



## Left Ventricular Hypertrophy Due to Vigorous Physical Conditioning in Highly Trained Georgian Wrestlers and Football Players: Relationship with Aerobic Capacity

Kakhabrishvili Z, Akhalkatsi V, Maskhulia L & Chutkerashvili T.

To cite this article: Kakhabrishvili Z, Akhalkatsi V, Maskhulia L & Chutkerashvili T. (2011) Left Ventricular Hypertrophy Due to Vigorous Physical Conditioning in Highly Trained Georgian Wrestlers and Football Players: Relationship with Aerobic Capacity, International Journal of Wrestling Science, 1:1, 48-54, DOI: [10.1080/21615667.2011.10878919](https://doi.org/10.1080/21615667.2011.10878919)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/21615667.2011.10878919>



Published online: 15 Oct 2014.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 6



View related articles [↗](#)

# LEFT VENTRICULAR HYPERTROPHY DUE TO VIGOROUS PHYSICAL CONDITIONING IN HIGHLY TRAINED GEORGIAN WRESTLERS AND FOOTBALL PLAYERS: RELATIONSHIP WITH AEROBIC CAPACITY

Kakhabrishvili, Z, Akhalkatsi V, Maskhulia L, & Chutkerashvili, T.

Clinical Centre of Sports Medicine and Rehabilitation of Tbilisi State Medical University, Tbilisi, Georgia

zuraspportmed@yahoo.com

## ABSTRACT

Several adaptations of cardiac shape and function occur with athletic training to improve the heart's function as a pump and thereby increase aerobic capacity. Maximal oxygen consumption or  $VO_2\text{max}$  is regularly used as an index of physical fitness, but its relationship with left ventricular structural parameters remains unresolved. The aim of the study was to examine the effect of long-term intensive physical training on cardiac responses in highly trained athletes, wrestlers and football players, with different training regimens and reveal the structural parameter of the heart which better correlates with aerobic capacity. Highly trained male athletes, 51 wrestlers and 221 football players, and 48 healthy male sedentary controls underwent cardiovascular evaluation with medical history, physical examination, electrocardiogram, echocardiography and maximal oxygen uptake testing. The data indicate that highly trained male athletes had greater left ventricular internal dimension, left ventricular wall thickness, relative wall thickness, left ventricular mass and mass index than untrained male controls; they exhibit a higher value of maximal oxygen consumption compared to the untrained controls. Physiologic hypertrophy that occurs in the athletes is related to the intensity and duration of the exercise and is directly related to the fitness level or  $VO_2\text{max}$ . It was concluded that  $VO_2\text{max}$  is the variable that better correlates with the LVMI.

**KEY WORDS:** echocardiography, maximal oxygen consumption, left ventricular hypertrophy, aerobic capacity, left ventricular mass index, patterns of left ventricular geometry.

## INTRODUCTION

The ability to perform strenuous physical activity is, to a great extent, a multiorgan system phenomenon. While the response of the body to muscular exercise is dependent on the integrated functioning of each of the organ systems, the cardiovascular system plays a critical role in mediating vigorous activity. Several adaptations of cardiac shape and function occur with athletic training to improve the heart's function as a pump and thereby increase aerobic capacity (4). Maximal oxygen consumption or  $VO_2\text{max}$  is regularly used as an index of physical fitness. Sequence variations in mitochondrial DNA have been attributed to individual differences in  $VO_2\text{max}$  and the response to training, thus lending evidence that one's genetic propensity has an influence on training responses (2).

Oxygen uptake and cardiovascular adaptations to physical exercise are dependent on the intensity and the duration of training, but its relationship with left ventricular structural parameters remained unresolved. The aim of the study was to examine the effect of the long-term intensive physical training on cardiac responses in highly trained athletes, wrestlers and football players, with different training regimens and reveal the structural parameter of the heart which better correlates with aerobic capacity.

## METHODS

A group of highly trained male athletes was studied, 51 wrestlers (judo, Greco-Roman and freestyle wrestling), 221 football players (first squads of the Georgian National Football Championship) and 48 healthy male sedentary controls who did not exercise regularly. The age of the athletes ranged from 18 to 35 years (mean age  $22.81\pm 0.39$  years). The age of the controls ranged from 18 to 33 years (mean age  $23.04\pm 0.27$ ). The duration of sports activity for wrestlers was  $12.06\pm 0.60$  years and for football players was  $12.86\pm 0.26$  years. Of the 51 wrestlers, 35 had gained international recognition in the Olympic, World or European championships, among them 4 Olympic champions and 4 medalists, and 5 World champions and 9 medalists.

