

Основными средствами для повышения спортивной работоспособности и, в конечном счете, обеспечения высокого соревновательного успеха, являются сочетание оптимальной системы тренировочных упражнений и эффективных реабилитационных мероприятий с применением различных разрешенных фармакологических средств и сбалансированным питанием. Не менее важным считается использование немедикаментозных методов лечения, способных оказывать выраженное интегративное влияние на многие патофизиологические механизмы, участвующие в возникновении и развитии дезадаптационных и патологических процессов. В значительной степени этим требованиям отвечают методы и средства физиотерапии.

Актуальность использования сочетаний и комбинации лечебных физических факторов (ЛФФ) в функциональной реабилитации высококвалифицированных спортсменов состоит в том, что при таком подходе возможно не только эффективное восстановление, преодоление спада спортивной работоспособности и расширение пределов физиологической нормы, но и эффективная профилактика травм и предболезненных состояний.

Кроме этого, поиск и разработка недопинговых средств и методов повышения функций организма обусловлены постоянно ужесточающимся контролем применения запрещенных медицинских препаратов и методов стимулирования организма.

Ряд факторов, суммированных на рисунке, отображает обоснованность применения ЛФФ в качестве средств функциональной и медицинской реабилитации спортсменов.

1. Платонов, В. Н. Адаптация в спорте / В. Н. Платонов. – К.: Здоров'я, 1988. – 215 с.
2. Волков, Н. И. Биохимия мышечной деятельности: учеб. для ИФК / Н. И. Волков [и др.]. – Киев: Олимпийская литература, 2000. – 502 с.
3. Гаркави, Л. Х. Адаптационные реакции и резистентность организма / Л. Х. Гаркави, Е. Б. Квакина, М. А. Уколова. – 2-е изд., доп. – Ростов н/Д: Ростовский ун-т, 1979. – 128 с.
4. Сейфулла, Р. Д. Фармакологический мониторинг работоспособности спортсменов / Р. Д. Сейфулла, А. П. Азизов // Теор. и практ. физич. культ. – 1998. – № 3. – С. 20–27.
5. Макарова, Г. А. Спортивная медицина: учебник / Г. А. Макарова. – М.: Советский спорт, 2003. – 480 с.
6. Гаврилова, Е. А. Спортивное сердце. Стрессорная кардиомиопатия: монография. – М.: Советский спорт, 2007. – 200 с.
7. Особенности ЭКГ спортсмена / З. Г. Орджоникидзе [и др.] // Функциональная диагностика: ежекварт. рецензир. науч.-практ. журнал. – 2005. – № 4. – С. 65–74.
8. Мельников, А. А. Реологические свойства крови у спортсменов / А. А. Мельников, А. Д. Викулов. – 2008. – Ярославль. – 491 с.
9. Суздальницкий, Р. С. Иммунологические аспекты спортивной деятельности человека / Р. С. Суздальницкий, В. А. Левандо // Теор. и практ. физич. культ. – 1998. – № 10. – С. 43–46.
10. Гольберг, Н. Л. Метаболические реакции организма при адаптации к мышечной деятельности / Н. Л. Гольберг, В. И. Морозов, В. А. Рогозкин // Теор. и практ. физ. культ. – 2003. – № 3. – С. 17–20.
11. Павлов, С. Е. Восстановление в спорте. Теоретические и практические аспекты / С. Е. Павлов, М. В. Павлова, Т. Н. Кузнецова // Теория и практика физ. культуры. – 2000. – № 1. – С. 23–26.

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА В ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДАХ ПОДГОТОВКИ

Иванова Н.В., канд. биол. наук,

Петрова Е.Э.,

Гладкая Н.В.,

Республиканский научно-практический центр спорта,

Дворяков М.И., доцент,

Белорусский государственный университет физической культуры,

Республика Беларусь

Адаптационные изменения, наступающие под влиянием спортивной деятельности, следует рассматривать как комплекс физиологических реакций организма, формируемых при длительном многократном воздействии определенных физических упражнений, расширяющих функциональные

резервы [2–6]. Знание особенностей формируемых адаптационных реакций позволяет использовать физиологические резервы для оптимальной адаптации с учетом объема и интенсивности тренировочных воздействий. В настоящее время, когда спортивная тренировка связана, как правило, с предельным или почти предельным напряжением ведущих физиологических систем, обеспечивающих ее осуществление, важно знать качественные и количественные характеристики адаптационных возможностей спортсменов.

