

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ В КОНТРОЛЕ ЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ СТУДЕНТОВ-ПЛОВЦОВ

*Пасичниченко В.А., Курмашев В.И.,
Белорусская государственная академия связи,
Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация.** Работа посвящена совершенствованию методики оценки и контроля функционального состояния сердечно-сосудистой системы студентов-пловцов. С этой целью экспериментальным путем проверяется возможность использования частоты сердечных сокращений и ее производных в процессе выполнения дозированных физических нагрузок*

***Ключевые слова:** функциональное состояние, система кровообращения, дозированные физические нагрузки, студенты-пловцы, частота сердечных сокращений.*

В физиологии спорта в качестве индикатора адаптационных реакций целостного организма часто используются показатели сердечно-сосудистой системы. Одним из наиболее простых и доступных из них, являются частота сердечных сокращений (ЧСС). Изменение ее в процессе физической работы зависит не только от характера мышечного напряжения, но и от исходного состояния вегетативной нервной системы [1], возраста и уровня тренированности спортсменов [2].

Реакцию ЧСС на физические нагрузки у спортсменов исследовали многие авторы. Большинство подобных наблюдений у пловцов проведено путем регистрации ЧСС до и после нагрузок. Сообщения же о непрерывном контроле за сердечным ритмом с использованием телеметрической аппаратуры единичны [3]. В связи с этим представилось целесообразным изучить динамику сердечного ритма у студентов-пловцов при выполнении специфических и неспецифических нагрузок в условиях спортивного зала.

В настоящем исследовании контроль за ЧСС при выполнении физических нагрузок осуществлялся с помощью телеметрической системы «Спорт-4». Для выявления типа регуляции системы кровообращения у пловцов в положении стоя (перед выполнением комплекса физических нагрузок) была произведена регистрация 100 интервалов R-R радиоэлектрокардиограммы (РЭКГ) с их последующим анализом методом вариационной пульсометрии [4]. Обследованы 34 пловца-мужчины (3 мастера спорта международного класса; 14 мастеров спорта и 17 спортсменов I и II разрядов) в возрасте 17- 22 лет.

В качестве нагрузок применялись четыре упражнения: 60 подскоков в 1 мин, 30-секундная имитация гребковых движений способом плавания баттерфляй в максимальном темпе с помощью резинового амортизатора, 75 аналогичных движений в течение 1 мин и 1-минутный равномерный бег в темпе 150 шагов. Длительность восстановительного периода между ними составляла 2 мин. В процессе выполнения нагрузок и на протяжении всего

периода восстановления непрерывно регистрировалась РЭКГ. ЧСС определялась по продолжительности интервалов R-R РЭКГ и анализировалась путем определения числовых значений максимальной ЧСС ($ЧСС_{\text{макс.}}$), пульсовой стоимости в 1 с (ПСР/с), пульсовой стоимости восстановления в 1 с (ПСВ/с), построения графиков динамики ЧСС во время нагрузки и восстановления, а также методом расчета количественных коэффициентов $\ln A$ и K по формулам, предложенных Т.Н.Шестаковой с соавт [5] и отражающих прирост ЧСС и скорость ее выхода на новый уровень функционирования.

По характеру распределения кардиоинтервалов и виду вариационной кривой у обследованных спортсменов в положении стоя выявлено два типа регуляции системы кровообращения: нормотонический и симпатикотонический. Первый из них выявлен у 22 пловцов, преимущественно старшего возраста и более подготовленных, второй – у 12, чаще более молодых и менее квалифицированных спортсменов. С учетом типов регуляции для установления закономерностей ответной реакции аппарата кровообращения на физические нагрузки все студенты-пловцы были распределены на две группы: с нормотоническим (1-я группа) и симпатикотоническим (2-я группа) типами распределения кардиоинтервалов.

Анализ полученных пульсограмм выявил количественные различия в реакции ЧСС на одно и то же упражнение у спортсменов с разным типом регуляции сердечного ритма. Физическое напряжение при выполнении подскоков характеризуется относительно малым темпом роста ЧСС и небольшой максимальной ее величиной. Однако сравнение ЧСС в процессе выполнения этой нагрузки у пловцов двух групп выявило существенно меньшие индивидуальные и средние групповые величины $ЧСС_{\text{макс.}}$ ($t = 1,87$; $p < 0,1$), ПСР/с ($t = 2,50$; $p < 0,02$) и большие – $\ln A$ ($t = 2,23$; $p < 0,05$) и коэффициента K ($t = 4,75$; $p < 0,001$) у обследованных с нормотоническим типом регуляции (таблица 1).

