

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»  
Институт физической культуры и спорта  
Кафедра теории и методики физической культуры,  
гимнастики и жизнедеятельности

## **ВРАЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ**

Практикум



Ижевск

2025

УДК 61:796(075)  
ББК 75.09я73  
В812

*Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом УдГУ*

**Рецензент:** д-р мед. наук, профессор каф. нормальной физиологии ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России **С. Б. Егоркина.**

**Составители:** Шлык Н. И., Шумихина И. И.

В812      Врачебно-педагогический контроль : практикум / сост.: Н. И. Шлык, И. И. Шумихина; под общ. ред. Н. И. Шлык. – Ижевск : Удмуртский университет, 2025. – 8,2 Мб. – Текст : электронный.

Практикум предназначен для бакалавров, обучающихся по направлению 49.03.01 «Физическая культура» и самостоятельной работы магистрантов (направление 06.04.01 «Биология», магистерская программа «Физиология спорта»), изучающих курс «Спортивная медицина», преподавателей физической культуры, учителей, тренеров, студентов, школьников, занимающихся различными видами физкультурно-спортивной направленности.

**Минимальные системные требования:**

Celeron 1600 Mhz; 128 Мб RAM; Windows XP/7/8 и выше, 8x DVD-ROM  
разрешение экрана 1024×768 или выше; программа для просмотра pdf.

© Шлык Н. И., Шумихина И. И., сост., 2025  
© ФГБОУ ВО «Удмуртский  
государственный университет», 2025

**Врачебно-педагогический контроль**  
**Практикум**

---

Подписано к использованию 29.12.2025  
Объем электронного издания 8,2 Мб  
Издательский центр «Удмуртский университет»  
426034, г. Ижевск, ул. Ломоносова, д. 4Б, каб. 021  
Тел. : +7(3412)916-364 E-mail: editorial@udsu.ru

---

## Предисловие

Совместная работа тренера и врача по планированию и коррекции учебно-тренировочного процесса, умение тренера и учителя физической культуры использовать данные врачебного контроля в своей каждодневной работе – важнейшие условия правильной организации и эффективности занятий.

Данный практикум разработан в соответствии с ФГОС ВО, включающим совокупность требований, обязательных при реализации образовательных программ для бакалавров, обучающихся по направлению 49.03.01 «Физическая культура» и самостоятельной работы магистрантов (направление 06.04.01 «Биология», магистерская программа «Физиология спорта»), изучающих курс «Спортивная медицина».

В настоящий практикум включены современные методы и методики изучения функционального состояния организма людей, занимающихся физкультурой и спортом. Дополнены сведения по оценке опорно-двигательного аппарата, функциональных возможностей сердечно-сосудистой и нервно-мышечной систем. Приводятся новые данные по изучению вегетативной нервной системы по результатам анализа вариабельности сердечного ритма у спортсменов в тренировочном процессе. Включена новая классификация оценки типологических особенностей вегетативной регуляции, а также материалы в виде рисунков, графиков, таблиц по результатам динамических исследований процессов восстановления и перетренированности спортсменов с разными типами вегетативной регуляции в разные периоды тренировочного процесса, полученные на основании многолетних научных изысканий лаборатории функциональных методов исследования Института физической культуры и спорта Удмуртского государственного университета.

Приводятся множественные примеры анализа ВСР у спортсменов при разном уровне восстановления и перетренированности у спортсменов различных видов спорта.

Содержание материала изложено в соответствии с основными требованиями учебной программы дисциплины «Спортивная медицина» для высших учебных заведений.

Издание также может быть рекомендовано учащимся общеобразовательных и высших учебных заведений, будущим педагогам, тренерам и широкому кругу лиц, интересующихся медико-биологическими основами физической культуры.

## Введение

Эффективность педагогического процесса в физическом воспитании и спорте во многом зависит от умения преподавателя и тренера подбирать физические нагрузки для каждого занимающегося соответственно состоянию его здоровья, функциональным и адаптационным возможностям организма. Для этого он должен владеть современными эффективными экспресс-методами оценки состояния функциональных систем и организма в целом.

Практические занятия по врачебно-педагогическому контролю расширяют знания студентов, полученные на лекциях. Данное пособие состоит из семи тем и двенадцати работ. Каждая работа включает задачи, содержание, методические указания и заключение. Начиная с первой работы, студенты делятся на пары и на протяжении всего курса выполняют исследования друг на друге. Деление проводится для того, чтобы студент на основе полученных данных при изучении различных систем организма у одного и того же исследуемого мог дать комплексную оценку функционального состояния, адаптационных и резервных возможностей организма.

В данный курс практических занятий включены не только классические методы исследования организма, которые студенты могут использовать в своей практической работе, но и современные методы и методики исследования организма, а также результаты исследований по тематике научной школы кафедры.

На практических занятиях студенты знакомятся и осваивают основные методы исследования для оценки физического развития, функционального состояния, адаптивных возможностей ведущих систем организма, общей физической работоспособности и энергетических процессов. Учатся визуально диагностировать функциональное состояние опорно-двигательного аппарата выявлять дефекты осанки и проводить антропометрические измерения.

При изучении темы «Соматоскопия» и «Антропометрия» включен новый раздел по экспресс-анализу синдрома дисплазии соединительной ткани. Значительно дополнены разделы по функциональным методам исследования системы кровообращения и вегетативной нервной системы, в частности включена методика исследования и анализа вариабельности сердечного ритма у спортсменов. При исследовании сердечно-сосудистой студенты учатся не только определять ЧСС пальпаторно, но и использовать новый современный метод оценки стоимости частоты сердечных сокращений с помощью анализа вариабельности сердечного ритма с использованием аппарата «Варикард 2.6». Уметь дифференцировать патологический феномен брадикардии и нормы. Выявлять разную степень восстановления и начальные признаки переутомления и перетренированности. Проводить ортостатическую пробу и выявлять при этом разный уровень вегетативной реактивности.

Студенты учатся измерять и оценивать артериальное давление по методу Короткова, выполнять функциональные пробы, используемые для оценки текущего функционального состояния организма спортсмена, определять тип реакции организма на пробы по данным степени напряжения регуляторных систем.

При изучении функции внешнего дыхания студенты знакомятся с некоторыми новыми методами исследования и аппаратурой.

На заключительном занятии студенты учатся анализировать и обобщать данные различных методов исследования, применяемых на практических занятиях и представить эти данные в виде научного доклада, что является одной из форм зачета по практическим занятиям курса «Спортивная медицина».

## Т е м а I. Анамнез

Анамнез, или опрос – один из важнейших методов медицинского исследования человека. Грамотно собранный анамнез позволяет сделать предварительное заключение о состоянии здоровья занимающегося физкультурой и спортом, функциональном состоянии организма и наметить план дальнейшего исследования. Знание методики сбора анамнеза и умение использовать полученные при этом данные, необходимы не только врачу, но и каждому тренеру и преподавателю физического воспитания для спортивного отбора, спортивной ориентации, планирования учебно-тренировочного процесса, выбора и применения различных восстановительных средств. Важное значение имеет сбор анамнеза у родителей при допуске детей к занятиям спортом, так как в первую очередь выявляет генетическую предрасположенность организма к той или иной патологии. Тренер должен иметь представление о медицинском анамнезе (прил. 1, Положение о медицинском обследовании для допуска к занятиям спортом детей и подростков).

### *Задачи занятия*

1. Освоить методику сбора анамнеза. 2. Собрать анамнез по предлагаемой схеме у спортсменов. 3. На основании анализа данных анамнеза сделать соответствующие выводы и дать необходимые рекомендации. 4. Собрать анамнез у родителей для допуска детей к занятиям спортом (задание для самостоятельной работы студентов).

### *Содержание занятия и методические указания*

Студенты делятся на пары, получают карты-задания, знакомятся с их содержанием, собирают друг у друга анамнез, обстоятельно записывая ответы. По завершении сбора анамнеза делают заключение и разрабатывают практические рекомендации.

Анамнез в спортивной медицине разделяется на следующие части:

**I. Общие или паспортные, данные. II. Анамнез жизни. III. Спортивный анамнез.**

При опросе студент должен понимать значение сведений об опрашиваемом, чтобы сделать правильные выводы и написать заключение.

**I. Общие, или паспортные данные:** 1. Фамилия, имя, отчество. 2. Возраст. 3. Образование и профессия. 4. Семейное положение.

Эта часть анамнеза позволяет познакомиться с обследуемым, составить о нем первое общее представление. Возраст человека условно определяет функциональное состояние и развитие организма при выборе физических упражнений, педагогических приемов и др.

*Сведения об образовании и профессии* дают представление об общем интеллектуальном уровне и о возможном воздействии профессии на организм спортсмена. Особенности профессиональной деятельности должны учитываться преподавателем и тренером при выборе вида спорта и при планировании учебно-тренировочного процесса.

*Семейное положение спортсмена* – также важная его характеристика. Женитьба, замужество, отцовство, материнство – всё это добавляет спортсмену дополнительные обязанности по содержанию семьи, уходу за детьми, изменяет в целом привычный ритм жизни.

**II. Анамнез жизни** включает в себя: 1) перенесенные заболевания, 2) спортивные травмы; 3) наследственность; 4) условия жизни; 5) вредные привычки.

Прежде чем перейти к анамнезу жизни, необходимо выяснить два вопроса: самочувствие, жалобы. Самочувствие может быть определено как хорошее, удовлетворительное или плохое. Не нужно путать самочувствие с настроением, определяющим психическое состояние человека.

При перечислении жалоб, нужно записать, с чем они связаны, обращался ли спортсмен ранее к врачу в связи с их проявлением, лечился или нет.

*1. Перенесенные заболевания.* Прежде всего, важно установить, часто болел человек или нет, так как это характеризует общую сопротивляемость организма. Заболевания следует перечислять начиная с перенесенных в раннем детстве.

Заболевания, связанные с занятиями физическими упражнениями и спортом, такие как: перетренированность, хроническое физическое перенапряжение органов и систем организма, острые и хронические заболевания опорно-двигательного аппарата (артрозы, артриты, миозиты, миофасциты и др.) и периферической нервной системы (невриты, радикулиты и др.).

Важно также отметить, когда и чем болел спортсмен в последнее время и имеются ли остаточные симптомы. Выяснить самочувствие и жалобы в настоящий момент. Эти сведения нужно обязательно отметить в заключении и учитывать при составлении нагрузки в тренировочном процессе.

*2. Спортивные травмы.* Необходимо кратко указать локализацию спортивных травм, тяжесть их течения, длительность потери спортивной трудоспособности, проводимое лечение, последствия и характер тренировки после перенесенной травмы. Необходимо отметить наличие каких-либо последствий после травмы (ограничение подвижности в суставе, атрофия и уменьшение силы мышц, нарушение или изменение техники выполнения упражнения и др.).

*3. Наследственность.* Выяснить, не было ли в семье спортсмена заболеваний, которые передаются по наследству или в возникновении которых наследственная предрасположенность играет большую роль.

Для этого нужно расспросить обследуемого о здоровье родителей и других близких родственников (см. вариант анкеты для сбора анамнеза у родителей на стр. 11).

4. *Условия жизни* спортсмена должны быть всегда известны врачу, преподавателю и тренеру. К ним относятся: материально-бытовое положение спортсмена, гигиенические условия жизни, работы, учебы, а также социальные условия.

Важное значение уделяется вопросу о питании (калорийность, перечень потребляемых продуктов, регулярность питания).

При опросе очень важно выяснить, не совмещает ли спортсмен учебу с работой. А если работает, то где, в какое время (дневное или ночное), успевает ли отдохнуть после работы, какие гигиенические условия работы. Важно выяснить, тренируется спортсмен в дни работы или нет, какие выполняет тренировочные нагрузки и т. п.

5. *Вредные привычки.* К ним относятся курение, употребление алкогольных напитков и наркотических средств. Это несовместимо с занятиями физическими упражнениями и спортом.

**III. Спортивный анамнез** должен дать полное представление об отношении обследуемого к занятиям спортом, его физической подготовленности, уровне развития спортивного мастерства. В спортивном анамнезе должны быть выяснены следующие вопросы:

1. *Занятия физической культурой в школе* – был ли обследуемый допущен к занятиям в основной группе. Занимался ли (кроме уроков физического воспитания) в спортивных секциях, с какого класса; участвовал ли в соревнованиях, какого масштаба, каких достиг успехов.

2. *С какого возраста начал систематически заниматься спортом*, и какими видами? (прил. 2. Положение о возрастном допуске к занятиям спортом).

3. *Какими видами спорта занимается в настоящее время?* Здесь следует выяснить и записать все виды спорта, какими занимается обследуемый, но подчеркнуть основной. Следует указать, были ли перерывы в занятиях основным видом спорта, и по каким причинам (болезнь, травма, служба в армии и др.).

4. *Спортивная квалификация* помогает выяснить уровень физической подготовленности и специальной тренированности. Указывается какой разряд, по каким видам спорта и в каком году получил обследуемый.

5. *Указать динамику роста спортивных разрядов и спортивных достижений.* Например, в 2003 г. – III разряд, в 2004 г. – II разряд, в 2005 г. – I разряд, 1-е место в беге на 100 м на первенстве республики среди юношей, в 2007 г. – кандидат в мастера спорта и т. д.

6. *Указать характер тренировок в настоящее время* (выработка тех или иных физических качеств, работа над техникой, тактические задачи и т. п.),

количество тренировок в день, в неделю, объем и их интенсивность, участие в соревнованиях в последнее время и показанные результаты, количество дней отдыха, применяемые восстановительные средства (педагогические, медикаментозные, биологические добавки, физиотерапия, допинги). Установить, тренируется спортсмен самостоятельно или под руководством тренера.

7. *Оценка тренировки спортсменом.* Необходимо выяснить, как оценивает тренировку сам спортсмен. Адекватна ли она его возможностям по объему и интенсивности, велика или мала. Как он оценивает развитие своих физических качеств, техническую, тактическую и морально-волевую подготовку. Как выполняет поставленные задачи на данном этапе. Ответы позволят исследователю одновременно оценить, насколько серьезно спортсмен относится к тренировке и как оценивает ее содержание.

8. *Общая характеристика режима дней тренировки и отдыха.* Выясняется, придерживается спортсмен определенного режима дня или нет, сколько часов он трудится, учится, тренируется, отдыхает. Проводит ли обследуемый утреннюю гимнастику, и какой она интенсивности и длительности, пользуется ли какими-либо закаливающими процедурами.

9. *Недочеты в тренировочном процессе.* Необходимо выяснить, какие недочеты были в тренировочном процессе. Выявлялись ли у спортсменов состояния переутомления, перетренированности, острое или хроническое физическое перенапряжение (описать признаки, продолжительность, влияние на самочувствие, физическую работоспособность и спортивный результат).

### **Вариант анкеты для родителей при допуске детей к занятиям спортом (по Г.М. Макаровой, 1992)**

1. Были или есть у кого-нибудь из членов Вашей семьи (включая родственников матери и отца ребенка) врожденные пороки сердца (да/нет)?

2. Были ли в Вашей семье случаи внезапной смерти в возрасте до 50 лет (да/нет)?

3. Были ли у кого-нибудь из членов Вашей семьи случаи внезапного приступообразного учащения сердечного ритма (ЧСС от 160 до 250 уд/мин) (да/нет)?

4. Были ли в Вашей семье случаи инфаркта миокарда или инсульта в возрасте до 50 лет (да/нет)?

5. Были ли у матери ребенка во время беременности отеки, изменения в моче, повышенное артериальное давление (да/нет)?

6. Доношенной ли была беременность (доношенной/недоношенной)?

7. Было ли в детстве у Вашего ребенка желание есть мел, землю, нюхать лаки, краски, бензин (да/нет)?

8. Часто ли Ваш ребенок болел (или болеет) простудными заболеваниями (да/нет)?

9. Диагностировалась ли у матери или у отца ребенка язвенная болезнь 12-перстной кишки (да/нет)?

10. Есть ли у вашего ребенка или были раньше:

а) очаги хронической инфекции в носоглотке (хронический насморк, воспаление миндалин, среднего уха, придаточных пазух носа, аденоиды (да/нет)?

б) невроз (да/нет)?

в) лямблиоз (да/нет)?

г) аскаридоз (да/нет)?

11. Часто ли использовали при лечении вашего ребенка антибиотики (да/нет)?

12. Была ли у вашего ребенка болезнь Боткина (да/нет)?

13. Есть ли у вашего ребенка аллергия (да/нет)?

14. Были ли у вашего ребенка черепно-мозговые травмы (да/нет)?

- При утвердительном ответе на 1 и 2 вопросы допуск ребенка к занятиям спортом возможен только после ультразвукового исследования сердца (эхокардиография), позволяющего исключить врожденные пороки сердца и различные формы гипертрофической кардиомиопатии, которые составляют основные факторы риска острой сердечной недостаточности при значительных физических усилиях.

- При утвердительном ответе на 3 вопрос перед допуском к занятиям спортом необходимо электрокардиографическое (ЭКГ) обследование с целью исключения различных вариантов преждевременного возбуждения желудочков, опасных в плане трудно купируемых приступов наджелудочковой тахикардии.

- При утвердительном ответе на 4 вопрос ребенок представляет группу риска по атеросклерозу и гипертонической болезни в молодом возрасте, т. е. нуждается в систематическом контроле за АД, уровнем холестерина в крови и изменениями на ЭКГ, так как наследственная отягощенность по ишемической болезни сердца может явиться одним из дополнительных факторов, способствующих развитию дистрофии миокарда вследствие хронического физического перенапряжения.

- При положительном ответе на 5 вопрос ребенок представляет группу риска по патологии системы мочевого выделения, т. е. нуждается в систематическом контроле за послерабочими изменениями функции почек.

- При недоношенной беременности (и утвердительными ответами на 7 и 8 вопросы) ребенок представляет группу риска по железодефицитной анемии, т. е. нуждается в систематическом контроле за концентрацией гемоглобина в крови, периодической проверке кислотности желудочного содержимого, по-

вышенной настороженности к возможным очагам хронической инфекции, особом режиме питания.

- При утвердительном ответе на 9, 10 и 11 вопросы, ребенок представляет группу риска по заболеваниям системы пищеварения (гастриты, дуодениты, язвенная болезнь желудка и 12-перстной кишки, энтериты, колиты). Наследственная предрасположенность к язвенной болезни желудка и 12-перстной кишки у лиц мужского пола выявляется в 40,6% случаев.

- При утвердительном ответе на 12 вопрос ребенок представляет группу риска по патологии печени, желчного пузыря и желчевыводящих путей, у половины юных атлетов с болевым печеночным синдромом имеются указания на перенесенный в прошлом вирусный гепатит – болезнь Боткина.

- При положительном ответе на 13 вопрос ребенок представляет группу риска по физическим аллергиям, в частности бронхиальной астме физического усилия. В связи с этим перед допуском к занятиям ему должна быть проведена специальная нагрузочная проба с регистрацией ЖЕЛ.

- При положительном ответе на 14 вопрос ребенок представляет группу риска по возникновению посттравматической энцефалопатии и гипертензии в молодом возрасте в связи с наличием остаточных патобиомеханических изменений в шейном отделе позвоночника. В связи с этим перед допуском к занятиям спортом ему должны быть проведены функциональная рентгенография шейного отдела позвоночника, электроэнцефалография, эхоэнцефалография, реоэнцефалография, а также консультация мануального терапевта (прил. 4. Критерии допуска к занятиям спортом у детей и подростков с некоторыми функциональными изменениями).

### *Заключение*

В заключении необходимо обобщить данные из анамнеза жизни и спортивного анамнеза. Заключение должно быть написано так, чтобы можно было ясно представить обследованного спортсмена, где он работает, учится, какие у него условия жизни, какое здоровье, часто ли он болеет, есть ли у него вредные привычки, какая спортивная квалификация, быстро ли он прогрессирует, как тренируется, придерживается ли определенного режима дня и т. д. Важнейшая часть заключения - рекомендации по питанию, режиму, тренировке, исходя из сведений, полученных при сборе анамнеза. Заключение дается с позиций преподавателя-тренера, а не врача.

Образец заключения по анамнезу. П.С., студент III курса, 20 лет, мастер спорта по спортивной ходьбе, холост. Жалуется на усталость, снижение аппетита; в детстве перенес корь, ангину, скарлатину; болеет ангиной 1 раза в год.

В прошлом году был отстранен от тренировок на 2 месяца в связи с перенапряжением сердца. Неделю тому назад перенес легкий катар верхних дыхательных путей, тренировки не прекращал. Материально-бытовые условия удовлетворительные: живет в комнате на 4 человека, низкий месячный бюджет. Не курит, не пьет, не пользуется БАД. Спортивной ходьбой занимается с 17 лет, в 18 лет выполнил I разряд, в 20 лет стал мастером спорта.

Тренируется 5 раз в неделю по 2,5 часа. Ежедневный объем нагрузки 10–15 км довольно высокой интенсивности. Нагрузку в настоящее время переносит плохо, особого желания тренироваться нет, чувствует, что несколько «перегрузился». Старается не пропускать занятия в университете, регулярно готовится к занятиям, спит 6–7 часов в сутки. Режим питания не соблюдается.

Рекомендуется обратиться за консультацией к ЛОР врачу и кардиологу по поводу чувства усталости, хронического тонзиллита, урегулирования питания и режима тренировок. Впредь не тренироваться в болезненном состоянии. Не прекращая утренней зарядки, провести 1–2 разгрузочных микроцикла и повторно обратиться к врачу для уточнения сроков возобновления тренировочных занятий. Довести время ночного сна до 8–9 часов. Завести дневник самоконтроля.

## **Т е м а II. Исследование физического развития, особенностей телосложения и состояния опорно-двигательного аппарата**

Под физическим развитием человека понимается комплекс морфологических, функциональных свойств и качеств организма на различных этапах онтогенеза и определяющих запас его физических сил, выносливость и дееспособность.

Физическое развитие человека изменяется постоянно в течение всей его жизни, но неравномерно. Наибольшие количественные его сдвиги наблюдаются в детском, подростковом и юношеском возрастах. Изменение физического развития зависит от многих причин.

Состояние здоровья и уровень физического развития человека – основные факторы, определяющие возможность и характер занятий физическими упражнениями и особенности спортивной тренировки. Телосложение и состояние опорно-двигательного аппарата – важные критерии при спортивной ориентации и последующем отборе кандидатов в сборные команды и отдельные виды спорта.

За последние годы появилось большое количество новых высокотравмоопасных видов спорта, что способствует прогрессирующему увеличению профессиональной патологии в спорте. Кроме того, в спорт набираются дети со скрытой патологией и малыми аномалиями развития, которые на фоне интенсивной мышечной деятельности нередко приводят к очень серьезным последствиям, вплоть до внезапной смерти.

У детей и подростков нередко выявляются нарушения осанки и сколиозы, являющиеся не только косметическим дефектом, и ухудшающие деятельность внутренних органов, но и оказываются противопоказанием для занятий спортом. Некоторые виды спорта могут способствовать возникновению и усугублению нарушений осанки. Преподаватели и тренеры должны своевременно уметь выявлять нарушения осанки и применять соответствующие методы их коррекции.

Повторные исследования физического развития у занимающихся необходимы для определения влияния физических упражнений, и особенно нагрузочных спортивных тренировок на организм.

Основными методами изучения физического развития являются соматоскопия и антропометрия.

### **Работа 1. Соматоскопия**

**Соматоскопия**, или внешний осмотр, позволяет изучить особенности осанки и телосложения и состояния опорно-двигательного аппарата ( прил. 5. Карта-задание № 1).

### ***Задачи занятия***

1. Освоить правила и методику исследования физического развития, особенностей телосложения и состояния опорно-двигательного аппарата с помощью соматоскопии. 2. Провести соматоскопическое исследование и выявить тип телосложения.

### ***Содержание занятия и методические указания***

Занятия целесообразно проводить таким образом, чтобы студенты по парам осуществляли исследования друг на друге одновременно, т. е. определенную часть тела осматривает один студент, затем тоже самое делает его партнер, после чего они записывают данные, каждый в свою карту-задание. Такой метод работы более экономичен по времени по сравнению с тем, когда обследование от начала до конца проводит один студент, а затем другой. При этом мужчины и женщины находятся в разных учебных комнатах.

Для проведения соматоскопии большое значение имеет правильное и равномерное освещение. Исследователь должен стоять между источником света и обследуемым, который находится в 2–3 шагах от производящего осмотр. Наряду с осмотром в необходимых случаях прибегают к пальпации.

***Особенности осанки.*** Осанка – это привычная поза человека, манера держаться стоя или сидя. Осанка оценивается во фронтальной, сагиттальной и горизонтальной плоскостях в положении стоя.

При исследовании осанки необходимо определить положение головы, плечевого и тазового пояса, выраженность физиологических кривизн позвоночника, форму грудной клетки, живота, ног. К современным методам оценки осанки относится метод компьютерной оптической топографии. Этот метод позволяет рано диагностировать деформацию позвоночника, плечевого пояса, лопаток и таза (рис. 1).

При правильной осанке голова и туловище находятся на одной вертикальной линии, плечи развернуты, слегка опущены на одном уровне, лопатки прижаты, физиологические кривизны позвоночника выражены нормально, грудь слегка выпукла, живот втянут, ноги выпрямлены в коленных и тазобедренных суставах.

***Положение головы.*** Для того чтобы правильно оценить положение головы, нужно осмотреть исследуемого спереди и сбоку. Голова может быть на одной вертикали с туловищем или наклонена вправо, влево, откинута назад или подана вперед. При резком наклоне головы вперед значительно нарушается осанка в грудном отделе позвоночника. Такое положение головы характерно при круглой, кругло-вогнутой спине и тотальном кифозе.

*Плечевой пояс* оценивается по состоянию уровня надплечий, углов лопаток, равномерности их расположения по отношению к позвоночнику, а также наличия «крыловидности» лопаток. При осмотре спереди определяется симметричность шейно-плечевых углов, длина и уровень плеч, развернутость плеч. Иногда неравномерное развитие мышц плечевого пояса на правой и левой половинах тела скрывает истинное положение плеч.

При осмотре сзади необходимо определить нет ли крыловидности лопаток, т. е. когда углы лопаток настолько отстают от грудной клетки, что под них можно подвести кончики пальцев или даже ладонь. Различают истинную и ложную крыловидность лопаток. Истинная крыловидность лопаток обычно наблюдается у людей со слабой мускулатурой спины, наоборот, ложная крыловидность лопаток создаётся за счёт сильного развития мускулатуры, например, у гимнастов. В этом случае под угол лопаток ладонь просунуть сложно.

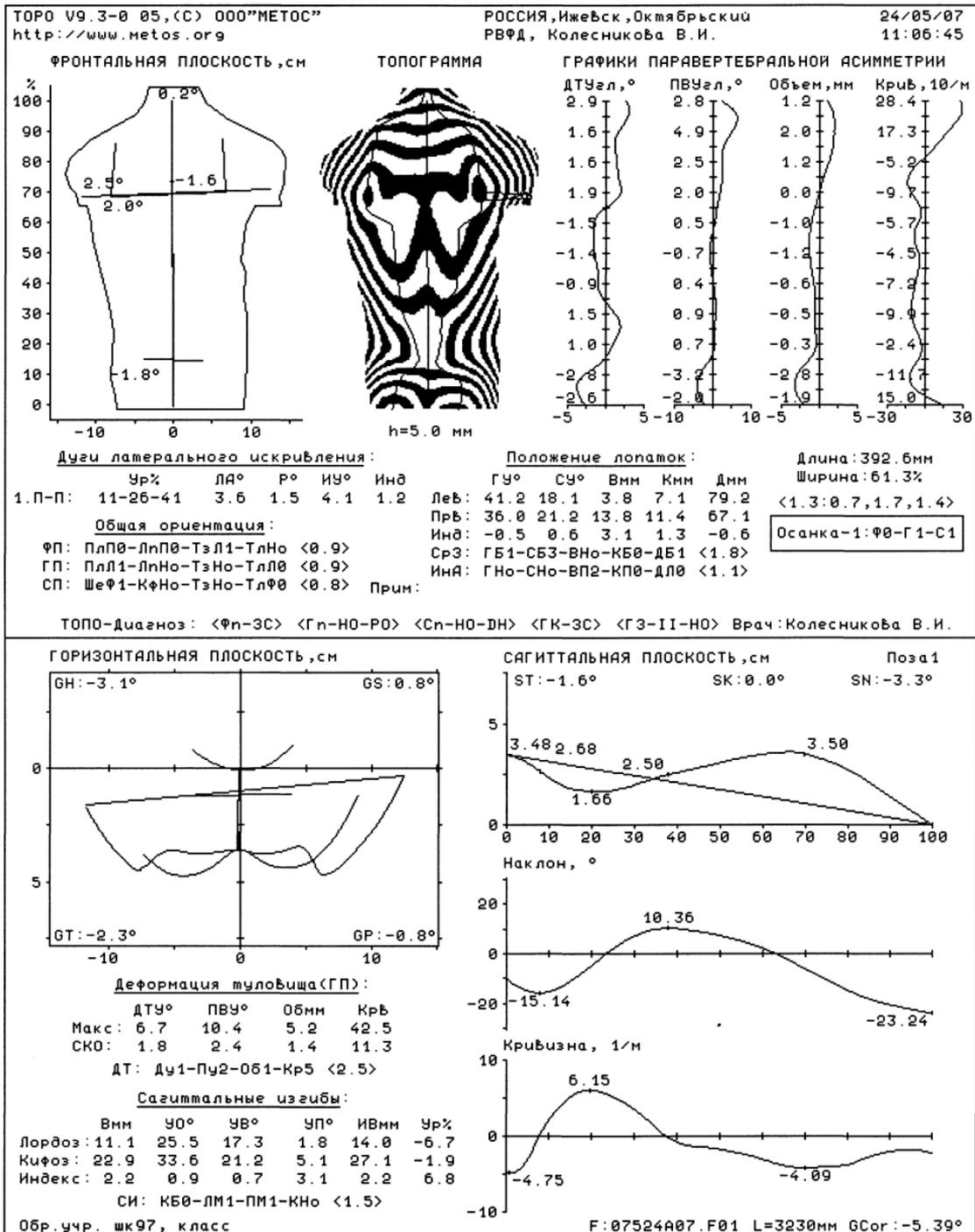
*При осмотре плечевого пояса в сагиттальной плоскости* отмечается развёрнуты плечи или поданы вперёд. Может быть больше подано вперёд правое или левое плечо. Чтобы это уточнить, нужно встать лицом к обследуемому на расстоянии вытянутых рук и положить большие пальцы под его ключицы в области ключично-акромиальных сочленений. По положению больших пальцев можно определить одинаково расположены плечи или одно из них выдвинуто вперёд больше. Такое отклонение нередко можно встретить у метателей, боксёров, волейболистов, лыжников или при ротации позвоночника в грудном отделе.

*Позвоночник.* Осанка зависит от состояния позвоночника в сагиттальной, фронтальной и горизонтальной плоскостях. В норме позвоночник имеет четыре изгиба: два выпуклостью вперёд – шейный и поясничный лордозы и два выпуклостью назад – грудной и крестцово-копчиковый кифозы. С последней кривизной ребёнок рождается.

При нормально выраженных физиологических изгибах позвоночника в сагиттальной плоскости линия спины имеет правильную волнистую форму. Наиболее выступающие точки грудного и крестцово-копчикового кифозов обычно располагаются на одной вертикали. Глубина шейного и поясничного лордозов не должна превышать 4–6 см. При определении формы спины можно прибегнуть к пальпации, проводя пальцами по остистым отросткам.

**СКРИНИНГ-ДИАГНОСТИКА НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ И ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА**  
**\*\*\*ГУЗ МЗ УР "РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ВРАЧЕВНО-ФИЗКУЛЬТУРНЫЙ ДИСПАНСЕР"\*\*\***  
 Россия, г.Ижевск, ул.Свободы, 187, тел.: 51-45-90

Пациент: Б — в Н А, В: 8 лет, П: Мужской



**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ НА УСТАНОВКЕ ТОДИ**  
 ФРОНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ: Субнорма (слабовыраженные нарушения)  
 ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ: Ротированная осанка (умеренное скручивание)  
 САГИТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ: Другие нарушения  
 ГРУДНАЯ КЛЕТКА: Субнорма (слабовыраженные нарушения)  
 ГРУППА ЗДОРОВЬЯ: П-НО (нарушения осанки)

**РЕКОМЕНДАЦИИ:**

Ежедневные занятия лечебной физкультурой. Массаж мышц спины после консультации врача ЛФК. Контрольное обследование через \_\_\_ месяцев.

Врач: \_\_\_\_\_ Колесникова В.И.

Рис. 1. Заключение компьютерной оптической топографии

В ортопедическом кабинете для оценки кривизны позвоночника используют компьютерную оптическую топографию, которая позволяет определить вершину сколиотической дуги, сторону выпуклости, оценить степень деформации позвоночника во фронтальной, сагиттальной, горизонтальной плоскостях (рис. 2). Одно из самых главных преимуществ метода компьютерно-оптической диагностики – возможность осмотра не только позвоночника, но и всего опорно-двигательного аппарата.

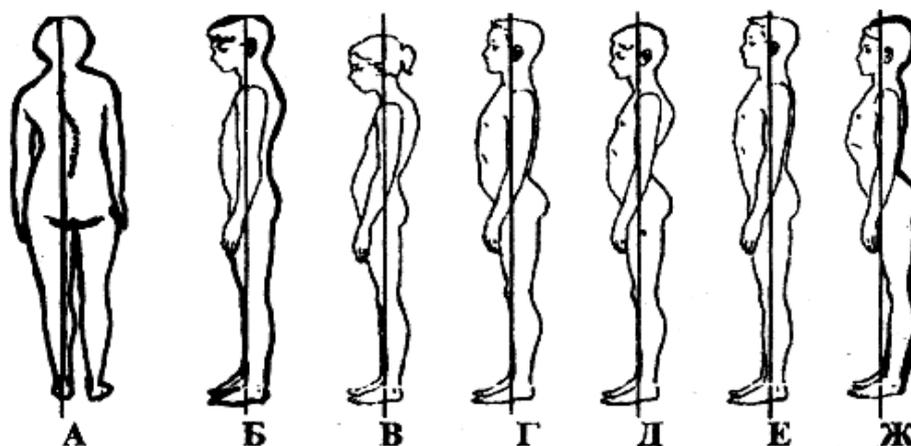


Рис. 2. Виды нарушений осанки во фронтальной (А) и в сагиттальной (Б,В,Г,Д,Е,Ж) плоскостях. А – сколиотическая осанка; Б – сутулая спина; В – круглая спина; Г – вогнутая спина; Д – кругло-вогнутая спина; Е – плоская спина; Ж – плоско-вогнутая спина

С помощью этого метода можно до и после тренировки, массажа и ЛФК определить положение осей нашего тела, силу работы околопозвоночных мышц, состояние мышечного тонуса на спине.

*Форма позвоночника при осмотре в сагиттальной плоскости* может быть нормальной при умеренно выраженных кривизнах позвоночника; кругло-вогнутой (седловидной), если грудной кифоз и поясничный лордоз резко выражены; круглой, если очень сильно выражен грудной кифоз; тотальный кифоз, захватывающий часть поясничного отдела позвоночника, и плоской, когда физиологические кривизны сглажены или совсем отсутствуют. Как чрезмерное увеличение, так и уменьшение величины грудного кифоза и поясничного лордоза (синдром выпрямленной спины) может быть проявлением дисплазии соединительной ткани.

Встречаются различные степени уплощения спины. Она может быть уплощённой, плоской или плосковогнутой, когда грудной кифоз отсутствует и выражен поясничный лордоз.

*Положение позвоночника во фронтальной плоскости* оценивается по линии остистых отростков и состоянию паравертебральных мышц, чтобы определить, нет ли боковых искривлений позвоночника, сколиотической осанки или сколиозов. Нужно встать сзади обследуемого и предложить ему наклонить голову и свести плечи вперед. Затем исследователь указательным и средним пальцами проводит сверху вниз вдоль остистых отростков от шеи до крестца. В результате этого давления на остистые отростки на фоне двух розовых полос получается белая полоса, которая даёт чёткое представление о возможных искривлениях. Различают нарушение осанки по сколиотическому типу. При этом типе нарушения осанки отклонение позвоночника от оси может составлять до 6 мм, если отклонение позвоночника от оси туловища больше 7 мм, то это уже признак сколиоза, а не сколиотической осанки. Сколиотическая осанка ставится детям разного возраста при наличии мышечного валика в грудном или поясничном отделе позвоночника, выявляемом при наклоне туловища вперед до горизонтального уровня. Чаще мышечный валик встречается в поясничном отделе позвоночника в результате перекоса таза и разной длины ног. В положении лежа мышечный валик уменьшается. Необходимо обращать внимание на асимметрию мышечного валика в грудном и поясничном отделах позвоночника.

При сколиотической осанке и сколиозе изменяется величина «треугольников талии», то есть расстояние между свободно свисающей рукой и уровнем талии. Определяют глубину и симметричность «треугольников талии». При сколиозе на выпуклой его стороне «треугольник талии» уменьшается, а на вогнутой – увеличивается. Диагноз сколиоз можно установить только при рентгенологическом исследовании. Подробно о дефектах осанки, сколиозах и методах их коррекции будет изложено при изучении курса «Лечебная физическая культура».

После исследования осанки и позвоночника нужно сделать подробную запись в тетради. *Например*: голова опущена, плечи поданы вперед, шейно-плечевые углы не симметричны, в сагиттальной плоскости физиологическая кривизна в грудном или поясничном отделе позвоночника увеличена, во фронтальной плоскости неравномерное расположение лопаток, небольшая или выраженная асимметрия «треугольников талии».

*Таз*, как и позвоночник, может деформироваться во фронтальной, сагиттальной и горизонтальной плоскостях. При деформации во фронтальной плоскости определяется «косой таз» при асимметрии передних верхних остей гребней подвздошных костей справа и слева. При деформации таза в горизонтальной плоскости происходит его скручивание. Оценка данной деформации идет по степени выступания вперед или назад передних верхних остей гребней подвздошных костей. При деформации таза в сагиттальной плоскости изменяется угол наклона таза – он может быть увеличен или уменьшен. Угол наклона таза зави-

сит от увеличения или уменьшения поясничной кривизны (лордоза). В норме угол наклона таза равен  $35^{\circ}$ – $55^{\circ}$ .

После изучения положения таза по отношению к позвоночнику сделать запись в тетради. *Например*: выявлена деформация таза во фронтальной или сагиттальной плоскости, таз перекошен и скручен вправо.



Рис.3. Формы грудной клетки и живота:  
а – плоская, б – цилиндрическая, в – коническая

*Грудная клетка.* В норме она может иметь цилиндрическую, коническую или плоскую форму. Для определения формы грудной клетки исследователь садится на стул и располагает большие пальцы вдоль рёберных дуг обследуемого таким образом, чтобы кончики пальцев соприкасались в области вершины межрёберного угла. Если при этом большие пальцы образуют угол, равный  $90^{\circ}$ , то грудная клетка имеет цилиндрическую форму, если же угол больше  $90^{\circ}$  – коническую, если меньше  $90^{\circ}$  – плоскую (рис. 3). Необходимо выявить наличие симметричности правой и левой половины грудной клетки по отношению к груди.

В результате различных заболеваний могут образоваться патологические формы грудной клетки. К ним относится рахитическая (асимметричная, куриная, воронкообразная), эмфизематозная (бочкообразная) и др. Выявить форму грудной клетки и записать.

*Форма живота.* Живот нормальной формы симметричен и слегка выступает. Однако, он может быть втянут или резко выступать вперёд, быть отвислым или асимметричным (рис. 3). Сделать запись в тетради. *Например*: живот слегка выступает.

*Форма рук.* Руки называются прямыми, если предплечья расположены на одной оси с плечом. При определении формы рук нужно, чтобы обследуемый вытянул их, не напрягая, вперёд (ладонями вверх), и соединил кистями (со стороны мизинца). Если руки прямые, то они не соприкасаются в области локтей, при Х-образной форме – соприкасаются.

*Форма ног.* Ноги могут быть прямыми, Х-образной и О-образной форм. Для определения формы ног нужно, чтобы обследуемый поставил пятки вместе и слегка развёл носки. Мышцы ног при этом не должны быть напряжены.

Важно знать, что Х- и О-образная форма ног есть одно из проявлений дисплазии соединительной ткани. После осмотра формы рук, ног сделайте запись в тетради.

*Форма стопы.* Опорная и рессорная функция стопы обеспечиваются её сводчатым строением - продольным и поперечным сводами (рис. 4).

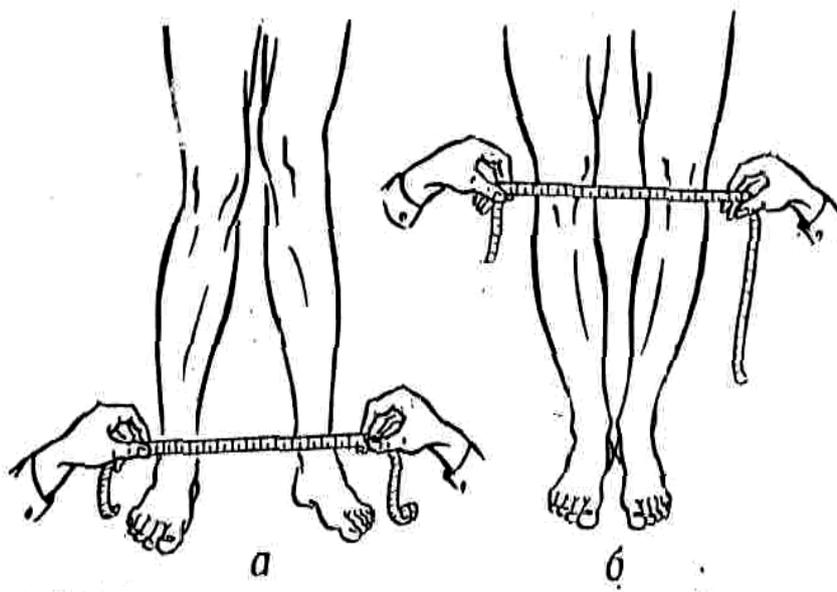


Рис. 4. Форма ног:  
а – Х-образная, б – О-образная

При исследовании стоп обследуемый становится босыми ногами на твёрдую площадь опоры (пол, скамью, табурет) и устанавливает стопы параллельно, на расстоянии 10–15 см. Определяется положение пяточной кости по отношению к голени. При нормальной стопе оси голени и пятки совпадают, при продольном плоскостопии – образуют угол, открытый кнаружи, так называемая вальгусная установка пятки. Изменение формы пяток (девиация пяточной кости внутрь или наружу) является одним из маркеров дисплазии соединительной ткани.

Нормальный продольный внутренний свод в таком положении хорошо просматривается в виде ниши от конца первой плюсневой кости до пятки. В эту нишу можно свободно ввести концы пальцев. В случае выраженного плоскостопия внутренний свод прижат к площади опоры.

Далее осматривается подошвенная поверхность стопы. Для этого обследуемому предлагают встать коленями на стул лицом к спинке. В таком положении хорошо видна опорная часть стопы, отличающаяся от не опорной более интенсивной окраской. В норме опорная часть стопы имеет более тёмную окраску и занимает  $1/3$ – $1/2$  поперечника стопы. Если опорная часть стопы увеличивает-

ся и занимает более 1/2 поперечника, то стопа считается уплощённой, более 2/3 поперечника – плоской.

Определение поперечного свода также осуществляется в двух приведённых положениях. Признак поперечного плоскостопия – широкая стопа («лапоть») с веерообразно развёрнутыми пальцами (пальцы ног как бы раздвинуты), а так же «сандалевидная щель». В положении стоя на коленях осматривается опорная часть стопы в области головок плюсневых костей. Намины и омозоленность в середине этого участка свидетельствуют о поперечном плоскостопии. Нередко при этом имеются и жалобы на боли в стопе после больших физических нагрузок.

После осмотра стопы сделайте запись в тетрадь, например: плоская стопа, девиация пяточной кости внутрь.

*Подвижность суставов.* Определяется подвижность в крупных суставах: тазобедренных, коленных, голеностопных, плечевых, локтевых и с этой целью необходимо максимально согнуть и разогнуть конечности. При ограничении подвижности амплитуда движения сустава измеряется угломером (гониометром), для чего планки угломера накладываются по осям сочленяющихся костей.

При этом необходимо визуально выявить: а) синдром гипермобильности суставов, особенно коленного и локтевого, так как переразгибание в коленных и локтевых суставах более чем на  $10^\circ$ , переразгибание кисти, признак большого пальца (при положении кисти под углом  $90^\circ$  к предплечью большой палец активно может быть приведен к предплечью), пассивное переразгибание мизинца более  $90^\circ$ , а также определение возможности коснуться пола ладонями при наклоне вперед с выпрямленными ногами в коленных суставах являются маркерами для экспресс-выявления синдрома дисплазии соединительной ткани; б) уменьшение амплитуды движения, связанное с индивидуальными анатомическими особенностями, повышенным тонусом мышц или последствиями травмы (заболевания) сустава; в) «разболтанность» сустава, сопровождающуюся частыми вывихами и подвывихами, также выявляется при соединительно-тканых дисплазиях.

Важно знать, что у лиц с гипермобильностью суставов наряду с предрасположенностью к возникновению различных мышечно-скелетных неблагоприятных изменений (вывихов, болей в суставах, повреждение связок, сухожилий, менисков, воспалений синовиальной оболочки, синдрома «шатающейся спины», остеохондроза позвоночника) чаще встречаются шумы в сердце, пролапс митрального клапана, варикозное расширение вен, нарушение менструального цикла, опущение внутренних органов, опущение матки, невынашивание беременности, патологии толстого кишечника, легких, мочевыводящих путей, желчного пузыря и т. д. (рис. 5).

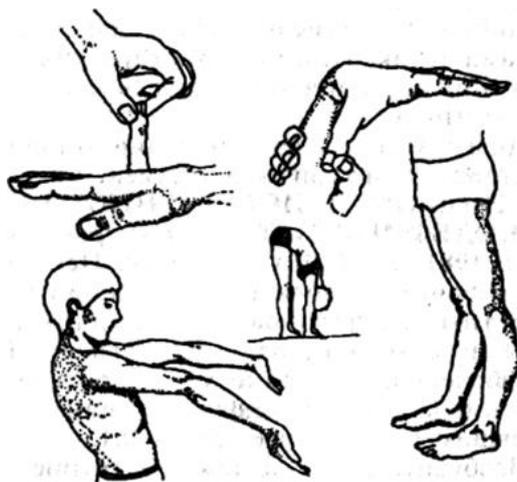


Рис. 5. Изменение объема движений при синдроме гипермобильности суставов

Поэтому лицам с гипермобильностью суставов перед допуском к занятиям спортом обязательно должны быть назначены ЭКГ и эхокардиография для исключения патологии сердца и, прежде всего, пролапса митрального клапана. С умеренно выраженным синдромом гипермобильности суставов чаще отбирают в акробатику, художественную и спортивную гимнастику, плавание.

Сделать заключение по изучению подвижности суставов, например: гипермобильность суставов.

**Снижение амплитуды движения** может быть обусловлено следующими причинами:

- \*неспособность мышцы к расслаблению (мышечная спастичность и ригидность);

- \*определенной патологией сустава (артроз, артрит и т. д.) или посттравматическими изменениями в нем;

- \*длительной обездвиженностью сустава, необходимой для лечения многих травм суставов, связок, мышц и сухожилий, что нередко вызывает адаптивное укорочение мышечно-сухожильной единицы, которое также влияет на амплитуду движения в суставе;

- \*постоянным хроническим травмированием гипермобильного или нестабильного сустава, компенсаторно вызывающим защитное укорочение мышечно-сухожильной единицы.

*Развитие мускулатуры.* При осмотре отмечают степень и равномерность развития мускулатуры, ее рельефность. Степень развития мускулатуры оценивается как хорошая, удовлетворительная и слабая. При небольшом объеме мышц, отсутствии рельефа (когда «рисунок» мышц не просматривается через покровные ткани) и пониженном тоне мышц (пониженное эластическое сопротивление мышц при сдавливании и ощупывании) развитие мышц оценива-

ется как слабое. Среднее развитие мышц определяется при средне выраженном объеме, удовлетворительном тоне мышц, при малом выраженном рельефе. Хорошее развитие мускулатуры – это хорошо выраженный рельеф, объем и тонус мышц.

Обязательно необходимо отметить, равномерно ли развита мускулатура, указать, какие группы мышц развиты хуже, какие лучше.

*Состояние наружных покровов.* Необходимо определить цвет видимых слизистых и кожи. Кроме того, оценивается характер поверхности кожи, ее эластичность и влажность (пальпаторно), наличие на ней различных изменений (высыпаний, омокостей, потертостей, опрелостей, рубцов и т. п.).

*Слизистая губ* может быть розовой, бледной, синюшной; конъюнктивы глаз – нормальная, бледная, гиперемированная.

*Окраска кожи* – нормальная, бледная, смуглая, желтушная. Определяются также местные выраженные изменения кожи (например, темная пигментация в области внутренних поверхностей бедер), поверхность кожи гладкая или шершавая, наличие шелушения, различные высыпания, рубцы.

Описать цвет кожных покровов и видимых слизистых не так сложно. Труднее интерпретировать видимые изменения в них. У здорового человека кожа светло-розовой окраски, которая у брюнетов темнее, а у блондинов несколько светлее. Некоторые внешние признаки отдельных заболеваний и патологических состояний представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Внешние признаки отдельных заболеваний  
и патологических состояний**

Бледность кожи, слизистых оболочек	Индивидуальная особенность, пониженное АД, повышенный тонус симпатической вегетативной нервной системы, анемия, заболевания почек, органических заболеваний сердца (аортальный порок), спазм сосудов и т. д.
Покраснение кожи, конъюнктивы	Повышенное АД, повышенная температура тела, у спортсмена – последствия использования анаболических стероидов, простудные заболевания, конъюнктивит
Желтоватая окраска кожи, склер глаз	Заболевания желчного пузыря и печени, различные формы желтухи
Коричневая окраска кожи вокруг рта, коричневаточерная окраска вокруг глаз	Заболевания кишечника, перенапряжение центральной нервной системы, бессонница
Синеватая окраска вокруг глаз	У детей – заражение глистами, у взрослых – анемия
Синюшная окраска стоп	Варикозное расширение вен, венозный стаз
Бледно-розовая окраска вокруг глаз	Заболевание мочевого пузыря, предстательной железы

Круги под глазами	Истощение организма
Сухие губы	Повышенная температура тела, дегидратация, повышенный тонус симпатической вегетативной нервной системы, патология желудка
Белый, коричневый налет на языке	Патология желудка, двенадцатиперстной кишки или кишечника
Весь язык обложен или покрыт трещинами, на кончике языка имеется красное пятно	Патология кишечника, сопровождающаяся запорами
Сухой язык, красная полоса в середине языка	Патология кишечника, сопровождающаяся вздутием и поносами

*Влажность кожи* (сухая, нормальная, повышенная) определяется тыльной поверхностью руки исследователя.

*Тургор кожи* – это упругость кожи при захватывании ее в складку. Она может быть нормальной при быстром исчезновении складки и пониженной при недостаточно быстром расхождении складки.

*Общая характеристика телосложения.*

При осмотре необходимо решить, к какому конституциональному типу телосложения (астеническому, гиперстеническому или нормостеническому) относится обследуемый. Нужно учитывать, что среди спортсменов редко встречаются крайние конституциональные типы телосложения (астеники и гиперстеники), чаще бывают так называемые промежуточные типы: нормостеники с элементами астенического или гиперстенического телосложения.

*Принципы оценки типа конституции.*

Из различных способов определения типа конституции тела в настоящее время наиболее часто применяется три:

- 1) по данным антропометрии (внешнего осмотра);
- 2) по соотношению тотальных размеров тела (ТРТ);
- 3) по соотношению развития различных компонентов тела.

*Астенический тип* (узко–длинный) характеризуется преобладанием длинных размеров над широтными: конечности длинные и тонкие, грудная клетка длинная и узкая, уплощенная, эпигастральный угол острый, голова узкая или яйцеобразная, лицо вытянутое, шея тонкая и длинная, мышцы развиты слабо, длинные, тонкие; упитанность пониженная, кожа бледная сухая; нередко наблюдаются нарушения осанки (сутуловатость, круглая спина).

*Гиперстенический тип* (коротко–широкий) характеризуется преобладанием широтных размеров; конечности короткие, толстые, тело длинное, плотное, шея короткая, плечи широкие; грудная клетка широкая, эпигастральный угол тупой; живот хорошо выражен; таз широкий, подкожная жировая клетчат-

ка сильно развита, но вследствие хорошей упитанности малорельефна; мышцы короткие и толстые, костяк широкий, позвоночник часто имеет усиленный поясничный лордоз.

*Нормостенический тип* представляет собой вариант пропорционального атлетического телосложения. У нормостеников длинотные и широтные размеры пропорциональны; плечи достаточно широкие, таз узкий; грудная клетка хорошо развита, эпигастральный угол около 90°, мускулатура хорошо развита и рельефна, упитанность умеренная.

Антропоскопическое определение типа конституции по схеме В.Т. Штефко и А.Д. Островского (1929) в модификации С.С. Дарской (1975) [11].

Выделяют 4 основных типа конституции:

- астеноидный;
- торакальный (грудной);
- мышечный;
- дигестивный (брюшной).

Кроме «чистых» типов, встречаются «переходные», т. е. с особенностями двух смежных типов, и неопределенный тип (с признаками многих типов).

*Астеноидный тип* характеризуется узкими формами тела, кисти, стопы. Эпигастральный угол – острый. Спина сутулая, лопатки выступают. Кости тонкие. Слабое развитие жирового (ЖК) и мышечного (МК) компонентов. При малых абсолютных величинах мышечной силы и производительности кардио-респираторной системы относительные (на 1 кг массы тела) показатели довольно высокие, реакция на физические нагрузки экономичная.

*Грудной (торакальный) тип*: форма тела узкая (но в меньшей степени, чем у астеников), ширина плеч – средняя, эпигастральный угол и живот – прямые, грудная клетка – цилиндрическая. Компоненты тела: ЖК, МК и костный компонент (КК) развиты слабо и умеренно. Относительные показатели двигательных качеств максимального потребления кислорода (МПК) высокие.

*Мышечный тип* характеризуется хорошим развитием МК и КК при умеренном содержании ЖК: телосложение пропорциональное, плечи широкие, таз узкий, грудная клетка цилиндрическая, эпигастральный угол и живот – прямые, масса тела выше средних величин. Высокий уровень физической работоспособности, большие значения и абсолютных, и относительных показателей двигательных качеств.

*Брюшной (дигестивный) тип*: телосложение коренастое, масса тела выше средних величин, обильное жиротложение, развитие КК и МК умеренное; плечи и таз широкие, живот выпуклый, все формы тела округлые. Абсолютные величины двигательных качеств могут быть высокими, а относительные – низки-

ми. Пониженный уровень физической работоспособности, неэкономичная реакция на физические нагрузки.

Пример записи по характеристике телосложения: «Нормостеник с элементами астенического телосложения: длинные конечности, слабое развитие подкожной клетчатки».

Целесообразность определения соматотипа обусловлена тем, что это способствует нормированию физических тренировочных нагрузок и может быть полезным при отборе, спортивной ориентации и прогнозировании будущих спортивных достижений спортсменов. Как правило, лучше адаптированы к физической нагрузке и имеют лучшую и стабильную перспективу спортсмены нормостенического типа с нормальным биологическим созреванием. У спортсменов с гиперстеническим типом часто встречаются различные неблагоприятные варианты адаптации к физической нагрузке, нерациональный характер адаптации, замедленное восстановление, низкий уровень аэробной производительности, напряжение и перенапряжение механизмов регуляции, обусловленные дисгармоничным развитием. В этом отношении, зачастую, спортсмены с нормостеническим и астеническим типом оказываются в более выгодном положении. Однако это не означает, что среди спортсменов гиперстенического типа отсутствуют гармонично развитые. Поэтому оценка должна быть индивидуальной.

### **Экспресс-анализ синдрома дисплазии соединительной ткани (СДСТ)**

Дисплазия соединительной ткани это – аномалия тканевой структуры, в основе возникновения которой лежит генетически обусловленное нарушение соотношения между содержанием коллагенов различного типа (на сегодняшний день их насчитывают более 14).

