

ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 612.1

Н.Г. Аршинова, А.Д. Викулов, М.В. Бочаров

Использование показателей центральной гемодинамики и сердечного ритма для оценки функционального состояния спортсменов высокой квалификации

В ходе исследования были определены показатели центральной гемодинамики и вариабельности сердечного ритма (ВСР) у спортсменов разной квалификации. Полученные результаты свидетельствуют, что при наличии общих особенностей гемодинамическое обеспечение организма мастеров спорта происходило при более высоком уровне напряжения механизмов регуляции сердечной деятельности.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, гипертрофия миокарда, спортсмены высокой квалификации, центральная гемодинамика, эхокардиография.

N.G.Arshinova, A.D.Vikulov, M.V.Bocharov

Use of Central Haemodynamics Indicators and Heart Rate to Estimate Functional Condition of High Qualification Sportsmen

During research indicators of central haemodynamics and variability of the heart rate (VHR) of different qualification sportsmen have been defined. The received results testify that in the presence of the general features, haemodynamic maintenance of the organism of masters of sports occurred at higher level pressure of mechanisms of heart activity regulation.

Key words: variability of the heart rate, myocardium hypertrophy, high qualification sportsmen, the central haemodynamics, echocardiography.

В современном спорте длительность и интенсивность высоких тренировочных нагрузок определяется не врачом и даже не тренером. Это зависит от уровня спортивных достижений в данном виде спорта: чем выше этот уровень, тем длительнее, объёмнее и интенсивнее должны быть тренировки. Постоянное увеличение физических нагрузок, лежащее в основе спортивной подготовки, должно соответствовать повышающемуся уровню функционального состояния, а не опережать его и не быть чрезмерным. Необходимы предупреждение и своевременная диагностика возможных отрицательных влияний напряжённых тренировок.

Правильное и рациональное использование физических упражнений вызывает существенные положительные сдвиги как в отношении морфологии, так и функции сердечно-сосудистой системы. Высокое функциональное состояние физиологического спортивного сердца следует расценивать как проявление долговременной адап-

тационной реакции, обеспечивающей осуществление ранее недоступной по своей интенсивности физической работы [20, 21]. Оно обладает уникальными особенностями, определяющими его способность приспосабливаться к интенсивной мышечной деятельности [4]. Характерными для него являются сочетание максимально экономного функционирования в покое и возможность достижения высокой, предельной функции при физической нагрузке [12, 13].

К особенностям физиологического спортивного сердца Г.Ф. Ланг относил способность к увеличению МОК при физической нагрузке, происходящему не столько за счёт учащения сердечных сокращений, сколько за счёт увеличения ударного объёма, а также повышение функциональной способности нейрогуморального регулирующего кровообращение аппарата, повышенной работоспособности симпатического отдела вегетативной нервной системы. Г.Ф. Ланг говорил о пределе способностей к спортивным

достижениям, которые в значительной степени определяются именно пределом функциональной способности симпатико-адреналовой системы.

С учетом вышесказанного целью данного исследования было изучение и установление взаимосвязей показателей variability сердечного ритма и эхокардиоскопии у спортсменов.

Материал и методы исследования

Обследована группа спортсменов - мастеров спорта России и кандидатов в мастера спорта ($n=9$) и спортсменов 1-2 разрядов ($n=12$). Контрольную группу составили практически здоровые мужчины такого же возраста и антропометрических характеристик ($n=12$). Возраст испытуемых составил - 19,75 года. Индекс массы тела исследуемых в обеих группах был равен $22,68 \pm 0,58$ кг/м².

Эхокардиографическое исследование выполнено с помощью аппарата *Aplio Toshiba SSA-700 A (770A)* с секторным датчиком с фазированной решеткой PST-30BT (для кардиоисследований, частота 3,0 МГц). Во время обследования пациент лежал на спине или на левом боку. Датчик располагали над сердцем в различных позициях, обеспечивающих доступ к исследованию разных отделов сердца по его длинным и коротким осям, при этом контролировали позицию датчика по изображению структур сердца на экране осциллографа и выбирали направление луча, ориентируясь на различия в отражении структур. Обеспечив положение датчика с наилучшим отображением исследуемых структур и их функции, регистрировали эхокардиограмму (ЭХОКГ).

