

- подвижности нервной системы человека на приборе ПНН-3 // Журн. ВНД.— 1984.— 34, № 5.— С. 971—974.
13. Макаренко Н. В., Пухов В. А., Кольченко Н. В. и др. Основы профессионального психофизиологического отбора // Киев : Наук. думка, 1987.— 361 с.
 14. Меерсон Ф. З. Патогенез и предупреждение стрессорных и ишемических повреждений сердца.— М. : Медицина.— 1984.— 270 с.
 15. Миррахимов М. М. Физиологические исследования человека на высотах Тянь-Шаня и Памира // Адаптация человека.— Л., 1972.— С. 94—111.
 16. Панин Л. Е. Энергетические аспекты адаптации.— Л. : Медицина, 1978.— 192 с.
 17. Панин Л. Е., Соколов В. П. Психосоматические взаимоотношения при хроническом эмоциональном напряжении.— Новосибирск : Наука, 1981.— 179 с.
 18. Серебровская Т. В., Вергулис Т. Г. К методу оценки вентиляторной чувствительности человека к гипоксии и гиперкапнии // Вопросы регуляции дыхания и кровообращения / Под ред. Б. Я. Пескова. Куйбышев : МЗ РСФСР, 1985.— С. 56—62.
 19. Сиротинин Н. Н. Жизнь на высотах и горная болезнь.— Киев : Изд-во АН УССР.— 1939.— 222 с.
 20. Соложенкин В. В., Табалдиева Р. Р., Шелухина Э. М. Психическая работоспособность при кратковременной адаптации к высокогорной гипоксии на различных высотах.— 1974.— С. 198—202.
 21. Функциональные системы организма / Под ред. К. В. Судакова.— М. : Медицина, 1987.— 432 с.
 22. Хватова Е. М., Сидоркина А. И., Миронова Г. В. Нуклеотиды мозга. Метаболизм и оценка при кислородном голодании.— М. : Медицина, 1987.— 207 с.
 23. Шукина М. Н. Компенсаторные механизмы при адаптации в горах.— Фрунзе, 1983.— 150 с.
 24. Benjamin A. M., Verjee L. H. Control of aerobic glycolysis in the brain in vitro // Neurochem. Res.— 1980.— 9.— P. 931—934.
 25. Berthman J., Siesjo B. K. Brain energy metabolism and circulation in hypoxia // European Society of Neurochem., 2-nd Meet. Proceedings Weinheim : New York.— 1978.— P. 253—265.
 26. Clark R. T., Clammann H. G., Balki B. et al. Basic research problems in space medicine // Aerospace Med.— 1960.— 31, N 7.— P. 553.
 27. Fowler B., Paul M., Porlier G. et al. A re-creation of minimum altitude at which hypoxic performance decrements can be detected // Ergonomics.— 1985.— 28, N 5.— P. 781—791.
 28. Hoyt R. W., Egler S. M., Asakuta T. Relationship between uphill running performance at altitude and blood metabolite levels // Clin. Physiol. and Biochem.— 1984.— 2, N 4.— P. 192—197.
 29. Kwarecki K., Debiec H., Wroblewski S. Diurnal rhythm of secretory activity of certain endocrine glands in rats exposed to high-altitude hypoxia // Acta Physiol. Pol.— 1979.— 30, N 19 (5/6).— P. 233—241.
 30. McIlwain H., Poll J. D. Adenosine in cerebral homeostatic role: appraisal through actions of homocysteine, colchicine and dipyridamole // J. Neurobiol.— 1986.— 17.— P. 39—49.
 31. Myhre L. J. Biochemical adaptations to exercise and altitude // Environ. Physiol. Aging, heat and Altitude. Proc. Life and Altitude Conf., Las-Vegas, May, 15—17.— 1979.— Las-Vegas.— 1981.— P. 329—340.
 32. Rehnerona S., Siesjo B. K., Smith D. S. Reversible ischemia of the brain: Biochemical factors in influencing restitution // Acta Physiol. Scand.— 1980.— 492, suppl.— P. 135—140.
 33. Scher H., Furedy J. J., Heslegran R. Individual differences in phasic cardiac reactivity to psychological stress and the law of initial value // Psychophysiology.— 1985.— 25, N 3.— P. 345—348.
 34. West J. B., Wagner P. D. Gas exchange in exercise at altitude.— Amsterdam etc.— 1980.— 358 p.

