

7.65
11
ТАРТУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ПАСИЧНИЧЕНКО Владимир Алексеевич

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПЛОВЦОВ НА ОСНОВЕ
СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СЕРДЕЧНОГО РИТМА

03.00.13 - Физиология человека и животных

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Тарту 1982

1191
Работа выполнена в электрофизиологической лаборатории
Минского радиотехнического института

Научный руководитель: кандидат медицинских наук,
доцент ШЕСТАКОВА Т.Н.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
профессор, заслуженный деятель
науки РСФСР МОЗЖУХИН А.С.;
кандидат медицинских наук,
доцент МААРОС Я.А.

Ведущее учреждение: Институт физиологии АН БССР

Защита состоится " 14 " апреля 1982г.
в 15 часов на заседании специализированного совета
К 069.02.07 Тартуского государственного университета
(Эстонская ССР, 202400, г.Тарту, ул.Кликооли, 18).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке
Тартуского государственного университета.

Автореферат разослан " 10 " июня 1982г.

Ученый секретарь
специализированного совета
К 069.02.07 д.м.н., профессор Тякшылд Л.Л. Тякшылд Л.Л.

БИБЛИОТЕКА

9153

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

ЧИТАЛЬНА ЗАЛА
ЛДУФК

Актуальность темы. К числу широко распространенного воспитания населения относится плавание, в том числе спортивное, которое характеризуется большим объемом и интенсивностью тренировочных нагрузок, а также ранним привлечением детей и подростков к участию в соревнованиях. Поэтому разработка и применение простых и быстрых методов оценки функционального состояния пловцов и их готовности к соревнованиям является актуальной проблемой. Решение этой проблемы позволит дозировать физические нагрузки применительно к функциональным возможностям организма и тем самым продлить период высокой спортивной работоспособности, а также определять и прогнозировать уровень тренированности в целях управления подготовкой спортсменов, в частности пловцов.

Цель и задачи исследования. В связи с этим представилось целесообразным:

- проверить возможность оценки и прогнозирования функционального состояния сердечно-сосудистой системы пловцов на основе статистического анализа сердечного ритма методами вариационной пульсометрии и корреляционной ритмографии;
- разработать количественные характеристики механизмов регуляции системы кровообращения у пловцов разного возраста, пола и спортивной квалификации;
- выявить величину реакции аппарата кровообращения и его регуляторных механизмов на одинаковые физические нагрузки в зависимости от исходного состояния вегетативной нервной системы пловцов;
- описать модельные показатели сердечного ритма "лучших" и "худших" пловцов в целях управления спортивной тренировкой и определения их готовности к соревнованиям;
- предложить критерии оценки уровня адаптации к мышечным напряжениям и снижения спортивной работоспособности.

Новое в работе. В работе приводятся экспериментальные данные к обоснованию возможности использования статистического анализа сердечного ритма для оценки и прогнозирования функционального состояния системы кровообращения пловцов. В результате длительной регистрации кардиоинтервалов электрокардиограммы у 398 пловцов в покое и при выполнении 836 физических нагрузок описано состояние механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы в зависимости от возраста, пола, спортивной квалификации и исходного типа регуляции

системы кровообращения; уточнены количественные характеристики типов регуляции в условиях покоя посредством сопоставления статистических показателей сердечного ритма с результатами фармакологического выключения адренорецепторов и динамикой МПК в процессе тренировки; предложены критерии, отражающие ухудшение функционального состояния аппарата кровообращения и степень выраженности симпатикотонии во время мышечной активности; выявлена односторонность изменения регуляторной деятельности с возрастом и ростом спортивного мастерства и, наконец показана возможность прогнозирования спортивного результата на основе математического анализа сердечного ритма за 3-5 дней до соревнований.

Практическая ценность настоящего исследования заключается в апробации простого и надежного метода оценки функционального состояния, степени тренированности и готовности пловцов к выступлению на ближайших соревнованиях, а также разработке моделей "лучших" и "худших" пловцов, которые могут применяться для контроля за ходом подготовки к соревнованиям, управления спортивной формой и успешного формирования сборных команд.

Разработанные модельные характеристики функционального состояния пловцов различной квалификации, возраста и пола в условиях физиологического покоя и режиме переходных процессов могут применяться для управления тренировочным процессом.

Контроль за функциональным состоянием, основанный на статистическом анализе сердечного ритма, может быть использован для медико-биологического обоснования двигательной активности населения, в том числе, для обоснования целесообразности специализации физического воспитания студентов по видам спорта.

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены и обсуждены на 6-и научно-практических конференциях Минского радиотехнического института (1976-81гг.) и I-ой Ташкентского автомобильно-дорожного института (Ташкент, 1978г.), на 4-х республиканских научно-методических конференциях (Минск, 1977, 1979гг.; Кишинев, 1979г.; Витебск, 1980г.), на зональной конференции республик Прибалтики и Белоруссии по проблемам спортивной тренировки (Таллин, 1980г.), на IV-ой Всесоюзной научно-практической конференции "Актуальные проблемы управления подготовкой квалифицированных юных спортсменов" (Минск, 1977г.), на Всесоюзной научно-практической конференции "Прогнозирование спортивных достижений и основные направления системы олимпийской подготовки на 1981-1992гг." (Москва,

1979 г.), на I-ом Всесоюзном симпозиуме "Проблемы оценки и прогнозирования функциональных состояний организма в прикладной физиологии" (Фрунзе, 1980г.). По теме диссертации опубликована 21 работа.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, обзорной главы, описания методики исследования, анализа результатов собственных экспериментальных исследований, главы, посвященной обсуждению полученных результатов, выводов и библиографии. Общий объем диссертации 219 страниц, включает 50 таблиц, 29 рисунков и 28 страниц библиографии. Библиографический указатель содержит 250 наименований, из них 192 отечественных и 58 зарубежных авторов.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБСЛЕДОВАННЫХ ЛИЦ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

В зависимости от уровня адаптации к физическим нагрузкам все обследованные (587 человек) были распределены на 3 группы. В первую вошли 330 пловцов, в том числе 256 мужчин и 74 женщины. Возраст спортсменов 11-23 года. У этой группы лиц обследование заключалось в регистрации сердечного ритма в покое и после выполнения физических нагрузок. Во вторую включены 55 студентов-спортсменов института физической культуры. Третью группу составили 202 студента - юноши Минского радиотехнического института, ранее не занимавшихся спортом. Из общего числа этих лиц 72 студента занимались физическим воспитанием по курсу плавания, остальные 130 - по общепринятой программе вуза.