Анализ variability сердечного ритма проведен с использованием аппаратно-программного комплекса "ВНС-Спектр" фирмы "НейроСофт" (Россия, г. Иваново). Указанный аппаратно-программный комплекс работал совместно с компьютером и обеспечивал формирование динамических рядов кардиоинтервалов с частотой дискретизации электрокардиографического сигнала 1000 Гц. Точность измерения R-R интервалов ± 1 мс.

Выполнена 5-минутная запись ЭКГ в тихом отдельном помещении, с постоянной температурой (22⁰С). Период адаптации к условиям исследования (горизонтальное положение тела) составлял 10 мин. Запись выполнена при ровном дыхании, без глубоких вдохов, кашля, сглатываний. Спортсмены в дни обследований не участвовали в тренировках.

Полученные данные подвергнуты статистической обработке. По критерию Шапиро-Уилки выборки протестированы на принадлежность к закону нормального распределения. С учетом этого достоверность отличий между показателями экспериментальной и контрольной групп определена по критерию Манна-Уитни. Методом ранговой корреляции выполнен корреляционный анализ.

Результаты исследования и их обсуждение

Как указывал Г.Ф. Ланг, наиболее постоянным и обязательным признаком высокого функционального состояния сердца спортсмена является брадикардия в покое. Данные последних лет и результаты собственных исследований подтверждают, что у спортсменов частота сердечных сокращений (ЧСС) меньше, чем у лиц, не занимающихся спортом. Брадикардия встречается чаще у спортсменов, тренирующих качество выносливости [5, 6, 17, 18, 19, 31].

Брадикардию у спортсменов следует рассматривать как проявление экономизации деятельности сердца. Уменьшение ЧСС снижает потребность миокарда в кислороде вследствие уменьшения величины его работы, а также увеличивает диастолу. Изменяются уровни нейровегетативной регуляции в покое, когда наряду с повышением тонуса парасимпатической нервной системы снижается активность симпатико-адреналовой системы [5].

Несмотря на, казалось бы, физиологическую целесообразность брадикардии у здоровых спортсменов, в последнее время опубликованы данные, свидетельствующие о том, что брадикардия, возникающая при высоких физических нагрузках, может привести к состоянию синдрома слабости синусового узла (СССУ) с тенденцией к тромбоэмболии мозговых сосудов.

В нашем исследовании ЧСС в группе мастеров спорта оказалась самой низкой: она равнялась $58,00 \pm 3,11$ уд/мин. и была меньше, чем у лиц контрольной группы, на 16,8% ($p < 0,001$). Здесь же зарегистрированы самые высокие величины систолического артериального давления – $129,22 \pm 5,86$ мм рт.ст. По показателям диастолического, пульсового и среднего артериального давлений статистически значимых различий с контрольной группой не выявлено ($p > 0,05$). Однако показатель двойного произведения у мастеров спорта был меньше, чем в контроле, на 16% ($p < 0,001$). Систолическое давление отрицательно коррелировало с общей мощностью волновой

структуры сердечного ритма (ТР) и показателем мощности медленноволнового спектра (LF): $r = -0,566$ и $r = -0,626$ соответственно ($p > 0,05$). Диастолическое давление также отрицательно коррелировало с общей мощностью спектра (ТР) и показателем медленноволнового спектра (LF): $r = -0,727$ и $r = -0,69$ соответственно ($p > 0,05$).

У спортсменов-разрядников ЧСС была незначительно меньше, чем в контроле, при наименьших значениях систолического артериального давления - $119,00 \pm 6,39$ мм.рт.ст. ($p < 0,001$). Систолическое давление отрицательно коррелировало с общей мощностью спектра (ТР) и показателем мощности высокочастотного спектра (HF): $r = -0,608$ и $r = -0,631$ соответственно ($p > 0,05$). ЧСС спортсменов этой группы также отрицательно коррелировала с общей мощностью спектра (ТР) и показателем «очень медленноволнового» спектра (VLF): $r = -0,659$ и $r = -0,807$ соответственно ($p > 0,05$).

Особенно важным и информативным показателем в оценке функционального состояния оказалась амплитуда дыхательных волн, которая возрастает при улучшении функционального состояния у здоровых молодых людей [1, 2, 9]. Амплитуда медленных волн по мере улучшения функционального состояния снижается [7, 10].