Цель исследования – изучить особенности функционального состояния кардиореспираторной системы спортсменов циклических видов спорта в течение годового цикла подготовки.

В исследовании приняли участие 305 спортсменов циклических видов спорта, мужчины, средний возраст $21,62 \pm 4,19$ лет; квалификация: КМС, МС, МСМК.

Исследование центральной гемодинамики проводилось с помощью компьютерной методики «Импекард» методом тетраполярной реографии. Определялись следующие показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), систолическое, диастолическое, среднее артериальное давление (АДс, АДд, АДср., мм рт. ст.), ударный объем крови (УО, мл), минутный объем кровообращения (МОК, л/мин), сердечный индекс (СИ, л/мин \times м²).

Для оценки variability сердечного ритма использовалась компьютеризированная методика «Поли-Спектр». Изучались следующие показатели временного и спектрального анализа: мода распределения (Мо, мс), амплитуда моды (АМо, %), стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов (SDNN, мс), вариационный размах (dRR, мс), индекс напряжения (ИН, усл. ед.), высокочастотные волны (HF, %), низкочастотные волны (LF, %), «очень» низкочастотные колебания (VLF, %). Для оценки электрокардиограммы использовались временные параметры: внутрипредсердная (P, мс); предсердно-желудочковая (P–Q, мс); внутрижелудочковая проводимость (QRS, мс), электрическая систола желудочков (QT, мс, QTс, мс); амплитудные параметры: P, мВ; Q, мВ; R, мВ; S, мВ; T, мВ. Электрокардиограмма регистрировалась с помощью компьютеризированной методики «Поли-Спектр».

Для изучения функции внешнего дыхания применен метод спирографии и пневмотахографии с использованием многофункционального автоматизированного спирометра «МАС – 1». Исследовались следующие показатели: жизненная емкость легких (ЖЕЛ, л, %), форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ, л, %), максимальная объемная скорость выдоха на уровне 25, 50, 75 % от ФЖЕЛ (МОС25, МОС50, МОС75, л/с, %), объем форсированного выдоха за первую секунду маневра ФЖЕЛ (ОФВ1, л, %), объем форсированного выдоха за первую секунду маневра ФЖЕЛ (ОФВ1, %), индекс Тиффно (Инд. Тиф., %), максимальная вентиляция легких (МВЛ, л/мин, %).

Статистическая обработка материала производилась с помощью программы STATISTICA V5.5A: описательная статистика (средняя арифметическая (\bar{X}), среднее квадратичное отклонение (σ), медиана и 25–75 перцентиль). Нормальность распределения выборки оценивалась с помощью критерия Шапиро-Уилки.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате сравнительного анализа среднегрупповых значений центральной гемодинамики у спортсменов зарегистрирована синусовая брадикардия (таблица 1). В соревновательном периоде подготовки наблюдалась тенденция к снижению УО.

Важным аспектом при адаптации к тренировочным нагрузкам является прирост сократительной способности миокарда и, как следствие, увеличение УО, поскольку увеличение сердечного выброса значительно экономичнее, если он обеспечивается не за счет хронотропного, а за счет инотропного эффекта.

Увеличение функциональных возможностей сердца в тренировочном процессе проявляется в повышении мощности сердечных сокращений у спортсменов, вследствие чего осуществляется более полное опорожнение полостей сердца с использованием резервного объема крови [6]. Это приводит к достижению более высоких значений УО и снижению реакции ЧСС во время работы. Диаметрально противоположные результаты по вопросу о величине УО у спортсменов дают основание полагать, что величина УО подвержена существенно большему влиянию и менее устойчива, чем ЧСС [3; 4; 6].

Показатель СИ, отражающий важнейшую сторону системы кровообращения – перемещение крови в сердечно-сосудистой системе, достоверно отличался по периодам подготовки ($P < 0,05$).