Из 587 обследованных 311 являлись спортсменами высокой квалификации: мастера спорта международного класса - 15 человек, мастера спорта - 79, кандидаты в мастера - 115 и перворазрядники - 101.

У всех испытуемых измерялось артериальное давление и записывалась ЭКГ в 12 отведениях. Кроме того у студентов проводилась оценка их физического развития и физической подготовленности.

Основным методом исследования механизмов регуляции системы кровообращения являлась длительная регистрация сердечного ритма с его последующим математическим анализом. Для этих целей осуществлялась запись 100 интервалов R-R ЭКГ с помощью промышленного одноканального электрокардиографа ЭКПСЧТ-4 в двухполосном отведении с использованием двух электродов-присосок и промышленной многоканальной телеметрической системы "Спорт-4". Запись кардиоинтервалов осуществлена у 530 человек в положении лежа и стоя, до выполнения

95% физических нагрузок и тотчас после них.

В качестве физических нагрузок использовались 60 подскоков в 1 мин, проплывание 50 м основным способом с максимальной скоростью и учебно-тренировочные занятия.

Анализ 100 интервалов R-R ЭКГ проводился методами вариационной пульсометрии и корреляционной ритмографии.

Вариационные пульсограммы (ВП, гистограммы) рассчитывались по В.В.Парину и Р.М.Баевскому (1967), оценивались числовые значения среднего (M) и наиболее часто встречающегося (мода, M_0) кардиоинтервалов, разницы продолжительности максимального и минимального интервалов R-R (вариационный размах, $\Delta R-R$), амплитуды моды (AM_0), вегетативного показателя ритма (ВПР) по Г.И.Сидоренко (1970).

Корреляционные ритмограммы (КРТ) строились по И.И.Красовскому с соавт. (1972) и Г.И.Сидоренко с соавт. (1974).

Вариационные пульсограммы, корреляционные ритмограммы и статистические характеристики сердечного ритма сопоставлялись с динамикой артериального давления, измеряемого по Короткову, и качеством реакции на физическую нагрузку. Последняя оценивалась по величине прироста частоты сердечных сокращений, артериального давления и их производных - амплитуды частоты сердечных сокращений, амплитуды артериального давления, индекса минутного объема, внешней работы сердца, индекса Б.М.Кушелевского, периферического сопротивления и изменению типа саморегуляции кровообращения. При этом расчет амплитуды пульса, амплитуды артериального давления и индекса минутного объема проводился по методике С. Rauchfuss (1966). Типы саморегуляции кровообращения рассчитывались по Н.Н.Савицкому (1974) и Н.И.Аринчину (1969). Качество реакции на нагрузку определено описанным методом у 295 человек в 408 нагрузках.

При изучении функционального состояния сердечно-сосудистой системы и механизмов ее регуляции в настоящем исследовании использована также радиовлектрокардиография (РЭКГ). Запись ЭКГ осуществлялась с помощью телеметрической установки "Спорт-4" и чернильно-пишущего осциллографа УСЧ8-04 до, во время и после выполнения 60 подскоков в темпе 1 мин, 30-секундной имитации гребковых движений руками способом плавания баттерфляй в максимальном темпе с помощью резинового амортизатора, 75 аналогичных движений в течение минуты и одномоментного равномерного бега в темпе 150 шагов. Интервал между пробами составлял 2 мин.

Непрерывная запись РЭКГ проведена у 34 пловцов-мужчин (14 мас-

теров спорта, 6 кандидатов в мастера и 14 перворазрядников) в возрасте 14-19 лет при выполнении 136 нагрузок.

Частота сердечных сокращений (ЧСС) определялась по интервалу R-R РЭКГ и анализировалась путем нахождения максимальной ЧСС (ЧСС макс.) в нагрузке, пульсовой стоимости работы в 1 с (ПСР/с), пульсовой стоимости восстановления в 1 с (ПСВ/с), построения графиков динамики ЧСС в нагрузке и восстановительном периоде (В.Б.Розенблат, 1967; Т.Н.Шестакова и др., 1977; I. Basvan, 1966), а также построения гистограмм нагрузки, восстановления и суммарных с последующим расчетом статистических характеристик сердечного ритма. Изучались также величина прироста ЧСС, темп ее изменения в нагрузке посредством расчета коэффициентов $1n A$ и K (Т.Н.Шестакова, 1977). Характер изменения ЧСС сопоставлялся с качеством изменения РЭКГ.

Для более целенаправленной и объективной трактовки вариационных пульсограмм использованы фармакологические пробы. Так, регистрация 100 интервалов R-R ЭКГ с последующим построением гистограмм и расчетом статистических показателей сердечного ритма проведена до и через 1 час после приема 20 мг обзидана, до и через час после инъекции 1 мл 0,1% раствора атропина, до и после 3-х дневного приема эфедрина по 0,025 3 раза в день, до и после 3-х дневного приема дибазола по 0,02 3 раза в день. Фармакологические пробы проведены у 32 здоровых мужчин 18-25 лет.

Для уточнения правомерности оценки и прогнозирования функционального состояния сердечно-сосудистой системы и организма в целом на основе математического анализа сердечного ритма проведено сопоставление вариационных пульсограмм с величиной максимального потребления кислорода (МПК) в подготовительном и соревновательном периодах тренировки у одних и тех же пловцов. Для этих целей 36 пловцов-мужчин 18-20 лет (мастера спорта и кандидаты в мастера) выполнили велоэргометрическую нагрузку с повышающейся через каждые 2 мин мощностью и 1-минутным финишным спуртом по схеме Я.П.Пярнат (1970). Потребление кислорода и выделение углекислого газа регистрировалось непрерывно на газоанализаторе "Спиrolит-2" в покое, в конце каждой нагрузки и в восстановительном периоде. Одновременно с этим непрерывно в течение 9 мин работы и 5 мин восстановления записывалась РЭКГ.

