

Institut za prevenciju, lečenje i rehabilitaciju  
reumatičkih i kardiovaskularnih bolesti, Niška Banja<sup>1</sup>  
Kliničko-bolnički centar "Bežanijska kosa", Beograd<sup>2</sup>

Stručni članak  
Professional article  
UDK 616.127-007.61-07  
DOI:10.2298/MPNS0804178D

## PROCENA FUNKCIJE HIPERTROFIČNOG MIOKARDA LEVE KOMORE KOD SPORTISTA I BOLESNIKA SA HIPERTENZIJOM

### EVALUATION OF MYOCARDIAL FUNCTION IN THE PRESENCE OF LEFT VENTRICULAR HYPERTROPHY IN ATHLETES AND HYPERTENSIVE PATIENTS

Marina DELJANIN-ILIĆ<sup>1</sup>, Stevan ILIĆ<sup>1</sup>, Dragan ĐORĐEVIĆ<sup>1</sup>, Marija ZDRAVKOVIĆ<sup>2</sup> i Vladimir ILIĆ<sup>1</sup>

**Sažetak** - Hipertrofija miokarda leve komore može da bude fiziološka ili patološka pojava. Razlikovanje ova dva tipa hipertrofije nije uvek jednostavno i predstavlja dijagnostički izazov. Cilj rada bio je da se ispita globalna dijastolna i regionalna sistolna i dijastolna funkcija hipertrofičnog miokarda leve komore kod sportista i bolesnika sa hipertenzijom. Ispitivanjem je obuhvaćeno 18 bolesnika sa arterijskom hipertenzijom i 14 sportista. Kod svih ispitanika, globalna dijastolna funkcija leve komore i regionalna sistolna i dijastolna funkcija miokarda septuma i zadnjeg zida, ispitana je primenom pulsno tkivnog doplera. Indeks mase leve komore i ejekciona frakcija leve komore, nisu se značajno razlikovale između ispitivanih grupa. Kod bolesnika sa hipertenzijom registrovana je dijastolna disfunkcija leve komore, dok je kod sportista dijastolna funkcija očuvana (razlika između grupa  $P < 0,00001$ ). Indeks regionalne dijastolne funkcije kako septuma, tako i zadnjeg zida, značajno je manji u grupi bolesnika sa hipertenzijom nego u grupi sportista ( $P < 0,00001$  za oba). I pored nalaza očuvane sistolne funkcije leve komore kod svih ispitanika, regionalna sistolna funkcija septuma i zadnjeg zida, značajno je manja kod bolesnika sa hipertenzijom, nego kod sportista ( $P < 0,02$  za oba). Rezultati rada pokazuju značajno manju globalnu dijastolnu i regionalnu sistolnu i dijastolnu funkciju hipertrofičnog miokarda kod bolesnika sa arterijskom hipertenzijom u odnosu na hipertrofični miokard leve komore kod sportista. Dobijeni nalazi jasno odvajaju fiziološki od patološkog tipa hipertrofije miokarda leve komore.

**Ključne reči:** Hipertrofija leve komore; Srce + patofiziologija; Sport; Hipertenzija; Dijastola; Dopler ultrasonografija