При сопоставлении ритма сердца у спортсменов и лиц, не занимающихся спортом, у первых удаётся обнаружить сдвиги параметров, отражающие изменения вегетативной регуляции в сторону преобладания тонууса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Снижаются значения моды (M_0) и её амплитуда (AM_0), доля случайных аperiодических составляющих ритма и амплитуда медленных волн, увеличивается амплитуда дыхательных волн [7].

В нашем исследовании величина моды (M_0) у МС; КМС была больше на 18,9%, а в группе спортсменов 1-2 разрядов - на 20,4%, амплитуда моды (AM_0) - соответственно на 15,09% и на 26,26% больше, чем у лиц, не занимающихся спортом, хотя различия не носили статистически значимого характера ($p > 0,05$).

Многочисленными работами в области спортивной кардиологии показано, что в процессе долговременной адаптации к физическим нагрузкам улучшению функционального состояния спортсменов сопутствуют снижение ЧСС (увеличение моды), увеличение выраженности синусовой аритмии (увеличение $\Delta R-R$) и уменьшение централизации управления ритмом (снижение AM_0).

«Индекс напряжения» (ИН), предложенный Р.М. Баевским, – интегральный показатель, предназначенный для оценки «степени напряжения регуляторных механизмов». Он прямо пропорционален величине AM_0 и обратно пропорционален величинам M_0 и $\Delta R-R$, поэтому, чем он выше, тем выше «активность симпатического канала регуляции», а чем ниже, тем ниже «активность гуморального и парасимпатического каналов», то есть увеличение ИН указывает на «напряжение адаптации», а его снижение свидетельствует об устойчивой адаптации к воздействиям различных факторов внешней среды.

По результатам нашего исследования индекс напряжения (ИН) у перворазрядников был меньше на 57,75% ($p < 0,001$), чем в контрольной группе, у МС - на 34,69% ($p > 0,05$).

Всякое увеличение требований к сердцу обусловлено либо увеличением притока крови к нему, либо усилением сопротивления изгнанию крови в аорту и лёгочную артерию. В первом случае гиперфункция осуществляется путём увеличения МОК и амплитуды сердечных сокращений (изотоническая гиперфункция). При этой гиперфункции развивается небольшая гипертрофия миокарда, сочетающаяся с дилатацией его полостей, что приводит к повышению эффективности работы сердца. При увеличении сопротивления изгнанию крови увеличивается систолическое напряжение, повышается давление в желудочках (изометрическая гиперфункция). Она энергетически не экономична и приводит к выраженной гипертрофии миокарда и дилатации полостей сердца, снижению эффективности его работы. Обычно эти типы гиперфункции сочетаются, и речь идёт о преобладании одного над другим.

Развитие и прогрессирование гипертрофии миокарда у спортсменов зависит от того, какой тип гиперфункции у них преобладает. При физической нагрузке наблюдается изотоническая гиперфункция, а при неблагоприятных факторах (чрезмерная, нерациональная нагрузка, большое число соревнований, переутомление и т.д.) может повыситься периферическое сопротивление и гиперфункция начнёт осуществляться преимущественно по изометрическому типу. У половины спортсменов в периоды особенно интенсивной физической нагрузки выявляется дистрофия миокарда вследствие физического перенапряжения (ДМФП). Об этом свидетельствуют удлинённые фазы изометрического сокращения до 0,06 с, укорочение периода изгнания по сравне-

нию с должными величинами, внутрисистолического показателя и начальной скорости повышения внутрижелудочкового давления, а также увеличение индекса напряжения миокарда, т.е. признака его изнашивания.

Таким образом, гиперфункция сердца у спортсменов должна обеспечиваться такой степенью гипертрофии миокарда, которая может не определяться электрокардиографически, но в большей степени проявляться другими факторами: увеличением систолического выброса за счёт тоногенной дилатации, изменением скорости кровотока, использованием депонированной крови, гипертрофией трабекулярных и папиллярных мышц, улучшением капиллярного кровотока миокарда.