Таблица 1. – Количественные параметры сердечного ритма при выполнении физических нагрузок и после них у пловцов с разным типом регуляции

Показатели	Группы	Нагрузки			
		I-я	II-я	III-я	IV-я
$ЧСС_{\text{макс.}}$, уд/мин	1-я	132,9±2,18	163,5±2,00	156,4±2,38	150,1±2,43
	2-я	138,5±2,06	166,4±2,71	164,9±2,53	157,1±2,52
ПСР/с	1-я	1,84±0,02	2,12±0,03	2,09±0,03	2,06±0,04
	2-я	1,91±0,02	2,22±0,03	2,19±0,04	2,12±0,04
$\ln A$	1-я	4,11±0,03	4,63±0,02	4,48±0,03	4,40±0,03
	2-я	3,98±0,05	4,65±0,02	4,49±0,04	4,54±0,03
Коэффициент K	1-я	3,00±0,19	3,39±0,22	2,80±0,18	3,00±0,21
	2-я	1,79±0,17	5,31±0,23	2,96±0,16	2,84±0,14

ПСВ/с (1-мин)	1-я	1,62±0,03	2,11±0,04	1,92±0,04	1,88±0,04
	2-я	1,88±0,03	2,26±0,05	2,18±0,05	2,11±0,05
ПСВ/с (2-мин)	1-я	1,24±0,03	1,49±0,04	1,49±0,03	1,46±0,04
	2-я	1,53±0,04	1,83±0,06	1,80±0,06	1,74±0,06

Такие различия количественных характеристик сердечного ритма указывают на более быстрое нарастание ЧСС и экономное функционирование системы кровообращения в нагрузке у испытуемых 1 – й группы.

Графики изменения ЧСС показали, что в период восстановления максимальная скорость ее снижения отмечается за первые 30 с, а затем ЧСС продолжает медленно снижаться, приближаясь к исходным величинам. Быстрое снижение ЧСС в первые 10 с после подскоков наблюдается у пловцов с нормотоническим и медленнее – с симпатикотоническим типами регуляции. Это свидетельствует о быстром включении тормозных процессов у лиц 1-й группы и замедленное их действие у испытуемых 2-й группы. Указанная динамика ЧСС сохраняется в самом начале восстановительного периода после трех других мышечных нагрузок.

Достоверно меньшие значения ПСВ/с в первую ($t = 6,13$; $p < 0,001$) и во вторую ($t = 6,20$; $p < 0,001$) минуты восстановления после подскоков обнаружены у пловцов с нормотоническим типом регуляции (табл. 1). Указанные выше изменения пульсограмм и ПСВ/с после 1-й нагрузки говорят о большей подвижности регуляторных механизмов у студентов 1-й группы.

Следует заметить, что после двух минут восстановления 10 с затрачивалось на подготовку к следующей нагрузке и поэтому исходная ЧСС каждого последующего упражнения всегда выше, чем в последний момент восстановительного периода предыдущей нагрузки. Это можно объяснить предстартовой реакцией организма на предстоящую работу, т.е. эмоциональным напряжением. Последнее оказалось одинаково выраженным у всех групп испытуемых.

При выполнении других нагрузок лицами 1-й и 2-й групп наблюдаются характерные различия большинства параметров ЧСС, выявленных в предыдущей нагрузке (табл. 1): у пловцов с нормотоническим типом регуляции наблюдаются меньшие значения $ЧСС_{\text{макс.}}$, ПСР/с во всех физических упражнениях и большие – коэффициента K в IV-й нагрузке. При этом достоверные различия $ЧСС_{\text{макс.}}$ обнаружены в III-й ($t = 2,45$; $p < 0,02$) и IV-й ($t = 2,00$; $p < 0,05$) нагрузках, ПСР/с – во II-й ($t = 2,38$; $p < 0,02$) и III-й ($t = 2,00$; $p < 0,05$) нагрузках. По сравнению с I-м упражнением, у студентов обеих групп выявлены противоположные величины $\ln A$ в трех последующих нагрузках и коэффициента K во II-й и III-й. Более высокие значения $\ln A$ у лиц с симпатикотоническим типом регуляции, видимо, следует рассматривать как показатель большей нагрузочности упражнений. Достоверно ($t = 6,03$; $p < 0,001$) большая величина коэффициента K у спортсменов 2-й группы во время

нагрузки с максимальной интенсивностью указывает на быстрое включение у них экстракардиальных регуляторных механизмов на мышечное возмущение импульсивного характера. Более низкое положение пульсограмм восстановления и меньшие значения ПСВ/с после всех нагрузок у испытуемых 1-й группы характеризует их более быстрое восстановление.

Таким образом, обнаруженные изменения показателей сердечного ритма в процессе выполнения физических упражнений и после них доказывают, что для пловцов с симпатикотоническим типом регуляции в покое свойственно более напряженное функционирование системы кровообращения при выполнении физических нагрузок и после них, чем для лиц нормотоническим типом. Это, очевидно, можно объяснить большей активностью симпатоингибиторных и холинэргических механизмов регуляции сердца у хорошо тренированных спортсменов.