#### Uvod

Hipertrofija miokarda leve komore (HMLK) uslovljena fizičkim treningom fiziološka je pojava i predstavlja kompenzatorni mehanizam za povećano opterećenje leve komore. Nasuprot fiziološkoj, patološka HMLK kod bolesnika sa arterijskom hipertenzijom nosi rizik za nepovoljne kardiovaskularne događaje [1,2]. Razlikovanje patološke od fiziološke HMLK, posebno kod osoba bez simptoma bolesti, nije uvek jednostavno i predstavlja dijagnostički izazov [3]. Dijametri leve komore, debljina njenih zidova, masa leve komore i dijastolna funkcija leve komore procenjena pulsni doplerom iz transmitalnog protoka, standardni su ehokardiografski parametri za određivanje tipa HMLK. Zahvaljujući tehnološkom razvoju tokom poslednjih godina, nastale su nove ehokardiografske tehnike, kao što su tkivni dopler i regionalna kvantifikacija deformacije miokarda, čijom primenom se mogu izmeriti male brzine pokreta miokarda [4,5]. Primena tkivnog doplera pruža značajne podatke o globalnoj funkciji leve komore i obezbeđuje uvid u regionalnu, kako sistolnu tako i dijastolnu funkciju [6]. Ovim se otvaraju nove mogućnosti jednostavnije i preciznije procene funkcije leve komore, a time i razlikovanje patološke od fiziološke HMLK, što ima poseban značaj kod osoba koje su izložene ponavljanim, velikim fizičkim naporima tokom treniranja i/ili takmičenja.

Cilj rada bio je da se ispita globalna dijastolna i regionalna sistolna i dijastolna funkcija hipertro-

fičnog miokarda leve komore kod sportista i bolesnika sa hipertenzijom metodom tkivnog doplera.

#### Materijal i metode

Ispitivanjem je obuhvaćeno 32 ispitanika muškog pola, od čega 18 osoba sa arterijskom hipertenzijom (H grupa; prosečne starosti  $39,7 \pm 7,6$  godina) i 14 vrhunskih sportista, čiji su treninzi i takmičarski sport vezani za dominantno statički tip napora ( dizači tegova i bodi bilderi; S grupa; prosečne starosti  $26,3 \pm 3,1$  godina). Svi ispitanici imali su koncentričnu hipertrofiju miokarda leve komore i normalnu vrednost ejekcione frakcije leve komore, prema kriterijumima Evropskog udruženja za hipertenziju [7]. Ispitanici sa atrijalnom fibrilacijom, ishemijskom bolešću srca, kardiomiopatijama, oboljenjem ventila, isključeni su iz studije. Dvadeset i četiri sata pre istraživanja, ispitanici nisu uzeli medikamentnu terapiju. Protokol studije odobrio je Etički odbor Instituta, a ispitanici su dali saglasnost da učestvuju u istraživanju.

Svim ispitanicima urađen je standardni ehokardiografski pregled kao i pregled metodom pulsno tkivnog Dopplera (PW TDI), ehokardiografskim aparatom *Acuson Sequoia C256 (Mountain View, CA, USA)*. Masa leve komore izračunavana je po Penn metodi [8] i indeksirana visinom (*Cornell* modifikacija) [9]. Ejekciona frakcija leve komore određivana je primenom modifikovanog Simpsonovog pravila [10].

**Skracenicice**

|      |                                                         |
|------|---------------------------------------------------------|
| HMLK | - hipertrofija miokarda leve komore                     |
| VE   | - maksimalna brzina anulusa tokom ranog punjenja        |
| VA   | - maksimalna brzina anulusa tokom atrijalne kontrakcije |
| Vs   | - maksimalna brzina miokarda tokom sistole              |
| Ve   | - maksimalna brzina miokarda tokom rane dijasole        |
| Va   | - maksimalna brzina miokarda tokom kasne dijasole       |

Globalna dijasolna funkcija leve komore određivana je iz pokreta mitralnog anulusa sa apikalnom pozicijom sonde iz preseka četiri srčane šupljine. Merene su maksimalne brzine anulusa tokom ranog punjenja (VE) leve komore i tokom atrijalne kontrakcije (VA) i izračunavan je njihov odnos VE/VA. Regionalna sistolna i dijasolna funkcija miokarda određivana je iz parasternalnog poprečnog preseka leve komore, postavljanjem uzorka PW TDI u septum i zadnji zid. Merene su maksimalne brzine miokarda tokom sistole (Vs), rane (Ve) i kasne (Va) dijasole i izračunavan je njihov odnos Ve/Va. Sva merenja urađena su u najmanje tri srčana ciklusa i prikazana kao njihova srednja vrednost. Globalna dijasolna disfunkcija definisana je odnosom VE/VA < 1, a regionalna disfunkcija odnosom Ve/Va < 1 [11]. S obzirom da do sada nisu definisane normalne vrednosti regionalne sistolne funkcije hipertrofičnog miokarda, mi smo za normalne vrednosti uzeli izmerene srednje vrednosti (u septumu ili zadnjem zidu)  $\pm$  dve standardne devijacije kod sportista.

