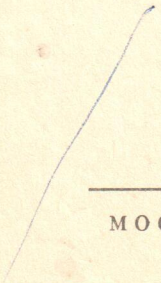


РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ФИЗИОЛОГИЯ
ЧЕЛОВЕКА

(ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК)



МОСКВА · 1993

УДК 612.821

© 1993 г.

*Н.А. Агаджанян, Г.С. Козупица, В.А. Кельцев, С.М. Бабкин,
Е.А. Ширковец, О.С. Кулиненко*

МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПОКОЕ У СПОРТСМЕНОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

С целью изучения особенностей морфофункциональной адаптации человека к интенсивным физическим нагрузкам были обследованы мужчины-пловцы высшей квалификации. Показано, что регуляция сердечной деятельности в состоянии покоя у пловцов международного класса по сравнению с мастерами спорта, уровень достижения которых ниже международного, направлена на уменьшение объема полости левого желудочка сердца, снижение интенсивности интракардиальной и системной гемодинамики и на фоне герерометрической регуляции характеризуется тенденцией к усилению гомеометрической регуляции по типу эффекта Анрепа.

С тех пор, как С.В. Хеншер [1] впервые применил термин «спортивное сердце», не утихает дискуссия о биологической целесообразности гипертрофии миокарда и дилатации полостей сердца, возникающих в результате систематических занятий спортом [3—12]. Большинство исследователей сравнивали нетренированных или малотренированных лиц со спортсменами высших разрядов. Вместе с тем, важно знать и те тонкие процессы адаптации к сверхмощным нагрузкам, ту грань, которая возникает на стадии очень высокой спортивной формы и отличает мастеров спорта от спортсменов, показывающих результаты, близкие к мировым рекордам. Это определило задачу исследования: изучить особенности морфофункциональной адаптации сердца к тренировочным и соревновательным нагрузкам, которые отличают мастеров спорта, успешно выполняющих в течение многих лет максимальные тренировочные нагрузки, от мастеров международного класса.

МЕТОДИКА

Было обследовано 50 мужчин-пловцов — кандидатов в члены и членов Олимпийской сборной команды СССР в заключительном периоде подготовки к Олимпийским играм в Сеуле. Все они являлись призерами, чемпионами и рекордсменами первенств СССР, Европы и мира. Обследуемые были разделены на две группы с учетом спортивных результатов, переведенных по таблице оценок в очки [2]. Первую группу составили заслуженные мастера спорта СССР и мастера спорта международного класса (МСМК) со стажем занятий плаванием $12,4 \pm 0,66$ года, вторую — 28 мастеров спорта СССР (МС) со стажем $9,77 \pm 0,3$ года. Спортивные результаты представителей первой группы, как правило, входили в 10 лучших в мире и достоверно превышали уровень достижений второй группы ($923,6 \pm 7,4$ и $863,5 \pm 11,8$ очка соответственно).

Морфофункциональные показатели сердца оценивали в покое с помощью отечественного эхокардиографа «Узкар-3» по общепринятой методике [13].

Обработку материала проводили на ЭВМ СМ-1800 по разработанным нами программам.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований морфологических показателей левого желудочка (ЛЖ) представлены в табл. 1. Из этих данных можно выделить два положения. Во-первых, в соответствии с градациями, используемыми для оценки степени

Таблица 1

Размеры миокарда, биофизические и биоэнергетические показатели левого желудочка сердца у МС и МСМК ($\bar{X} \pm \sigma$)

Группа обследуемых	ТМД, см	ТМС, см	$V_{\text{вр}}, \text{см}^3$	ММЛЖ, г	ММЛЖ/ $S_{\text{ЛП}}, \text{г/м}^2$	W _л , Вт	РЛЖ, Дж	ДП, кПа/мин
МС	1,0 ± 0,04	1,7 ± 0,06	143 ± 6	150 ± 7	75 ± 3,4	4,4 ± 0,2	0,7 ± 0,04	784 ± 34
МСМК	0,9 ± 0,03	1,8 ± 0,04	133 ± 5	140 ± 5	69 ± 2,7	4,7 ± 0,5	0,6 ± 0,03*	745 ± 95

* Различия достоверны по отношению к группе МС ($p < 0,05$).

