

Функционально-структурные аспекты адаптации сердца к физическим нагрузкам

Л. А. Гнатюк, В. И. Ильницкий, М. С. Гнатюк

Адекватная оценка функционально-структурных особенностей адаптационных изменений сердца при физических нагрузках представляет одну из наиболее старых и далеко еще не изученных проблем спортивной медицины [4, 10, 15, 16]. Несмотря на многие работы, посвященные этой проблеме, до сих пор в литературе имеются противоречивые данные о гипертрофии сердечной мышцы у спортсменов, нет единого взгляда на функциональные и морфологические сдвиги гипертрофированного сердца [5, 12, 14].

Задачей данной работы явилось исследование функционально-анатомических особенностей перестройки отделов миокарда белых крыс при воздействии статическими физическими нагрузками.

Методика

Изучено сердце 70 беспородных белых крыс-самцов массой 210—225 г, которые ежедневно на протяжении 2 мес выполняли работу статического силового характера, возрастающую постепенно от 1 до 60 мин (умеренные нагрузки) и состоявшую в удержании тела в виси на шестах, помещенных над водой [12]. 16 животных аналогичных возраста, пола и массы, находившиеся в обычных условиях вивария, составили контрольную группу.

При изучении функционального состояния сердечно-сосудистой системы измеряли артериальное давление с помощью плетизмометрического аппарата [9], проводили запись электрокардиограмм на электрокардиографе ЭК2Т-02 в трех отведениях при скорости движения ленты 100 мм/с. При этом для расчета и анализа различных показателей сердечного ритма регистрировали не менее 100 кардионтервалов во втором отведении [1, 8].

Методом вариационной статистики определяли среднее значение интервалов $R-R$ (M), среднее квадратическое отклонение (σ), вариационный размах (ΔX), моду (M_0), амплитуду моды (AM_0), коэффициенты асимметрии (As) и эксцесса — Ex [1, 11], которые широко используются для оценки кардиоритма [1]. По формулам вычисляли индекс напряжения (ИН) регуляторных систем, индекс вегетативного равновесия (ИВР), показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР), вегетативный показатель ритма — ВПР [1]. Животных умерщвляли быстрой декапитацией. Сердце вскрывали по Есиповой [6], разделяли взвешивали части миокарда, проводили планиметрию эндокардиальных поверхностей камер сердца [3], гистометрические измерения изолированных кардиомиоцитов и их ядер [2]. Учитывали следующие морфометрические показатели: чистую массу мышцы сердца (ЧМС) — массу сердечной мышцы без клапанов и крупных сосудов, абсолютную массу левого желудочка (МЛЖ) и абсолютную массу правого желудочка (МПЖ) — масса желудочка с пропорциональной его массе частью межжелудочковой перегородки, желудочковый индекс (ЖИ) — отношение МПЖ к МЛЖ, индекс Фултона (ИФ) — отношение массы левого желудочка с межжелудочковой перегородкой к массе правого, сердечный индекс (СИ) — отношение ЧМС к массе тела, массу левого предсердия (МЛП) и массу правого предсердия (МПП), индекс предсердий (ИП) — отношение МЛП к МПП, процентное содержание массы левого и правого желудочков (% ЛЖ, % ПЖ) и массы левого и правого предсердий (% ЛП, % ПП), площадь эндокардиальной поверхности левого и правого желудочков (ПЭПЛЖ, ПЭППЖ) и площадь эндокардиальной поверхности левого и правого предсердий (ПЭПЛП, ПЭППП), планиметрический индекс (ПИ) — отношение ПЭПЛЖ к ПЭППЖ, диаметр кардиомиоцитов левого и правого желудочков (ДКМЛЖ, ДКМПЖ), диаметр ядер левого и правого желудочков (ДЯЛЖ, ДЯПЖ), диаметр кардиомиоцитов левого и правого предсердий (ДКМЛП, ДКМПП), диаметр их ядер (ДЯЛП, ДЯПП), ядерно-цитоплазматический индекс левого и правого желудочков (ЯЦИЛЖ, ЯЦИПЖ), ядерно-цитоплазматический индекс левого и правого предсердий (ЯЦИЛП, ЯЦИПП). Связь между функциональными и структурными параметрами

Гистометрически выявлено равномерное возрастание числа кардиомиоцитов и их ядер. На ЭКГ наблюдалось увеличение вольтажа зубцов R_1 , R_2 , R_3 , а также S_1 , S_2 , S_3 , значение моментного вектора QRS приближалось к контрольному, ЧСС была снижена. Из таблицы видно, что имеется некоторое возрастание M , σ , ΔX , снижение ИН, ИВР, ПАПР, ВПР, что указывает на превалирование вагусно-холинергических влияний [1]. При этом следует отметить, что снижение ВПР, ПАПР, ИН было несколько меньшим, чем в предыдущей группе, а M_0 оказалась ниже аналогичного контрольного показателя.