Za parametrijska obeležja izračunavane su aritmetička sredina i standardna devijacija. Značajnost razlika pojedinih obeležja između grupa izračunavana je Studentovim t testom.

**Rezultati**

Prosečna vrednost indeksa mase leve komore nije se statistički značajno razlikovala između ispitivanih grupa, kao ni ejekciona frakcija leve komore (Tabela 1). Starost ispitanika H grupe bila je veća nego sportista, međutim, da bi se razlika u godinama smanjila, kao i da bi se izbegao uticaj starenja na funkciju leve komore, u studiju nisu uključeni bolesnici stariji od 50 godina.

**Tabela 1.** Ehokardiografski parametri leve komore kod ispitivanih grupa

**Table 1.** Echocardiographic parameters of left ventricle in examined groups

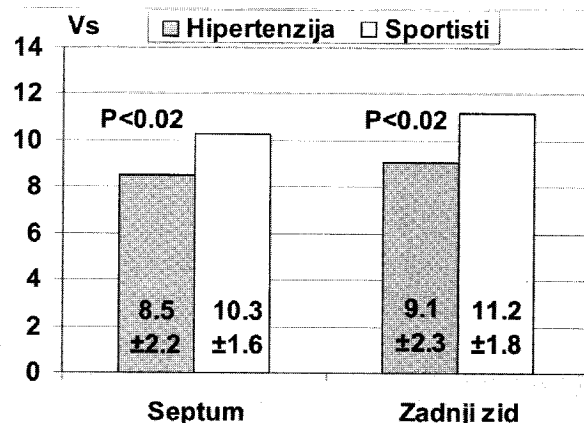
| Parametar<br>Parameter   | Arterijska hipertenzija<br>Hypertensives | Sportisti<br>Athletes | P       |
|--------------------------|------------------------------------------|-----------------------|---------|
| LVMI (g/m <sup>2</sup> ) | 149,8 $\pm$ 22,7                         | 136,2 $\pm$ 12,9      | NS      |
| EF (%)                   | 66,4 $\pm$ 5,1                           | 67,2 $\pm$ 4,7        | NS      |
| VE/VA                    | 0,95 $\pm$ 0,24                          | 1,75 $\pm$ 0,33       | 0,00001 |

LVMI - indeks mase leve komore; EF - ejekciona frakcija leve komore; VE/VA - indeks globalne dijasolne funkcije leve komore; NS - neznačajno signifikantno

LVMI - left ventricular mass index; EF - ejection fraction of left ventricle; VE/VA - index of global left ventricle diastolic function; NS - non significant

Analiza pokreta mitralnog anulusa tokom dijasole pokazala je normalnu globalnu dijasolnu funkciju leve komore u grupi sportista (VE/VA = 1,75), a postojanje dijasolne disfunkcije u grupi bolesnika sa arterijskom hipertenzijom (VE/VA = 0,95). Odnos VE/VA je statistički značajno veći ( $P < 0,00001$ ) kod sportista nego kod bolesnika sa hipertenzijom (Tabela 1).