Ин-т физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Материал поступил в редакцию 01.03.88

УДК 611.127+612.176]—053.5:796

В. И. Ильницкий, Е. Н. Панасюк, О. В. Ильницкий

Особенности структурно-функционального состояния левого желудочка сердца у юных спортсменов разной специализации

До настоящего времени нет единого мнения о влиянии занятий спортом на структурно-функциональное состояние левого желудочка сердца. По наблюдениям многих авторов [2, 3, 5—7, 16, 17, 19], у людей, система-

тически занимающихся физическими упражнениями, утолщается задняя стенка миокарда желудочка, увеличивается передне-задний размер его полости, объем полости, возрастает масса миокарда. Между тем Калугина и соавт. [8], De Maria и соавт. [18], Rost [20] не у всех спортсменов высокого класса находили существенные морфофункциональные преобразования левого желудочка сердца. Согласно данным Пугачева и Томаева [13], у людей, тренирующих силу, утолщается задняя стенка миокарда желудочка, а объем полости практически не изменяется. Противоположные данные получены Фроловым [14] у людей, развивающих выносливость. Коваленко и соавт. [10], обследуя футболистов высшей лиги, не выявили вообще каких-либо структурно-функциональных изменений левого желудочка сердца по сравнению с людьми их возраста, не занимающимися спортом.

В свете изложенного представляет интерес изучение структурно-функционального состояния левого желудочка сердца у юных спортсменов разной специализации.

Методика

Обследовали три группы спортсменов мужского пола в возрасте 8—12 лет, спортивный стаж которых 1,5—2,5 г, выполняющих нормативы I юношеского и III взрослого спортивных разрядов. В I-ю группу вошли легкоатлеты, тренирующиеся на выносливость, в 2-ю — пловцы, развивающие скоростно-силовые возможности и специальную выносливость, в 3-ю — борцы вольного и классического стилей, воспитывающие скоростно-силовые и силовые возможности. В каждой группе насчитывалось по 25 (по 5 человек каждого возраста) человек. Для сравнения полученных результатов было обследовано такое же число людей того же возраста, не занимающихся спортом, которые составили контрольную группу. Все испытуемые были практически здоровыми: отклонений со стороны сердечно-сосудистой системы у них не отмечали.

Структурные параметры левого желудочка сердца изучали с помощью эхокардиографии, функциональные — поли-, электрокардиографии и других методов. Эхокардиограммы записывали отечественным аппаратом «УЗКАР 3» по методике Зарецкого и соавт. [4], поли- и электрокардиограммы — пятиканальным электрокардиографом с приставками по общепринятым методикам. По эхокардиограмме определяли толщину задней стенки миокарда желудочка сердца, переднезадний размер его полости, объем полости, общий объем и массу миокарда, сердечный выброс крови и другие показатели. С помощью поликардиографии изучали продолжительность фаз общей систолы желудочка и фазовые показатели, а с помощью электрокардиографии — биоэлектрические явления в нем.

Спортсменов обследовали в свободный от тренировок день после 24-часового отдыха.

Результаты и их обсуждение

Анализ полученных результатов показал, что под действием систематических занятий спортом у детей произошли значительные изменения структурно-функциональных показателей левого желудочка сердца. У тренированных школьников выявлено достоверное утолщение задней стенки миокарда по сравнению с таковой у нетренированных (табл. 1). У спортсменов 1-й группы ее утолщение составило в период систолы 20,5 %, диастолы — 14,2 %, 2-й группы — 16,6 и 8,5 % соответственно и 3-й группы — 9,8 и 4,2 % соответственно (у спортсменов всех групп, за исключением борцов в период диастолы, сдвиги этого показателя существенны: $P < 0,05—0,001$). Следовательно, у занимающихся спортом детей больше и абсолютная масса миокарда желудочка, и масса в пересчете на 1 кг массы тела. У спортсменов абсолютная масса миокарда колебалась от 72,3 до 115,2 г, у неспортсменов — от 65,3 до 88,9 г, масса миокарда в пересчете на 1 кг массы тела — от 1,70 до 2,56 г/кг и от 1,50 до 1,87 г/кг соответственно. У бегунов общая масса миокарда превосходила таковую у детей контрольной группы на 33,5 %, масса миокарда в пересчете на 1 кг массы тела — на 36,0 %, у пловцов — на 23,2 и 24,5 %

Таблица 1. Некоторые эхокардиографические показатели левого желудочка сердца у юных спортсменов ($M \pm m$)