Анализ графиков и показателей ЧСС выявил существенные различия в реакции на физические нагрузки у пловцов с разным уровнем спортивного мастерства. Так, у менее квалифицированных спортсменов выполнение III-й нагрузки сопровождалось большей «ценой» адаптации. Это подтверждается меньшими величинами ЧСС_{макс.} ($t = 2,58$; $p < 0,01$), ПСР/с ($t = 1,67$; $p < 0,01$) и ln A у 17 мастеров спорта, включая трех мастеров спорта международного класса (1-я группа), в сравнении с 17 перворазрядниками и второразрядниками (2-я группа) (табл. 2). Достоверно ($t = 3,28$; $p < 0,01$) большие значения коэффициента K у пловцов 1-й группы указывают на более быстрый выход сердечного ритма на рабочий уровень функционирования. Значительно меньшие ($t = 3,02- 2,54$; $p < 0,01-0,02$) величины ПСВ/с в обе минуты восстановления у мастеров спорта свидетельствуют о более активном влиянии парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (табл. 2).

Таблица 2. – Количественные характеристики сердечного ритма при выполнении физических нагрузок у пловцов разного уровня спортивного мастерства

Показатели	Группы	Нагрузки			
		I-я	II-я	III-я	IV-я
ЧСС _{макс.} , уд/мин	1-я	130,0±2,06	163,0±1,98	155,4±2,13	146,7±2,68
	2-я	139,8±1,72	166,0±2,14	163,8±2,47	158,5±1,61
ПСР/с	1-я	1,84±0,03	2,15±0,03	2,09±0,03	2,03±0,04
	2-я	1,89±0,02	2,18±0,03	2,16±0,03	2,14±0,04
ln A	1-я	4,06±0,03	4,73±0,02	4,44±0,03	4,36±0,03
	2-я	4,21±0,05	4,69±0,03	4,52±0,04	4,45±0,04
Коэффициент K	1-я	3,04±0,16	4,10±0,14	3,27±0,15	3,00±0,14
	2-я	2,20±0,11	3,60±0,10	2,66±0,11	2,01±0,14
ПСВ/с (1-мин)	1-я	1,63±0,04	2,10±0,04	1,93±0,04	1,85±0,05
	2-я	1,79±0,04	2,21±0,04	2,09±0,03	2,07±0,04

ПСВ/с (2-мин)	1-я	1,25±0,04	1,52±0,04	1,52±0,03	1,46±0,05
	2-я	1,42±0,03	1,69±0,05	1,69±0,06	1,66±0,06

Из таблицы 2 видно, что при выполнении других мышечных напряжений и после них у испытуемых с более высоким уровнем спортивного мастерства наблюдаются существенно меньшие значения ЧСС_{макс.}, ПСР/с, ПСВ/с и большие – коэффициента К во всех нагрузках. При этом недостоверные различия между группами выявлены только в значениях ЧСС_{макс.} во II-й и ПСР/с в I-й и II-й нагрузках. Меньшие величины ln A у лиц I-й группы по сравнению со 2-й встречаются в III-м ($t = 2,57$; $p < 0,02$) и IV-м ($t = 1,80$; $p < 0,01$) мышечных напряжениях. Незначительно более высокие величины этого параметра у мастеров спорта по сравнению с менее квалифицированной группой спортсменов во II-й нагрузке, видимо, указывают на более высокую степень мобилизации системы кровообращения на упражнение максимальной интенсивности.

Указанные различия показателей ЧСС свидетельствуют, что с ростом спортивного мастерства пловцов улучшается состояние адаптационных механизмов системы кровообращения к мышечным нагрузкам специфического и неспецифического характера, совершенствуются процессы регулирования в сердечно-сосудистой системе (увеличение коэффициента К) и повышается уровень тренированности.

Таким образом, результаты проведенного исследования показали, что наиболее оптимальное функционирование сердечно-сосудистой системы в переходных режимах отмечается у спортсменов с нормотоническим типом регуляции, а также с повышением спортивного мастерства. Это выражается прежде всего в высокой скорости вработывания и восстановления ЧСС в процессе выполнения физических нагрузок и после них, в экономном функционировании сердечно-сосудистой системы при выполнении физической работы. При выполнении однозначных нагрузок у пловцов с ростом тренированности отмечается снижение ЧСС_{макс.}, ПСР/с, ПСВ/с и увеличение коэффициента К, что подтверждает эффективность этих критериев для оценки функционального состояния системы кровообращения.

Литература

1. Пасичниченко, В. А. Оценка функционального состояния пловцов на основе статистического анализа сердечного ритма: метод. рекомендации / В. А. Пасичниченко, Е. И. Иванченко. – Минск: БГТУ, 1988. – 25 с.
2. Платонов, В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В. Н. Платонов. - Киев: Олимпийская литература, 2004. – 808 с.

3. Вагапова, А. М. Влияние способов плавания на показатели насосной функции сердца юных пловцов: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. М. Вагапова. – Казань, 2009. – 23 с.

4. Баевский, Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р. М. Баевский. – М: Медицина, 1979. – 324 с.

5. Шестакова, Т. Н. Математический анализ сердечного ритма в процессе выполнения некоторых функциональных проб гемодинамики по данным радиоэлектрокардиографии / Т. Н. Шестакова, Г.Н. Барабашкина, Н.Я. Петров // Кардиология. – 1973. - № 2. – С.114-118.

Репозиторий БГМУ