Таким образом, в настоящем исследовании для оценки и прогнозирования функционального состояния пловцов в условиях покоя и физических нагрузок обследованы 655 человек с использованием математи-

ческого анализа сердечного ритма, фармакологических проб и определения МПК. В целом, построено 2668 вариационных пульсограмм, 1390 корреляционных ритмограмм, рассчитано более 33800 статистических характеристик сердечного ритма, проведено 256 фармакологических проб и 72 велоэргометрические нагрузки с определением МПК.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

I. Состояние механизмов регуляции системы кровообращения у пловцов в условиях физиологического покоя. Механизмы регуляции изучены путем анализа сердечного ритма методами вариационной пульсометрии и корреляционной ритмографии. Кроме того у всех пловцов измерено артериальное давление.

При рассмотрении индивидуальных вариационных пульсограмм и статистических характеристик сердечного ритма представилось возможным выделить 3 типа гистограмм распределения: нормотонический, ваготонический и симпатикотонический, которые отличаются между собой значениями M , M_0 , A_{M_0} , $\Delta R-R$, ВПР, формой и местом расположения пульсограмм на координатной сетке. Вариационные кривые нормотонического типа одно- или двухвершинные с $\Delta R-R$ 0,18 - 0,38 с. Гистограммы ваготонического типа - многовершинные, уплощенные, смещены вправо в зону низких частот с $\Delta R-R$ 0,38 - 0,80 с. Симпатикотонические - островершинные, равносторонние, с узким основанием, а также в виде ломаной или прямой линии с $\Delta R-R$ 0,10 - 0,26 с.

Нормотонические ВП сочетались с эллипсовидной формой зоны плотности точек КРГ, расположенной в зоне нормальных частот. При ваготонии на КРГ определялось рассеивание точек по большей площади, приближавшейся к форме круга и смещенной вправо. Для симпатикотонических ВП характерны КРГ в виде маленького шара, находящегося в высокочастотной зоне.

Индивидуальные величины M_0 , составляют 0,66 - 1,00 с. Это позволяет считать, что к числу нормотонических следует отнести вариационные пульсограммы, расположенные в зоне 0,66 - 1,00 с и имеющие основание 0,18 - 0,38 с. При этом значения A_{M_0} 15-25%, а ВПР 50-250. На оптимальный режим функционирования сердечно-сосудистой системы указывают среднegrупповые величины ЧСС - $69,8 \pm 0,8$ уд/мин, внешней работы сердца - $80\% \pm 119$ мм рт.ст.мин, минутного объема крови (МОК) - $5,20 \pm 0,10$ л/мин, сердечного индекса (СИ) - $3,09 \pm 0,10$ л/мин/м², общего периферического сопротивления (ОПС) -

$17,54 \pm 0,50$ усл.ед., полученные у пловцов с нормотонией в покое. Фактические величины гемодинамики наиболее тесно коррелируют с должными именно в этой группе обследованных, что способствует установлению наиболее благоприятных взаимоотношений между первыми.

Симпатикотонические ВП достоверно чаще ($p < 0,001$) встречались у лиц молодого возраста, менее тренированных, а также у пловцов-студентов в период экзаменационной сессии и общего плохого самочувствия. Для лиц с симпатикотонией характерны довольно высокие числовые значения ЧСС - $86,9 \pm 1,6$ уд/мин, внешней работы сердца 10279 ± 195 мм рт.ст.мин, МОК - $6,83 \pm 0,18$ л/мин, СИ - $4,00 \pm 0,18$ л/мин/м² и низкие ОПС - $13,48 \pm 0,54$ усл.ед. Все это позволяет рассматривать симпатикотонические гистограммы как неблагоприятный признак, как свидетельство напряжения центральной регуляции. Выраженные симпатикотонические ВП выявлены у здоровых после приема атропина и эфедрина.

Ваготонические вариационные кривые чаще встречались у мастеров спорта международного класса, мастеров спорта старшей возрастной группы и никогда не наблюдались у пловцов второго разряда. У лиц с ваготонией были выявлены самые низкие значения ЧСС - $56,4 \pm 1,1$ уд/мин, внешней работы сердца - 6525 ± 154 мм рт.ст.мин, МОК - $4,13 \pm 0,10$ л/мин, СИ - $2,24 \pm 0,05$ л/мин/м² и более высокие ОПС - $22,08 \pm 0,83$ усл.ед. Следовательно, увеличение вагусных влияний на сердечный ритм может рассматриваться как благоприятный признак. В частности, умеренно выраженные ваготонические кривые получены у здоровых лиц при приеме обзидана и дибазола, т.е. на фоне фармакологического выключения β -адренорецепторов. Сказанное совпадает с данными авторов (С.П.Летунов, Р.Е.Мотылянская, 1972; Н.Д.Граевская, 1975; E. Braunwald e.a., 1974; S. Israel, 1978; H. Mellerowicz, W. Meller, 1978) о ваготонии у хорошо подготовленных спортсменов. Однако такое утверждение справедливо не всегда. Сопоставление форм ВП и числовых значений $\Delta R-R$ со спортивными результатами на ближайших соревнованиях, выявило низкую спортивную работоспособность, и как следствие, низкий результат у пловцов с $\Delta R-R$ свыше 0,48 с.

У пловцов с возрастом и ростом спортивного мастерства происходит усиление вагусных влияний, что нашло свое отражение в увеличении основания, числа вершин гистограмм, их смещении вправо и уменьшении числа сцеплений КРТ. Наряду с этим нарастают величины M , M_0 , $\Delta R-R$ и соответственно снижаются A_{Mo} и ВПР (табл. I).