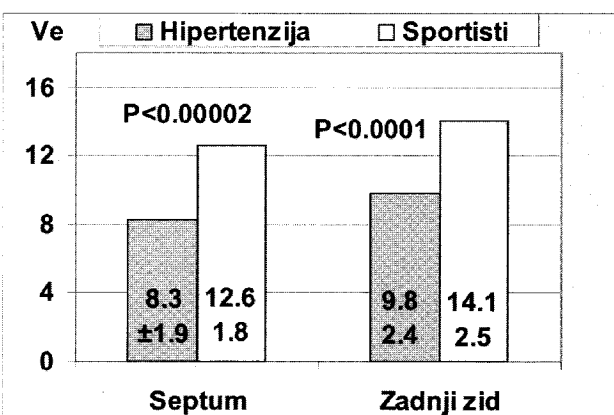
Brzina miokarda u sistoli, kako u septumu tako i u zadnjem zidu statistički je značajno veća ( $P < 0,02$  za oba) kod sportista nego kod bolesnika sa arterijskom hipertenzijom (Grafikon 1). Granična vrednost za sistolnu disfunkciju miokarda septuma



**Grafikon 1.** Miokardne brzine tokom sistole u septumu i zadnjem zidu kod bolesnika sa hipertenzijom i kod sportista

**Graph 1.** Myocardial velocity in systole of septum and posterior wall in hypertensive patients and in athletes

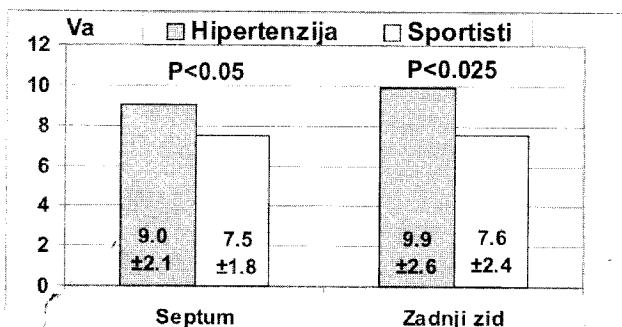
Vs - miokardna brzina u sistoli/myocardial velocity in systole iznosila je 7,1 cm/s, a za zadnji zid 7,6 cm/s. Iz grupe od 18 bolesnika sa arterijskom hipertenzijom,



**Grafikon 2.** Miokardne brzine tokom rane dijasole u septumu i zadnjem zidu kod bolesnika sa hipertenzijom i kod sportista

**Graph 2.** Myocardial velocity in early diastole of septum and posterior wall in hypertensive patients and in athletes

Ve - brzina miokarda u ranoj dijasoli/myocardial velocity in early diastole



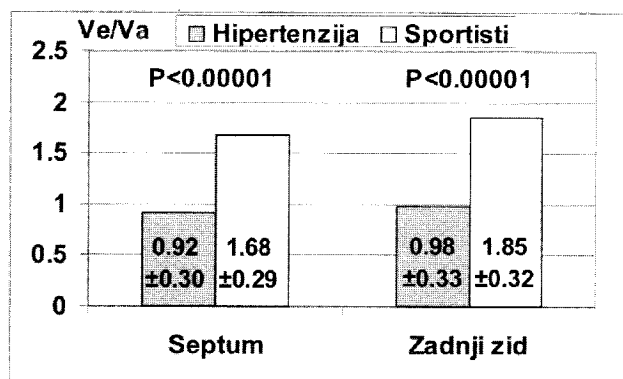
**Grafikon 3.** Miokardne brzine tokom kasne dijastole u septumu i zadnjem zidu kod bolesnika sa hipertenzijom i kod sportista

**Graph 3.** Myocardial velocity in late diastole of septum and posterior wall in hypertensive patients and in athletes  
Va - myocardial velocity in late diastole

sistolna disfunkcija septuma i/ili zadnjeg zida registrovana je kod 8 (44,4%) bolesnika.

Brzina miokarda tokom rane dijastole, merena u septumu i zadnjem zidu, statistički je značajno manja u grupi bolesnika sa arterijskom hipertenzijom nego u grupi sportista ( $P<0,00002$  i  $P<0,0001$ ; Grafikon 2). Vrednost miokardne brzine tokom kasne dijastole statistički je značajno veća kod bolesnika sa hipertenzijom no u sportista i to, kako u septumu ( $P<0,05$ ) tako i zadnjem zidu ( $P<0,025$ ; Grafikon 3).