Таблица 2

Эхокардиографические показатели левожелудочковой функции сердца у МС и МСМК по плаванию ($\bar{X} \pm \sigma$)

Группа обследуемых	КДР, см	КДР/ $S_{\text{ЛП}}, \text{см/м}^2$	КСР, см	$V_{\text{общ}}, \text{мл}$	ФИ, %	$\Delta S, \%$	КДО, мл^3	КСО, мл^3	$V_e, \text{мл/с}$	СЦУ, с^{-1}	ВИМО, с	ПИ, с
МС	5,5 ± 0,09	2,8 ± 0,05	3,7 ± 0,1	294,0 ± 6,9	61,2 ± 1,5	33,5 ± 1,1	151,0 ± 5,3	59,4 ± 3,9	352,2 ± 14,1	1,3 ± 0,05	16,2 ± 0,6	0,26 ± 0,008
МСМК	5,3 ± 0,08	2,6 ± 0,04*	3,5 ± 0,1	267,0 ± 8,3*	62,2 ± 1,8	34,2 ± 1,4	134,2 ± 4,8*	51,1 ± 3,4	363,9 ± 33,4	1,5 ± 0,1	14,6 ± 0,9	0,25 ± 0,01

* Различия достоверны по отношению к группе МС ($p < 0,05$).

увеличения ЛЖ [3], сердце и у МСМК, и у МС можно было классифицировать как умеренно увеличенные. Во-вторых, различия величин толщины миокарда в систолу (ТМС), толщины миокарда в диастолу (ТМД), объема миокарда (V_m), массы миокарда (ММЛЖ) и индекса ММЛЖ/ S_T (S_T — площадь тела обследуемого) между группами были статистически незначимыми. При этом отмечалась тенденция к уменьшению ММЛЖ у МСМК по сравнению с МС. Эта тенденция становилась более выраженной при приведении ММЛЖ к единице площади тела.

При оценке размеров структур сердечной мышцы у спортсменов мнения авторов разделилась. Большинство исследователей считают гипертрофию миокарда обязательным следствием спортивной тренировки [8, 14—17] и одним из наиболее универсальных механизмов адаптации к напряженной мышечной деятельности [9]. Вместе с тем гипертрофия миокарда у спортсменов оценивается как нарушение процессов адаптации, начало изнашивания сердечной мышцы — как стадия, которая в зависимости от обстоятельств может перейти в патологическую [5]. Отмечается также, что при гипертрофии миокарда снижается сократимость сердечной мышцы и, как следствие, ухудшается возможность использовать механизм Франка — Старлинга [12, 18].

Результаты наших исследований, представленные в табл. 1, показывают, что достижение высокого уровня мастерства в плавании сопровождается умеренным увеличением массы сердечной мышцы (ММ). Дальнейшее улучшение спортивных результатов до уровня международных возможно без дополнительного роста ММ и даже на фоне ее уменьшения. Примерно такие же выводы получены в эксперименте на животных. При умеренных режимах физических нагрузок масса сердца крыс возрастает, при чрезмерных — не повышается [19].

По вопросу о размерах полостей и объема сердца мнения не носят столь противоречивого характера, как по поводу массы миокарда. Считается, что у спортсменов увеличены полости ЛЖ [6, 10, 11]. При этом устанавливается прямая связь между величиной «спортивного сердца», его работоспособностью [6, 7, 11] и ростом функциональных резервов [4, 20].

В табл. 2 представлены результаты исследований показателей, характеризующих гетерометрический и гомеометрический типы саморегуляции сердца. В соответствии с классификацией размеров сердца [3] в обеих группах обследуемых отмечалось умеренное увеличение конечно-диастолического объема ЛЖ (КДО). Вместе с тем у МС размеры всех диастолических показателей полостей ЛЖ были больше по сравнению с МСМК: КДР — на 4,7%, КДР/ S_T — на 7,2%, КДО — на 13,2%, общий объем ЛЖ ($V_{\text{общ}}$) — на 8,9%. В то же время конечно-систolicеский размер (КСР) в обеих группах достоверно не различался. Поэтому интенсивность сердечного выброса у МС была достоверно больше по сравнению с МСМК: минутный объем (МО) — на 14,3%, ударный индекс (УИ) — на 11,5%, сердечный индекс (СИ) — на 20,1% (табл. 3).

