

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В КОНТРОЛЕ ЗА ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИЧЕСКОМУ ВОСПИТАНИЮ

Experimental data about the possibility of using statistic analysis of heart rhythm in checking students-swimmers training is shown in this article.

Большинство ученых [3–5] при оценке эффективности учебно-тренировочных занятий отдают предпочтение комплексному подходу. Так, практически невозможно оценить с высокой точностью состояние спортсменов, используя только педагогические методы. Крайне важно с помощью простых и быстрых приемов получать информацию о функциональных возможностях тех систем организма, от которых зависит работоспособность и переносимость физических нагрузок [1, 3, 7].

В спортивном плавании в качестве индикатора адаптационных реакций организма используются показатели, характеризующие состояние сердечно-сосудистой системы. В деятельности системы кровообращения спортсмена проявляются функциональные и морфологические сдвиги, возникающие под влиянием регулярных занятий спортом, обусловленные уровнем его тренированности. В связи с этим состояние сердечно-сосудистой системы является одним из важнейших факторов оценки функциональных возможностей организма спортсмена.

В настоящее время существует много методов исследования аппарата кровообращения. Однако большинство из них связано со сложной аппаратурой, привлечением специалистов различных научных дисциплин, большим временем получения и обработки информации. В то же время для управления учебно-тренировочным процессом тренеров необходимо оснастить простыми, доступными и информационно-оперативными методами функционального состояния спортсменов.

Из применяемых на практике и рекомендуемых в научной литературе методик контроля функционального состояния студентов-пловцов наиболее часто используется измерение частоты пульса.

Однако в последние годы для повышения информативности частоты сердечных сокращений исследователи предлагают перейти к математическому анализу сердечного ритма, который, помимо количественных характеристик, может быть полезен и для оценки состояния утомления и регуляторных механизмов аппарата кровообращения.

Анализ динамического ряда интервалов $R-R$ электрокардиограммы (ЭКГ) позволяет получить значительное число показателей, характеризующих состояние регуляторных механизмов (симпатического и парасимпатического отделов

вегетативной нервной системы), что важно для диагностики функционального состояния.

Из существующих методов математического анализа сердечного ритма (СР) наиболее широко используются вариационная пульсометрия и корреляционная ритмография, которые нашли свое применение в космической медицине, экспериментальной физиологии, клинической практике, возрастной физиологии и физиологии труда. Вместе с тем в исследованиях по спорту имеются лишь отдельные сообщения, касающиеся проблемы оценки функционального состояния спортсменов. В связи с этим в настоящей работе приводятся экспериментальные результаты, позволяющие рекомендовать для оценки состояния студентов-пловцов и эффективности их учебно-тренировочного процесса использование методов вариационной пульсометрии и корреляционной ритмографии.

Математический анализ СР был проведен у 222 студентов-пловцов разной квалификации, специализирующихся в плавании вольным стилем на спринтерских дистанциях. Возраст обследованных 18–25 лет.

Обработка кардиоритма осуществлялась методом вариационной пульсометрии по Р. М. Баевскому [1, 2], попарного распределения интервалов $R-R$ и нахождения вегетативного показателя ритма (ВПР) по Г. И. Сидоренко [9].

Для построения вариационных пульсограмм (ВП) и корреляционных ритмограмм (КРГ) в условиях покоя осуществлялась регистрация 100 интервалов $R-R$ ЭКГ. Запись ЭКГ производилась с помощью одноканального электрокардиографа в отведении ДГ-5 с использованием двух электродов-присосок (электроды правой руки и левой ноги соединены на одной присоске, левой руки и грудной – на другой).

На основании статистического анализа СР у 222 пловцов выявлены четыре вида ВП и КРГ, отличающихся между собой формой, расположением и величинами средней продолжительности сердечного цикла (M), моды (M_0), амплитуды (AM_0), вариационного размаха ($\Delta R-R$) и ВПР, характеризующими определенный тип регуляции (табл. 1, рис. 1 и 2).