Из этого следует, что статистические характеристики сердечно-

Таблица I
Среднегрупповые статистические характеристики сердечного ритма у пловцов-мужчин, отличающихся по уровню спортивного мастерства

К-во пловцов	Квалификация	Статистические характеристики ($M \pm m$)				
		M, с	Mo, с	AMo, %	$\Delta R-R$, с	ВНР, усл. ед.
34	МСМК и МС	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	КМС	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 р.	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 р.	0,73 $\pm 0,02$	0,74 $\pm 0,02$	22,3 $\pm 0,88$	0,30 $\pm 0,02$	142,47 $\pm 14,62$

го ритма могут использоваться для оценки тренированности каждого конкретного пловца в каждый конкретный момент времени.

У женщин как и у мужчин определена такая же закономерность усиления экстракардиальных влияний парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в зависимости от возраста и уровня спортивного мастерства.

У мужчин, обследованных в положении лежа, с повышением квалификации и тренированности происходит переход сердечного типа саморегуляции кровообращения в средний и затем сосудистый. У женщин такой закономерности не выявлено.

Анализ ВП показал, что у пловцов в положении стоя в отличие от положения лежа полностью исчез ваготонический тип регуляции. Нормотония чаще наблюдалась у испытуемых старшего возраста и более квалифицированных.

У обследованных в положении стоя по сравнению с положением лежа гистограммы несколько сместились влево, уменьшилось число вершин и основание, а также достоверно снизились числовые значения M, Mo, $\Delta R-R$ ($t = 8,50 - 5,37$; $p < 0,001$) и повысились AMo и ВНР ($t = 3,99 - 3,38$; $p < 0,001$). Перечисленные параметры сердечной деятельности указывают на усиление влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы в положении стоя в результате ортостатического венозного оттока крови с периферии (Г.М. Куколевский, 1975; A. Guyton, 1969; R. J. Marshall, J. T. Shepherd, 1972).

2. Результаты радиозлектрокардиографического исследования пловцов в процессе выполнения ими дозированных физических нагрузок.

Анализ сердечного ритма методом вариационной пульсометрии по-

казал, что у всех обследованных мышечная активность вызвала симпатикотонию, о чем наглядно свидетельствуют островершинные и прямолинейные с узким основанием смещенные влево симпатикотонические гистограммы в нагрузке и раннем восстановлении, уменьшились значения M , M_0 , $\Delta R-R$ и увеличились - M_{10} и ВПР.

Усиление симпатических влияний нашло свое отражение на ЭКГ в виде тахикардии, уменьшения или полного исчезновения синусовой аритмии, депрессии сегмента S-T и зубца T. Степень выраженности нагрузочной симпатикотонии зависит от интенсивности физической работы, возраста, спортивного мастерства и типа регуляции в состоянии покоя. Так, при выполнении однозначных нагрузок симпатикотония выражена больше у пловцов младшей возрастной группы, менее квалифицированных, а также имеющих в покое симпатикотонический тип регуляции. Однако, следует заметить, что сравнение среднegrуповых ВП и статистических характеристик сердечного ритма в нагрузке у пловцов с разным типом регуляции, разного возраста и спортивной квалификации не выявило достоверных различий. В рассматриваемых группах наиболее отчетливо разница формы, расположения вариационных кривых и параметров сердечного ритма наблюдается в 1-ю и еще больше во 2-ю мин восстановления.

Анализ полученных пульсограмм выявил количественные различия в реакции ЧСС на одно и то же упражнение у спортсменов с разным исходным состоянием вегетативной нервной системы. Это подтверждается графиками рис. I и существенно меньшими средними величинами ЧСС макс. ($t = 1,87; p < 0,1$), ПСР/с ($t = 2,50; p < 0,02$), ПСВ/с в 1-ю ($t = 6,13; p < 0,001$) и 2-ю ($t = 6,20; p < 0,01$) минуты восстановления и большие - $\ln A$ ($t = 2,23; p < 0,05$), коэффициента K ($t = 4,75; p < 0,001$) у обследованных с нормотоническим типом по сравнению с симпатикотоническим.

Характерные различия большинства параметров ЧСС выявлены и в других нагрузках.

Подобная разница рассматриваемых показателей в процессе выполнения мышечных нагрузок и после них была определена между группами пловцов разного возраста и квалификации.

Результаты исследований показали, что для симпатикотонического типа регуляции аппарата кровообращения в покое характерно не только более напряженное функционирование сердечно-сосудистой системы во время выполнения нагрузок, но и значительно замедленное течение восстановительных процессов с более поздним и менее выраженным вклю-

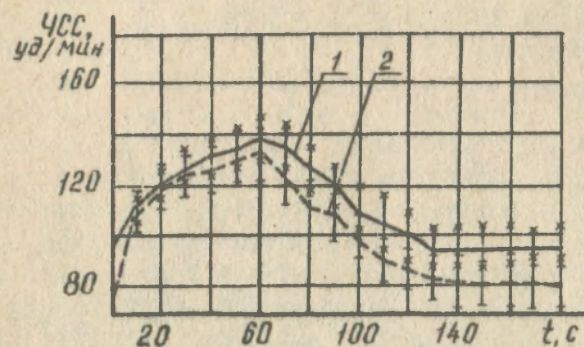


Рис.1. Частота сердечных сокращений во время 60 подскоков и 2-х мин восстановления у пловцов с разным типом регуляции (средние данные): 1 - симпатикотоническим, 2 - нормотоническим. Вертикальная линия - конец нагрузки

чением тормозных парасимпатических влияний на сердечный ритм. Это, очевидно, можно объяснить меньшей активностью симпато-ингибиторных и холинергических механизмов регуляции сердца у менее тренированных спортсменов.

По мере роста спортивного мастерства и увеличения возраста у пловцов совершенствуются регуляторные механизмы, уменьшается "цена адаптации" к нагрузкам и экономнее уровень функционирования системы кровообращения, что выражается в переходе симпатикотонии покоя в нормотонию и затем ваготонию. В связи с этим общий уровень статистических характеристик сердечного ритма в нагрузке и восстановлении снижается, увеличивается скорость вработывания и восстановления ЧСС, снижаются ЧСС макс., ПСР/с, ПСВ/о и увеличивается коэффициент К во время рассматриваемых нагрузок. Следовательно, динамический контроль за вариационными пульсограммами и математическими показателями сердечного ритма может использоваться в качестве метода определения степени адаптации к мышечным напряжениям.