Для экспресс-анализа выявления синдрома дисплазии соединительной ткани рекомендуют использовать следующие маркеры:

- Высокий рост (длина тела более 95 центилей по перцентильной шкале).
- Относительное удлинение конечностей (частное от деления размаха рук на длину тела больше 1,03).
- Масса тела менее 10 центилей по перцентильной шкале.
- Индекс Варге меньше нормы. Индекс Варге рассчитывается по формуле:  $ИВ = (\text{масса тела, г} / \text{рост}^2, \text{ см}) - (\text{возраст, годы} / 100)$ . В норме индекс Варге равен или больше 1,5; у здоровых лиц в возрасте от 7 до 17 лет он существенно выше 1,5, а у здоровых в возрасте 21–55 превышает 2,0; при полном симптомокомплексе синдрома Марфана индекс Варге не достигает 1,3.
- Переразгибание в коленных суставах более чем на 10°.
- Переразгибание в локтевых суставах более чем на 10°.

- Переразгибание пальцев кисти (при пассивном тыльном сгибании кисти пальцы располагаются параллельно предплечью).

- Признак большого пальца (при положении кисти под углом  $90^\circ$  к предплечью большой палец активно может быть приведен к предплечью).

- Признак запястья (при обхвате запястья первым и пятым пальцами последние заходят друг за друга).

- Пальцы кисти параллельны предплечью при разгибании запястья и метакарпального сустава.

- Второй палец кисти длиннее четвертого.

- Арахнодактилия (длинные, паукообразные пальцы).

- Деформация грудной клетки (воронкообразная или килевидная грудь, а также комбинированные дефекты при отклонении от передней поверхности грудной клетки более чем на 1 см).

- Изменения положения позвоночника во фронтальной плоскости в различных его отделах.

- Сглаженность (выпрямление грудного кифоза).

- Грудной гиперкифоз.

- Поперечное плоскостопие (маркерами поперечного плоскостопия являются: а) деформация и «распластывание» переднего отдела стопы, б) отведение большого пальца внутрь, в) увеличение угла расхождения между пальцами).

- Продольное плоскостопие.

- Х- и О-образная форма ног.

- Изменение формы пяток (девиация пяточной кости внутрь или наружу).

- Сандалевидная щель.

- Атрофические полосы на коже в области поясницы, плеча, бедра или груди (если они не могут быть объяснены значительным изменением массы тела или другими физическими факторами).

Наличие шести и более маркеров дисплазии соединительной ткани или индекса Варге менее 1,3 (для детей и подростков моложе 17 лет) является показателем для консультации кардиолога, проведения эхокардиографии и включения данного атлета в группу повышенного «риска» по возможности развития сердечно-сосудистой патологии и травмирования опорно-двигательного аппарата.

Принято выделять дифференцированные (достаточно четко очерченные) и недифференцированные проявления дисплазии соединительной ткани. К первым относятся синдромы Марфана, гипермобильности суставов и несовершенный остеогенез. Среди недифференцированных: синдром соединительнотканной дисплазии сердца – пролапс клапанов, аневризмы межпредсердной перегородки и синусов Вальсальвы, аномально расположенные хорды, а также другие про-

явления соединительнотканых дисплазий. В ортопедии – нетравматические привычные вывихи и дисплазия тазобедренных суставов, в хирургии – грыжи различной локализации, в клинике внутренних болезней – опущение почек, в гинекологии – опущении стенок влагалища, в неврологии – аневризмы сосудов головного мозга и т. д.

Записать в тетрадь результаты экспресс-анализа синдрома дисплазии соединительной ткани.

### ***Заключение***

Дать оценку соматоскопического исследования и экспресс-анализа синдрома дисплазии соединительной ткани (СДСТ) у исследуемых студентов.

## **Работа 2. Антропометрия**

**Антропометрия** – измерение человеческого тела. При отборе в спортивные секции, а так же при построении тренировочного процесса тренеру важно знать и уметь определять оптимальные сроки прогнозирования будущего строения тела и его размеров у каждого занимающегося.

### ***Задачи занятия***

1. Провести антропометрические исследования у спортсмена и записать результаты в карте-задании.

2. Освоить методику оценки показателей физического развития по методу стандартов и индексов. Провести оценку результатов антропометрических измерений и вычертить антропометрический профиль исследуемого.

3. На основании полученных данных сделать заключение о физическом развитии исследуемого, особенностях его телосложения и состоянии опорно-двигательного аппарата.

4. Дать рекомендации по устранению выявленных дефектов осанки и улучшению физического развития различными формами и средствами физической культуры.

***Аппаратура и материальное обеспечение занятий:*** сантиметровые ленты, ростомер, весы, динамометр, спирометр, калипер.

### ***Содержание занятия и методические указания***

Антропометрические измерения проводятся утром (натощак), в одни и те же часы стандартными проверенными инструментами по общепринятой методике.

При обследовании друг друга на занятиях студенты должны определить следующие антропометрические показатели: рост стоя и сидя, вес, длину рук и ног, экскурсию грудной клетки, окружность шеи, груди, талии, плеч, бедер, голеней, жировую складку на спине и на животе, силу мышц кисти и жизненную емкость легких (прил. 5, табл. 4).

*Рост стоя и рост сидя* измеряют ростомером или антропометром. При измерении роста стоя обследуемый становится босыми ногами на площадку ростомера по стойке «смирно», пятки, ягодицы, спина (межлопаточная область) и голова прикасаются к вертикальной стойке; подбородок слегка опущен, чтобы наружный угол глаза и козелки уха были на одной горизонтали. При измерении роста сидя обследуемый прикасается к вертикальной стойке в крестцово-копчиковой и межлопаточной областях, голова касается вертикальной стойки (рис. 6).

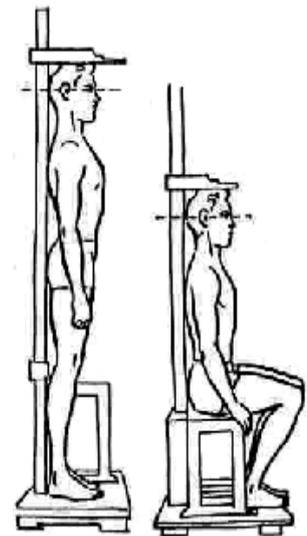


Рис. 6. Измерение роста стоя и сидя

Горизонтальную планку опускают и слегка прижимают к темени. Измерения проводить с точностью до 5 мм.

*Оптимальные сроки прогнозирования будущего строения тела и его размеров* – средний возраст – 8–12 лет.

Предсказание веса в данном возрасте более затруднительно, еще менее надежен прогноз для показателей окружности груди.

В пубертатном периоде у девочек с 11 до 14 лет, у мальчиков с 13 до 15 лет взаимосвязи между выявленными и будущими значениями антропометрических показателей снижаются.

Стопа в любом возрасте оказывается ближе к взрослому размеру, чем голень, а голень – ближе, чем бедро. В связи с этим, длина стопы в сочетании с другими размерными признаками является более надежным показателем для прогноза роста, чем сам рост.

Прогноз роста у мальчиков более удачен по росту отца, а у девочек – по росту матери.

*Для мальчиков:*  $(\text{рост отца} + \text{рост матери} \times 1,08)/2$ .

*Для девочек:*  $(\text{рост отца} \times 0,923 + \text{рост матери})/2$ .

Чтобы делать прогноз окончательной длины тела ребенка, то нужно учитывать длину тела обоих родителей:

*для мальчиков:*  $\text{ОДТМ (см)} = 0,54 \times (\text{РО} + \text{РМ}) - 4,5$ ;

*для девочек:*  $\text{ОДТМ (см)} = 0,51 \times (\text{РО} + \text{РМ}) - 7,5$ .

где ОДТМ – окончательная длина; РО – рост отца, РМ – рост матери.

*Массу тела* (кг) определяют с точностью до десятых долей, без одежды, до завтрака и после туалета.

*Длина ног* измеряется сантиметровой лентой или лучше антропометром от большого вертела бедра до плоскости опоры. В некоторых случаях длину ног можно определить с помощью вычитания из длины роста стоя рост сидя.

При этом точность измерения должна быть до 5 мм. Удлинение одной ноги более 8 мм ведет к деформации опорно-двигательного аппарата.

*Длина рук* измеряется сантиметровой лентой или антропометром от верхнего края акромиального отростка лопатки до конца среднего пальца опущенных с выпрямленными пальцами рук. Точность измерения должна быть до 5 мм. Часто встречается относительное удлинение верхних конечностей (частное от деления размаха рук на длину тела больше 1,03), что характерно для дисплазии соединительной ткани. Необходимо обратить внимание на наличие арахнодактилии (длинные, паукообразные пальцы), что так же является проявлением соединительнотканной дисплазии.

*Окружность шеи* измеряется сантиметровой лентой у нижней части шеи под кадыком.

*Окружность грудной клетки* – важный показатель функционального состояния внешнего дыхания, который определяется при вдохе, выдохе и во время паузы. При этом сантиметровую ленту накладывают сзади под нижним углом лопаток, а спереди у мужчин и детей по нижнему краю околососковых кружков, а у женщин – над грудными железами по месту прикреплений четвертого ребра к груди (на уровне среднегрудной точки). Рекомендуется вначале измерить окружность грудной клетки на небольшом вдохе, затем на глубоком выдохе и в паузе. При измерении обследуемый не должен при вдохе приподнимать плечи, а при выдохе сводить их и наклоняться вперед.

Высчитывают разницу между показаниями на вдохе и выдохе в сантиметрах, что характеризует экскурсию грудной клетки.

*Окружность плеча* определяется в напряженном и расслабленном состоянии. Сначала окружность плеча измеряется в напряженном состоянии, для чего обследуемый с напряжением сгибает руку в локте. Сантиметровую ленту накладывают в месте наибольшего утолщения бицепса. Затем руку выпрямляют и свободно опускают вниз, при этом ленту не снимают и не сдвигают. Вычисляют разницу между величинами измерений (рис. 7).

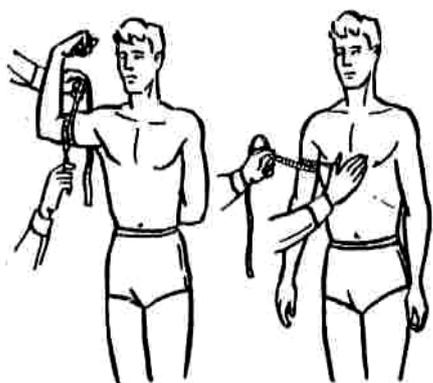


Рис. 7. Измерение окружности плеча

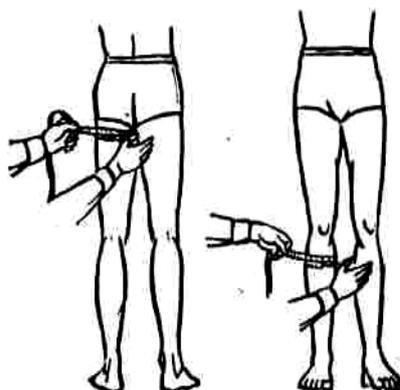


Рис. 8. Измерение окружности бедра и голени

При измерении *окружности талии* сантиметровую ленту накладывают горизонтально на талии – на 3–4 см выше гребней подвздошных костей и несколько выше пупка. Во время измерений обследуемый не должен втягивать или выпячивать живот.

*Окружности бедра и голени* измеряются в стойке, ноги врозь на ширину плеч. Вес тела равномерно распределен на обе ноги. Ленту накладывают горизонтально под ягодичной складкой и вокруг наибольшего объема голени (рис. 8).

Для измерения толщины кожно-жировых складок используют калипер.

Исследователь захватывает двумя пальцами левой руки участок кожи и оттягивает складку высотой не более 1 см. на образовавшуюся складку накладывают ножку калипера, фиксируя толщину складки (в мм).

1. Складка измеряется по передней подмышечной линии, под краем большой грудной мышцы. Складка берется косо сверху вниз и снаружи кнутри.

2. На плече спереди – складка берется вертикально над серединой брюшка двуглавой мышцы плеча.

3. На плече сзади – складка берется вертикально в верхней трети плеча над трехглавой мышцей, ближе к ее внутреннему краю.

4. На животе – складка берется вертикально на уровне пупка справа от него, на расстоянии 5 см.

5. На бедре – область середины бедра – на середине расстояния между нижней частью ягодичной складки и складкой, располагающейся непосредственно сзади от наколенника. Складка должна располагаться параллельно оси нижней конечности.

6. На голени – складка измеряется в том же положении, что и на бедре. Она берется вертикально на заднебоковой поверхности правой голени на уровне нижнего угла подколенной ямки.

7. Под лопаткой – складка берется косо (сверху вниз, изнутри кнаружи) под нижним углом лопатки, справа.

8. Над подвздошной костью – складка берется вертикально над гребнем подвздошной кости, справа.

*Сила мышц кисти* измеряется ручным динамометром, отведенной в сторону прямой рукой, с максимальным усилием. При этом сжатие динамометра должно производиться без рывка и каких-либо дополнительных движений. Измерение повторяют дважды и записывают лучший результат.

*Измерение жизненной ёмкости легких (ЖЕЛ)*. Объем воздуха, полученный при максимальном выдохе, сделанном после максимального вдоха, называется жизненной емкостью легких. Измеряется ЖЕЛ с помощью спирометра. Для измерения ЖЕЛ надо медленно сделать максимальный вдох, зажать нос (носовым зажимом или пальцами) и плавно равномерно выдохнуть в трубку спирометра. Измерение ЖЕЛ повторяют три раза. Измеренная таким образом величина ЖЕЛ называется фактической и выражается в единицах объема – миллилитрах.

## Методы оценки физического развития и особенностей телосложения

Для оценки физического развития и особенностей телосложения используются данные, полученные при соматоскопии и антропометрии. При этом полученные показатели нужно сравнивать с должными или средними их величинами. В настоящее время для оценки уровня физического развития наиболее часто используются:

1. Метод стандартов и антропометрических профилей;
2. Метод индексов или показателей;
3. Метод корреляции;
4. Метод перцентилей.

### *1. Метод стандартов, или средних антропометрических данных.*

Антропометрические стандарты – это средние величины признаков физического развития, полученные путем статистической обработки большого количества измерений лиц одного пола, возраста, профессии, проживающих в одной местности (прил. 5, табл. 5, 6).

Для каждого признака в таблице указана средняя арифметическая величина ( $M$ ) и среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ).

При оценке антропометрических данных этим методом сравниваются полученные данные со средними величинами. Рост стоя и величина жировой складки оцениваются по общим средним данным (прил. 5, табл. 5, 6).

Остальные показатели оцениваются по средним данным этих признаков с учетом роста обследуемого, т. е. по ростовым стандартам.

При оценке всех показателей физического развития по стандартам (кроме роста стоя), прежде всего, определяют ростовую группу, к которой относится обследуемый. Затем по таблице находят среднюю величину оцениваемого признака в данной ростовой группе и вычитают её из фактической величины признака обследуемого. Например, оценивается вес обследуемого, равный 75 кг при росте 173 см. По таблице находим, что обследуемый относится к ростовой группе 171–175 см (прил. 5, табл. 5). В этой ростовой группе средний вес 69,6 кг. Из фактического веса 75 кг вычитаем 69,6 кг и получаем 5,4 кг – отклонение фактического веса от среднего, т. е. в данном случае вес на 5,4 кг больше чем средний.

Для оценки величин полученного отклонения необходимо его значение (в данном примере 5,4 кг) разделить на величину сигмы для веса в ростовой группе 171–175. В таблице находим, что данная сигма равна 4,9 кг. Отсюда  $5,4/4,9=1,1\sigma$ . Так как фактическая величина веса больше средней величины, указанной в таблице, то в карте-задании следует записать  $+1,1\sigma$ .

Производится расчет величины отклонения (N) каждого измеренного антропометрического показателя от стандартного по формуле:

$$N=(M-X)/\sigma,$$

где N – отклонение измеренного показателя от стандартного, выраженного в  $\sigma$ ; X – величина измеренного показателя; M – стандартная величина данного показателя;  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение.

Вычислять отклонение в сигмах нужно с точностью до десятых долей. Если полученная величина совпадает со средней величиной, в этой графе ставится буква M. Если же разница между значением исследуемого признака и его средней величиной по стандартам меньше  $0,1 \sigma$ , необходимо в графе «Отклонение» в карте-задании записать M (приблизительно M соответствует средней величине).

Отклонения в сигмах используются для оценки величин признака таким образом.

Признак типичен (норма), если он отличается от средней величины не более чем на  $0,5 \sigma$  ( $M \pm \sigma$ ).

Признак выше типичного (или ниже типичного при отрицательном значении отклонения), если разница превышает  $0,5\sigma$ , но не больше  $1\sigma$ .

Признак высокий (или низкий при отрицательном значении отклонения), если разница превышает  $1\sigma$ , но не больше  $2\sigma$ .

Признак очень высокий (или, соответственно, очень низкий), если разница между признаками и средней величиной больше  $2\sigma$ .

Признаки могут быть очень высокими или очень низкими, если разница между ними и средней величиной больше  $\pm 2\sigma$  (от  $M \pm 2\sigma$ ). Таким образом, вес в приведенном примере является высоким.

*Антропометрический профиль* – это графическое изображение результатов оценки показателей физического развития по стандартам. Преимущество такого представления оценки антропометрических данных в его наглядности. На рисунке 9 хорошо видно, какие признаки физического развития находятся в пределах средних данных, какие выше и какие ниже.

Для получения антропометрического профиля сначала необходимо оценить отклонения всех признаков от средних в сигмах, а затем перенести выявленные отклонения на сетку антропометрического профиля в виде точек в соответствующих графах (для роста, веса и т. д.). После этого нужно соединить точки прямыми линиями. Полученная при этом кривая и есть антропометрический профиль.



Средний показатель – 370–400 г/см у мужчин, 325–375 г/см – у женщин. Если у спортсменов и спортсменок индекс больше этих цифр, необходимо выяснить, за счет чего это происходит: значительного увеличения подкожной жировой клетчатки или хорошо развитой мускулатуры (табл. 2).

Таблица 2

### Оценка индекса Кетле (по В.И. Дубровскому)

Кол-во граммов на сантиметр роста	Показатель упитанности
Больше 540	Ожирение
451–540	Чрезмерный вес
416–450	Излишний вес
401-415	Хорошая
400	Наилучшая для мужчин
390	Наилучшая для женщин
360–389	Средняя
320–359	Плохая
300–319	Очень плохая
200–299	Истощение

Некоторые авторы предложили возрастные оценки массо-ростового индекса Кетле (Хрущев С.В., Поляков С.Д., 1992) по формуле:

$$\text{Массо-ростовой индекс Кетле} = \frac{\text{Вес(кг)}}{\text{Рост(м}^2\text{)}}.$$

Нормальная величина Индекса Кетле у взрослых составляет 20–24 кг/ м<sup>2</sup>. Если значение индекса превышает 30, то это свидетельствует о вредном для организма избытке массы тела. У детей младшего, среднего и старшего школьного возраста величина ИК примерно равна соответственно 14–21, 16–23 и 18–24 кг/м<sup>2</sup>. Помимо относительных значений этого индекса, дается его оценка в баллах (см. прил. 5, табл. 7, 8).

Для оценки массы тела, ее соответствия должной величине можно использовать индекс Брока (ИБ) в таком виде:

$$\text{ИБ} = (\text{Вес(кг)} / (\text{Рост(см)} - 100)) \times 100$$

Оценка: величина ИБ от 90 до 110 свидетельствует о нормальном весе, менее 90 - низкий вес, более 110 – повышенный вес.

Должную масса тела мужчин и женщин с учетом типа телосложения можно рассчитать, умножив длину тела (см) на соответствующий типу телосложения и пол у обследуемого коэффициент:

– для женщин астеников, нормостеников и гиперстеников коэффициент соответственно равен 0,325; 0,340 и 0,355;

– для мужчин астеников, нормостеников и гиперстеников – 0,375; 0,390 и 0,410.

Для определения нормального веса некоторые специалисты пользуются показателями Бонгарда:

$$\text{НВ (кг)} = \text{Рост (см)} \times \text{Окружность грудной клетки (см)} / 240$$

#### НВ-нормальный вес

Известно, что избыточная масса тела является фактором риска многих заболеваний и оказывает негативное влияние на состояние здоровья в любом возрасте. Доказано, что стабильность массы тела является признаком сбалансированного прихода и расхода калорий и отсутствия фактора риска многих заболеваний. Однако надо помнить, что с возрастом у человека в случае малой двигательной активности происходит замещение мышечной ткани жировой. Это возможно даже при постоянной массе тела. Вместе с тем масса тела зависит не только от внешних факторов, но и от индивидуально-типологических, конституциональных особенностей организма (в частности, от массивности костяка, жирового компонента). В связи с этим мероприятия по ее оптимизации надо проводить с учетом всех обстоятельств.

Расчет идеального веса тела проводится по формуле Магони, используемой американскими страховыми компаниями:

$$\text{Вес идеальный (фунты)} = \text{Рост (дюймы)} \times 3,5 - 108,$$

где 1 фунт – 454 г, в 1 дюйме – 2,5 см.

*Жизненный индекс* характеризует функциональные возможности дыхательного аппарата. Определяется путем деления жизненной емкости легких (в мл) на вес тела (в кг), т. е. рассчитывается какой объем легких приходится на 1 кг веса тела:

$$\text{Жизненный индекс} = \frac{\text{ЖЕЛ(мл)}}{\text{вес(кг)}} .$$

Средняя величина показателя для мужчин – 65–70 мл/кг, для женщин – 55–60 мл/кг, для спортсменов – 75–80 мл/кг, для спортсменок – 65–70 мл/кг.

*Индекс Скеллии* по Мануврике характеризует длину ног:

$$\text{ИС} = (\text{Длина ног(см)} / \text{Рост сидя(см)}) \times 100$$

Величина до 84,9 см свидетельствует о коротких ногах, 85–89 см – о средних, 90 см и выше – о длинных.

*Силовой индекс* определяет развитие силы мышц рук относительно массы тела. Он получается от деления показателя силы кисти на вес и выражается в процентах:

Показатель развития силы мышц рук (силовой индекс):

$$\text{СИ} = (\text{Сила кисти (кг)} / \text{Масса тела (кг)}) \times 100.$$

Средними величинами силы кисти у мужчин считаются 70–75% веса (у спортсменов – 75–81%), у женщин 50–60% (у спортсменок 60–70%).

*Показатель крепости телосложения по Пинье* выражает разницу между ростом стоя и суммой массы тела с окружностью грудной клетки:

$$\text{Индекс Пинье} = P - (B + \text{ОГК})$$

где  $P$  – рост (см),  $B$  – масса тела (кг),  $\text{ОГК}$  – окружность груди в фазе выдоха (см). Чем меньше разность, тем лучше показатель (при отсутствии ожирения). При отсутствии ожирения менее высокий показатель свидетельствует о более крепком телосложении (если ИП  $>30$  – астеник; если  $30 > \text{ИП} >10$  – нормостеник; если ИП  $<10$  – гиперстеник, или в случае ИП менее 10 – крепкое телосложение, 10–20 – хорошее, 21–25 – среднее, 26–35 – слабое и более 36 – очень слабое телосложение).

*Показатель пропорциональности физического развития:*

$$\text{ПФР} = ((\text{Рост стоя} - \text{рост сидя}) / \text{рост сидя}) \times 100$$

Величина показателя позволяет судить об относительной длине ног: меньше 87% – малая длина по отношению к длине туловища, 87–92% – пропорциональное физическое развитие, более 92% – относительно большая длина ног.

Мышечный индекс (МИ) характеризует степень увеличения окружности плеча при максимальном напряжении мышц по сравнению с состоянием покоя:

$$\text{МИ} = \frac{\text{ОПН} - \text{ОПП}}{\text{ОПП}} \times 100\%$$

где ОПН – окружность плеча в напряжении, ОПП – окружность плеча в покое. Оценка: 3,1–4,9 – слабое развитие мышц; 5,0–8,0 – среднее развитие мышц; 8,1–12,0 – хорошо развитие мышц; 12,1–15,0 – очень хорошая мускулатура; 15,1 и более – отлично развитая мускулатура.

*3. Метод корреляции.* Антропометрические признаки физического развития, особенно такие, как длина, масса тела, окружность грудной клетки, взаимосвязаны. Эта взаимосвязь (корреляция) может быть выявлена при обработке антропометрических данных, полученных в результате обследования больших однородных групп. Степень зависимости между признаками выражается вели-

чиной коэффициента корреляции в пределах  $\pm 1$ . Коэффициент  $+1$  означает прямую зависимость между исследуемыми признаками (с увеличением одного признака увеличивается другой). Коэффициент  $-1$  означает обратную связь (при увеличении одного признака другой уменьшается).

Величина, на которую увеличивается (или уменьшается) второй признак, называется коэффициентом регрессии. Вычисление этих коэффициентов позволяет представить корреляцию между антропометрическими признаками в виде таблиц или графиков (номограмм), используемых для оценки показателей физического развития.

Метод корреляции дает возможность уточнить оценку антропометрических данных.

Для расчетов методом корреляции пользуются соответствующими таблицами и формулами:

$$D_x = R_{xy} \times (y - M_y) \times M_x,$$

где  $D_x$  – вес, который должен быть у обследуемого при его возрасте и росте;  $R_{xy}$  – коэффициент регрессии между ростом и весом, который находится в таблице с учетом возраста и оцениваемых показателей;  $y$  – истинный рост испытуемого;  $M_y$  – средний рост данной возрастной группы;  $M_x$  – средний вес для данной возрастной группы.

$$n\sigma = \frac{x - D_x}{\sigma},$$

где  $n\sigma$  – число, показывающее, насколько истинная величина показателя отличается от должной;  $x$  – истинный вес обследуемого;  $\sigma$  – среднее квадратичное отклонение для оцениваемого показателя в данной возрастной группе.

Оценка величин отклонений измеренных показателей от должных производится так же, как и по методу стандартов, но дает более точное представление об уровне развития исследуемого признака.

**4. Перцентильный метод.** Перцентили – показатели типа средних по положению в ряду. Если, например, проводится кросс с общим стартом, спортсмену можно начислять столько очков (баллов), сколько участников (в процентах) он обогнал. Опредил всех – 100% – получает 100 очков (баллов), выиграл у 72% – 72 очка (балла) и т. д. Тот же принцип можно использовать и в других тестах: число начисляемых баллов приравнять проценту лиц, которых опередил данный участник. Шкала, построенная таким образом, называется *перцентильной*, а интервал этой шкалы – перцентилем (percentile). Один перцентиль включает 1% всех испытуемых. 50%-ный перцентиль, как известно, называется медианой. Поскольку большая часть исследуемых показывает результаты близкие к средним, и сравнительно мало людей имеет очень высокие или очень низкие

результаты, перцентили соответствуют разным приростам результатов тестов: в середине шкалы – малым, на краях – большим.

Перцентильные шкалы относятся к сигмовидным шкалам. Сигмовидные шкалы – это, по существу, функции нормального распределения. Перцентильные шкалы очень наглядны и поэтому широко используются.

Они определяются по месту нахождения после того, как все данные будут расположены по восходящей градации величины изучаемого признака (пятидесятый перцентиль известен под названием медиана). Если данные сгруппированы в равномерно отстоящие друг от друга интервалы, то для получения значений соответствующих перцентилей используется следующая формула:

$$P_1 = Lp_1 + c/f \times e,$$

где  $Lp$  – число случаев, в котором находится соответствующий перцентиль;  $c$  – число случаев, которое требуется прибавить к кумулятивному ряду, чтобы получить порядковое число перцентильного случая;  $f$  – число случаев перцентильного интервала.

В практике обычно применяются только некоторые из перцентилей:  $P_3$ ,  $P_{10}$ ,  $P_{25}$ ,  $P_{50}$ ,  $P_{75}$ ,  $P_{90}$ ,  $P_{97}$ . Считается, что если индивидуально наблюдаемый признак находится в границах от  $P_{25}$  до  $P_{75}$ , то величина его соответствует норме (следовательно, в норму входят 50% всех случаев). Если он находится в границах от  $P_{10}$  до  $P_{25}$  и от  $P_{75}$  до  $P_{90}$ , то оценка его соответственно выше или ниже средней (следовательно, 15% всех случаев получают оценку ниже средней и 15% – выше средней). Если величина рассматриваемого признака находится в пределах границ от  $P_3$  до  $P_{10}$  и от  $P_{90}$  и до  $P_{97}$ , то оценка будет соответственно низкой или высокой (следовательно, низкую получают 7% всех случаев и высокую – тоже 7%).

*Оценка физического развития методом «центилей».* Метод вычисления «центилей» (делят данные на 100 частей). Для объективной оценки полученных показателей хорошим методом являются центильные таблицы и шкалы. Они представляют собой процентное распределение показателей среди спортсменов одного возраста и пола. Обычно используется шкала Стюарта, в которой предусмотрено выделение 3, 10, 25, 50, 75, 90, 97 «центилей». При этом исходят из того, что из 100 спортсменов лишь 50 имеют идеальные средние показатели, 3 спортсмена из 100 – крайне низкие значения (3-й «центиль»), 3 спортсмена из 100 – крайне высокие (97-й «центиль»).

Совершенно нормальным считаются варианты, лежащие в пределах 75 и 25 «центилей». Выше и ниже этих центильных пределов лежат пограничные зоны количественных характеристик. Спортсмены, находящиеся в этих границах, требуют внимания тренера в отношении прогнозирования спортивных резуль-

татов. Показатели, лежащие за пределами 97-го и 3-го «*центилей*», отражают уже явную детренированность.

Если масса тела спортсмена определенного роста попадает в среднюю зону (25–75 «*центили*» или 4–5 интервал), то масса тела адекватна его росту, и развитие является гармоничным. Зоны от 25 до 10 «*центилей*» и от 75 до 90 «*центилей*» указывают на тенденцию соответственно к снижению или повышению массы тела и роста.

Таблица 3

**Схема оценки физического развития детей и подростков  
по центильным таблицам (И.Н. Усов с соавт., 1990)**

Центили по массе тела	Центили				
	3–10	10–25	25–75	75–90	90–97
90–97	Низкое резко дисгармоничное ИМТ II ст.	Нижесреднее Дисгармоничное ИМТ II ст.	Среднее резко дисгармоничное ИМТ II ст.	Вышесреднее резко дисгармоничное ИМТ II ст.	Высокое резко дисгармоничное ИМТ II ст.
75–90	Низкое дисгармоничное ИМТ I ст.	Нижесреднее дисгармоничное ИМТ I ст.	Среднее дисгармоничное ИМТ I ст.	Вышесреднее дисгармоничное ИМТ I ст.	Высшее дисгармоничное ИМТ I ст.
25–75	Низкое гармоничное	Нижесреднее гармоничное	Среднее гармоничное	Вышесреднее гармоничное	Высокое гармоничное
10–25	Низкое гармоничное ДМТ I ст.	Нижесреднее гармоничное ДМТ I ст.	Среднее гармоничное ДМТ I ст.	Вышесреднее гармоничное ДМТ I ст.	Высокое гармоничное ДМТ I ст.
3–10	Низкое резко дисгармоничное ДМТ II ст.	Нижесреднее резко дисгармоничное ДМТ II ст.	Среднее резко дисгармоничное ДМТ II ст.	Вышесреднее резко дисгармоничное ДМТ II ст.	Высокое резко дисгармоничное ДМТ II ст.

*Примечание:* ИМТ – избыток массы тела; ДМТ – дефицит массы тела.

Зоны от 10 до 3 (2-й интервал) и от 90 до 97 «*центилей*» (7-й интервал) указывают на достоверное снижение или превышение (соответственно) массоростового показателя, требующего особенного внимания врача и тренера к состоянию здоровья и питания спортсмена. Еще более крайние отклонения (1-й и 8-й интервалы) указывают уже на наличие у спортсмена гипотрофии или гипертрофии (соответственно), требующей соответственного лечения.

## *Заключение*

Заключение пишется на основании анализа данных соматоскопического обследования и результатов оценки антропометрических данных с учетом специализации спортсмена и его квалификации.

При составлении заключения нужно придерживаться следующего плана:

1. Краткие сведения о спортсмене.
2. Тип телосложения, его особенности.
3. Осанка с обязательным указанием дефектов.
4. Состояние опорно-двигательного аппарата – мускулатура, форма конечностей, подвижность суставов и наличие дисплазии соединительной ткани.
5. Сравнительная оценка антропометрических данных по методу стандартов.
6. Общие выводы о физическом развитии.
7. Рекомендации.

### Т е м а III. Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы

Для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) используются функциональные пробы, которые обязательно должны быть стандартными и строго дозированными, без чего невозможно проводить сравнение исследуемых показателей в динамике.

Функциональная проба – это какая-либо нагрузка (или воздействие), которая дается обследуемому с целью определения функционального состояния, возможностей и способностей какого-либо органа, системы или организма в целом. В практике врачебного контроля за занимающимися физкультурой и спортом наиболее часто используются функциональные пробы с различными по характеру, интенсивности и объему физическими нагрузками. Это объясняется тем, что нормирование физической нагрузки на занятиях физической культурой и спортом связано прежде всего с функциональным состоянием кардиореспираторного аппарата. От адекватности нагрузки функциональному состоянию, резервным возможностям этой системы в значительной степени зависят эффективность и безопасность для здоровья физической тренировки. Однако задачей функциональных проб является не только определить функциональное состояние и резервные возможности. С их помощью можно выявить различные скрытые формы нарушения функции органов и систем (например, появление или учащение экстрасистол при пробе с физической нагрузкой). Кроме того, особенно важно, что функциональные пробы позволяют исследовать и оценить механизмы, пути и «цену» приспособления организма к физической нагрузке, также в определении путей обеспечения работоспособности, качества реакции организма, экономичности и эффективности механизмов адаптации, скорости восстановления. При этом отсутствие своевременной коррекции тренировочной нагрузки, а в случае необходимости дополнительных профилактических или лечебных мероприятий зачастую ведет к последующему снижению работоспособности, ее нестабильности, срыву адаптации, различным патологическим состояниям.

Основные неспецифические стандартные функциональные пробы, применяемые при исследовании спортсменов, условно разделяют на три группы.

*1. Пробы с дозированной физической нагрузкой.* К ним относятся одномоментные (20 приседаний за 30 сек., 2-минутный бег на месте в темпе 180 шагов в 1 мин, 3-минутный бег на месте, 15-секундный бег на месте в максимальном темпе, 60 подскоков (проба ГЦИФК), 40 приседаний (проба Кевдина) и др.); двухмоментные – сочетание двух стандартных нагрузок (повторно с интервалом в 4 мин испытуемый выполняет 60 подскоков в течение 30 сек (проба Ко-

робова); дифференцированные пробы на силу, скорость и выносливость (проба Серкина и Иониной), комбинированная трехмоментная проба Летунова (20 приседаний, 15-секундный бег и 3-минутный бег на месте), велоэргометрические нагрузки, степ-тест и др.

2. *Пробы с изменением внешней среды.* В эту группу входят пробы с вдыханием смесей, содержащих различный (повышенный или пониженный по сравнению с атмосферным воздухом) процент кислорода или углекислоты, задержка дыхания, нахождение в барокамере и др.

К ним же относятся пробы, связанные с воздействием различной температуры, холодовые и тепловые.

3. *Фармакологические (с введением различных веществ) и вегетативно-сосудистые (ортостатическая, глазо-сердечная и др.) пробы и др.*

Помимо приведенных проб в функциональной диагностике используются также специфические пробы, имитирующие спортивную деятельность конкретного вида спорта (бой с тенью для боксера, работа в гребном аппарате для гребца и др.).

При всех этих пробах можно исследовать изменения показателей функции различных систем и органов и по этим изменениям оценить реакцию организма на определенное воздействие.

Эта тема включает две работы. Первая работа посвящена исследованию состояния системы кровообращения в покое и после применения функциональных проб с физической нагрузкой. Вторая работа посвящена изучению особенностей variability сердечного ритма, как важнейшему методу оценки нейрогормональной регуляции системы кровообращения и адаптационных возможностей организма.

### **Работа 1. Методика проведения и анализ результатов пробы Летунова у спортсменов**

Проба Летунова относится к комбинированной пробе и состоит из трех разных нагрузок: силовой – 20 приседаний за 30 сек; скоростной – бег в течение 15 сек. на месте в максимальном темпе с высоким подниманием бедра; на выносливость – бег в течение 3 мин. (для мужчин) и 2 мин. (для женщин) на месте в темпе 180 шагов в 1 мин. Основное назначение этой пробы – выявить особенности и степень выраженности изменений функционального состояния системы кровообращения по данным реакции частоты сердечных сокращений (ЧСС), артериального (АД) и пульсового (ПД) давления и скорости их восстановления.

#### ***Задачи занятия***

1. Освоить методику проведения пробы Летунова. 2. Научиться оценивать функциональное состояние сердечно-сосудистой системы по типам реакции ЧСС, АД и ПД на физические нагрузки разной направленности.

**Аппаратура и материальное обеспечение занятий:** тонометр для измерения АД, фонендоскоп, секундомер, таблицы для записи показателей, калькулятор.

**Содержание работы и методические указания**

Студенты работают в тех же парах, что и на предыдущей работе. Каждый должен исполнить роль исследователя и исследуемого. Перед проведением данной функциональной пробы исследуется ЧСС, АД и ПД в покое и результаты записываются в таблицы 4.1, 4.2, 4.3.

Таблица 4.1

**Функциональное состояние системы кровообращения у исследуемого после первой нагрузки (20 приседаний за 30 сек)**

Показатели	Покой	Восстановительный период		
		1 мин	2 мин	3 мин
ЧСС за 15 сек				
МхАД/МнАД (мм.рт.ст.)				
Пульсовое давление (МхАД-МнАД)				

Таблица 4.2

**Функциональное состояние системы кровообращения у исследуемого после второй нагрузки (15-секундный бег в максимальном темпе)**

Показатели	3-я мин восстановительного периода после 1 нагрузки	Восстановительный период			
		1 мин	2 мин	3 мин	4 мин
ЧСС за 15 сек					
МхАД/МнАД (мм.рт.ст.)					
Пульсовое давление (МхАД-МнАД)					

Таблица 4.3

**Функциональное состояние системы кровообращения у исследуемого после третьей нагрузки (3 мин. – 2 мин. (подчеркнуть) бег в темпе 180 шагов в мин)**

Показатели	4-я мин восстановительного периода после 2 нагрузки	Восстановительный период				
		1 мин	2 мин	3 мин	4 мин	5 мин
ЧСС за 15 сек						
МхАД/МнАД (мм.рт.ст.)						
Пульсовое давление (МхАД-МнАД)						

ЧСС подсчитывается на лучевой артерии за 15 сек. несколько раз, определяется частота и ритмичность сердечных сокращений за 1 минуту (ритмичной ЧСС считается в том случае, если количество ударов за 15 сек. не будет отличаться более чем на 1 удар от предыдущего измерения).

При первом исследовании нужно *артериальное давление* (АД) измерять на обеих руках, так как оно может быть разным. Если АД на одной руке отличается больше чем на 10 мм.рт.ст., то необходимо измерять давление на руке, где определились большие цифры АД. Полученные цифры максимального, минимального и пульсового АД записываются в таблицы 4.1, 4.2, 4.3.

В начале работы студенту необходимо научиться подсчитывать в покое ЧСС и измерять АД в течение 1 мин.: вначале подсчитывается ЧСС за первые 15 сек., а в оставшиеся 45 сек. измеряется АД, данные заносятся в таблицу.

После этого исследуемый выполняет первую нагрузку (20 приседаний за 30 сек.), не снимая тонометрической манжеты, при каждом приседании исследуемый поднимает руки вперед, при вставании – опускает. Сразу после нагрузки у исследуемого в положении сидя в течение первых 15 сек. каждой минуты восстановления сначала определяется ЧСС, затем измеряется АД (с 15 по 60 сек. каждой минуты восстановления), так как частота сердечных сокращений восстанавливается быстрее, чем артериальное давление. В норме восстановительный период после первой нагрузки должен составлять 3 мин., после второй – 4 мин. и после третьей – 5 мин.

После первой нагрузки на 4 минуте восстановления исследуемый выполняет *вторую нагрузку*: бег на месте с высоким подниманием бедра в максимальном темпе в течение 15 сек. Вновь измеряются ЧСС, АД и ПД на каждой минуте периода восстановления.

На 5 минуте восстановления испытуемым выполняется *третья нагрузка*: 3-х минутный бег для мужчин (для женщин 2-х минутный) на месте в темпе 180 шагов в 1 мин. при сгибании бедра под углом в 70°, сгибании голени до угла с бедром в 45°-50° и свободными движениями руками, согнутыми в локтевых суставах. После нагрузки ежеминутно в течение 5 минут определяются ЧСС, АД и ПД.

### **Оценка результатов функциональной пробы Летунова**

Для количественной оценки реакции на нагрузку рассчитывают показатель качества реакции (ПКР) по формуле Б. П. Кушелевского:

$$\text{ПКР} = \text{ПД1} - \text{ПД0} (\text{усл. ед}) \times \text{ЧСС1} - \text{ЧСС0}$$

где: ПД0 – пульсовое давление в покое (мм рт. ст.), ПД1 – пульсовое давление на первой минуте восстановления, ЧСС0 – частота сердечных сокраще-

ний в покое (ударов за 10с), ЧСС1 – частота сердечных сокращений на первой минуте восстановительного периода (ударов за 10с). При нормотоническом типе реакции ПКР = 0,5–1 условных единиц. Вслед за оценкой типа реакции оценивают продолжительность восстановления пульса и артериального давления до исходного уровня. Восстановление оценивают, как удовлетворительное, если ЧСС и АД возвращаются к исходному уровню на последней минуте восстановительного периода, в частности, после 1-й нагрузки – на 3-й минуте, после 2-й – на 4-й минуте, после 3-й нагрузки – на 5-й минуте восстановительного периода. Чем лучше восстановлен спортсмен, тем менее выражена реакция пульса и АД на физическую нагрузку и короче время восстановления. Восстановление оценивается как хорошее, если ЧСС и АД вернулись к исходному уровню за 1 минуту до окончания периода восстановления. Отличную оценку дают ходу восстановления, если ЧСС и АД вернулись к исходному уровню за 2 минуты до окончания периода восстановления. При заболеваниях, переутомлении и перетренированности отмечаются атипичические типы реакции на дозированную нагрузку, а время восстановления удлиняется.

Чем лучше функциональные возможности сердца и чем совершеннее деятельность регуляторных механизмов, тем меньше увеличивается ЧСС в ответ на дозированную физическую нагрузку.

При оценке реакции ЧСС и артериального давления важно учитывать интенсивность выполнения физической нагрузки, так как плохо выполненная функциональная проба может повлиять на величину ЧСС и АД, что нельзя расценивать как проявление высокой функциональной способности сердца.

*Оценка реакции АД.* При оценке реакции АД на функциональную пробу с физической нагрузкой следует обращать внимание на изменение показателей максимального, минимального и пульсового давлений. В результате увеличения максимального и уменьшения минимального давлений увеличивается пульсовое давление. При этом величина увеличения пульсового давления должна быть в тех же пределах, что и процент учащения пульса. Уменьшение пульсового давления следует расценивать как нерациональную реакцию АД на физическую нагрузку.

*При сопоставлении показателей ЧСС, АД и ПД* можно выявить пять типов реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку: нормотонический, гипертонический, гипотонический, дистонический («феномен бесконечного тона») и ступенчатый.

Разные типы реакции системы кровообращения на функциональные пробы с физической нагрузкой отражают разное качество регулирования и разные адаптивные возможности сердца и сосудов.

*Нормотонический тип* реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузку считается адекватным потому, что при умеренном учащении ЧСС приспособление к нагрузке происходит за счет повышения пульсового давления, что косвенно характеризует увеличение ударного объема сердца. Подъем систолического АД отражает усиление систолы левого желудочка, а снижение диастолического АД – уменьшение тонуса артериол, обеспечивающее лучший доступ крови на периферию (рис. 10).

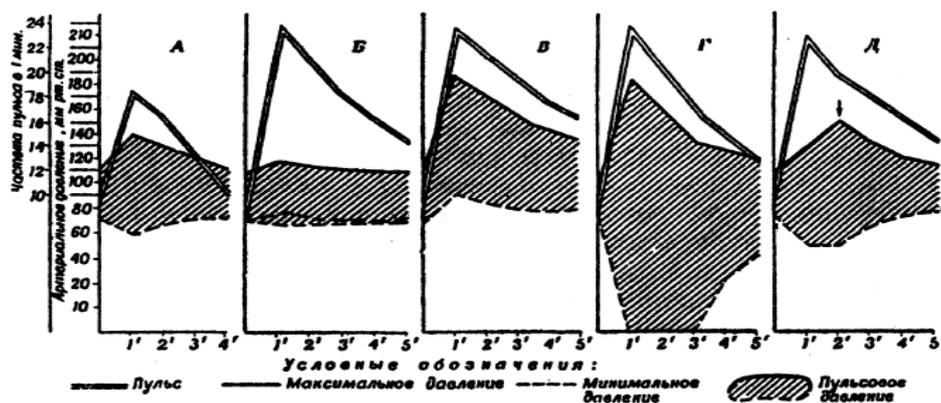


Рис. 10. Типы реакции пульса и артериального давления на стандартную физическую нагрузку: А – нормотоническая, Б – гипотоническая или астеническая, В – гипертоническая, Г – дистоническая, Д – ступенчатая

*Гипотонический тип* реакции характеризуется выраженным учащением ЧСС, незначительным изменением систолического и диастолического артериального и пульсового давления и замедленным восстановлением ЧСС, то есть реакция частоты сердечных сокращений не соответствует изменениям пульсового давления. Гипотонический тип реакции является неблагоприятным и чаще выявляется после продолжительных нагрузок на выносливость, при общем утомлении организма, при донозологических состояниях или после болезни.

Для *гипертонического типа реакции* характерно резкое учащение ЧСС, выраженное повышение систолического АД до 180–200 мм.рт.ст. и одновременное увеличение диастолического и пульсового давлений и замедленным восстановлением показателей. Так же этот тип реакции может проявляться повышением диастолического артериального давления до 90 мм.рт.ст. без выраженного увеличения систолического артериального давления.

Гипертонический тип реакции свидетельствует о нарушении регуляторных механизмов, обуславливающим снижение экономичности функционирования сердца. Он наблюдается при хроническом физическом перенапряжении ЦНС (нейроциркуляторная дистония по гипертоническому типу), у пред- и гипертоников и спортсменов при передозировке скоростно-силовых физических нагрузок и прочих состояниях.

*Дистоническая реакция* характеризуется большой величиной сдвигов ЧСС и максимального АД (выше 180 мм.рт.ст.). При этом минимальное АД снижается до 0, т. е. появляется феномен «бесконечного тона». Если «бесконечный тон» прослушивается только на первой минуте восстановительного периода после функциональной пробы, ему не придают значения, так как его наличие в течение 15–20 сек. после прекращения нагрузки может быть обусловлено акустическими факторами и расценивается как вариант нормы. Если же «бесконечный тон» выявляется в течение 2-3 минут после физической нагрузки, реакция расценивается как неблагоприятная. Этот тип реакции может встречаться при нарушениях функций вегетативной нервной системы, неврозах, переутомлении, пороках сердца и др.

*Ступенчатый тип реакции* отличается тем, что на второй и третьей минутах восстановительного периода систолическое АД выше, чем на первой минуте восстановления. Данный тип является неблагоприятным и свидетельствует о нарушении механизмов, регулирующих деятельность сердечно-сосудистой системы.

Анализ реакции сердечно-сосудистой реакции на нагрузку (по 1' восстановительного периода):

1. АДс \_\_\_ на \_\_\_\_\_ мм рт.ст.
2. АДд \_\_\_ на \_\_\_\_\_ мм рт.ст.
3. Прирост ЧСС% =  $(\text{ЧСС}_1 - \text{ЧСС}_0) / \text{ЧСС}_0 \times 100\% =$
4. Прирост ПД % =  $(\text{ПД}_1 - \text{ПД}_0) / \text{ПД}_0 \times 100\% =$
5. ПКР =  $(\text{ПД}_1 - \text{ПД}_0) / (\text{ЧСС}_1 - \text{ЧСС}_0) \times 6$ , усл. ед.

Анализ восстановительного периода:

ЧСС восстановилась на \_\_\_ мин АД восстановилось на \_\_\_ мин Оценка типа реакции на нагрузку \_\_\_\_\_

Оценка времени восстановления \_\_\_\_\_

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: адаптация сердечно-сосудистой системы к физической нагрузке \_\_\_\_\_

### **Особенности проведения и оценки пробы Летунова у детей и подростков**

#### ***Комбинированная проба Летунова (в модификации Института физиологии детей и подростков ИФДП АПН СССР)***

Первая нагрузка – 20 приседаний за 30 сек., после чего ЧСС и АД исследуются в течение 3 минут; вторая – бег на месте в максимальном темпе с высоким подниманием бедра и энергичной работой рук – 7 сек. для школьников 7–12 лет и 15 сек. для подростков и юношей, ЧСС и АД измеряются в течение 4 минут; третья нагрузка – бег на месте под метроном в темпе 180 шагов в минуту –

1,5 минуты для школьников 7–12 лет и 3 минуты для подростков и юношей, ЧСС и АД измеряются в течение 5 минут восстановления.

Таблица 5

**Принципы оценки типа реакции сердечно-сосудистой системы  
на комбинированную пробу Летунова**

Тип реакции	Частота дыхания	ЧСС (за 10 сек.)				АД (мм.рт.ст.)		
		До пробы	После пробы	Учащение (%)	Время восстановления	САД	ДАД	ПД
Благоприятный	Без изменений	10–12	15–18	От 25 до 50	1–3 мин	От - 10 до +25	От -10 до 15	Увеличение
Допустимый	Учащение	13–14	21–23	От 51 до 75	4–6 мин	От +30 до +40	От -20 и более	Уменьшение
Неблагоприятный	Одышка	15 и выше	Слабый 30–35	100 и более	7 мин и дольше	Без изменений и падение	Увеличение	Уменьшение

**Заключение**

1. Дать оценку функциональному состоянию и адаптивным возможностям сердечно-сосудистой системы по результатам пробы Летунова у исследуемого спортсмена.

**Работа 2. Изучение состояния сердечно-сосудистой системы по данным анализа variability сердечного ритма**

Согласно литературным данным (Баевский Р.М., Шлык Н.И. 2009) одна и та же частота сердечных сокращений может иметь разную степень напряжения кардиорегуляторных систем.

Поэтому определение ЧСС пальпаторным методом в покое и после физических нагрузок не даёт истинную информацию о состоянии системы кровообращения.

Анализ ВСР является важным методом оценки текущей активности симпатического, парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (ВНС) и нейрогормональной регуляции сердца.

На сегодняшний день физиологи и педиатры все больше сталкиваются с нарушениями вегетативной регуляции деятельности сердца. Именно поэтому важно учитывать текущий уровень активности регуляторных систем организма.

Основная информация о состоянии систем регулирующих ритм сердца, заключена в «функции разброса» длительности кардиоинтервалов R-R, что и составляет область математического анализа синусового сердечного ритма, раскрывающего особенности разнообразных перестроек организма в процессе адаптационно-компенсаторных реакций системы кровообращения (Баевский Р.М., 1979).

Высшим центром, регулирующим и координирующим висцеральные и соматические функции, является кора полушарий головного мозга. Симпатический отдел ВНС играет особую биологическую роль, которая заключается в мобилизации сил и резервов организма, необходимых для активного взаимодействия со средой. Его возбуждение – непереносимое условие напряжения и включения цепи гормональных реакций, характерных для стресса. В отличие от парасимпатического отдела, обеспечивающего текущую регуляцию физиологических процессов и поддержание гомеостаза, симпатический отдел нередко его изменяет.

При нарушении равновесия между отделами ВНС возникают различные вегетативные дисфункции с преобладающим влиянием той или иной системы. Функциональное преобладание одного отдела может быть связано как с повышенным тонусом нервных центров и периферических образований этой системы, так и с пониженным тонусом другой. Гомеостаз, в том числе и вегетативный, не означает абсолютного постоянства, а только устанавливает границы, в которых колебания возможны без нарушения функций.

Результат ответа вегетативной нервной системы во многом определяется текущим ее состоянием.

Текущая активность симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы является результатом многоконтурной и многоуровневой реакции системы регуляции кровообращения, изменяющей во времени свои параметры для достижения оптимального приспособительного ответа, который отражает адаптационную реакцию целостного организма.

Адаптационные реакции индивидуальны и реализуются у разных лиц с различной степенью участия функциональных систем.

### ***Задачи занятия***

1. Ознакомиться с методами исследования и анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР). 2. Произвести запись ВСР у исследуемого студента-спортсмена в покое. 3. Дать заключение о состоянии вегетативной регуляции сердечного ритма у исследуемого спортсмена.

***Аппаратура и материальное обеспечение занятий:*** ЭКГ, аппаратно-программный комплекс «Варикард 2.6», компьютер, кушетка.

### ***Содержание работы и методические указания***

Метод ВСР основан на распознавании и измерении временных интервалов R-R ЭКГ, построении динамических рядов кардиоинтервалов (кардиоинтерва-

лограммы) и последующего анализа полученных числовых рядов различными математическими методами. Динамический ряд кардиоинтервалов называют кардиоинтервалограммой.

Анализ ВСР включает три этапа:

1. Измерение длительности R-R интервалов и представление динамических рядов кардиоинтервалов в виде кардиоинтервалограммы.
2. Анализ динамических рядов кардиоинтервалов.
3. Оценку результатов анализа ВСР.

Методы анализа динамических рядов кардиоинтервалов можно разделить на визуальные и математические. Математические методы анализа можно разделить на три больших класса:

1. Исследование общей вариабельности (статистические методы или временной анализ).
2. Исследование внутренней организации динамического ряда кардиоинтервалов (автокорреляционный анализ, корреляционная ритмография, методы нелинейной динамики).
3. Исследование периодических составляющих ВСР (частотный анализ).

Учитывая высокую чувствительность данного метода, очень важно точно соблюдать методические рекомендации при исследовании ВСР.

### **Методика записи ВСР**

Перед началом исследования ВСР необходим покой в положении лежа с приподнятым изголовьем в течение 5–10 минут. Исследование ВСР необходимо проводить не ранее чем через 1,5–2 часа после еды, большой физической или стрессовой нагрузки, в тихой комнате, в которой поддерживается постоянная температура 20–22 °С. Перед исследованием не рекомендуется применять физиотерапевтические процедуры и медикаментозное лечение.

Нужно устранить все помехи, приводящие к эмоциональному возбуждению: не разговаривать с исследуемым и посторонними, исключить телефонные звонки и появление в кабинете других лиц. При записи ВСР исследуемый не должен делать глубоких вдохов и выдохов, не кашлять, не сглатывать слюну. У женщин исключается проведение исследований ВСР в менструальный период, так как гормональные изменения в организме отражаются на кардиоинтервалограмме.

Регистрируется ЭКГ-сигнал в положении лежа на спине в одном из стандартных (лучше во втором или третьем) или грудных отведениях. Продолжительность записи должна быть не менее 5-ти минут. Анализ повторных записей подтверждает состояние стационарности физиологического статуса.

## ***2.1. Метод исследования вариабельности сердечного ритма***

Важность понимания взаимодействия тренировочных нагрузок, активности вегетативной нервной системы и сердечно-сосудистой системы остается важной проблемой. Уровень современных спортивных достижений и растущий список случаев внезапных смертей в спорте предъявляют высокие требования к профессиональному уровню специалистов, занимающихся подготовкой спортсменов. Установлено, что около 65% юных спортсменов имеют серьезные отклонения со стороны сердечно-сосудистой системы. Это связано с тем, что большинство тренеров, в основном, ориентированы на составление рабочих планов тренировочного процесса без учета индивидуальных особенностей и функциональной готовности организма спортсменов к их выполнению.

Успех спортивной деятельности зависит от многих причин, но в первую очередь от умения тренера и врача регулярно оценивать индивидуальную устойчивость адаптационных механизмов кардиорегуляторных систем и резервных возможностей спортсмена. Механизмы вегетативной регуляции играют в этом процессе главную роль: обеспечить приспособление организма к нарастающим нагрузкам при оптимальном напряжении регуляторных систем. Состояние выраженного напряжения регуляторных систем ведет к нарушению вегетативного баланса и снижению адаптационно-резервных возможностей. При этом очень важно постоянно контролировать насколько нарушен и устойчив вегетативный дисбаланс между двумя отделами: симпатическим и парасимпатическим [3; 5; 22]. Отсутствие врачей в ДЮСШ и ШВСМ, а также периодические наблюдения два раза в год за состоянием здоровья юных спортсменов во врачебно-физкультурных диспансерах при двух и более тренировках в день не дает возможность тренеру своевременно выявлять перетренированность, нарушение восстановления и патологические состояния на ранних стадиях их формирования.