Для нормотонического типа регуляции свойственны одно- и двухвершинные ВП, КРГ в виде эллипса, расположенного в зоне нормальных частот, свидетельствующие об оптимальном функционировании сердечно-сосудистой системы в условиях покоя.

Характеристика типов регуляции сердечного ритма студентов-пловцов, специализирующихся на спринтерских дистанциях в плавании вольным стилем

Тип регуляции	Статистические характеристики			
	M_0 , с	$\Delta R-R$, с	AM_0 , %	ВПР, усл. ед.
Нормотонический	0,66–1,00	0,18–0,38	15–25	50–250
Симпатикотонический	<0,66	<0,18	>25	>250
Умеренно ваготонический	0,90–1,20	0,38–0,50	14–20	20–50
Резко ваготонический	>1,20	>0,50	<14	<20

Симпатикотонический тип характеризуется островершинными, равносторонними, с узким основанием или в виде прямой и ломаной линии гистограммами, точками попарного распределения типа маленького шара, находящегося в высокочастотной зоне. Такая форма и расположение графиков указывают на высокое напряжение регуляторных механизмов и о снижении адаптационных возможностей организма [1, 2, 8]. У пловцов с этим типом регуляции в сравнении с нормотоническим и умеренно ваготоническим наблюдается меньший на 3,70 и 4,53% соответственно уровень выносливости при работе аэробного характера. Симпатикотонический тип в 76% случаев соответствовал неудачному выступлению в соревнованиях. Этот тип распределения кардиоинтервалов встречался у менее тренированных пловцов, после учебных занятий и в период экзаменационной сессии, а также при плохом самочувствии. Повторная регистрация

СР у этих лиц по мере улучшения состояния и снижения учебной нагрузки выявила тенденцию к переходу ВП и КРГ симпатикотонического типа в нормотонический.

К умеренно ваготоническому типу относятся двух- и трехвершинные ВП, КРГ в виде круга, сдвинутого вправо. Он встречался у мастеров спорта международного класса, мастеров спорта и никогда не наблюдался у пловцов II и III разрядов. Следовательно, снижение напряжения регуляторных механизмов в условиях покоя может рассматриваться как благоприятный признак, указывающий на повышение спортивного мастера и уровня тренированности. Для спортсменов с нормотоническим и умеренно ваготоническими типами распределения кардиоинтервалов характерно высокое и гармоническое развитие скоростных возможностей, уровня выносливости при работе аэробного и анаэробного характера, а также успешное (82% случаев) выступление в ближайших соревнованиях.

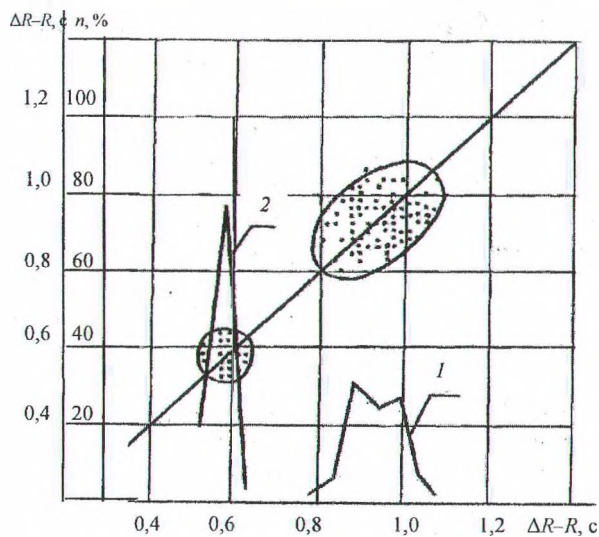


Рис. 1. Вариационная пульсограмма и корреляционная ритмограмма пловцов:
1 – кандидата в мастера спорта Б. с нормотоническим типом регуляции ($M = 0,93$ с, $M_0 = 0,94$ с, $AM_0 = 15\%$, $\Delta R-R = 0,30$ с, ВПР = 53,19); 2 – кандидата в мастера спорта А. с симпатикотоническим типом регуляции ($M = 0,57$ с, $M_0 = 0,56$ с, $AM_0 = 39\%$, $\Delta R-R = 0,12$ с, ВПР = 580,36)