При анализе показателей, характеризующих гомеометрический тип саморегуляции сердечной деятельности в покое (табл. 2), можно отметить, что достоверных различий между группами обследуемых не было. Несмотря на это, прослеживалась тенденция к усилению инотропизма у МСМК. Период изгнания (ПИ) у них был меньше на 4,9%, чем у МС, время изгнания минутного объема (ВИМО) — на 10%, объемная скорость кровотока (V_e) была больше на 3,1%, а скорость циркулярного укорочения волокон (СЦУ) — на 17,2%. Если учесть, что общее (ОПСС) и удельное (УПСС) периферические сосудистые сопротивления в группе МСМК были достоверно больше, чем у МС, на 18,0 и 20,3% соответственно (табл. 3), то можно утверждать, что усиление сердечного сокращения в покое у МСМК реализуется по механизму Анрепа. При этом у МСМК по сравнению с МС достоверно уменьшалась работа, производимая ЛЖ (РЛЖ), на

Состояние интракардиальной и системной гемодинамики в покое
у МС и МСМК по плаванию ($\bar{X} \pm \sigma$)

Группа обследуемых	УО, мл	УИ, мл/м ²	МО, л/мин	СИ, л/(мин · м ⁻²)	ОПСС, дин/(с · см ⁻⁵)	УПСС, дин/с/см ⁵ /м ²
МС	91,6 ± 3,2	46,0 ± 1,7	5,6 ± 0,2	2,8 ± 0,1	1394 ± 56	35,0 ± 1,6
МСМК	83,3 ± 3,5	40,7 ± 1,5*	4,8 ± 0,2*	2,3 ± 0,1*	1645 ± 58*	42,1 ± 1,4*

* Различия достоверны по отношению к группе МС ($p < 0,05$).

13,3% при тенденции к снижению кислородной стоимости сердечного сокращения (уменьшение ДП на 5,0%) и при увеличении его мощности (Wh) на 6,8% (табл. 1).

У МСМК не происходило дальнейшей гипертрофии миокарда, по-видимому, в связи с тем, что при ограничении резервных возможностей сердца (при полном использовании кислородного режима, максимальном увеличении кровообращения с максимальным ростом капилляров) дальнейшее увеличение нагрузки на сердечно-сосудистую систему, и в частности на миокард, привело бы к относительному кислородному голоданию, а впоследствии — к развитию кардиосклероза и интракардиальной недостаточности.

ВЫВОДЫ

1. Достижение высокого уровня мастерства в плавании сопровождается умеренным увеличением массы миокарда и конечно-диастолического объема ЛЖ сердца. Дальнейшее улучшение спортивных результатов до уровня международных возможно без дополнительного роста массы сердечной мышцы и даже ее уменьшением.

2. Внутрисердечная регуляция в состоянии покоя у пловцов международного класса по сравнению с мастерами спорта, уровень спортивных достижений которых ниже международного, направлена на уменьшение объема полости ЛЖ, снижение интенсивности интракардиальной и системной гемодинамики и характеризуется тенденцией к усилению гомеометрической регуляции по типу эффекта Анрепа, что способствует экономизации биоэнергетики сердечного сокращения у МСМК в состоянии покоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Schmidt J.* 75 Jahre «Sporthetz» Fakten: Analyse Perspektiven // *Sportarts*. 1974. Т.В. 25. № 10. S. 225.
2. *Schneider S., Wagner K.* Zur Einschätzung und zum Vergleich von Schwimmleistung unter Berücksichtigung des Welthiveaus der Entwicklungstendenzen des Sportschwimmens Zeitraum Leipzig, 1985. 102 s.
3. *Бозатырев М.И.* Функционально-диагностическая оценка «спортивного сердца» в зависимости от его формирования (эхомеханокардиографические исследования): Дис. ... канд. мед. наук. М., 1980. 194 с.
4. *Граевская Н.Д.* Влияние спорта на сердечно-сосудистую систему. М.: Медицина, 1975. 277 с.
5. *Дембо А.Г., Земцовский Э.В.* Спортивная кардиология. М.: Медицина, 1989, 460 с.
6. *Калугина Г.Е.* Морфологическая и функциональная характеристика «спортивного сердца» (по данным ультразвуковой эхокардиографии): Дис. ... докт. мед. наук. М., 1983. 420 с.
7. *Карпман В.Л., Хрущев С.В., Борисова Ю.А.* Физиологическая дилатация и гипертрофия спортивного сердца // Дилатация сердца и гипертрофия миокарда у спортсменов. М., 1973. С. 5.
8. *Крестовников А.Н.* Очерки по физиологии физических упражнений. М.: Физкультура и спорт, 1951. 356 с.
9. *Меерсон Ф.З.* Два типа долговременной адаптации сердца к большой нагрузке // Проблемы общей и клинической физиологии сердечно-сосудистой системы. Киев, 1976. С. 118.
10. *Хрущев С.В.* Объем сердца, динамика сердечной деятельности и аэробная производительность у спортсменов: Дис. ... докт. мед. наук. Иваново, 1969. 697 с.