Для оценки адаптации сердца к гиперфункции предложен показатель соотношения конечно-диастолического объёма левого желудочка к массе миокарда КДО/ММЛЖ [11]. У лиц, не занимающихся спортом, этот показатель превышает 1 ± 2 . Если адаптация сердца к нагрузкам идёт преимущественно за счёт дилатации полостей, он превышает 1,2. При преимущественном развитии гипертрофии миокарда у спортсмена этот параметр снижается до 0,8 и ниже. В нашем исследовании статистически значимых различий между группами отмечено не было, но наименьший показатель КДО/ММЛЖ = 0,69 ($p > 0,05$) зарегистрирован у мастеров спорта. Среднее значение ММЛЖ составило $-186,33 \pm 30,02$, при наименьшем значении -143 г. и наибольшем значении -224 г. Есть основания думать об умеренной гипертрофии миокарда. Считается, что при выраженной гипертрофии миокарда величина ММЛЖ превышает 200 г.

Одним из важнейших параметров сократительной функции сердца, без определения которого невозможно дать полноценную характеристику функционального состояния аппарата кровообращения, является сердечный выброс, т.е. количество крови, выбрасываемое за единицу времени. Интегральной характеристикой состояния кровообращения является минутный объём крови, который вместе с ударным объёмом составляют сердечный выброс. По результатам нашего исследования, УО и МОК в группе высококвалифицированных спортсменов были больше на 27,19% и на $-26,12\%$ соответственно, по сравнению с контролем, в группе спортсменов 1-2 разрядов МОК (л/мин) – больше на 9,33%, а УО (мл) практически не отличался от контроля. При этом у МС наблюдалось наименьшее общее

периферическое сопротивление сосудов (ОПСС) и более высокое (в пределах физиологической нормы) артериальное давление. В группе спортсменов-разрядников при пониженном по сравнению с контрольной группой ОПСС зарегистрированы наименьшие значения АД. Так как изотоническая и изометрическая гиперфункции сочетаются и речь идёт о преобладании одного над другим, то, вероятно, у перворазрядников преобладала изотоническая гиперфункция, обусловленная постнагрузочными эффектами в периферическом сосудистом русле. И поскольку длительность этой гипотензивной реакции может достигать до 12 часов, то в условиях многочасовых тренировок данный феномен может объяснять снижение ОПСС, где важная роль отводится снижению тонуса сосудов на уровне рабочих мышц для обеспечения отставленных восстановительных процессов: метаболизма лактата, восполнения запаса гликогена, процесса синтеза мышечных белков [26].

Многочисленными работами показано, что в процессе долговременной адаптации к физической нагрузке происходит увеличение растяжимости артерий, снижение их упругого сопротивления и, в конечном итоге, увеличение ёмкости артериального русла. Снижение констрикторного тонуса сосудов облегчает движение крови и способствует снижению энергетических затрат сердца [23].

В группе МС, вероятно, преобладала изометрическая гиперфункция. Нами отмечался повышенный МОК, указывающий на высокую потребность в кислороде, регуляция которого зависит от потребностей и реальной доступности кислорода тканям, более высокий, чем в сравниваемых группах, УО и АД, при пониженных значениях ОПСС, вызванного дилатацией сосудов сопротивления. В этой группе зарегистрировано более высокое по сравнению с разрядниками отношение $LH/HF = 1,36 \pm 0,92$ ($p < 0,05$), УО тесно коррелировал с LF/HF ($r = -0,714$). Следовательно, гемодинамическое обеспечение у спортсменов этой группы происходит с большим уровнем напряжения сердечной деятельности. Известно, что существуют высокие корреляционные связи между PWC_{170} и размерами полостей сердца, а также с максимальным ударным объёмом крови [3]. С другой стороны, эта связь подтверждает существенное влияние размеров сердца на физическую работоспособность. Таким образом, подтверждается факт, что высокий УО крови в покое во многом обусловлен дилатацией полостей

сердца [14, 15]. Удлинение периода диастолы в группе МС способствует увеличению времени наполнения желудочков кровью и росту конечно-диастолического объема желудочков – важнейшей характеристики ударного объема. В нашем исследовании величина ударного объема крови в группе мастеров спорта была больше, чем у лиц, не занимающихся спортом, на 27,19% ($p < 0,001$). Конечно-систолический объем левого желудочка тесно коррелировал с HF: коэффициент корреляции составил ($r = -0,790$). Фракция выброса коррелировала с HF-спектром ($r = -0,666$) и LF/HF ($r = 0,666$). Вероятно, рост вагусных влияний на сердце спортсмена высокой квалификации вызывает увеличение длительности диастолы желудочков, что, в свою очередь, способствует повышению УО крови в покое.