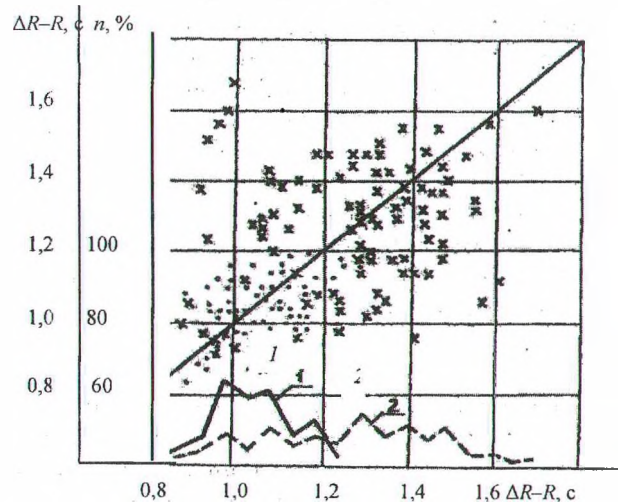


Рис. 2. Вариационная пульсограмма и корреляционная ритмограмма пловцов:
1 – мастера спорта М. с умеренно ваготоническим типом регуляции ($M = 1,04$ с, $M_0 = 1,04$ с, $AM_0 = 15\%$, $\Delta R-R = 0,46$ с, ВПР = 31,35); 2 – мастера спорта К. с резко ваготоническим типом регуляции ($M = 1,25$ с, $M_0 = 1,46$ с, $AM_0 = 7\%$, $\Delta R-R = 0,80$ с, ВПР = 5,91)

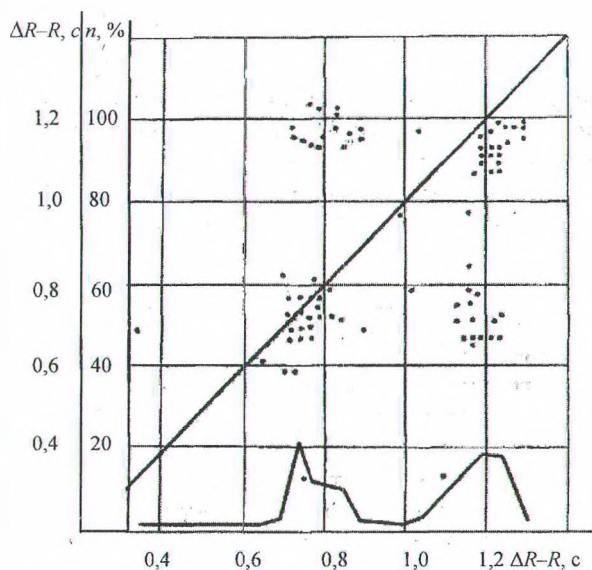


Рис. 3. Корреляционная ритмограмма и вариационная пульсограмма пловца, кандидата в мастера спорта М с экстрасистолическим нарушением сердечного ритма ($M = 0,98$ с, $M_0 = 1,21$ с, $AM_0 = 11\%$, $\Delta R-R = 0,90$ с, ВПР = 10,10)

Резко ваготонический тип распределения кардиоинтервалов определяют широкие многовершинные, смещенные в низкочастотную зону ВП, рассеянные по всему координатному полю точки КРГ. Он наблюдался у высококвалифицированных пловцов при неудачном выступлении в соревнованиях, недостаточном развитии скоростных и анаэробных возможностей. Нередко пловцы с резко ваготоническим типом регуляции жаловались на плохое самочувствие и быструю утомляемость на тренировках. Резко выраженный ваготонический тип наблюдался при вегетососудистой дистонии миокарда, вследствие хронического перенапряжения, а также при наличии экстрасистол (рис. 3).