None of the studied subjects had any cardiac and/or vascular diseases on the basis of a negative medical history, physical examination, and electrocardiogram; all the athletes were normotensive and denied use of illicit drugs. Echocardiography was performed using SONOACE PICO (Medison) instrument with a 3MHz transducer. Images of the heart were obtained in multiple cross-sectional planes by using standard transducer positions (5).

The formula for calculation of left ventricular mass (LVM) for Penn-convention measurements, with the correction of Devereux (1) was:  $LVM=1.04 \times [(IVS+PWT+EDD)^3-EDD^3]-13.6$  (g) In which IVS-interventricular septal thickness, PWT-posterior wall thickness, and EDD is left ventricular end-diastolic dimension. Left ventricular mass index (LVMI) was calculated by normalization of LVM to body surface area. Relative wall thickness (RWT) was calculated as the ratio of the average of left ventricular septal and posterior free-wall thicknesses to the radius of the internal ventricular cavity (3). Four patterns of left ventricular geometry were defined based on the cut-off value for LVMI of 124 g/m<sup>2</sup> and RWT of 0.44, according to previously defined criteria (6): 1) concentric hypertrophy (increased LVMI and RWT); 2) eccentric hypertrophy (increased LVMI and normal RWT); 3) concentric remodeling (normal LVMI and increased RWT); and 4) normal geometry (normal LVMI and normal RWT). An incremental cycle ergometer test (Cardiette, Italy) until exhaustion was performed to determine maximal oxygen consumption. Incremental load of 20W/min was used. Ventilatory parameters were continuously measured breath-by-breath using a metabolic analyzer (MedGraphycs VO2000) during the maximal test.

The mean values and the standard deviations for the normally distributed data were calculated using descriptive statistics. Differences between means were assessed by using unpaired or paired Student t-test where appropriate. A two-tailed p value less than 0.05 was considered statistically significant.

## RESULTS

In highly trained athletes the intensive exercise program was associated with cardiac morphologic changes and different patterns of left ventricular hypertrophy. Echocardiographic parameters are shown in Table 1. LV internal dimension and interventricular septum thickness in diastole were significantly greater in footballers than wrestlers. LV posterior wall thickness as well as relative wall thickness of wrestlers did not differ from the same parameters of footballers ( $p>0.20$ ). Left ventricular mass and mass index in football players were higher compared with the corresponding parameters in wrestlers (207.52±2.84g and 107.75±1.36 g/m<sup>2</sup> vs. 193.96±5.78g and 101.79±2.53 g/m<sup>2</sup>,  $p<0.05$ ). Values of left ventricular EDD, IVS and RWT, LVM and LVMI were significantly greater in athletes than in controls.

Table1. Echocardiographic parameters of athletes and controls.

Parameter	Wrestlers (n = 51)	Footballers (n = 221)	Controls (n = 48)
IVS (mm)	8.20±14**■	8.61±0.09***	7.69±0.18
PWT (mm)	9.00±0.14***	9.06±0.08***	7.87±0.15
EDD (mm)	52.86±0.52■***	54.15±0.24***	48.54±0.27
LVM (g)	193.96±5.78■**	207.52±2.84***	177.12±3.44
LVMI (g/m <sup>2</sup> )	101.79±2.53■*	107.75±1.36***	95.29±1.14
RWT	0.327±0.005*	0.329±0.01*	0.301±0.01

Values are mean ± SD. ■ $p<0.05$  compared with footballers; \* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$  and \*\*\* $p<0.001$  compared with controls; INS – interventricular septa in diastole; PWT – left ventricular posterior wall thickness in diastole; EDD – left ventricular end diastolic dimension; LVM – left ventricular mass; LVMI – left ventricular mass index; RWT – relative wall thickness.