Среди факторов, оказывающих существенное влияние на волновую структуру ритма сердца, одно из ведущих мест занимают объем и интенсивность физических нагрузок и их соотношение с возможностями организма спортсмена. В.В.Аксёнов с соавт. (1986) обнаружили у спортсменов в результате воздействия чрезмерных тренировочных нагрузок ослабление дыхательных волн и усиление спектра медленных волн ритма сердца.

Роль 10-секундных колебаний (LF) и механизмы их происхождения подвергались теорети-

ческим и экспериментальным исследованиям [8]. В литературных данных есть предположения о том, что в формировании 0,1-герцевого ритма ЧСС принимают участие разные механизмы, среди которых выделяют барорефлекторный, центральный и др. [16, 25, 30]. Вместе с тем, ритм, относящийся к вазомоторным волнам, определенных как низкочастотные компоненты, является маркером симпатической модуляции [27, 29, 32].

Известно, что существует взаимосвязь между симпатическими и парасимпатическими влияниями на сердечный ритм и много гипотез, объясняющих характер этой взаимосвязи. Доказано, что регулярное влияние обоих отделов вегетативной нервной системы точно сбалансировано [22]. Это послужило основанием использовать отношение мощностей низкочастотного и высокочастотного диапазонов спектра для оценки баланса между симпатической и парасимпатической системами [28].

Важными отличительными особенностями между группами МС и спортсменами-разрядниками в нашем исследовании были различия по показателям ВРС, которая была снижена в первой и повышена во второй группах. В объединенной группе всех спортсменов ВРС оказалась повышенной по сравнению с контролем.

Таблица 1

Статистические показатели ВРС у спортсменов высокой квалификации
M±δ

Показатель	Контроль n=12	Мастера n=9	1, 2 разряды n=11
R-R min, мс	686,00±146,00	835,44±234,6**	810,73±65,32**
R-R max, мс	1046,18±157,73	1309,67±338,85**	1295,46±160,28**
RRNN, мс	863,73±112,84	1049,56±122,91***	1055,82±95,04***
SDNN, мс	56,46±26,27	58,67±15,62	81,09±20,76***
RMSSD, мс	52,18±31,59	51,67±23,64	88,73±25,90***
pNN50, %	21,60±20,57	29,59±22,19	56,95±13,47***

** - различия между группами статистически значимы при $p \leq 0,01$

*** - различия между группами статистически значимы при $p \leq 0,001$

Из данных табл. 1 видно, что параметры R-Rmin; R-Rmax; RRNN; SDNN; RMSSD; pNN50 в группе спортсменов-разрядников были отличны от тех же показателей в контрольной группе. Средняя продолжительность минимального кардиоинтервала (R-R min, мс) – больше на 15,38% ($p < 0,01$), средняя продолжительность максимального кардиоинтервала (R-R max, мс) – больше на 19,24% ($p < 0,001$), средняя длительность нормальных кардиоинтервалов (RRNN, мс) – больше на 18,19% ($p < 0,001$), стандартное отклонение величин нормальных интервалов (SDNN, мс) – больше на 30,37% ($p < 0,001$), квадратный корень из среднего квадратов разностей величин последовательных пар кардиоинтервалов (RMSSD, мс) – больше на 41,19% ($p < 0,001$), количество пар соседних кардиоинтервалов NN, различие между которыми превышает 50 мс в течение всей записи (pNN50,%) – больше на 62,07% ($p < 0,001$).

В то же время в группе мастеров показатель R-R min (мс) оказался выше, чем в контрольной, на 17,71% ($p < 0,01$), R-R max (мс) – выше на 20,12% ($p < 0,01$), RRNN (мс) – на 17,71% ($p < 0,001$), RMSSD (мс), SDNN (мс) и pNN50 (%) были выше, чем у лиц, не занимающихся спортом, но достоверность различий отсутствовала ($p > 0,05$).