При этом график КРГ значительно меняет свою форму: уменьшается корреляция между сердечными сокращениями, появляются новые, добавочные зоны точек, обусловленные наличием экстрасистолических интервалов и

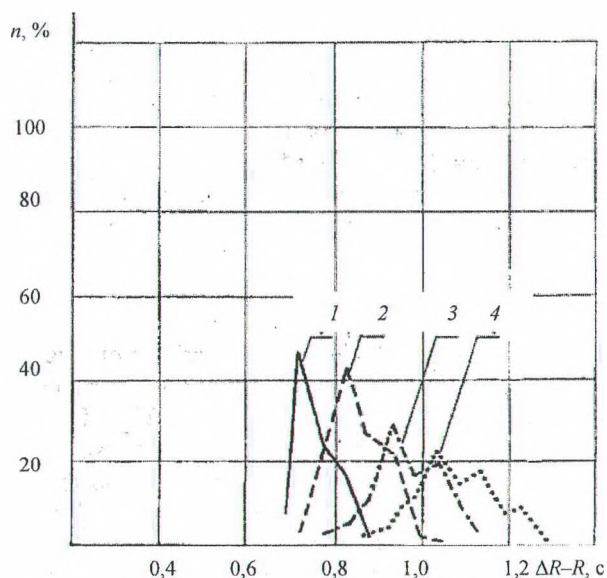


Рис. 4. Вариационные пульсограммы пловца К. по ходу роста его спортивной квалификации: 1 – II разряд ($M = 0,75$ с, $M_0 = 0,74$ с, $AM_0 = 31\%$, $\Delta R-R = 0,26$ с, ВПР = 161,12); 2 – I разряд ($M = 0,86$ с, $M_0 = 0,84$ с, $AM_0 = 26\%$, $\Delta R-R = 0,32$ с, ВПР = 96,04); 3 – кандидат в мастера спорта ($M = 0,94$ с, $M_0 = 0,92$ с, $AM_0 = 20\%$, $\Delta R-R = 0,34$ с, ВПР = 64,23); 4 – мастер спорта ($M = 1,06$ с, $M_0 = 1,02$ с, $AM_0 = 17\%$, $\Delta R-R = 0,38$ с, ВПР = 43,88)

компенсаторных пауз. Такие КРГ обнаружены у 12 из 222 пловцов.

С повышением спортивного мастерства нарастают числовые значения M , M_0 , $\Delta R-R$ и соответственно снижаются AM_0 и ВПР, что свидетельствует о повышении адаптационных возможностей студентов (табл. 2).

Общая закономерность изменения статистических характеристик СР и усиления парасимпатических влияний по мере роста спортивного мастерства подтверждается динамическими исследованиями одного и того же пловца. Так, на рис. 4 отображена динамика ВП пловца К. в течение 4 лет. За этот период спортсмен каждый год преодолевал очередной рубеж спортивной квалификации, достигнув уровня мастера спорта. Как видно из динамики гистограмм, с ростом спортивного мастерства вариационная кривая меняет свою форму и расположение, приближаясь сначала к нормотонической, а затем и к ваготонической (рис. 4, кривая 4).

Таблица 2

Среднегрупповые статистические характеристики сердечного ритма у студентов-пловцов, отличающихся по уровню спортивного мастерства

Количество пловцов	Квалификация	Статистические характеристики ($M \pm m$)				
		M , с	M_0 , с	AM_0 , %	$\Delta R-R$, с	ВПР, усл. ед.
34	Мастер спорта международного класса и мастер спорта	$0,99 \pm 0,02$	$0,98 \pm 0,02$	$17,2 \pm 0,86$	$0,38 \pm 0,02$	$73,47 \pm 8,62$
24	Кандидат в мастера спорта	$0,92 \pm 0,02$	$0,93 \pm 0,02$	$19,0 \pm 1,14$	$0,36 \pm 0,02$	$85,76 \pm 12,24$
24	I разряд	$0,83 \pm 0,02$	$0,82 \pm 0,02$	$20,1 \pm 1,11$	$0,35 \pm 0,03$	$109,51 \pm 19,66$
30	II–III разряды	$0,73 \pm 0,02$	$0,74 \pm 0,02$	$22,3 \pm 0,88$	$0,30 \pm 0,02$	$142,47 \pm 14,62$

Соответственно, изменяются и статистические показатели: нарастают величины M , M_0 , $\Delta R-R$ и снижаются AM_0 и ВПР. При этом график КРГ также значительно меняет свою форму: уменьшается корреляция между сердечными сокращениями, увеличивается площадь КРГ, принимая сначала форму эллипса и затем небольшого шара.