Поэтому проблема динамического контроля за индивидуальным состоянием функциональных резервов организма и их изменением приобретает особо важное значение при больших физических и психоэмоциональных нагрузках. Переход от одного функционального состояния организма к другому происходит в результате изменения деятельности симпатического и парасимпатического отделов уровня взаимодействия и на этой основе изменений функционального резерва и степени напряжения систем, регулирующих деятельность сердца. Текущая деятельность организма спортсмена всегда связана с расходом резервов и их восполнением. Когда у спортсмена функциональный резерв незначительно снижен, то даже небольшое увеличение степени напряжения регуляторных систем в ответ на увеличение тренировочных нагрузок может вызывать нарушение вегетативного баланса. Поэтому важное значение имеет индивидуальный систематический контроль за процессами восстановления перед каждой

тренировкой. Если ухудшаются процессы восстановления, то это означает, что резервы организма своевременно не восполняются, и необходима коррекция тренировочной нагрузки и определение причин перегрузки спортсмена [9; 22; 25].

Сегодня крайне актуально применение действенных методов срочного контроля за функциональным состоянием и адаптационно-резервными возможностями тренирующегося спортсмена. С этой точки зрения, индивидуальный динамический контроль за тренировочным процессом спортсменов с помощью экспресс-анализа variability сердечного ритма (VSR), перспективное, успешно развивающееся и, как никогда актуальное, направление физиологии спорта и спортивной медицины [22; 26].

Анализ VSR является интегральным методом оценки состояния механизмов регуляции физиологических функций в организме человека, в частности, общей активности механизмов, нейрогуморальной регуляции сердца, соотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы. Текущая активность симпатического и парасимпатического отделов является результатом многоконтурной и многоуровневой реакции системы регуляции кровообращения, изменяющей во времени свои параметры для достижения оптимального приспособительного ответа, который отражает адаптационную реакцию целостного организма [2].

Основанная информация о состоянии систем регулирующих ритм сердца, заключена в функции разброса R-R кардиоинтервалов, в частности в работе синусового узла. Система управления синусовым узлом представлялась в виде двух взаимосвязанных контуров: центрального и автономного, управляющего и управляемого с каналом прямой и обратной связи [1].

Общая закономерность состоит в том, что более высокие уровни управления тормозят активность более низких уровней. В ответ на нагрузочные (стрессорные) воздействия могут наблюдаться разные реакции ритма сердца. При оптимальном регулировании – управление происходит с минимальным участием центрального контура регуляции, а при неоптимальном управлении с его максимальным участием. Чем более высокие уровни управления активируются, тем больше напряжение кардиорегуляторных систем. Таким образом, с помощью применения анализа VSR можно судить о состоянии вегетативного баланса, по уровню преобладания симпатического или парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, а также работе синусового узла, отражающих функциональное состояние организма и уровень процессов восстановления кардиорегуляторных систем.

Внедрение в практику спорта экспресс метода VSR способствует быстрому и достаточно точному определению индивидуального диапазона нормы функционального состояния организма, работы синусового узла, первых признаков нарушения восстановления, развития перетренированности и развития патологии

у спортсменов. Функциональное состояние является изменчивым показателем здоровья. Оно изменяется при различных внешних воздействиях, физических и психоэмоциональных нагрузках, а также в течение суток. Один из основателей метода ВСП профессор Баевский Р.М. в своих работах утверждал, что важно различать информативность большинства используемых исследователями показателей, характеризующих уровень функционирования организма и прежде всего системы кровообращения. Частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД), ударный объем (УО) и минутный объем крови (МОК), находятся под влиянием деятельности управляющих механизмов. Чтобы физические нагрузки были адекватны, индивидуальному функциональному состоянию организма спортсмена необходим динамический контроль именно за состоянием регуляторных механизмов, так как невозможно дать истинную оценку функциональному состоянию и адаптационных возможностей организма без определения уровня регуляции. Контроль, основанный только на оценке показателей ЧСС, АД, УО и МОК недостаточен, поскольку эти показатели мало вариабельны и будут свидетельствовать о патологических нарушениях в организме на стадиях уже значительного снижения функциональных адаптационно-резервных возможностей и об образовании метаболического и пластического дефицита.

К сожалению, до сего времени при допуске лиц к занятиям спортом тренеры и врачи по-прежнему определяют состояние спортсмена в основном по ЧСС, без учета того, что одна и та же ЧСС в покое может скрывать за собой разную степень напряжения кардиорегуляторных систем и являться важной причиной вегетативной дисрегуляции, ведущей к перетренированности организма уже на начальных этапах занятий спортом. Это говорит о том, что в спорте необходимо ориентироваться не на ЧСС, а в первую очередь на ее стоимость. То есть на результаты анализа анализ ВСП.

Показатели ВСП относятся совершенно к иному классу, они отражают состояние кардиорегуляторных систем, и их изменение в значительной степени превосходит вариативность и информативность показателей уровня функционирования сердечно-сосудистой системы ЧСС, АД, УО, МОК [4; 5].

Однако, до сего времени, при анализе результатов ВСП спортсменов у исследователей и врачей нет единого подхода к интерпретации полученных результатов. В большинстве случаев исследователи используют разные методические подходы, разные стандарты, приборы и компьютерные программы. Анализ многочисленных источников по применению метода ВСП у спортсменов показал, что, как правило, оценка состояния кардиорегуляции дается без учета работы синусового узла, то есть диапазонов вариационного размаха кардиоинтервалов.

Во многих статьях, диссертационных работах и монографиях приводятся относительные величины показателей волновой структуры спектра ВСП, без указания результатов их абсолютных значений, что дает ложное представление о состоянии кардиорегуляторных систем. Также при оценке результатов вегетативного баланса авторы чаще приводят только временные показатели, без спектрального анализа ВСП. Много работ, в которых приводятся результаты средних значений показателей ВСП без учета индивидуально типологических особенностей вегетативной регуляции. Имеются источники, в которых применяется общепринятое деление на симпатонический, ваготонический (эйтонический) и парасимпатический типы, полученные данные ВСП усредняются и при этом не учитывается их оптимальное, умеренное и выраженное состояния, что ведет к ложной оценке результатов ВСП. Однако, используя современное учение о вегетативной регуляции физиологических функций, в частности о двухконтурной модели управления сердечным ритмом, профессор Н.И. Шлык сумела на основе многочисленных исследований ВСП у детей, подростков и спортсменов [23–24] разработать новую классификацию оценки преобладающих типов вегетативной регуляции. Взяв за основу этой классификации не отделы вегетативной нервной системы (симпатический и парасимпатический), а центральный и автономный контуры вегетативного управления физиологическими функциями, тем самым автор подчеркивает участие в процессах вегетативной регуляции многих звеньев единого регуляторного механизма. Это является системным подходом к рассмотрению сложного механизма регуляции физиологических функций, о котором можно судить по результатам анализа ВСП. В результате автор выделяет четыре типа вегетативной регуляции: два с преобладанием центрального контура регуляции (умеренным и выраженным) и два с преобладанием автономного контура регуляции (умеренным и выраженным). Установлено, что при каждом преобладающем типе регуляции имеется разное функциональное состояние организма, что необходимо обязательно учитывать при анализе результатов ВСП [25].

Доказано, что функциональное состояние организма различается не только по разному вегетативному балансу, но и по характеру вегетативной реактивности (оптимальной, гипо-, гипер-, парадоксальной). Однако многими авторами при исследовании ВСП редко применяется ортостатическое тестирование [26].

Применение ортостатической пробы при анализе ВСП с учетом индивидуального типа регуляции позволяет с высокой точностью определить степень включения вегетативного управления.

Как правило, при исследовании ВСП авторами не указываются объемы и длительность тренировочных нагрузок, выполненные спортсменом после предыдущего тренировочного дня, год и время проведения исследований, дни мик-

роцикла, этапы спортивной подготовки и тренировочный период, а также качество сна, самочувствие, соблюдение спортивного режима и др. Подобный формальный подход к использованию метода и анализа ВСР ведет к ложной интерпретации полученных результатов, искажению трактовки изучаемых процессов и дискредитации самого метода.

Анализ многочисленных источников по использованию метода ВСР показывает, что остается еще много не изученных проблем при оценке результатов ВСР, в частности работу каких физиологических процессов отражают те или иные показатели ВСР у спортсменов с разными типами регуляции при различных тренировочных нагрузках. Отсутствуют сведения о роли метода ВСР в повышении качества тренировочного процесса, последовательности применения упражнений у спортсменов в зависимости от типа вегетативной регуляции. Остаются не изученными вопросы о нормативах показателей ВСР при преобладающих типах вегетативной регуляции с учетом разных диапазонов вариационного размаха кардиоинтервалов, преобладания дыхательных и вазомоторных волн в спектре ВСР в покое, ортостазе у спортсменов различных видов спорта и на различных этапах тренировочного и соревновательного процессов. В этом пособии мы постараемся частично восполнить эти пробелы.

Отсутствуют единые методические подходы к совершенствованию системы отбора по результатам анализа ВСР и перевода спортсмена с этапа на этап спортивной подготовки и методические рекомендации по оперативному контролю за функциональным состоянием спортсменов по результатам анализа ВСР.

Отсутствуют программы курсов повышения квалификации тренеров и врачей по применению метода ВСР в спорте.

Исходя из изложенного, на основе динамических исследований ВСР в покое и ортостазе имеется возможность осуществлять грамотный индивидуальный подход к тренировочному процессу с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции, что будет способствовать реальной возможности повышения уровня функциональной готовности спортсменов к тренировочной, соревновательной деятельности и улучшит систему отбора юных спортсменов на этапах спортивной подготовки.

Отсутствие четкого представления о нормативах показателей ВСР, а также границах преобладающего типа вегетативной регуляции и их игнорирование не могут дать истинную информацию тренеру и врачу о готовности спортсмена к выполнению тренировочных нагрузок.

## ***2.2. Методика анализа variability сердечного ритма***

Учитывая высокую чувствительность и эффективность данного метода, необходимо точно соблюдать методические рекомендации по исследованию ВСР, разработанные группой авторов под руководством проф. Р.М. Баевского на основе обобщения опыта отечественных исследований в этой области с учетом данных, полученных зарубежными учеными [1]. Их главная цель состоит в стандартизации методики исследований и подходов к анализу данных, чтобы результаты разных исследователей могли сопоставляться друг с другом на основе многолетних исследований ВСР. Профессором Шлык Н.И. (2009–2021 гг.) были дополнены методические рекомендации по анализу ВСР новой классификацией оценки преобладающего типа вегетативной регуляции у детей и спортсменов.

При исследовании ВСР регистрировался ЭКГ-сигнал в положении лежа на спине в течение 5 минут и стоя 6 минут во втором стандартном отведении утром после предыдущего тренировочного дня или перед началом второй тренировки. Обработка кардиоинтервалограмм и анализ variability сердечного ритма проводились с помощью аппарата «Варикард 2.52» (рис. 11) и программ «ISCIM – 6» и «Варикард-МП» (рис. 12). Аппарат подключается к компьютеру. Программа «Варикард-МП» позволяет регистрировать показатели ВСР одновременно от одного до 12 спортсменов, что позволяет исследователю и тренеру иметь полную информацию о функциональной готовности, резервных возможностей организма, уровня восстановления непосредственно перед тренировочной нагрузкой целой группы и своевременно вносить коррективы в тренировочный процесс каждого спортсмена.

Полная инструкция об использовании метода ВСР имеется во вложении к аппаратам «Варикард 2.51» и «Варикард 2.52». Программное обеспечение «ISCIM – 6» и «Варикард МП» записаны на дисках.



**«Иским-6»**

**«Варикард МП»**

Рис. 11. Внешний вид комплекса для обработки кардиоинтервалограмм и анализа variability сердечного ритма «ВАРИКАРД 2.52»

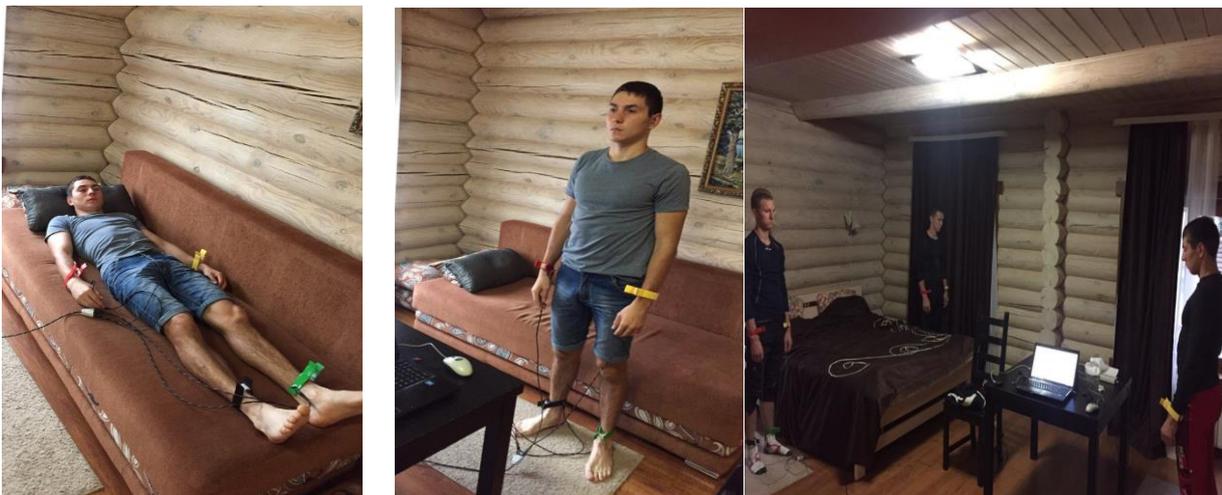


Рис. 12. Проведение исследований ВСП у биатлонистов на сборах с помощью аппарата Варикард 2.52 и программ «Иским-6» и «Варикард МП»

В момент проведения исследования не должно быть помех, приводящих к эмоциональному возбуждению, не разговаривать с исследуемым, исключить телефонные звонки и появление в лаборатории других лиц. При записи ВСП следить, чтобы исследуемый не делал глубоких вдохов и выдохов, не кашлял, не сглатывал слюну. У девочек-подростков исключать проведение исследований ВСП в менструальный период, учитывая, что в этот период происходящие гормональные изменения в организме отражаются на состоянии регуляторных систем. До начала исследования обязательно проводить опрос исследуемых о нагрузках выполненных спортсменом в предыдущий тренировочный день или на первой тренировке, о самочувствии, режиме дня, качестве сна, питании.

### ***2.3. Оценка показателей variability сердечного ритма и их физиологическая интерпретация***

В настоящее время в специальной литературе у авторов нет единого мнения в отношении интерпретации результатов анализа ВСП. Это связано со многими причинами: плохое знание самого метода, использование разной аппаратуры и математических программ, усреднением полученных результатов ВСП без учета индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции и др. Зачастую, применяя одноразовые исследования, в работе не указывается время проведения исследований в течение дня, день микроцикла, тренировочный период, характер выполненных тренировочных нагрузок в предыдущий день, вид спорта и др. При этом часто отсутствуют исследования при ортостазе, которые незаменимы для определения адаптационно-резервных возможностей организма спортсмена. Также в результате анализа ВСП многие исследователи не дают визуальную оценку состоянию кардиоритмограмм, скатерграмм ВСП

и электрокардиограмм (ЭКГ). Подобный подход к анализу ВСР ведет к ложной интерпретации полученных данных и не дает истинной картины состояния кардиорегуляции.

Тренер должен хорошо знать метод анализа ВСР, уметь его грамотно применять в тренировочном процессе спортсменов и правильно оценивать полученные результаты.

Анализ ВСР на основе программ ИСКИМ-6 и «Варикард-МП» разработанной институтом Внедрения Новых Медицинских Технологий «РАМЕНА» осуществляется по 38 показателям. Однако в данном пособии мы будем рассматривать наиболее информативные временные и спектральные показатели ВСР, что облегчает и ускоряет анализ полученных результатов ВСР в покое и ортостазе. При этом очень важен одновременный визуальный контроль за кардиоритмограммами, скатерграммами и ЭКГ для наиболее точной оценки нарушений работы синусового узла.

### Показатели временного анализа ВСР

R-R – средняя длительность интервалов и обратная величина этого показателя – средняя ЧСС. Однако традиционно измеряемая частота сердечных сокращений отражает лишь конечный результат многочисленных регуляторных влияний на сердечно-сосудистую систему, одной и той же ЧСС могут соответствовать различные включения регуляторных систем, управляющих вегетативным гомеостазом (табл. 6).

Таблица 6

#### Показатели ВСР у биатлониста (17 лет) КМС с одинаковой частотой сердечных сокращений и разным вегетативным балансом и вегетативной реактивностью

ЧСС уд/мин		MxDMn,мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
52	78	480	335	24	79	6265	4410	1815	181	3274	3924	912	243	268	62
52	64	283	295	49	66	2868	2261	775	194	1689	1513	215	313	189	24

□ – выделенные показатели ВСР указывают на отклонения от нормы.

MxDMn – показатель вариационного размаха кардиоинтервалов, он тесно связан с состоянием вегетативного баланса между симпатическим и парасимпатическим отделами, индивидуально-типологическими особенностями регуляции и состоянием работы синусового узла. Преобладание центрального контура

регуляции, усиление симпатической регуляции во время психических или физических нагрузок проявляется стабильным ритмом, уменьшением разброса длительностей ( $MxDMn$ ). Чем меньше диапазон этого значения, тем больше вмешательство центрального контура регуляции. При этом увеличивается значение  $SI$  и уменьшаются показатели спектрального частотного анализа ВСП (TP, HF, LF, VLF, ULF). И наоборот с увеличением значения  $MxDMn$ , уменьшается показатель  $SI$  и увеличиваются показатели волновой структуры спектра ВСП (HF, LF, VLF, ULF). При значительном увеличении медленно-волновых составляющих (LF и VLF), значения  $MxDMn$  могут отражать состояние подкорковых нервных центров. При изменениях вариационного размаха кардиоинтервалов ( $MxDMn$ ) в сторону резкого уменьшения или увеличения необходим обязательный визуальный контроль кардиоинтервалограмм, скатерграмм ВСП и ЭКГ в покое и ортостазе. Важно подчеркнуть, что при уменьшении значения  $MxDMn$  в диапазонах меньше 150 мс и 151–250 мс часто встречаются парадоксальные реакции на ортостаз. При этом отсутствует варибельность на кардиоинтервалограмме, имеется жесткий ритм сердца на скатерграмме ВСП, на ЭКГ встречаются различные нарушения сердечного ритма (табл. 7, рис. 13).

Таблица 7

**Показатели ВСП в покое и ортостазе у легкоатлета М. с диапазоном вариационного размаха кардиоинтервалов ( $MxDMn$ ) <150 мс**

$MxDMn < 150$																
Ф.И.О	ЧСС уд/мин		$MxDMn$ мс		$SI$ , усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
	М.П.	46	61	59	432	1022	29	99	4105	56	974	6	1480	11	698	26
М.П.	46	65	67	451	968	31	86	5895	45	864	6	2052	10	1731	26	1248
М.П.	48	72	74	274	773	102	133	9060	70	5141	9	2655	26	659	28	605
М.П.	46	66	75	316	677	59	93	4634	63	476	9	2479	16	824	5	855
М.П.	47	78	80	290	698	77	232	4543	134	329	24	2734	23	823	51	657
М.П.	48	80	84	274	699	105	758	3437	267	288	257	1735	93	765	141	648
М.П.	46	75	133	318	273	68	241	2731	159	198	60	904	9	994	12	635

□ – выделенные показатели ВСП указывают на отклонения от нормы.

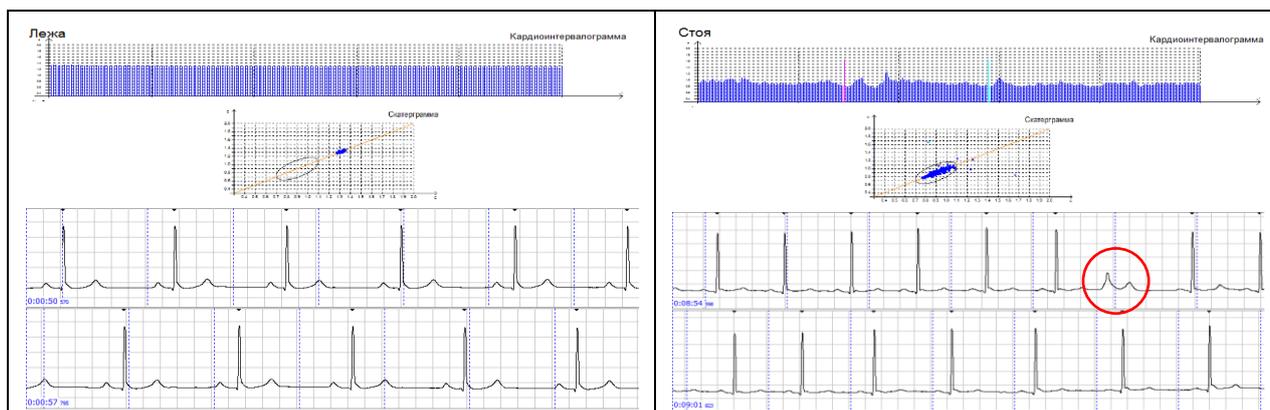


Рис. 13. Показатели кардиоритмограмм, скатерграмм и ЭКГ в покое и ортостазе у спортсмена М. с диапазоном  $MxDMn < 150$  мс

В приведенном примере важно отметить, что при выраженной брадикардии имеется очень низкий диапазон  $MxDMn$  ( $< 150$  мс) и изменения на ЭКГ. Не всегда согласовано  $MxDMn$  с ЧСС. Чем более выражены неблагоприятные изменения  $MxDMn$  в покое и ортостазе, тем серьезней нужно относиться тренеру и врачу к здоровью спортсмена. Устойчивые низкие значения  $MxDMn$  в тренировочном процессе связаны с перетренированностью и нарушением работы синусового узла. У спортсменов с разным индивидуальным типом вегетативной регуляции диапазоны значения  $MxDMn$  имеют количественные различия, о которых будет упомянуто в разделе о типологических особенностях кардиорегуляторных систем (стр. 22).

SI – характеризует степень напряжения регуляторных систем (степень преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными). Этот показатель очень чувствителен к усилению тонуса симпатической нервной системы. Не всегда согласован с ЧСС, при выраженной брадикардии может быть низким или наоборот резко увеличенным.

В норме у спортсменов в состоянии покоя низкие показатели SI (25–70 усл.ед.), у высокотренированных он снижается до 10 усл.ед., при перетренированности, перенапряжении и миграции водителя ритма SI резко уменьшается до 5 усл.ед.

Парадоксальные реакции со стороны SI (снижение вместо увеличения) гипо- и гиперреакции в ответ на ортостаз при разных диапазонах  $MxDMn$  могут говорить о разной степени нарушения вегетативной реактивности.

### Показатели спектрального частотного анализа ВСР

Спектральный анализ ВСР служит для более полной количественной оценки периодических процессов в сердечном ритме. С его помощью оценивается взаимодействие отдельных уровней управления ритмом сердца.

TP – суммарная мощность спектра, отражает суммарную активность нейрогуморальных влияний на сердечный ритм. И определяется как сумма мощностей волн в диапазонах HF, LF VLF и ULF. Выделяют две составные части ВСР: высоко- и низкочастотные компоненты, анализ которых является основой всех исследований с использованием этой методики. При одной и той же суммарной мощности спектра (TP) порядок распределения составляющих спектра может быть различным. В норме структура спектра соответствует: HF>LF>VLF>ULF. Она изменяется при утомлении, перетренированности, психоэмоциональном напряжении, нарушении состояния здоровья и может быть, когда LF>HF>VLF или VLF>LF>HF или VLF>HF>LF.

HF – высокочастотная составляющая спектра (дыхательные волны). Активность симпатического отдела ВНС как одного компонентов вегетативного баланса оценивают по степени торможения активности автономного контура регуляции, за который ответственен парасимпатический отдел.

Вагусная активность (дыхательный компонент синусовой аритмии) является основной составляющей высокочастотного компонента части спектра ВСР. Это хорошо отражается показателем мощности дыхательных волн сердечного ритма в абсолютных цифрах (HFмс<sup>2</sup>) и в виде относительной величины (HF%) по отношению к суммарной мощности спектра (TP).

Обычно дыхательная составляющая (HF) занимает 40–55% суммарной мощности спектра (TP). Снижение этого показателя указывает на смещение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатического отдела. Если абсолютная величина HF резко падает или резко возрастает то, соответственно, можно говорить о резком преобладании центральной или автономной регуляции. В этом случае существенно уменьшаются или увеличиваются значения ВСР MxDMn, SI, TP. Однако многие исследователи в своих печатных работах часто используют относительные величины HF% и LF% и редко абсолютные, при этом они не указывают значения общей суммарной мощности спектра (TP). Это серьезная ошибка, так как одинаковые относительные значения HF% и LF% могут быть при разных диапазонах показателя TP, что приводит исследователей к ложной интерпретации результатов ВСР. Например, при диапазонах TP 15000 мс<sup>2</sup> и 750 мс<sup>2</sup> относительные значения HF% или LF% могут быть одинаковыми, а трактовка состояния кардиорегуляции разная. Поэтому в работах важно указывать значение TP.

При ортостатическом тестировании абсолютное значение HFмс<sup>2</sup> всегда снижается (благоприятная реакция). Резкое снижение (гиперреакция), незначительное изменение (гипореакция) и увеличение этого показателя вместо уменьшения (парадоксальная реакция) в ответ на ортостаз говорят о нарушении вегетативной реактивности и снижении адаптационно-резервных возможностях организма.

LF – Мощность низкочастотной составляющей спектра характеризует состояние системы регуляции сосудистого тонуса. В норме чувствительные рецепторы синокаротидной зоны воспринимают изменения величины АД, и афферентная нервная импульсация поступает в сосудодвигательный (вазомоторный) центр продолговатого мозга. Здесь осуществляется афферентный синтез (обработка и анализ поступающей информации) и в сосудистую систему поступают сигналы управления (эфферентная нервная импульсация). Этот процесс контроля сосудистого тонуса с обратной связью на гладкомышечные волокна сосудов осуществляется вазомоторным центром постоянно. Обычно в норме доля вазомоторных волн в положении «лежа» должна быть меньше, чем дыхательных волн. Если вместо мощности дыхательных волн ( $HFmc^2$ ) увеличивается мощность вазомоторных волн ( $LFmc^2$ ), то это означает, что процессы регуляции АД осуществляются при участии неспецифических механизмов [3]. У спортсменов в покое довольно часто встречается увеличение LF волн в спектре ВСР. Это положение еще требует тщательного анализа [2; 23].

VLF – мощность «очень» низкочастотной составляющей спектра – эта спектральная составляющая сердечного ритма, по мнению многих авторов, характеризует активность симпатического отдела вегетативной нервной системы. Однако в данном случае речь идет о более сложных влияниях со стороны надсегментарного и гипофизарно-гипоталамического уровней регуляции, поскольку амплитуда VLF тесно связана с психоэмоциональным напряжением и функциональным состоянием коры головного мозга (Хаспекова Н.Б., 1996). Также показано, что мощность VLF-волн является чувствительным индикатором управления процессами метаболизма и хорошо отражает энергодефицитные состояния (Флейшман А.Н., 1999) [2].

Мобилизация энергетических и метаболических резервов при физических нагрузках может отражаться изменениями мощности спектра ВСР в VLF-диапазоне. При увеличении мощности VLF волн в покое можно говорить о гипердаптивном состоянии, при снижении VLF волн – о энергодефиците. Несмотря на условный и во многом еще спорный характер подобной интерпретации изменений VLF, она может быть полезной при исследованиях спортсменов, связанных с нарушением метаболических, энергетических и психических процессов в организме [2].

При выраженном утомлении и перетренированности показатель VLF всегда меньше  $240 \text{ мс}^2$  в покое, и при этом в других показателях ВСР чаще отмечается парадоксальная реакция на ортостаз [24].

При малом диапазоне  $MxDMn$  ( $<150, 151\text{--}250 \text{ мс}$ ) значение VLF снижается, а с увеличением диапазона показатель VLF увеличивается.

Сложность физиологической интерпретации данного показателя усугубляется, если не принимается во внимание тренд ЧСС, который обусловлен нестационарными процессами (беспокойное поведение исследуемого, глубокие вдохи, несоблюдение условий записи и посторонние раздражители).

ULF – ультранизкочастотные колебания еще требуют серьезного исследования, и пока в литературе нет единого мнения о физиологической интерпретации их происхождения.

По наблюдениям некоторых авторов этот показатель выражено изменяется под влиянием внешней среды и в частности на сборах в среднегорье, а также перед соревнованиями и при отклонениях в состоянии здоровья [23–26].

#### ***2.4. Оценка преобладающих типов вегетативной регуляции и их характеристики по результатам анализа variability сердечного ритма***

Представление о норме ВСП как среднестатистическом показателе не должно устраивать исследователей, физиологов, врачей, тренеров и спортсменов ввиду наличия индивидуальных типологических особенностей регуляции, разных адаптационно-регуляторных возможностей организма, тренированности, состояния здоровья. Важно понять, что усреднение показателей ВСП у исследуемых с разными преобладающими типами вегетативной регуляции ведет к ложной интерпретации полученных результатов ВСП и, как следствие к дискредитации самого метода [24].

Основываясь на современном учении о вегетативной регуляции физиологических функций и многолетних (более 35 лет) исследований ВСП у детей, подростков и спортсменов, автору пособия удалось разработать новую классификацию оценки преобладающего типа вегетативной регуляции и на этой основе определить новый подход к вопросам спортивной подготовки [1].

На основании многочисленных исследований ВСП были определены количественные и качественные критерии наиболее информативных показателей ВСП (MxDMn, SI, VLF), с целью выявления типологических особенностей регуляции сердечного ритма (табл. 3). Значение MxDMn означает работу синусового узла, SI – характеризует общее напряжение организма, VLF – определяет психофизиологическое напряжение и энерго-метаболические процессы. При этом подчеркивается, что другие показатели ВСП также важно учитывать при интерпретации полученных результатов.

**Классификация преобладающих типов вегетативной регуляции  
сердечного ритма по данным анализа ВСР (Шлык Н.И., 1992, 2009, 2020)**

Типы регуляции	Физиологическая интерпретация	Показатели ВСР и диапазоны		
		MxDMn мс	SI усл.ед.	VLf мс <sup>2</sup>
<b>I тип</b>	Умеренное преобладание центрального контура регуляции	<b>151-250</b>	<b>&gt;100</b>	<b>&gt;240</b>
<b>II тип</b>	Выраженное преобладание центрального контура регуляции	<b>&lt;150</b>	<b>&gt;100</b>	<b>&lt;240</b>
<b>III тип</b>	Умеренное преобладание автономного контура регуляции	<b>251-350</b> <b>351-450</b> <b>451-550</b>	<b>&lt;100</b> <b>&gt;30</b>	<b>&gt;240</b>
<b>IV тип</b>	Выраженное преобладание автономного контура регуляции	<b>551-650</b> <b>651-750</b>	<b>&gt;10</b> <b>&lt;30</b>	<b>&gt;240</b> <b>TP&gt;4000</b> <b>&lt;10000</b>
<b>IV тип патологический</b>	Существенно выраженное преобладание автономного контура регуляции. Для высокотренированных спортсменов при отсутствии неблагоприятных реакций на ортостаз может трактоваться как норма. При неблагоприятных реакциях на ортостаз (парадоксальных, гипер- и гипореакциях) относится к патологическому типу.	<b>&gt;750</b>	<b>&lt;10</b>	<b>&gt;500</b> <b>TP&gt;10000-40000</b>

На рис. 14 представлены данные анализа ВСР у лиц от 7 до 21 года с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции, согласно которым вне зависимости от возраста выделены четыре типа регуляции с количественно-качественными различиями в показателях ВСР, характеризующие разный уровень вегетативного гомеостаза. Исходя из этого, важно понять, что нельзя усреднять показатели ВСР в каждой возрастной группе у лиц с разными типами регуляции, это приведет к ложной интерпретации полученных результатов.

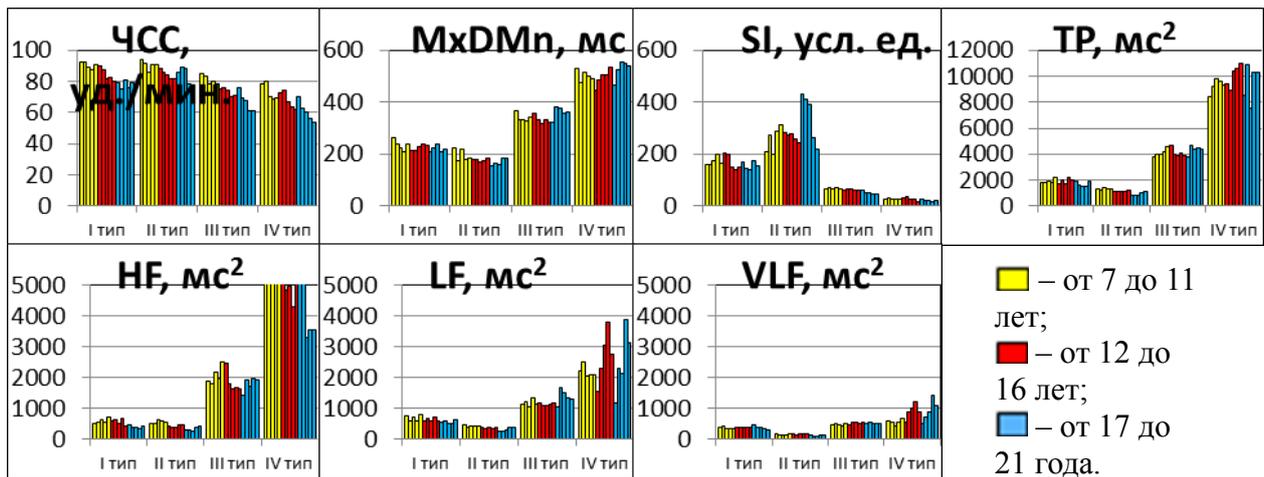


Рис. 14. Показатели вариабельности сердечного ритма в покое у лиц в возрасте от 7 до 21 года с разными преобладающими типами вегетативной регуляции

Подлежат усреднению показатели ВСР только с одинаковым типом регуляции (табл. 9).

Подобный подход к оценке функционального состояния чрезвычайно важен для системы физиологического и медицинского контроля. Определение преобладающего типа вегетативной регуляции позволяет в каждый момент прогнозировать индивидуальное функциональное состояние организма, его регуляторно-адаптивные возможности, работу синусового узла, грамотно управлять тренировочным процессом и динамическим здоровьем каждого спортсмена. Преобладающий тип регуляции может изменяться при физических, психических перегрузках, изменении внешней среды и донозологических состояниях. Важно своевременно определять устойчивость вегетативного баланса [23–25].

Таблица 9

**Показатели ВСР у школьников 12-15 лет с разными типами регуляции (M±m)**

Возраст	Тип ВР	ЧСС уд/мин	R-R мс	MxDMn мс	RMSSD мс	pNN50 %	CV %	SI, усл.ед.	TP, мс²	HF, мс²	LF, мс²	VLF, мс²	ULF мс²
12 лет	I	90,2	668,0°	211,3°	33,4°	9,9°	6,6°	204,9°	1750,4°	598,9°	591,9°	366,9	192,6°
		±1,9	±13,8	±10,7	±2,7	±1,9	±0,4	±23,0	±215,9	±105,3	±93,8	±50,5	±34,5
	II	88,0	687,8°	181,1°	29,8°	7,7°	5,4°	284,8°	1129,0°	424,5°	378,4°	152,4°	164,2°
		±1,9	±15,5	±9,8	±2,7	±2,0	±0,3	±42,7	±111,6	±67,9	±43,3	±11,7	±26,5
	III	75,2	805,3	354,8	74,5	43,8	9,1	60,7	4695,9	2485,0	1170,0	484,4	556,6
		±1,4	±15,3	±13,1	±3,2	±2,0	±0,4	±4,2	±342,5	±304,7	±84,9	±44,5	±80,1
	IV	73,0	825,3	446,8*	120,3*	59,8*	12,2°	29,0°	9361,2*	6401,0*	1559,2	527,4	873,6
		±3,6	±39,0	±35,0	±22,0	±5,7	±0,8	±7,6	±2031	±1512	±431,6	±32,0	±265
13 лет	I	87,4	696,3°	215,5°	36,7°	13,3°	6,7°	196,6°	2032,2°	631,0°	656,0°	393,2*	336,9*
		±2,3	±18,8	±7,7	±3,2	±2,2	±0,3	±22,3	±170,0	±97,1	±70,4	±34,1	±76,1
II	86,2	707,0°	178,8°	29,4°	9,7°	4,9°	273,5°	1068,3°	375,4°	349,3°	148,0°	188,6°	

	III	±2,7	±20,4	±9,5	±2,1	±2,1	±0,2	±30,4	±97,7	±47,8	±47,7	±10,9	±30,5	
		75,7	797,9	333,5	65,2	39,5	8,4	63,3	4019,2	1790,1	1100,9	526,3	601,8	
		±1,4	±14,4	±10,7	±4,0	±2,7	±0,2	±5,2	±251,3	±200,6	±54,5	±49,2	±70,9	
	IV	74,4	812,3	483,4°	105,1°	55,8°	12,1°	33,5°	8872,4°	4852,8°	2306,6°	885,4	827,5	
		±2,2	±25,5	±21,8	±9,6	±3,9	±0,4	±3,1	±1018,8	±773,0	±279,3	±188	±148,1	
		81,4	743,5°	226,7°	37,1°	16,7°	6,2°	149,8°	1748,6°	505,1°	604,7°	365,8°	279,4°	
14 лет	I	±2,0	±18,3	±7,9	±3,4	±3,3	±0,2	±14,3	±114,1	±74,9	±62,1	±28,2	±29,5	
		83,9	724,8°	170,1°	29,6°	8,4°	4,9°	279,6°	1101,9°	398,3°	393,8°	152,1°	157,7°	
	II	±2,2	±20,8	±7,9	±1,5	±1,4	±0,3	±25,8	±96,2	±51,0	±40,5	±11,8	±25,2	
		74,2	815,5	319,1	64,5	39,3	8,2	67,4	3916,9	1629,3	1083,3	539,5	660,5	
	III	±1,4	±15,0	±9,5	±2,9	±2,3	±0,3	±3,5	±211,1	±131,2	±77,0	±45,3	±103,3	
		66,5	921,3*	502,6°	123,6°	56,3°	11,5°	26,4°	10441°	4954,2°	3061,6*	1018°	1406,6°	
	IV	3,4	±47,1	±31,2	±9,8	±5,2	±0,7	±4,5	±1936,8	±838,0	±802,1	±171	±417,7	
		82,5	732,5°	240,5°	39,6°	15,3°	6,8*	142,8°	2154,1°	670,6°	701,0°	368,8*	413,7	
	15 лет	I	±2,1	±18,2	±9,0	±4,8	±3,1	±0,3	±11,6	±187,1	±112,2	±68,4	±15,5	±128,4
			81,8	759,4	172,1°	33,8°	9,3°	4,9°	260,3°	1115,0°	449,9°	344,1°	155,3°	165,8°
		II	±4,7	±49,6	±4,6	±3,2	±2,1	±0,3	±36,2	±102,4	±89,6	±49,7	±16,4	±20,5
			69,8	866,9	329,8	66,8	41,8	7,9	61,8	4039,0	1684,8	1141,3	489,8	723,1
III		±1,5	±21,7	±11,7	±3,6	±3,0	±0,3	±4,8	±274,0	±177,6	±132,1	±42,9	±144,5	
		64	963,7	505,5°	115,0°	57,7	11,3°	24,8°	10632,8°	4296,5*	3809,2*	1220*	1307,0	
IV		±5,0	±62,2	±29,4	±16,2	±9,3	±0,4	±8,5	±1178,5	±1002,5	±946,0	±300	±293,1	

\* – достоверные различия показателей ВСР относительно III типа регуляции при  $P < 0,05$ ;

° – достоверные различия показателей ВСР относительно III типа регуляции при  $P < 0,001$ .

### **Определение I типа вегетативной регуляции по результатам анализа ВСР**

Умеренному преобладанию центральных влияний на ритм сердца у спортсменов соответствует диапазон значения  $MxDMn$  151–250 мс. При этом показатель VLF как больше, так и меньше  $240 \text{ мс}^2$  по сравнению со II типом регуляции при котором этот показатель всегда меньше  $240 \text{ мс}^2$  (табл. 4). При этом типе регуляции в 51% случаев встречаются нарушения вегетативной реактивности на ортостаз. В этом случае увеличивается значение  $MxDMn$  вместо уменьшения, резко возрастает SI, увеличивается амплитуда показателей LF, VLF и ULF волн вместо снижения (табл. 10, 11).

Таблица 10

#### **Показатели ВСР у пловцов в покое и ортостазе с I типом вегетативной регуляции и диапазоном $MxDMn$ 151–250 мс после выходного дня**

<b><math>MxDMn</math> 151-250</b>																				
№	Дата и время	Комментарии к обследованию	HR, уд./л		$MxDMn$ , л				SI		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
			Леж	Стоя	Леж	Стоя	Леж	Стоя	Леж	Стоя	Леж	Стоя	Леж	Стоя	Леж	Стоя	Леж	Стоя	Леж	Стоя
1	16.09.19	вчера выходной, самочувв хорошее	69	85	208	206	138	165	1661	1337	487	101	532	593	461	312	181	332		
2	24.06.19	вчера выходной, самочувв норм	90	106	182	134	281	422	1081	1231	206	471	258	509	383	190	235	61		

□ – выделенные показатели ВСР указывают на отклонения от нормы.

**Показатели ВСП у пловцов в покое и ортостазе с I типом вегетативной регуляции и диапазоном MxDMn 151–250 мс после плавания в предыдущий день**

MxDMn 151-250																		
№	Дата и время	Комментарии к обследованию	HR, уд./		MxDMn,		SI		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
			Леж	Стоя	Леж	Стоя	Леж	Стоя	Леж	Стоя	Леж	Стоя	Леж	Стоя	Леж	Стоя	Леж	Стоя
1	07.08.19	вчера плавание 1 час, самочув норм	80	111	223	173	151	274	1385	1500	430	112	564	506	227	471	164	410
2	07.08.19	вчера плавание 1 час, самочув норм	78	103	217	180	124	274	1710	1201	262	51	439	609	342	258	667	281
3	07.08.19	вчера плавание 1 час, самочув норм	79	103	245	149	108	456	2231	1406	548	86	737	632	708	324	238	364
4	07.08.19	вчера плавание 1 час, самочув норм	97	107	178	175	320	298	963	1397	267	139	338	773	236	331	121	154
5	07.08.19	вчера плавание 1 час, самочув норм	95	141	185	70	243	2193	1343	154	249	4	553	88	334	51	208	11
6	14.08.19	вчера 1 плавание 1 час 30 мин, 2 зал 1 час, плавание 1 час, самочув нормальное	67	103	202	125	142	600	1502	639	547	75	588	446	181	68	186	51

□ – выделенные показатели ВСП указывают на отклонения от нормы.

**Определение II типа вегетативной регуляции по данным анализа ВСП**

При неоптимальном управлении происходит активизация все более высоких уровней управления. Это выражается в высокой стабильности сердечного ритма. Напряжение регуляторных систем в покое может быть высоким, если спортсмен не имеет достаточных функциональных резервов. При выраженном преобладании центрального контура регуляции (II тип) в отличие от I типа имеются более низкие диапазоны MxDMn, TP, HF, LV и особенно VLF и высокие показатели SI. Это говорит о том, что включение в процесс управления центрального контура регуляции дестабилизирует управляемую систему, особенно когда выраженная высокая активность центрально контура (II тип) полностью подавляет процессы саморегуляции [22]. Самое важное, что при этом типе регуляции значения MxDMn меньше 150 мс, а показатель VLF всегда меньше 240 мс<sup>2</sup>. При ортостатическом тестировании в 100% случаев организм спортсменов не зависимо от вида спорта отвечает парадоксальными реакциями. Малый разброс кардиоинтервалов (MxDMn) говорит о напряжённой работе сердца, малое значение VLF (меньше 240 мс<sup>2</sup>) о дефиците энерго-метаболических процессов, а парадоксальные реакции на ортостаз о низких адаптационно-резервных возможностях организма. Длительное напряжение центральных механизмов приводит к истощению процессов регуляции и управления, так как при этом адаптационная деятельность осуществляется на пределе возможностей организма и сопровождается развитием определенных нарушений деятельности вегетативной нервной системы. Это можно проследить в табл. 7 на примере анализа в ВСП юной биатлонистки, у которой имеется постоянно выраженное напряжение центрального контура регуляции в покое и парадоксальные реакции в ответ на ортостатическое тестирование.

**Индивидуальный портрет ВСР у перетренированной биатлонистки  
Л.Е. (14 лет) с постоянно выраженным преобладанием центрального  
контура регуляции (II тип) в покое  
и парадоксальными реакциями на ортостаз**

Дата	ЧСС, уд./мин		MxDMn, мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
01.06.	<b>79</b>	<b>116</b>	<b>108</b>	<b>119</b>	<b>649</b>	<b>924</b>	<b>343</b>	<b>819</b>	<b>90</b>	42	<b>60</b>	<b>477</b>	<b>89</b>	<b>231</b>	<b>105</b>	69
03.06.	76	<b>106</b>	<b>109</b>	<b>135</b>	<b>491</b>	<b>533</b>	<b>429</b>	<b>809</b>	<b>144</b>	64	<b>81</b>	<b>557</b>	<b>141</b>	108	<b>64</b>	<b>81</b>
04.06.	<b>81</b>	<b>111</b>	<b>133</b>	<b>157</b>	<b>525</b>	<b>371</b>	<b>399</b>	<b>770</b>	<b>69</b>	55	<b>67</b>	<b>408</b>	<b>114</b>	111	<b>150</b>	<b>196</b>
05.06.	76	<b>110</b>	<b>165</b>	<b>161</b>	<b>290</b>	<b>510</b>	<b>873</b>	<b>532</b>	<b>248</b>	39	<b>173</b>	<b>308</b>	<b>113</b>	80	339	106
06.06.	74	<b>109</b>	<b>99</b>	<b>152</b>	<b>570</b>	<b>335</b>	<b>333</b>	<b>1285</b>	<b>117</b>	<b>140</b>	<b>118</b>	<b>776</b>	<b>79</b>	<b>266</b>	<b>18</b>	<b>103</b>
07.07.	<b>78</b>	<b>95</b>	<b>132</b>	<b>172</b>	<b>353</b>	<b>229</b>	<b>377</b>	<b>1321</b>	<b>150</b>	<b>173</b>	<b>59</b>	<b>667</b>	<b>72</b>	<b>253</b>	<b>96</b>	<b>228</b>

**95** – выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонение от нормы.

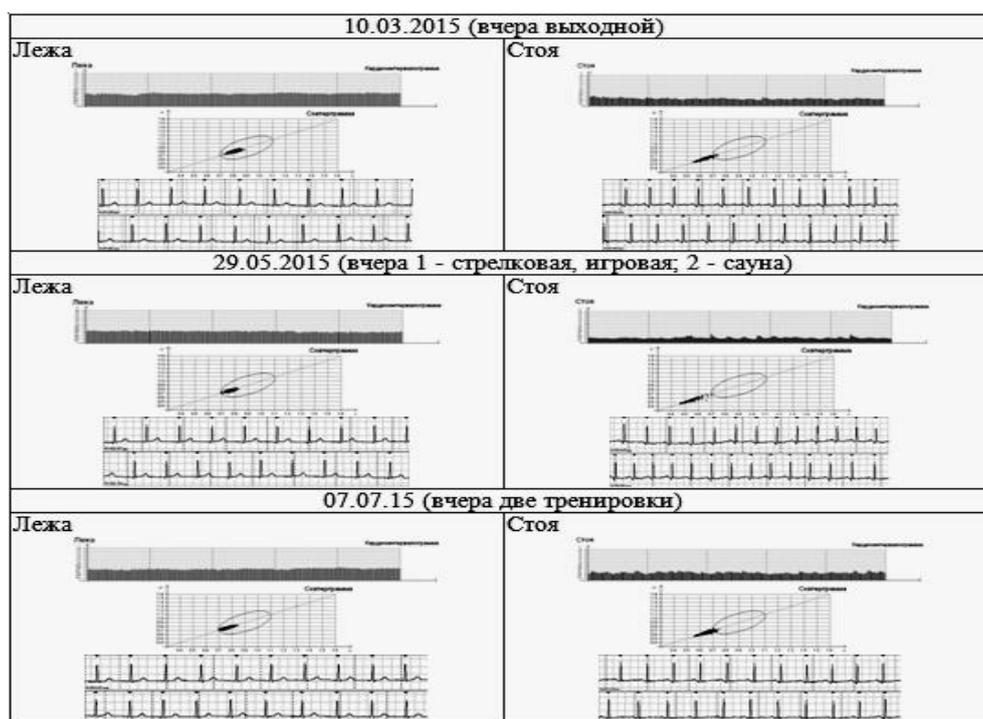


Рис. 15. Особенности кардиоритмограмм, скатерграмм и ЭКГ у перетренированной биатлонистки Л.Е. 14 лет при динамических исследованиях ВСР лежа и стоя

Согласно результатам, представленным в табл. 7 в покое во все дни исследований, у нее имеются низкие значения MxDMn (меньше 150 мс) постоянно низкий показатель VLF, он всегда меньше 240 мс<sup>2</sup>, и высокий SI. При ортостазе во многих случаях исследований ВСР встречается парадоксальный ответ, когда

показатели MxDMn, TP, HF, LF, VLF увеличиваются вместо уменьшения, а SI уменьшается вместо увеличения или резко возрастает.

Визуальная оценка кардиоритмограмм ВСР показывает на отсутствие вариабельности, локальное скопление точек на скатерграммах и изменения на ЭКГ (рис. 15).

Выраженное включение в процесс управления центрального контура регуляции у спортсменки в течение 4 месяцев не корректируется со стороны автономной регуляции, призванной восстанавливать и сохранять гомеостаз. Спортсменка не показывает спортивных результатов. Ее необходимо снять с тренировочного процесса на срок, который определит врач после проведения УМО и применения соответствующих восстановительных средств.

Повышенную симпатическую активность можно объяснить и замедленным созреванием блуждающего нерва (гиповаготония), что сопровождается высоким уровнем катехоламинов в крови, приводящих к вегетативному дисбалансу [18]. Наследственный фактор также во многом определяет особенности структуры гипоталамуса и других образований. Психоэмоциональное напряжение нарушает функционирование лимбико-ретикулярного аппарата, где находятся психические вегетативные центры.

Таблица 13

**Результаты анализа ВСР в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста С.А. утром до тренировки (II тип регуляции)**

Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи	
18.09.	07:43	муж.	16	56	00:04:59	
Основные параметры variability сердечного ритма						
Показатели	Лежа (1)			Стоя (2)		(2-1)/1,%
	Кв.корень	Значение	Оценка	Кв.корень	Значение	
Статистический и автокорреляционный анализ						
1. HR, уд./мин. ....		56	-2,64		79	41,8
5. MxDMn, мс .....		82	-3,32		444	441,9
18. NArr, % .....		1,4			1,8	24,1
19. SI, .....	32,577	1061	3,18	6,658	44	-79,6
Спектральный анализ						
20. TP, мс2 .....	12,073	145,75	-3,74	89,274	7969,78	639,5
21. HF, мс2 .....	6,886	47,42	-2,46	24,235	587,33	251,9
22. LF, мс2 .....	5,284	27,92	-3,9	73,624	5420,45	1293,3
23. VLF, мс2 .....	4,244	18,01	-4,01	33,298	1108,77	684,7
24. ULF, мс2 .....	7,239	52,40	-1,59	29,21	853,22	303,5
33. PHF, % .....		50,8	0,94		8,3	-83,8
34. PLF, % .....		29,9	-1,2		76,2	154,6
35. PVLf, % .....		19,3	0,28		15,6	-19,2

– выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонения от нормы.

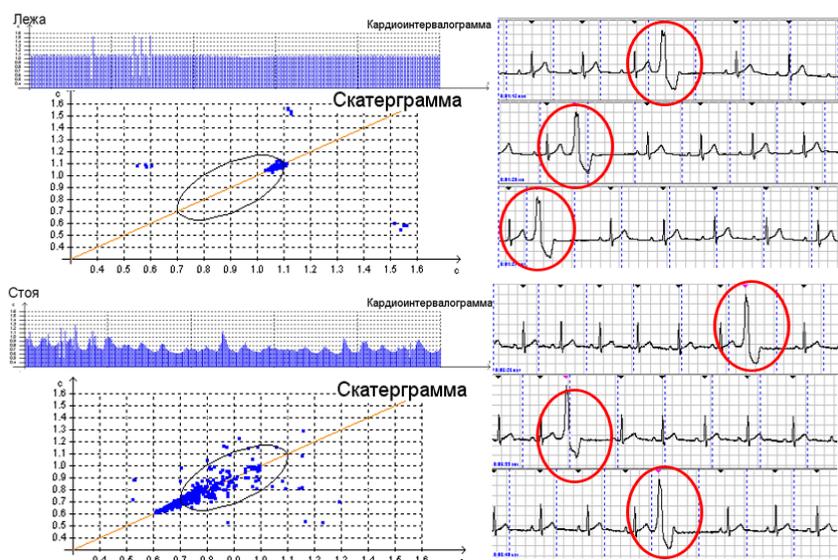


Рис. 16. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста С.А. утром до тренировки

Спортсменов с выраженным устойчивым преобладанием центральной регуляции (II тип) можно отнести к «группе риска» подобные состояния регуляторных систем может служить маркером донозологических состояний, перетренированности, перенапряжения, переутомления, отклонений в состоянии здоровья.

Представлен еще пример (табл. 13, рис. 16) когда у спортсмена в покое очень низкие показатели ВСР  $MxDMn$ , TP, HF, LF, VLF, ULF и очень высокий SI. Визуально в покое на кардиоритмограмме отсутствует вариабельность, на скатерграмме локальное скопление точек вверху эллипса и имеется включение отдельного их разброса. На ЭКГ имеются множественные экстрасистолы. В ортостазе на кардиоритмограмме видно включение (всплески) парасимпатического отдела, что говорит о парадоксальности вегетативной реактивности. Это также подтверждается показателями ВСР на ортостаз, когда показатели  $MxDMn$ , TP, HF, LF, VLF, ULF вместо уменьшения увеличиваются, а SI вместо увеличения резко снижается. В приложении показан ряд примеров с результатами анализа ВСР и ЭКГ у перетренированных спортсменов, которые продолжали тренировочный процесс. Эти спортсмены нуждались в срочном углубленном медицинском обследовании.

Поэтому выявление у спортсменов на любых этапах тренировочного процесса постоянно выраженного преобладания центральной регуляции (II тип) с изменениями на ЭКГ в покое и ортостазе требует пристального внимания тренеров, физиологов и врачей.

Однако имеются результаты показателей ВСР со II типом регуляции, когда в покое и ортостазе отсутствуют изменения на ЭКГ и со стороны вегетативной реактивности. Рассмотрение таких результатов исследования ВСР требует осо-

бого подхода, чаще встречаются в конце соревновательного периода у отдельных спортсменов.

Результаты проведенных многолетних исследований у спортсменов приводят к заключению о том, что для поддержания нормального уровня функционирования сердца, организм спортсменов со II типом регуляции затрачивает больше усилий, нежели организм спортсменов с умеренным преобладанием автономной регуляции (III тип).

### ***Тип с умеренным преобладанием автономного контура регуляции (III тип)***

Выделенные в качестве оптимального типа вегетативной регуляции умеренного преобладания автономной регуляции (III тип) подтверждает известное положение, что именно управляемая саморегуляция, позволяет достигнуть оптимума без перенапряжения системы управления [2; 3]. То есть, при оптимальном уровне регулирования управление происходит с минимальным участием высших уровней управления, с минимальной централизацией управления.

Диапазоны значений  $MxDMn$  ВСР в пределах 251–350 мс и умеренные показатели HF, LF, ULF, VLF отражают нижнюю границу, диапазоны значения  $MxDMn$  351–450 мс – среднюю, а 451–550 мс – верхнюю границу оптимального состояния автономного контура регуляции сердечного ритма (III тип) при отсутствии неблагоприятных реакций на ортостаз и изменений на ЭКГ.

Парадоксальные реакции на ортостаз при этом типе регуляции могут проявляться только при избыточности тренировочных нагрузок и при начальных признаках заболеваний ведущих к ухудшению вегетативной реактивности. Именно для точной оценки типа регуляции в покое необходимо проводить ортостатическое тестирование.