Показатель	Контроль	Группа спортсменов		
		1-я	2-я	3-я
Толщина задней стенки миокарда желудочка, мм:				
в период систолы	10,2 $\pm$ 0,23	12,3 $\pm$ 0,27	11,8 $\pm$ 0,26	11,2 $\pm$ 0,23
в период диастолы	7,0 $\pm$ 0,20	8,0 $\pm$ 0,25	7,6 $\pm$ 0,24	7,3 $\pm$ 0,23
Переднезадний размер полости желудочка, мм:				
в период систолы	26,5 $\pm$ 0,52	29,0 $\pm$ 0,73	28,0 $\pm$ 0,68	27,0 $\pm$ 0,72
в период диастолы	40,8 $\pm$ 0,49	45,2 $\pm$ 0,80	44,3 $\pm$ 0,78	42,8 $\pm$ 0,75
Объем полости миокарда, см ³ :				
в период систолы	25,3 $\pm$ 1,43	32,0 $\pm$ 1,65	29,2 $\pm$ 1,56	27,0 $\pm$ 1,43
в период диастолы	73,4 $\pm$ 1,52	94,4 $\pm$ 1,85	89,0 $\pm$ 1,79	82,2 $\pm$ 1,73
Общий объем полости миокарда, см ³ :				
в период систолы	100,8 $\pm$ 2,19	137,2 $\pm$ 2,70	127,1 $\pm$ 2,43	114,9 $\pm$ 2,28
в период диастолы	146,0 $\pm$ 2,01	188,5 $\pm$ 2,81	176,5 $\pm$ 2,55	162,6 $\pm$ 2,45
Масса миокарда:				
абсолютная, г	74,5 $\pm$ 1,15	99,5 $\pm$ 2,01	91,8 $\pm$ 1,76	84,5 $\pm$ 1,81
в пересчете на 1 г массы тела, г/кг	1,63 $\pm$ 0,025	2,23 $\pm$ 0,045	2,03 $\pm$ 0,043	1,84 $\pm$ 0,039
Объем сердечного выброса крови:				
абсолютный, см ³	48,1 $\pm$ 1,22	62,4 $\pm$ 1,62	59,8 $\pm$ 1,60	55,8 $\pm$ 1,53
в пересчете на 1 кг массы тела, см ³ /кг	1,05 $\pm$ 0,026	1,40 $\pm$ 0,036	1,32 $\pm$ 0,034	1,21 $\pm$ 0,033

соответственно и у борцов — на 13,4 и 12,8 % соответственно (различия во всех группах достоверно значимы: $P < 0,001$).

У юных спортсменов всех групп больше и переднезадний размер полости левого желудочка, чем у их сверстников, не занимающихся спортом. У первых диапазон его индивидуальных колебаний в период систолы был 20,5—36,5 мм, диастолы — 32,6—52,3 мм, у вторых — 18,4—32,2 и 30,1—46,3 мм соответственно. Его увеличение у легкоатлетов в период систолы 9,4 %, диастолы — 10,7 %, у пловцов — 5,6 и 8,5 % и у борцов — 1,9 и 4,9 % соответственно (сдвиги у спортсменов, за исключением борцов, достоверны: $P < 0,05$ —0,001).

При анализе индивидуальных значений объема полости левого желудочка и его общего объема установлено, что у 32 % легкоатлетов, 20 % пловцов и 12 % борцов они выше максимального значения показателя у их ровесников, не занимающихся спортом. У тренированных школьников объем полости колебался в периоды систолы — 22,4—39,6 см³, диастолы — 74,8—117,6 см³, общий объем — 92,5—151,6 см³ 145,3—216,4 см³ соответственно. У детей, не занимающихся спортом, объем полости желудочка составлял в период систолы только 20,5—32,4 см³, диастолы — 69,8—88,9 см³, общий объем — 82,4—128,6 и 118,5—176,6 см³ ($P < 0,001$). Среднее значение объема полости левого желудочка у спортсменов 1-й группы было больше такового у сверстников-неспортсменов в период систолы на 26,4 % ($P < 0,001$), диастолы — на 28,6 % ($P < 0,001$), 2-й группы — на 15,4 и 21,2 % соответственно ($P < 0,001$) и 3-й группы — на 6,7 и 11,9 % соответственно ($P < 0,05$). Среднее значение показателя общего объема левого желудочка у легкоатлетов было больше по сравнению с таковым нетренированных детей того же возраста в период систолы в 1,36 ($P < 0,001$), диастолы — в 1,28 раза ($P < 0,001$), у пловцов — в 1,26 и 1,20 раза соответственно ($P < 0,001$) и у борцов — в 1,13 и 1,11 раза соответственно ($P < 0,001$).