Таким образом, результаты проведенного исследования показали, что динамический контроль за изменениями формы, расположения ВП, КРГ и статистическими параметрами СР позволяет с достаточной точностью определять степень физического состояния студентов-пловцов и эффективность учебно-тренировочного процесса. Приближение показателей СР к параметрам мастеров спорта и мастеров спорта международного класса и, наоборот, изменения в сторону низких разрядов в первом случае указывают на повышение уровня тренированности, а во втором – на ухудшение состояния организма студентов.

О хороших функциональных возможностях организма свидетельствуют нормотонический и умеренно ваготонический типы регуляции, указывающие на экономное функционирование системы кровообращения и оптимальное реагирование на физические нагрузки. При наличии этих типов распределения кардиоинтервалов пловцам рекомендуется поддерживающий и развивающий режимы тренировки.

Ухудшение текущего состояния наблюдается у пловцов с симпатикотоническим и резко ваготоническим типами регуляции, с ВП и КРГ, смещенными в зону 0,50–0,70 и 1,20–1,80 с. По форме гистограммы островершинные, узкие, в виде линии или многовершинные, уплощенные, с очень большим основанием ($\Delta R-R$ до 0,86 с), а точки попарного распределения типа маленького шара или бесформенно рассеяны по всему координаторному полю. У этой категории лиц нередко выявляются признаки перетренированности, что требует изменения тренировочного режима, снижения физических нагрузок и диспансерного обследования.

Об адекватности тренировочных нагрузок функциональным возможностям пловцов сви-

детельствует наличие нормотонического и умеренно ваготонического типов распределения кардиоинтервалов в условиях покоя, а также стабилизация или нарастание величин M , M_0 , $\Delta R-R$ и уменьшение AM_0 , ВПР после выполнения дозированных физических нагрузок.

Литература

1. Баевский, Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р. М. Баевский. – М.: Медицина, 1979. – 298 с.
2. Баевский, Р. М. Методики оценки функционального состояния организма человека / Р. М. Баевский, Ю. А. Кукушкин // Медицина труда и промышленная экология. – 1995. – № 3. – С. 30.
3. Бальсевич, В. К. Физическая активность человека / В. К. Бальсевич, В. А. Запорожанов. – Киев: Здоровье, 1987. – 224 с.
4. Годик, М. А. Контроль тренировочных и соревновательных нагрузок / М. А. Годик. – М.: ФиС, 1980. – 136 с.
5. Запорожанов, В. А. Контроль в спортивной тренировке / В. А. Запорожанов. – Киев: Здоровье, 1988. – 205 с.
6. Кокорева, Е. Г. Особенности регуляции сердечного ритма при нормальной работе у детей с сенсорными нарушениями / Е. Г. Кокорева, А. Р. Хайруллина, С. А. Курагин // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 8. – С. 39–40.
7. Набатникова, М. Я. Система комплексного контроля в управлении подготовкой юных спортсменов / М. Я. Набатникова, В. В. Ивочкин // Основы управления подготовкой юных спортсменов. – М.: ФиС, 1982. – С. 177–219.
8. Пасичниченко, В. А. Оценка тренированности студентов с помощью модельных характеристик / В. А. Пасичниченко // Вестник БрГТУ. Гуманитарные науки. – 2004. – № 6 (30). – С. 274–276.
9. Сидоренко, Г. И. Анализ сердечного ритма и его нарушений с помощью попарного распределения R–R интервалов ЭКГ / Г. И. Сидоренко, Г. К. Афанасьев, Я. Г. Никитин // Здравоохранение Белоруссии. – 1976. – № 10. – С. 7–11.