In wrestlers,  $VO_2\max$  was 56.47±1.33 and this parameter was in poor correlation with left ventricular EDD ( $r=0.16$ ,  $p<0.05$ ), and in moderate correlation with LVMI ( $r=0.65$ ,  $p<0.001$ ). In football players,  $VO_2\max$  was 56.31±0.46 and this parameter also poorly correlated with left ventricular EDD ( $r=0.19$ ,  $p<0.001$ ), and moderately correlated with LVMI ( $r=0.62$ ,  $p<0.001$ ). In controls,  $VO_2\max$  poorly correlated with both EDD and LVMI (EDD:  $r=0.12$ ,  $p<0.05$ ; LVMI:  $r=0.18$ ,  $p<0.01$ ). Additionally, a poor correlation was found between  $VO_2\max$  and RWT in football players, wrestlers and controls ( $r=0.16$ ,  $p<0.05$ ;  $r=0.14$ ,  $p<0.05$ ;  $r=0.11$ ,  $p<0.05$  respectively).  $VO_2\max$  of wrestlers and footballers did not differ ( $p>0.2$ ). All of the physical parameters were significantly higher in athletes than in controls (table 2).

Table 2. Physical parameters of the athletes and controls.

Parameter	Wrestlers (n=51)	Footballers (n=221)	Controls (n=48)
Age (years)	22.84±0.55	22.76±0.26	23.04±0.27
Body Surface Area (m <sup>2</sup> )	1.91±0.07	1.92±0.11	1.18±0.17
Duration of training (years)	12.06±0.60	12.86±0.26	-
Heart Rate (beat·min <sup>-1</sup> )	60.02±1.43 *	61.07±1.08 *	78.12±1.20
$VO_2\max$ (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	56.47±1.33 *	56.31±0.46 *	41.34±0.48

Values are mean ± SD. \* $p<0,001$  compared with controls.

A heterogeneous pattern of LV geometry was observed in 46 (20.8%) out of 221 football players (37 subjects with eccentric hypertrophy, 7 subjects with concentric hypertrophy, 2 with concentric remodeling). However, the wrestlers displayed a more homogeneous pattern of left ventricular geometry - 5 (9.8%) subjects with eccentric hypertrophy and 46 with normal geometry. Interestingly,  $VO_2max$  was significantly greater in athletes with increased LVMI than in those with normal LVMI ( $58.12 \pm 0.89$  vs.  $56.03 \pm 0.53$ ,  $P < 0.05$ ).

## **DISCUSSION – CONCLUSIONS**

Highly trained athletes exhibit greater left ventricular internal dimensions, left ventricular wall thickness, relative wall thickness, left ventricular mass and mass index compared to the untrained controls. Improvement of these parameters is associated with long-term and intensive physical training.

Differences in age and duration of sports activity between wrestlers and footballers were not statistically significant, therefore, the reason for more frequent occurrence of left ventricular hypertrophy in football players than in wrestlers should be searched for in the specificity of physical training in these different sports disciplines. In our opinion, the observed changes in left ventricular morphology were associated with the different intensity and duration of dynamic component in the training program of these two groups of athletes.

The results of our study showed increases in left ventricular cavity dimension and wall thickness as well as in left ventricular mass, suggesting a pattern of left ventricular hypertrophy closer to that characteristic of an endurance and strength-trained heart, rather than either an endurance – trained or a strength-trained heart. This is reflected in the nature of the exercise undertaken by the football players combining repetitive pressure and volume loading from isometric and isotonic exercises. A similar pattern found in wrestlers can be associated with combined strength and endurance exercises in their training program. Although we had expected to find the concentric hypertrophy among the wrestlers, considering the specificity of their training programs, but our study revealed only a few cases (5 of 51) of eccentric hypertrophy. For these findings further comprehensive research is needed to explain the underlying processes satisfactorily.

Our data indicate that highly trained male athletes had higher values of  $VO_2max$  than untrained controls. In spite of greater left ventricular EDD, LVM and LVMI in football players than in wrestlers, they had almost similar  $VO_2max$ , and the greater the LVMI, the higher the  $VO_2max$ . Physiologic hypertrophy that occurs in the athletes is related to the intensity and duration of the exercise and is directly correlated to the fitness level or  $VO_2max$ . It can be concluded that  $VO_2max$  is a variable that better correlates with the LVMI. Results of the study can contribute to the assessment of an athlete's current physical state. In addition, further investigation is required for better understanding of profound mechanisms of cardiac adaptation to long-term and intensive physical training.

