrošnje kisika u toku sportskog napora i njegovog trajanja, kao i veličine tijela, tj. visine i težine. Što jedan napor traži veće količine kisika, to će podražaj srca biti veći i ono će se više povećati. Što je sportaš viši i teži, to će mu već početna veličina srca biti veća. Prema tome, moramo najveće apsolutne volumene srca tražiti kod sportova koji ispunjavaju oba ta uvjeta, a mislimo da rijetko koji sport to čini više od vaterpola. Ne raspolazemo, doduše, egzaktnim vrijednostima kolika je potrošnja kisika kod vaterpolista u toku igre. Poznavajući tu igru, a imajući u vidu činjenicu da se vaterpolisti kreću u vodi koja stvara otpor, te da se i za vrijeme nekretanja u vodi moraju aktivnim radom mišića održavati na površini, možemo pretpostaviti da je napor, a prema tome i potrošak kisika, ogroman. Što se tiče veličine tijela, to ćemo prosjeke koje smo mi dobili — visina 185,4 cm i težina 87,5 kg. naći možda samo još kod košarkaša (visina) i odbojkaša (visina), te nekih atetskih disciplina (na pr. skok u vis). Budući da su, međutim, opterećenja u tim sportovima, osobito u odbojci znatno manja nego kod vaterpola, a kod sportova s velikim, odnosno dugotrajnim opterećenjima (trčanje na duge pruge, biciklistika) su opet dimenzije tijela malene, možemo potpuno opravdano očekivati kod vaterpolista najveće apsolutne vrijednosti volumena srca, veće nego kod drugih vrsta sportova. Pri tome vjerojatno i voda igra određenu ulogu. Voda, kako smo rekli, stvara otpor pri kretanju, a s druge strane ona je možda jedini mogući agens koji omogućuje osobama tjelesnih dimenzija i proporcija vaterpolista, da vrše napore takvog intenziteta i trajanja koji mogu dovesti do tolikog povećanja srca. Oni po svojim biometrijskim osobinama (velika apsolutna visina, velika apsolutna i relativna težina) ne bi bili u mogućnosti da se kao vrhunskim sportom bave trčanjem na duge pruge ili biciklistikom, već im je voda vjerojatno jedini medij koji im omogućuje uspon do vrhunskog sporta, kao i vršenje

tako intenzivnih napora koji dovode do maksimalnog povećanja srca. Veslačima čamci omogućuju posjedovanje tako relativno velike tjelesne mase, koja im je opet potrebna za pokretanje čamca, tj. veslanje. Oni se, sa ovakvim biometrijskim osobinama, ne bi mogli uspješno baviti drugim sportovima izdržljivosti (trčanje na duge pruge, biciklizam), već nalaze uspjeha u sportu u kojem sportska sprava (čamac) nosi njihovu težinu.

Slijedeća značajka našeg rada jeste da smo našli pojedinačne gornje granične vrijednosti volumena srca kako kod sportaša tako i sportašica koje predstavljaju najveće do sada opisane vrijednosti u svjetskoj literaturi.^{2, 18.}

Najveći apsolutni volumen srca našli smo kod jednog jugoslavenskog vaterpolo reprezentativca, koji je sudjelovao na četiri olimpijade (1960, 1964, 1968 i 1972 godine). Njegov volumen srca iznosio je 1700 ml, što je daleko više nego dvostruka vrijednost za muškarca nespportaša. Treba međutim napomenuti da se radi o veoma velikom sportašu teškom 109,8 kg, koji bi i bez sportske aktivnosti imao srce veličine 1100 — 1150 ccm. Već prvi puta kod nas (20. 2. 1960) imao je srce veliko 1290 ccm. Ono se postepeno povećavalo kako slijedi: 1360 (8. 4. 1961), 1460 (17. 12. 1961), 1510 (17. 1. 1963) i konačno 1700 (15. 12. 1963). Od tada pa do danas srce se nije više povećavalo.