Характеристики показателей спектрального анализа ВРС в сравниваемых группах приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Показатели спектрального анализа ВРС
у спортсменов высокой квалификации**

M±δ

Показатель	Контроль n=12	Мастера n=9	1, 2 разряд n=11
TP, мс ²	3927,27±2905,98	3401,78±1629,75	6322,46±2802,53*
VLF, мс ²	1326,18±1518,10	1282,00±831,45	1779,55±1360,82
LF, мс ²	1227,55±887,20	976,11±745,08	1632,66±645,49
HF, мс ²	1373,64±1379,23	1144,00±1218,76	2909,27±1564,99**
LF norm, n.u.	52,36±12,40	50,92±21,09	38,74±12,13**
HF norm, n.u.	47,64±12,40	49,08±21,09	61,26±12,13**
LF/HF	1,29±0,85	1,36±0,92	0,70±0,36**

* - различия между группами статистически значимы при $p \leq 0,05$

** - различия между группами статистически значимы при $p \leq 0,01$

Обращает на себя внимание факт отсутствия статистически значимых различий между группой мастеров спорта и контрольной группой и наличия существенных отличий между контрольной группой и спортсменами-разрядниками. Так, общая мощность спектра (TP, мс²) у спортсменов достоверно отличалась от значений (TP мс²) контрольной группы и была больше на 37,9% ($p < 0,05$). При несущественных различиях по спектрам: «очень низкочастотный» – «низкочастотный», «высокочастотный» спектр у спортсменов превышал по своим значениям контрольный уровень на 112% ($p < 0,05$). Симпатико-парасимпатическое равновесие у спортсменов было смещено в сторону преобладания влияния парасимпатического отдела автономной нервной системы ($0,70 \pm 0,36$), в то время как в контрольной группе этот индекс равнялся $1,29 \pm 0,85$ ($p < 0,05$).

У спортсменов-разрядников зарегистрированы корреляции между конечно-систолическим объемом и LH/HF ($r=0,636$), размером правого желудочка и общей мощностью спектра (TP) ($r=0,755$), размером правого желудочка и мощностью LF-диапазона ($r=0,882$). Таким образом, в группе спортсменов-разрядников повышенный тонус вагуса косвенно участвовал в повышении УО крови и снижении АД, через удлинение периода диастолы.

В целом эти результаты указывают на усиление парасимпатических влияний на сердечный

ритм у высококвалифицированных спортсменов в состоянии относительного покоя. Значительное число работ показало схожие результаты [24].

Наши данные о сниженных показателях SDNN, RMSSD, TP и повышенном индексе LH/HF у мастеров спорта связаны, вероятно, с уменьшением парасимпатических влияний на сердце, при сдвиге симпато-вагусного баланса в сторону преобладания симпатических влияний, и указывают на повышенное напряжение механизмов регуляции сердечной деятельности. Напряжение деятельности сердца в этой группе, по видимому, направлено на обеспечение высокого уровня центрального и периферического кровотока: установлена положительная корреляционная связь между фракцией выброса и LH/HF ($r=0,666$), при повышенном минутном объеме крови и систолическом артериальном давлении. Важной характеристикой преобладания симпатической активности у высококвалифицированных спортсменов может быть повышенный уровень энергетического обмена в тканях.

По мнению Ф.З.Меерсона (1978), относительно процессов адаптации к физическим нагрузкам на клеточном уровне отмечаются три физиологических сдвига: увеличение мощности системы энергообеспечения, увеличение утилизации энергии, усиление системы ионного транспорта. Эти адаптационные сдвиги не просто реализуются, но координированы между собой и определенным образом потенцируют друг друга, то есть для организма спортсменов высокой квалификации в состоянии относительного покоя характерно

рен более высокий уровень церебральных эрготропных влияний, обеспечивающих адаптационные реакции.

Проведенное исследование позволило сделать следующие выводы

Выводы

1. Общими особенностями в состоянии центральной гемодинамики в группах мастеров спорта и спортсменов-разрядников были повышенный ударный и минутный объем крови и сниженное общее периферическое сопротивление, но механизмы роста их увеличения несколько различались. Группа мастеров спорта характеризовалась более высокими показателями артериального давления при пониженных значениях общего периферического сопротивления сосудов и более высокими значениями отношения ЛН/НФ - $1,36 \pm 0,92$ ($p < 0,05$). Кроме того, отмечались высокие значения массы миокарда левого желудочка и наименьшие показатели КДО/ММЛЖ = $0,69$ ($p > 0,05$) и ЧСС. В группе спортсменов-разрядников, напротив, сниженное по сравнению с контрольной группой общее периферическое сопротивление сосудов сочеталось с наименьшим значением артериального давления, преобладало влияние парасимпатического

отдела автономной нервной системы (ЛН/НФ был равен $0,70 \pm 0,36$).