## **PRACTICAL IMPLICATIONS / ADVICE FOR ATHLETES AND COACHES**

Pre- and peak-season cardiac measurements compared with  $VO_2max$  can help a coach to modify the training program and properly adjust it to the athlete's specific needs as well as identify an optimal exercise capacity to avoid myocardial overload.

## **REFERENCES**

1. Devereux R, et al. (1986) Echocardiographic determination of left ventricular mass in men. Anatomic validation of the method. *Circulation*, 55: 613-618.
2. Dionne F., Turcotte L., Thibault M. et al. (1991). Mitochondrial DNA sequence polymorphism  $VO_2max$ , and response to endurance training. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 23: 177- 185.
3. Ford L. (1976). Heart size. *Circ Res*, 39: 297 – 303
4. Puffer J. (2001) Overview of the athletic heart syndrome. In: P.Thompson (ed) *Exercise and sports cardiology*. New York: McGraw-Hill, pp. 30 – 42.
5. Tajik A., Seward J., Hagler D. et al. (1978). Two – dimensional real – time ultrasonic imaging of the heart and great vessels. Technique, image orientation, structure identification and validation. *Mayo Clin Proc.*, 53:271 – 303.
6. Tomiyama H., Doba N., Kushiro T., et al. (1996). Prospective studies on left ventricular geometric patterns and exercise tolerance in unmedicated men with borderline and mild hypertension. *Journal of Hypertension*, 14: 1223-1228.

# Гипертрофия левого желудочка сердца грузинских борцов и футболистов высокой квалификации, обусловленная сильной физической нагрузкой: связь с аэробной мощностью.

Зураб Кахабришвили, Валерий Ахалкаци, Лела Масхулия, Тамар Чуткерашвили

Клинический Центр Спортивной Медицины и Реабилитации Тбилисского Государственного Медицинского Университета, Грузия

zuraspportmed@yahoo.com

## ВВЕДЕНИЕ

Способность выполнять сильную физическую работу в значительной степени является мультиорганным феноменом. Наряду с тем, что ответная реакция организма на мышечную нагрузку зависит от комплексного функционирования каждой из систем органов, сердечно-сосудистая система играет рашающую роль в поддержании напряженной физической активности. Спортивные тренировки способствуют развитию разных видов адаптации формы и функции сердца, улучшая насосную функцию миокарда и повышая аэробную мощность [4]. Максимальное потребление кислорода, или  $VO_{2max}$ , постоянно используется в качестве показателя физической тренированности. Индивидуальное различие показателей  $VO_{2max}$  и ответной реакции организма на физическую нагрузку объясняют наличием вариаций в митохондриальной ДНК [2].

Известно, что потребление кислорода и адаптация сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку зависят от интенсивности и продолжительности тренировок, в то время как вопрос их взаимосвязи со структурными параметрами левого желудочка остается нерешенным.

Целью исследования являлось изучение эффекта продолжительных интенсивных физических тренировок на адаптацию сердца спортсменов высокой квалификации, борцов и футболистов, имеющих различные тренировочные режимы, и выявление структурного параметра сердца, демонстрирующего наилучшую корреляцию с аэробной мощностью.

**МЕТОДЫ:** Мы исследовали группу высококвалифицированных спортсменов мужчин, среди них 51 борец (дзюдо, греко-римского и вольного стилей борьбы) и 221 футболиста (представителей команд высшей лиги национального чемпионата Грузии по футболу). 48 здоровых мужчин, ведущих малоподвижный образ жизни и не имеющих регулярных физических нагрузок, составили контрольную группу. Возраст спортсменов был в пределах от 18 до 35 лет (средний возраст  $22,81 \pm 0,39$  лет), в контрольной группе в пределах от 18 до 33 лет (средний возраст  $23,04 \pm 0,27$ ). Из 51 борца 35 имели международный класс и участвовали в Олимпийских играх, Чемпионатах Мира и Европы, среди них: 4 Олимпийских чемпиона и 4 медалиста, 5 чемпионов мира и 9 медалистов.