U grupi sportista registrovane su normalne vrednosti indeksa regionalne dijastolne funkcije, kako septuma ( $Ve/Va = 1,68$ ) tako i zadnjeg zida ( $Ve/Va = 1,85$ ), dok je kod bolesnika s arterijskom hipertenzijom registrovano postojanje regionalne dijastolne disfunkcije i u septumu ( $Ve/Va = 0,92$ ) i u zadnjem zidu ( $Ve/Va = 0,98$ ). Razlika u dijastolnoj funkciji miokarda septuma i zadnjeg zida između ispitivanih grupa statistički je značajna ( $P<0,00001$



**Grafikon 4.** Indeks regionalne dijastolne funkcije septuma i zadnjeg zida kod bolesnika sa hipertenzijom i kod sportista

**Graph 4.** Index of regional diastolic function of septum and posterior wall in hypertensive patients and in athletes  
Ve/Va - indeks regionalne dijastolne funkcije/index of regional diastolic function

za oba; Grafikon 4). Kod svih bolesnika sa hipertenzijom registrovana je dijastolna disfunkcija septuma i/ili zadnjeg zida.

## Diskusija

Danas, zahvaljujući usavršavanju ehokardiografske tehnike, otvaraju se nove mogućnosti za bolje razumevanje anatomije i funkcije miokarda, a time i razlikovanje fiziološke od patološke hipertrofije miokarda leve komore. Razvoj metode pulsno tkivnog doplera omogućio je preciznije određivanje kako globalne dijastolne funkcije leve komore, tako i kvantifikaciju regionalne sistolne i dijastolne funkcije miokarda [12]. Di Bello i saradnici su zapazili da je ova metoda vrlo senzitivna za otkrivanje abnormalnosti relaksacione faze leve komore kod osoba kod kojih još nije došlo do razvoja morfoloških promena šupljine leve komore i debljine zidova, a imaju arterijsku hipertenziju tokom više godina [13]. Iako se u našoj studiji, ispitivane grupe nisu značajno razlikovale u pogledu indeksa mase leve komore, kod bolesnika sa hipertenzijom registrovali smo postojanje dijastolne disfunkcije leve komore ( $VE/VA<1$ ), a kod sportista očuvanu dijastolnu funkciju leve komore. U grupi ispitanika sa arterijskom hipertenzijom, indeks globalne dijastolne funkcije leve komore ne samo da ukazuje na smanjenu dijastolnu funkciju, već je statistički značajno manji nego u grupi sportista. Ovo rano smanjenje dijastolne funkcije miokarda leve komore može da se objasni subendokardnom fibrozom koja je dokazana u hipertenzivnoj hipertrofiji leve komore [14-16]. Nasuprot hipertenzivnoj hipertrofiji miokarda, ehokardiografske studije potvrdile su koncept fiziološke hipertrofije leve komore kod sportista, s obzirom na nalaz normalnih vrednosti globalne sistolne i dijastolne funkcije [17-19]. Naši rezultati jasno su pokazali očuvanost dijastolne i sistolne funkcije hipertrofičnog miokarda u grupi sportista.

U studiji smo registrovali značajno smanjenje rane dijastolne miokardne brzine u septumu i zadnjem zidu kod hipertenzivnih bolesnika u odnosu na sportiste, dok je kasna dijastolna brzina u septumu i zadnjem zidu bila veća kod hipertenzivnih bolesnika u odnosu na sportiste. Ovo ukazuje da atrijska kontrakcija u patološkom tipu hipertrofije leve komore delimično popravlja punjenje leve komore u kasnoj dijastoli povećanjem dijastolnog dijalmetra po kratkoj osi, a ne samo po longitudinalnoj osi, što je karakteristika zdravog i mladog srca [20], a što je i nađeno kod sportista u našoj studiji.