3. Изучение механизмов регуляции системы кровообращения путем регистрации физиологических параметров до и после выполнения нагрузок. На рис.2 изображены индивидуальные ВП после выполнения пол-

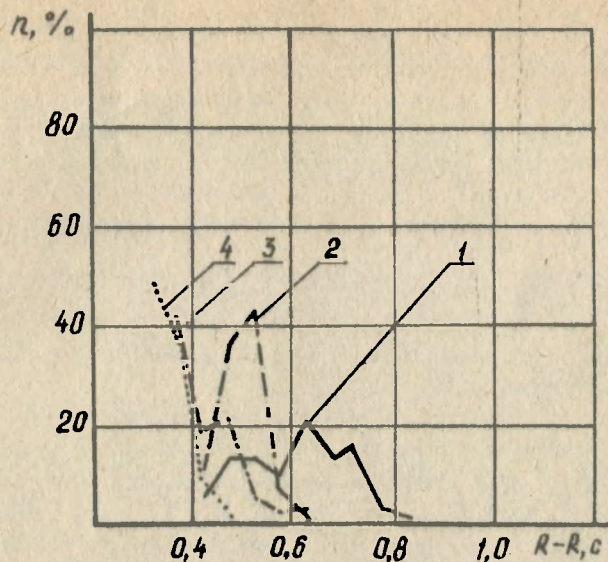


Рис. 2. Вариационные пульсограммы после 60 подскоков в I мин и проплывания 50 м с максимальной скоростью у мастера спорта Г., 18 лет с нормотоническим (кривые 1 и 3) и пловца II разряда И., 14 лет с симпатикотоническим (кривые 2 и 4) типами регуляции

скоков и проплывания 50 м с максимальной интенсивностью у пловцов с нормо- и симпатикотоническим типами регуляции. Как видно, после 60 подскоков в I мин у пловца с нормотонией в покое гистограмма (кривая 1, M 0,62 с, M_o 0,62 с, A_{Mo} 16%, $\Delta R-R$ 0,36 с, ВПР 71,68) существенно шире, ниже и больше сдвинута вправо по сравнению с ВП спортсмена с симпатикотонией в покое.

Достоверные различия индивидуальных и всех среднегрупповых ($t = 10,10 - 4,90$; $p < 0,001$) параметров сердечного ритма испытуемых с разным типом регуляции после подскоков подтверждают большее участие холинергических влияний у лиц с нормотонией.

Изучение индивидуальных ВП после проплывания 50 м с максимальной скоростью выявило большее напряжение симпатической нервной системы у пловцов с симпатикотоническим типом регуляции, чем с нормотоническим. На рис. 2 об этом свидетельствует более широкая и менее сдвинутая влево гистограмма пловца с нормотоническим типом (кривая 3, M 0,43, M_o 0,38 с, A_{Mo} 27%, $\Delta R-R$ 0,26 с, ВПР 273,28), чем у испытуемого с симпатикотоническим типом регуляции (кривая 4, M

0,37 с, M_o 0,34 о, A_{Mo} 31%, $\Delta R-R$ 0,16 с, ВПР 569,85).

Выраженные различия среднегрупповых значений M , A_{Mo} , $\Delta R-R$, ВПР ($t=6,72 - 2,12$; $p < 0,001 - 0,05$) и M_o после интенсивной дозированной нагрузки, а также после тренировочных нагрузок у лиц с разным типом регуляции указывают на медленное выключение тормозных процессов и "затягивание" переходного процесса с неадекватными изменениями системы кровообращения у спортсменов с симпатикотонией в покое.

Изложенное подтверждает результаты радиоэлектрокардиографического исследования о том, что спортсмены с нормотоническим типом регуляции реагируют на физические напряжения меньшими сдвигами со стороны сердечно-сосудистой системы.

У пловцов с увеличением возраста и повышением спортивной квалификации после мышечных напряжений отмечается снижение, расширение и большее смещение гистограмм в зону низких частот, увеличение числовых значений M , M_o , $\Delta R-R$ и снижение A_{Mo} и ВПР. Такие изменения показателей сердечной деятельности с ростом спортивного мастерства указывают на повышение адаптации к мышечным нагрузкам и активности автономных механизмов регуляции, в связи с чем уменьшается уровень симпатикотонии в раннем восстановлении после физических нагрузок.

Анализ сердечного ритма с помощью КРТ показал, что после мышечных напряжений у пловцов с симпатикотоническим типом регуляции наблюдались более плотный фокус точек на биссектрисе координатного угла, меньшая площадь графика КРТ и его большее смещение в зону высоких частот, чем у лиц с нормотонией. С возрастом и ростом спортивного мастерства обнаруживалось уменьшение сцепления точек попарного распределения, увеличение их площади и смещение вправо.

Таким образом, регистрация сердечного ритма после неспецифических и специфических стандартных и тренировочных нагрузок позволяет определить уровень напряжения регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы и ее функциональное состояние.

В результате исследования установлено, что по мере улучшения типа регуляции, увеличения возраста и подготовленности пловцов наблюдается все большая адекватность ответа системы кровообращения на физические нагрузки, что нашло свое отражение в снижении логарифма прироста ЧСС в нагрузке ($\ln A$), величины прироста артериального давления: систолического ($\Delta CД$), диастолического ($\Delta ДД$), пульсового ($\Delta ПД$), прироста индекса минутного объема ($\frac{Q_{1,2} \cdot 10^3}{SV \cdot m^2}$) и внешней работы сердца после умеренной нагрузки (60 подскоков в I

мин) и увеличении этих показателей за исключением Δ ДД после высокоинтенсивной нагрузки (проплывание 50 м с максимальной скоростью).