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что при систематических занятиях физическими упражнениями у детей значительно увеличивается общий объем левого желудочка сердца. Это увеличение осуществляется за счет развития истинной гипертрофии миокарда и

регулируемой дилатации его полости. Следовательно, адаптация левого желудочка к гиперфункции происходит в изометрическом и изотоническом режимах.

Увеличение объема полости левого желудочка сердца у юных спортсменов вызвало существенное возрастание сердечного выброса крови, который у легкоатлетов был выше, чем у детей контрольной группы — на 29,7 %, у пловцов — на 24,3 % и у борцов — на 16,0 % (различия во всех группах существенно: $P < 0,001$). Можно думать, что увеличенное сердечного выброса крови у юных спортсменов обусловлено главным образом развитием физиологической дилатации желудочка, ибо она приводит к увеличению резервного объема крови [9, 15], а, следовательно, и к возрастанию выброса крови из желудочка. Это указывает на то, что у тренированных детей значительно выше гемодинамическая производительность левого желудочка и его предельные функциональные возможности.

У тренированных и нетренированных детей различаются и показатели, характеризующие сократительные свойства миокарда левого желудочка сердца (табл. 2). У юных спортсменов, особенно бегунов, все фазы механической систолы продолжительнее, чем у их сверстников-неспортсменов. Так, у первых продолжительность асинхронного сокращения миокарда желудочка составляла 0,038—0,050 с, у вторых — 0,036—0,046 с, изометрического сокращения — 0,024—0,040 с и 0,022—0,036 с соответственно, периода напряжения — 0,065—0,090 и 0,058—0,082 с соответственно, периода изгнания — 0,200—0,260 и 180—0,240 с соответственно (у бегунов и пловцов различия продолжительности указанных фаз существенны: $P < 0,05—0,001$). У тренированных детей меньше внутрисистолический показатель и больше индекс напряжения миокарда. Эти изменения свидетельствуют о развитии экономичности сокращения миокарда желудочка спортсменов в состоянии мышечного покоя, а также о повышении его предельных возможностей при физических нагрузках.

Результаты анализа электрокардиографических исследований показали, что у тренированных детей по сравнению с нетренированными реже сердечные сокращения. Их урежение составляло у бегунов ($12,6 \pm 1,01$), у пловцов — ($10,4 \pm 1,06$) и у борцов — ($8,0 \pm 0,98$) уд/мин (различия у юных спортсменов всех групп существенны: $P < 0,05—0,001$). На 10—25 % чаще у юных спортсменов встречалась умеренная

Таблица 2. Показатели, характеризующие сократительные свойства миокарда левого желудочка сердца ($M \pm m$)

Показатель	Контроль	Группа спортсменов		
		1-я	2-я	3-я
Продолжительность фаз общей систолы, с				
асинхронного сокращения	$0,041 \pm 0,001$	$0,045 \pm 0,001$	$0,044 \pm 0,001$	$0,043 \pm 0,001$
изометрического сокращения	$0,028 \pm 0,001$	$0,034 \pm 0,001$	$0,032 \pm 0,001$	$0,030 \pm 0,001$
периода напряжения	$0,069 \pm 0,002$	$0,079 \pm 0,002$	$0,076 \pm 0,002$	$0,073 \pm 0,002$
периода изгнания	$0,228 \pm 0,004$	$0,224 \pm 0,004$	$0,240 \pm 0,004$	$0,238 \pm 0,004$
механической систолы	$0,256 \pm 0,004$	$0,278 \pm 0,004$	$0,272 \pm 0,004$	$0,268 \pm 0,004$
сердечного цикла	$0,745 \pm 0,042$	$0,885 \pm 0,052$	$0,851 \pm 0,048$	$0,824 \pm 0,044$
Внутрисистолический показатель, %	89,6 $\pm$ 0,39	87,7 $\pm$ 0,48	88,2 $\pm$ 0,45	88,8 $\pm$ 0,44
Индекс напряжения миокарда, %	23,1 $\pm$ 0,27	24,4 $\pm$ 0,35	24,0 $\pm$ 0,31	23,7 $\pm$ 0,30
Частота сердечных сокращений, уд/мин	80,4 $\pm$ 1,112	67,8 $\pm$ 1,248	70,0 $\pm$ 1,234	72,4 $\pm$ 1,244

синусовая аритмия. В среднем на 0,015—0,030 с у них продолжительнее интервал P—Q, на 0,030—0,050 с — интервал Q—T (различия у легкоатлетов и пловцов достоверны: $P < 0,05—0,001$), несколько меньше амплитуда зубца P и больше — зубца T. Обусловлены эти изменения главным образом развитием у юных спортсменов синусовой брадикардии [1, 11, 12], а также увеличением общего объема желудочка.