Međutim, nekako u isto vrijeme Hollmann⁴ je našao kod biciklista R. van Steenbergen-a volumen srca koji je također iznosio 1700 ccm. U usmenom saopćenju, Hollmann⁵ smatra da je taj volumen zapravo i veći jer je on primijenio jednu stariju tehniku kod koje se uzimala veća količina barijeve paste, pa on pretpostavlja da je ta barijeva pasta nešto potisnula srce.⁷

Tabela 7

Autor	Vrsta sporta	volumen srca u ccm	Težina tijela u kg.	Maksimalni pri- mitak kisika u ccm
Medved ^{2,18}	vaterpolo	1700	109,8	5450
Hollmann ⁴	biciklizam	1700		6000
Reindell ³⁰	biciklizam	1460	78,3	
Israel ⁶	biciklizam	1460	87,0	5750

Tabela 7 — Nekoliko najvećih volumena srca sportaša nađenih u svjetskoj literaturi

Najveća apsolutna veličina srca koju smo našli kod sportašice iznosi 1150 ccm. Ovu smo vrijednost nedavno našli kod A. B., jugoslavenske reprezentativne plivačice, članice olimpijske momčadi 1968 u Meksiku i u pripremama za München 1972. godine I u ovom slučaju radi se o relativno voluminoznoj sportašici (78kg.). Veliki volumen tijela uvjetuje već konstitucionalno veće srce, a težina joj kao plivačici ne smeta, jer usporedo sa povećanjem težine tijela povećava se i masa isti-

snute vode, a za toliko se težina tijela smanjuje. Štaviše, veća naslaga potkožne masti koju nalazimo kod plivača smanjuje specifičnu težinu tijela i time povećava plovnost, što je za plivanje od eminentne važnosti.

U tabeli br. 8 donosimo uporedo uz naše vrijednosti i neke podatke o najvećim volumenima srca kod sportašica u ostalim zemljama. Ove smo podatke dobili putem ličnih saopćenja (Reindell,¹² Hollmann.⁵ Israel⁷).

Tabela 8

Autor	volumen srca u ccm	težina u kg	Relativni volumen srca u vol. u ccm	Maksimalni primitak kisika u ccm	Relativni maksimalni primitak kisika u težini na kg	
Plivačica A. B.	Medved	1150	78,0	14,9	4630	59,4
Veslačica	Israel ⁷	1090	84,0	12,9	4300	51,2
Srednje prugašica	Hollman ⁵	1090			4750	
Biciklistkinja	Israel ⁷	980	63,6	15,6	4400	69,8
Srednje prugašica N. V.	Medved	960	57,0	16,8	3260	67,3

Tabela 8 — Volumen srca, tjelesna težina, relativni volumen srca ($\frac{\text{vol. u ccm}}{\text{tež. u kg}}$), maksimalni primitak kisika, relativni primitak kisika ($\frac{\text{max. O}_2 \text{ u ccm}}{\text{tež. u kg}}$) kod naše

plivačice A. B. Također najveći apsolutni volumen srca jedne veslačice (Israel), jedne srednjoprugašice evropske rekorderke na 800 i 1500 m (Hollmann), jedne biciklistkinje (Israel) i naše srednjoprugašice bivše svjetske rekorderke V. N. na 800 m.

Na temelju podataka tabela 7 i 8 možemo zaključiti da je srce kod sportaša oba spola doseglo vrijednosti volumena neslučenih razmjera. Ovo se povećanje može međutim smatrati normalnom funkcionalnom adaptacijom na povećane potrebe minutnog volumena odnosno kisika.

Razlika u najvećem volumenu nađenog kod sportaša 1700 ccm i kod sportašice 1150 ccm izgleda realna, ako imamo u vidu poznate konstitucionalne i morfološke karakteristike muškaraca i žena. Činjenica da su žene za 12% u prosjeku lakše od muškaraca, a težina srca im je čak za 25% niža od težine srca muškarca, uvjetuje da i u povećanju volumena sportskog srca žene relativno zaostaju za muškarcima.

Imajući u vidu stalni trend porasta intenziteta i kvaliteta treninga, mogu se u budućnosti očekivati i veće apsolutne vrijednosti volumena srca od onih do sada registriranih i opisanih u ovom radu. Može se očekivati da će se najveće vrijednosti veličine srca naći upravo kod najkvalitetnijih sportaša-olimpijskih pobjednika i svjetskih rekordera (naravno samo u disciplinama u kojima je aerobna sposobnost odlučujuća). Jugoslavenski sportaši tzv. sportskih disciplina izdržljivosti ne nalaze se, međutim, u vrhu svjetske elite. Kako možemo onda tumačiti činjenicu da smo upravo mi registrirali ove najveće vrijednosti volumena srca kod sportaša?

Razlog leži u tome, što smo mi sistematski pratili dvije sportske discipline, čija je karakteristika da se aktivnost provodi u vodi. To su vaterpolo i plivanje. U vaterpolu se nalazimo u samom vrhu svjetske elite, a u plivanju smo kod žena u vremenu između Olimpijade u Meksiku i Münchenu imali također zapažene rezultate.