Таблица 1 – Показатели центральной гемодинамики, вариабельности сердечного ритма и функции внешнего дыхания у спортсменов

Показатели	$X_{cp.} \pm \sigma$	median	25 %	75 %	$X_{cp.} \pm \sigma$	median	25 %	75 %
	Подготовительный период				Соревновательный период			
ЧСС, уд/мин	58±8,74	58,0	52,0	64,0	59±9,53	58,0	52,0	65,0
УО, мл	110,19±34,95	104,0	85,0	131,0	105,08±32,64	101,0	80,0	123,0
АДс, мм рт. ст.	117±9,23	120,0	110,0	125,0	122±11,13*	120,0	115,0	130,0
АДд, мм рт. ст.	72 ±7,43	70,0	70,0	80,0	75±7,98*	80,0	70,0	80,0
АДср., мм рт. ст.	87±6,91	88,3	83,3	93,3	91±8,00*	91,6	86,7	96,6
МОК, л/мин	6,40±2,25	6,02	4,84	7,8	6,14±1,99	6,1	4,8	7,25
СИ, л/мин×м ²	3,33±1,20	3,16	2,47	4,01	3,05±1,05**	2,94	2,34	3,56
SDNN, мс	74,62±23,12	69,5	59,0	87,0	73,89±38,22	64,0	48,0	89,0
Мо, мс	1066,2±158,6	1060	960	1160	1050,34±165,96	1050	928	1160
АМо, %	28,99±6,13	28,4	24,2	32,9	32,97±10,82*	32,0	24,3	39,6
dRR, мс	346,24±67,39	348,0	295	398,0	324,39±102,48*	311	249	380,0
ИН, усл. ед.	42,14±14,70	40,3	30,2	52,1	59,06±36,77*	47,8	31,1	79,0
HF, %	42,02±8,42	42,0	36,9	46,7	40,48±12,55	41,0	33,0	47,9
LF, %	30,28±6,92	30,4	25,9	35,0	29,14±9,02	29,4	23,0	35,0
VLF, %	27,62±8,67	26,6	21,0	32,2	30,39±11,90*	28,0	21,9	37,0
ЖЕЛ, л	6,00±1,01	6,0	5,2	6,6	6,10±1,00	6,03	5,5	6,6
ЖЕЛ, %	108,81±12,7	108,0	99,0	118	107,39±11,85	106,0	100	114
ДО, л	1,07±0,33	1,03	0,84	1,25	1,15±0,39*	1,11	0,88	1,41
ФЖЕЛ, л	5,92±1,03	5,88	5,1	6,5	6,09±1,02**	6,0	5,4	6,7
ФЖЕЛ, %	109,52±15,01	109,0	99,0	119	109,95±13,27	110,0	101	118
ОФВ1, %	112,8±11,52	112,0	105,0	120	109,38±12,62*	109,0	101	118
Инд. Тиф., %	98,11±11,59	98,0	85,0	107	93,00±10,63*	86,0	85,0	102
МОС25, %	96,96±13,21	96,0	88,0	105	94,15±15,62*	93,0	82,0	104
МОС50, %	103,88±17,07	102,0	91,0	113	97,13±20,81*	92,0	79,0	112
МОС75, %	112,01±23,7	109,0	93,0	128	105,80±32,4*	96,0	79,0	123
МВЛ, л/мин	163,57±32,4	162,0	140,0	184	167,11±35,02	163,0	140	193
МВЛ, %	122,73±21,06	119,0	107,0	136	121,06±19,50	120,0	106	135

Примечание – * – P<0,01; ** – P<0,05

Адаптационная перестройка деятельности сердечно-сосудистой системы у спортсменов формируется в процессе развития состояния тренированности и осуществляется в результате функционально-структурных изменений в деятельности сердца.

В подготовительном периоде моделирующее симпато-вагусное воздействие преобладало над гуморально-метаболическими церебральными эрготропными влияниями. Что касается соревновательного периода, произошел достоверный рост церебральных эрготропных влияний (VLF; P<0,01) и смещение баланса в сторону симпатического отдела вегетативной нервной системы (АМо; P<0,01) и централизации управления сердечным ритмом (ИН; P<0,01).