При III типе регуляции, по сравнению с испытуемыми I и II типов, достоверно больше длительность R-R и вариационный разброс кардиоинтервалов ( $MxDMn$ ), меньше SI, умеренно выраженная суммарная площадь TP спектра и его волновая структура (HF, LF, VLF, ULF). Умеренное преобладание абсолютных значений HF над LF волнами, свидетельствует об оптимальном взаимодействии между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС и центральными структурами регуляции сердечного ритма.

Подобное состояние ВСР можно принять за физиологическую норму в оценке регуляторно-адаптивных возможностей организма. Предположение о наличии физиологической «нормы» ВСР у лиц с умеренным преобладанием автономной регуляции подтверждают многочисленные данные анализа ВСР у здоровых спортсменов [22]. У спортсменов с умеренным преобладанием автономного контура регуляции независимо от квалификации, специфики спорта выявлены

более высокие функциональные и регуляторно-адаптивные возможности организма, по сравнению со спортсменами с преобладанием центрального контура регуляции (I и II типы).

Понятие нормы включает в себя способность организма спортсмена адекватно изменять свои функциональные параметры и сохранять оптимальность в различных периодах и условиях тренировочного процесса (например, в среднегорье на сборах и т. д.). В табл. 14 и рис. 17 представлены результаты анализа ВСР с умеренным преобладанием автономной регуляции.

Таблица 14

**Показатели ВСР в покое и ортостазе у биатлонистки К.У. МСМК с преобладанием III типа регуляции утром перед очередной тренировкой**

Дата	ЧСС		MxDMn		SI		TP		HF		LF		VLF		ULF	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
12.06.20	47	71	423	314	21	58	8716	5377	4938	178	2498	3236	702	547	578	1414
03.07.20	56	78	498	236	16	131	8347	2801	3804	110	1445	2354	498	229	2589	107
09.09.20	46	71	593	273	11	72	10354	2726	6625	106	1393	1623	1041	193	1294	803
12.09.20	47	80	429	231	22	160	5386	1993	3423	43	634	1577	447	177	880	194
15.09.20	58	76	461	218	18	136	5933	1514	2810	103	905	1100	570	105	1646	204

100 – выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают отклонение от нормы.

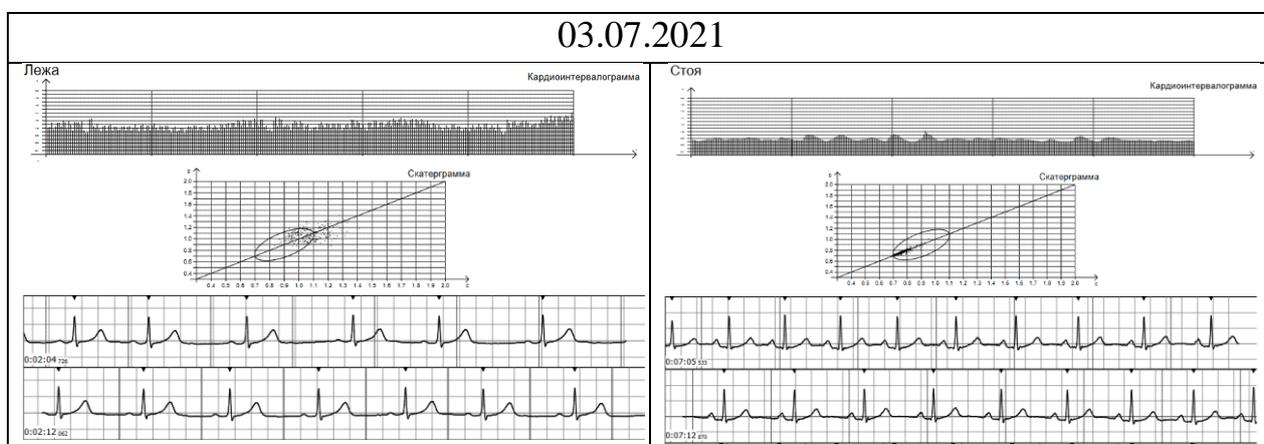


Рис. 17. Показатели кардиоинтервалограмм, скатерграмм ВСР и ЭКГ у биатлонистки К.У. МСМК с преобладанием III типа регуляции утром перед очередной тренировкой

У этой спортсменки (МСМК, входит в сборную страны) умеренное преобладание автономного контура регуляции в покое, отсутствие парадоксальных реакций на ортостаз, хорошее восстановление после предыдущих тренировочных дней (III тип). Можно обратить внимание на то, что в ответ на ортостаз у высококвалифицированной биатлонистки во все дни исследований увеличены показатели LF.

### ***Определение IV типа регуляции с выраженным преобладанием автономного контура***

Активность соответствующих уровней регуляции тем выше, чем больше мощность медленно-волновых составляющих спектра ВСП. Чем выше уровень регуляции, тем больший объем информации он должен переработать, тем длиннее период колебаний, связанный с его деятельностью. Поэтому смещение периода спектральной составляющей ВСП в сторону увеличения можно интерпретировать как передачу управления на более высокий уровень, как включение в процесс управления дополнительных звеньев [1; 3].

При сравнении показателей ВСП у лиц IV типа и I, II и III типов регуляции выявлено, что при IV типе имеются самые большие значения R-R, большой вариационный размах кардиоинтервалов (MxDMn), самые низкие показатели SI и самые высокие значения суммарной мощности спектра (TP) и ее составляющих HF, LF, VLF, ULF волн.

В данном примере показаны результаты анализа ВСП у биатлонистки МС (17 лет) с выраженным преобладанием автономного контура регуляции (табл. 10). У нее имеется большой диапазон значений MxDMn >650 мс, большие показатели TP, HF, LF, ULF, VLF при очень малом значении SI и выражено преобладают вазомоторные волны (LF) над дыхательными (HF). В ортостазе отсутствуют парадоксальные реакции, но присутствуют гипореакции и гиперреакции. Имеются отклонения на ЭКГ (рис. 18).

Однако имеются данные о том, что выраженная брадикардия и повышенный тонус блуждающего нерва, способны развиться как вследствие продолжительного поддержания хорошей физической формы и могут повысить риск внезапной смерти в состоянии покоя, в основном сразу после завершения тренировки [16; 17]. Поэтому постоянно выраженное преобладание автономного контура регуляции (IV тип) может носить патологический характер и быть причиной серьезных отклонений со стороны сердечно-сосудистой системы. Мы неоднократно обращали внимание тренера и врачей к серьезному медицинскому обследованию данной спортсменки. В конце 2021 года она ушла из спорта.

### Сравнение данных индивидуального портрета ВСП у биатлонистки К.А.(МС) на сборах в 2015, 2017, 2021 гг.

Дата	ЧСС, уд/мин		MxDMn мс		SI		TP		HF		LF		VLF		ULF	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
2015																
24.03.15	44	84	<b>727</b>	210	6	136	<b>21821</b>	2019	1763	121	<b>6791</b>	1104	4582	405	8684	389
04.04.15	42	75	<b>713</b>	236	5	116	<b>25545</b>	2375	2999	153	<b>12286</b>	910	5348	370	4912	941
21.05.15	43	79	<b>755</b>	267	7	90	<b>15942</b>	2234	2169	239	<b>3950</b>	1532	4391	435	5432	28
16.06.15	41	99	<b>676</b>	140	10	372	<b>14644</b>	802	2450	44	<b>6752</b>	333	1101	232	4341	193
22.06.15	44	105	<b>788</b>	138	6	409	<b>41485</b>	693	8151	35	<b>20335</b>	365	5308	162	7690	131
2017																
13.11.17	49	73	<b>778</b>	275	8	92	<b>40177</b>	5272	<b>26499</b>	618	<b>9337</b>	2546	3500	755	841	1353
17.11.17	44	80	<b>824</b>	210	8	137	<b>34346</b>	1881	<b>18254</b>	109	<b>9433</b>	764	4145	700	2514	308
21.11.17	50	77	<b>734</b>	227	7	125	<b>27508</b>	1889	<b>20135</b>	160	<b>5157</b>	1152	585	165	1631	412
22.11.17	48	76	<b>739</b>	295	4	67	<b>33253</b>	3615	<b>23628</b>	166	<b>5043</b>	1800	2034	1040	2548	610
23.11.17	50	70	<b>718</b>	387	7	48	<b>27697</b>	5524	<b>18541</b>	685	<b>5397</b>	2973	1784	1200	1975	667
2021																
24.05.21	40	79	<b>672</b>	215	9	132	<b>10639</b>	1940	<b>6253</b>	102	2609	1022	674	305	1102	509
9.06.21	45	75	<b>752</b>	233	5	132	<b>28819</b>	2579	<b>20292</b>	69	3840	1623	2112	535	2573	351
18.06.21	45	80	<b>693</b>	221	8	106	<b>21394</b>	2235	<b>14380</b>	76	4748	952	962	420	1303	786
9.07.21	40	73	<b>700</b>	237	7	112	<b>12469</b>	1964	<b>7953</b>	77	2331	1462	550	183	1633	241
20.07.21	40	61	<b>795</b>	257	6	49	<b>25296</b>	5653	<b>14918</b>	701	7448	2458	1110	1449	1818	1043
12.08.21	38	62	<b>837</b>	289	6	68	<b>29093</b>	2508	<b>8042</b>	261	7544	1103	3496	517	10009	626

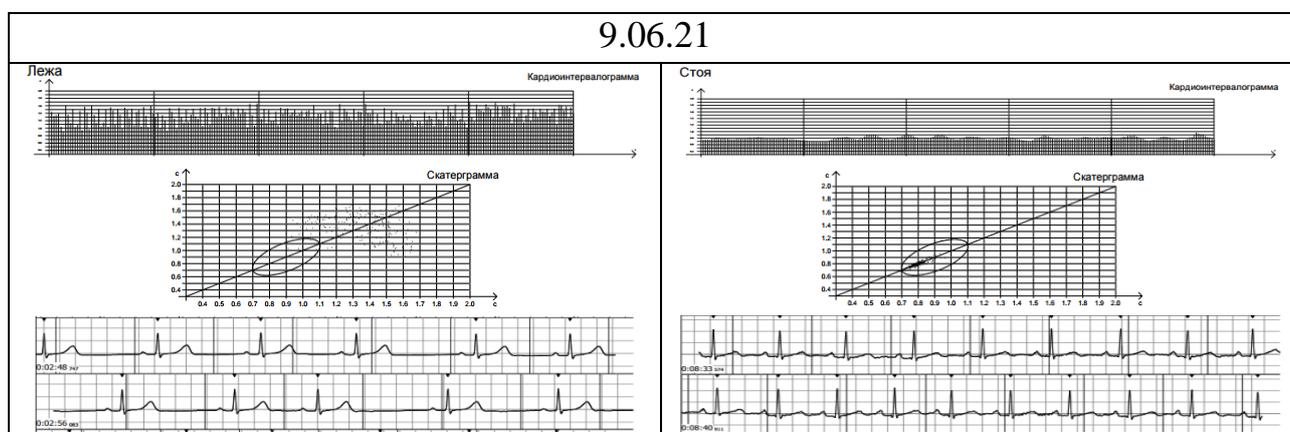


Рис. 18. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСП и ЭКГ  
у биатлонистки К.А.(МС)

При анализе ВСР выраженное преобладание автономного контура регуляции (IV тип) чаще встречается у спортсменов при форсированных физических нагрузках. Увеличение R-R и разброса кардиоинтервалов (MxDMn), >650 мс, на фоне умеренной брадикардии резкое снижение SI и наряду с этим существенное увеличение значений TP, HF, VLF, и ULF указывает на выраженное утомление. При этом выявляемая высокая частота аритмий при выраженном преобладании автономного контура регуляции влияет на интерпретацию показателей ВСР. В этом случае нужно вести речь не о состоянии регуляции, а о нарушениях работы синусового узла. В данном примере (табл. 11, рис. 19) в соревновательном периоде у спортсмена нарастают значения MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF в покое. В ортостазе имеются гиперреакции и патологические изменения на кардиоинтервалограммах, скатерграммах ВСР и ЭКГ (IV патологический тип).

Спортсмен перетренирован, но тренер продолжал форсировать тренировочные нагрузки, что привело к серьезным нарушениям сердечного ритма.

Выраженное преобладание автономного контура регуляции (IV тип) у юных спортсменов свидетельствует об ускоренном, нерациональном пути повышения адаптации сердца и его перенапряжении.

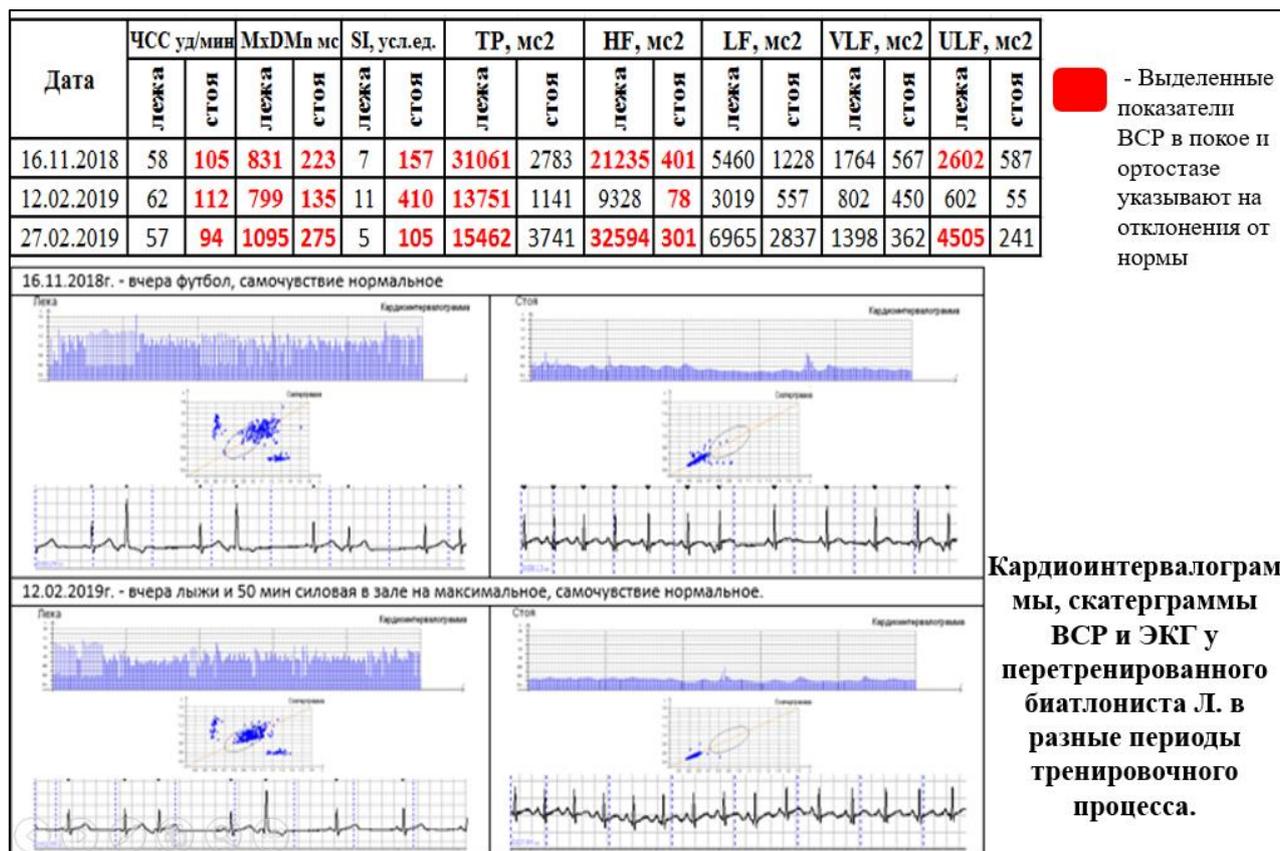


Рис. 19. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ у перетренированного биатлониста Л. в покое и ортостазе в разные периоды тренировочного процесса (IV тип патологический)

Экспресс-оценка ВСР даже без анализа ЭКГ по кардиоинтервалограмме и скатерграмме позволяет определить нарушение ритма сердца и вовремя направить спортсмена к специалистам. Как показывает практика, при использовании метода анализа ВСР, особенно с ортопробой, у спортсменов нарушения сердечного ритма выявляются чаще спортивными физиологами, чем их обнаруживают врачи на коротких записях ЭКГ в покое. В этом случае врачи просматривают серьезные нарушения сердечного ритма при прохождении спортсменом УМО.

Подводя итоги сказанному можно отметить, что не может быть грамотного подхода к тренировочному процессу спортсменов (особенно юных) по ЧСС без ежедневного контроля за состоянием индивидуального вегетативного баланса в покое и вегетативной реактивности при ортостазе, то есть без анализа ВСР.

### ***2.5. Ортостатическое тестирование и характер вегетативных реакций при анализе вариабельности сердечного ритма у спортсменов с разным преобладающим типом регуляции***

Проведение ортостатического тестирования при анализе ВСР является важным, так как позволяет более детально определять уровень вегетативной реактивности и резервных возможностей организма спортсменов путем определения активности автономного и центрального контуров регуляции. Эта проба применяется многими исследователями при анализе ВСР, однако трактовка полученных результатов очень разноречива.

В работах Шлык Н.И. [25; 26] установлено, что типы регуляции различаются не только по вегетативному балансу, но по вегетативной реактивности, которая определяется по ортостатическому тестированию.

Установлено, что характер вегетативной реакции организма на ортостаз в первую очередь зависит от преобладающего типа вегетативной регуляции, а не от возраста спортсмена и вида спорта. По результатам анализа ВСР выявлено четыре варианта реакции на ортостатическое тестирование (оптимальная реакция, парадоксальная реакция, гипореакция, гиперреакция).

При этом в первую очередь важно обращать внимание на исходные значения показателей  $MxDMn$  и VLF в покое. Установлено, чем меньше исходные показатели вариационного размаха кардиоинтервалов ( $MxDMn$ ) и очень низкочастотных волн (VLF), тем больше напряжение регуляторных систем и более выражена парадоксальная вегетативная реактивность на ортостатическое воздействие.

Так например, при исходном значении VLF больше  $240 \text{ мс}^2$  реакция регуляторных систем на ортостатическое воздействие носит оптимальный характер (увеличивается ЧСС, SI, уменьшаются показатели  $MxDMn$ , TP, HF, LF, VLF),

а при значении VLF меньше  $240 \text{ мс}^2$  имеется парадоксальный ответ (увеличиваются значения  $MxDMn$ , TP, LF, VLF, вместо уменьшения и снижается показатель, а SI вместо увеличения) (рис. 20).

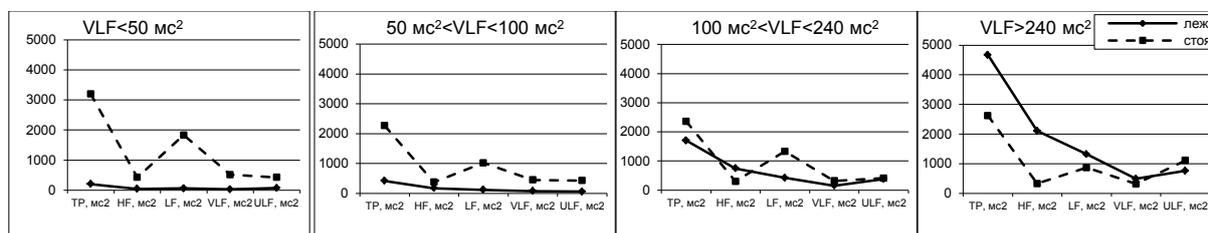


Рис. 20. Особенности вегетативной реактивности при ортостатической пробе при разных исходных значениях VLF  $\text{мс}^2$

Представленный анализ ВСП у трех спортсменок в табл. 16 и рис. 11 показывает, что после предыдущего тренировочного дня они различаются между собой по уровню вегетативного гомеостаза, вегетативной реактивности на ортостаз и уровню восстановления. Исходя из данных анализа ВСП, только биатлонистка (Л.) имеет оптимальный уровень вегетативного баланса в покое (III тип) и нормальную реакцию на ортостатическую пробу, что говорит о хорошем восстановлении и функциональной готовности организма к выполнению нового объема тренировочных нагрузок. Две другие спортсменки М. и К. полностью не восстановились, и особенно биатлонистка М. Она имеет выраженное преобладание центрального контура регуляции в покое (II тип) и парадоксальную реакцию на ортостаз (увеличение показателей  $MxDMn$ , TP, HF, LF, VLF вместо снижения). Важно подчеркнуть, что выраженное включение в процесс управления центрального контура регуляции у этой спортсменки не поддается коррекции со стороны автономного контура регуляции в результате перетренированности. Обе спортсменки М. и К. подлежат углублённому медицинскому обследованию (УМО).

Таким образом, проведение ортостатической пробы при анализе ВСП позволяет более точно определить функциональное состояние и степень перетренированности организма по состоянию недостаточного, избыточного или парадоксального включения вегетативного управления.

### Результаты экспресс-анализа ВСР у спортсменок после предыдущего тренировочного дня (утром)

	ЧСС, уд./мин.		MxDMn, мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
28.03																
Л.	56	73	395	320	28	64	5979	2197	2915	522	1933	761	712	488	418	425
М.	<b>87</b>	<b>92</b>	230	<b>252</b>	<b>145</b>	<b>163</b>	1919	<b>2539</b>	292	<b>580</b>	779	<b>1059</b>	<b>117</b>	<b>468</b>	731	432
К.	61	78	<b>501</b>	<b>405</b>	19	<b>35</b>	6870	<b>6371</b>	3897	1301	1724	<b>2292</b>	621	<b>927</b>	629	<b>1851</b>

\* выделенные показатели ВСР указывают на их парадоксальные значения.

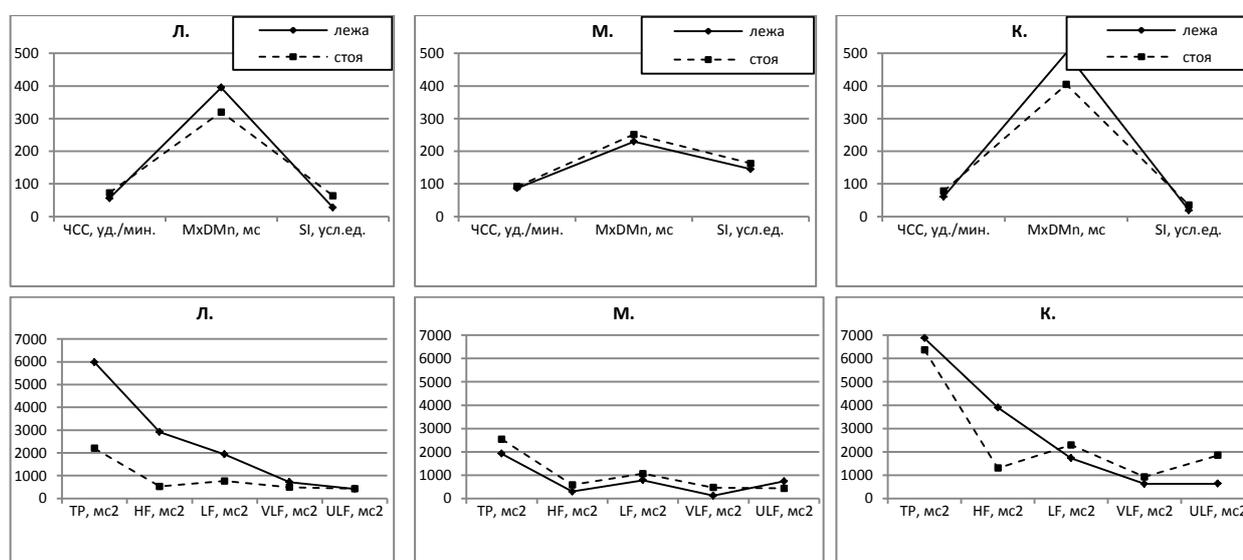


Рис. 21. Данные анализа ВСР у трех биатлонисток 14-ти лет при ортостазе на следующий день после выполнения одинаковых тренировочных нагрузок

Данные анализа ВСР юных спортсменов с III и IV типами регуляции носят совсем иной характер вегетативной реактивности на ортостаз по сравнению со спортсменами с преобладанием центрального контура регуляции (рис. 21).

У них в ответ на ортостаз, уменьшаются временные показатели ВСР, MxDMn и умеренно увеличивается SI, снижаются абсолютные показатели спектра ВСР HF, LF, VLF. Подобная реакция регуляторных систем на ортостатическое воздействие является оптимальной и свидетельствует о хороших функциональных и регуляторно-адаптивных возможностях организма. У спортсменов с выраженным преобладанием автономного контура регуляции (IV тип) вегетативная реактивность на ортостатическое воздействие более выражена. Этот вариант реакции на ортостаз в основном характерен для высокотренированных или перетренированных спортсменов, но с иной трактовкой результатов.

У последних она должна рассматриваться как гиперреакция и чаще выражается в аритмическом варианте. В этом случае нужно говорить о нарушении работы синусового узла.

Ортостатическая проба с одновременным определением функционального состояния симпатико-адреналовой системы позволяет диагностировать синдром перенапряжения сердца у спортсменов, несмотря на отсутствие изменений со стороны кардио- и гемодинамики в покое [24; 26].

Таким образом, анализ ВСР выявил, что в зависимости от преобладающего типа вегетативной регуляции реакция дыхательных (HF), вазомоторных (LF) и эрготропных надсегментарных (VLF) центров на ортостатическое воздействие количественно и качественно различна [2; 3].

Поэтому появление неблагоприятных реакций на ортостаз требует пристального внимания спортивного физиолога, врача и тренера. Однако многими исследователями эта проба игнорируется. И тем самым открывается возможность для ложной интерпретации результатов ВСР полученных в покое. Таким образом, оценка вегетативного баланса в покое и вегетативной реактивности при ортостазе с учетом преобладающего типа регуляции позволяет избежать ошибок в трактовке результатов анализа ВСР.

## ***2.6. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов циклических видов спорта в тренировочном процессе***

### **2.6.1. Оценка качества тренировочного процесса у лыжников-гонщиков и биатлонистов по результатам динамических исследований вариабельности сердечного ритма в покое и ортостазе**

Цель исследования – показать, что по результатам ежедневного экспресс-анализа вариабельности сердечного ритма ВСР с учетом индивидуального типа вегетативной регуляции можно с успехом оценивать качество и нарушения в тренировочном процессе, своевременно определять появление ранних признаков перетренированности и возможность прогнозирования спортивных результатов у лыжников-гонщиков и биатлонистов.

Методы и организация исследования. Под наблюдением находилось 54 лыжника-гонщика и 40 биатлонистов 15–24 лет (квалификация от I взрослого разряда до МС) сборных команд Удмуртской Республики на протяжении всех периодов тренировочного процесса. Основным методическим подходом в оценке качества тренировочного процесса был ежедневный экспресс-анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) в покое и ортостазе с учетом индивидуального типа вегетативной регуляции и вегетативной реактивности. Экспресс-анализ ВСР проводился у каждого спортсмена ежедневно перед очередной трениров-

кой с помощью аппарата «Варикард 2.51» и программы «Варикард МП» в положениях лежа 5 минут и стоя 6 минут. Использование программы «Варикард МП» позволяло одновременно регистрировать ВСР у четырех спортсменов. За 30 минут исследовалась вся команда, что позволяло тренеру иметь полную информацию о функциональной подготовленности, адаптационно-резервных возможностях и восстановительных процессах каждого спортсмена и вовремя вносить коррективы в тренировочный план. Всего проведено более 2500 исследований ВСР.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Согласно полученным результатам экспресс-анализа ВСР в каждом периоде тренировочного процесса было установлено, как правило, отсутствие индивидуального подхода к планированию тренировочных нагрузок как у лыжников-гонщиков, так и биатлонистов.

В табл. 17 представлены результаты анализа ВСР в покое и ортостазе у двух биатлонистов с одинаковой ЧСС (51 уд/мин), но разным уровнем вегетативного баланса и вегетативной реактивности организма. Согласно показателям ВСР у первого спортсмена выражено преобладают центральные структуры регуляции. Это видно по малым значениям показателей ВСР в покое (MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF) большому SI и парадоксальным реакциям на ортостаз (увеличение значений MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF вместо снижения, уменьшение SI вместо увеличения).

Таблица 17

**Различия в показателях ВСР в покое и ортостазе у двух биатлонистов при одинаковой ЧСС (51 уд/мин)**

№	ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
<b>1</b>	51	67	<b>173</b>	<b>200</b>	<b>161</b>	<b>138</b>	<b>900</b>	<b>1045</b>	<b>411</b>	93	<b>261</b>	<b>490</b>	<b>192</b>	<b>281</b>	<b>36</b>	<b>182</b>
<b>2</b>	51	61	<b>600</b>	318	14	45	<b>22040</b>	3616	<b>7092</b>	1814	<b>6541</b>	1028	<b>3241</b>	<b>441</b>	<b>5165</b>	332

\*выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонения от нормы.

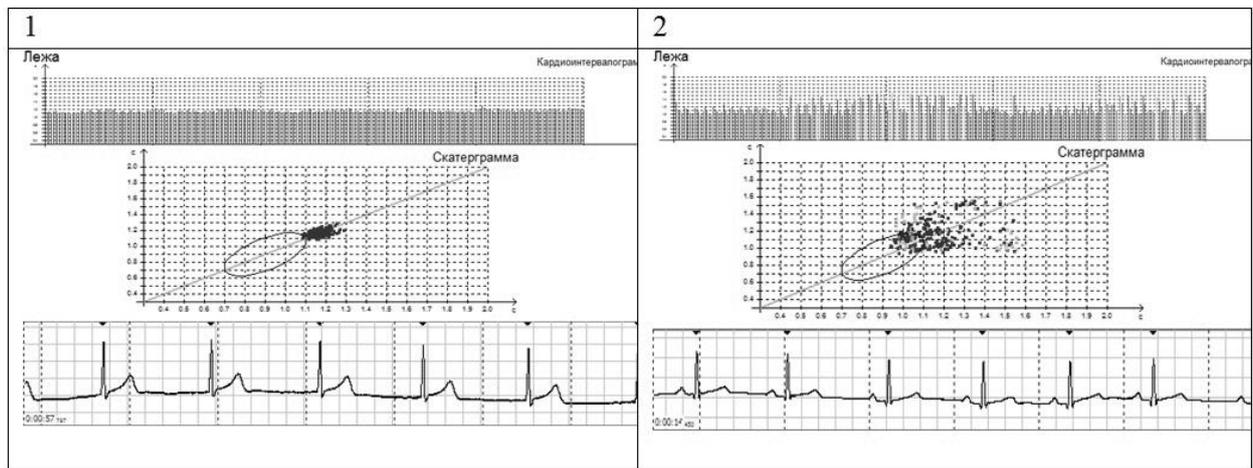


Рис. 22. Кардиоритмограммы, скатерграммы и ЭКГ у двух биатлонистов утром перед тренировкой при одинаковой ЧСС (51 уд/мин)

У второго спортсмена при такой же ЧСС наблюдается наоборот выраженное преобладание автономного контура регуляции и большие значения всех показателей ВСР в покое (патологический тип регуляции), кроме SI (IV патологический тип регуляции). При визуальной оценке кардиоритмограмм, скатерграмм ВСР и ЭКГ в покое у первого спортсмена на кардиоритмограмме отсутствует вариабельность, на скатерграмме имеется локальное скопление точек, а на ЭКГ виден жёсткий ритм сердца и отсутствие зубца Р. Вариабельность это один из важных механизмов приспособления. Отсутствие ВСР у этого спортсмена указывает на ухудшение адаптационно-резервных возможностей организма. У второго спортсмена на кардиоритмограмме, скатерграмме и ЭКГ видны нарушения сердечного ритма, которые особенно выражены на второй, третьей и пятой минутах записи кардиоинтервалограммы (рис. 22). Поэтому здесь в первую очередь нужно говорить о нарушении работы синусового узла. Таким образом, у обоих биатлонистов при одинаковой ЧСС отмечается в разной степени нарушение регуляции в покое и ортостазе в результате выраженного утомления.

Нами установлено, что отсутствие динамического контроля за индивидуальным уровнем вегетативного баланса и вегетативной реактивностью при двух тренировках в день не дает возможности своевременно определять появление первых признаков переутомления и перетренированности.

На рис. 23 представлены результаты динамического анализа ВСР в покое и ортостазе у лыжника-гонщика в подготовительном периоде, согласно которым на 8 дне сборов отмечается нарастающее снижение показателей ВСР MxDMn, TP, HF, LF, VLF и резкое увеличение SI в покое, а также появление выраженных парадоксальных реакций на ортостаз (когда увеличиваются показатели ВСР MxDMn, TP, HF, LF вместо снижения и уменьшается SI вместо увеличения).

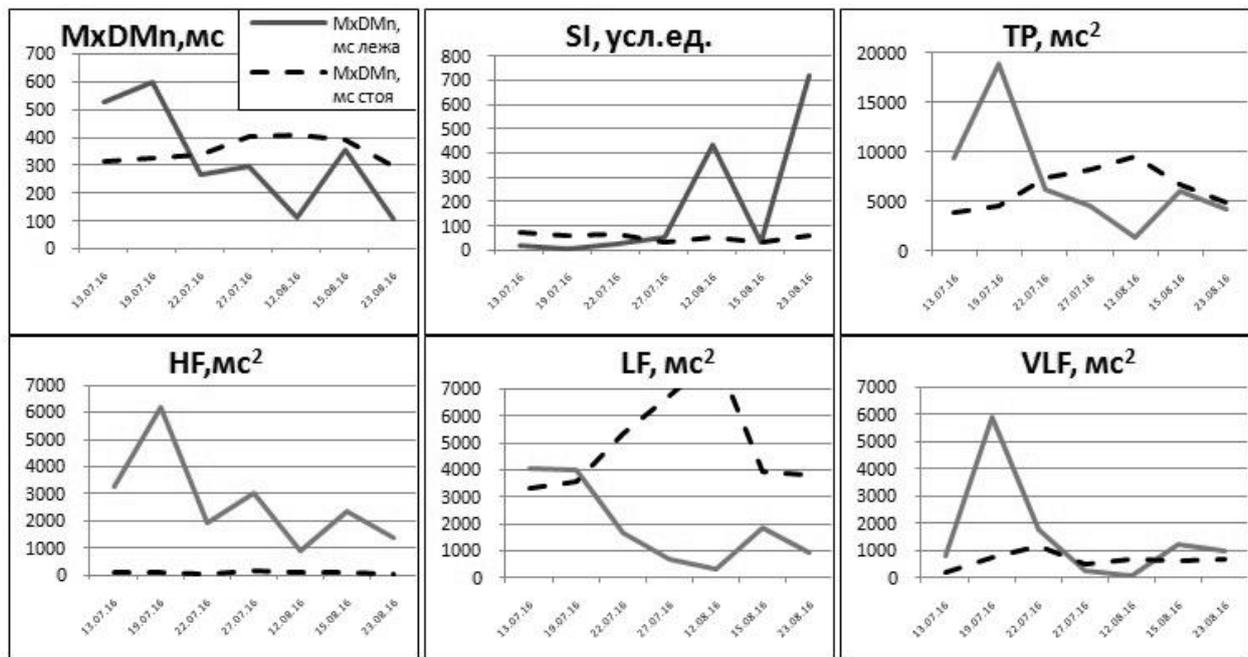


Рис. 23. Изменение показателей ВСР в покое и ортостазе у лыжника-гонщика (МС) при нарастании перетренированности на сборах в подготовительном периоде

Эта отрицательная динамика в показателях ВСР в покое и ортостазе говорит о том, что большая часть сборов для спортсмена была чрезвычайно нагрузочной, что привело к появлению выраженной дисрегуляции и снижению резервных возможностей в результате перетренированности. С появлением первых признаков вегетативного дисбаланса и парадоксальных реакций на ортостаз, необходимо было снять спортсмена с тренировочного процесса и отправить на восстановительную терапию с последующей коррекцией нагрузок.

В табл. 18 представлены результаты оценки уровня восстановительных процессов по данным анализа ВСР утром в покое и ортостазе после одинакового тренировочного дня у семи лыжниц-гонщиц в предсоревновательном периоде, которые показали на существенные межиндивидуальные различия в состоянии регуляторных систем.

**Выполняемые нагрузки в предыдущий день:**

**1 тренировка** – роллеры классическим стилем: разминка 6 км, ускорения 4x2 мин 10 км, заминка 6 км, пробежка и растяжка.

**2 тренировка** – силовая нагрузка 1,5 ч.

**Показатели ВСР у лыжниц-гонщиц утром после одинакового предыдущего тренировочного дня в предсоревновательном периоде**

№	ЧСС уд		MxDMn		SI, усл.ед		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
	леж	стоя	леж	стоя	леж	стоя	леж	стоя	леж	стоя	леж	стоя	леж	стоя	леж	стоя
1	65	81	357	248	28	127	5554	2075	3689	377	629	789	443	702	793	206
2	56	74	56	171	1672	250	71	934	29	149	12	297	15	120	15	368
3	52	90	552	122	14	578	18066	509	2375	51	9115	212	2504	132	4071	114
4	59	69	347	177	40	178	4379	1322	2283	354	866	331	261	411	969	226
5	62	76	231	194	105	198	1910	1367	684	230	462	425	400	309	364	403
6	68	97	224	109	105	672	1902	492	1020	28	326	309	171	95	385	61
7	59	71	642	335	14	48	10093	4719	3125	425	3007	1634	1448	1203	2513	1456

□ – выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонения от нормы.

Согласно показателям ВСР только две лыжницы под номерами 1 и 4 легче перенесли двухразовые тренировочные нагрузки. В то время как для спортсменок под номерами 2, 3, 5, 6 и 7 нагрузки были избыточными. У лыжниц под номерами 2 и 6 отмечалось выраженное преобладание центрального контура регуляции (очень малые значения MxDMn, TP, HF, LF, VLF и высокий SI), особенно у спортсменки под номером 2. Очень малые значения MxDMn у этой лыжницы говорят об отсутствии вариабельности в результате выраженного утомления. А для спортсменок под номерами 3 и 7 наоборот характерно существенное преобладание автономного контура регуляции (большие значения MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF и очень малый SI) и нарушение сердечного ритма. Исходя из неблагоприятных результатов анализа ВСР, этим пяти спортсменкам требуется консультация кардиолога, восстановительная терапия и коррекция тренировочных нагрузок. Ни одна из этих спортсменок не показала значимых результатов на соревнованиях разного уровня.

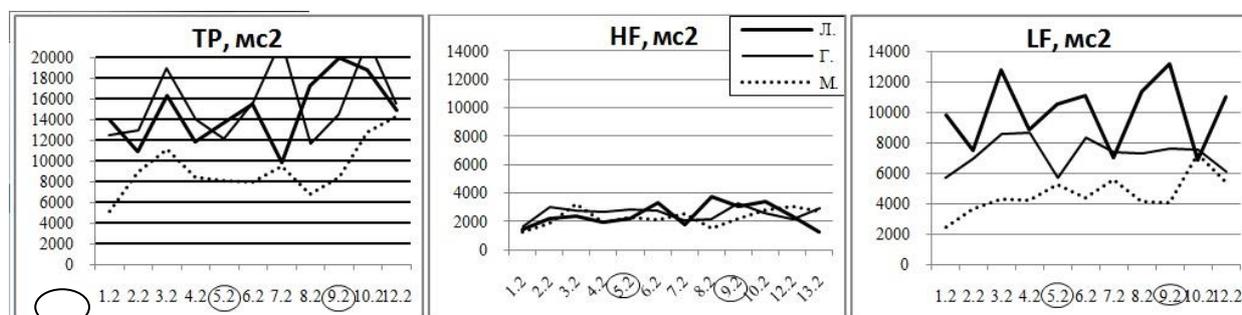


Рис. 24. Различия в показателях ВСР у биатлонистов Л., Г., М. при одинаковом тренировочном режиме в соревновательном периоде (февраль 2018)

Как известно, соревновательный период связан со значительным ростом физических, психических нагрузок и переездами спортсменов. На рис. 24 представлены различия в состоянии регуляции у трёх биатлонистов в соревновательном периоде на двухнедельных отборочных сборах на чемпионат мира в декабре 2017 г. в Токсово Ленинградской области.

Первые десять дней этих сборов были посвящены подготовке к соревнованиям, а последние четыре дня непосредственно соревнованиям. На этом рисунке чётко видны индивидуальные различия в динамике показателей ВСР TP, HF и LF, у спортсменов которые сохраняются на протяжении всех сборов. Установлено, что у всех трех биатлонистов ежедневно преобладают в разной степени вазомоторные волны (LFмс<sup>2</sup>) над дыхательными (HFмс<sup>2</sup>) волнами, при этом индивидуальный уровень этих показателей имеет существенные различия.

Это говорит о том, что биатлонисты Л. и Г. в отличие от биатлониста М. приехали на отборочные соревнования с более низкими функциональными возможностями организма, поэтому одинаковый тренировочный и соревновательный режимы они выполняли с большим усилием, что привело к перетренированности, и, как следствие, к ухудшению спортивных результатов. Биатлонист М. имел более устойчивую регуляцию на протяжении сборов и поэтому показывал высокие результаты на соревнованиях. На этом примере четко прослеживается взаимосвязь индивидуального состояния вегетативной регуляции и спортивных результатов в соревновательном периоде.

Оптимальность ритма сердца вырабатывается механизмами управления на основе информации о состоянии самого организма и выполняемых физических нагрузках [5; 6]. Поэтому обязательным условием для оценки ВСР является наличие синусового ритма. Если в ритме сердца присутствуют экстрасистолы или другие нарушения ритма, то речь идет об изменении работы основного водителя ритма – синусового узла [5]. В этом случае показатели ВСР не должны учитываться, так как они будут давать ложную информацию о состоянии регуляции (табл. 19, рис. 25).

Таблица 19

**Показатели ВСР в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста утром перед очередной тренировкой**

HR, уд./мин		MxDMn, мс		SI, усл.ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
56	79	82	444	1061	44	149	7969	47	587	28	5420	18	1108	52	853

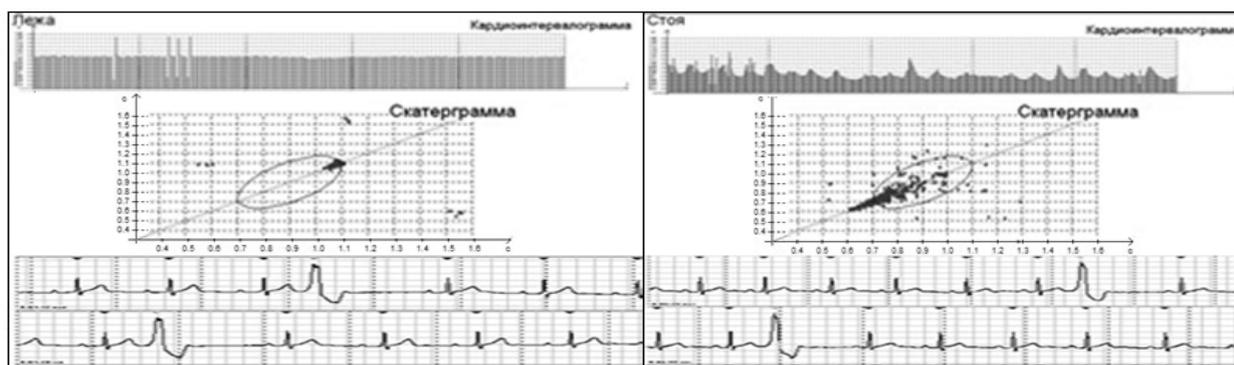


Рис. 25. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста С. утром до тренировки

Поэтому при анализе показателей ВСР важно одновременно визуально оценивать кардиоинтервалограммы, скатерграммы и ЭКГ, что дает полную картину истинного состояния кардиорегуляторных систем. У данного биатлониста на кардиоритмограммах, скатерграммах ВСР и ЭКГ видны серьезные нарушения сердечного ритма. Этот спортсмен перетренирован и ему требуется отстранение от тренировок и восстановительная терапия.

Нами установлено, что при переходе спортсмена от одного тренера к другому не учитываются характер, объём и интенсивность ранее выполняемого им тренировочного режима. Это, как правило, ведет к перетренированности и снижению спортивных результатов. На рис. 25 представлен индивидуальный портрет показателей ВСР  $MxDMn$ , HF, LF у биатлониста М. в разные периоды тренировочного процесса в течение трёх лет. В 2015 и 2016 гг. в юношеском возрасте биатлонист тренировался у одного тренера, в 2017 г. он перешел в группу юниоров к другому тренеру, который не имел четкого представления о диапазоне резервных возможностей спортсмена и начал резко увеличивать объёмы нагрузок силового характера в подготовительном периоде по сравнению с предыдущими годами.

В результате у биатлониста резко возросли показатели ВСР  $MxDMn$ , HF и особенно LF, которые указывают на чрезмерно выраженную активность звеньев надсегментарного уровней управления в подготовительном периоде, по сравнению с предсоревновательным и соревновательным периодами.

Резкий переход регуляции с одного уровня на другой привели к усилению энергозатрат на поддержание вегетативного баланса, что способствовало ухудшению спортивных результатов по сравнению с предыдущим годом.

При оценке результатов анализа ВСР у лыжников-гонщиков и биатлонистов установлено, что тренеры, как правило, необоснованно переносят объём, интенсивность и количество тренировок выполняемых на равнине в новые условия внешней среды (среднегорье). При этом не учитывается острый период адаптации каждого спортсмена к разным условиям среды.

На рис. 26 показаны результаты анализа ВСР на сборах в горах у трёх лыжников-гонщиков с разными типами регуляции, при выполнении одинакового тренировочного режима. Анализ ВСР показал, что присущий каждому из них индивидуальный тип вегетативной регуляции сохраняется на протяжении 21 дня сборов. В данном примере четко прослеживается важная роль вегетативной регуляции в обеспечении сердечно-сосудистого гомеостаза в горах. Согласно этому рисунку у спортсмена Д. все показатели ВСР отличаются от показателей двух других спортсменов.

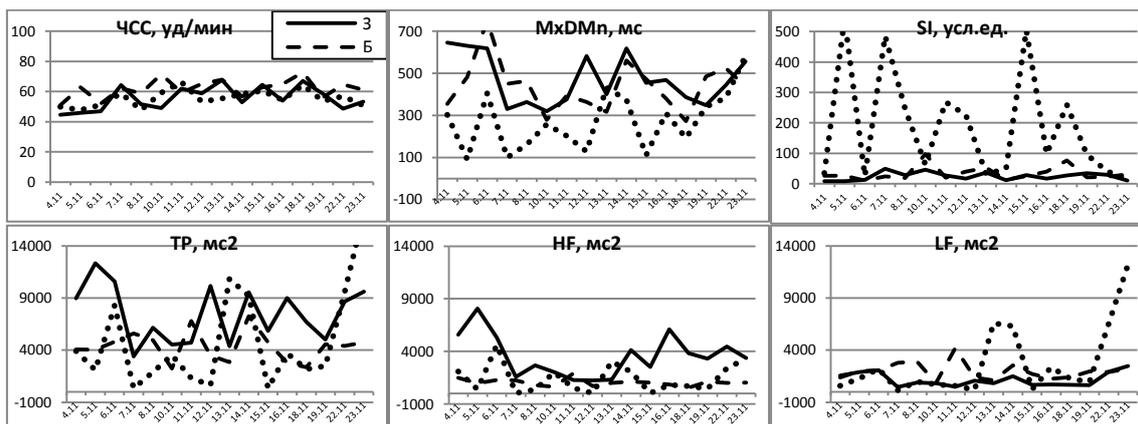


Рис. 26. Различия в состоянии вегетативной регуляции у лыжников-гонщиков З., Б., Д. на сборах в горах (ноябрь 2017) при одинаковом тренировочном режиме

О разных функциональных возможностях кардиорегуляторных систем спортсменов говорит разное соотношение дыхательных (HF) и вазомоторных волн (LF) (рис. 27).

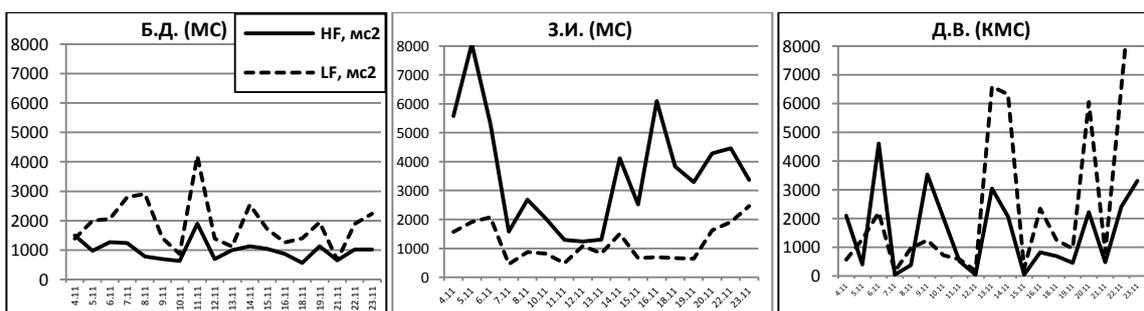


Рис. 27. Соотношение дыхательных (HF, мс<sup>2</sup>) и вазомоторных волн (LF, мс<sup>2</sup>) у трех лыжников-гонщиков на сборах в горах (Вершина Теи), ноябрь 2017

У первого лыжника в спектре ВСР умеренно преобладают вазомоторные (LF) волны, у второго наоборот – выражено преобладают дыхательные волны (HF), а у третьего – в первую половину сборов (с 04.11 до 12.11) в горах преобладают HF волны, а во вторую половину сборов начинают резко преобладать

вазомоторные волны (LF). В последнем случае речь идет о переходе регуляции с одного уровня на другой, что говорит о её неустойчивости в результате перетренированности. Кроме того у этого спортсмена на кардиоинтервалограммах, скатерграммах и ЭКГ имеются существенные нарушения сердечного ритма (рис. 28).

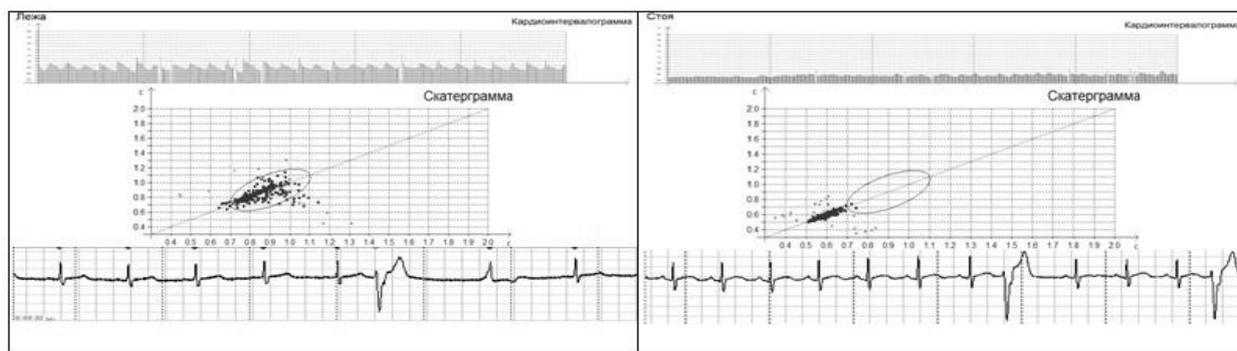


Рис. 28. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ перед 2-й тренировкой в горах (Тёя) у перетренированного лыжника-гонщика Д. (КМС)

Все показатели ВСР указывают на то, что он приехал в горы уже перетренированным, и на этом фоне продолжал выполнять одинаковые тренировочные нагрузки наряду с другими спортсменами.

Таким образом, динамические исследования ВСР независимо от условий проведения тренировочного процесса позволяют своевременно выявлять ранние признаки нарушения нейровегетативной регуляции сердца, ведущие к развитию перенапряжения.

Также нами установлены многие случаи участия спортсменов в соревнованиях с отклонениями в состоянии здоровья и выход на тренировки в ранние сроки после болезни, что приводит к снижению адаптационных резервов и перетренированности.

В табл. 20 представлены результаты экспресс-анализа ВСР у пяти лыжниц-гонщиц перед очередной тренировкой с жалобами на отклонения в состоянии здоровья. Несмотря на это, они выполняли накануне две насыщенные тренировки не соответствующие их состояниям. Выделенные показатели ВСР в таблице в покое и ортостазе указывают на вегетативный дисбаланс, патологическую реактивность и жалобы на плохое самочувствие. Неготовность к выполнению очередных тренировок. В соревновательном периоде они не показали спортивных результатов.

**Показатели ВСР в покое и ортостазе у лыжниц-гонщиц с отклонениями  
в состоянии здоровья (11.10.2017) утром перед очередной тренировкой  
с одинаковыми нагрузками**

Комментарий	ЧСС уд		MxDMn		SI, усл.ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2												
	ле	стоя	леж	стоя																							
<b>Б. Е. (КМС, 1996)</b>																											
Самочув <u>горло немного першит</u> , выспалась	65	81	357	248	28	127	5554	2075	3689	<input type="checkbox"/>	377	629	<input type="checkbox"/>	789	443	<input type="checkbox"/>	702	793	206								
<b>И. С. (КМС, 1998)</b>																											
<u>С 5 по 8.10.17 болела. Держится</u> <u>насморк, не выспалась</u>	52	<input type="checkbox"/>	90	<input type="checkbox"/>	552	122	<input type="checkbox"/>	14	<input type="checkbox"/>	578	<input type="checkbox"/>	18066	509	2375	<input type="checkbox"/>	51	<input type="checkbox"/>	9115	<input type="checkbox"/>	212	<input type="checkbox"/>	2504	132	<input type="checkbox"/>	4071	<input type="checkbox"/>	114
<b>Б. Д. (КМС, 1999)</b>																											
<u>Болят мышцы рук и ног. Капает</u> <u>лекарство в нос и полощет горло.</u>	59	<input type="checkbox"/>	69	347	<input type="checkbox"/>	177	40	<input type="checkbox"/>	178	4379	1322	2283	<input type="checkbox"/>	354	866	331	<input type="checkbox"/>	261	<input type="checkbox"/>	411	969	226					
<b>Г. Р. (1 разряд, 1999)</b>																											
<u>С 5 по 8.10.17 болела. Насморк ещё</u> <u>есть, не выспалась. Руки болят после</u> <u>силовой нагрузки.</u>	62	76	<input type="checkbox"/>	231	194	<input type="checkbox"/>	105	<input type="checkbox"/>	198	<input type="checkbox"/>	1910	<input type="checkbox"/>	1367	<input type="checkbox"/>	684	230	<input type="checkbox"/>	462	<input type="checkbox"/>	425	400	309	364	<input type="checkbox"/>	403		
<b>Г. В. (КМС, 1999)</b>																											
<u>7.10.17 болело горло и насморк.</u>	68	<input type="checkbox"/>	97	<input type="checkbox"/>	224	109	<input type="checkbox"/>	105	<input type="checkbox"/>	672	<input type="checkbox"/>	1902	492	1020	<input type="checkbox"/>	28	<input type="checkbox"/>	326	<input type="checkbox"/>	309	<input type="checkbox"/>	171	95	385	61		

– выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонения от нормы.

**Выполненные нагрузки на двух тренировках в предыдущий день:**  
Вчера зарядка - кросс 40мин. **1 трен.** - роллеры классическим стилем: разминка 6км, ускорения 4x4мин 10 км, заминка 6 км, пробежка и растяжка. **2 трен.** – силовая нагрузка 1,5 ч.

В процессе исследований лыжников-гонщиков в горах также установлено, что часто спортсменов ставят на соревнования в горах сразу на несколько дистанций (табл. 21). При этом не учитываются перед соревнованиями и в дни соревнований предъявляемые жалобы на плохую переносимость нагрузок. Такие спортсмены, как правило, перетренированы и не приносят результатов.