4. О возможности определения функционального состояния пловцов и их готовности к соревнованиям. В процессе выполненного исследования установлено, что состояние механизмов регуляции, характеризующееся статистическими характеристиками сердечного ритма и расположением графиков ВП и КРГ на координатной сетке, позволяет оценивать функциональные возможности спортсменов, что подтверждается динамикой показателей МПК и статистических показателей сердечного ритма у 36 пловцов в начале и конце 2-го тренировочного полуцикла. У всех испытуемых с разным типом регуляции по мере роста тренированности наблюдался достоверный прирост абсолютных ($t = 7,05 - 4,48$; $p < 0,001 - 0,01$) и относительных ($t = 5,16 - 2,36$; $p < 0,001 - 0,05$) величин МПК и усиление вагусных влияний на сердечный ритм. Однако эти изменения были наиболее заметны у пловцов с нормотоническим и умеренно выраженным ваготоническим типами регуляции в подготовительном периоде. Таким образом, появление вагусных гистограмм свидетельствует о расширении адаптационно-приспособительных возможностей.

Обнаруженные изменения ВП и параметров сердечной деятельности показали, что для симпатикотонического типа характерно более напряженное функционирование аппарата кровообращения как в покое, так и при выполнении мышечных нагрузок и медленное протекание восстановительных процессов.

При рассмотрении характеристик сердечного ритма во время спурта, т.е. максимально возможной для каждого лица нагрузки, наибольшая степень напряжения механизмов регуляции наблюдалась у спортсменов с умеренно выраженной ваготонией. У этих лиц отмечались самые высокие показатели МПК в подготовительном и соревновательном периодах. Из этого следует, что максимальная аэробная производительность возможна только при максимальном напряжении механизмов регуляции у лиц с высоким уровнем исходного функционального состояния, которому присуща ваготония. Следовательно, с помощью математических методов анализа сердечного ритма можно оценивать не только качество тренированности и долговременной адаптации, но и спортивный результат, как интегральный показатель уровня тренированности. В частности, среди мужчин, обследованных в положении лежа накануне соревнований смогли улучшить свой личный рекорд 45 из 70 пловцов с нормотоническим, 7 из 24 с ваготоническим, 3 из 18 с симпатикотоническим типа-

ми регуляции, а у женщин соответственно - 27 из 43, 3 из 10 и 7 из 21. Среди 110 пловцов-мужчин, обследованных в положении стоя, улучшили свои результаты 38 из 58 с нормотонией в покое и 16 из 52 с умеренной симпатикотонией. Таким образом, для пловцов с высоким уровнем работоспособности, показавших свои лучшие спортивные результаты, характерно в покое оптимальное соотношение симпатических и парасимпатических влияний. Подобное соотношение наблюдается при нормотоническом и умеренно ваготоническом типах распределения кардиоинтервалов с $\Delta R-R$ 0,18 - 0,48 с в положении лежа и стоя.

Неудачному выступлению на соревнованиях соответствовали резко выраженные симпатико- и ваготония. У пловцов с резко выраженной ваготонией ($\Delta R-R$ свыше 0,48 с) отмечались самые низкие показатели МПК в сочетании с наименьшим напряжением механизмов регуляции в момент спурта и самым замедленным восстановлением. Кроме того у них наблюдался самый малый прирост абсолютной ($t=4,48$; $p < 0,01$) и относительной ($t=2,36$; $p < 0,05$) величин МПК и наименьшая степень совершенствования регуляторных механизмов от подготовительного к соревновательному периоду.

Для разработки прогностических моделей были изучены ВП и КРГ у 85 пловцов преимущественно высокой квалификации, обследованных в положении стоя. Для построения ВП и КРГ осуществлялась регистрация 100 интервалов R-R ЭКГ перед и после физических нагрузок.

В результате анализа гистограмм, КРГ и сопоставления их с результатами соревнований установлено, что динамика статистических показателей сердечного ритма, формы и расположения вариационных кривых и площадей попарного распределения после физических нагрузок довольно точно отражает спортивный результат, показанный на соревнованиях. При этом независимо от возраста и квалификации обнаружены два вида изменений в состоянии регуляторных систем в ответ на нагрузку, совпавшие с улучшением или ухудшением личного рекорда на соревнованиях.

У пловцов, показавших высокие секунды на состязаниях, перед тренировкой в положении стоя наблюдались более низкие значения M , M_0 , $\Delta R-R$ ($t=1,97$; $p < 0,1$) и большие - AM_0 ($t=2,06$; $p < 0,05$) и ВПР ($t=1,99$; $p < 0,05$), чем у не улучшивших свои рекордные секунды. Обнаруженные в предсоревновательные дни различия процессов регуляции у спортсменов двух групп указывают, что в преднастройке к соревнованиям важно, чтобы появилось усиление симпатических влияний. Сказанное подтверждается динамическими наблюдениями за состоя-

нием механизмов регуляции. Ни в одном случае с резко выраженной ваготонией, брадиаритмией и другими симптомами слабости синусового узла пловцы не показали высокого результата. Из вышеизложенного следует, что умеренная симпатикотония в положении стоя накануне соревнования способствует удачному выступлению на соревнованиях. Как правило в этом случае в положении лежа наблюдался либо нормотонический, либо умеренно выраженный ваготонический тип регуляции.

После физических нагрузок у пловцов улучшивших и не улучшивших свои результаты на соревнованиях были выявлены достоверные ($t = 4,65 - 1,77$; $p < 0,001 - 0,1$) различия всех (за исключением величины M_0 после проплывания 50-метрового отрезка статистических характеристик сердечного ритма, свидетельствующие о меньшей "цене" срочной адаптации к мышечным нагрузкам "лучших" пловцов по сравнению с "худшими".

В целом "худших" пловцов от "лучших" отличает высокая степень напряжения либо симпатической нервной системы как в покое так и после физических нагрузок, либо парасимпатической в покое с $\Delta R-R$ более 0,48 с, а также сохранение или усиление парасимпатических влияний тотчас после тренировки и проплывания 50 м с максимальной интенсивностью. При этом у ряда лиц значения $\Delta R-R$ достигают 0,76-0,98 с. Пловцы, улучшившие свои достижения, реагировали на физические нагрузки адекватной реакцией, а период после них характеризовался экономной регуляцией.