Таким образом, результаты всех исследований показали, что занятия спортом в детском возрасте ускоряют развитие левого желудочка сердца, оптимизируют и экономизируют его сократительную деятельность. Наиболее существенно влияют на эти процессы занятия физическими упражнениями, направленными на развитие выносливости.

PECULIARITIES OF THE STRUCTURAL-FUNCTIONAL STATE OF THE LEFT VENTRICLE IN YOUNG SPORTSMEN OF VARIOUS SPECIALIZATION

V. I. Ilnitsky, E. N. Panasyuk, O. V. Ilnitsky

The structural-functional state of the left ventricle of boys aged 8-12 years going in for middle-distance racing (the 1st group), swimming (the 2nd group) and wrestling (the 3rd group) has been studied by the method of echo-, poly- and electrocardiography. It is found that posterior wall of the ventricle myocardium is thicker, size of its anteroposterior cavity as well as cavity volume and total volume are larger, the myocardium mass is higher in young sportsmen as compared with non-sportsmen of the same age. These data indicate the development of ventricular hyperfunction in both isometric and isotonic regimes. In trained pupils the heart rate is lower, all the phases of total systole are longer, intrasystolic value is smaller, and myocardium tension index is higher. They are the indicators of economy development in ventricular activity. These differences are the most significant in children developing their endurance.

Medical Institute, Ministry of Public Health
of the Ukrainian SSR, Ternopol
Medical Institute, Ministry of Public Health
of the Ukrainian SSR, Lvov

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутченко Л. А. Электрокардиография в спортивной медицине.— М.: Медицина, 1963.— 238 с.
2. Граевская Н. Д., Гончарова Г. А., Калугина Г. Е. и др. Сравнительные данные о некоторых морфологических и функциональных особенностях сердца у занимающихся спортивными играми // Теор. и практ. физ. культуры.— 1978.— № 4.— С. 29—33.
3. Дембо А. Г., Земцовский Э. В., Крынский О. М. Мультикенирующая эхокардиография в оценке гипертрофии и дилатации сердца спортсменов // Там же.— № 11.— С. 26—28.
4. Зарецкий В. В., Бобков В. В., Ольбинская Л. И. Клиническая эхокардиография.— М.: Медицина, 1979.— 217 с.
5. Ильницький В. И. Структурно-функциональные характеристики сердца у юных спортсменов. Автореф. дис. ... д-ра биол. наук.— Тернополь, 1983.— 43 с.
6. Ильницький В. И. Эхокардиограмма юных спортсменов // Кардиология.— 1984.— № 3.— С. 116—118.
7. Ильницький В. И. Эхокардиограмма у юных спортсменов в годичном тренировочном цикле // Там же.— 1985.— № 4.— С. 60—63.
8. Калугина Г. Е., Граевская Н. Д., Филиппова Т. Г., Богатырев М. И. Современные методы функционального состояния сердца спортсменов // Спортивная медицина и управление тренировочным процессом.— М., 1978.— С. 36—38.
9. Карпман В. Л. Фазовый анализ сердечной деятельности.— М.: Медицина, 1965.— 268 с.
10. Коваленко В. Н., Пугачев О. М., Дзяк Г. В., Черный Н. Г. Эхокардиографические исследования функционального состояния миокарда у спортсменов-футболистов // Актуальные вопросы спортивной медицины.— Киев, 1980.— С. 109—111.
11. Летунов С. П. Электрокардиография во врачебно-спортивной практике.— М.— Л.: Медицина, 1950.— 248 с.
12. Летунов С. П. Электрокардиографические и рентгенологические исследования сердца спортсменов.— М.: Медицина, 1957.— 225 с.
13. Пугачев О. М., Томаев Э. К. Сердце борцов разных весовых категорий по данным эхокардиографии // Методы исследования и оценки системы кровообращения у борцов.— М., 1980.— С. 74—80.