Таблица 21

**Состояние регуляторных систем и спортивные результаты  
у лыжника-гонщика (МС) в соревновательном периоде на вершине Тёи**

Дата	Комментарии к обследованию	HR, уд.		MxDMn		SI, усл.ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2												
		ле	стоя	леж	стоя	леж	стоя	леж	стоя	леж	стоя	леж	стоя	леж	стоя	леж	стоя											
18.11.17	вчера первая конёк 2.00, 12 уск по 30 сек. вторая кросс 30 мин. вечером баня. самочувствие <b>ватные мышцы</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	73	<input type="checkbox"/>	72	273	<input type="checkbox"/>	459	77	<input type="checkbox"/>	37	2362	<input type="checkbox"/>	4453	559	<input type="checkbox"/>	880	1395	<input type="checkbox"/>	2581	<input type="checkbox"/>	170	<input type="checkbox"/>	281	238	<input type="checkbox"/>	712
19.11.17	вчера выходной, выспался, голодный, самочувствие <b>мышцы уставшие</b>	56	79	485	277	21	85	4548	2281	1130	149	1944	1556	622	362	852	214											
21.11.17	вчера соревнования классика 10 км, <b>47 место.</b> +2.07. самочувствие <b>уставший</b>	66	81	290	238	83	114	1810	<input type="checkbox"/>	2484	652	102	657	<input type="checkbox"/>	1501	<input type="checkbox"/>	231	<input type="checkbox"/>	281	268	<input type="checkbox"/>	600						
22.11.17	вчера спринт конёк 1,5 км. <b>77 место.</b> +12 сек. Выспался, поел, самочувствие среднее	65	77	<input type="checkbox"/>	524	283	23	87	4413	2289	1013	273	1884	1236	535	315	980	465										
23.11.17	вчера отдых. самочувствие нормальное, <b>ночью тошнило</b>	61	84	437	306	31	72	4740	3343	1021	238	2232	<input type="checkbox"/>	2448	472	375	<input type="checkbox"/>	1015	283									
25.11.17	вчера 15км конёк <b>51 место.</b> +2.30. Выспался, поел, самочувствие среднее, <b>голова мутная</b>	62	89	350	201	36	<input type="checkbox"/>	182	3888	1100	771	90	1711	582	520	303	886	126										

– выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонения от нормы.

Также установлено, что в большинстве случаев лыжники-гонщики и биатлонисты после дней отдыха не имеют полноценного восстановления. Основной причиной являются необоснованные избыточные нагрузки в недельных микроциклах и особенно в последний день перед днем отдыха, тренировки при недомогании и болезненном состоянии, нарушение режима в дни отдыха и др. Как правило, тренеры не дают отдых при первых признаках наступления перетренированности. Результаты анализа ВСР показали, что дни отдыха необходимо назначать при дисрегуляторных проявлениях, ухудшении адаптационных механизмов и появлении нарушений сердечного ритма на кардиоинтервалограммах, скатерграммах и ЭКГ. На рис. 29 приводятся данные кардиоинтервалограмм, скатерграмм и ЭКГ, где четко видны нарушения сердечного ритма у юного лыжника-гонщика в соревновательном периоде после дня отдыха. Этот спортсмен был снят с тренировочного процесса и отправлен к кардиологу для восстановительной терапии.

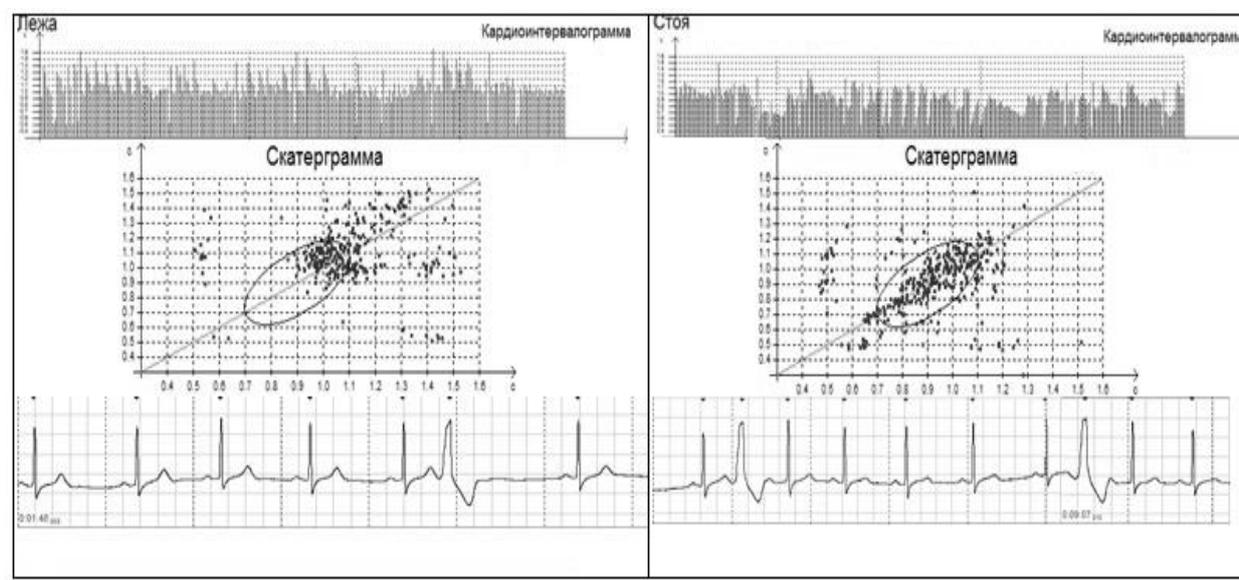


Рис. 29. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы и ЭКГ у лыжника (15 лет) после дня отдыха

Особенно важно тщательно относиться к планированию тренировочных нагрузок для юных спортсменов. В табл. 22 представлены результаты экспресс-анализа ВСР в покое и ортостазе у шестнадцати юных биатлонистов при выполнении двух одинаковых тренировочных нагрузок в сочетании с сауной.

В процессе исследований ВСР установлено, что неверно подобранное сочетание указанных тренировочных нагрузок по объему, длительности выполнения и сауны приводят у юных биатлонистов к выраженной дисрегуляции в покое и парадоксальным реакциям на ортостаз (табл. 18). Согласно показателям ВСР ни один из шестнадцати юных биатлонистов на следующий день не был

восстановлен. У спортсменов под номерами 2, 6, 11 выявлено выраженное преобладание автономного контура регуляции. У них выраженные значения показателей ВСР MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF и низкий SI сочетались с нарушениями сердечного ритма (IV патологический тип регуляции). У других спортсменов, под номерами 3, 4, 5, 8, 10, 12, 15, 16 имеется выраженное преобладание центрального контура регуляции, которое подтверждалось низкими показателями ВСР MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF, высоким SI и парадоксальными реакциями на ортостаз (II тип вегетативной регуляции).

Таблица 22

**Состояние восстановительных процессов по показателям ВСР лежа и стоя у юных биатлонистов утром после выполнения двух тренировочных нагрузок и сауны**

	ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI, усл.ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
1	53	73	451	396	21	50	7386	7455	3059	429	1101	4623	775	1868	2452	534
2	41	70	836	368	7	48	17404	4733	6801	350	6920	3046	1091	779	2592	558
3	76	94	115	159	505	293	380	1027	186	112	39	612	77	249	79	54
4	53	79	204	270	80	142	1648	1297	427	115	475	555	370	400	375	227
5	51	67	108	217	489	129	287	1379	137	414	33	495	29	356	88	114
6	53	69	563	401	9	42	23957	3834	11967	1259	9871	1929	543	343	1576	303
7	75	84	370	251	47	107	5116	2339	2620	171	1492	1321	607	467	397	380
8	60	83	188	256	143	106	1377	3553	778	181	242	2526	130	464	228	382
9	48	73	310	477	42	31	2952	9817	923	796	571	4268	311	3461	1148	1293
10	53	88	175	215	202	186	2010	1557	566	530	688	688	293	178	463	162
11	64	78	545	347	25	48	15844	3412	8940	922	2830	1253	1026	815	3047	422
12	79	104	146	69	286	1724	732	186	342	56	190	66	69	32	131	31
13	76	82	421	293	31	85	6450	3395	2322	1098	631	957	309	223	3187	1116
14	56	96	373	186	44	194	3282	2142	1434	613	660	666	451	265	738	598
15	67	89	217	222	109	146	1528	1490	802	137	326	1063	196	225	204	65
16	83	104	194	144	188	402	1265	1348	459	437	159	571	105	179	542	162

□ – выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонения от нормы.

**Выполненные нагрузки в предыдущий день: 1 тренировка** – лыжи техническая подготовка 1 час 30 мин **2 тренировка** – кросс 30 мин и футбол 1 час, сауна 1 час.

Таким образом, избыточные нагрузки в сочетании с сауной для юных биатлонистов ведут к поломкам адаптационно-регуляторных механизмов и ухудшению процессов восстановления. Все перечисленные спортсмены должны вновь пройти углубленный медицинский осмотр.

## **2.7. Показатели вариабельности сердечного ритма в покое и ортостазе при разных диапазонах значения MxDMn и их изменения у легкоатлетов-бегунов в тренировочном процессе**

**Результаты исследования и их обсуждение.** При анализе 1740 результатов динамических исследований ВСР у легкоатлетов-бегунов с учетом специфики бега были установлены семь диапазонов значений вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) от <150 мс до >650 мс, характеризующие разное состояние кардиорегуляторных систем и работы синусового узла (табл.24). Было установлено, что при одинаковых диапазонах значений MxDMn могут преобладать дыхательные (HF) или вазомоторные (LF) волны.

В таблицах 23–24 приведены результаты анализа ВСР у спринтеров, средневикиков и стайеров в покое и ортостазе при разных диапазонах вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) с учетом преобладания в волновой структуре спектра дыхательных (HF) (табл. 24) и вазомоторных волн (LF) (табл. 24).

При анализе ВСР у легкоатлетов с преобладанием HF волн в покое процессы восстановления у спринтеров чаще встречались в диапазонах MxDMn 251–350 мс, у средневикиков 251–350 мс, 351–450 мс и 451–550 мс, а у стайеров 251–350 мс и 351–450 мс (табл. 23). У спринтеров с преобладанием LF волн в покое вариационный размах кардиоинтервалов чаще встречался в диапазонах 151–250 мс и 251–350 мс, у средневикиков 251–350 мс, 351–450 мс и 451–550 мс, а у стайеров 351–450 мс (табл. 24).

В таблицах 19 и 20 указано, что при изменении диапазона MxDMn в покое от <150 мс до >651 мс не зависимо от спецификации бега происходит увеличение показателей спектральной мощности (HF, LF, VLF, ULF) и снижение SI.

Полученные результаты еще раз указывают о недопустимости усреднения показателей ВСР у спортсменов с разным состоянием кардиорегуляции, что приведет к ложной интерпретации механизмов управления регуляцией сердца [23; 25].

При проведении ортостатического тестирования у бегунов наряду с оптимальными, выявились неблагоприятные реакции на ортостаз.

Таблица 23

### **Показатели ВСР у легкоатлетов с разной специфической направленностью беговых нагрузок при разных диапазонах вариационного размаха кардиограмм MxDMn и преобладанием HF волн**

Диапазон значения MxDMn мс		Спринтеры																Кол-во исследований
		ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>		
		лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	
<150	M	74	95	132	115	378	687	617	705	224	169	169	296	86	133	138	107	6
	+m	5	10	11	24	94	259	188	631	87	362	50	183	39	99	78	81	

151-250	M	68	90	206	145	142	453	1585	926	676	128	388	420	168	181	353	197	48
	+m	7	11	28	33	51	267	556	726	348	359	176	245	93	156	337	179	
251-350	M	62	83	305	209	56	222	3407	1685	1439	247	790	828	355	339	823	271	77
	+m	7	10	28	55	15	170	916	869	674	231	351	490	183	229	817	219	
351-450	M	58	81	395	263	31	139	5170	2563	2332	485	1287	1177	620	517	931	384	44
	+m	5	10	30	70	6	108	1195	1281	826	550	535	615	246	332	713	242	
451-550	M	57	76	493	292	21	102	7310	3101	2572	659	1321	1556	846	466	2571	420	15
	+m	7	8	30	84	6	83	1932	1269	969	604	434	707	324	367	2024	323	
551-650	M	49	76	585	291	11	103	10653	3387	1003	259	935	1947	1118	894	7597	287	1
	+m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
>650	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	+m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Диапазон значения MxDmN мс		Средневики																Кол-во исследований
		ЧСС уд/мин		MxDmN мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>		
		лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	
<150	M	77	117	89	60	809	3274	310	126	125	14	110	55	32	33	43	25	2
	+m	4	16	2	27	5	2429	51	85	14	12	0	37	3	20	34	16	
151-250	M	65	92	217	153	123	431	1859	966	849	156	445	440	226	182	339	188	24
	+m	8	10	24	35	45	282	678	651	492	365	183	284	110	103	233	159	
251-350	M	57	85	306	207	54	234	3486	1660	1489	210	840	737	409	345	748	369	134
	+m	7	12	30	53	16	175	1082	918	588	354	339	519	216	214	642	329	
351-450	M	56	84	397	227	33	219	5559	2043	2554	256	1292	945	655	489	1058	353	139
	+m	6	14	28	71	9	220	1605	1347	1332	311	493	704	409	395	906	265	
451-550	M	52	83	502	226	19	195	9047	2055	3925	236	2150	955	1075	470	1897	393	118
	+m	5	11	30	67	5	136	2518	1352	1858	339	911	725	678	365	1355	364	
551-650	M	52	82	594	236	13	170	13434	2227	5826	246	2853	969	1399	559	3356	452	60
	+m	5	9	28	61	4	127	3798	1324	2898	228	1256	719	856	425	2369	418	
>650	M	52	83	717	240	12	221	18483	2491	8487	456	3925	1158	1460	515	4610	361	29
	+m	5	11	61	98	6	214	6483	2121	7173	519	1538	1043	743	511	3618	363	
Диапазон значения MxDmN мс		Стайеры																Кол-во исследований
		ЧСС уд/мин		MxDmN мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>		
		лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	
<150	M	74	103	120	94	455	1481	626	352	430	35	85	175	48	89	63	54	9
	+m	3	10	25	31	252	1065	290	239	262	21	44	128	17	83	41	32	
151-250	M	65	92	197	143	132	530	1874	1062	1286	139	277	582	160	186	151	155	47
	+m	7	12	22	58	36	356	1294	1907	672	290	349	1183	243	303	180	188	
251-350	M	58	83	302	206	53	217	4030	1650	2263	326	857	796	404	264	506	264	68
	+m	7	12	29	49	15	133	1615	1071	1082	728	500	604	354	167	412	223	
351-450	M	55	78	396	246	29	155	6274	2237	3384	349	1408	1189	555	338	928	361	74
	+m	6	11	28	65	7	107	1842	1250	1357	295	814	958	297	243	634	295	
451-550	M	52	81	488	269	18	171	9530	2978	4362	419	2335	1704	846	442	1987	413	33
	+m	6	13	34	98	5	188	3760	2192	2271	383	1609	1434	565	326	1694	392	
551-650	M	48	82	588	290	13	157	12000	3907	4933	526	2819	1912	1424	821	2823	647	16
	+m	5	15	29	110	5	155	4409	2243	1846	412	1349	1302	1169	740	2874	405	
>650	M	52	80	796	250	12	236	13860	3827	6044	549	2714	2123	2317	692	2785	464	21
	+m	7	7	90	136	5	195	7538	4652	2863	658	2011	2783	1692	997	2630	478	

**Показатели ВСР у легкоатлетов с разной специфической направленностью беговых нагрузок при разных диапазонах вариационного размаха кардиограмм MxDMn и преобладанием LF волн**

Диапазон значения MxDMn мс		Спринтеры																Кол-во исследований
		ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>		
		лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	
<150	M	83	102	125	100	470	1036	769	379	135	22	267	225	176	75	192	57	17
	+m	9	10	13	16	156	450	872	150	112	13	345	130	296	31	163	24	
151 - 250	M	75	95	208	143	165	475	1489	785	328	60	561	433	239	146	361	146	51
	+m	8	10	28	29	69	219	516	322	169	46	233	215	150	84	267	120	
251 - 350	M	70	91	296	181	70	340	3107	1425	670	105	1226	803	472	279	739	238	85
	+m	9	10	27	54	20	255	1026	1005	362	98	605	664	248	217	701	199	
351 - 450	M	63	86	391	234	37	207	5350	1972	1180	162	2064	1064	846	375	1260	370	32
	+m	6	11	28	68	10	158	1422	1072	462	162	918	723	486	236	916	235	
451 - 550	M	59	80	488	345	25	91	8234	4963	1419	493	2779	2344	1954	1176	2082	950	6
	+m	5	9	29	104	5	79	2268	2666	521	383	1597	844	746	990	1249	1303	
551 - 650	M	62	81	639	243	19	120	17756	2436	2474	206	7840	1526	3051	414	4392	291	2
	+m	10	5	0	40	5	32	8032	1343	1258	226	2836	1193	426	65	4364	141	
>650	M	54	74	919	341	10	128	31844	5727	5015	614	12550	2233	7056	1190	7224	1690	12
	+m	9	7	246	237	4	102	17406	8338	4896	1307	7130	3227	5501	1940	7433	4191	
Диапазон значения MxDMn мс		Средневики																Кол-во исследований
		ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>		
		лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	
<150	M	81	113	128	89	467	1845	457	342	131	28	187	192	80	66	58	57	5
	+m	4	5	18	22	167	1546	127	174	23	20	47	112	29	39	75	42	
151 - 250	M	61	90	219	161	120	360	2101	1071	506	83	860	587	296	206	440	196	46
	+m	9	12	22	36	36	201	1503	535	321	82	595	406	336	138	402	123	
251 - 350	M	57	88	307	191	58	333	3946	1574	1021	103	1585	830	569	337	771	303	56
	+m	11	15	28	61	20	337	1440	1109	456	106	727	733	341	301	661	286	
351 - 450	M	56	84	394	235	33	200	6191	2221	1551	233	2600	1162	772	436	1268	389	76
	+m	8	14	25	75	8	151	1896	1317	637	319	1376	789	505	313	1232	316	
451 - 550	M	54	81	495	244	22	158	8991	2241	2256	144	3287	1226	1229	476	2219	395	51
	+m	8	10	30	68	6	95	3141	1264	1252	236	1444	891	637	336	1654	268	
551 - 650	M	51	82	602	239	13	160	13474	2717	3014	437	4598	1279	2165	521	3697	479	36
	+m	6	9	27	67	4	111	3998	2703	1253	1788	2473	1165	1313	327	2434	302	
>650	M	49	79	691	266	11	123	20150	2555	3344	140	6999	1367	2701	558	7106	491	15
	+m	6	9	41	67	3	69	8164	1601	2667	147	6519	1264	1001	289	6233	273	

Диапазон значения MxDMn мс	Стайеры																	Кол-во исследований	
	ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>				
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя			
<150	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	+m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
151 - 250	M	81	123	160	135	315	887	896	308	262	11	350	89	188	29	97	178	1	
	+m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
251 - 350	M	61	88	320	175	52	325	3354	1098	868	164	1219	575	466	176	800	183	10	
	+m	4	9	16	45	6	240	266	401	199	69	396	295	177	101	554	120		
351 - 450	M	59	88	393	237	31	217	6076	2133	1578	279	2650	1128	544	330	1303	397	25	
	+m	5	8	29	65	6	220	1137	1202	602	164	1126	762	252	252	991	293		
451 - 550	M	56	83	486	250	19	166	8479	2712	2596	378	3900	1508	657	459	1325	367	11	
	+m	4	9	30	70	5	133	2293	1444	1238	501	1256	976	464	291	614	146		
551 - 650	M	51	82	581	250	12	138	13461	2762	4177	231	5469	1592	1115	522	2700	418	2	
	+m	1	2	22	68	2	63	2868	1655	2084	283	2822	1365	259	353	1779	346		
>650	M	46	78	668	347	11	73	16158	5865	4112	677	4958	3089	2317	991	4771	1108	3	
	+m	8	3	8	96	1	48	3438	3691	2362	564	1937	2062	1616	404	7273	914		

Появление парадоксальных реакций на ортостаз при разных диапазонах значения MxDMn свидетельствует о нарушении вегетативной реактивности и снижении адаптационно-резервных возможностей организма.

Нами установлено, что для каждого преобладающего типа вегетативной регуляции имеются определённые границы диапазонов MxDMn. Так для выраженного преобладания центрального контура регуляции у легкоатлетов независимо от специфической направленности бега характерны значения MxDMn <150 мс (табл. 23 и 24). При этом диапазоне значения MxDMn отмечаются самые высокие показатели SI и очень низкие значения волновой структуры спектра HF, LF и особенно VLF и ULF волн. В табл. 25 показаны результаты показателей ВСР и состояние кардиоинтервалограмм, скатерграмм ВСР и ЭКГ у бегунов разной специфической направленности при вариационном размахе кардиоинтервалов (MxDMn) <150 мс.

### Результаты анализа ВСР у легкоатлетов-бегунов при вариационном размахе кардиоинтервалов $MxDMn < 150$ мс

Спецификация	ЧСС уд/мин		$MxDMn$ мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
Спринтер	101	113	135	138	388	662	872	979	91	161	301	645	189	95	291	79
Средневик	47	75	129	260	231	101	354	2027	149	250	88	899	47	607	69	271
Стайер	66	79	144	179	235	277	1099	1236	867	141	126	673	79	242	21	181

100

– выделенные показатели указывают отклонение от нормы.

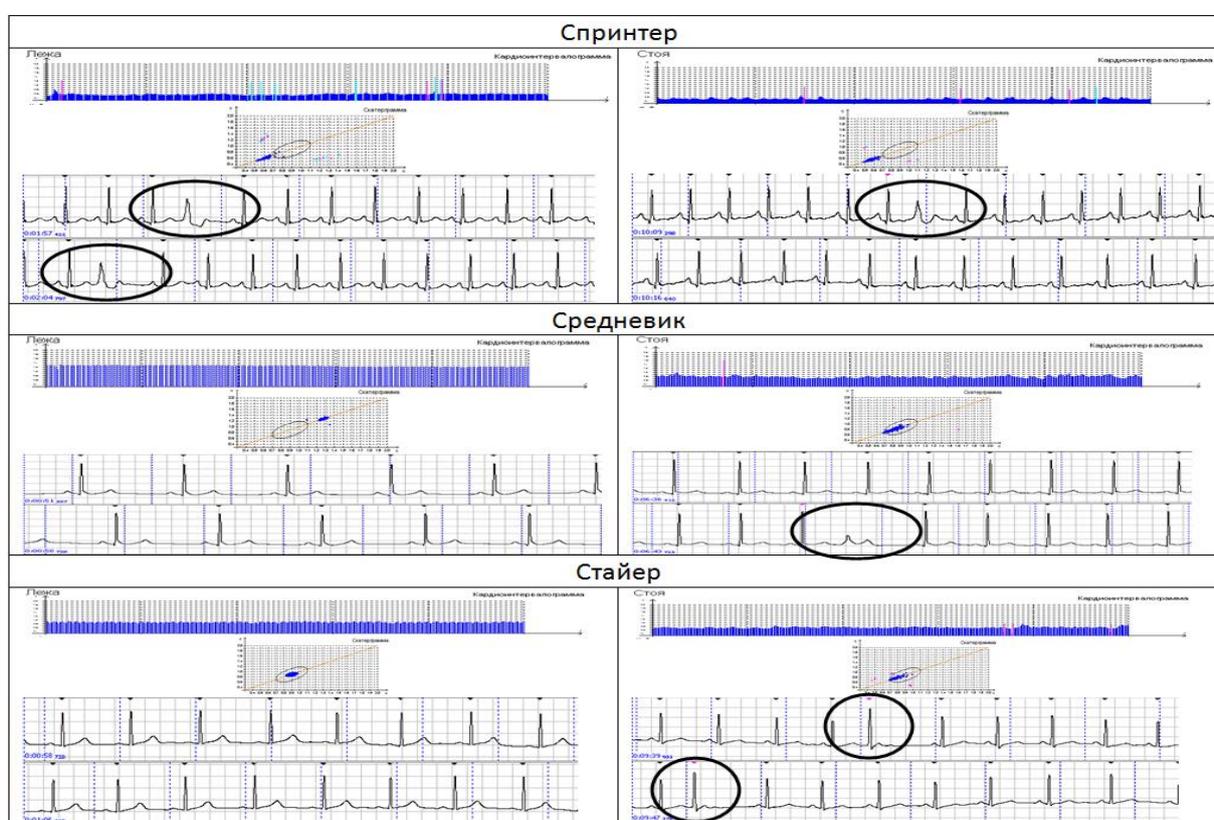


Рис. 30. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ у бегунов разной специфической направленности при вариационном размахе кардиоинтервалов ( $MxDMn$ )  $< 150$  мс

Указанные три спортсмена при диапазоне  $MxDMn < 150$  мс независимо от спецификации бега имеют выраженное напряжение кардиорегуляторных систем, что подтверждается низкими значениями всех показателей ВСР, кроме SI и парадоксальными реакциями на ортостаз со стороны показателей ВСР  $MxDMn$ , TP, HF, LF, VLF. При этом на рис. 30 отсутствует вариабельность

на кардиоинтервалограммах, выраженное локальное скопление точек на скатерграммах ВСР и нарушением сердечного ритма (экстрасистолы) на ЭКГ. Все три спортсмена с этим диапазоном вариационного размаха кардиоинтервалов требуют восстановительного лечения.

Для умеренного преобладания центральных влияний на ритм сердца соответствуют диапазоны вариационного размаха кардиоинтервалов в пределах 151–250 мс, когда по сравнению с предыдущим диапазоном MxDMn ВСР умеренно снижены значения SI и увеличены все показатели волновой структуры спектра ВСР.

Диапазоны значения MxDMn ВСР в пределах 251–350 мс и при этом умеренные показатели HF, LF, VLF, ULF отражают нижнюю границу, а диапазон значения MxDMn 351–450 мс среднюю, а 451–550 мс верхнюю границу оптимального состояния автономного контура регуляции сердечного ритма при отсутствии неблагоприятных реакций на ортостаз во всех случаях исследований. Для выраженного преобладания автономного контура регуляции характерны диапазоны значений MxDMn ВСР в пределах 551–650 мс с более выраженным увеличением показателей TP, HF, LF, VLF, ULF (IV тип) по сравнению с вышеуказанными диапазонами. Значительный рост диапазона значений MxDMn >650 и показателей TP, HF, LF, VLF, ULF, а также резкое уменьшение SI особенно у бегунов-спринтеров требуют серьезного анализа сердечного ритма. Увеличение значения MxDMn >650 может указывать как на различные нарушения сердечного ритма, так и их отсутствие. В данном случае обязательно необходим визуальный контроль за кардиоинтервалограммой, скатерграммой ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе.

Теперь рассмотрим устойчивость кардиорегуляции у легкоатлетов-бегунов на примерах средневикиков и стайеров при восстановлении утром после предыдущего тренировочного дня в течение нескольких подготовительных периодов.

В табл. 26 показано, что из пяти легкоатлетов-стайеров выполняющих одинаковые нагрузки наиболее устойчивая кардиорегуляция отмечена у спортсмена Т.К. Во все годы исследований ВСР в подготовительных периодах вариационный размах кардиоинтервалов (MxDMn) сохранялся в диапазонах 351–450 мс. При этом у него отсутствовали парадоксальные реакции на ортостаз. Этот спортсмен имел высокие спортивные результаты и входил в сборную страны.

**Оптимальные и неблагоприятные реакции на ортостаз при разных диапазонах MxDMn у легкоатлетов-стайеров в течение нескольких подготовительных периодов**

Ф.И.	Период	MxDMn, мс						
		<150	151-250	251-350	351-450	451-550	551-650	>650
Б.А.	Весна 2016	▲	▲		▲▲▲	▲▲	▲▲	▲▲▲▲
	Осень 2017			▲		▲	▲▲▲	▲▲▲
В.К.	Весна 2018			▲▲▲▲	▲▲▲▲	▲▲		
П.А.	Весна 2016			▲▲▲	▲▲▲▲	▲▲		
	Осень 2017		▲▲	▲	▲			
Т.К.	Осень 2014				▲▲▲▲	▲▲▲▲	▲▲▲	
	Весна 2016				▲▲▲▲	▲▲▲▲	▲▲	
	Весна 2017			▲▲▲▲	▲▲▲▲			
	Лето 2017				▲▲▲	▲▲		
	Осень 2017			▲▲▲	▲▲▲▲			
Ш.А.	Весна 2016				▲▲	▲▲▲	▲▲▲	▲

△ – Оптимальная реакция на ортостаз

▲ – Парадоксальная реакция на ортостаз

▲ – Гиперреакция на ортостаз

В то время как бегун Б.А требует пристального внимания. У него отмечается резкий переход показателя MxDMn в покое от диапазона <150 мс к диапазону >651 мс, что говорит о нарушении работы синусового узла и вегетативной реактивности согласно выраженным неблагоприятным реакциям на ортостаз. А также, на кардиоинтервалограммах, скатерграммах ВСР и ЭКГ имеется выраженное нарушение сердечного ритма (рис. 31). Спортсмену требуется лечение у кардиолога.

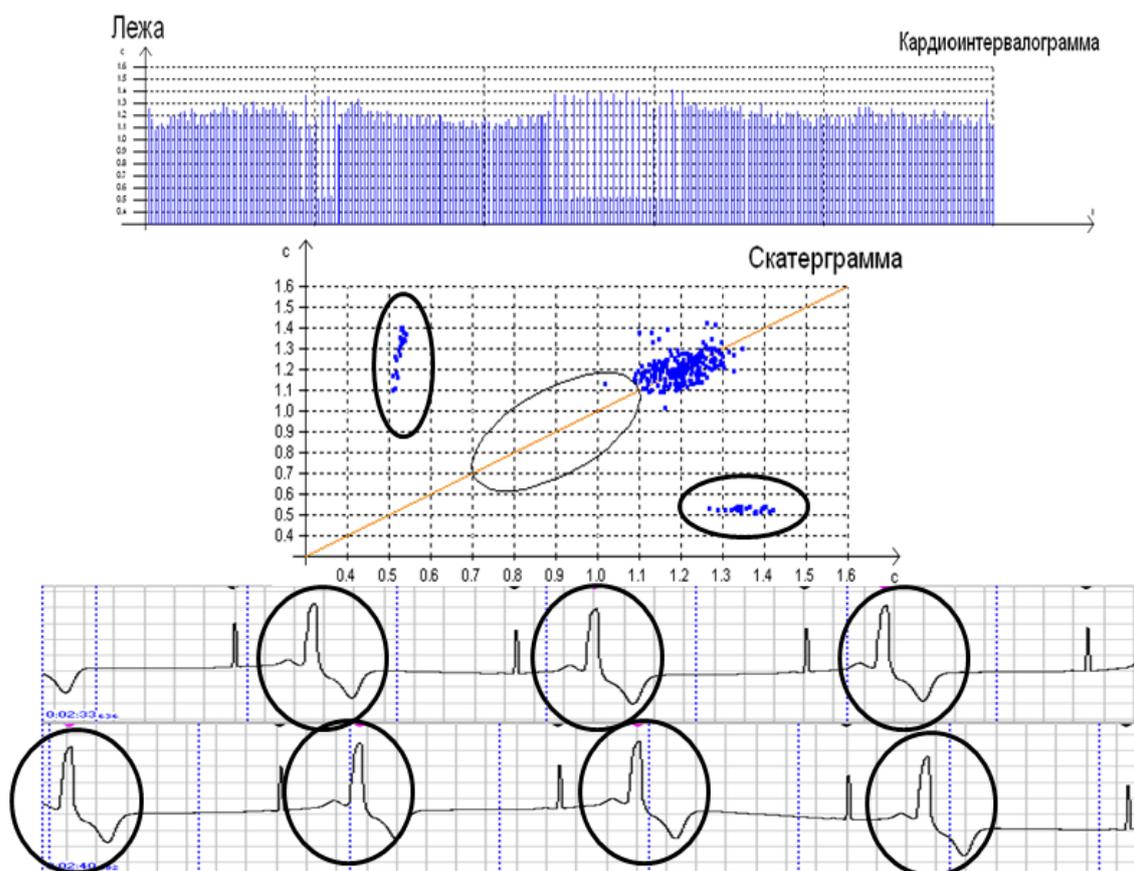


Рис. 31. Кардиоритмограмма, скатерграмма и ЭКГ у легкоатлета-марафонца Б.А. (1 разряд) утром перед тренировкой в условиях среднегорья

В табл. 23 показаны динамические исследования ВСР у легкоатлетов-средневигов в разных подготовительных периодах (весна, осень) в течение нескольких лет.

Согласно данным таблиц 26 и 27 у всех спортсменов не зависимо от сезона проведения подготовительного периода и года отмечается переход с одного диапазона значений  $MxDMn$  на другой, что говорит о неустойчивости процессов восстановления. Наиболее устойчивая кардиорегуляция просматривается у бегуна П.Г. (КМС) и чаще встречалась в двух диапазонах значений  $MxDMn$  ВСР 251–350 мс, 351–450 мс и реже в остальных. При этом у него отсутствовали парадоксальные реакции на ортостаз. Данный спортсмен показывал лучшие результаты на соревнованиях по сравнению с другими средневиками, указанными в таблице. У них чаще встречались неблагоприятные диапазоны  $MxDMn$  <150 мс, 151–250 мс и 551–650 мс, >651 мс в покое и парадоксальные реакции на ортостаз. Это говорит о постоянной перестройке регуляции и нарушениях процессов восстановления организма в результате избыточных нагрузок в предыдущие тренировочные дни. Эти бегуны часто предъявляли жалобы на плохой сон, боли в мышцах, плохое самочувствие, боли в горле и насморк.

**Оптимальные и неблагоприятные реакции на ортостаз при разных значениях MxDMn у легкоатлетов-средневигов в течение нескольких подготовительных периодов**

Ф.И.	Период	MxDMn, мс						
		<150	151-250	251-350	351-450	451-550	551-650	>650
А.С.	2014 осень							
	2017 осень							
	2018 весна							
	2018 осень							
М.П.	2014 осень							
	2015 осень							
	2016 осень							
М.С.	2014 осень							
	2016 осень							
	2017 осень							
	2018 весна							
А.И.	2016 осень							
	2018 весна							
	2018 осень							
Ч.Б.	2014 осень							
	2016 весна							
	2016 осень							
	2017 осень							
	2018 весна							

П.Г.	2016 осень							
	2017 осень							
	2018 весна							
	2018 осень							

△ – Оптимальная реакция на ортостаз

▲ – Парадоксальная реакция на ортостаз

⚡ – Гиперреакция на ортостаз

При двух тренировках в день тренеры, как правило, не определяют готовность организма бегуна к ежедневным тренировочным нагрузкам и зачастую тренируют уже перетренированных спортсменов. В табл. 28 и рис. 32 приводятся примеры динамических исследований ВСП перетренированного спринтера. При всех исследованиях ВСП у бегуна имеется малая вариабельность сердечного ритма ( $MxDMn < 150$  мс), низкие значения показателей спектра (HF, LF, VLF, ULF) и парадоксальные реакции на ортостаз, когда вместо уменьшения показатели  $MxDMn$ , TP, HF, LF, VLF, ULF увеличиваются, а SI вместо увеличения снижается. Визуально на кардиоинтервалограммах, скатерграммах ВСП и ЭКГ в течение трех лет у него прослеживается отрицательная картина (рис. 32).

Таблица 28

### Показатели ВСП с учетом низких значений $MxDMn$ в покое и ортостазе у перетренированного легкоатлета-спринтера в тренировочном процессе

Дата	ЧСС уд/мин		$MxDMn$ мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
17.10.17	71	91	93	133	692	464	400	588	117	11	160	242	90	197	33	137
25.10.17	82	95	89	98	898	893	239	369	37	14	116	173	19	62	66	120
21.12.17	67	86	99	100	526	823	471	454	134	13	182	207	53	108	102	125
13.11.18	79	93	102	124	748	697	301	470	39	20	125	341	49	64	89	44
04.12.18	80	101	81	112	969	513	261	444	54	14	113	168	36	36	58	226
12.04.19	75	95	147	149	232	417	988	2112	129	126	251	1181	109	495	499	311
30.10.19	70	90	117	126	438	575	554	721	218	27	180	424	107	210	49	60
12.11.19	67	90	119	154	400	393	571	888	290	49	152	604	88	137	41	99

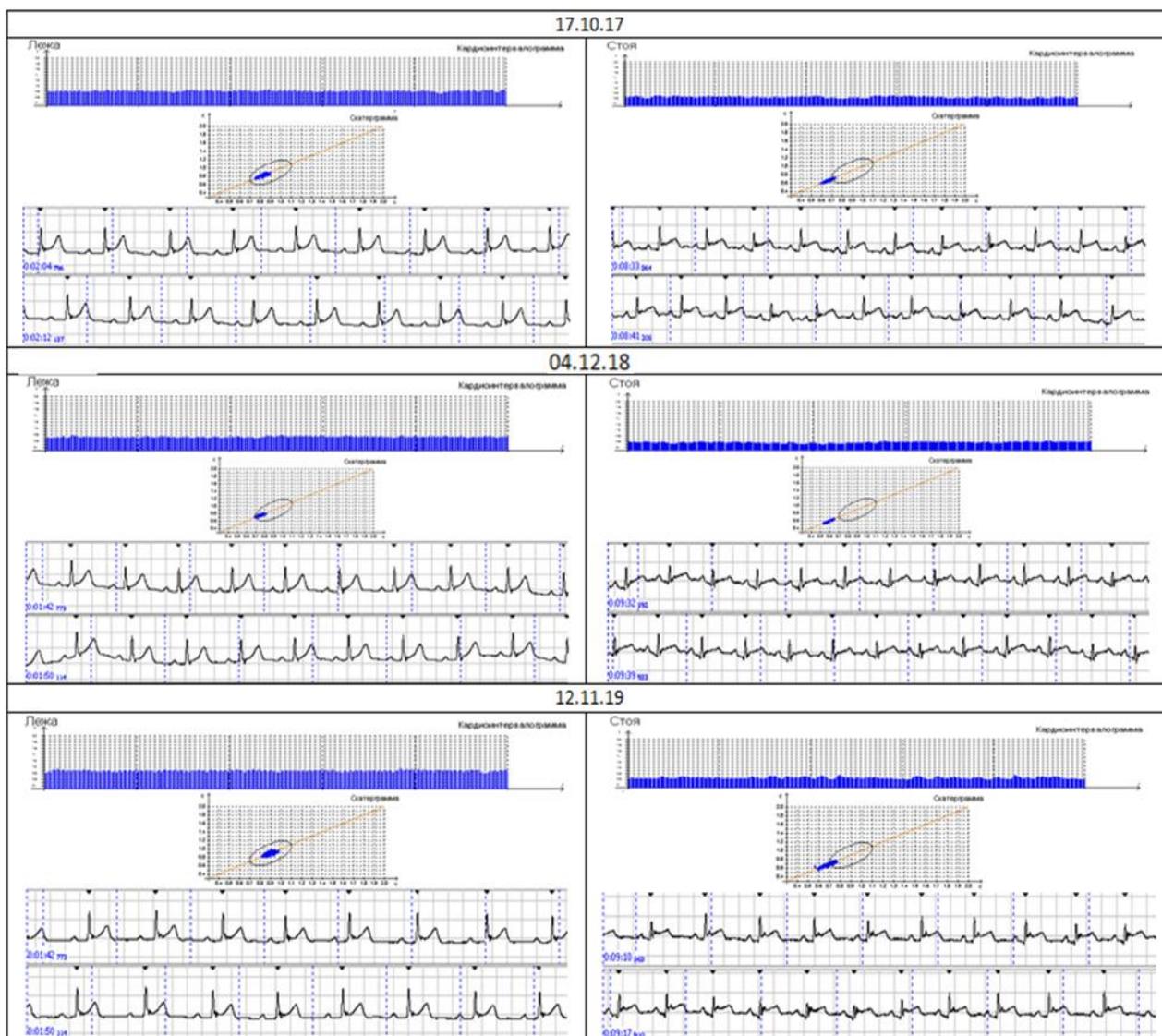


Рис. 32. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ у перетренированного легкоатлета-спринтера в тренировочном процессе в течение 3 лет

Можно привести результаты анализа ВСР, у бегуна-средневика, у которого в течение длительного периода на фоне выраженной брадикардии устойчиво держится постоянно низкий диапазон  $MxDMn < 150$  мс и очень малые значения показателей HF, LF, VLF, ULF (табл. 25). При этом во всех случаях имеются отрицательные реакции на ортостаз, когда вместо снижения показателей ВСР  $MxDMn$ , TP, HF, LF, VLF, ULF увеличиваются, а SI вместо увеличения снижается. Визуально на кардиоинтервалограммах в покое отсутствует вариабельность, на скатерграммах имеется выраженное локальное скопление точек (рис. 32). В ортостазе во всех исследованиях на ЭКГ появляются экстрасистолы и сглаженный зубец Т. Здесь речь идет о постоянно выраженном напряжении центрального контура регуляции на фоне выраженной брадикардии в покое. Это тот пример, когда выраженную брадикардию тренеры воспринимают за высокую трениро-

ванность. Это еще раз подчеркивает важность использования ВСР в тренировочном процессе.

Также в тренировочном процессе можно с помощью анализа ВСР выявить легкоатлетов с серьезными нарушениями сердечного ритма. Это связано, прежде всего, с тем, что спортивные врачи при прохождении спортсменами УМО 2 раза в год не используют метод анализа ВСР, а оценивают лишь короткие записи ЭКГ (10–12 сек) поэтому не видят истинной картины состояния работы синусового узла (рис. 33).

Таблица 29

**Показатели ВСР в покое и ортостазе у перетренированной легкоатлетки-спринтера в тренировочном процессе**

Дата	ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
09.11.18	66	86	254	276	74	98	319 5	3350	1072	143	659	1678	468	1109	996	421
17.01.19	104	111	102	171	698	442	606	902	32	93	263	537	204	189	107	83

100

— выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают отклонение от нормы.

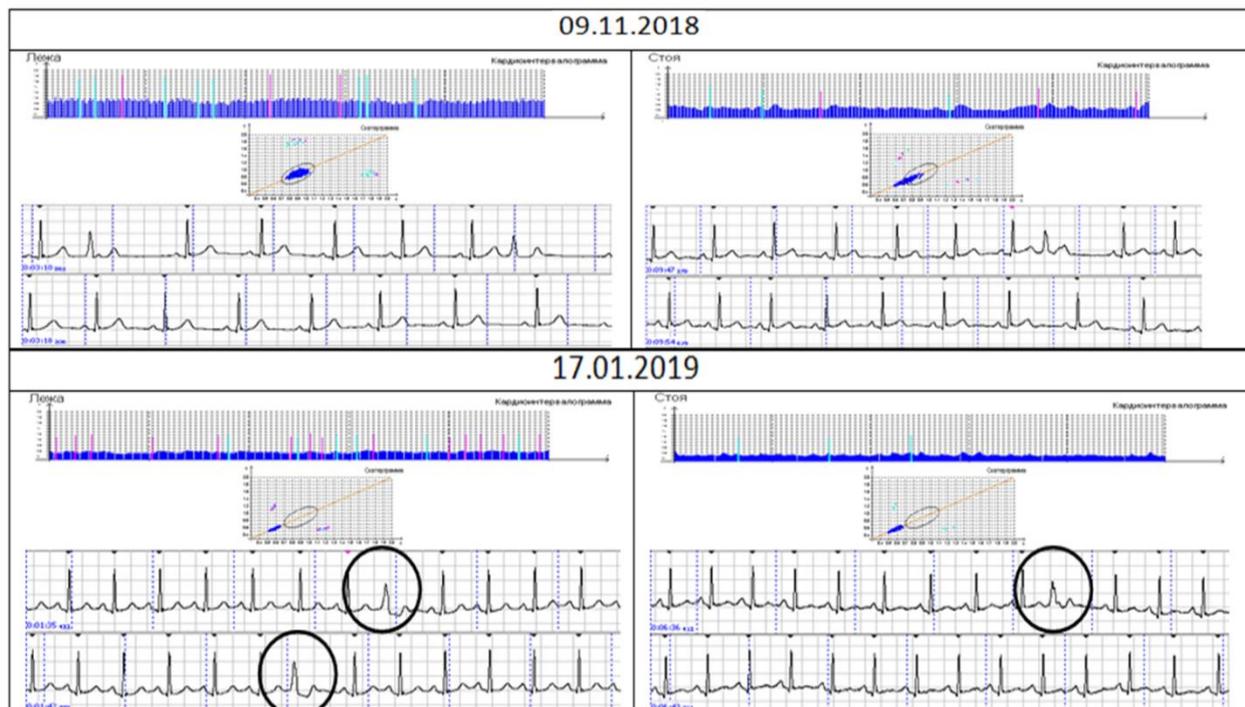


Рис. 33. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе у перетренированной легкоатлетки-спринтера в тренировочном процессе в течение двух лет

Часто на сборы спортсмены приезжают без предварительного осмотра у врача, ответственного за данный вид спорта. При записи и анализе ВСР в течение трех дней у нее зафиксирован переход регуляции с одного диапазона значения МхDMn на другой (табл. 29). При этом ежедневно изменились в сторону снижения или увеличения и другие показатели ВСР SI, TP, HF, LF, VLF, ULF. Кроме того, визуально на кардиограммах отсутствует вариабельность, на скатерграммах выраженный локальный разброс точек за пределами эллипса в покое и на ЭКГ множественные экстрасистолы (рис. 34).

Самое опасное, что спортсменка не ощущала проявление экстрасистолии. Она была отстранена от тренировочного процесса и направлена к кардиологу на восстановительное лечение.

Таблица 30

**Показатели ВСР в покое и ортостазе у перетренированной легкоатлетки-средневика в среднегорье**

Дата	ЧСС уд/мин		МхDMn мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
01.11	87	118	147	52	302	4562	373	86	116	18	188	20	38	30	30	18
02.11	57	95	516	215	21	217	12922	1482	4006	93	5278	791	2438	340	1200	257
03.11	69	112	202	85	152	1507	1764	384	882	35	663	277	163	32	55	40

100 – выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе (отклонение от нормы).

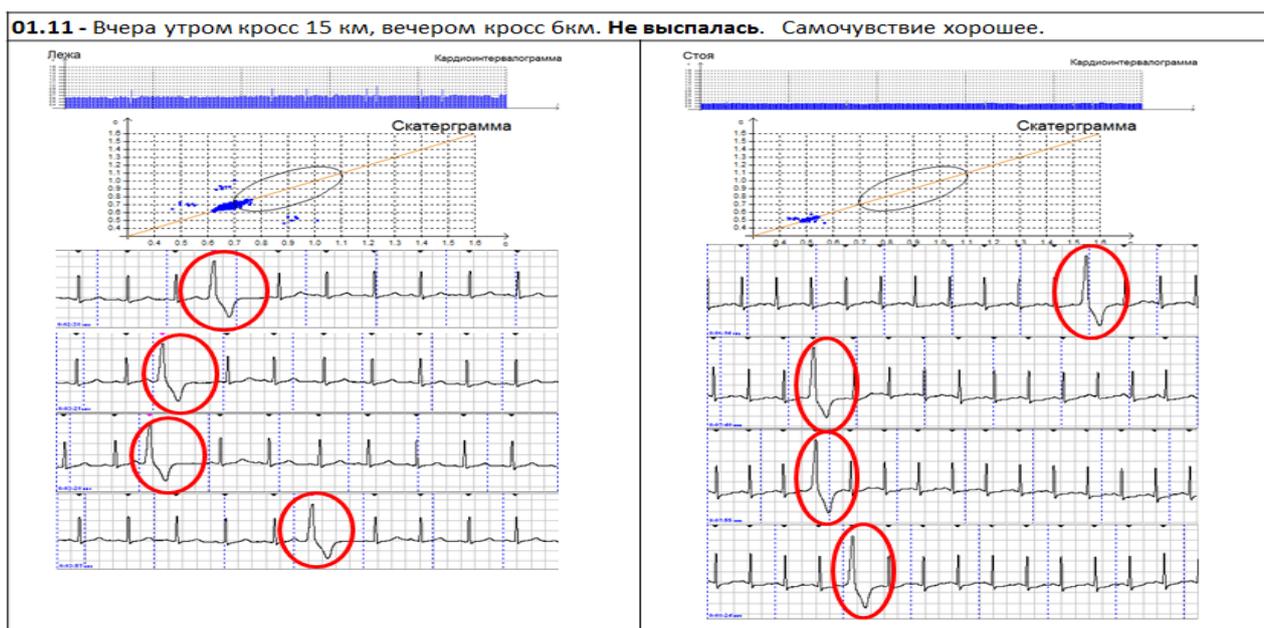


Рис. 34. Состояние регуляторных систем и ЭКГ у легкоатлетки-средневика на сборах в г.Кисловодск

При динамических исследованиях ВСР по изменению диапазонов вариационного размаха кардиоинтервалов можно судить не только о процессах восстановления и переносимости тренировочных нагрузок, но и их планировании. На рис. 34 представлены результаты анализа ВСР в покое в течение трех подготовительных периодов на сборах в среднегорье. По показателям  $MxDMn$ , HF, LF полученных в покое утром можно проследить на протяжении всех сборов одинаковую картину неустойчивости регуляции в восстановительных процессах, а также нарастание выраженного утомления к концу сборов, которое проявляется увеличением SI, увеличением вазомоторных волн (LF) и снижением дыхательных волн (HF). Причем картина этих изменений ВСР в течении трех лет была схожей. Поэтому можно предположить, что план тренировок в течение 3 лет не менялся. При сравнении показателей ВСР видно, что спортсмен лучше переносил нагрузки в 2014 году, чем в два последующих года. В этот год он имел лучшие спортивные результаты.

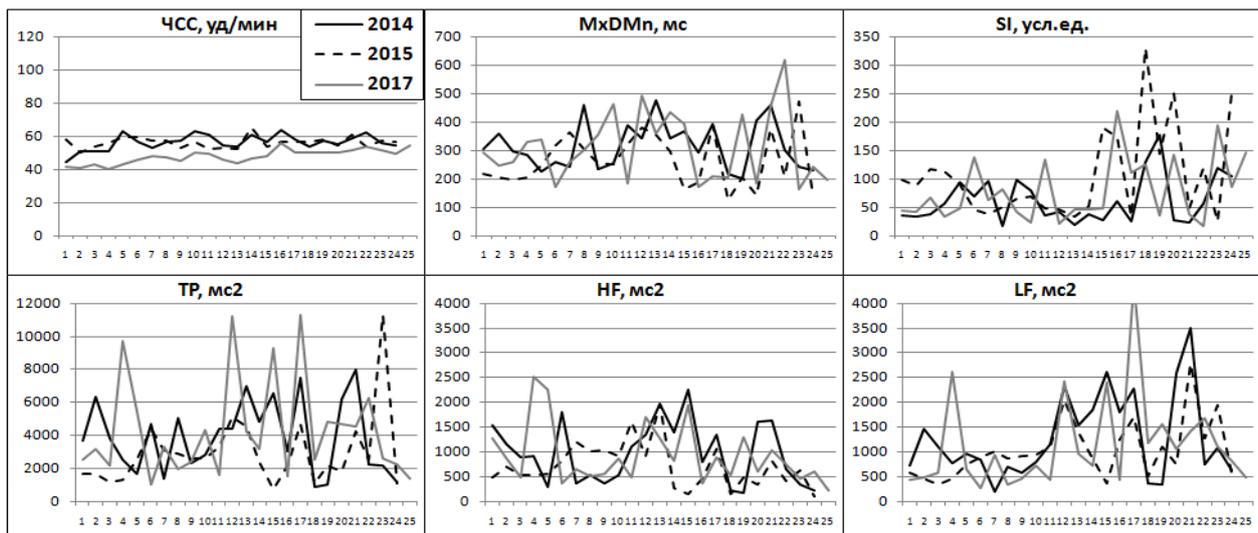


Рис. 35. Динамические исследования показателей ВСР у легкоатлета-средневика (МС) в среднегорье 2014, 2015, 2017 гг.

На рис. 35 приведены индивидуальные портреты восстановительных процессов по показателям ВСР  $MxDMn$ , HF и LF у двух стайеров в трех микроциклах на тренировочных сборах. Для первого стайера Т.К. на протяжении сборов характерно оптимальное преобладание автономного контура регуляции, которое сохраняется в покое и нормальные реакции на ортостаз, что указывает на хорошую тренированность спортсмена. В то время как у другого стайера при анализе ВСР отмечается переход регуляции с выраженного преобладания автономного контура регуляции на выраженное преобладание центрального контура регуляции. При этом присутствуют парадоксальные реакции на ортостаз

со стороны показателей MxDMn и LF, когда вместо снижения идет их увеличение. А также имеется выраженная гиперреакция со стороны HF волн. Этот спортсмен давно перетренирован.

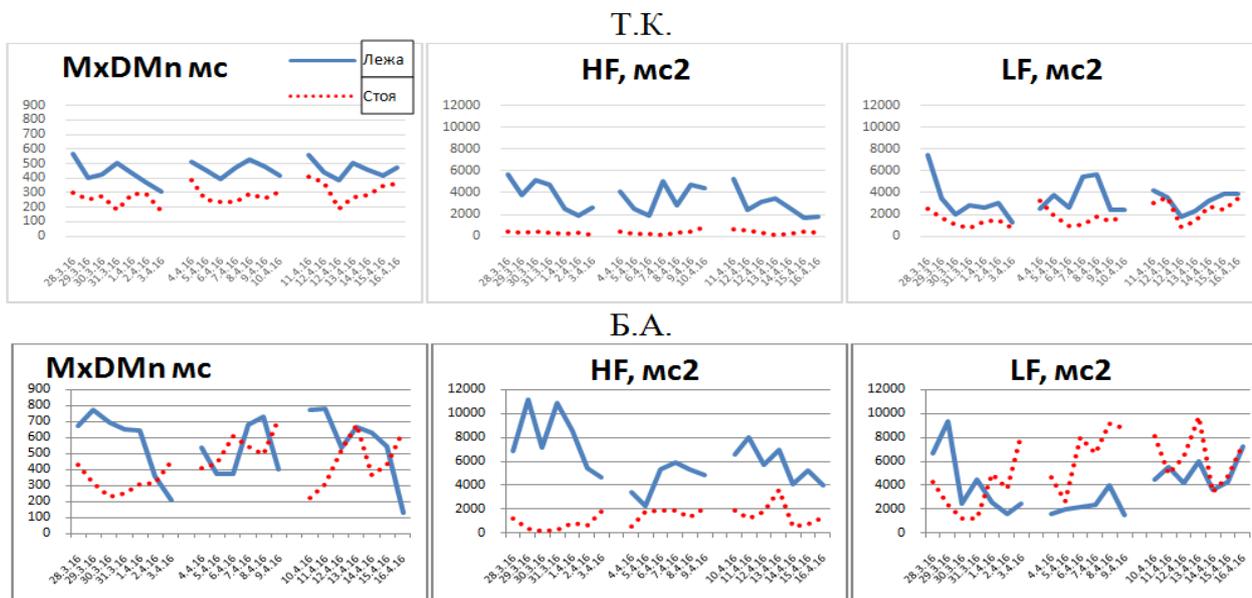


Рис. 36. Индивидуальные портреты показателей ВСР при разных диапазонах значения MxDMn в микроциклах на тренировочных сборах у легкоатлетов – стайеров

Устойчивые низкие значения диапазона MxDMn могут встречаться не только при перетренированности, но и при разных недомоганиях легкоатлетов, продолжающих тренировочный процесс. Это можно проследить в табл. 31, где указано, что в течение двух месяцев у спортсмена болит горло. При этом сохраняются низкие показатели MxDMn, свидетельствующие о напряженной работе синусового узла в результате тонзиллокардиального синдрома, когда с больного горла идет патологическая реакция на сердце, что вызывает напряженную работу кардиорегуляторных систем. Поэтому после каждого тренировочного дня спортсмен не восстанавливается. Ему требуется восстановительное лечение у ЛОР-врача и прекращение тренировок.