Организм человека в условиях соревновательной деятельности непрерывно испытывает стрессовые воздействия. В условиях стресса (в том числе от повышенных физических и психоэмоциональных нагрузок) существенно перестраиваются важнейшие метаболические процессы, что в конечном итоге способствует приспособлению центральной нервной системы к деятельности в экстремальных условиях. Согласно этому положению организм спортсмена необходимо рассматривать как динамическую систему, которая непрерывно приспосабливается к тем или иным условиям деятельности путем изменения уровня функционирования отдельных систем и соответствующего напряжения регуляторных механизмов [1].

В подготовительном периоде у спортсменов отмечалась синусовая аритмия и резко выраженная аритмия (более 300 мс). В этих случаях аритмия может говорить о нарушении регуляции работы синусового узла, что может явиться признаком перетренированности (таблица 2).

Следует подчеркнуть, что резко выраженная аритмия сочетается у спортсменов атриовентрикулярной блокадой I степени. Достоверно снизилось количество спортсменов с резко выраженной аритмией в соревновательном периоде подготовки ($P < 0,01$), у большинства спортсменов определялся регулярный синусовый ритм.

Таблица 2 – Электрокардиографические изменения у спортсменов, %

Изменения ЭКГ	Подготовительный период	Соревновательный период
Резко выраженная синусовая аритмия (>300 мс)	37,0	26,0
Эктопический ритм	7,5	6,9
Миграция ритма по предсердиям	10,8	11,8
Синдром ранней реполяризации желудочков	17,0	19,0
Неполная блокада правой ножки пучка Гиса	8,9	15,4**
Атриовентрикулярная блокада I степени	2,6	1,0
Вольтажные критерии гипертрофии левого желудочка	12,5	17,4
Примечание –** – $P < 0,05$		

У спортсменов зарегистрированы аритмии вследствие нарушения функции автоматизма (миграция источника ритма, эктопический ритм). Известно, что предсердный ритм обусловлен нейровегетативными влияниями, при функциональной природе отличается непостоянством. Нормализация тренировочного процесса приводит к восстановлению синусового ритма [2; 3].

Исследование функции проводимости показало, что у спортсменов определялась неполная блокада правой ножки пучка Гиса, атриовентрикулярная блокада I степени. Полученные данные согласуются с результатами других авторов [7; 8]. В соревновательном периоде увеличилось количество случаев неполной блокады правой ножки пучка Гиса ($P < 0,05$).

Представляет интерес тот факт, что синдром ранней реполяризации желудочков часто отмечался у спортсменов циклических видов спорта. Элевация сегмента ST отмечалась в нижних, передних, нижнебоковых отведениях. Элевация сегмента ST характеризуется модулирующим автономным влиянием. Увеличение ЧСС при физической нагрузке уменьшает раннюю реполяризацию желудочков.

Физиологическая гипертрофия левого желудочка у спортсменов обычно проявляется как изолированное увеличение амплитуды QRS, с нормальной осью QRS, нормальной предсердной и желудочковой проводимостью, ST сегментом и процессом реполяризации. Связанные с тренировкой перестройки левого желудочка являются динамичными и могут развиваться быстро или постепенно.

В соревновательном периоде у спортсменов отмечалась тенденция к снижению проявления неполной блокадой правой ножки пучка Гиса и синдрома ранней реполяризации желудочков. Увеличилось количество спортсменов с признаками гипертрофии левого желудочка.

В итоге, согласно результатам настоящего исследования, в подавляющем большинстве случаев основные показатели электрокардиограммы спортсменов укладывались в пределы, которые принято считать физиологическими.

Что касается функционирования аппарата внешнего дыхания, выявлена более высокая эффективность легочной вентиляции в подготовительном периоде, существенное увеличение предела резервных возможностей за счет улучшения механики дыхания. Это способствует более выраженному увеличению производительности дыхательной системы. В соревновательном периоде функционирование аппарата внешнего дыхания происходило более экономично.

Уменьшение вентиляции легких в покое преимущественно связано с повышением способности тканей извлекать кислород из протекающей крови. Способность к достижению высоких показателей обеспечивается увеличенной мощностью аппарата внешнего дыхания и повышенной способностью дыхательного центра поддерживать предельный уровень возбуждения.