На основании данных медицинского анамнеза, физического обследования и электрокардиограммы, ни у одного из обследуемых субъектов не отмечалось заболеваний сердца и/или сосудов; все спортсмены имели нормальное артериальное давление и отрицали прием запрещенных медикаментов. Эхокардиография проводилась на аппарате SONOACE PICO (Medison) при помощи 3MHz трансдюсера. Изображения сердца были получены в стандартных плоскостях и позициях трансдюсера [5].

Для вычисления массы левого желудочка (МЛЖ) использовалась формула по версии Репп – конвенции с учетом поправок Devereux [1]:

$МЛЖ = 1,04 \times [(МЖП + ТЗС + КДД)^3 - КДД^3] - 13,6$  (г);

в которой МЖП – толщина межжелудочковой перегородки, ТЗС – толщина задней стенки, и КДД – конечно-диастолический диаметр левого желудочка.

Индекс массы левого желудочка (ИМЛЖ) вычислялся делением МЛЖ на площадь поверхности тела. Относительная толщина стенок (ОТС) вычислялась как отношение средней величины МЖП и ТЗС к радиусу внутренней полости левого желудочка (ЛЖ) в диастолу [3].

В соответствии с предварительно установленными критериями [6], учитывающими верхние границы нормы для ИМЛЖ  $-124$  г/м<sup>2</sup> и ОТС  $-0,44$ , были установлены четыре геометрические модели левого желудочка: (1) концентрическая гипертрофия (увеличенные ИМЛЖ и ОТС); (2) эксцентрическая

гипертрофия (увеличенный ИМЛЖ и нормальная ОТС); (3) концентрическое ремоделирование (нормальный ИМЛЖ и увеличенная ОТС); и (4) нормальная геометрия (нормальные ИМЛЖ и ОТС). Для определения максимального потребления кислорода использовался велоэргометрический тест (Cardiette, Italy) с возрастающей нагрузкой до изменения. Прирост нагрузки составлял 20 W/мин. Во время максимального теста непрерывно измерялись вентиляторные параметры с использованием метаболического анализатора MedGraphycs VO2000.

Средние значения и среднее квадратическое отклонение для нормального вариационного ряда были вычислены с применением описательной статистики. Достоверность различия между средними величинами оценивалась при помощи парного или непарного t-теста Стьюдента, где уместно. Критерий  $p < 0,05$  считался статистически достоверным.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Интенсивные физические нагрузки спортсменов высокой квалификации сопровождались изменениями морфометрии сердца и характеризовались различными геометрическими моделями гипертрофии ЛЖ. Эхокардиографические параметры приведены в Таблице 1. Размер полости ЛЖ и толщина межжелудочковой перегородки в диастолу были достоверно больше у футболистов, чем у борцов. Толщина задней стенки, также как и относительная толщина стенок ЛЖ борцов не отличалась от соответствующих параметров футболистов ( $p > 0,20$ ). Масса и индекс массы ЛЖ футболистов ( $207,52 \pm 2,84$  г и  $107,75 \pm 1,36$  г/м<sup>2</sup>) был выше соответствующих параметров борцов ( $193,96 \pm 5,78$  г и  $101,79 \pm 2,53$  г/м<sup>2</sup>,  $p < 0,05$ ). Величины КДД, МЖП, ОТС левого желудочка, а также МЛЖ и ИМЛЖ были достоверно выше у спортсменов, чем в контрольной группе.

Таблица 1. Эхокардиографические данные спортсменов и контрольной группы.

Параметр	Борцы (n = 51)	Футболисты (n = 221)	Контрольная группа (n = 48)
МЖП (мм)	8,20±14**■	8,61±0,09***	7,69±0,18
ТЗС (мм)	9,00±0,14***	9,06±0,08***	7,87±0,15
КДД (мм)	52,86±0,52■***	54,15±0,24***	48,54±0,27
МЛЖ (г)	193,96±5,78■**	207,52±2,84***	177,12±3,44
ИМЛЖ (г/м <sup>2</sup> )	101,79±2,53■*	107,75±1,36***	95,29±1,14
ОТС	0,327±0,005*	0,329±0,01*	0,301±0,01

■ $p < 0,05$  по сравнению с футболистами; \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  и \*\*\*  $p < 0,001$  по сравнению с контрольной группой; МЖП – межжелудочковая перегородка в диастолу; ТЗС – толщина задней стенки в диастолу; КДД – конечно-диастолический диаметр левого желудочка; МЛЖ – масса левого желудочка; ИМЛЖ – индекс массы левого желудочка; ОТС – относительная толщина стенки. Приведены средние величины  $\pm$  SD.