Разработанные модельные показатели сердечного ритма "лучших" и "худших" пловцов могут использоваться как ориентир, указывающий на каком уровне должна работать система кровообращения, чтобы обеспечить высокую работоспособность и высокий спортивный результат. Отклонения от модельных характеристик в двух и более нагрузках указывает на ухудшение состояния организма и явную вероятность снижения спортивного результата. При проведении подобного обследования пловцов за месяц и более до соревнований можно управлять подготовкой спортсмена и предупредить состояние перегрузки посредством корректировки тренировочного процесса в зависимости от выявленных отклонений от модели и, тем самым, подвести пловцов к соревнованиям в самой боевой спортивной форме. Управляя тренировкой на основе разработанных моделей, можно оценивать динамику работоспособности и характер физиологических сдвигов в ответ на физические нагрузки, тем самым, осуществляя долгосрочное прогнозирование. Составляя вариационные гистограммы, записанные накануне соревно-

ваний, с выявленными модельными характеристиками можно более эффективно отбирать пловцов в сборные команды.

ВЫВОДЫ:

1. Статистический анализ сердечного ритма методами вариационной пульсометрии и корреляционной ритмографии может использоваться для оценки и прогнозирования функционального состояния сердечно-сосудистой системы и уровня тренированности пловцов. Диагностическая значимость этих методов подтверждена фармакологическим исключением адренорецепторов и контролем за динамикой максимального потребления кислорода под влиянием тренировочного процесса.

2. В условиях покоя об оптимальном состоянии центральных и автономных механизмов регуляции и, как следствие, о хорошем функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы в целом свидетельствуют нормотонический и умеренно выраженный ваготонический типы регуляции. Нормотонический тип характеризуется одно- и двухвершинными вариационными пульсограммами с вариационным размахом 0,18-0,38с, модой 0,66-1,00с, амплитудой моды 15-25%, вегетативным показателем ритма 50,00-250,00 и попарным распределением кардиоинтервалов в виде эллипса в зоне нормальных частот. При умеренной ваготонии вариационные кривые многовершинны, сдвинуты вправо с вариационным размахом 0,38-0,48с, модой 0,90-1,20с, амплитудой моды 14-20%, вегетативным показателем ритма меньше 50, а корреляционные ритмограммы в виде большого круга, расположенного в зоне низких частот.

3. По мере роста спортивного мастерства и тренированности в покое усиливаются вагусные влияния на сердечный ритм, соответственно нарастают числовые значения средней продолжительности сердечного цикла, моды, вариационного размаха и снижаются амплитуды моды и вегетативного показателя ритма, вариационные пульсограммы из симпатикотонических переходят в нормотонические и затем, в вагусные, площадь сцепления точек корреляционных ритмограмм постепенно расширяется и смещается в зону низких частот.

4. Симпатикотония в покое отражает напряжение центральных механизмов регуляции системы кровообращения и указывает на снижение уровня тренированности пловцов. Для симпатикотонического типа характерны островершинные, равносторонние, узкие или в виде линии гистограммы с вариационным размахом и модой менее 0,18 и 0,66с соответственно. При этом амплитуда моды более 25%, а вегетативный показатель ритма выше 250,00; корреляционные ритмограммы типа небольшого шара, расположенного на биссектрисе координатного угла в зоне высоких частот.

5. При резко выраженной ваготонии отмечается увеличение автономности саморегулирующих механизмов сердца и ослабление влияния центральных управляющих воздействий. В итоге развивается раскоординация в системе "синусовый узел - вегетативная нервная система", возникает синдром слабости синусового узла, проявляющийся резко выраженной брадиаритмией с вариационным размахом свыше 0,48с, отсутствием сцепления соседних кардиоинтервалов и экстрасистолией.

6. Уровень долговременной адаптации сердечно-сосудистой системы наилучшим образом может быть оценен в восстановительном периоде после выполнения физических нагрузок по нарастанию числовых значений средней продолжительности сердечного цикла, моды, вариационного размаха и уменьшению амплитуды моды, вегетативного показателя ритма и пульсовой стоимости восстановления в секунду, отражающих уровень функционирования системы кровообращения, скорость и интенсивность включения тормозных парасимпатических влияний.

7. В положении стоя, по сравнению с положением лежа, определяется не три, а два типа регуляции: нормотонический и симпатикотонический. При этом, у всех обследованных достоверно снижаются значения средней продолжительности сердечного цикла, моды, вариационного размаха и повышаются амплитуды моды и вегетативного показателя ритма, свидетельствуя об усилении влияния на сердечный ритм симпатикотонического отдела вегетативной нервной системы. Поэтому при оценке функционального состояния сердечно-сосудистой системы необходимо учитывать положение тела испытуемого во время регистрации сердечного ритма.

8. Мишечная активность сопровождается симпатикотонией с соответствующим напряжением центральной регуляции. Степень выраженности нагрузочной симпатикотонии определяется интенсивностью физической работы, возрастом, спортивным мастерством и исходным состоянием вегетативной нервной системы. Наиболее точно уровень нагрузочной симпатикотонии характеризуется модой, пульсовой стоимостью работы в секунду, приростом частоты сердечных сокращений и темпом ее изменения в нагрузке.

9. Регуляторная деятельность с возрастом и ростом спортивного мастерства изменяется однонаправленно и характеризуется постепенным усилением автономной системы управления сердечным ритмом и ослаблением центральных регуляторных механизмов. Соответственно расширяется диапазон приспособительных реакций и, как следствие, повышается функциональный резерв системы кровообращения в целом. Наиболее оптимальное функционирование аппарата кровообращения и его регуляторных

механизмов наблюдается у спортсменов с нормотоническим и умеренно ваготоническим типами регуляции в возрасте 17-20 лет.

10. Анализ сердечного ритма методами вариационной пульсометрии и корреляционной ритмографии может применяться в целях прогнозирования спортивного результата посредством регистрации 100 интервалов R-R ЭКГ за 3-5 дней до соревнований. У наиболее подготовленных спортсменов в этот период определяется нормотонический и умеренно выраженный ваготонический тип регуляции с вариационным размахом 0,18-0,48с в положении лежа, смена этого типа регуляции в умеренно симпатикотонический при переходе в положение стоя и быстрое восстановление статистических характеристик сердечного ритма после выполнении дозированных и тренировочных нагрузок.