Analizom miokardnih brzina septuma i zadnjeg zida tokom sistole pokazali smo da su njihove vrednosti značajno manje u grupi ispitanika s arterijskom hipertenzijom nego kod sportista. Nalaz jasno ukazuje na smanjenu regionalnu sistolnu funkciju kod bolesnika s hipertenzijom, uprkos činjenici da su ovi bolesnici imali očuvanu globalnu sistolnu funkciju leve komore. Naši nalazi su u skladu sa rezultatima studije Tada i saradnika, koji su doka-

zali značajno manju maksimalnu sistolnu miokardnu brzinu zadnjeg zida po kratkoj osi kod bolesnika sa hipertenzivnom hipertrofijom u odnosu na ispitanike bez hipertrofije miokarda leve komore [21].

### Zaključak

Rezultati rada pokazuju značajno manju globalnu i regionalnu dijasolnu funkciju hipertrofičnog miokarda leve komore kod bolesnika sa arterijskom

hipertenzijom u odnosu na hipertrofični miokard leve komore kod sportista. U prisustvu očuvane sistolne funkcije leve komore, kvantifikacijom brzine miokarda, nađena je značajno manja regionalna sistolna funkcija miokarda septuma i zadnjeg zida kod bolesnika sa hipertenzijom u poređenju sa sportistima. Dobijeni rezultati ukazuju da kvantifikacija regionalne funkcije miokarda otvara nove mogućnosti za razlikovanje fiziološkog od patološkog oblika hipertrofije miokarda leve komore.

### Literatura

- Haider AW, Larson MG, Benjamin EJ, Levy D. Increased left ventricular mass and hypertrophy are associated with increased risk for sudden death. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:1454-9.
- Vasan RS, Larson MG, Benjamin EJ, Evans JC, Reiss CK, Levy D. Congestive heart failure in subjects with normal versus reduced left ventricular ejection fraction prevalence and mortality in a population-based cohort. *J Am Coll Cardiol* 1999;33:1948-55.
- Douglas SP, O'Toole LM, Katz ES, Ginsburg SG, Hiller BD, Laird HR. Left ventricular hypertrophy in athletes. *Am J Cardiol* 1997;80:1384-8.
- Pellerin D, Sharma R, Elliott P, Veyrat C. Tissue Doppler, strain, and strain rate echocardiography for the assessment of left and right systolic ventricular function. *Heart* 2003;89(Suppl III):iii9-iii17.
- Rovner A, de las Fuentes L, Waggoner DA, Memon N, Chohan R, Dávila-Román GV. Characterization of left ventricular diastolic function in hypertension by use of Doppler tissue imaging and color M-Mode techniques. *J Am Soc Echocardiogr* 2006;19(7):872-9.
- Deljanin Ilić M, Ilić S, Nikolić Lj, Đorđević D, Dimić A, Marinković D. Kvantifikacija regionalne miokardne funkcije u otkrivanju miokardne ishemije kod hipertenzivnih bolesnika. *Balneoclimatologia* 2003;27(2):181-6.
- Guidelines Committee. 2003 European society of hypertension: European society of cardiology guidelines for the management of arterial hypertension. *J Hypertens* 2003;21:1011-53.
- Devereux RB, Reichek N. Echocardiographic determination of left ventricular mass: anatomic validation of the method. *Circulation* 1977;55:613-8.
- de Simone G, Daniels SR, Devereux RB. Left ventricular mass and body size in normotensive children and adults: assessment of allometric relations and impact of overweight. *J Am Coll Cardiol* 1992;20:1251-60.
- Quinones MA, Waggoner AD, Reduto LA. A new simplified and accurate method for determining ejection fraction with two-dimensional echocardiography. *Circulation* 1981;64:744-53.
- Thomas JD, Wezman AE. Echocardiographic Doppler evaluation of left ventricular diastolic function: physics and physiology. *Circulation* 1991;84:977-90.
- Deljanin Ilić M, Ilić S, Tkivni. Doppler i regionalna kvantifikacija deformacije miokarda. *Balneoclimatologia* 2005;29:179-85.
- Di Bello V, Giorgi D, Pedrinelli R, Talini E, Palagi C, Delle Donne GM, et al. Left ventricular hypertrophy and its regression in essential arterial hypertension. *Am J Hypertens* 2004;17:882-90.
- Huysman JA, Vliegen HW, Van der Laarse A, Eulderink F. Changes in nonmyocyte tissue composition associated with pressure overload of hypertrophic human hearts. *Pathol Res Pract* 1989;184:577-81.
- Vatner SF, Hittinger L. Coronary vascular mechanisms involved in decompensation from hypertrophy to heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:34A-40A.
- Frohlich ED. Risk mechanisms in hypertensive heart disease. *Hypertension* 1999;34:782-9.
- Douglas PS, O'Toole ML, Hiller DB, Reichek N. Left ventricular structure and function by echocardiography in ultra endurance athletes. *Am J Cardiol* 1986;58:805-9.
- Pluim BM, Zwinderman AH, van der Laarse A, van der Wall EE. The athlete's heart: a meta-analysis of cardiac structure and function. *Circulation* 1999;100:336-44.
- Pelliccia A, Maron BJ, Spataro A, Proschan M, Spirito P. The upper limit of physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite athletes. *N Engl J Med* 1991;324:295-301.
- Oki T, Tabata T, Mishiro Y, Yamada H, Abe M, Onose Y, et al. Pulsed tissue Doppler imaging of left ventricular systolic and diastolic wall motion velocities to evaluate differences between long and short axis in healthy subjects. *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12:308-13.
- Tada T, Oki T, Abe M, Yamada H, Matsuoka M, Yamamoto T, et al. The role of short and long-axis function in determining late diastolic left ventricular filling in patients with hypertension: assessment by pulsed Doppler tissue imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15:1211-7.