2. Отличительными особенностями у спортсменов мастеров спорта были сниженная в целом вариабельность сердечного ритма с преобладанием в симпато-вагусном балансе симпатической активности, а также повышенный минутный объем крови. Следовательно, гемодинамическое обеспечение организма происходило при более высоком уровне напряжения механизмов регуляции сердечной деятельности. Оно энергетически не экономично и снижает эффективность работы сердца.

3. Отличительными особенностями группы спортсменов-разрядников были сниженное диастолическое артериальное давление, обусловленное при одинаковом минутном объеме крови сниженным общим периферическим сопротивлением сосудов, а также повышенная в целом вариабельность сердечного ритма. Небольшая гипертрофия миокарда, сочетающаяся с дилатацией его полостей, повышает эффективность работы сердца, а в условиях повышенной активности сердечных парасимпатических влияний увеличивается экономизация сердечной деятельности.

Библиографический список

1. Beletsky, U.V. Qualitative rapid assessment of respiratory cardiac arrhythmia in the practice of medical control [Text] / U.V. Beletsky, A.K. Labucka // Theory and practice of physical. culture. - 1979. - № 12. - P. 23-25.

2. Beletsky, U.V. Sinus arrhythmia in the rapid analysis of the functional state of athletes [Text] / U.V. Beletsky, A.M. Darlings // Theory and practice of physical. culture. - 1977. - № 7. - P. 61.

3. Belotserkovsky, Z.B. Dynamics of cardiac activity during isometric loading in athletes [Text] / Z.B. Belotserkovsky, Y.A. Borisova, B.G. Lubin / Sports medicine and the study of adaptation to physical stress // Scient. Reading Conf. 80-th anniversary of prof. VL Karpman, April 17. 2005, Ros. state. Univ. nat. Culture, Sport and Tourism. - M., 2005. - P. 88-91.

4. Butchenko, L.A. Diagnosis of myocardial dystrophy of young athletes [Text] / L.A. Butchenko, S.O. Abramova, E.A. Karev // Theory and practice of physical. culture. - 1980. - № 5. - P. 24-26.

5. Butchenko, L.A. Myocardial dystrophy in athletes [Text] / L.A. Butchenko, M.S. Kuszakowski, N.B. Zhuravleva. - M.: Medicine, 1980. - P. 224.: Ill.

6. Butchenko, L.A. On the genesis of sinus bradycardia in athletes [Text] / L.A. Butchenko, V.V. Vedernikov,

V.A. Svetlichnaya // Theory and practice of physical. culture. - 1986. - № 8. - P. 46-47.

7. Velitchenko, V.K. On the genesis of cardiac arrhythmias in athletes [Text] / V.K. Velitchenko, R.E. Motylyanskaya, V.V. Aksenov et al // Theory and practice of physical. culture. - 1989. - № 7. - P. 38-41.

8. Veldman, A.V. Neuropharmacology of the central regulation of vascular tone [Text] / A.V. Veldman. - L.: Meditsina, 1976. - 326 p.

9. Vorobiev, V.I. Study of mathematical and statistical and periodic characteristics of heart rate of athletes [Text] / V.I. Vorobiev // Theory and practice of physical. culture. - 1980. - № 2. - P. 21-24.

10. Resurrection, A.D. Statistical analysis of cardiac rhythm and hemodynamic indices in physiological studies [Text] / A.D. Resurrection, M.D. Wentzel. - Moscow: Nauka, 1974. - 221 p.: Ill.

11. Dembo, A.G. Echocardiography and correlation rhythmography in evaluating the functional status of athletes: study. Manual [text] / A.G. Dembo, E.V. Zemtsovsky, B.A. Frolov. - L.: Institute of Physical Culture, 1979. - 59 p.