В сердце 12 экспериментальных крыс (17,2 %) наблюдалось увеличение ЧМС, МЛЖ, МЛП, МПП, ИФ, % ЛЖ, ПЭПЛЖ, ПЭППЖ, ПИ, снижение ЖИ, % ПЖ, что указывало на гипертрофию сердца с преобладающим увеличением массы ЛЖ. Существенно были изменены также биоэлектрические параметры. При этом отмечено увеличение зубцов R_1 , R_2 , S_3 , уменьшение ЧСС, отклонение моментного вектора QRS влево ($40,9^\circ \pm 3,3^\circ$ до $24,7^\circ \pm 3,6^\circ$), т. е. и электрокардиографические показатели свидетельствовали о преимущественной гипертрофии ЛЖ. В этой группе наблюдений все показатели, отражающие изменение структуры сердечного ритма, указывали на снижение симпатических и усиление парасимпатических влияний на сердце, причем M и ΔX были здесь наименьшими, а $A M_0$ — незначительно снижена.

Следует отметить, что анализ динамики изменений коэффициентов асимметрии и эксцесса (с учетом знака) в приведенных группах наблюдений не обнаружил какой-то закономерности. У оставшихся 3 (4,3 %) крыс структурные параметры отделов сердца под действием тренировочных нагрузок не изменялись. Артериальное давление у экспериментальных животных снижалось, однако существенных различий его между вышеописанными группами не выявлено.

Проведенный корреляционный анализ между значением интервала $R-R$ и некоторыми кардиометрическими параметрами экспериментальных животных показал, что существуют сильная положительная корреляционная связь между $R-R$ и чистой массой сердца ($r = 0,92 \pm 0,03$), а также аналогичная отрицательная связь между $R-R$ и ЖИ ($r = -0,791 \pm 0,012$), т. е. значением, определяющим нарушение соотношений между массой ЛЖ и ПЖ сердца. Между другими массометрическими показателями частей сердца и $R-R$ имелась слабая корреляционная связь. Такое же явление отмечено между названным значением кардиоинтервалов и планиметрическими характеристиками камер сердца, кроме ПЭППЖ ($r = +0,53 \pm 0,03$), ПЭППП ($r = +0,361 \pm 0,012$) и ПИ ($r = -0,452 \pm 0,015$). Приведенные результаты указывают на связь между значением интервала $R-R$ и массовыми, а также планиметрическими характеристиками отделов миокарда. Эта взаимосвязь нарушается при диспропорциональном, несбалансированном росте массы или дилатации камер сердца, которые адекватно отражают ЖИ, ИФ, ИП, % ЛЖ, % ПЖ, % ЛП, % ПП, ПИ.

Из результатов исследований видно также, что для всех выделенных групп экспериментальных животных с различными вариантами компенсаторно-приспособительных процессов в частях сердца характерно снижение влияния симпатического звена регуляции и преобладание ваготонического типа ритмической деятельности сердца. Такая динамика структуры сердечного ритма под влиянием физических нагрузок расценивается многими исследователями как благоприятная [1, 17].

Таким образом, на основании полученных результатов видно, что физические нагрузки статического характера в преобладающем большинстве наблюдений вызывают существенную перестройку отделов сердечной мышцы. При этом у экспериментальных животных можно выделить гипертрофированное сердце с преимущественным увеличением массы ПЖ (47,1 %), с пропорциональным, сбалансированным возрастанием массы обоих желудочков (31,4 %), с заметной гипертрофией ЛЖ (17,2 %) и сердце без существенной гипертрофии его частей (4,3 %).

Результаты математического анализа сердечного ритма свидетель-

ствуют о том, что при действии на организм экспериментальных животных умеренных статических нагрузок изменяется также структура кардиоритма. При этом во всех выделенных группах крыс устанавливаются новые, более благоприятные взаимоотношения в ритмической деятельности сердца, характеризующиеся снижением симпатических и усилением парасимпатических влияний на работу сердечной мышцы.

FUNCTIONAL AND STRUCTURAL ASPECTS OF THE HEART ADAPTATION TO THE PHYSICAL EXERCISES

L. A. Gnatyuk, V. I. Ilnitsky, M. S. Gnatyuk

The cardiovascular system of 70 white male rats adapted to physical static exercises has been studied by means of functional and morphometric methods. Physical exercises cause different variants of adaptive changes in cardiac muscle parts of experimental animals. In 47.1 % of rats right ventricle hypertrophy was mainly responsible for the cardiac mass increase; 31.4 % of animals had an equal proportional hypertrophy of left and right ventricles; in 17.2 % of rats the predominant increase of the left ventricle mass was found; in 4.3 % of the animals no changes were observed. The various adaptive rearrangements of the cardiac muscle parts had individual peculiarities of the cardiac rhythm regulation.