VO<sub>2</sub>макс борцов был  $56,47 \pm 1,33$  мл/кг/мин и этот параметр слабо коррелировал с КДД левого желудочка ( $r = 0,16$ ,  $p < 0,05$ ), и имел средней силы корреляцию с ИМЛЖ ( $r = 0,65$ ,  $p < 0,001$ ). VO<sub>2</sub>макс футболистов был  $56,31 \pm 0,46$  мл/кг/мин и также слабо коррелировал с КДД левого желудочка ( $r = 0,19$ ,  $p < 0,001$ ), и имел средней силы корреляцию с ИМЛЖ ( $r = 0,62$ ,  $p < 0,001$ ). VO<sub>2</sub>макс контрольной группы слабо коррелировал как с КДД, так и с ИМЛЖ (КДД:  $r = 0,12$ ,  $p < 0,05$ ; ИМЛЖ:  $r = 0,18$ ,  $p < 0,01$ ). Слабая корреляция была выявлена также между VO<sub>2</sub>макс и ОТС футболистов, борцов и контрольной группы ( $r = 0,16$ ,  $p < 0,05$ ;  $r = 0,14$ ,  $p < 0,05$ ;  $r = 0,11$ ,  $p < 0,05$  соответственно). Величины VO<sub>2</sub>макс футболистов и борцов достоверно не отличались ( $p > 0,2$ ). Все физические параметры спортсменов были достоверно выше, чем в контрольной группе (таблица 2).

Таблица 2. Физические данные спортсменов и контрольной группы.

Параметр	Борцы (n=51)	Футболисты (n=221)	Контрольная группа (n=48)
Возраст (годы)	22,84±0,55	22,76±0,26	23,04±0,27
Площадь поверхности тела (м <sup>2</sup> )	1,91±0,07	1,92±0,11	1,18±0,17
Спортивный стаж (годы)	12,06±0,60	12,86±0,26	-
Число сердечных сокращений (удары·мин <sup>-1</sup> )	60,02±1,43 *	61,07±1,08 *	78,12±1,20
VO <sub>2</sub> макс (мл·кг <sup>-1</sup> ·мин <sup>-1</sup> )	56,47±1,33 *	56,31±0,46 *	41,34±0,48

\* $p < 0,001$  в сравнении с контрольной группой. Приведены средние величины  $\pm$  SD.

Из 221 футболиста неоднородная структура геометрии ЛЖ наблюдалась у 46 (20,8%), среди них 37 субъектов с эксцентрической гипертрофией, 7 с концентрической гипертрофией, 2 с концентрическим

ремоделированием. В то же время, у борцов выявилась более однородная структура геометрии ЛЖ: у 5 (9,8%) эксцентрическая гипертрофия, у 46 - нормальная геометрия. Интересно, что  $VO_{2max}$  был достоверно выше у спортсменов с повышенным ИМЛЖ ( $58,12 \pm 0,89$  мл/кг/мин), чем у спортсменов с нормальной ИМЛЖ ( $56,03 \pm 0,53$  мл/кг/мин,  $p < 0,05$ ).

### **ОБСУЖДЕНИЕ – ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Повышенные показатели морфометрии левого желудочка спортсменов высокой квалификации обусловлены продолжительной и интенсивной физической подготовкой. Различие в возрасте и спортивном стаже между борцами и футболистами было статистически недостоверно, следовательно, причину более частой гипертрофии ЛЖ у футболистов, чем у борцов, нужно искать в специфике физических тренировок в этих несходных видах спорта. По нашему мнению, наблюдаемые изменения в морфометрии левого желудочка были связаны с разницей в интенсивности и продолжительности динамического компонента в программе тренировок этих двух групп спортсменов.

Результаты нашего исследования выявили увеличение размера полости и толщины стенок, также как и массы ЛЖ, указывая на тип геометрии ЛЖ более характерный для сердца, тренированного как на выносливость, так и на силу, чем тренированного только на выносливость, либо только на силу. Это является отражением характера тренировок футболистов, содержащих нагрузки на сердце давлением и объемом крови в результате изометрических и изотонических упражнений. Сходная модель, выявленная у борцов, также может быть связана с комбинированием нагрузок на выносливость и силу в их программе тренировок. Несмотря на то, что мы ожидали найти случаи концентрической гипертрофии у борцов, исходя из специфики упражнений их тренировок, наше исследование выявило всего лишь несколько случаев (5 из 51) эксцентрической гипертрофии. Эти находки требуют дальнейшего комплексного исследования, чтобы удовлетворительно объяснить их причину.