**Состояние регуляторных систем у легкоатлета-стайера (МС)  
при недомоганиях**

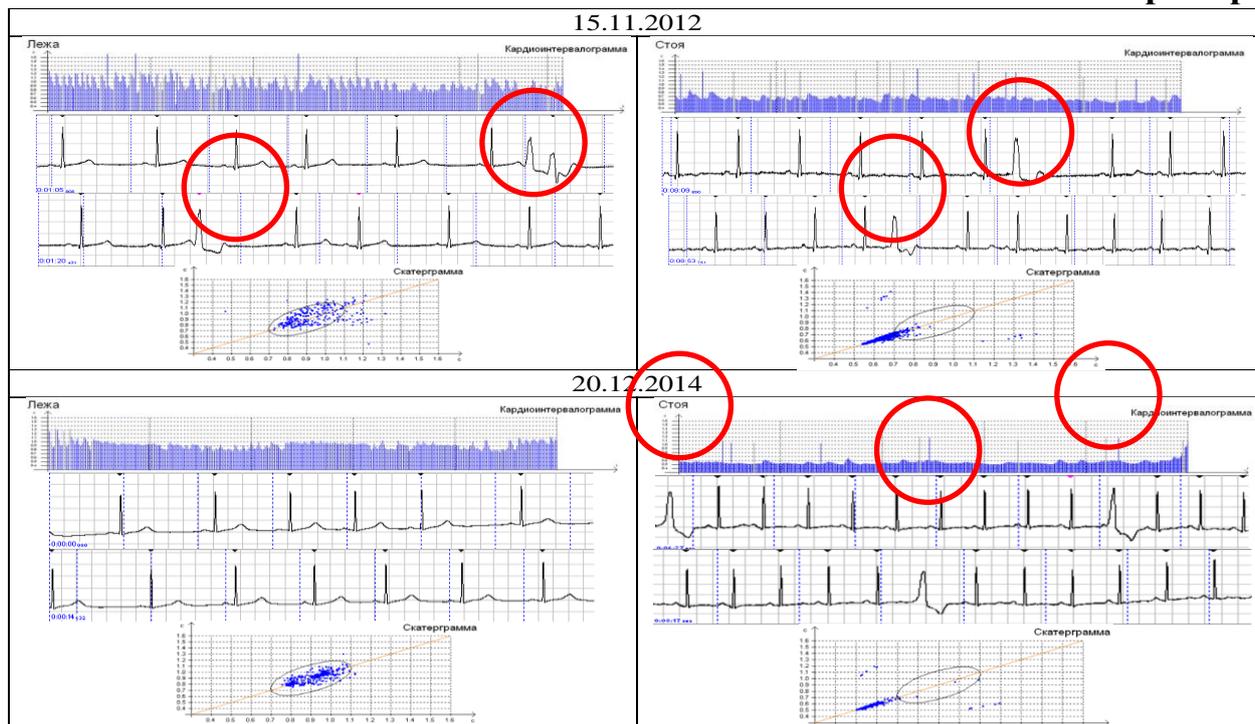
Дата	Комментарий	ЧСС, уд/мин		MxDMn, мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
		лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
25.10.17	Вчера отдых, выспался, не голодный, <b>горло болит</b>	63	79	231	211	96	153	2155	1544	683	83	947	377	264	386	262	697
26.10.17	Вчера тренировка, не выспался, не голодный, <b>был насморк</b>	68	92	193	101	149	746	1193	330	531	28	439	116	167	48	57	138
06.11.17	Вчера отдых. В выходные болел, сейчас <b>болит горло</b> . Выспался, голодный, самочувствие хорошее.	66	86	266	161	88	360	1810	664	584	26	544	264	290	183	392	191
07.11.17	Вчера тренировка: десятерной прыжок 4 раза, низкие старты 5*30м, 3*60м., 3*120м. Выспался, голодный, самочувствие нормальное. <b>Болит голова.</b>	69	87	207	154	138	289	1799	922	329	36	738	365	503	285	229	236

27.11.17	Вчера отдых. Не выспался, голодный, самочувствие хорошее. <b>Болят горло.</b>	68	92	282	147	68	517	3123	683	1191	19	602	158	518	77	813	429
05.12.17	Вчера тренировка: 4*150м. 85%. Выспался, не голодный, самочувствие плохое: <b>болит горло, насморк</b>	83	104	174	95	271	1030	750	308	72	10	231	110	277	72	169	117
06.12.17	Вчера тренировка: 10 низких стартов (5 с резиной, 5 без), 10 бросков мяча от груди, силовая в тренажерном зале (легкая). Выспался, не голодный, самочувствие хорошее. <b>Болят горло</b>	79	95	174	113	260	648	1228	493	215	22	357	100	293	132	364	239

Таким образом, исследования показывают, что важно определять состояние регуляции у легкоатлетов-бегунов по результатам анализа ВСР с учетом типа регуляции и диапазонов значений  $MxDMn$  и типа регуляции перед выходом на каждую тренировку или соревнование. Только в этом случае тренер может своевременно определять резервные возможности организма и состояние спортсмена, вовремя дать отдых, корректировать тренировочную нагрузку, а также прогнозировать спортивный успех (результат). Важно понимать, что перед тренером стоят задачи не только обеспечить спортивный результат, но и сохранить здоровье и спортивное долголетие занимающихся.

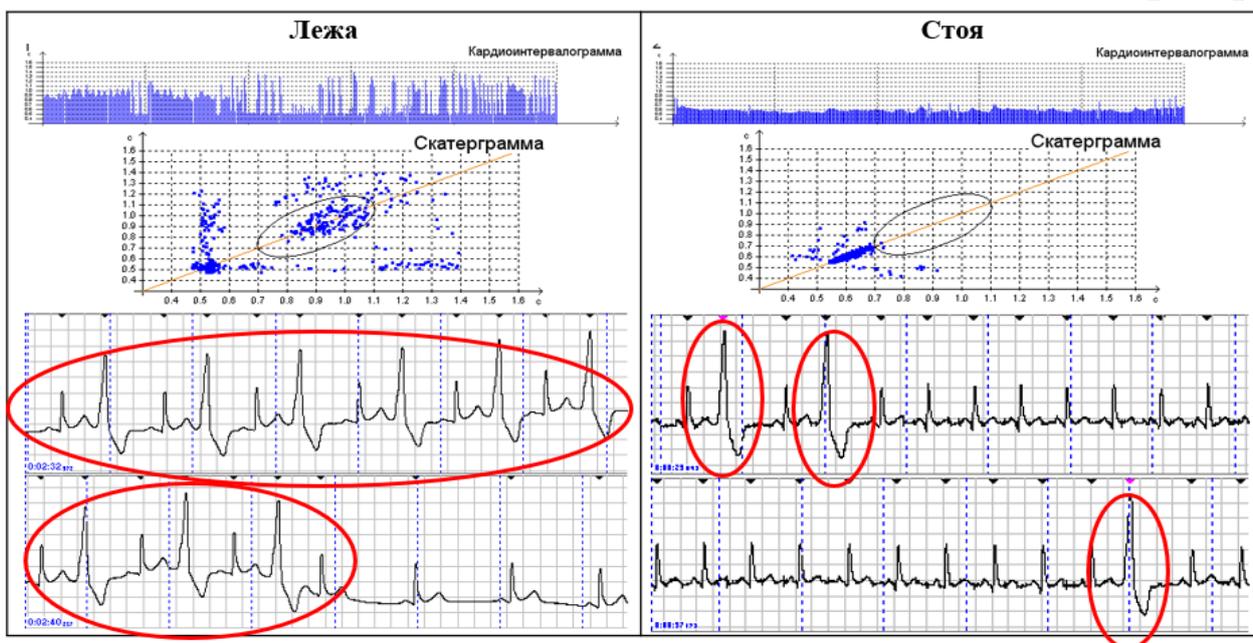
## Примеры показателей variability сердечного ритма перетренированных спортсменов

**Пример 1**



Результаты кардиоинтервалограмм, скатерграмм и ЭКГ при анализе ВСР  
у биатлонистки (мс) в 19 и 21 год в покое и ортостазе от 15.11.2012 г. и 20.12.2014 г.  
до тренировок (умерла на дистанции в феврале 2015 г.)

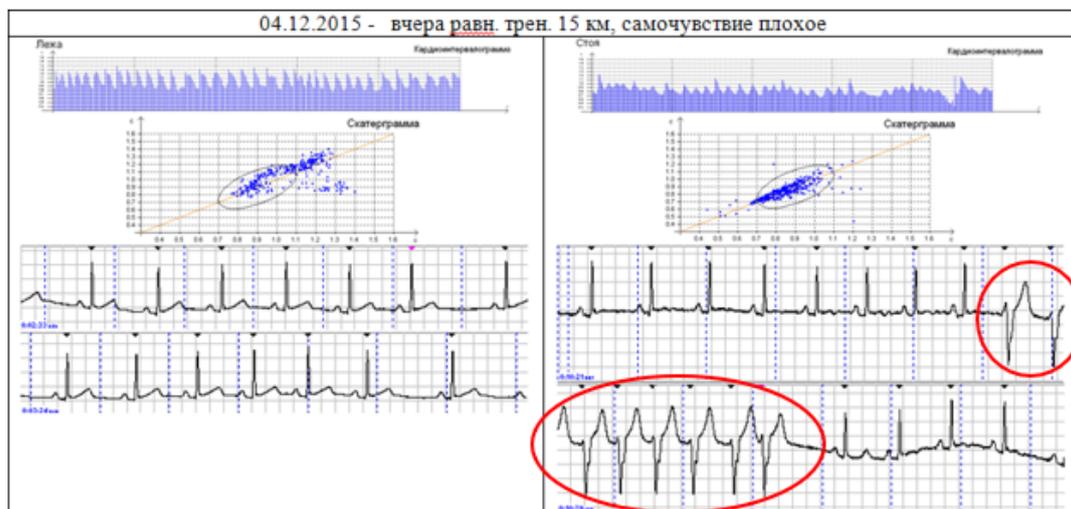
**Пример 2**



Кариоритмограммы, скатерграммы и ЭКГ в покое и ортостазе перед тренировкой  
у перетренированного биатлониста Г.М. (МС)

### Пример 3

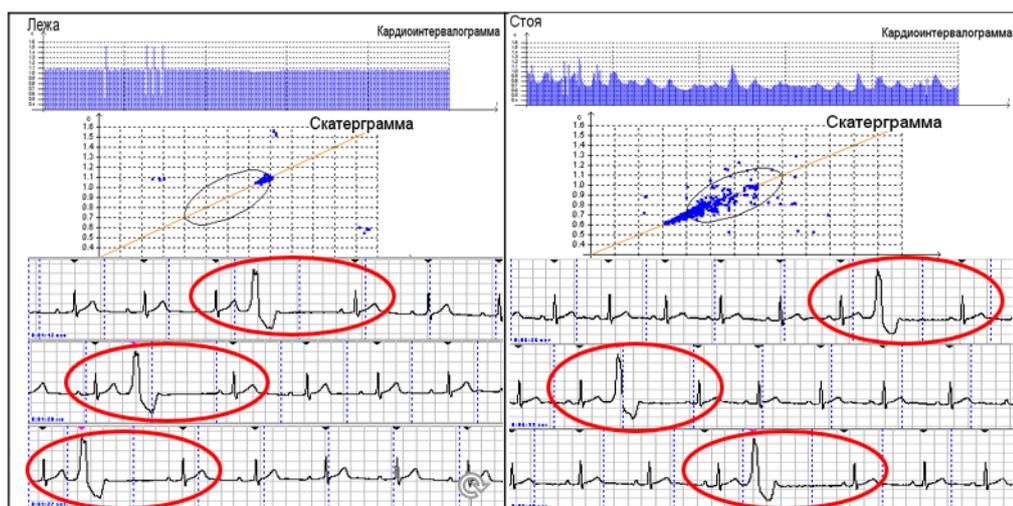
Дата	ЧСС, уд./мин		MxDMn, мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>		PHF%		PLF%		PVLf%	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
26.02.16	57	71	572	453	15	28	18829	8618	4432	1040	12990	5174	400	1933	1007	470	25	13	73	63	2	24



Показатели ВСР, кардиоритмограммы, скатерграммы и ЭКГ у перетренированного биатлониста Р.Ф. в покое и ортостазе(с IV патологическим типом) до утренней тренировки

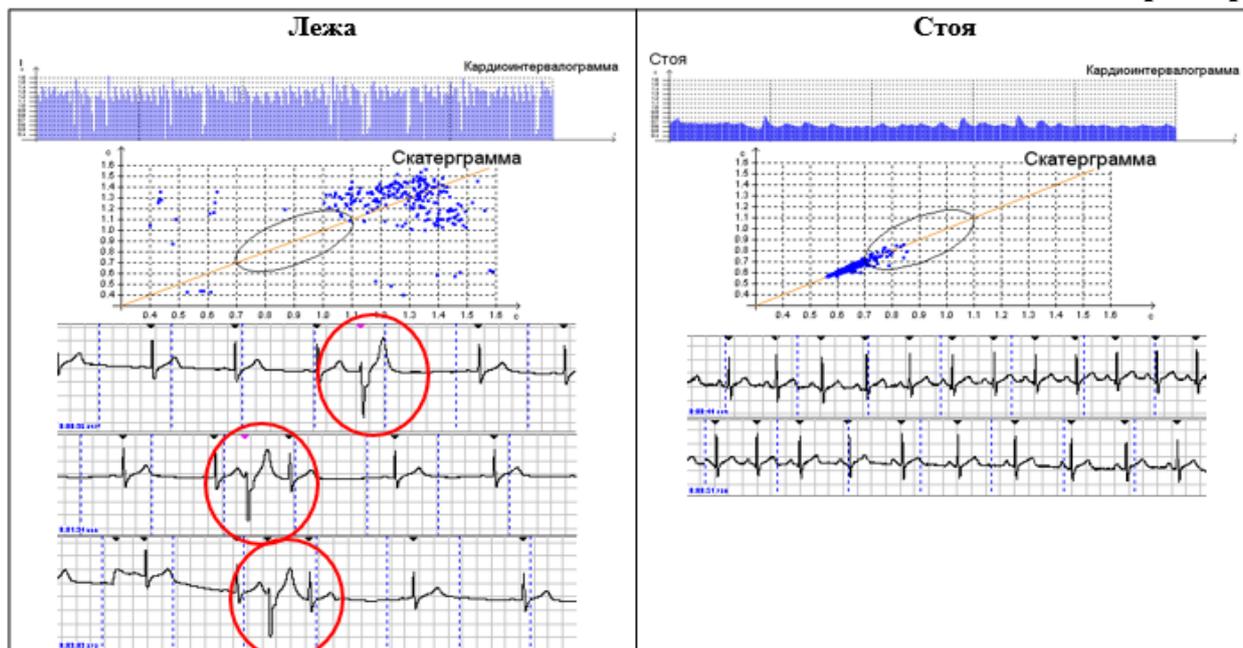
### Пример 4

HR, уд./мин	MxDMn, мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>		HF, %		LF, %		VLF, %		
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	
56	79	82	444	1061	44	145	7969	47	587	28	5420	18	1108	52	853	51	8	30	76	19	16



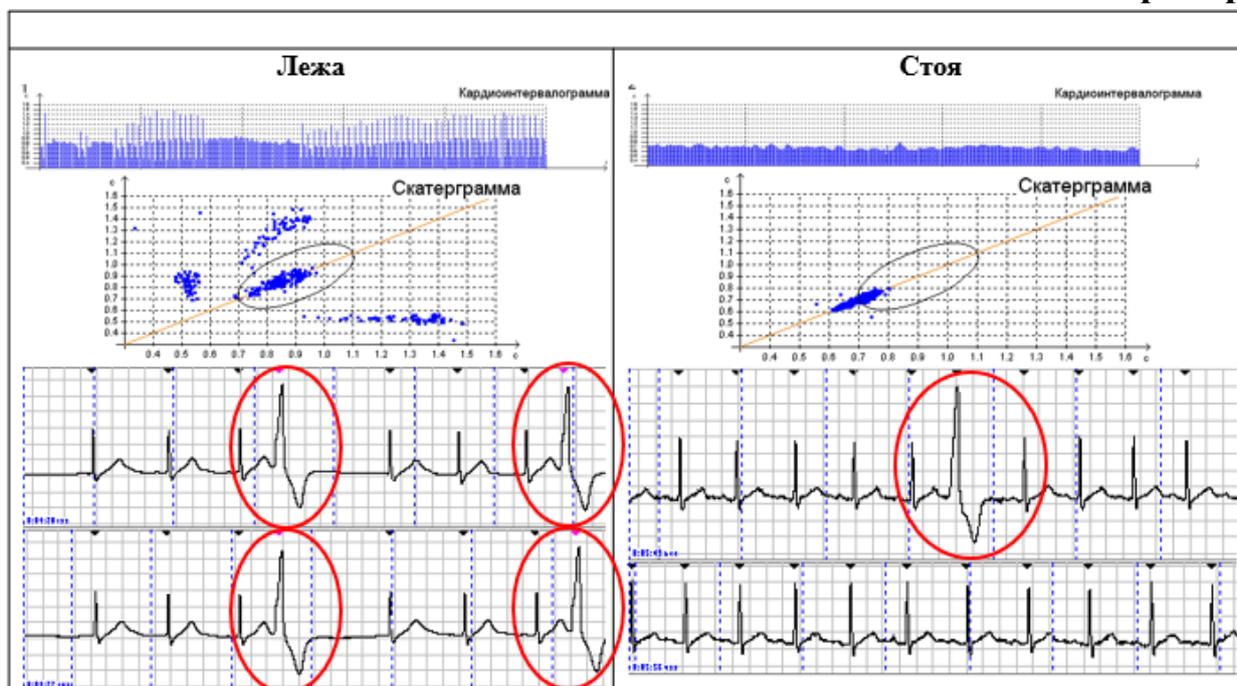
Вариабельность сердечного ритма и ЭКГ в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста С.А. утром до тренировки

## Пример 5



Кардиоритмограммы, скатерграммы и ЭКГ у биатлониста Б.Д. (МС)  
до первой тренировки

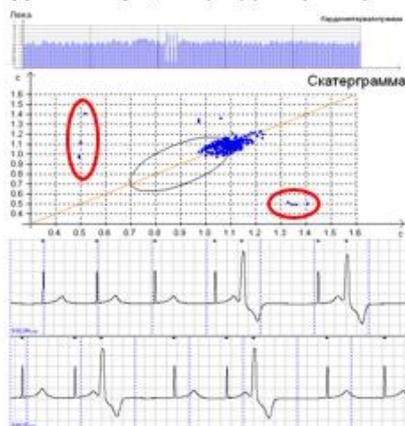
## Пример 6



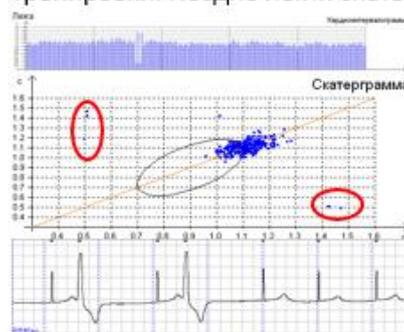
Кардиоинтервалограмма, скатерграмма ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе  
у перетренированного биатлониста К.О. (мс) до утренней тренировки

## Пример 7

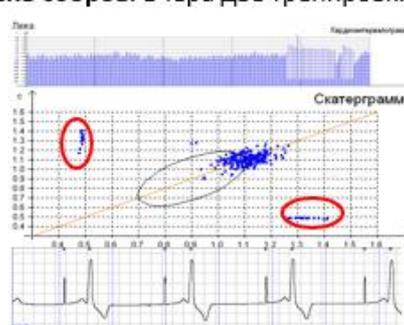
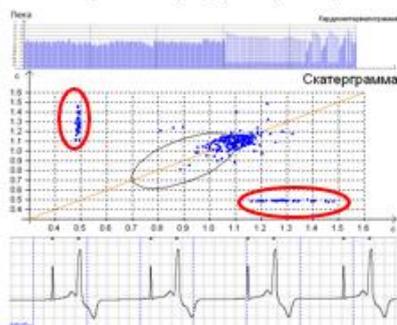
4-й день сбора, вчера две тренировки.



11-й день сбора. Утром и вечером тренировки. Поздно легли спать.



18-й день сбора. Вчера две тренировки (работа). 24-й день сборов. Вчера две тренировки (работа).



Нарушение сердечного ритма у легкоатлета-марафонца на сборах в среднегорье  
(по результатам ВСП)

Изучение показателей ВСП за несколько дней до соревнований дает важную информацию о функциональной готовности организма спортсмена к соревновательным нагрузкам (табл. 32).

Таблица 32

### Предстартовое состояние регуляторных систем у спортсменок-легкоатлеток по данным variability сердечного ритма

Показатели ВСП	Спортсменка Т.Н.		Спортсменка З.М.	
	За два дня до старта	За один день до старта	За два дня до старта	За один день до старта
R-R, мс	1018,97	914,3	1083,7	1217,1
MxDMn, мс	446	444	493	58
pNN50, %	65,84	46,13	50,4	48,9
SI, усл.ед.	19,39	24,9	25,5	1283
TP, мс <sup>2</sup>	8850,51	4647,1	9088,9	461,7
HF, мс <sup>2</sup>	3921,6	1827,2	5077,9	174,8
LF, мс <sup>2</sup>	4402,1	1269,13	3319,6	179,8
VLF, мс <sup>2</sup>	366,2	470,7	254,5	54,8
ULF, мс <sup>2</sup>	160,6	1080,02	436,9	52,3
Тип регуляции	IV	IV	IV	II

Согласно данным таблицы 32 у спортсменки Т.Н. предстартовое состояние существенно лучше, чем у другой спортсменки. У второй спортсменки за один день до старта резко повысилась активность центральных структур регуляции, резко уменьшился разброс кардиоинтервалов (MxDMn) с 493 мс до 58 мс, увеличился SI (с 25 до 1283 усл. ед.), резко уменьшились показатели TP, HF, LF, VLF, ULF.

Данные другой таблицы показывают динамику изменений ВСР у многоборца (л/а) МС до и после соревнований в летний и зимний периоды. Согласно данным табл. 33 можно проследить, что в зимний период он имел более сниженные функциональные и адаптивные возможности организма, как до, так и после соревнований.

Таблица 33

**Динамика показателей variability сердечного ритма  
у многоборца (л/а) мс до и после соревнований**

**в летний и зимний период**

	08.07.2010		06.02.2011	
	За 3 часа до соревнований	Через 2 часа после соревнований	За 3 часа до соревнований	Через 2 часа после соревнований
ЧСС, уд/мин	58	74	73	88
R-R, мс	1038,97	811,27	824,00	683,00
MxDMn, мс	339	293	258	82
SI, усл. ед.	48,71	82,93	89	1076
TP, мс <sup>2</sup>	3682,51	2204,69	1474,23	243,22
HF, мс <sup>2</sup>	1228,06	473,00	718,91	49,09
LF, мс <sup>2</sup>	1299,61	1022,84	479,26	57,57
VLF, мс <sup>2</sup>	319,38	201,38	109,87	38,84
ULF, мс <sup>2</sup>	835,46	507,48	166,18	97,72

Динамические исследования ВСР у одних и тех же спортсменов в покое позволяют иметь представление об индивидуальном портрете вегетативной ре-

гуляции и ее изменениях, что открывает новые возможности для контроля и управления функциональным состоянием и адаптационно-резервными возможностями организма в тренировочном процессе, своевременной оценки перетренированности и прогнозировании спортивных результатов.

Это особенно важно при подготовке юных спортсменов. При анализе ВСР в положении лежа определяется вегетативный баланс, а при переходе в положение стоя выявляется качество вегетативной реактивности, по которой можно судить о регуляторно-адаптивных возможностях организма. Согласно нашим исследованиям, реакция на ортостаз в зависимости от индивидуальных особенностей вегетативной регуляции носит разный характер. Оптимальный вариант реакции на ортостаз характерен в основном для III типа, когда снижаются показатели ВСР  $MxDMn$ , HF, HF%, LF, VLF и увеличиваются SI и LF%. Неблагоприятные варианты реакции (гиперреакция, гипореакция, парадоксальная) на ортостаз чаще выявляются при различных нарушениях вегетативного баланса (I-II-IV типы).

На рис. 37 представлены результаты динамических исследований ВСР у двух биатлонистов М.А. и Д.А. 16 лет (КМС) в разные периоды тренировочного процесса при одинаковых физических нагрузках. Согласно полученным результатам анализа ВСР у спортсменов установлен разный уровень вегетативного гомеостаза в покое.

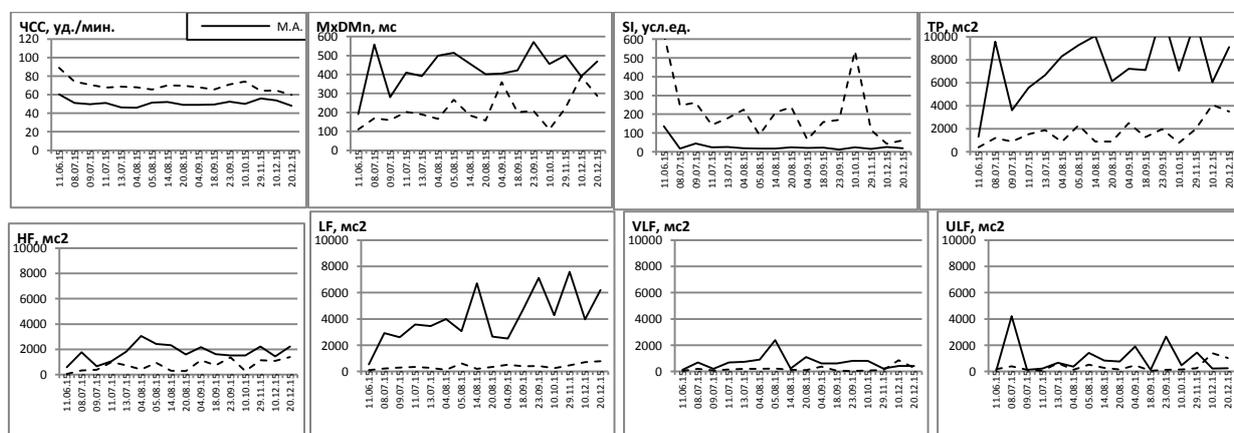


Рис. 37. Динамика показателей ВСР у юных биатлонистов М.А. и Д.А. (КМС) с разными преобладающими типами вегетативной регуляции в покое при одинаковом тренировочном режиме

У первого спортсмена умеренно преобладал автономный контур регуляции (III тип) (больше разброс кардиоинтервалов ( $MxDMn$ ), меньше SI, больше суммарная мощность спектра (TP) и его составляющих HF, LF, VLF, ULF). У биатлониста Д.А. выражено преобладал центральный контур регуляции (II тип), когда существенно меньше значения ВСР  $MxDMn$ , TP, HF, LF, VLF и больше SI.

Как видно из рис. 37 в каждом периоде тренировочного процесса есть свои особенности ВСР. Так у спортсмена М.А. от подготовительного к соревновательному периоду нарастает вариабельность сердечного ритма (увеличиваются показатели ВСР спектра TP и LF), что связано с увеличением регуляторно-адаптивных возможностей организма и нарастании тренированности. В то время как у второго спортсмена постоянно выраженное преобладание центрального контура регуляции в покое является результатом перетренированности (резко возрастает SI и отсутствует рост дыхательных (HF), вазомоторных (LF) и очень низкочастотных (VLF) волн в спектре).

Речь идет о том, что в зависимости от индивидуального состояния вегетативного баланса спортсмены по-разному адаптируются к одинаковым тренировочным нагрузкам. Исходя из данных анализа ВСР, второй спортсмен постоянно затрачивает больше усилий со стороны кардиорегуляторных систем, нежели первый спортсмен.

Показано, что система с относительно автономными связями в силу независимости ее элементов отличается большей пластичностью, что облегчает ее приспособление к условиям спортивной деятельности. Согласно физиологической целесообразности процессы адаптации у спортсмена с умеренным преобладанием автономного контура регуляции (III тип) протекают с большей эффективностью. Включение в процесс управления выраженного преобладания центрального контура регуляции (II тип) у второго спортсмена дестабилизирует управляемую систему (организм) и полностью подавляет процессы саморегуляции (см. рис. 37).

Исследование ВСР у этих спортсменов при ортостатическом тестировании позволяет дать более детальную оценку функциональному состоянию регуляторных систем и адаптационно-резервным возможностям организма.

У первого спортсмена при ортостазе отмечается умеренное снижение показателей ВСР MxDMn, TP, HF, LF, VLF, и умеренный рост SI. Подобная реакция регуляторных систем на ортостатическое воздействие является оптимальной и свидетельствует о хороших функциональных и адаптивных возможностях организма. При исходно неблагоприятном II типе регуляции у второго спортсмена в ортостазе выявляется парадоксальная реакция, когда происходит увеличение MxDMn, TP, HF, LF, VLF вместо снижения и снижение SI вместо увеличения.

Как видно из табл. 34 у спортсменов М.А. и Д.А. по результатам анализа ВСР в ответ на ортостаз выявлена разная вегетативная реактивность.

**Различия в показателях ВСР у спортсменов с разным состоянием вегетативного гомеостаза и вегетативной реактивности на следующий день после выполнения одинаковой тренировочной нагрузки**

ФИО	ЧСС, уд./мин.		MxDMn, мс		SI, усл. ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
	М.А.	49	77	422	356	23	66	7121	5337	1620	161	4755	4839	619	262	127
Д.А.	66	80	201	<b>277</b>	<b>159</b>	<b>94</b>	1271	<b>2574</b>	743	564	393	<b>1099</b>	<b>68</b>	<b>450</b>	<b>67</b>	<b>462</b>

\*выделенные показатели ВСР указывают на отклонения от нормы в покое и в ответ на ортостаза.

Парадоксальная реакция на ортостаза является показателем неблагоприятных тенденций как в состоянии функциональных и адаптивных возможностей спортсмена, так и в прогнозе спортивных результатов. Такой вариант реакции чаще всего встречается при выраженном утомлении, перетренированности, донозологических состояниях. Второй спортсмен на всех соревнованиях имел низкие результаты (см. табл. 35). Таким образом, согласно полученным результатам анализа ВСР можно проследить связь между нарушением вегетативного баланса, ухудшением вегетативной реактивности и низкими спортивными результатами.

**Результаты выступлений биатлонистов М.А. и Д.А. на региональных и всероссийских соревнованиях**

Месяц соревнований		август	сентябрь	декабрь	декабрь	декабрь	январь	январь	январь	февраль	февраль	март	март	март	март
М.А.	место	1	4	14	8	15	7	12	1	1	7	13	17	37	18
	стрельба	4	4	5	5	2	3	4	1	3	4	6	2	5	5
Д.А.	место	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	<b>82</b>	<b>59</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	-	-	-	-	<b>65</b>	-
	стрельба	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>5</b>		<b>5</b>	<b>4</b>					<b>6</b>	

\* выделенные показатели указывают на низкие спортивные результаты.

Регуляторные системы под влиянием систематических оптимальных тренировочных нагрузок способны к совершенствованию и расширению адапционно-резервных возможностей организма. Чрезмерные нагрузки ведут к поломкам в системе управления и переходу с оптимального состояния вегетативной регуляции на дизрегуляторный.

Нами было показано, что у спортсменов с выраженным преобладанием центрального контура регуляции (II тип) при дисперсионном картировании ЭКГ регистрируются атипичные изменения реполяризации желудков сердца, а по данным тетраполярной реографии в основном встречается гиперкинетический тип кровообращения.

У перетренированных спортсменов чаще регистрируются аритмии, большинство из которых рассматриваются как проявление физиологических сдвигов, возникающих в процессе адаптации к тренировочным нагрузкам и не имеющих органической природы, с другой стороны такие аритмии могут быть проявлением ранних признаков нарушения адаптации к физическим нагрузкам.

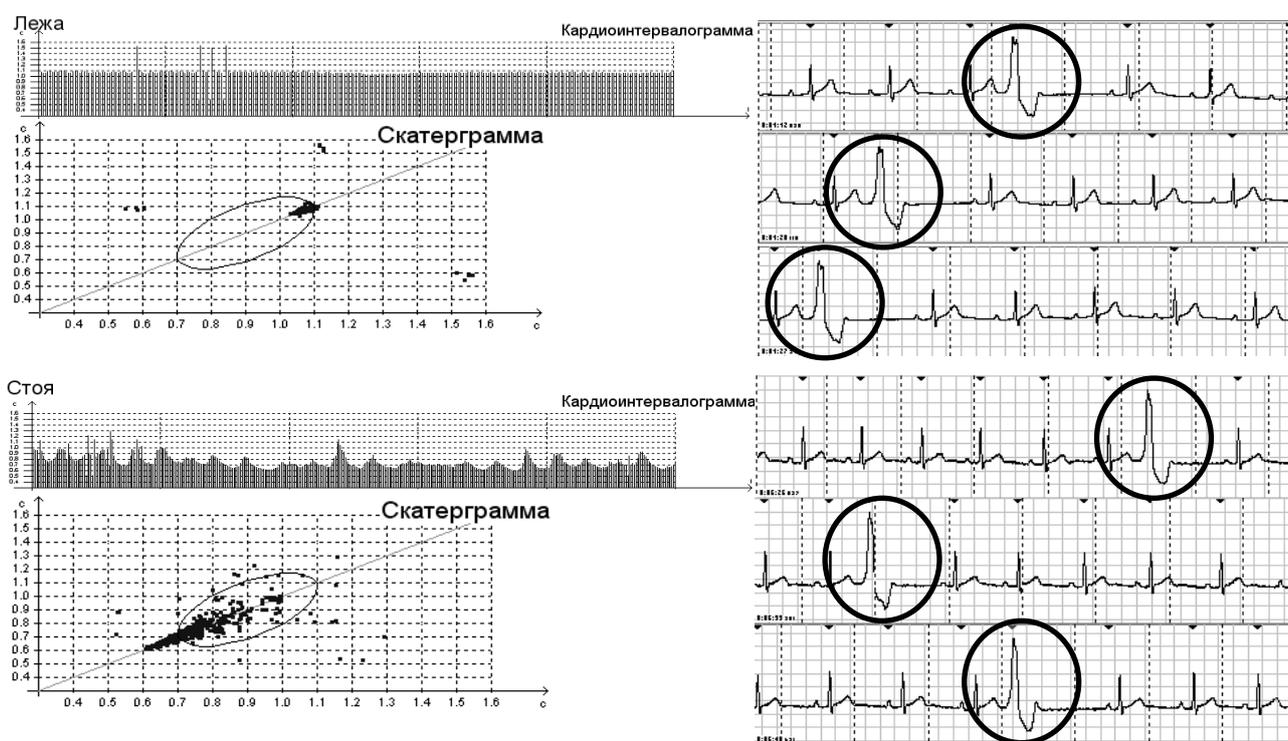


Рис. 38. Результаты анализа ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе у биатлониста С.А. утром до тренировки с выраженным преобладанием центрального контура регуляции (II тип) утром до тренировки

Эти состояния чаще выявляют физиологи при анализе ВСР перед очередной тренировкой, чем врачи при коротких записях ЭКГ, при проведении углубленных медицинских осмотрах. В этом плане ВСР является более информативным методом для выявления нарушений ритма сердца, чем традиционная ЭКГ. Как видно на рис. 38 у спортсмена С.А. с резко выраженным преобладанием центрального контура регуляции в покое исчезает вариабельность сердечного ритма на фоне брадикардии, выявляется выраженная парадоксальная реакция на ортостаз (резкое уменьшение SI вместо увеличения и резкое увеличение по-

казателей TP, HF, LF, VLF, ULF вместо снижения). Появляется разброс точек на скатерграмме и нарушение сердечного ритма на ЭКГ. Этот спортсмен давно перетренирован и нуждается в незамедлительной консультации кардиолога.

Для точной количественной оценки периодических процессов в сердечном ритме служит спектральный анализ. Физиологический смысл спектрального анализа состоит в том, что с его помощью оценивается активность отдельных уровней управления ритмом сердца.

При анализе ВСП особое внимание нужно обращать на мощность «очень» низкочастотной составляющей спектра (VLF). Этот показатель свидетельствует о более сложных влияниях со стороны надсегментарного уровня регуляции на сердечно-сосудистый подкорковый центр. Доказано, что очень низкочастотные колебания спектра (VLF) тесно связаны с психоэмоциональным напряжением и отражают степень активации центральных подкорковых структур, ответственных за адаптацию.

На связь метаболических процессов с вегетативной регуляцией указывает происхождение очень низкочастотных компонентов (VLF) ВСП. Показано, что мобилизация энергетических и метаболических резервов при функциональных воздействиях может проявляться изменениями мощности VLF волн.

Резкое уменьшение ВСП и абсолютных значений VLF ( $<240 \text{ мс}^2$ ), высокие показатели SI при выраженном преобладании центрального контура регуляции указывают на исходно низкие регуляторно-адаптивные возможности организма. Парадоксальные реакции на ортостаз в основном проявляются при низких значениях VLF  $< 240 \text{ мс}^2$ .

Это можно проследить по результатам анализа ВСП, представленные в табл. 36, у перетренированной юной биатлонистки Л.Е. с постоянно резко выраженным преобладанием центрального контура регуляции в покое (малая вариабельность сердечного ритма) и выраженной парадоксальной реакцией на ортостаз.

Таблица 36

**Индивидуальный портрет ВСП у перетренированной биатлонистки Л.Е. 14 лет с постоянно выраженным преобладанием центрального контура регуляции в положении лежа и парадоксальной реакцией на ортостаз**

Дата	ЧСС, уд./мин.		MxDMn, мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
10.03.15	74	<b>97</b>	125	<b>158</b>	445	<b>392</b>	443	<b>589</b>	152	98	57	<b>300</b>	144	<b>138</b>	90	52
06.04.15	66	<b>106</b>	157	<b>197</b>	199	<b>225</b>	985	<b>1282</b>	485	87	119	<b>487</b>	169	135	212	<b>574</b>
14.05.15	73	<b>85</b>	132	<b>231</b>	325	<b>131</b>	676	<b>1284</b>	352	211	92	<b>499</b>	87	<b>262</b>	145	<b>311</b>
15.05.15	64	<b>83</b>	156	<b>203</b>	187	<b>178</b>	852	<b>962</b>	514	156	126	<b>545</b>	72	<b>114</b>	140	<b>146</b>

19.05.15	71	<b>24</b>	114	<b>186</b>	403	<b>234</b>	488	<b>1163</b>	220	106	97	<b>791</b>	157	<b>151</b>	14	<b>115</b>
29.05.15	78	<b>115</b>	105	<b>136</b>	509	<b>606</b>	227	<b>1022</b>	107	<b>104</b>	61	<b>623</b>	29	<b>139</b>	28	<b>156</b>
01.06.15	79	<b>116</b>	108	<b>119</b>	649	<b>924</b>	343	<b>819</b>	90	42	60	<b>477</b>	89	<b>231</b>	105	69
03.06.15	76	<b>106</b>	109	<b>135</b>	491	<b>533</b>	429	<b>809</b>	144	64	81	<b>557</b>	141	108	64	<b>81</b>
04.06.15	81	<b>111</b>	133	<b>157</b>	525	<b>371</b>	399	<b>770</b>	69	55	67	<b>408</b>	114	<b>111</b>	150	<b>196</b>
05.06.15	76	<b>110</b>	165	<b>161</b>	290	<b>510</b>	873	<b>532</b>	248	39	173	<b>308</b>	113	80	339	106
06.06.15	74	<b>109</b>	99	<b>152</b>	570	<b>335</b>	333	<b>1285</b>	117	<b>140</b>	118	<b>776</b>	79	<b>266</b>	18	<b>103</b>
07.07.15	78	<b>95</b>	132	<b>172</b>	353	<b>229</b>	377	<b>1321</b>	150	<b>173</b>	59	<b>667</b>	72	<b>253</b>	96	<b>228</b>

\*выделенные показатели в положении стоя указывают на парадоксальную реакцию.

На этом примере четко видно, что у спортсменки избыточная активность центрального контура регуляции в покое в течение двух месяцев не корректируется со стороны автономного контура регуляции, призванного восстанавливать и сохранять вегетативный баланс, что является основой для развития перенапряжения организма. При этом неблагоприятном типе регуляции часто встречаются различные нарушения сердечного ритма на ЭКГ.

Выраженное преобладание автономного контура регуляции (IV тип) у юных спортсменов свидетельствует об ускоренном, нерациональном пути повышения адаптации сердца и его перенапряжении.

Показано что, выраженная брадикардия и повышенный тонус блуждающего нерва, способные развиться как следствие продолжительного поддержания хорошей физической формы, может повысить риск внезапной смерти в состоянии покоя, в основном сразу после завершения тренировки. Поэтому постоянно выраженное преобладание автономного контура регуляции (IV патологический тип) носит патологический характер и может быть связано с различными нарушениями сердечного ритма, хорошо заметных при визуальной оценке кардиограммы и скатерграммы ВСР (см. табл. 37, рис. 39).

Таблица 37

### Результаты анализа ВСР у перетренированной биатлонистки К.А. 16 лет (КМС)

Дата	ЧСС, уд./мин.		MxDMn, мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
24.03.15	44	<b>84</b>	<b>727</b>	210	<b>6</b>	136	<b>21821</b>	2019	1763	<b>121</b>	6791	1104	<b>4582</b>	<b>405</b>	<b>8684</b>	<b>389</b>
04.04.15	42	<b>75</b>	<b>713</b>	236	<b>5</b>	116	<b>25545</b>	2375	2999	<b>153</b>	12286	<b>910</b>	<b>5348</b>	<b>370</b>	<b>4912</b>	<b>941</b>
21.05.15	43	<b>79</b>	<b>755</b>	267	<b>7</b>	90	<b>15942</b>	2234	2169	<b>239</b>	3950	1532	<b>4391</b>	<b>435</b>	<b>5432</b>	<b>28</b>
16.06.15	41	<b>99</b>	<b>676</b>	140	<b>10</b>	372	<b>14644</b>	<b>802</b>	2450	<b>44</b>	6752	<b>333</b>	<b>1101</b>	232	<b>4341</b>	<b>193</b>
22.06.15	44	<b>105</b>	<b>788</b>	138	<b>6</b>	409	<b>41485</b>	<b>693</b>	8151	<b>35</b>	<b>20335</b>	<b>365</b>	<b>5308</b>	<b>162</b>	<b>7690</b>	<b>131</b>

\*выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на нарушение сердечного ритма.

Исходя из результатов анализа ВСР, у спортсменки К.А. это состояние должно рассматриваться как перенапряжение кардиорегуляторных систем. При этом в показателях ВСР отмечается резкое увеличение значений  $MxDMn$ ,  $TP$ ,  $VLF$ ,  $ULF$ , резкое уменьшение  $SI$  и выраженная гиперреакция на ортостаз. С указанными изменениями показателей ВСР и ЭКГ спортсменка К.А. подлежит углубленному медицинскому осмотру.

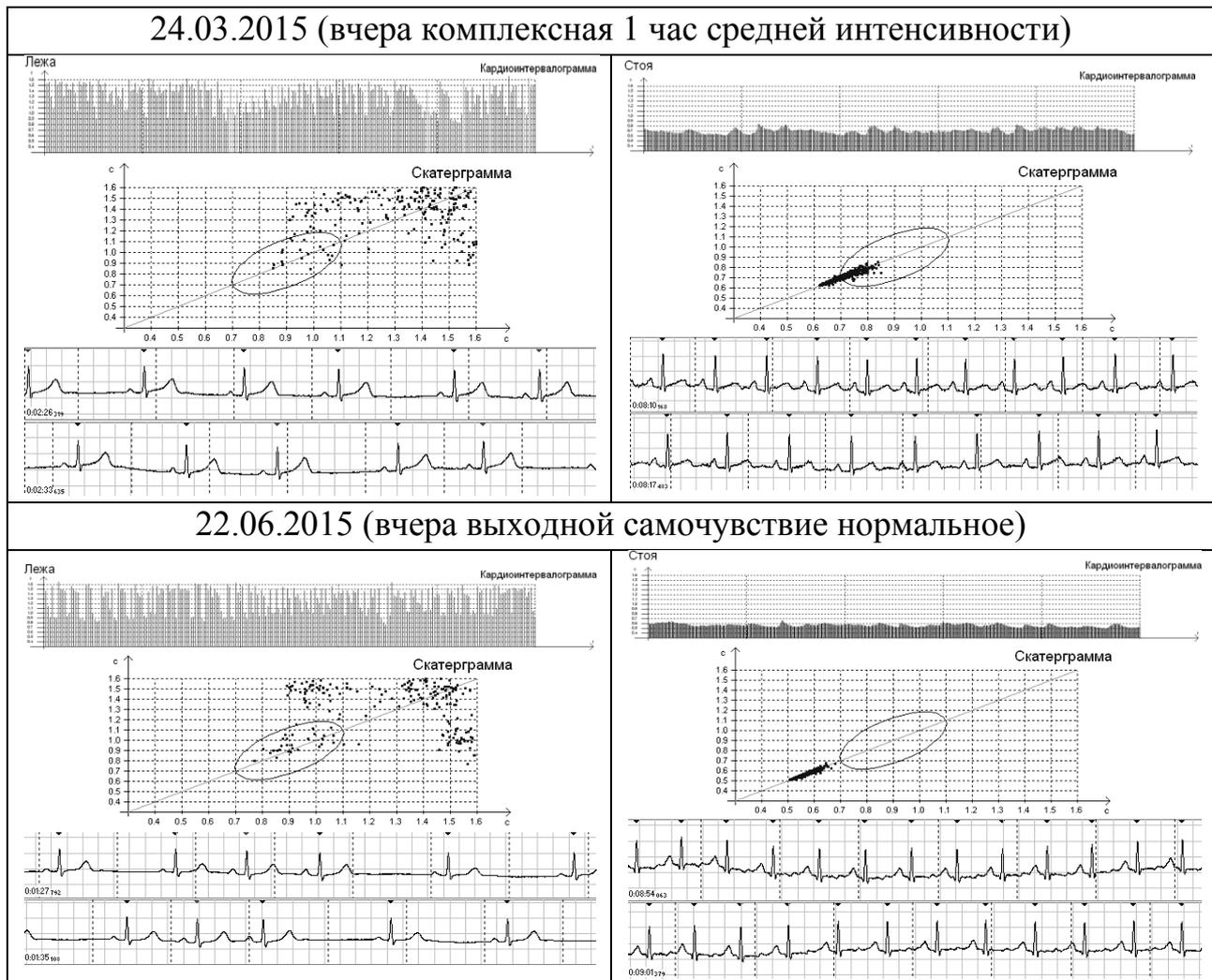


Рис. 39. Результаты кардиоритмограмм, скатерграмм ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе у биатлонистки К.А. с резко выраженным преобладанием автономного контура регуляции

Таким образом, при анализе ВСР синхронизация динамического ряда кардиоинтервалов и электросигнала всегда дает возможность восстановить точные моменты появления R-зубцов и увязать их с морфологией работы сердца.

В настоящее время не вызывает сомнений факт, что нарушение энергообеспечения клетки является основой формирования патологического процесса. Дистрофические процессы в сердечной мышце и различные нарушения ритма

сердца чаще встречаются у лиц с выраженным преобладанием центрального контура регуляции (II тип). Поэтому чрезвычайно важны в диагностике нарушений ритма сердца результаты анализа ВСР, так как позволяет на ранних этапах оценивать степень истощения, выявлять нарушения вегетативных влияний на ритм сердца.

## Т е м а IV. Определение физической работоспособности

Физической работоспособностью принято называть такое количество механической работы, которое может выполнить спортсмен с максимальной интенсивностью. С улучшением функционального состояния спортсмен способен при той же затрате энергии выполнить работу большой мощности.

К методам оценки физической работоспособности относятся определение максимального потребления кислорода (МПК),  $PWC_{170}$ , Гарвардский степ-тест, тест Новакки, позволяющие определять уровень физической работоспособности в количественных выражениях. Важной особенностью проведения теста  $PWC_{170}$  является определение оптимальной мощности физической нагрузки, при которой ЧСС достигает уровня равного 170 уд/мин.

Физическую работоспособность можно определять прямым и косвенным путем. При прямом определении физической работоспособности обследуемый выполняет физическую нагрузку (на велоэргометре или другим методом) до отказа или до изнеможения. Прямые методы исследования небезопасны для обследуемого, так как могут вызвать существенные отрицательные сдвиги в организме. Поэтому, в основном, используют косвенный метод определения физической работоспособности.

### Работа 1. Субмаксимальный тест $PWC_{170}$

#### *Задачи занятия*

1. Ознакомиться с методом и методикой проведения пробы  $PWC_{170}$ ; 2. Определить абсолютную и относительную физическую работоспособность у исследуемого студента и дать заключение.

**Необходимое оборудование:** велоэргометр, электрокардиограф, секундомер, нашатырный спирт, вата.

При изучении пробы  $PWC_{170}$  важно знать две физиологические закономерности:

1) учащение сердцебиения при мышечной работе прямо пропорционально ее интенсивности (мощности);

2) степень учащения сердцебиения при всякой (непределной) физической нагрузке прямо пропорциональна функциональным возможностям сердечно-сосудистой системы.

Физическая работоспособность в тесте  $PWC_{170}$  выражается как величина мощности физической нагрузки, при которой частота сердечных сокращений сердца достигает 170 уд/мин. Между мощностью выполняемой нагрузки и ЧСС имеется линейная связь, которая сохраняется до уровня ЧСС, равного 170 уд/мин, но при более высоких значениях пульса линейный характер связи нарушается.

Тест  $PWC_{170}$  надежно отражает уровень физической работоспособности. Выявлены тесные корреляционные связи между показателями пробы  $PWC_{170}$  и величинами максимального потребления кислорода (МПК), объемом сердца и сердечного выброса.

### ***Содержание занятий и методические указания***

В настоящее время существует 3 варианта проведения пробы  $PWC_{170}$ : по методикам М.А. Годика с соавт., 1994; В.Л. Карпмана с соавт., 1974 и Л.И. Абросимовой с соавт., 1978. Различие в этих методиках заключается в количестве нагрузок, выполняемых испытуемым. Общеввропейский метод предполагает выполнение трех непрерывно возрастающих по мощности нагрузок, каждая длительностью 3 мин. выполняемых без отдыха. Методика В.Л. Карпмана (1974, 1978) основана на выполнении двух нагрузок возрастающей мощности по 5 мин. каждая с интервалом отдыха между ними 3 мин. Методика Абросимовой (1978) предполагает выполнение одной нагрузки, при которой ЧСС увеличивается до 150–160 уд/мин.

В данной работе студент знакомится с оценкой физической работоспособности с использованием методики Карпмана с соавт.

#### *Модификация В.Л. Карпмана с соавт.*

а) на велоэргометре

Методика проведения пробы заключается в последовательном выполнении на велоэргометре двух нагрузок умеренной интенсивности с частотой вращения педалей 60–75 об/мин. Интервал отдыха между нагрузками 3–5 минут. Длительность каждой из нагрузок составляет 5 мин, причем мощность их должна подбираться таким образом, чтобы ЧСС в конце первой нагрузки составила 100–120 уд/мин, в конце второй – 145–160 уд/мин. Желательно, чтобы разница между этими величинами составляла не менее 40 уд/мин. При выполнении этих условий погрешность в определении  $PWC_{170}$  будет минимальной. Обычно мощность первой нагрузки для нетренированных лиц, а также детей, находится в пределах 0,5–1,0 Вт/кг, мощность второй – 1,5–2,0 Вт/кг. Подсчет пульса осуществляется за последние 30 сек. каждой из нагрузок с помощью фонендоскопа или электрокардиографа.

Расчет абсолютного показателя  $PWC_{170}$  производится по формуле:

$$PWC_{170} = W_1 + (W_2 - W_1) * \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1},$$

где  $W_1$  и  $W_2$  – мощность первой и второй нагрузок;  $f_1$  и  $f_2$  – частота сердечных сокращений после первой и второй нагрузок.

При расчете относительного показателя  $PWC_{170}$  использовать формулу:

$$PWC_{170} = PWC_{170} \text{ абсол.} / \text{массу тела, кг.}$$

б) с помощью степ-теста.

Выполняются две нагрузки в виде восхождения на ступеньку высотой 0,4–0,5 м. Частота восхождений при выполнении первой нагрузки составляет 20–22 восхождения в мин, второй – 23–25. Мощность выполняемой работы определяется по формуле  $W=1,5p \cdot h \cdot n$ , где  $p$  – вес тела в кг,  $h$  – высота ступеньки в м,  $n$  – количество восхождений в 1 мин.

### Оценка полученных данных

Оценивается  $PWC_{170}$  по абсолютным величинам и по количеству кгм/мин на 1 кг веса с учетом вида спорта (табл. 34, 35).

У нетренированных мужчин средняя величина  $PWC_{170}$  равна 1027 кгм/мин и 15,5 кгм/мин/кг. У нетренированных женщин – 640 кгм/мин и 10,5 кгм/мин/кг. Наиболее высокие средние величины наблюдаются у спортсменов, тренирующихся на выносливость.

Физическая работоспособность у спортсменок выше, чем у не занимающихся спортом женщин, и составляет в среднем 780 кгм/мин и также зависит от направленности тренировочного процесса. Так, у спортсменок, тренирующихся на выносливость она равна в среднем 1144 кгм/мин (лыжи, гребля, коньки), у гимнасток – 853 кгм/мин.

Таблица 38

### Оценка физической работоспособности по результатам теста $PWC_{170}$ (кгм/мин) у квалифицированных спортсменов (модификация В.Л. Карпмана с соавт., 1974)

Вес тела, кг	Оценка физической работоспособности				
	низкая	ниже средней	средняя	выше средней	высокая
Спортсмены, тренирующиеся «на выносливость»					
60–69	<1199	1200–1399	1400–1799	1800–1999	>2000
70–79	<1399	1400–1599	1600–1999	2000–2199	>2200
80–89	<1549	1550–1749	1750–2149	2150–2349	>2350
Спортсмены, занимающиеся игровыми видами спорта, единоборствами, специально не тренирующиеся «на выносливость»					
60–69	<999	1000–1199	1200–1599	1600–1799	>1800
70–79	<1149	1150–1349	1350–1749	1750–1949	>1950
80–89	<1299	1300–1499	1500–1899	1900–2099	>2100
Спортсмены, занимающиеся скоростно-силовыми и сложнокоординационными видами спорта					
60–69	<699	700–899	900–1299	1300–1499	>1500
70–79	<799	800–999	1000–1399	1400–1599	>1600
80–89	<899	900–1099	1100–1499	1500–1699	>1700

**Физическая работоспособность  $PWC_{170}$  у спортсменов  
(средние величины по данным В.Л. Карпмана)**

<b>Вид спорта</b>	<b>В кгм/мин</b>	<b>На 1 кг веса</b>
Лыжный спорт	1760	25,7
Конькобежный спорт	1710	24,0
Бег на 400 и 800 м.	1094	24,2
Велосипедный спорт	1670	22,6
Водное поло	1637	19,1
Баскетбол	1625	18,7
Гребной спорт	1619	21,2
Спортивная ходьба	1548	22,5
Футбол	1523	21,7
Хоккей	1428	20,1
Борьба	1370	18,6
Бокс	1260	18,4
Прыжки в воду	1195	17,7
Тяжелая атлетика	1148	15,2
Гимнастика	1044	16,5

### *Заключение*

Дать оценку абсолютной и относительной физической работоспособности испытуемого спортсмена и сравнить с данными таблиц 38 и 39.

### **Работа 2. Гарвардский степ-тест**

Суть данного теста заключается в определении физической работоспособности с помощью восхождения на ступеньки разной высоты в определенном темпе с последующим подсчетом ЧСС в восстановительном периоде и определении величины индекса Гарвардского степ-теста (ИГСТ). ИГСТ характеризует результат (степень переносимости) данного теста.

#### *Задачи занятия*

1. Освоить методику проведения Гарвардского степ-теста.
2. Определить уровень физической работоспособности по данным Гарвардского степ-теста с учетом типа реакции ЧСС и АД.

#### *Содержание занятий и методические указания*

Обследуемому предлагается выполнить мышечную работу в виде восхождений на ступеньку с частотой 30 раз в мин. Продолжительность нагрузки и высота ступеньки зависят от пола, возраста и антропометрических данных (табл. 40).

Однако многие авторы считают, что Гарвардский степ-тест наиболее правильно использовать у детей, начиная с 16-летнего возраста.

**Высота ступеньки и время восхождений при проведении  
Гарвардского степ-теста**

Группы испытуемых	Возраст, в годах	Площадь поверхности тела (м <sup>2</sup> )	Высота ступеньки (см)	Время восхождения (мин)
Мужчины	Свыше 18	-	50,8	5
Женщины	Свыше 18	-	43,0	5
Юноши, подростки	12–18	>1,85	50,8	4
Юноши, подростки	12–18	<1,85	45,5	4
Девушки	12–18	-	40,0	4
Мальчики, девочки	8–11	-	35,5	3
Мальчики, девочки	До 8	-	35,5	2

Частота восхождений 120 уд/мин. Подъем и спуск состоит из четырех шагов. В момент постановки обеих ног на ступеньку колени должны быть выпрямлены, а туловище находится в строго вертикальном положении. В тех случаях, когда обследуемый не в состоянии выполнить работу в течение всего заданного отрезка времени, фиксируется то время, в течение которого она совершалась.

В случае, когда обследуемый из-за усталости отстает от ритма в течение 20 сек., исследование прекращается и фиксируется его длительность. Полученное время включают в сокращенную формулу расчета.

Расчет индекса Гарвардского степ-теста производится по следующей формуле:

$$ИГСТ = \frac{t * 100}{(f_1 + f_2 + f_3) * 2},$$

где ИГСТ – индекс Гарвардского степ-теста в условных единицах, t – продолжительность реально выполненной физической работы в сек.; f<sub>1</sub>, f<sub>2</sub>, f<sub>3</sub> – ЧСС на 2-й, 3-й и 4-й минутах восстановления за 30 сек.