Zahvaljujući vjerojatno činjenici da je jugoslavenska rasa visoka rasta, kao i da je u našoj zemlji jako razvijen vaterpolo, kao i svi ostali »vodeni« sportovi, među njima i plivanje, našli smo kod nas i najveće apsolutne vrijednosti volumena srca kod zdravog sportaša i zdrave sportašice.

Konačno, ne treba se ispustiti iz vida, da smo mi relativno rano uveli volumetriju u listu metoda pretrage vrhunskih sportaša, s razloga što je volumen srca u odnosu na maksimalno mogući primitak kisika veoma dobar pokazatelj funkcionalnog statusa sportaša. Primijenjujući ovu metodu sistematski kroz dugi niz godina uspjelo nam je naći ove visoke vrijednosti, koje su vjerojatno u svijetu prevaziđene, samo nisu registrirane.

5. ZAKLJUČAK

Pojam »sportsko srce« opisan je po prvi puta 1899 godine (Henschen, Williams i Arnold). Dimenzije volumena sportskog srca povećale su se uporedo sa povećanjem intenziteta i trajanja treninga te uporedo sa poboljšanjem funkcionalnih sposobnosti kardiovaskularnog sistema. Prema donedavno priznatom shvaćanju najveća povećanja apsolutnog volumena srca nalaze se kod biciklista. Na temelju naših ispitivanja provedenih na skupini najboljih jugoslavenskih vaterpolista, smatramo da treba ovo shvaćanje korigirati u tom smislu, što se najveće vrijednosti apsolutnog volumena srca nalaze kod vaterpolista. Prosjek volumena srca naših ispitanika vaterpolista iznosio je 1214 ± 22 ccm. Kao uzroke ovako velikog povećanja srca kod vaterpolista nalazimo slijedeće:

— velik intenzitet napora u vaterpolo igri, pri čemu se aktivira ogromna masa skeletne muskulature

— neobično velike antropometrijske dimenzije vaterpolista, što uslovljava veliku tjelesnu masu, a veličina je srca upravo proporcionalna sa tjelesnom masom. Činjenica što se vaterpolo igra u vodi, omogućuje sportašima tih velikih dimenzija da vrše napore istrajnosti, što kod njih vodi do daljnjeg povećanja već konstitucionalno povećanog srca.

U našem materijalu našli smo do sada opisane i najveće pojedinačne vrijednosti apsolutnog volumena srca kod jednog sportaša i jedne sportašice. Tako smo kod jednog vaterpoliste našli volumen srca od 1700 ccm, a kod jedne sportašice volumen srca od 1150 ccm. Ovo su najveće do sada opisane vrijednosti u literaturi.