12. Karpman, V.A. Testing in sports medicine [Text] / V.A. Karpman, Z.B. Belotserkovsky, I.A. Gudkov. - Moscow: Physical Culture and Sports, 1988. – 137 p.
13. Karpman, V.A. Phase analysis of cardiac activity [Text] / V.A. Karpman. - M.: Medicine, 1965. – 230 p.
14. Karpman, V.L. Twinaxial echocardiography in the study of sports heart [text] / V.L. Karpman, Z.B. Belotserkovsky // Clinical and physiological characteristics of the cardiovascular system in athletes: Sat Conf. 25-year anniversary of the Department of Sports Medicine. prof. V.L. Karpman / RGAFK. - M., 1994. - P. 136-145.
15. Karpman, V.L. Dynamics of blood flow in athletes [Text] / V.L. Karpman, B.G. Lubin. - Moscow: FIS, 1982. – 135 p.: Ill.
16. Kotelnikov, S.A. Induced skin autonomic potentials (current understanding of the mechanisms) [text] / S.A. Kotelnikov, A.D. Nozdrachev, M.M. Identical, E.B. Pasha // Human Physiology, 2000. - T. 26. - № 5. - P. 79.
17. Flyers, S.P. Cardiac arrhythmia in athletes [Text] / S.P. Flyers, R.E. Motylyanskaya, L.I. Stogova // Theory and practice of physical. culture. - 1967. - № 5. - P. 48-51.
18. Flyers, S.P. Some ways to improve the functional abilities of the body during sports training [Text] / S.P. Flyers // Theory and practice of physical. culture. - 1967. - № 12. - P. 34-38.
19. Flyers, S.P. Sports and the heart [text] / S.P. Flyers, R.E. Motylyanskaya. - 2 ed., Revised. - Moscow: FIS, 1966. – 37 p.: Ill.
20. Meerson, F.Z. Adaptation of the heart to the great physical exertion and heart failure [Text] / F.Z. Meyerson. - Moscow: Nauka, 1975. – 263 p.
21. Meerson, F.Z. Effect of adaptation to physical loads on the contractile function and left ventricular mass [Text] / F.Z. Meerson, Z.V. Chashchina // Cardiology. - 1978. - № 9. - P. 111-118.
22. Morman, D. Physiology of the cardiovascular system [Text] / D. Morman., L. Heller. - St.: "Peter", 2000. – 256 p.
23. Savitsky, N.I. Biophysical basis of blood circulation and clinical methods of studying hemodynamics [Text] / N.I. Sawicki. - L.: Meditsina, Leningrad Branch, 1974. – 311 p.: Ill.
24. Goldsmith, R.L. Comparison of 24-hour parasympathetic activity in endurance-trainer and untrained young men [Text] / R.L. Goldsmith, J.J. Bigger, R.C. Steinman et al. // J. Am. College Card. – 1992. – V. 20. – P. 552.
25. Karemaker, J.M. Analysis of blood pressure and heart rate variability: theoretical consideration and clinical applicability [Text] / J.M. Karemaker // Clin. autonomic disorders. Evaluation and management / Ed. Low P.A. Boston ets.: Little Brown and Co., 1993. – P. 135.
26. Kenney, M.J. Postexercise hypotension. Key features, mechanisms, and clinical significance [Text] / M.J. Kenney, D.R. Seals // Hypertension. – 1993. – V. 22. – P. 653.
27. Malliani, A. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain [Text] / A. Malliani, M. Pagani, F. Lombardi at al. // Research Advances Series. Circulation, 1991. – V. 84. – P. 482-492.
28. Montano, N. Presence of vasomotor and respiratory rhythms in the discharge of single medullary neurons involved in the regulation of cardiovascular system [Text] / N. Montano, T. Ruscone Gneccchi, A. Porta et al. // J. Auton. Nerv. Syst., 1996. – V. 57. – N ½. – P. 116.
29. Pagani, M. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variability's as marker of sympatho-vegal interaction in man and conscious dog [Text] / M. Pagani, F. Lombardi, S. Guzzetti et al. // Circ. Res., 1986. - V. 59. – P. 178-193.
30. Richter, D.W. Cardiorespiratory control [Text] / D.W. Richter, K.M. Spyer // Centralregulation of autonomic function. N.Y.: Oxford Uvin. Press., 1990. – P. 189.
31. Roskamm, H. Zur Frage der Spatschaden nach intensivem Hochleistungssport [Text] / H. Roskamm, H. Reindel, H. Weissleder. - Med. Welt, 1964. – Bd. 41.
32. Schwartz, P.J. A cardiac sympathetic nerve variability during reflex in the cat [Text] / P.J. Schwartz, M. Pagani, F. Lombardi at al. // Circ. Res., 1973. – V. 32. – P. 215-220.