Существует сокращенная формула:  $ИГСТ = \frac{t * 100}{f_1 * 5,5}$ .

**Оценка результатов Гарвардского степ-теста**

Оценка	Величина индекса Гарвардского степ-теста		
	У здоровых нетренированных лиц	У представителей ациклических видов спорта	У представителей циклических видов спорта
Плохая	Меньше 56	Меньше 61	Меньше 71
Ниже средней	56–65	61–70	71–60
Средняя	66–70	71–80	61–90
Выше средней	71–60	81–90	91–100
Хорошая	61–90	91–100	101–110
Отличная	Больше 90	Больше 100	Больше 110

Помимо расчета ИГСТ необходимо определить, какой ценой достигнута та или иная физическая работоспособность. Хорошая физическая работоспособность должна сопровождаться высокими значениями ИГСТ и нормотоническим типом реакции с быстрым восстановлением ЧСС и АД. Если высокие значения ИГСТ сопровождаются гипертонической, дистонической или гипотонической реакцией, то это указывает на большее напряжение сердечно-сосудистой системы при выполнении данной нагрузки.

Таким образом, дополнительным критерием оценки ИГСТ является оценка реакции ЧСС и АД, позволяющая следить за изменением как функционального состояния сердечно-сосудистой системы, так и физической работоспособности.

Заключение о физической работоспособности по ИГСТ следует делать только при сопоставлении индекса с характером реакции ЧСС и АД.

Физическая работоспособность считается хорошей в тех случаях, когда высокие цифры ИГСТ сопровождаются нормотонической реакцией.

Удовлетворительной физической работоспособность считается лишь тогда, когда высокие цифры ИГСТ сопровождаются гипотонической реакцией, свидетельствующей о большом напряжении и утомлении сердечно-сосудистой системы.

Физическая работоспособность признается неудовлетворительной при гипертонической, дистонической (с феноменом бесконечного тона на 2, 3 и 4-й мин.) или ступенчатой реакции независимо от оценки ИГСТ.

### ***Заключение***

Дать заключение об уровне физической работоспособности исследуемого по данным Гарвардского степ-теста с учетом типа реакции системы кровообращения.

### **Работа 3. Максимальное потребление кислорода (МПК)**

Одним из главных факторов, обеспечивающих физическую работоспособность, является транспорт кислорода из легких к тканям, который лимитируется аппаратом кровообращения, и потребление его в 1 мин. Особое значение имеет определение МПК для спортсменов в видах спорта, где преобладающим качеством является выносливость, что позволяет определить общий объем аэробных процессов.

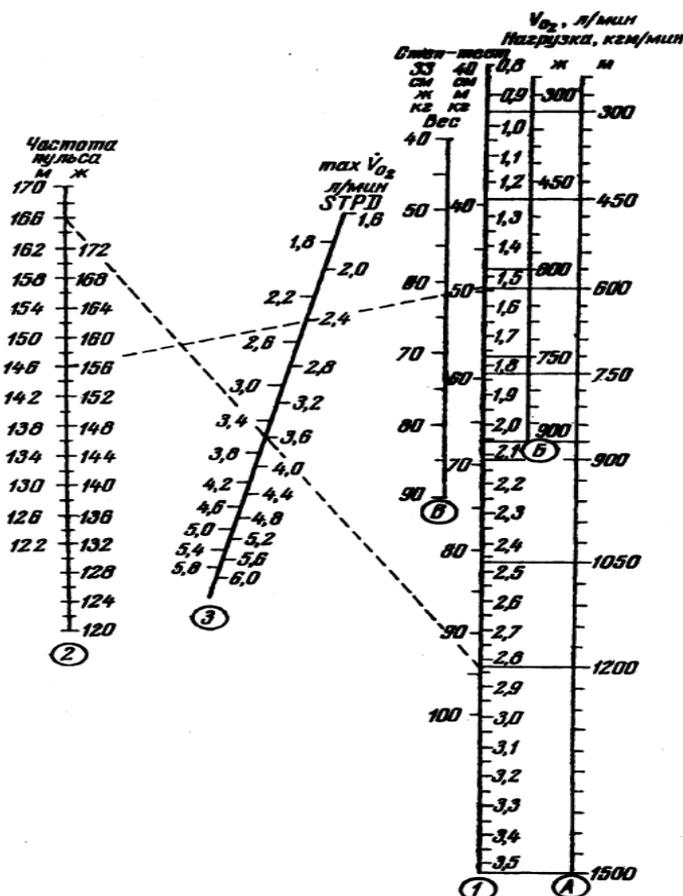
Непрямые методы определения МПК не требуют предельной физической нагрузки и основаны на том, что по частоте сердечных сокращений при нетяжелой стандартной работе теоретически рассчитывают МПК по номограмме или по формулам.

### Задачи занятия

1. Ознакомиться с методом и методиками определения МПК;
2. Определить МПК у исследуемого студента по методу Астранда и по величине  $PWC_{170}$ .
3. Сделать заключение о величине МПК, полученную разными методами у исследуемого.

К непрямым методам относятся:

а) *определение МПК по методу Астранда.* Обследуемый выполняет на велоэргометре нагрузку определенной мощности, например, до частоты сердечных сокращений в пределах 140–160 уд/мин (1000–1200 кгм/мин), или восхождение на ступеньку (степ-тест) с частотой 22,5 шага в минуту в течение 5 минут. Высота ступеньки для мужчин 40 см, для женщин – 33 см. Метроном устанавливают на частоту 90 в 1 мин., восхождение производится на 4 счета, на «раз» – поставить одну ногу на ступеньку и подняться на нее, на «два» – поставить на ступеньку другую ногу, на «три» – опустить ногу на пол и на «четыре» – приставить к ней другую ногу.



Частота сердечных сокращений определяется в конце 5-ой минуты. МПК определяется по номограмме (рис. 40), для чего соединив линией частоту сердечных сокращений во время нагрузки (шкала слева) и вес тела обследуемого (шкала справа), находят в точке пересечения с центральной шкалой величину МПК.

Этот метод можно использовать только для лиц, не занимающихся спортом, начинающих спортсменов и спортсменов невысокой квалификации. Для спортсменов этот метод непригоден, так как полученные данные не будут соответствовать истинным;

б) *определение МПК по величине PWC<sub>170</sub>*. Учитывая, что величина PWC<sub>170</sub> высоко коррелирует с основными гемодинамическими показателями, а также с МПК, можно определить МПК по величине PWC<sub>170</sub>. Это делается с помощью формул, предложенных Карпманом В.Л. с соавт. для спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса.

Так для спортсменов, специализирующихся в скоростно-силовых видах спорта, применяется формула:

$$\text{МПК} = 1,7 \times \text{PWC}_{170} + 1240;$$

а для спортсменов, тренирующихся на выносливость:

$$\text{МПК} = 2,2 \times \text{PWC}_{170} + 1070.$$

### Оценка полученных данных

Абсолютная величина МПК у лиц, не занимающихся спортом, не превышает 2–3,5 л/мин. У спортсменов она достигает 4,5–6 л/мин. Относительная величина МПК при пересчете на 1 кг веса у не занимающихся спортом составляет 40 мл, у спортсменов – 80–90 мл. Оценивать МПК следует с учетом вида спорта и направленности тренировочного процесса (табл. 42).

Таблица 42

### Средние величины максимального потребления кислорода у спортсменов разных специализаций (по Салчину и Астранду)

Спортивная специализация	Максимальное потребление кислорода	
	В 1 мин., л	На 1 кг веса, мл
<i>Мужчины</i>		
Лыжный спорт	5,6	83
Стайерский бег	4,8	79
Бег на 800 и 1500 м	5,4	75
Бег на 400 м	4,9	67
Велосипедный спорт	5,2	79
Плавание	5,0	66
Фехтование	4,2	59

Тяжелая атлетика	4,5	56
Не занимающиеся спортом	3,4	44
<i>Женщины</i>		
Лыжный спорт	3,8	64
Бег на 400 и 800 м	3,1	55
Плавание	3,2	56
Фехтование	2,4	43
Не занимающиеся спортом	2,2	39

### *Заключение*

Сравнить и дать общую оценку физической работоспособности у одного и того же исследуемого по данным тестов  $PWC_{170}$ , Гарвардского степ-теста и МПК, сравнить полученные данные со средними величинами  $PWC_{170}$  и МПК по таблицам 41 и 42.

## **Т е м а V. Исследование функционального состояния системы внешнего дыхания**

### ***Задачи исследования***

1. Ознакомить студентов с аппаратурой и методами исследования функции внешнего дыхания. 2. Научить методике проведения и оценке функциональных проб, используемых при изучении функционального состояния системы внешнего дыхания. 3. Оценить полученные данные и сделать заключение о функциональном состоянии системы внешнего дыхания.

***Аппаратура и материальное обеспечение занятий:*** Spiro-Спектр и инструкция к его работе, пневмотахометр Вотчала, спирометр сухой, спирт, вата, секундомер, калькулятор.

### ***Содержание занятия и методические указания***

Для того чтобы иметь правильное представление о состоянии функции внешнего дыхания у исследуемого, необходимо уметь определять показатели, характеризующие легочные объемы, интенсивность легочной вентиляции, силу дыхательной мускулатуры и бронхиальную проходимость. Провести ознакомление студентов с аппаратом «Спиро-Спектр» и методикой обследования функции внешнего дыхания.

## **Протокол обследования по программе «Спиро-Спектр»**

© НейроСофт 2000-2003

### **Кафедра МБОФК и валеологии**

---

Обследуемый: П. М. 21 год Рост: 163 см Вес: 52 кг Пол: женский

Температура: 29 °С Давление: 755 мм рт.ст.

Система должных величин: Клемент

---

### Тест жизненной емкости легких

Тест проведен 26.04.2006 09:15

Должное значение ЖЕЛ = 3,61 л

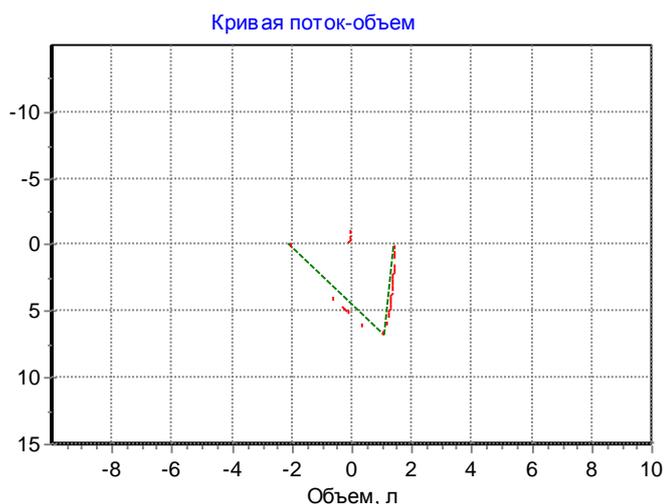
Измеренное значение ЖЕЛ = 3,67 л (101% долж.)

Дыхательный объем (ДО) = 0,645 л

Резервный объем вдоха (РОВд) = 1,43 л

### Исследование форсированного выдоха

Тест проведен 26.04.2006 09:17



Параметр	Измерено	Должное значение	% должного
ОбъемВд, л	1,52	-	-
ФЖЕЛ, л	3,36	3,54	95
ПОС, л/с	7,35	6,81	108
ОФВ0.5, л	2,51	-	-
ОФВ1, л	3,36	3,13	108
ОФВ3, л	3,36	-	-
ОФВ1/ЖЕЛ, %	91,7	86,7	106
ОФВ1/ФЖЕЛ, %	100	-	-
ОФВ3/ЖЕЛ, %	91,7	-	-
ОФВ3/ФЖЕЛ, %	100	-	-
СОС75-85, л/с	2,67	-	-
МОС75, л/с	3,11	2,47	126
МОС50, л/с	4,79	4,66	103
МОС25, л/с	6,65	6,23	107
СОС25-75, л/с	4,55	3,98	114

### Заключение

По тесту форсированного выдоха от 26.04.2006 9:17:57

Жизненная емкость легких в норме. Нарушений трахеобронхиальной проходимости не выявлено.

### Тест максимальной вентиляции легких

Тест проведен 26.04.2006 09:17

Измеренное значение МВЛ = 83,5 л

Частота дыхания = 88,2

**Методика определения и оценки показателей  
функционального состояния дыхательной системы**

Показатели	Характеристика и методика определения показателей	Норма
<b>I. Показатели легочных объемов</b>		
1. ЧД	<u>Частота дыхания</u> – количество дыханий в 1 минуту. <u>Методика определения:</u> определение ЧД производят по спирограмме или по движению грудной клетки.	Средняя частота дыхания у здоровых лиц – 16–18 в минуту, а у спортсменов – 8–12. В условиях максимальной нагрузки ЧД возрастает до 40–60 в минуту.
2. ДО	<u>Дыхательный объем</u> – объем воздуха, поступающий в легкие за один вдох при спокойном дыхании. <u>Методика измерения:</u> Спокойное дыхание (с подсчетом числа дыханий) в мешок Дугласа в течение 3 мин. После этого воздух пропускается через газовый счетчик и величина легочной вентиляции (ЛВ) делится на частоту дыхания (ЧД): $ДО = ЛВ / ЧД$	15–18% от величины ЖЕЛ и колеблется в пределах 300–900 мл
3. РОвыд	<u>Резервный объем выдоха</u> – максимальный объем воздуха, который человек может выдохнуть после спокойного выдоха. <u>Методика измерения:</u> после спокойного вдоха через нос из атмосферы производится максимальный выдох через рот в спирометр.	1500–2000 мл (25–30% от ЖЕЛ) с возрастом увеличивается
4. РОвд	<u>Резервный объем вдоха</u> – максимальный объем воздуха, который человек может вдохнуть после спокойного вдоха. <u>Методика расчета:</u> $РОвд = ЖЕЛ - РОвыд - ДО$	В покое величина РОвд составляет 53% ЖЕЛ 1500–2000 мл
5. ЖЕЛ	<u>Жизненная емкость легких</u> – максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после максимального вдоха. ЖЕЛ равна сумме резервных объемов вдоха, выдоха и дыхательного объема. Величина зависит от пола, возраста, длины и массы тела, окружности грудной клетки и спортивной специализации. Чем больше ЖЕЛ, тем больше дыхательная поверхность. <u>Методика измерения:</u> в положении стоя закрыв нос зажимом или пальцами, испытуемый делает максимальный вдох, а затем постепенно (за 5–7 с) выдыхает в спирометр. Обязательно 2–3-кратное повторение процедуры измерения. ЖЕЛ считается нормальной, если составляет 100% должной величины.	В среднем: у женщин – 2,5 – 4л; у мужчин – 3,5 – 5л; у спортсменов достигает 8 л.

6. <b>ДЖЕЛ</b>	<p><u>Должная жизненная емкость легких</u> является расчетной величиной. Она зависит от основного обмена (ОО), возраста, пола и роста испытуемого</p> <p><u>Методика расчета:</u>          Для мужчин ДЖЕЛ = ОО x 2,6;          Для женщин ДЖЕЛ=ОО x 2,3;          Для мальчиков ДЖЕЛ=ОО x 2,3;          Для девочек ДЖЕЛ=ОО x 2,1;          (А. Антонио, Н. Вернат, 1962). Для вычисления величины основного обмена используют таблицы Гарриса Бенедикта (См. приложение 7, табл. 12, 13).</p> <p>В спорте ДЖЕЛ рассчитывают по формуле Болдуина-Курнана-Ричардса с учетом возраста, роста и пола:          ДЖЕЛ муж =(27,63-0,1123xВ) xН;          ДЖЕЛ жен =(27,78-0,101 xВ) xН;          где В – возраст в годах, Н – рост в см.</p>	В норме не должна быть ниже 90%
7. <b>ФЖЕЛ</b>	<p><u>Фактическая жизненная емкость легких</u> – ЖЕЛ, полученная при измерении. Сравнивается с должными величинами (ДЖЕЛ). Для оценки ФЖЕЛ в % нужно рассчитать процентное отношение ФЖЕЛмл / ДЖЕЛмл. Ниже 90% – низкая, выше 110% – высокая.</p>	Для здоровых людей – средняя величина соотношения ФЖЕЛ/ДЖЕЛ(%) составляет 102% (в диапазоне от 81 до 123%)
8. <b>Жизненный показатель</b> (относительная ЖЕЛ)	<p><u>Нормированный показатель</u> ФЖЕЛ, отнесенной к весу =ЖЕЛ (мл)/вес тела (кг)</p>	Средние величины для женщин – 55–60 мл/кг; для мужчин – 65–70 мл/кг; у спортсменов – 90–100 мл/кг.
<b>II. Показатели легочной вентиляции</b>		
9. <b>МОД</b>	<p><u>Минутный объем дыхания</u> – характеризует функцию внешнего дыхания, это объем воздуха, вдыхаемого за 1 минуту. Величины МОД зависят от глубины и частоты дыхания.</p> <p><u>Методика расчета:</u> МОД=ЧДxДО;          Также увеличение МОД находится в прямой зависимости от мощности выполняемой работы, но только до определенной величины. Так, даже при самой высокой нагрузке МОД не превышает 70-80% уровня максимальной вентиляции. МОД должен в большой мере увеличиваться за счет увеличения глубины, а не частоты дыхания.</p>	3500–5000 мл
10. <b>МВЛ</b>	<p><u>Максимальная вентиляция легких</u> – это наибольший объем воздуха, вентилируемый легкими за 1 мин при максимально частом</p>	У здоровых людей МВЛ колеблется от 70 до 150 л/мин; у спортсменов,

	<p>и глубоком произвольном дыхании. МВЛ зависит от ЖЕЛ, выносливости дыхательной мускулатуры, бронхиальной проходимости, а также возраста, пола, физического развития, состояния здоровья, спортивной специализации и тренированности.</p> <p><u>Методика измерения:</u> определяется с помощью аппарата «Спиро-Спектр».</p>	<p>особенно тренирующихся на выносливость, она может достигать 200–250 и даже 300 л/мин. Обычное соотношение МВЛ/ЖЕЛ составляет 24,8 у мужчин и 26,2 у женщин, чем выше этот показатель, тем больше резервные возможности дыхательной системы.</p>
11. ДМВЛ	<p><u>Должная максимальная вентиляция легких.</u> Методика расчета: Для взрослых: Мужчины: ДМВЛ=ДЖЕЛx25 Женщины ДМВЛ=ДЖЕЛx26 (С.Н. Соринсон, 1958); Нетренированные: ДМВЛ=1/2ЖЕЛx35 (А.Г. Дембо, 1971); Тренированные: ДМВЛ=1/3ЖЕЛx70 (В.Е. Рыжкова, 1951) Для детей и подростков: Мальчики: ДМВЛ=99,1 x рост(м)–74,3; Девочки: ДМВЛ=92,4 x рост(м)–68; (И.С. Ширяева, Б.А. Марков, 1973);</p>	<p>Отношение фактической МВЛ к ДМВЛ для практически здоровых людей в среднем 87% с диапазоном колебаний 61%–119%. У спортсменов это соотношение выше, до 150%–190%.</p>
12. ФМВЛ	<p><u>Максимальная вентиляция легких</u>, полученная при измерении. <u>Методика расчета степени соответствия фактической МВЛ с должной (в %):</u> <math display="block">\text{ФМВЛ}(\%) = \frac{\text{ФМВЛ}(\text{мл})}{\text{ДМВЛ}(\text{мл})} \times 100</math></p>	<p>Снижение фактической МВЛ на 20% и более по сравнению с должной расценивается как явление неудовлетворительное</p>
13. РД	<p><u>Резерв дыхания</u> – оценка резерва дыхания в покое показывает, насколько спортсмен способен увеличивать вентиляцию легких. <u>Методика расчета:</u> определяется по формуле <math display="block">\text{РД} = \text{МВЛ} - \text{МОД}</math></p>	<p>91–92% МВЛ</p>
14. КРД	<p><u>Коэффициент резервных возможностей дыхания</u> отражает резервные возможности системы внешнего дыхания и рассчитывается по формуле: <math display="block">\hat{E}D\ddot{A} = \frac{(\hat{I}\hat{A}\ddot{E} - \hat{I}\hat{A})}{\hat{I}\hat{A}\ddot{E}} * 100</math></p>	<p>КРД ниже 70% указывает на значительную степень снижения функциональных возможностей системы дыхания</p>

15. ДЭ	<u>Дыхательный эквивалент</u> , абстрактная величина, выражающая количество литров воздуха, которое необходимо провентилировать, чтобы использовать 100мл кислорода. $ДЭ = МОД / (\text{должное потребление } O_2 \times 10)$ , Где <u>должное потребление <math>O_2</math></u> рассчитывается как частное от деления <u>должного основного обмена (ккал)</u> по таблице ГARRИСА-БЕНЕДИКТА на коэффициент, равный 7,07 (Приложение 7, табл. 12, 13).	В среднем равен 2,4 (от 1,8 до 3,0)
16. ВЭ	<u>Вентиляционный эквивалент</u> – по существу является тем же показателем, что и ДЭ, но вычисляется не по отношению к <u>должному поглощению кислорода</u> , а по отношению к фактическому: $ВЭ = МОД / МПК$ (л)	Чем выше величина ВЭ, тем ниже эффективность дыхания
<b>III. Показатели бронхиальной проходимости</b>		
17. ФЖЕЛ	<u>Форсированная жизненная емкость легких</u> – измерения ФЖЕЛ проводят как обычно при измерении ЖЕЛ, но с условием максимально быстрого форсированного выдоха. <u>Методика измерения</u> : после нескольких спокойных вдохов испытуемый делает максимальный вдох, на короткое время задерживает дыхание и делает максимально быстрый и полный выдох.	Обычно меньше ЖЕЛ на 100–300 мл. При повышении сопротивления току воздуха в мелких бронхах (при воспалении) разница возрастает до 1500 мл и более
18. ОФВ <sub>1</sub>	<u>Объем форсированного выдоха за 1 с</u> : Для мужчин: $ДОФВ_1 = \text{рост (см)} \times 0,037 - \text{возраст} \times 0,028 - 1,59$ (л); Для женщин: $ДОФВ_1 = \text{рост (см)} \times 0,028 - \text{возраст} \times 0,021 - 0,86$ (л); Для мальчиков: $ДОФВ_1 = 3,3 \times \text{рост (м)} - 3,79$ ; Для девочек: $ДОФВ_1 = 3,3 \times \text{рост (м)} - 3,18$ ;	Для здорового человека ОФВ <sub>1</sub> – 83% ЖЕЛ, ОФВ <sub>2</sub> – 94%, ОФВ <sub>3</sub> – 97%, ОФВ <sub>4</sub> – 100%
19. ИТ (Индекс Тифно)	$ИТ = ОФВ_1 / ЖЕЛ \times 100$ ;	Диапазон колебаний от 63 до 99%

Для точной интерпретации показателей внешнего дыхания ЖЕЛ, МОД, МВЛ, ОФВ, принято их приводить к условиям альвеолярного газа – система ВTPS. Аббревиатура ВTPS означает: ВТ – температура тела, Р – окружающее атмосферное давление, S – насыщение водяными парами.

Показатели, полученные при температуре помещения, где проводились исследования, умножаются на соответствующий коэффициент.

**Коэффициент для проведения легочных объемов  
к условиям ВTPS**

Т <sup>0</sup> помеще- ния	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Коэффициент для приведе- ния к ВTPS	1,123	1,117	1,113	1,108	1,102	1,096	1,091	1,085	1,080	1,075

**Пневмотахометрия**

*Пневмотахометрия (ПТМ)* – это определение максимальной объемной скорости воздуха при вдохе и выдохе. Показатели ПТМ отражают состояние бронхиальной проходимости и силу дыхательной мускулатуры. Чем шире суммарный просвет бронхов и бронхиол у здорового испытуемого, тем больше он способен вдохнуть и выдохнуть при максимально форсированном дыхательном акте. При увеличении бронхиальной проходимости один и тот же объем вентиляции легких требует меньше усилий. У спортсменов более выраженная и совершенная регуляция бронхиальной проходимости.

*Функциональная проба Розенталя* позволяет судить о функциональных возможностях дыхательной мускулатуры. Проба проводится на спирометре, где у обследуемого 4–5 раз подряд с интервалом в 10–15 сек. определяют ЖЕЛ. В норме получают одинаковые показатели. Снижение ЖЕЛ на протяжении исследования указывает на утомляемость дыхательных мышц.

*Проба Штанге.* Измеряется максимальное время задержки дыхания после глубокого вдоха. При этом рот должен быть закрыт, а нос зажат пальцами. Здоровые люди задерживают дыхание в среднем на 40–50 сек; спортсмены высокой квалификации – до 5 мин, а спортсменки – от 1,5 до 2,5 мин.

С улучшением физической подготовленности в результате адаптации к двигательной гипоксии время задержки нарастает. Следовательно, увеличение этого показателя при повторном обследовании расценивается (с учетом других показателей) как улучшение подготовленности (тренированности) спортсмена.

*Проба Генчи.* После неглубокого вдоха сделать выдох и задержать дыхание. У здоровых людей время задержки дыхания составляет 25–30 сек., спортсмены способны задержать дыхание на 60–90 сек. При хроническом утомлении время задержки дыхания резко уменьшается.

Значение проб Штанге и Генчи увеличивается, если вести наблюдения постоянно, в динамике.

### *Заключение*

Дается по общей оценке функционального состояния системы внешнего дыхания, основываясь на разнице показателей должных и фактических величин. Оценка функционального состояния системы дыхания может быть неудовлетворительная, удовлетворительная или хорошая.

## **Т е м а VI. Исследование функционального состояния нервной и нервно-мышечной систем**

Чтобы дать правильную оценку функционального состояния нервной и нервно-мышечной системы студент на занятиях должен освоить субъективные, объективные и инструментальные методы исследований. К субъективным методам исследования относится сбор анамнеза: общий и спортивный. К объективным – исследование анализаторов (двигательного, зрительного и вестибулярного).

Данная тема включает две работы. *Работа 1* посвящена изучению субъективных и общепринятых объективных методов изучения функционального состояния нервной и нервно-мышечной системы.

*Работа 2* включает изучение функционального состояния нервной и нервно-мышечной системы с помощью компьютерного комплекса для психофизиологического тестирования «НС-Психо Тест».

### **Работа 1. Исследование функционального состояния нервной и нервно-мышечной систем**

#### ***Задачи занятия***

1. Собрать анамнез у исследуемого студента по предложенной схеме. 2. Освоить методику общепринятых проб для изучения состояния нервной и нервно-мышечной систем. 3. На основе анамнеза и полученных данных сделать заключение о функциональном состоянии нервной и нервно-мышечной систем у исследуемого.

***Аппаратура и материальное обеспечение занятия:*** кистевой динамометр, секундомер, кресло Барани, тонометр, фонендоскоп.

#### ***Содержание занятия и методические указания***

***Анамнез.*** Обследование спортсмена начинается с анамнеза, в процессе которого выявляются какими заболеваниями он болел (особое внимание уделяется выявлению заболеваний, протекавших с поражением нервной системы, таких как энцефалит, менингит, арахноидит, полиневрит и т. д.), не было ли у него черепно-мозговых травм, нарушений сознания, судорог. Собираются и сведения о наследственных болезнях (особенно о заболеваниях нервной и нервно-мышечной систем). Уже при собирании общего и спортивного анамнеза можно получить данные для предварительной оценки функционального состояния нервной и нервно-мышечной систем. В частности, время, необходимое для достижения спортивной формы, длительность ее сохранения, быстрота овладения новыми элементами спортивной техники, способность ориентироваться в тактически сложной ситуации – все это может указывать на различный функциональный уровень нервной и нервно-мышечной систем. Большой интерес представляют некоторые анамнестические сведения, к ним относятся: неустойчивость

внимания и снижение способности спортсмена активно переключаться с одного объекта на другой, которые могут расцениваться как начальные признаки перетренировки; устойчивость и характер настроения; быстрота засыпания, поверхностный или глубокий сон, характер сновидений; нарушения сна перед соревнованиями, экзаменами и т. п.; оценка аппетита – отсутствие, снижение, ненормальный, постоянно повышенный, изменения аппетита перед соревнованиями, экзаменами и т.п.; повышенная раздражительность, т. е. неспособность сдерживать проявление отрицательных эмоций, может быть следствием перетренированности; особенности предстартового состояния – чрезмерное возбуждение или подавленность; головокружение, тошнота при вращении головы или мелькание предметов перед глазами; головные и мышечные боли и др. Особое внимание необходимо обратить на заболевания и травмы нервной системы и мышц (хорея, сотрясения головного мозга, в том числе нокауты и нокдауны, радикулиты, невриты, травмы мышц, невроз и пр.).

При анализе данных анамнеза, особенно неврологического, нужно проявлять осторожность. Следует иметь в виду, что только сочетание анамнестических данных и результатов, полученных с помощью объективных методов клинического и электрофизиологического изучения нервной и нервно-мышечной систем, послужит основой для полноценного заключения о состоянии их функции.

*Объективное исследование.* К нему относится исследование координационной функции нервной системы, исследование анализаторов, вегетативной нервной системы и нервно-мышечной системы.

1. Исследование координационной функции нервной системы производится с помощью модифицированной *пробы Ромберга*.

Эта проба основана на определении способности сохранять равновесие и заключается в следующем: сняв обувь, обследуемый принимает положение стоя с опорой на одной ноге. Другая нога согнута так, что ее подошвенная поверхность приставлена к коленной чашечке опорной ноги. Руки вытянуты вперед, пальцы раздвинуты (без напряжения), глаза закрыты. Последнее необходимо, чтобы исключить коррекцию положения тела со стороны зрительного анализатора.

При оценке пробы принимают во внимание степень устойчивости (стоит неподвижно, покачивается), дрожание (тремор) век и пальцев и, главное, длительность сохранения равновесия. Твердая устойчивость позы более 15 сек. при отсутствии тремора пальцев и век оценивается хорошо; покачивание, небольшой тремор век и пальцев при удержании позы в течение 15 сек. – удовлетворительно; поза удерживания меньше 15 сек. – неудовлетворительно.

2. Исследование анализаторов: а) *исследование функционального состояния двигательного анализатора* проводится с помощью динамометрической оценки остроты, так называемого «мышечно-суставного чувства». Динамометром измеряется максимальная сила кисти. Обследуемый под контролем зрения 3–4 раза сжимает динамометр с силой, соответствующей половине максимального результата. Затем старается воспроизвести это усилие, но уже не глядя на прибор. Потом снова под контролем зрения сжимает динамометр с силой, соответствующей трем четвертям максимума, и вновь воспроизводит это усилие не глядя на показания прибора. Степень отклонения выполненного усилия от контрольного служит мерой оценки остроты «мышечно-суставного чувства». Например, половина максимальной силы кисти равна 20 кг. Результаты контрольного измерения, которые окажутся в диапазоне  $20 \pm 4$  кг, будут нормальными;

б) *исследование функционального состояния вестибулярного анализатора* проводится с помощью *пробы Яроцкого*, основанной на определении времени, в течение которого обследуемый способен сохранять равновесие при раздражении вестибулярного аппарата непрерывным вращением головы.

Обследуемому предлагают в положении стоя делать непрерывные круговые движения головой в одном направлении (темп – 2 оборота в 1 сек.). Длительность сохранения равновесия определяется по секундомеру. Для страховки надо встать вблизи обследуемого, так как падение может привести к травме.

Индивидуальные колебания времени сохранения устойчивости при проведении *пробы Яроцкого* довольно велики. Нормальному состоянию вестибулярного аппарата соответствует удержание равновесия в течение 30 сек. У тренированных спортсменов оно может достигать 90 сек. и более. Переутомление снижает время удержания равновесия;

в) *проба В.И. Воячека*, является наиболее объективной при изучении вестибулярного анализатора.

Испытуемый сидит в кресле Барани с закрытыми глазами, склонив голову вперед на  $90^\circ$ . В течение 10 сек. производят пять вращений кресла по часовой стрелке. Затем, спустя 5 сек после остановки, ему предлагают поднять голову. До проведения пробы и после нее измеряется частота сердечных сокращений и артериальное давление. Оценку отолитовой реакции проводят по степени соматической и вегетативной реакций. Различают 4 степени выраженности соматической реакции на вращение: при нулевой степени (норма) соматическая реакция отсутствует, при I (слабой) – отмечается незначительное отклонение туловища ( $5^\circ$ ), II (средней) – явный наклон туловища (до  $30^\circ$ ) и III (сильной) – резкое отклонение туловища (более  $30^\circ$ ), наклонность к падению. Оценка вегетативных реакций, наблюдаемых после проведения пробы, проводится по схеме К.Л. Хилова.

У хорошо подготовленных спортсменов не отмечается реакции на вращение (или регистрируется I степень), при удовлетворительном состоянии подготовки отмечается II степень выраженности соматических и вегетативных изменений, при перетренированности, перенапряжении – III и IV степени.

Таблица 45

### Оценка вегетативных реакций

Степень выраженности соматических и вегетативных изменений	Изменение артериального давления	Изменение частоты сердечных сокращений	Вегетативные и соматические реакции
I	Повышение до 11 мм рт.ст.	Не изменяется	Выражены незначительно
II	Повышение от 12 до 23 мм рт.ст. или падение от 9 до 14 мм рт.ст.	То же	Выражены отчетливо
III	Повышение САД выше 24 мм рт.ст, падение диастолического – выше 5 мм рт.ст.	Брадикардия	Выражены значительно
IV	Значительное повышение или понижение	Тахикардия	Невозможность стоять на ногах, тошнота, рвота

3. Исследование вегетативного отдела нервной системы. Методы определения состояния вегетативной нервной системы основаны на том, что ее отделы, симпатический и парасимпатический, противоположно влияют на функцию отдельных органов, в частности на сердце. Функциональной нагрузкой, вызывающей изменение активности одного из отделов вегетативной нервной системы и, в частности, частоты сердечных сокращений, служит перемена положения тела в пространстве (механизм такого влияния еще полностью не изучен).

*а) исследование состояния симпатического отдела вегетативной нервной системы* проводится с помощью ортостатической пробы. Ее суть заключается в анализе изменений частоты сердечных сокращений и артериального давления в ответ на переход тела из горизонтального положения (клиностатики) в вертикальное (ортостатика). В медицине применяются два варианта ортостатической пробы – это активная и пассивная.

Активная ортостатическая проба (АОП) заключается в изменении положения тела из горизонтального в вертикальное. Пассивная ортостатическая проба –

«золотой стандарт» в диагностике ортостатической устойчивости проводится с применением подвижной крышки специального стола.

Существует несколько вариантов оценки данной пробы, из которых в практике спортивной медицины наиболее широко используются два:

1. Оценка ЧСС и АД (или только ЧСС) по окончании первой минуты пребывания в вертикальном положении.

2. Оценка изменения вышеперечисленных показателей по окончании 10-й минуты пребывания в вертикальном положении (данный вариант пробы высокоинформативен и при выявлении не регистрирующихся в состоянии покоя нарушений ЭКГ у спортсменов высокой квалификации).

*Методика применения активной ортостатической пробы:* испытуемый ложится на кушетку, через 3–4 мин. в течение 15 сек. подсчитывают частоту сердечных сокращений, затем он встает и в течение первых 15 сек. после перехода в вертикальное положение ЧСС подсчитывают снова. Учащение ЧСС, пересчитанное на 1 мин., при нормальном тоне и возбудимости симпатической нервной системы не должно превышать 12–18 ударов. Увеличение частоты сердечных сокращений менее чем на 12 или более чем на 18 ударов свидетельствует соответственно о понижении или повышении возбудимости и тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы.

### **Оценка результатов ортостатического тестирования**

Принципы оценки результатов после первой минуты ортостатической пробы представлены в таблице 46.

Таблица 46

#### **Принципы оценки результатов после 1-й минуты ортостатической пробы**

<b>Оценка</b>	<b>Динамика ЧСС, уд/мин</b>
Отлично	От 0 до +10
Хорошо	От 11 до +16
Удовлетворительно	От 17 до +22
Неудовлетворительно	Более +22
Неудовлетворительно	От -2 до -5

При оценке результатов 10-минутной ортостатической пробы может быть определен тип реакции на ортостатическое воздействие (Москаленко Н.П. с соавт., 1995):

а) физиологический; б) первичный гиперсимпатико-тонический; в) вторичный гиперсимпатико-тонический; г) гипо- или асимпатико-тонический; д) симпатико-астенический.

*Физиологический тип* реакции характеризуется умеренным возрастанием ЧСС, умеренным повышением диастолического АД и умеренным снижением систолического АД.

При *первичной гиперсимпатикотонии* усиление симпатико-адреналовой реакции, помимо резко выраженного увеличения ЧСС, диастолического АД и общего периферического сопротивления, выражается также в повышении систолического АД; в отдельных случаях повышаются минутный и ударный объемы. У подобных лиц, по-видимому, имеется очаг возбуждения в центрах, регулирующих симпатическую нервную систему, или повышен выброс катехоламинов.

При *вторичной гиперсимпатикотонии*, встречающейся наиболее часто, констатируется более выраженное, чем при физиологической реакции, снижение ударного объема, а в связи с этим и систолического АД. Эти изменения развиваются вследствие более объемного перемещения крови в нижерасположенные отделы тела и уменьшения венозного возврата к сердцу, например, при уменьшении объема циркулирующей крови, варикозного расширения вен и снижении тонуса вен. Последнее отмечается при длительной гиподинамии, атрофии мышц конечностей, у выздоравливающих после инфекционных, особенно вирусных заболеваний, у лиц с дряблой брюшной стенкой, астенического телосложения, а также при действии высоких температур (горячая ванна, длительное пребывание на солнце). Признаком повышенной симпатической реакции при этом типе нарушений является значительное возрастание ЧСС (более чем на 20 уд/мин), общего периферического сопротивления и диастолического АД.

*Гипосимпатико-тонический тип* характеризуется резким снижением (вплоть до отсутствия) компенсаторной реакции симпатико-адреналовой системы на переход тела из горизонтального положения в вертикальное. При этом увеличение ЧСС бывает незначительным или отсутствует, систолическое или диастолическое АД резко снижаются (вплоть до развития обмороков). Причинами этих нарушений могут быть нейрогенные или эндокринные заболевания. Указанные изменения могут наблюдаться также под влиянием препаратов, снижающих симпатическую активность. У отдельных лиц такого рода нарушения развиваются без видимых причин – «идиопатическая» постуральная гипотония.

При *симпатико-астеническом типе* нормальная или гиперсимпатикотоническая компенсаторная реакция, возникающая сразу после перехода в вертикальное положение, через 5–10 мин самопроизвольно сменяется выраженным снижением ЧСС, систолического и диастолического АД, которые нередко достигают значений более низких, чем в горизонтальном положении. Это происходит вследствие истощения адаптационно-компенсаторных возможностей симпатической нервной системы. Одновременно значительно повышается тонус блуждающего нерва;

б) исследование функционального состояния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы проводится с помощью клиностатической пробы. Она основана на том, что при переходе из вертикального положения в горизонтальное повышается тонус парасимпатического отдела нервной системы, что проявляется в урежении сердечных сокращений.

Клиностатическую пробу проводят в обратном порядке по сравнению с ортостазом. Нормальная возбудимость парасимпатического отдела вегетативной нервной системы выражается в урежении ЧСС на 4–12 ударов в пересчете на одну минуту. Более заметное урежение указывает на повышенную возбудимость этого отдела нервной системы.

4. Исследование нервно-мышечной системы. а) исследование функционального состояния нервно-мышечной системы с помощью оценки ее лабильности. Последняя определяется измерением максимальной частоты движения кисти. Такую частоту узнают по количеству точек, поставленных на бумаге за 40 сек. (по 10 сек. в каждом из четырех предварительно пронумерованных прямоугольников размером 6×10 см). Сидя за столом, по команде начинают с максимальной частотой ставить точки (для облегчения подсчета ставят точки, делая концентрические движения рукой).

Через каждые 10 сек. по команде без паузы переносят руку на следующий квадрат, продолжая выполнять движения с максимально доступной частотой. По истечении 40 сек. по команде «Стоп!» работа прекращается. При подсчитывании точек, чтобы не сбиться, ведут карандаш от точки к точке, не отрывая его от бумаги (рис. 41).

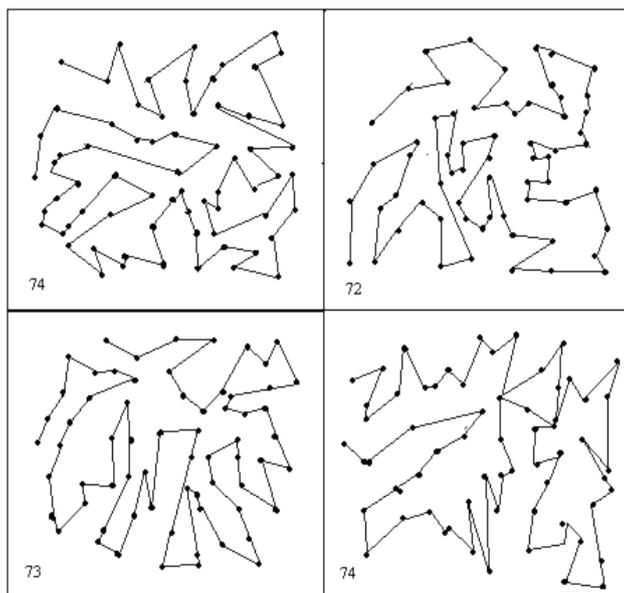


Рис. 41. Регистрация количества точек при определении максимальной частоты движения верхней конечности (цифры означают количество точек)

Показателями функционального состояния двигательной сферы являются максимальная частота в первые 10 сек. и ее изменение в течение остальных трех 10-секундных периодов. Нормальная максимальная частота движения руки у тренированных спортсменов – 70 точек за 10 сек. Она свидетельствует о хорошем функциональном состоянии двигательной сферы. Постепенно снижающаяся частота движения указывает на недостаточную функциональную устойчивость, а ступенчатое возрастание частоты до нормального уровня или выше свидетельствует о недостаточной лабильности двигательной сферы. На этот показатель влияет также спортивная специализация. У спортсменов, в тренировке которых преобладают упражнения, вырабатывающие быстроту и ловкость, максимальная частота движений больше, чем у спортсменов, работающих главным образом над развитием выносливости.

## Список основной литературы

1. Баевский, Р.М. Введение в донозологическую диагностику / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – Москва : Слово, 2008. – 220 с.
2. Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение : тез. докл. междунар. симп. / отв. ред.: Н.И. Шлык, Р.М. Баевский. – Ижевск : Удмуртский университет, 2008. – 344 с.
3. Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение : тез. докл. междунар. симпозиума / отв. ред.: Р.М. Баевский, Н.И. Шлык. – Ижевск : Удмуртский университет, 2011. – 597 с.
4. Безопасный спорт : настольная книга тренера / Е. А. Гаврилова. – Москва : Принтлето, 2022. – 511 с.
5. Гаврилова, Е.А. Клинические и экспертные вопросы электрокардиографии в спортивной медицине : монография / Е.А. Гаврилова. – Москва : Спорт, 2019. – 272 с.
6. Гаврилова, Е.А. Сердце спортсмена : актуальные проблемы спортивной кардиологии / Е.А. Гаврилова. – Москва : Спорт, 2022. – 432 с.
7. Земцовский, Э.В. Спортивная кардиология / Э.В. Земцовский. – СПб : Гиппократ, 1995. – 448с.
8. Корольков, А.Н. Физическая работоспособность в спорте : учебник для вузов / А.Н. Корольков. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 113 с.
9. Краткий курс лекций по спортивной медицине / под ред. А.В. Смоленского. – Москва : Физическая культура, 2005. – 192 с.
10. Макарова, Г.А. Медицинский справочник тренера / Г.А. Макарова, С.А Локтев. – Москва : Сов. спорт, 2005. – 587 с.
11. Макарова, Г.А. и др. Практическая спортивная медицина для тренеров / Г.А. Макарова, А.А. Матишев, М.А. Виноградов, Т.А. Пушкина, С.Ю. Юрьев и др. – Москва : Спорт, 2022. – 624 с.
12. Макарова, Г.А. Врачу спортивной команды: отдельные аспекты профессиональной деятельности / Г.А. Макарова, М.А. Виноградов, Р.Г. Демин, А.А. Матишев / под ред.Г.А. Макаровой. – Москва : Спорт, 2024. – 290 с.
13. Макарова, Г. А., Поляев Б.А. Базовая подготовка врача по спортивной медицине : учеб. пособие / под ред.: Г. А., Макарова, Б.А. Поляева. – Москва : Спорт, 2024. – 496 с.
14. Макарова, Г.А. Патология системы пищеварения и имитирующие ее состояния у спортсменов / Г.А. Макарова, Л.Н. Елисеев, В.А., Кулиш, В.А. Шашель.– Москва : Спорт, 2019. – 192 с.

15. Михайлова, А.В. Перенапряжение сердечно-сосудистой системы у спортсменов: монография / А.В. Михайлова, А.В. Смоленский. – Москва : Спорт, 2019. – 122 с.
16. Основы медико-биологического обеспечения подготовки спортсменов : настольная книга тренера. Коллектив авторов / под ред. Г.А. Макаровой. – Москва : Принтлето, 2022. – 512 с.
17. Перхуров, А.М. Очерки донозологической функциональной диагностики в спорте / под науч. ред. Б.А. Поляева. – Москва : РАСМИРБИ, 2006. – 152 с.
18. Покровский, В.М. Сердечно-дыхательный синхронизм в оценке регуляторно-адаптивных возможностей организма / под ред. В.М. Покровского – Краснодар : Кубань-Книга, 2010. – 244 с.
19. Плотников, В.П. Уроки спортивной медицины : учебно-методическое пособие (дополненное и переработанное) / сост.: В.П. Плотников, Б.А. Поляев, Ю.В. Мирошникова. – Москва : ФГУ «ЦСМ ФМБА России», 2010. – 91 с.
20. Романова, С.В. Спортивная медицина. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для студентов / С.В. Романова. – Электронный текст. дан. (3 Мб). – Иркутск: Аспринт, 2022. – 160 с.
21. Смоленский, А.В., Мирошникова А.Б. и др. Тело чемпиона. Инновационные технологии спортивной антропометрии : учебно-метод. пособие / Смоленский А.В., Мирошникова А.Б. – Москва : Спорт, 2025. – 177 с.
22. Смоленский, А.В. Заболевания спортсменов: учеб. для студентов высш. образ. / А. В. Смоленский, О. И. Беличенко. – Москва : Спорт, 2020. – 288 с.
23. Шлык, Н.И. Ритм сердца и центральная гемодинамика у детей в покое и при физической нагрузке : монография / Н.И. Шлык. – Ижевск : Удмуртский университет, 1991. – 467 с.
24. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов : монография / Н.И. Шлык – Ижевск : Удмуртский университет, 2009. – 255 с.
25. Шлык, Н.И. Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов: материалы VI всерос. симп. / Н.И. Шлык., Р.М. Баевский. – Ижевск : Удмуртский университет, 2016. – 326 с.
26. Шлык Н. И. Вариабельность сердечного ритма и методы ее определения у спортсменов в тренировочном процессе : метод. пособие – Ижевск : Удмуртский университет, 2022. – 80 с.
27. Шлык ,Н.И. Управление тренировочным процессом спортсменов с учетом индивидуальных характеристик вариабельности сердечного ритма / Н.И. Шлык // Физиология человека / 2016. – Т. 42. – № 6. – С. 1–10.

#### **Положение о медицинском обследовании для допуска к занятиям спортом детей и подростков**

1. Целью медицинского обследования для допуска к занятиям спортом детей и подростков является определение состояния здоровья ребенка, оценка уровня его физического развития и функциональных возможностей с целью его допуска к занятиям выбранным видом спортом. Медицинское обследование для допуска к занятиям физической культурой детей и подростков осуществляется в амбулаторно-поликлинических учреждениях, отделениях врачебного контроля у детей и подростков врачебно-физкультурных диспансеров (центров лечебной физкультуры и спортивной медицины).

2. Задачи медицинского обследования для допуска к занятиям физической культурой:

\*оценка уровня физического развития с учетом возраста;

\*определение уровня общей тренированности;

\*выявление пограничных состояний как факторов риска возникновения патологии (в том числе угрозы жизни) при занятиях физической культурой;

\*выявление заболеваний (в том числе хронических в стадии ремиссии) и патологических состояний, являющихся противопоказаниями к занятиям физической культурой;

\*определение целесообразности занятий избранным видом физической культуры с учетом возраста, установленного состояния здоровья и выявленных функциональных изменений;

\*определение медицинских рекомендаций по планированию занятий физической культурой с учетом выявленных изменений в состоянии здоровья.

3. Обследование проводится на основании унифицированной программы с учетом жалоб, анамнеза жизни, спортивного анамнеза, пола, возраста и уровня тренированности.

4. В программу обследования лиц, занимающихся физической культурой и массовыми видами спорта, включается:

– сбор анамнеза жизни и спортивного анамнеза;

– уровень физического развития;

– уровень полового созревания;

– осмотр врачами-специалистами – педиатр, детский хирург, невролог, детский кардиолог, врачи других специальностей по показаниям;

– исследование электрофизиологических показателей (ЭКГ, в том числе с нагрузочными пробами);

– клинические анализы крови и мочи;

– осмотр врача по спортивной медицине (по показаниям);

– консультация психолога (по показаниям).

5. По результатам обследования составляется заключение, где функциональное состояние оценивается как недостаточное, удовлетворительное, вполне удовлетворительное или хорошее.

6. На основании заключения и совокупности данных морфометрического и клинического обследования определяется принадлежность к функциональной группе:

- 1 группа здоровья – возможны занятия физической культурой без ограничений и участие в соревнованиях;

- 2–3 группа здоровья – возможны занятия физической культурой с незначительными ограничениями физических нагрузок без участия в соревнованиях;

- 4 группа здоровья – возможны занятия физической культурой со значительными ограничениями физических нагрузок;

- 5 группа здоровья – возможны занятия лечебной физической культурой.

7. По результатам обследования даются рекомендации о необходимости дополнительного обследования. Лица, отнесенные к 4 и 5 группам, подлежат дополнительному обследованию не реже 1 раза в 3 месяца.

8. Данные обследований заносятся в историю развития ребенка (ф. 112-у), во врачебно-контрольную карту физкультурника и спортсмена или во врачебно-контрольную карту диспансерного наблюдения спортсмена.

### Положение о возрастном допуске к занятиям спортом

Возрастной допуск к занятиям спортом осуществляется в зависимости от типа спортивной нагрузки:

- Циклические зимние виды спорта
- Циклические летние виды спорта
- Скоростно-силовые виды спорта
- Игровые виды спорта
- Сложнокоординационные виды спорта
- Сложно-технические виды спорта
- Экстремальные виды спорта
- Спортивные единоборства
- Интеллектуальные игры

Также по отдельным видам спорта выделяются отдельные возрастные нормативы допуска.

Таблица 1

Типы и виды спорта	Возраст начала занятий в начальной группе (лет)	Возраст начала занятий в группе спортивного совершенствования и спортивного мастерства (лет)
Циклические зимние виды спорта	8	10
Циклические летние виды спорта	8	10
Скоростно-силовые виды спорта	8	10
Игровые виды спорта	7	10
Сложнокоординационные виды спорта	7	10
Сложно-технические виды спорта	11	13
Экстремальные виды спорта	12	14
Спортивные единоборства (с ударной техникой)	11	13
Борьба (все виды)	10	12
Интеллектуальные игры	6	9
Отдельные виды спорта, имеющие собственный норматив возрастного допуска:		
Велоспорт (трек, шоссе)	11	13
Гимнастика спортивная	7 (девочки) 8 (мальчики)	9 (девочки) 10 (мальчики)
Гимнастика художественная	6	10
Конный спорт	11	14
Прыжки в воду	9	12
Прыжки с трамплина	11	14
Регби	11	14
Санный спорт, бобслей, скелетон	12	15
Современное пятиборье	13	15
Синхронное плавание	10	13
Стрельба из лука, стрельба пулевая и стендовая	10	13

## Продолжение таблицы 1

Теннис	6	9
Тяжелая атлетика	12	14
Фехтование	10	13
Фигурное катание	6	10
Футбол и хоккей с мячом	8	10
Хоккей с шайбой	9	11
Виды спорта, входящие в программу Паралимпийских Игр (кроме футбола слепых)	12	14
Футбол слепых	10	12
Виды спорта, входящие в программу Сурдолимпийских Игр	10	12

Таблица 2

**Критерии допуска детей и подростков к занятиям спортом,  
связанные с патологией сердечно-сосудистой системы**

	Критерии допуска
Дефекты межпредсердной перегородки, (закрытый или небольшой, неоперированный), открытое овальное окно	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дефект любого размера без дилатации правых отделов сердца или легочной гипертензии – занятия без ограничений.</li> <li>2. Дефект любого размера с умеренной легочной гипертензией – спорт с низкой интенсивностью (Класс IA).</li> <li>3. Выраженное обструктивное поражение легочных сосудов с цианозом и право-левым шунтом – к занятиям спортом не допускаются.</li> <li>4. После успешного оперативного устранения дефекта при отсутствии аритмий сердца, условия допуска к спорту оцениваются по тем же критериям через 3–6 месяцев.</li> </ol>
Дефект межжелудочковой перегородки (закрытый или небольшой, неоперированный)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Небольшой дефект без легочной гипертензии – занятия без ограничений.</li> <li>2. Большой дефект, сброс Qp/Qs &gt; 1,5 или легочная гипертензия – к занятиям спортом не допускаются.</li> <li>3. После успешного оперативного устранения дефекта, при отсутствии аритмий сердца, условия допуска к спорту оцениваются по тем же критериям через 3–6 месяцев.</li> </ol>
Открытый артериальный проток (ОАП)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Небольшой ОАП с нормальными размерами сердца, без легочной гипертензии – занятия без ограничений.</li> <li>2. Большой ОАП с увеличенными размерами сердца, с легочной гипертензией – к спорту не допускаются.</li> <li>3. После успешного оперативного лечения условия допуска к спорту оцениваются по тем же критериям через 3–6 месяцев.</li> </ol>
Стеноз легочной артерии	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Небольшой стеноз (градиент менее 40 мм.рт.ст.), с нормальной функцией правого желудочка и отсутствием жалоб - занятия без ограничений.</li> <li>2. Умеренный стеноз (градиент менее 40–50 мм.рт.ст.), с нормальной функцией правого желудочка и отсутствием жалоб - занятия спортом с низкой интенсивностью (Класс IA IB).</li> <li>3. Выраженный стеноз (градиент более 50 мм.рт.ст) – к занятиям спортом не допускать, рекомендована балонная вальвулопластика.</li> <li>4. После успешного оперативного лечения при отсутствии патологических симптомов и нормальной функции правого желудочка через 3 месяца – занятия без ограничений.</li> </ol>
Аортальный стеноз	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Минимальный стеноз (градиент непрерывно-волнового эхо-доплеровского исследования менее 40 мм.рт.ст.), с нормальной ЭКГ, толерантностью к физической нагрузке, отсутствием индуцированных физической нагрузкой болей в сердце, синкопе или симптомных нарушений ритма сердца – занятия спортом без ограничений.</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Умеренный стеноз (градиент 40-70 мм.рт.ст.) – при отсутствии гипертрофии ЛЖ, ишемических изменений на ЭКГ, отсутствием индуцированных физической нагрузкой болей в сердце, синкопе или симптомных нарушений ритма сердца – индивидуальное решение о занятиях спортом с низким уровнем статических и динамических нагрузок (IA, IB,IIA).</li> <li>3. Выраженный стеноз (градиент более 70 мм.рт.ст.) – отвод от занятий спортом.</li> <li>4. После хирургической или миниинвазивной коррекции порока, при отсутствии осложнений - решение о занятиях спортом возможно через 3–6 мес. по вышеизложенным критериям.</li> </ol>
Коарктация аорты	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Умеренная коарктация аорты и отсутствие расширенных коллатеральных сосудов или расширения корня аорты (3 и более стандартных отклонения от нормативных половозрастных значений), нормальной ЭКГ, толерантностью к физической нагрузке, небольшая разница артериального давления на руках/ногах в покое (менее 20 мм.рт.ст.) и максимальным систолическим давлением менее 200 мм.рт.ст. при нагрузке – занятия без ограничений.</li> <li>2. Разница артериального давления на руках/ногах в покое более 20 мм.рт.ст.), стресс индуцированная гипертензия при нагрузке более 200 мм.рт.ст - занятия только низкоинтенсивными видами спорта (Класс IA).</li> <li>3. После хирургической или миниинвазивной коррекции порока, при отсутствии осложнений – в течение первого года занятий следует избегать высокоинтенсивных статических нагрузок (Классы IIIA, IIIB, IIIC).</li> <li>4. Решение о занятиях спортом возможно через 3–6 мес. По вышеизложенным критериям.</li> </ol>
Дисфункция левого желудочка после операции на сердце	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фракция выброса 50% и более – занятия спортом без ограничений.</li> <li>2. Фракция выброса 40–50% - низкоинтенсивный статический спорт (Классы IA, IB, IC).</li> <li>3. Фракция выброса менее 40% –отвод от занятий спортом.</li> </ol>
Неоперированные врожденные пороки сердца синего типа	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отвод от соревновательного спорта.</li> </ol>
Паллиативные операции врожденных пороков сердца синего типа	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сатурация кислорода в крови выше 85%, отсутствие симптомных или клинически значимых аритмий сердца и фракция выброса более 50% – низкоинтенсивный спорт (Класс IA).</li> </ol>
Больные после хирургической коррекции тетрады Фалло	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Успешная коррекция при нормальном давлении в правом желудочке, отсутствие объемной перегрузки правого желудочка, отсутствие реканализации межжелудочкового дефекта и клинически значимых аритмий на ЭКГ, холтеровском мониторировании и пробе с физической нагрузкой – занятия без ограничений.</li> <li>2. Больные с легочной регургитацией, объемной перегрузкой правого желудочка, остаточной правожелудочковой гипертензией (пиковое систолическое давление более 50%</li> </ol>

	от системного давления), отсутствием клинически значимых аритмий на ЭКГ, холтеровском мониторинге и пробе с физической нагрузкой – низкоинтенсивный спорт (Класс IA).
Транспозиция магистральных сосудов после операции Mustard или Senning	1. Отсутствие увеличения камер сердца, клинически значимых нарушений ритма сердца, синкопе и других кардиальных симптомов, нормального теста с физической нагрузкой - низкоинтенсивный спорт (Класс IA, IIA).
Постоперационный артериальный канал (свищ) при корригированной транспозиции магистральных сосудов	1. Отсутствие увеличения камер сердца, клинически значимых нарушений ритма сердца, синкопе и других кардиальных симптомов, нормального теста с физической нагрузкой - низкоинтенсивный спорт (Класс IA, IIA).
Корригированная транспозиция магистральных сосудов	1. Отсутствие увеличения камер сердца, клинически значимых нарушений ритма сердца на ЭКГ и при холтеровском мониторинге и тесте с физической нагрузкой, синкопе и других кардиальных симптомов, нормального теста с физической нагрузкой - низкоинтенсивный спорт (Класс IA, IIA).
Корригированная тетрада Фалло	1. Нормальное давление в правом желудочке и отсутствие его перегрузки, реканализации межжелудочкового дефекта, камер сердца, отсутствие клинически значимых нарушений ритма сердца, бифасцикулярных и АВ блокад на ЭКГ и при холтеровском мониторинге, синкопе и других кардиальных симптомов, нормальный тест* с физической нагрузкой - низкоинтенсивный спорт (Класс IA, IIA).
Больные после операции по Фонтену	1. Нормальная фракция выброса, сатурация кислорода, отсутствие клинически значимых нарушений ритма сердца на ЭКГ и при холтеровском мониторинге, синкопе и других патологических кардиальных симптомов – низкоинтенсивный спорт (Класс IA, IB).
Аномалия Эбштейна	1. Малая выраженность аномалии, нормальный размер правого желудочка, отсутствие цианоза, клинически значимых нарушений ритма сердца на ЭКГ и при холтеровском мониторинге, учащенного сердцебиения, синкопе и других кардиальных жалоб – спорт без ограничений. 2. Умеренная трикуспидальная регургитация и отсутствие клинически значимых нарушений ритма сердца на ЭКГ и при холтеровском мониторинге - низкоинтенсивный спорт (Класс IA). 3. Выраженные клинические проявления аномалии – отвод от любого соревновательного спорта.
Аномалии коронарных артерий	1. Локализация аномального отхождения коронарной артерии между крупными сосудами – полный отвод от спорта. 2. Успешная оперативная коррекция аномалии и отсутствие через 3 месяца признаков ишемии, желудочковых тахикардий, дисфункции левого желудочка – спорт без ограничений.
Митральная регургитация	1. Умеренная или средняя митральная регургитация при наличии синусового ритма, нормальная функция и размеры левого желудочка - спорт без ограничений.