Многие авторы отмечали высокие значения ЖЕЛ у спортсменов циклических видов спорта [5]. У лиц с большими величинами ЖЕЛ устанавливаются наиболее эффективные дыхательные режимы, проявляется возможность значительного увеличения легочной вентиляции за счет глубины дыхания.

Из полученных данных следует, что систематическое использование физических нагрузок, направленных на развитие выносливости, приводит к оптимизации центрального звена гемодинамики вследствие физиологического увеличения объема полостей сердца и его насосной функции, что сопровождается ростом функциональных резервов и производительности аппарата кровообращения в подготовительном периоде. Преобладание парасимпатической активности в подготовительном периоде отражает хорошее физическое состояние.

В соревновательном периоде наблюдалось повышение напряжения регуляторных механизмов.

Сравнительный анализ результатов позволил отметить более высокие показатели дыхательной системы спортсменов в подготовительном периоде подготовки.

В соревновательном периоде наблюдалось достоверное снижение бронхиальной проходимости в дистальных и проксимальных отделах бронхов, однако величина показателей соответствовала физиологической норме. Следует отметить увеличение глубины дыхания (ДО; $P < 0,01$) и тенденцию к увеличению МВЛ у спортсменов в соревновательном периоде подготовки.

Под влиянием нагрузок циклического характера происходит улучшение ритма дыхания, бронхиальной проходимости и силы дыхательной мускулатуры, что говорит о совершенствовании моторно-респираторной регуляции.

Выводы. В состоянии сердечно-сосудистой системы в течение годового цикла подготовки выявлена экономизация функций в покое (синусовая брадикардия). Оптимизация центрального звена гемодинамики вследствие увеличения насосной функции сопровождалась ростом функциональных резервов и производительности аппарата кровообращения в подготовительном периоде.

Регуляция сердечного ритма в подготовительном периоде подготовки характеризовалась увеличением активности парасимпатических и гуморальных влияний. Повышение функциональных резервов дыхательной системы за счет улучшения механики дыхания отмечалось у спортсменов в подготовительном периоде.

В соревновательном периоде физические нагрузки требуют более высокого уровня функционирования организма и соответственно более высокой степени напряжения регуляторных механизмов.

Электрокардиографические изменения у спортсменов отражали структурное ремоделирование сердца как адаптацию к физическим нагрузкам.

1. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) / под ред. Р. М. Баевского. – М., 2000. – 60 с.

2. Белоцерковский, З. Б. Электрическая активность сердца и физическая работоспособность у спортсменов / З. Б. Белоцерковский, Б. Г. Любина, Г. А. Койдинова // Теория и практика физической культуры. – 2009. – № 1. – С. 12–19.

3. Граевская, Н. Д. Спортивная медицина: Курс лекций и практические занятия: учеб. пособие: в 2 ч. / Н. Д. Граевская, Т. И. Долматова. – М.: Советский спорт, 2004. – Ч. 1. – 304 с.: [ил.].

4. Граевская, Н. Д. Спортивная медицина: Курс лекций и практические занятия: учеб. пособие: в 2 ч. / Н. Д. Граевская, Т. И. Долматова. – М.: Советский спорт, 2004. – Ч. 2. – 360 с.: [ил.].

5. Дубилей, В. В. Физиология и патология системы дыхания у спортсменов / В. В. Дубилей, П. В. Дубилей, С. Н. Кучкин. – Казань: Изд-во Казанского университета, 1991. – 144 с.

6. Карпман, В. Л. Динамика кровообращения у спортсменов / В. Л. Карпман, Б. Г. Любина. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 135 с.

7. Corrado, D. Appropriate interpretation of the athlete's electrocardiogram saves lives as well as money / D. Corrado, W. J. McKenna // European Heart Journal. – 2007. – Vol. 28. – P. 1920–1922.

8. Papadakis, M. Electrocardiographic screening in athletes: the time is now for universal screening / M. Papadakis, S. Sharma // British Journal of Sports Medicine. – 2009. – Vol. 43 (Issues 9). – P. 663–668.