### Summary

#### Introduction

Myocardial hypertrophy of the left ventricle may be of physiological or pathological nature. Distinction of these two types of hypertrophy is sometimes not easy and represents a diagnostic challenge. The aim of the study was to assess global diastolic and regional systolic and diastolic myocardial function in the presence of left ventricular hypertrophy in athletes and hypertensive patients.

#### Material and methods

In 18 male hypertensive patients and 14 male athletes global diastolic left ventricular function and regional systolic and diastolic myocardial function of septum and posterior wall were investigated by pulsed wave tissue Doppler imaging.

#### Results

Ejection fraction and left ventricle mass index did not differ significantly between two groups. Hypertensive patients were

found to have diastolic dysfunction while athletes had normal left ventricular diastolic function (the difference between the groups was  $P < 0.00001$ ). Index of regional diastolic function of septum as well as of the posterior wall was significantly less in hypertensive patients than in athletes ( $P < 0.00001$  for both). In spite of the normal global systolic function the regional systolic function of septum and posterior wall was significantly less in hypertensive patients than in athletes ( $P < 0.02$  for both).

#### Conclusion

The present results show significantly less global and regional diastolic function of hypertrophied myocardium in hypertensive patients than in athletes. In the presence of preserved left ventricular systolic function, the quantification of myocardial velocity revealed significantly lower regional systolic function of septum and posterior wall in hypertensive patients than in athletes.

**Key words:** Hypertrophy, Left Ventricular; Heart + physiopathology; Sports; Hypertension; Diastole; Ultrasonography, Doppler, Pulsed

Rad je primljen 12. III 2007.

Prihvaćen za štampu 27. III 2007.

BIBLID.0025-8105:(2008):LXI:3-4:178-182.