ПУБЛИКАЦИИ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

1. Пасичниченко В.А. О характеристике вегетативных влияний на сердечно-сосудистую систему юных пловцов. - В кн.: Актуальные проблемы управления системой подготовки спортивных резервов: Тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. конф. М., 1977, ч.2, с.283-284.

2. Пасичниченко В.А. Статистический анализ сердечного ритма в разработке модельных характеристик пловцов. - В кн.: Основы и методы спортивной ориентации и отбора в отдельных видах спорта: Тез. докл. Всесоюз. симпозиум. М., 1978, ч.1, с.57.

3. Пасичниченко В.А. Вариационная пульсометрия в оценке функционального состояния пловцов. - В кн.: Вопросы теории и практики физической культуры и спорта. Минск, 1978, вып.8, с.71-77.

4. Пасичниченко В.А. Комплексная оценка состояния системы кровообращения у пловцов. - В кн.: Система комплексной оценки подготовленности спортсменов высшей квалификации: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. М., 1979, с.77.

5. Пасичниченко В.А. Срочный контроль за сердечным ритмом на занятиях по физическому воспитанию. - В кн.: Роль и место технических средств обучения и контроля в учебно-тренировочной работе в условиях вуза. Оптимизация учебного процесса по физическому воспитанию студентов. Ташкент, 1979, с.38-39.

6. Пасичниченко В.А., Иванченко Е.И. Вариационная пульсометрия в оценке адекватности тренировочных нагрузок у юных пловцов. - В кн.: Оптимизация системы тренировочных и соревновательных нагрузок в подготовке юных спортсменов: Тез. докл. IV Всесоюз. науч.-практ. конф. М., 1979, с.123-124.

7. Пасичниченко В.А., Шестакова Т.Н., Борисов Г.К. Динамика

функционального состояния студентов в процессе обучения плаванию. - Теория и практика физической культуры, 1979, № 3, с.40-41.

8. Мурзинков В.Н., Медведь А.В., Пасичниченко В.А., Лисафин С.А. Простые методы оценки функционального состояния борцов. - В кн.: Актуальные проблемы повышения эффективности подготовки спортсменов высокой квалификации в единоборствах: Тез.докл.респ. конф. Минск, 1979, с.37-40.

9. Пасичниченко В.А., Иванченко Е.И. О ценности статистического анализа сердечного ритма в прогнозировании выступления пловцов на соревнованиях. - В кн.: Оптимизация тренировочного процесса, прогнозирование спортивных результатов и внедрение комплекса ГТО: Тез.докл.респ.науч.-метод.конф. Кишинев, 1979, с.129-131.

10. Пасичниченко В.А. Физическое воспитание по курсу плавания для подготовки студентов к сдаче нормативов комплекса ГТО. - В кн.: Оптимизация тренировочного процесса, прогнозирование спортивных результатов и внедрение комплекса ГТО: Тез.докл.респ.науч.-метод. конф. Кишинев, 1979, с.161-163.

11. Осипчик Н.И., Пасичниченко В.А. Оценка реакции на физическую нагрузку по динамике частоты сердечных сокращений и артериального давления. - В кн.: Научные проблемы охраны здоровья студентов: Тез.докл.второй Всесоюз.науч.конф. М., 1979, с.153-154.

12. Коваленко А.А., Мурзинков В.Н., Пасичниченко В.А., Шибко М.П. Радиоэлектрокардиография в оценке текущего состояния студентов-пловцов. - В кн.: Проблемы совершенствования системы физического воспитания и спортивной подготовки студенческой молодежи: Тез.докл.восьмой респ.науч.-метод.конф. Минск, 1980, с.36-38.

13. Пасичниченко В.А. Динамика физического развития и физической подготовленности студентов в связи с обучением плаванию. - В кн.: Проблемы совершенствования системы физического воспитания и спортивной подготовки студенческой молодежи: Тез.докл.восьмой респ.науч.-метод.конф. Минск, 1980, с.80-82.

14. Пасичниченко В.А., Шестакова Т.Н., Маерович И.С. Использование математического анализа сердечного ритма у пловцов и ватерполистов с целью определения готовности к соревнованиям. - В кн.: Вопросы теории и практики физической культуры и спорта. Минск, 1980, вып.10, с.100-106.

15. Пасичниченко В.А., Шестакова Т.Н. Корреляционная ритмография в оценке функционального состояния пловцов. - Теория и практика физической культуры, 1980, № 5, с.9-11.

16. Пасичниченко В.А., Иванченко Е.И. Прогнозирование спортивного результата у пловцов путем длительного наблюдения за сердечным

ритмом. - В сб.: Плавание /Сост.З.И.Фирсов. М., 1980, вып.2, с.30-34.

17. Пасичниченко В.А., Шестакова Т.Н. Изучение механизмов экстракардиальной регуляции системы кровообращения с целью прогнозирования работоспособности пловцов. - В кн.: Оценка и прогнозирование функциональных состояний в физиологии: Матер. I Всесоюз. симпоз. "Проблемы оценки и прогнозирования функциональных состояний организма в прикладной физиологии". Фрунзе, 1980, с.314-318.

18. Пасичниченко В.А., Шестакова Т.Н. О возможности прогнозирования спортивного результата у пловцов по состоянию механизмов регуляции системы кровоснабжения. - Теория и практика физической культуры, 1980, № 10, с.25-27.

19. Медведь А.В., Мурзинков В.Н., Пасичниченко В.А. О применении математических методов анализа сердечного ритма для оценки текущего состояния борцов и их готовности к соревнованиям. - В кн.: Тез. докл. восьмой науч.-метод. конф. респ. Прибалт. и Белорус. по пробл. спорт. тренировки. Таллин, 1980, ч.2, с.36-37.

20. Пасичниченко В.А. Об использовании радиоэлектрокардиографии для оценки тренированности пловцов. - В кн.: Тез. докл. восьмой науч.-метод. конф. респ. Прибалт. и Белорус. по пробл. спорт. тренировки. Таллин, 1980, ч.2, с.72-73.

21. Пасичниченко В.А., Шестакова Т.Н. Состояние интракардиальных механизмов регуляции у пловцов. - В кн.: Вопросы теории и практики физической культуры и спорта. Минск, 1981, вып. II, с.105-109.