6. LITERATURA

1. Astrand, P. O. Physiological Aspect on Cross Country Skiing at the high Altitudes. *J. Sports Medicine and Physical Fitness*, 1963, 3, 1, 51—60.
2. Friedrich, V. i R. Medved Das größte registrierte absolute Herzvolumen eines gesund Leistungssportles. *Medizin und Sport*, 1965, 5, 2, 68—70.
3. Henschen, S. W. Skilauf und Skiwetlauf, eine medizinische Sportstudie. *Mitteilungen aus der Med. Kl. in Upsala*, 1899, 2, 15.
4. Hollmann, W. Körperliches Training las Prävention von Herz-Kreislauf-Krankheiten. *Hipokrates Verlag Stuttgart*, 1965.
5. Hollmann, W. Lično saopćenje
6. Israel, S. Sport, Herzgröße und Herz-Dynamik. *J. A. Barth Verlag, Leipzig*, 1968.
7. Israel, S. Lično saopćenje
8. Ivančić, R. i R. Medved Kardiovaskularne bolesti kod uzrok zabrane sportske aktivnosti. *Zbornik radova prvog jug. simp. kardiovask. siste, i sport, Zrenjanin*, 1970, 355—357.
9. Jokl, E., A. M. Frucht, M. J. Karwonen, D. C. Seaton i P. Jokl Sportmedicine, *Ann N. Y. Aced. Sci.*, 1966, 134, 12, 908—920.
10. Kahlstorf, A. Möglichkeiten und Ergebnisse röntgenologischer Herzvolumenbestimmungen. *Klin. Wschr.*, 1938, 17, 3, 233—242.
11. Medved, R. Slučaj WPW sindroma kod vrhunskih sportaša. *Liječnički vjesnik*, 1959, 81, 9—10, 679—682.
12. Medved, R. O nekim osobitostima kardiovaskularnog sistema kod sportaša i teških fizičkih radnika. *Liječnički vjesnik*, 1960, 82, 4, 329—336.
13. Medved, R. Osjetljivost povećanog srca sportaša na pomanjkanje kisika. *Disertacija, Zagreb*, 1961.
14. Medved, R. Body Height Predisposition for Certain Sports. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 1966, 6, 2, 89—91.
15. Medved, R. Noviji pogledi na povećano srce sportaša. *Liječnički vjesnik*, 1968, 90, 6, 507—519.
16. Medved, R. Prividno bolesni na srcu. *Liječnički vjesnik*, 1970, 92, 10, 1117—1130.
17. Medved, R. Interesantni kazuistički prikazi iz sportskomedicinske kardiološke prakse. *Zbornik radova prvog Jug. simp. kardiovask. sistem i sport, Zrenjanin*, 1970, 326—331.
18. Medved, R. i V. Friedrich Najveće do sada zapaženo sportsko srce. *Liječnički vjesnik*, 1964, 86, 7, 843—847.
19. Medved, R. i V. Friedrich Dimension du coeur chez les jouer de water-polo. *Proceeding of the I. er Congress Europeen de Med. Sport, Pumon, respiration of sport, Prague*, 1965, 506—508.
20. Medved, R., V. Horvat i V. Pavišić Osebenosti kardiovaskularnog sistema veslača i vaterpolista. *Zbornik radova prvog Jug. simp. kardiovask. sistem i sport, Zrenjanin*, 1970, 57—61.
21. Medved, R., V. Hrvat, Ž. Barbir i K. Štuka Prividna elektrokardiografska slika ishemije kod vrhunskog sportaša. *Liječnički vjesnik*, 1971, 93, 8, 903—910.
22. Medved, R. i V. Pavišić Oarsmen and Water-polo Players Sportsman with the largest Hearts. *Proceedings of the XVI World Sports Medicine Congress, Hannover*, 1966.

23. Medved, R. i V. Pavišić Osvrt na olimpijske igre — Meksiko 1968. Liječnički vjesnik, 1969, 91, 2, 211—214.
24. Medved, R. i V. Pavišić To wich limit Valeus has the Athlete's Heart englarged. (u štampi).
25. Medved, R., V. Pavišić i V. Horvat Einige biometrische und physiologische an unseren Spitzenrudern. Sportarzt und Sportmedizin, 1967, 15, 5, 2, 204—207.
26. Mellerovicz, H. i G. Hansen Sauerstoffkapazität und andere Spiroergometrische Maximalwerte der Ruder — Olympiasieger im Viern mit st. (von Merliner Ruder-Club. Sportarzt und Sportmedizin, 1965, 16, 8, 188—192.
27. Mellerowicz, H. Lično saopćenje.
28. Nowacki, P., R. Krause, K. Adam i M. Rulffs Überdier Cardio-pulmonale Leistungsfähigkeit des Deutschlandsachter yor seinem Olympiasieg 1968. Sportarzt und Sportmedizin, 1971, 22, 10, 227—235.
29. Reindell, H., R. Weyland, E. Über Anpassungsvorgänge und Schädigungsmöglichkeiten beim Sportherzen. Schweiz. Zschr. Sportmed., 1953, 1, 2, 97—125.
30. Reindell, H. i sur Herz, Kreislaufkrankheiten und Sport. J. A. Barth Verlag, München, 1960.
31. Reindel, H., K. König i H. Roskamm Funktionsdiagnostik desunden und kranken Herzens. Georg Thieme Verlag, 1967.
32. Reindell, H. Lično saopćenje.
33. Rohrer, F. Volumbestimmung von Körperhöhlen und Organen auf ortodiagraphschen Wege. Fortschr. Röntgenstr., 1916—17, 24, 5, 285—296.
34. Steinhaus, A. Toward and Unerstanding of Hearth and Physical Education. Brown Education Series, Chicago, 1963.
35. Williams H. i H. D. Arnold The Effects of violend and prolonged Exercise upon the Heart. Phila. Med. Journal, 1899, 3, 12, 1233—1249.
36. Van Liere, E. J. The Question of Cardiac Hypertrophy. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 1971, 11, 4, 246—251.