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

1. Баевский Р. М., Мотылянская Р. Е. Ритм сердца у спортсменов.— М.: Физкультура и спорт, 1986.— 142 с.
2. Бродский В. Я., Арефьева А. И., Циркидзе Н. Н. Число и масса миоцитов сердца мышей // Цитология.— 1983.— 25, № 3.— С. 266—271.
3. Вихерт А. М., Митрофанов М. П., Стерни Н. Морфологические методы изучения эпидемиологии атеросклероза различных артериальных областей и патологии сердца // Арх. патологии.— 1974.— 36, № 5.— С. 76—80.
4. Граевская Н. Д. Влияние спорта на сердечно-сосудистую систему.— М.: Медицина, 1975.— 278 с.
5. Дембо А. Г. О советской спортивной кардиологии // Кардиология.— 1980.— 20, № 7.— С. 103—105.
6. Есипова И. К., Алiskeвич В. И., Пурдяев Ю. С. Метод срочной дифференциальной диагностики различных форм гипертензии малого круга кровообращения у секционного стола // Суд.-мед. экспертиза.— 1981.— 24, № 4.— С. 27—30.
7. Зубрицкий А. Н. Корреляционный анализ макрометрических параметров легочного сердца при хронических неспецифических заболеваниях легких // Арх. патологии.— 1982.— 44, № 8.— С. 38—43.
8. Карпенко А. В. Использование статических характеристик сердечного ритма для оценки умственной работоспособности // Физиология человека.— 1986.— 12, № 3.— С. 426—431.
9. Коган А. Х. Новый плетизмометрический аппарат (с автоматическим электроподогревом) для конвейерного определения артериального давления у ненаркотизированных крыс бескровным путем // Бюл. эксперим. биологии и медицины.— 1959.— 48, № 10.— С. 109—113.
10. Комадел Л., Барта Э., Кокавец М. Физиологическое увеличение сердца.— Братислава: Изд-во Словацкой Акад. наук, 1968.— 246 с.
11. Лакин Г. Ф. Биометрия.— М.: Высш. школа, 1980.— 293 с.
12. Пинчук В. М., Фролов В. А. Варианты морфологических изменений сердца белых крыс в процессе адаптации к физическим нагрузкам различного характера // Арх. анатомии, гистологии и эмбриологии.— 1980.— 78, № 2.— С. 30—35.
13. Пухначев Ю. В., Данилов И. Д. Микрокалькуляторы для всех.— М.: Знание, 1986.— 192 с.
14. Ситдинов Ф. Г., Ванюшин Ю. С. Физиологические сдвиги в деятельности сердца у юных спортсменов // Казан. мед. журн.— 1986.— № 4.— С. 243—295.
15. Benyt S. Physiological adaptation to physical conditioning // Acta med. Scand.— 1986.— 220, N 7.— P. 11—24.
16. Schaible T. F., Scheuer J. Cardiac adaptation to chronic exercise // Proc. Cardiovasc. Dis.— 1985.— 27, N 5.— P. 297—324.
17. Vicenik K., Stulrajter V. Types of heart-rate variability identified by time-series modelling in top sportsmen // Activ. nerv. Super.— 1986.— 28, N 3.— P. 205—207.

Тернополь, мед. ин-т
М-ва здравоохранения УССР

Поступила 10.06.87

УДК 612.172.4—06:613.863

Защитное действие ад при аритмиях и фибри

Ф. З. Меерсон, Е. Е. Устинова

Известно, что адаптация перекрестным эффектом, то к недостатку кислорода ставление о широком спек обоснованное Н. Н. Сирот нием для использования повреждений, вызываемых частности, стрессовыми генами [8], гипертензивн зано, что адаптация к пер водимая в условиях ба стрессорные или ишемич Однако вопрос о том, м или устранить аритмии и в патогенезе внезапной с вался открытым. Цель на во-первых, оценить влиян сердца к аритмогенному рых, чтобы выяснить, как электрической стабильно кардиосклерозе.

Методика

Иммунизационный стресс в ложении на спине в течение миокарда у ненаркотизирован дили по методу Лерган и соа пользовали с целью профила сердца и, соответственно, стр шейся адаптации. Эксперимен ных создавали по методу Sel кардиосклероз в форме массн нейшем проводили ступенчату этого через 2 нед после созд сут на «высоту» 1000 м в теч ли на 1000 м до достижения мя пребывания в барокамере сеансов гипоксического воздей

Электрический порог ф острых опытах под нембугалс мощью стимулятора SEN-320 электрокардиограммы, раздра длительностью 10 мс через к верхушку правого желудочка ка, при которой возникала оценивали на фоне вагусной го конца блуждающего нерв 2 мс, задержка 5 мс, частотой вым значениям. Подсчитывал марно для всех четырех перн щих после острой коронароо ных с нарушениями ритма, л