Наши данные показывают, что  $VO_{2max}$  спортсменов высокой квалификации выше, чем у нетренированных индивидуумов контрольной группы. Несмотря на то, что величины КДД, МЛЖ, и ИМЛЖ футболистов больше, чем у борцов, они имеют почти сходный  $VO_{2max}$ , и чем выше ИМЛЖ, тем больше  $VO_{2max}$ . Физиологическая гипертрофия, имеющая место у спортсменов, связана с интенсивностью и продолжительностью тренировок и находится в прямой корреляции с уровнем физической тренированности или  $VO_{2max}$ . Можно заключить, что  $VO_{2max}$  это параметр, который лучше всего коррелирует с ИМЛЖ. Результаты нашего исследования могут способствовать оценке текущего физического состояния спортсмена. Кроме того, необходимы дальнейшие исследования для лучшего понимания глубоких механизмов адаптации сердца к продолжительным и интенсивным физическим тренировкам.

### **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ**

Сравнение размеров сердца с  $VO_{2max}$  в подготовительном периоде и на пике сезона может помочь тренеру модифицировать программу тренировок и должным образом приспособить ее к специфическим потребностям спортсмена, а также определить оптимальный объем упражнений, чтобы избежать перегрузки миокарда.

# HYPERTROPHIE VENTRICULAIRE GAUCHE IMPUTABLE À DES ENTRAÎNEMENTS INTENSES CHEZ LES LUTTEURS ET FOOTBALLEURS GEORGIENS DE HAUT NIVEAU : RELATIONS AVEC LA CAPACITÉ AÉROBIE.

Kakhabrishvili, Z, Akhalkatsi V, Maskhulia L, Chutkerashvili T

Centre clinique de médecine du sport et de la réhabilitation d'État de Tbilissi médical de l'Université, Université d'État de Tbilissi médicale, Tbilissi, Géorgie

zuraspportmed@yahoo.com

## RÉSUMÉ

Plusieurs adaptations de la forme et la fonction cardiaque apparaissent à l'entraînement sportif pour améliorer la fonction cardiaque comme une pompe et augmenter ainsi la capacité aérobie. La consommation maximale d'oxygène ou  $VO_{2max}$  est régulièrement utilisée comme indice de condition physique, mais sa relation avec les paramètres structurels du ventriculaire gauche restent à établir. Nous avons étudié, chez des lutteurs et des joueurs de football de haut-niveau, l'effet à long terme, sur les réponses cardiaques, de l'entraînement physique intensif avec des régimes différents. Le but de cette étude était de révéler les paramètres structurels du cœur qui correspondent le mieux à la capacité aérobie. Ainsi, 51 lutteurs et 221 joueurs de football, et 48 témoins sains de sexe masculin sédentaires ont subi une évaluation cardio-vasculaire avec suivi médical, examen physique, électrocardiogramme, échocardiographie et test de consommation maximale d'oxygène. Les données indiquent que athlètes de haut-niveau de sexe masculin avaient un ventricule gauche plus important, une épaisseur plus importante de la paroi ventriculaire gauche, une plus grande épaisseur relative de cette paroi, une plus grande masse ventriculaire gauche et indice de masse ventriculaire gauche (LVMI) plus important, une plus grande valeur de la consommation maximale d'oxygène par rapport aux témoins. L'hypertrophie physiologique qui apparaît chez les athlètes est liée à l'intensité et la durée de l'exercice et est directement liée au niveau de conditionnement physique ou  $VO_{2max}$ . Il a été conclu que le  $VO_{2max}$  est la variable qui correspond le mieux à l'indice de masse du ventricule gauche (LVMI).

**MOTS-CLES:** échocardiographie, consommation maximale d'oxygène, hypertrophie ventriculaire gauche, capacité aérobie, indice de masse ventriculaire gauche (LVMI), modèles de la géométrie ventriculaire gauche.