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Умеренная или средняя митральная регургитация при наличии синусового ритма, нормальная функция левого желудочка в покое и умеренное увеличение размера левого желудочка при нагрузке (сравнимого с типичными для «физиологического спортивного сердца» – спорт уровня IA, IB, IIA, IIB, IIC).</li> <li>3. Умеренная или средняя митральная регургитация при наличии синусового ритма, нормальная функция левого желудочка в покое и умеренное увеличение размера левого желудочка при нагрузке (сравнимого с типичными для «физиологического спортивного сердца» – спорт уровня IA, IB, IIA, IIB, IIC).</li> <li>4. Выраженная митральная регургитация, легочная гипертензия, любая степень дисфункции левого желудочка – отвод от спорта.</li> </ol>
Аортальный стеноз	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Умеренный стеноз – спорт без ограничений под контролем ежегодного обследования.</li> </ol>
Аортальная регургитация	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Минимально или умеренно выраженная регургитация с нормальным (или умеренно увеличенным вследствие физических тренировок) конечным диастолическим размером левого желудочка – спорт без ограничений.</li> <li>2. Выраженная регургитация с диастолическим размером левого желудочка более 65 мм (для старших детей), минимальной или умеренной регургитацией и наличием патологических кардиальных симптомов – отвод от спорта.</li> <li>3. Регургитация и значительная дилатация проксимального отдела восходящей аорты (более 45 мм у старших детей) – низкоинтенсивные виды спорта (Класс IA).</li> <li>4. Регургитация и наличие признаков синдрома Марфана – отвод от спорта.</li> </ol>
Двухстворчатый аортальный клапан	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Двухстворчатый аортальный клапан без расширенного корня аорты (40 мм для старших детей или соответственным весо-ростовым и возрастным показателям у детей) – спорт без ограничений.</li> <li>2. Двухстворчатый аортальный клапан с расширением корня аорты (40–45мм. для старших детей или выше соответственных весо-ростовых и возрастных показателей у детей) – низкостатичные и низкодинамичные виды спорта (IA, IB, IIA, IIB).</li> <li>3. Двухстворчатый аортальный клапан с расширением корня аорты более 45мм. для старших детей или выше соответственных весо-ростовых и возрастных показателей у детей – только низкодинамичные виды спорта (IA, IB, IIA, IIB).</li> </ol>
Трикуспидальная регургитация	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Первичная трикуспидальная регургитация с нормальной функцией правого желудочка и отсутствием увеличения давления в правом предсердии выше 20 мм.рт.ст. у старших и возрастных норм у младших детей или отсутствие подъема систолического давления в правом желудочке выше нормы – спорт без ограничений.</li> </ol>
Мультиклапанное поражение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отвод от спорта.</li> </ol>
Гипертрофическая кардиомиопатия	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отвод от спорта.</li> </ol>

Пролапс митрального клапана	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пролапс без потенциально аритмогенных синкопе, суправентрикулярной тахикардии, комплексной желудочковой тахиаритмии при холтеровском мониторировании, выраженной митральной регургитации, с фракцией выброса более 50%, без наличия в анамнезе эмболий и связанной с пролапсом внезапной смерти в семье – спорт без ограничений.</li> <li>2. Пролапс с наличием указанных выше изменений – низкоинтенсивный спорт (Класс IA).</li> </ol>
Миокардит	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отвод от спорта, лечение. Решение о возможных занятиях спортом после 6 мес периода реконвалесценции.</li> <li>2. Возвращение в спорт при наличии:</li> <li>3. Нормальных размеров сердца, функции левого желудочка, кинеза стенок (по данным ЭХОКГ и/или радионуклидных методов в покое и при нагрузке). <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отсутствия клинически значимых аритмий при холтеровском мониторировании и пробе с дозированной физической нагрузкой.</li> <li>• Нормализации серологических маркеров воспаления.</li> <li>• Нормализации 12 канальной ЭКГ покоя.</li> </ul> </li> </ol>
Синдром Марфана	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие дилатации корня аорты (более 40 мм у взрослых и 2 стандартных отклонений для поверхности тела у детей и подростков), умеренной или выраженной митральной регургитации, случаев внезапной смерти в молодом возрасте или расслоения аорты в семье – средне статичные и низкодинамичные виды спорта (Класс IA и IIA). Контроль ЭХОКГ каждые 6 месяцев.</li> <li>2. Дилатация корня аорты более 40 мм у взрослых и 2 стандартных отклонений для поверхности тела у детей и подростков, хирургическая реконструкция корня аорты, хроническое расслоение аорты, умеренная или выраженная регургитация, случаи внезапной смерти в молодом возрасте или расслоения аорты в семье – только низкодинамичные виды спорта (Класс IA).</li> <li>3. Семейные формы аневризмы или расслоения аорты, врожденный двухстворчатый аортальный клапан, дилатация корня аорты (см. пп.1.2) – отвод от спорта.</li> </ol>
Аритмогенная дисплазия/кардиомиопатия правого желудочка	Отвод от соревновательного спорта.
Перикардит	В острой и хронической фазе – отвод от соревновательного спорта. В период реконвалесценции – см. «Миокардит».
Артериальная гипертензия	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Артериальное давление (АД) более 90, но менее 95 процентиля (предгипертензия) поло-ростовых показателей АД должны быть – рекомендации по модификации образа жизни, дообследования без отвода от физической активности.</li> <li>2. Наличие гипертрофии левого желудочка при исключении «спортивного сердца» ограничение нагрузок до нормализации размеров сердца при терапии.</li> <li>3. Первая стадия артериальной гипертензии, с отсутствием поражений органов-мишеней (АД более 95-ой, но менее</li> </ol>

	<p>99-ой процентилю поло-ростовых показателей АД + 5 мм.рт.ст.) – занятия спортом под контролем измерения АД в покое и при нагрузке не менее одного раза в 2 месяца.</p> <p>4. Вторая стадия артериальной гипертензии, с отсутствием поражений органов-мишеней (АД более 99-ой процентилю поло-ростовых показателей АД + 5 мм.рт.ст.) – отвод от занятий видами спорта с высокой статической нагрузкой (Классы IIIA, IIIC) до достижения контроля над АД модификацией образа жизни или терапией.</p>
Синкопе	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отвод от спорта до установления причины синкопе.</li> <li>2. Если причина синкопе установлена и устранена – рекомендации по занятиям спортом в соответствии с основным заболеванием.</li> <li>3. Нейромедиаторные синкопе, не имеющие потенциально травмоопасный характер и не связанные с основной спортивной деятельностью – спорт без ограничений, с рекомендациями по профилактике синкопе.</li> </ol>
Предсинкопе, внезапная слабость.	См. «Синкопе»
Брадиаритмии вследствие нарушений функции синусового узла	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие симптомов, органических и структурных заболеваний сердца, адекватный прирост ЧСС при нагрузках – спорт без ограничений.</li> <li>2. Наличие симптомов связанных с брадиаритмией – возвращение в спорт после 2–3 месяцев отсутствия симптомов на фоне лечения.</li> <li>3. При имплантации электрокардиостимулятора через 2–3 месяца отсутствия патологических симптомов – отвод от видов спорта с повышенным риском механического повреждения электрокардиостимулятора. В остальном – решение индивидуальное.</li> </ol>
Суправентрикулярная экстрасистолия, миграция водителя ритма, ускоренные, выскальзывающие суправентрикулярные и идиовентрикулярные ритмы.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие клинических симптомов, органических и структурных заболеваний сердца – спорт без ограничений.</li> <li>2. Наличие клинических симптомов, кардиоваскулярных и других соматических заболеваний, которые могут быть причиной симптоматики – после устранения причин симптоматики и аритмии, возвращение в спорт после 3–6 месяцев ремиссии.</li> </ol>
Трепетание предсердий (в отсутствии синдрома Вольфа-Паркинсона-Уайта)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие клинических симптомов, органических и структурных заболеваний сердца, адекватного для синусового ритма прироста и снижения ЧСС, приема антиаритмических препаратов и желудочкового проведения 1:1 – активность не более класса IA, без соревнований.</li> <li>2. Хирургическое или миниинвазивное устранение аритмии – занятия спортом через 1 месяц отсутствия рецидивов или через неделю после инвазивного электрофизиологического исследования непровоцирующего аритмию – спорт без ограничений.</li> <li>3. Больные получающие антикоагулянты - исключение видов спорта с риском столкновений тела или ударов в грудную клетку.</li> </ol>

<p>Фибрилляция предсердий (в отсутствии синдрома Вольфа-Паркинсона-Уайта)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие клинических симптомов, органических и структурных заболеваний сердца, адекватного для синусового ритма прироста и снижения ЧСС, приема антиаритмических препаратов и желудочкового проведения 1:1 – активность не более класса IA, без соревнований.</li> <li>2. Хирургическое или миниинвазивное устранение аритмии – занятия спортом через 1 месяц отсутствия рецидивов или через неделю после инвазивного электрофизиологического исследования непровоцирующей аритмию.</li> <li>3. Больные получающие антикоагулянты – исключение видов спорта с риском столкновений тела или ударов в грудную клетку.</li> </ol>
<p>Синусовая тахикардия, предсердная тахикардия (в отсутствии синдрома Вольфа-Паркинсона-Уайта)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие симптомов, органических и структурных заболеваний сердца, адекватного для синусового ритма прироста и снижения ЧСС – спорт класса IA.</li> <li>2. Устранение аритмии антиаритмическими препаратами – на фоне терапии спорт класса IA.</li> <li>3. Хирургическое или миниинвазивное устранение аритмии – занятия спортом через 1 месяц отсутствия рецидивов или через неделю после инвазивного электрофизиологического исследования, непровоцирующей аритмию – спорт без ограничений.</li> </ol>
<p>Суправентрикулярная тахикардия</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Индуцируемая при физической нагрузке тахикардия, верифицированная на ЭКГ или при электрофизиологическом исследовании, предотвращаемая превентивной терапией в отсутствие симптомов, органических и структурных заболеваний сердца – спорт без ограничений.</li> <li>2. Тахикардия в отсутствие структурных и воспалительных заболеваний миокарда, успешно пролеченная хирургическими или малоинвазивными методами и неиндуцируемая при контрольном электрофизиологическом исследовании – спорт без ограничений через 7 дней после исследования.</li> <li>3. Тахикардия в отсутствие структурных и воспалительных заболеваний миокарда, успешно пролеченная хирургическими или малоинвазивными методами без контрольного электрофизиологического исследования – спорт без ограничений через 1 месяц ремиссии.</li> </ol>
<p>Синдром (ЭКГ феномен) Вольфа-Паркинсона-Уайта</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бессимптомный ЭКГ феномен, в отсутствие структурных и воспалительных заболеваний миокарда – спорт без ограничений (в подростковом возрасте желательно проведение электрофизиологического исследования для оценки индукции тахикардии и эффективного рефрактерного периода (ЭРП) дополнительного проводящего пути. При ЭРП менее 270 мс показана радиочастотная катетерная абляция).</li> <li>2. Тахикардия в отсутствие структурных и/или воспалительных заболеваний миокарда, успешно пролеченная хирургическими или малоинвазивными методами и неин-</li> </ol>

	<p>дуцируемая при контрольном электрофизиологическом исследовании – спорт без ограничений через 7 дней после исследования.</p> <p>3. Тахикардия в отсутствие структурных и/или воспалительных заболеваний миокарда, успешно пролеченная хирургическими или малоинвазивными методами без контрольного электрофизиологического исследования – спорт без ограничений через 1 месяц ремиссии.</p>
Укорочение интервала PQ без признаков синдрома (ЭКГ феномена) Вольфа-Паркинсона-Уайта	<p>1. Бессимптомный ЭКГ феномен, в отсутствие структурных и воспалительных заболеваний миокарда – спорт без ограничений.</p> <p>2. Приступы тахикардии без синкопе в отсутствие структурных и воспалительных заболеваний миокарда – спорт класса IA. Проведение электрофизиологического исследования для исключения суправентрикулярных тахиаритмий.</p> <p>3. Приступы тахикардии и/или синкопе на фоне физического или эмоционального напряжения – отвод от спорта. Проведение холтеровского мониторирования и/или стресстестов для исключения катехоламинергической полиморфной желудочковой тахикардии.</p>
Желудочковая экстрасистолия	<p>1. Бессимптомная мономорфная экстрасистолия в отсутствие структурных и воспалительных заболеваний миокарда, с частотой до 10 тысяч за 24 часа, <i>не учащающаяся</i> при нагрузке – спорт без ограничений.</p> <p>2. Бессимптомная мономорфная экстрасистолия в отсутствие структурных и воспалительных заболеваний миокарда, с частотой 10–15 тысяч за 24 часа, <i>не учащающаяся</i> при нагрузке – отвод от соревновательного спорта на 1 мес. С возможной медикаментозной терапией.</p> <p>3. Бессимптомная или симптомная мономорфная экстрасистолия в отсутствие структурных и воспалительных заболеваний миокарда, с частотой выше 15 тысяч за 24 часа, <i>не учащающаяся</i> при нагрузке – спорт класса IA. При успешном проведении РЧА – спорт без ограничений</p> <p>4. Бессимптомная или симптомная мономорфная экстрасистолия в отсутствие структурных и воспалительных заболеваний миокарда, с частотой выше 15 тысяч за 24 часа, <i>учащающаяся</i> при нагрузке – отвод от спорта. При успешном проведении РЧА – спорт без ограничений.</p>
Желудочковая тахикардия	<p>1. Бессимптомная неустойчивая мономорфная тахикардия в отсутствие структурных и воспалительных заболеваний миокарда – спорт класса IA. При успешном проведении РЧА – спорт без ограничений.</p> <p>2. Бессимптомная или симптомная устойчивая мономорфная тахикардия в отсутствие структурных и воспалительных заболеваний миокарда – отвод от спорта. При успешном проведении РЧА – спорт без ограничений.</p> <p>3. Полиморфная тахикардия в отсутствие структурных и воспалительных заболеваний миокарда – отвод от спорта. При успешном проведении РЧА – спорт без ограничений.</p>

	<p>4. Мономорфная желудочковая тахикардия в отсутствие структурных и воспалительных заболеваний миокарда, контролируемая антиаритмическими препаратами – спорт класса IA.</p> <p>5. Желудочковая фибрилляция в анамнезе в отсутствие структурных и воспалительных заболеваний миокарда – отвод от спорта.</p>
Атрио-вентрикулярная блокада 1 степени	При отсутствии симптомов, структурных и воспалительных заболеваний миокарда и увеличении степени блокады на нагрузку – спорт без ограничений.
Атрио-вентрикулярная блокада 2 степени 1 типа	<p>1. При отсутствии симптомов, структурных и воспалительных заболеваний миокарда и увеличении степени блокады на нагрузку – спорт без ограничений.</p> <p>2. При отсутствии симптомов, структурных и воспалительных заболеваний миокарда, но при увеличении степени блокады на нагрузку – дообследование для определения показаний к имплантации электрокардиостимулятора. После имплантации – спорт не более IA класса с отводом от видов спорта с риском контактного повреждения грудной клетки.</p>
Атрио-вентрикулярная блокада 2 степени 2 типа	1. Бессимптомная блокада в отсутствие структурных и воспалительных заболеваний миокарда регистрируемая до начала занятий спортом требует дообследования (в том числе электрофизиологического исследования), для определения показаний к имплантации электрокардиостимулятора. После имплантации – спорт не более IA класса с отводом от видов спорта с риском контактного повреждения грудной клетки.
Атрио-вентрикулярная блокада 3 степени	<p>1. Бессимптомная врожденная блокада, в отсутствие структурных и воспалительных заболеваний миокарда, требует дообследования (в том числе электрофизиологического исследования), для определения показаний к имплантации электрокардиостимулятора. После имплантации – спорт не более IA класса с отводом от видов спорта с риском контактного повреждения грудной клетки.</p> <p>2. Бессимптомная приобретенная блокада регистрируемая до начала любых занятий спортом требует имплантации электрокардиостимулятора. После имплантации – спорт не более IA класса с отводом от видов спорта с риском контактного повреждения грудной клетки.</p>
Полная блокада правой ножки пучка Гиса	1. Бессимптомная блокада, при отсутствии структурных и воспалительных заболеваний миокарда, без наличия желудочковых тахиаритмий и развития АВ и фасцикулярных блокад при проведении пробы с физической нагрузкой или холтеровском мониторинге – спорт без ограничений.
Полная блокада левой ножки пучка Гиса	1. Бессимптомная блокада, при отсутствии структурных и воспалительных заболеваний миокарда, без наличия желудочковых тахиаритмий и развития АВ блокады при проведении пробы с физической нагрузкой или холтеровском мониторинге требует дообследования (в том

	числе электрофизиологического исследования), для определения показаний к имплантации электрокардиостимулятора. После имплантации – спорт не более IA класса с отводом от видов спорта с риском контактного повреждения грудной клетки.
Фасцикулярные блокады (передней или задней ветви левой ножки пучка Гиса).	1. Бессимптомная блокада, при отсутствии структурных и воспалительных заболеваний миокарда, без наличия желудочковых тахикардий и развития АВ блокады при проведении пробы с физической нагрузкой или холтеровском мониторинге требует дообследования (в том числе электрофизиологического исследования), для определения показаний к имплантации электрокардиостимулятора. После имплантации – спорт не более IA класса с отводом от видов спорта с риском контактного повреждения грудной клетки.
Удлинение или укорочение интервала QT (QTc > 440 мсек или <350 мсек соответственно)	1. Исключение врожденных синдромов удлиненного или короткого интервалов QT. При подтверждении – спорт не более класса IA (по индивидуальным показаниям).
Катехоламинергическая полиморфная желудочковая тахикардия	1. Отвод от занятий спортом
Синдром Бругада	1. Спорт не выше класса IA.

## **Критерии допуска к занятиям спортом у детей и подростков с некоторыми функциональными изменениями**

Объем обследования сердечно-сосудистой системы для допуска детей и подростков к занятиям физкультурой и спортом

Жалобы и анамнез:

1. Синкопе, предсинкопе, головокружения, боли в области сердца, сердцебиение.

2. Одышка, слабость при физической нагрузке.

3. Эпизоды повышения артериального давления (АД) в анамнезе.

4. Наличие в семейном анамнезе случаев внезапной смерти у родственников до 50 лет.

5. Наличие в семейном анамнезе случаев кардиоваскулярной патологии выявленной у родственников до 50 летнего возраста.

6. Наличие в семейном анамнезе случаев заболеваний с высоким риском жизнеугрожающих аритмий в молодом возрасте (дилатационная и гипертрофическая кардиомиопатия, аритмогенная дисплазия/кардиомиопатия правого желудочка, синдромы удлиненного или короткого интервала QT, синдром Бругада, катехоламинергическая желудочковая тахикардия, синдром Марфана и другие).

Обследование:

7. Наличие признаков синдрома Марфана или соединительно-тканной дисплазии.

8. Расширение перкуторных границ сердца.

9. Наличие сердечных шумов при аускультации.

10. Отсутствие/резкое ослабления пульса на бедренных артериях.

11. Измерение артериального давления на плече в положении сидя.

12. 12-канальная ЭКГ в положении лежа.

Негативные данные анамнеза или выявление патологических изменений требуют соответствующего кардиологического дообследования.

Рекомендации по уровню допустимой физической активности основаны на классификации видов спорта в зависимости от уровня статической и динамической нагрузки, предлагаемые рабочими группами по спортивной кардиологии США и Европы, рабочей группой по кардиоваскулярной реабилитации, Американской педиатрической академией.

**Классификация видов спорта в зависимости от уровня  
статической и динамической нагрузки**

Уровень динамичности		А (низкий)	В (средний)	С (высокий)
Уровень статичности	I Низкий	Боулинг, гольф, крикет	Волейбол, пинг-понг, бейсбол	Бадминтон, футбол, теннис, сквош, спортивная ходьба, бег на длинные дистанции
	II Средний	Нырание, авто и мотогонки, конный спорт, гимнастика, каратэ, дзю-до, парусный спорт.	Фехтование, регби, фигурное катание, серфинг, спринтерский бег, кросс, прыжки.	Баскетбол, хоккей, биатлон, регби, теннис, плавание, гандбол, бег на средние дистанции
	III Высокий	Бобслей, водные лыжи, тяжелая атлетика, метание ядра, скалолазание, виндсерфинг	Бодибилдинг, Борьба, горные лыжи, сноубординг	Бокс, велосипедный спорт, десятиборье, гребля, конькобежный спорт, триатлон.

**Карта-задание № 1**

I. *Общие сведения.* 1. Фамилия, имя, отчество. 2. Возраст. 3. Профессия.  
4. Основной вид спорта, разряд.

II. *Данные обследования.*

**A. Соматоскопия или внешний осмотр:**

1. Особенности осанки: а) положение головы; б) расположение плечевого пояса (состояние плеч, положение лопаток); в) позвоночник (физиологические изгибы, боковые искривления, скручивания, форма спины, треугольники талии); г) грудная клетка: цилиндрическая, коническая, уплощенная впалая, асимметричная и др.; д) форма живота (нормален, втянут, выступает, отвислый, асимметричный).

2. Состояние опорно-двигательного аппарата: а) форма рук: прямые, Х-образные; б) форма ног: прямые, Х-образные, О-образные; в) стопы: нормальные, уплощенные, плоские; г) подвижность суставов, при наличии отклонений (ограничение, разболтанность) указать локализацию и степень отклонений; д) развитие мускулатуры: хорошее, удовлетворительное, слабое, равномерное, неравномерное (локализация).

3. Упитанность: нормальная, повышенная, пониженная. Локальные отложение жировой ткани.

4. Состояние наружных покровов: а) слизистые; б) кожа: окраска, поверхность, эластичность, влажность, наличие изменений (омозоленности, потертости, рубцы), тургор кожи.

5. Дополнительные данные.

6. Общая характеристика телосложения (нормостеническое, астеническое, гиперстеническое).

## Б. Антропометрия с оценкой по стандартам

Таблица 4

Показатели	Размеры, см	Отклонение, σ	Показатели	Размеры, см	Отклонение, σ
Рост стоя Рост сидя Длина ног, правой левой Длина рук, правой левой Вес тела Окружность шеи Окружность груди При паузе При вдохе При выдохе Экскурсия грудной клетки Жизненная емкость легких			Окружности: Талии Плеча правого: Напряженного Спокойного Плеча левого: Напряженного Спокойного Бедра (правого) Бедра (левого) Голени (правой) Голени (левой) Жировая складка: На животе На спине Сила: Правой кисти левой кисти		

**ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта Физическое развитие студентов**  
(средние антропометрические величины)

Антропометрические признаки	Рост	Рост (сидя)	Вес	Окружность груди			Экскурсия грудной клетки	шеи	Окружности								Сила кисти		ЖЕЛ	Жировая складка	
				вдох	выдох	пауза			плеча				бедра		голени		правой	левой		живота	спины
									правого		левого		правого	левого	правой	левой					
									напр.	спок.	напр.	спок.									
Общие М Средние ±δ	173,9 6,0	92,5 3,5	69,7 5,4	100,9 4,0	92,2 3,9	96,5 4,0	8,7 1,7	38,6 1,7	30,1 1,9	33,1 1,8	33,1 1,9	30,1 1,8	55,9 2,8	55,2 2,7	37,2 2,7	37,0 1,8	60,1 7,0	56,1 7,2	4990 520	0,8 0,2	1,1 0,2
Ростовые стандарты	161- 165 М±δ	88,0 2,2	61,2 4,6	97,5 3,2	89,6 2,8	93,2 3,6	7,9 1,6	38,0 1,4	32,8 1,8	29,6 1,8	32,3 2,0	29,3 2,0	53,3 2,8	52,8 2,6	35,5 1,8	35,5 1,6	53,3 6,4	50,2 6,0	4200 449		
	166- 170 М±δ	99,9 2,1	66,4 5,0	100,1 4,1	91,8 4,1	96,0 4,1	9,3 1,7	38,4 1,7	33,2 2,1	29,8 1,7	33,0 2,3	29,6 1,9	54,2 2,5	54,0 2,7	36,6 1,3	36,5 1,3	59,1 6,8	55,1 6,5	4580 436		
	171- 175 М±δ	92,4 2,0	69,6 4,9	100,7 4,2	92,0 3,9	96,3 4,2	8,7 1,4	38,5 1,8	33,6 1,9	29,9 1,9	32,7 2,1	29,9 1,9	55,4 2,6	55,0 2,5	37,1 1,8	37,1 1,8	60,7 7,0	56,3 7,1	4390 439		
	176- 180 М±δ	94,6 1,7	73,5 4,7	102,3 3,7	93,2 4,0	97,6 3,7	9,1 1,8	38,8 1,8	33,8 1,7	30,3 1,6	33,1 1,6	30,2 1,6	56,5 2,8	56,1 3,3	37,7 1,7	37,5 1,5	62,6 6,9	58,2 6,8	5070 423		
	181- 185 М±δ	95,7 2,0	77,0 3,7	102,9 3,9	94,0 4,3	99,1 3,9	8,9 2,2	39,0 1,3	34,0 1,9	30,7 2,0	33,4 2,0	30,6 1,5	57,5 3,0	57,0 3,1	38,3 2,0	38,3 2,0	63,8 7,9	59,3 7,7	5430 542		
186- 190 М±δ	98,4 2,1	81,5 5,2	103,8 5,1	94,8 4,1	99,5 4,6	9,0 2,6	39,3 2,1	34,7 1,6	30,9 1,8	33,7 1,6	30,8 1,5	58,8 2,8	58,3 2,3	38,9 2,1	38,9 1,8	69,9 7,3	63,1 7,5	5820 607			

**ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта физическое развитие студенток**  
(средние антропометрические величины)

	Антропометрические признаки	Рост	Рост (сидя)	Вес	Окружность груди			Экскурсия гр. клетки	Окружности								Сила кисти		ЖЕЛ	Жировая складка				
					вдох	выдох	пауза		шеи	плеча				бедра		голени		правой		левой	правой	левой	живота	спины
										правого		левого		правого	левого	правой	левой							
										напр.	спок.	напр.	спок.											
Общие М	163,0	86,8	61,4	90,7	82,1	86,8	8,6	32,9	29,2	27,1	29,1	27,1	58,1	57,2	35,9	35,9	36,6	34,3	3558	1,3	1,2			
средние ±δ	4,3	2,6	5,2	4,3	4,4	3,4	1,5	1,3	2,2	2,0	1,5	1,3	2,0	2,3	1,8	1,6	5,1	5,0	355	0,3	0,3			
Ростовые стандарты	151-155 М±δ		83,0 1,8	52,0 3,4	87,1 3,1	79,3 3,5	83,3 3,3	7,8 1,8	32,0 1,3	28,4 1,8	26,2 1,9	28,5 1,4	26,2 1,3	54,5 1,6	54,4 1,7	34,5 1,8	34,7 1,4	32,4 4,7	30,3 4,5	3063 250				
	156-160 М±δ		85,4 2,0	58,5 3,4	89,1 3,2	80,6 3,2	85,6 2,8	8,5 1,6	32,1 1,0	28,6 1,8	26,5 1,8	28,6 1,4	26,5 1,6	56,1 1,8	55,5 2,1	35,0 1,4	35,0 1,4	34,0 3,9	32,3 3,9	3305 310				
	161-165 М±δ		87,2 1,7	60,5 3,8	90,9 3,0	82,3 3,4	86,9 2,7	8,6 1,3	32,8 1,1	29,3 1,5	27,2 1,3	29,0 1,3	27,1 1,3	57,9 1,9	56,9 1,7	35,8 1,5	35,8 1,4	36,8 4,4	33,1 4,2	3630 324				
	166-170 М±δ		88,5 1,4	66,7 4,4	93,1 2,6	84,1 3,5	88,6 3,3	9,0 1,8	33,8 1,6	29,6 1,8	27,5 1,7	29,5 1,6	27,7 1,6	60,0 2,0	59,0 2,0	36,9 1,4	37,0 1,5	39,3 4,8	37,6 5,0	3720 269				
	171-175 М±δ		90,1 2,2	69,3 3,8	93,3 3,3	84,2 3,0	89,8 3,0	9,1 1,5	33,9 1,5	29,9 1,5	28,0 1,7	30,0 1,5	27,9 1,5	61,8 1,8	60,1 1,7	37,5 1,7	37,2 1,7	40,6 4,4	38,4 5,4	4070 289				

Таблица 7

Формализованная оценка индекса Кетле<sup>2</sup> мальчиков 6-18 лет, кг/м<sup>2</sup>

Возраст, лет	Оценка в баллах				
	2	4	5	3	1
	дефицит массы	гармоничное (-)	гармоничное	гармоничное (+)	тучное
6	<=13	13,1–14,9	15,0–17,0	17,0–18,9	>=19
7	<=13	13,1–14,9	15,0–17,0	17,1–18,9	>=19
8	<=13	13,1–14,9	15,0–17,0	17,1–18,9	>=19
9	<=14	14,1–15,9	16,0–18,0	18,1–19,9	>=20
10	<=14	14,1–15,9	16,0–18,0	18,1–19,9	>=20
11	<=15	15,1–16,9	17,0–19,0	19,1–20,9	>=21
12	<=16	16,1–17,9	18,0–20,0	20,1–21,9	>=22
13	<=17	17,1–18,9	19,0–21,0	21,1–22,9	>=23
14	<=17	17,1–18,9	19,0–21,0	21,1–22,9	>=23
15	<=17	17,1–18,9	19,0–21,0	21,1–22,9	>=23
16	<=18	18,1–19,9	20,0–22,0	22,1–23,9	>=24
17	<=19	19,1–20,9	21,0–23,0	23,1–24,9	>=25
18	<=19	19,1–20,9	21,0–23,0	23,1–24,9	>=25

Таблица 8

Формализованная оценка индекса Кетле<sup>2</sup> девочек 6–18 лет, кг/м<sup>2</sup>

Возраст, лет	Оценка в баллах				
	2	4	5	3	1
	дефицит массы	гармоничное (-)	гармоничное	гармоничное (+)	тучное
6	<=13	13,1–14,9	15,0–17,0	17,1–18,9	>=19
7	<=13	13,1–14,9	15,0–17,0	17,1–18,9	>=19
8	<=13	13,1–14,9	15,0–17,0	17,1–18,9	>=19
9	<=14	14,1–15,9	16,0–18,0	18,1–19,9	>=20
10	<=14	14,1–15,9	16,0–18,0	18,1–19,9	>=20
11	<=15	15,1–16,9	17,0–19,0	19,1–20,9	>=21
12	<=16	16,1–17,9	18,0–20,0	20,1–21,9	>=22
13	<=17	17,1–18,9	19,0–21,0	21,1–22,9	>=23
14	<=17	17,1–18,9	19,0–21,0	21,1–22,9	>=23
15	<=18	18,1–19,9	20,0–22,0	22,1–23,9	>=24
16	<=19	19,1–20,9	21,0–23,0	23,1–24,9	>=25
17	<=20	20,1–21,9	22,0–24,0	24,1–25,9	>=26
18	<=20	20,1–21,9	22,0–24,0	24,1–25,9	>=26

**Должные величины максимального потребления кислорода у мужчин**

Вес	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Возраст											
20	2805	2946	3080	3191	3315	3452	3679	3788	3878	3967	4096
21	2780	2919	3053	3163	3286	3422	3647	3754	3844	3932	4060
22	2756	2894	3026	3135	3257	3392	3625	3721	3810	3897	4024
23	2731	2869	2999	3107	3228	3362	3583	3688	3777	3863	3989
24	2707	2843	2973	3080	3200	3332	3551	3656	3743	3829	3953
25	2684	2818	2947	3053	3172	3303	3520	3624	3710	3795	3919
26	2660	2794	2921	3026	3144	3274	3489	3592	3678	3762	3884
27	2637	2769	2895	2999	3116	3245	3458	3560	3645	3729	3850
28	2613	2745	2870	2973	3089	3216	3428	3529	3613	3696	3816
29	2590	2720	2845	2947	3062	3188	3398	3498	3582	3663	3783
30	2515	2672	2784	2892	3030	3129	3257	3350	3440	3556	3669
31	2493	2648	2760	2867	3003	3102	3228	3320	3409	3525	3637
32	2471	2625	2735	2841	2977	3074	3199	3291	3379	3494	3605
33	2449	2602	2711	2816	2950	3047	3172	3262	3350	3463	3573
34	2427	2579	2687	2791	2924	3020	3144	3233	3320	3433	3542
35	2406	2556	2664	2767	2899	2994	3116	3205	3291	3403	3511
36	2385	2534	2640	2743	2873	2967	3089	3176	3262	3373	3480
37	2364	2512	2617	2718	2848	2941	3061	3149	3233	3343	3449
38	2343	2490	2594	2695	2823	2915	3035	3121	3205	3313	3419
39	2322	2468	2571	2671	2798	2890	3008	3093	3177	3284	3389
40	2215	2351	2444	2552	2637	2753	2864	2926	3031	3118	3202
41	2195	2331	2423	2529	2614	2729	2839	2900	3004	3090	3174
42	2176	2310	2402	2507	2591	2705	2814	2875	2978	3063	3146
43	2157	2290	2380	2485	2568	2681	2789	2949	2951	3036	3119
44	2138	2270	2359	2463	2546	2658	2765	2824	2925	3009	3091
45	2119	2250	2339	2441	2523	2634	2741	2799	2900	2983	3064
46	2100	2230	2318	2420	2501	2611	2716	2775	2874	2957	3037
47	2082	2210	2298	2398	2479	2588	2693	2750	2849	2931	3010
48	2064	2190	2278	2377	2457	2565	2669	2726	2824	2905	2984
49	2045	2172	2257	2356	2436	2543	2645	2702	2799	2879	2958
50	1865	1970	2090	2166	2257	2345	2430	2512	2591	2668	2743
51	1849	1953	2072	2147	2237	2325	2409	2490	2568	2644	2719
52	1832	1936	2053	2128	2218	2304	2387	2468	2546	2621	2695
53	1816	1919	2035	2109	2198	2284	2366	2446	2523	2598	2671
54	1800	1902	2017	2091	2179	2264	2346	2424	2501	2575	2647
55	1784	1885	1999	2072	2160	2244	2325	2403	2479	2553	2624
56	1769	1869	1982	2054	2141	2224	2304	2382	2457	2530	2601
57	1753	1852	1965	2036	2122	2205	2284	2361	2436	2508	2578
58	1738	1836	1947	2018	2103	2185	2264	2340	2414	2486	2555
59	1722	1820	1930	2000	2085	2166	2244	2320	2393	2464	2533

**Должные величины максимального потребления кислорода у женщин**

Вес	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Возраст										
20	2406	2560	2685	2843	2919	3047	3187	3288	3386	3482
21	2385	2537	2661	2818	2893	3020	3159	3259	3356	3451
22	2364	2515	2638	2793	2867	2993	3131	3230	3327	3421
23	2343	2493	2614	2769	2842	2967	3103	3202	3298	3391
24	2322	2471	2592	2744	2817	2941	3076	3174	3269	3361
25	2302	2449	2567	2720	2792	2915	3049	3146	3240	3331
26	2282	2428	2546	2696	2768	2889	3022	3118	3211	3302
27	2261	2406	2524	2672	2743	2864	2996	3091	3183	3273
28	2242	2385	2501	2649	2719	2839	2969	3064	3155	3244
29	2222	2364	2479	2625	2695	2814	2943	3037	3127	3215
30	2256	2362	2484	2655	2746	2868	2969	3066	3176	3282
31	2237	2342	2462	2632	2722	2843	2942	3039	3148	3253
32	2217	2321	2440	2609	2698	2818	2917	3012	3120	3224
33	2197	2300	2419	2586	2674	2793	2891	2986	3093	3196
34	2178	2280	2397	2563	2650	2768	2865	2959	3065	3168
35	2159	2260	2376	2540	2627	2744	2840	2933	3038	3140
36	2140	2240	2355	2518	2604	2720	2815	2908	3012	3112
37	2121	2221	2335	2496	2581	2696	2790	2882	2985	3085
38	2102	2201	2314	2474	2558	2672	2766	2857	2959	3058
39	2084	2182	2294	2452	2536	2649	2742	2831	2933	3031
40	1960	2068	2171	2326	2418	2524	2600	2692	2803	2880
41	1942	2050	2152	2306	2397	2502	2586	2668	2778	2854
42	1925	2032	2133	2286	2376	2480	2564	2644	2754	2829
43	1908	2014	2114	2265	2355	2458	2541	2621	2729	2804
44	1892	1996	2096	2245	2334	2437	2519	2698	2705	2780
45	1875	1979	2077	2226	2314	2415	2496	2575	2682	2755
46	1858	1961	2059	2206	2293	2394	2474	2553	2658	2731
47	1842	1944	2041	2187	2273	2373	2453	2530	2635	2707
48	1826	1927	2023	2167	2253	2352	2431	2508	2611	2683
49	1810	1910	2005	2148	2233	2331	2410	2486	2588	2659
50	1683	1730	1821	1929	2011	2109	2203	2257	2345	2413
51	1668	1715	1805	1912	1993	2091	2184	2237	2325	2392
52	1653	1700	1789	1895	1976	2072	2164	2218	2304	2371
53	1639	1685	1773	1878	1958	2054	2145	2198	2284	2350
54	1624	1670	1758	1862	1941	2036	2126	2179	2264	2329
55	1610	1655	1742	1846	1924	2018	2108	2160	2244	2309
56	1596	1641	1727	1829	1907	2000	2089	2141	2224	2289
57	1582	1626	1712	1813	1890	1983	2071	2122	2205	2268
58	1568	1612	1697	1797	1874	1965	2053	2103	2186	2248
59	1554	1598	1682	1781	1857	1948	2034	2085	2166	2229

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ**  
**в ваттах мощности физической нагрузки, дозируемой**  
**в процентах должного максимального потребления кислорода (ДМПК)**

ДМПК	Проценты				ДМПК	Проценты			
	20	35	50	75		20	35	50	75
<b>1,55</b>	13,53	32,13	52,28	84,83	<b>2,83</b>	24,75	58,94	95,73	155,16
<b>1,56</b>	13,62	32,34	52,62	85,38	<b>2,84</b>	24,84	59,15	96,07	155,71
<b>1,57</b>	13,70	32,54	52,95	85,92	<b>2,85</b>	24,93	59,36	96,41	156,26
<b>1,58</b>	13,79	32,75	53,29	86,47	<b>2,86</b>	25,01	59,57	96,75	156,81
<b>1,59</b>	13,88	32,96	53,63	87,02	<b>2,87</b>	25,10	59,78	97,09	157,36
<b>1,60</b>	13,97	33,17	53,97	87,57	<b>2,88</b>	25,19	59,99	97,43	157,91
<b>1,61</b>	14,05	33,37	54,30	88,11	<b>2,89</b>	25,28	60,20	97,77	158,46
<b>1,62</b>	14,14	33,58	54,64	88,66	<b>2,90</b>	25,36	60,41	98,11	159,01
<b>1,63</b>	14,23	33,79	54,98	89,21	<b>2,91</b>	25,45	60,62	98,45	159,56
<b>1,64</b>	14,31	33,99	55,31	89,75	<b>2,92</b>	25,53	60,83	98,79	160,11
<b>1,65</b>	14,40	34,20	55,65	90,30	<b>2,93</b>	25,62	61,04	99,13	160,66
<b>1,66</b>	14,49	34,41	55,99	90,85	<b>2,94</b>	25,71	61,25	99,47	161,21
<b>1,67</b>	14,58	34,62	56,33	91,40	<b>2,95</b>	25,80	61,46	99,81	161,76
<b>1,68</b>	14,66	34,82	56,66	91,94	<b>2,96</b>	25,89	61,67	100,15	162,31
<b>1,69</b>	14,75	35,03	57,00	92,49	<b>2,97</b>	25,97	61,88	100,49	162,86
<b>1,70</b>	14,84	35,24	57,34	93,04	<b>2,98</b>	26,06	62,09	100,83	163,41
<b>1,71</b>	14,93	35,45	57,68	93,59	<b>2,99</b>	26,15	62,30	101,17	163,96
<b>1,72</b>	15,02	35,66	58,02	94,14	<b>3,00</b>	26,23	62,51	101,51	164,51
<b>1,73</b>	15,10	35,86	58,35	94,68	<b>3,01</b>	26,32	62,72	101,85	165,06
<b>1,74</b>	15,19	36,07	58,69	95,23	<b>3,02</b>	26,41	62,93	102,19	165,61
<b>1,75</b>	15,28	36,28	59,03	95,78	<b>3,03</b>	26,49	63,14	102,53	166,16
<b>1,76</b>	15,37	36,49	59,37	96,33	<b>3,04</b>	26,58	63,35	102,87	166,71
<b>1,77</b>	15,45	36,69	59,70	96,87	<b>3,05</b>	26,67	63,56	103,21	167,26
<b>1,78</b>	15,54	36,90	60,04	97,42	<b>3,06</b>	26,75	63,77	103,55	167,81
<b>1,79</b>	15,63	37,11	60,38	97,97	<b>3,07</b>	26,84	63,98	103,89	168,36
<b>1,80</b>	15,72	37,32	60,72	98,52	<b>3,08</b>	26,93	64,19	104,23	168,91
<b>1,81</b>	15,80	37,52	61,05	99,06	<b>3,09</b>	27,02	64,40	104,57	169,46
<b>1,82</b>	15,89	37,73	61,39	99,61	<b>3,10</b>	27,10	64,61	104,91	170,01
<b>1,83</b>	15,98	37,94	61,73	100,16	<b>3,11</b>	27,19	64,82	105,25	170,56
<b>1,84</b>	16,06	38,14	62,06	100,70	<b>3,12</b>	27,28	65,03	105,59	171,11
<b>1,85</b>	16,15	38,35	62,40	101,25	<b>3,13</b>	27,36	65,24	105,93	171,66
<b>1,86</b>	16,24	38,56	62,74	101,80	<b>3,14</b>	27,45	65,45	106,27	172,21
<b>1,87</b>	16,32	38,76	63,07	102,34	<b>3,15</b>	27,54	65,66	106,61	172,76
<b>1,88</b>	16,41	38,97	63,41	102,89	<b>3,16</b>	27,63	65,87	106,95	173,31
<b>1,89</b>	16,50	39,18	63,75	103,44	<b>3,17</b>	27,71	66,08	107,29	173,86
<b>1,90</b>	16,59	39,39	64,09	103,99	<b>3,18</b>	27,80	66,29	107,63	174,41
<b>1,91</b>	16,67	39,59	64,42	104,53	<b>3,19</b>	27,88	66,50	107,97	174,96
<b>1,92</b>	16,76	39,80	64,76	105,08	<b>3,20</b>	27,97	66,71	108,31	175,51
<b>1,93</b>	16,85	40,01	65,10	105,63	<b>3,21</b>	28,06	66,92	108,65	176,06
<b>1,94</b>	16,93	40,21	65,43	106,17	<b>3,22</b>	28,15	67,13	108,99	176,61
<b>1,95</b>	17,02	40,42	65,77	106,72	<b>3,23</b>	28,23	67,34	109,33	177,16

Продолжение таблицы 11

ДМПК	Проценты				ДМПК	Проценты			
	20	35	50	75		20	35	50	75
<b>1,96</b>	17,10	40,62	66,10	107,26	<b>3,24</b>	28,32	67,55	109,67	177,71
<b>1,97</b>	17,19	40,83	66,44	107,81	<b>3,25</b>	28,41	67,76	110,01	178,26
<b>1,98</b>	17,27	41,04	66,78	108,36	<b>3,26</b>	28,50	67,97	110,35	178,81
<b>1,99</b>	17,36	41,25	67,12	108,91	<b>3,27</b>	28,59	68,18	110,69	179,36
<b>2,00</b>	17,45	41,47	67,47	109,46	<b>3,28</b>	28,67	68,39	111,03	179,91
<b>2,01</b>	17,53	41,71	67,84	110,05	<b>3,29</b>	28,76	68,60	111,37	180,46
<b>2,02</b>	17,62	41,93	68,19	110,61	<b>3,30</b>	28,85	68,81	111,71	181,01
<b>2,03</b>	17,71	42,14	68,53	111,16	<b>3,31</b>	28,94	69,02	112,05	181,56
<b>2,04</b>	17,79	42,35	68,87	111,71	<b>3,32</b>	29,02	69,23	112,39	182,11
<b>2,05</b>	17,88	42,56	69,21	112,26	<b>3,33</b>	29,11	69,44	112,73	182,66
<b>2,06</b>	17,97	42,77	69,55	112,81	<b>3,34</b>	29,20	69,65	113,07	183,21
<b>2,07</b>	18,06	42,98	69,89	113,36	<b>3,35</b>	29,29	69,86	113,41	183,76
<b>2,08</b>	18,14	43,19	70,23	113,91	<b>3,36</b>	29,37	70,07	113,75	184,31
<b>2,09</b>	18,23	43,40	70,57	114,46	<b>3,37</b>	29,46	70,28	114,09	184,86
<b>2,10</b>	18,32	43,61	70,91	115,01	<b>3,38</b>	29,55	70,49	114,43	185,41
<b>2,11</b>	18,40	43,82	71,25	115,56	<b>3,39</b>	29,64	70,70	114,77	185,96
<b>2,12</b>	18,49	44,03	71,59	116,11	<b>3,40</b>	29,72	70,91	115,11	186,51
<b>2,13</b>	18,66	44,24	71,93	116,66	<b>3,41</b>	29,81	71,12	115,45	187,06
<b>2,14</b>	18,75	44,45	72,27	117,21	<b>3,42</b>	29,90	71,33	115,79	187,61
<b>2,15</b>	18,84	44,66	72,61	117,76	<b>3,43</b>	29,98	71,54	116,13	188,16
<b>2,16</b>	18,93	44,87	72,95	118,31	<b>3,44</b>	30,07	71,75	116,47	188,71
<b>2,17</b>	19,01	45,08	73,29	118,86	<b>3,45</b>	30,16	71,96	116,81	189,26
<b>2,18</b>	19,10	45,29	73,63	119,41	<b>3,46</b>	30,24	72,17	117,15	189,81
<b>2,19</b>	19,19	45,50	73,97	119,96	<b>3,47</b>	30,33	72,38	117,49	190,36
<b>2,20</b>	19,27	45,71	74,31	120,51	<b>3,48</b>	30,41	72,59	117,83	190,91
<b>2,21</b>	19,36	45,92	74,65	121,06	<b>3,49</b>	30,50	72,80	118,17	191,46
<b>2,22</b>	19,45	46,13	74,99	121,61	<b>3,50</b>	30,59	73,01	118,51	192,01
<b>2,23</b>	19,54	46,34	75,33	122,16	<b>3,51</b>	30,68	73,22	118,85	192,56
<b>2,24</b>	19,62	46,55	75,67	122,71	<b>3,52</b>	30,77	73,43	119,19	193,11
<b>2,25</b>	19,70	46,76	76,01	123,26	<b>3,53</b>	30,85	73,64	119,53	193,66
<b>2,26</b>	19,79	46,97	76,35	123,81	<b>3,54</b>	30,94	73,85	119,87	194,21
<b>2,27</b>	19,88	47,18	76,69	124,36	<b>3,55</b>	31,03	74,06	120,21	194,76
<b>2,28</b>	19,97	47,39	77,03	124,91	<b>3,56</b>	31,11	74,27	120,55	195,31
<b>2,29</b>	20,05	47,60	77,37	125,46	<b>3,57</b>	31,20	74,48	120,89	195,86
<b>2,30</b>	20,14	47,81	77,71	126,01	<b>3,58</b>	31,29	74,69	121,23	196,41
<b>2,31</b>	20,23	48,02	78,05	126,56	<b>3,59</b>	31,38	74,90	121,57	196,96
<b>2,32</b>	20,31	48,23	78,39	127,11	<b>3,60</b>	31,46	75,11	121,91	197,51
<b>2,33</b>	20,40	48,44	78,73	127,66	<b>3,61</b>	31,55	75,32	122,25	198,06
<b>2,34</b>	20,49	48,65	79,07	128,21	<b>3,62</b>	31,63	75,53	122,59	198,61
<b>2,35</b>	20,57	48,86	79,41	128,76	<b>3,63</b>	31,72	75,74	122,93	199,16
<b>2,36</b>	20,66	49,07	79,75	129,31	<b>3,64</b>	31,80	75,95	123,27	199,71
<b>2,37</b>	25,97	61,88	100,49	162,86	<b>3,65</b>	31,89	76,16	123,61	200,26
<b>2,38</b>	26,06	62,09	100,83	163,41	<b>3,66</b>	31,98	76,37	123,95	200,81
<b>2,39</b>	26,15	62,30	101,17	163,96	<b>3,67</b>	32,06	76,58	124,29	201,36

Продолжение таблицы 11

ДМПК	Проценты				ДМПК	Проценты			
	20	35	50	75		20	35	50	75
<b>2,40</b>	26,23	62,51	101,51	164,51	<b>3,68</b>	32,15	76,79	124,63	201,91
<b>2,41</b>	26,32	62,72	101,85	165,06	<b>3,69</b>	32,24	77,00	124,97	202,46
<b>2,42</b>	26,41	62,93	102,19	165,61	<b>3,70</b>	32,33	77,21	125,31	203,01
<b>2,43</b>	26,49	63,14	102,53	166,16	<b>3,71</b>	32,41	77,42	125,65	203,56
<b>2,44</b>	26,58	63,35	102,87	166,71	<b>3,72</b>	32,50	77,63	125,99	204,11
<b>2,45</b>	26,67	63,56	103,21	167,26	<b>3,73</b>	32,59	77,84	126,33	204,66
<b>2,46</b>	26,75	63,77	103,55	167,81	<b>3,74</b>	32,67	78,05	126,67	205,21
<b>2,47</b>	26,84	63,98	103,89	168,36	<b>3,75</b>	32,76	78,26	127,01	205,76
<b>2,48</b>	26,93	64,19	104,23	168,91	<b>3,76</b>	32,85	78,47	127,35	206,31
<b>2,49</b>	27,02	64,40	104,57	169,46	<b>3,77</b>	32,94	78,68	127,69	206,86
<b>2,50</b>	27,10	64,61	104,91	170,01	<b>3,78</b>	33,02	78,89	128,03	207,41
<b>2,51</b>	27,19	64,82	105,25	170,56	<b>3,79</b>	33,11	79,10	128,37	207,96
<b>2,52</b>	27,28	65,03	105,59	171,11	<b>3,80</b>	33,20	79,31	128,71	208,51
<b>2,53</b>	27,36	65,24	105,93	171,66	<b>3,81</b>	33,28	79,52	129,05	209,06
<b>2,54</b>	27,45	65,45	106,27	172,21	<b>3,82</b>	33,37	79,73	129,39	209,61
<b>2,55</b>	27,54	65,66	106,61	172,76	<b>3,83</b>	33,46	79,94	129,73	210,16
<b>2,56</b>	27,63	65,87	106,95	173,31	<b>3,84</b>	33,54	80,15	130,07	210,71
<b>2,57</b>	27,71	66,08	107,29	173,86	<b>3,85</b>	33,63	80,36	130,41	211,26
<b>2,58</b>	27,80	66,29	107,63	174,41	<b>3,86</b>	33,72	80,57	130,75	211,81
<b>2,59</b>	27,88	66,50	107,97	174,96	<b>3,87</b>	33,80	80,78	131,09	212,36
<b>2,60</b>	27,97	66,71	108,31	175,51	<b>3,88</b>	33,89	80,99	131,43	212,91
<b>2,61</b>	28,06	66,92	108,65	176,06	<b>3,89</b>	33,98	81,20	131,77	213,46
<b>2,62</b>	22,93	54,53	88,59	143,61	<b>3,90</b>	34,06	81,41	132,11	241,01
<b>2,63</b>	23,01	54,74	88,93	144,16	<b>3,91</b>	34,15	81,62	132,45	214,56
<b>2,64</b>	23,10	54,95	89,27	144,71	<b>3,92</b>	34,24	81,83	132,79	215,11
<b>2,65</b>	23,19	55,16	89,61	145,26	<b>3,93</b>	34,33	82,04	133,13	215,66
<b>2,66</b>	23,27	55,37	89,95	145,81	<b>3,94</b>	34,41	82,25	133,47	216,21
<b>2,67</b>	23,36	55,58	90,29	146,36	<b>3,95</b>	34,50	82,46	133,81	216,76
<b>2,68</b>	23,45	55,79	90,63	146,91	<b>3,96</b>	34,59	82,67	134,15	217,31
<b>2,69</b>	23,54	56,00	90,97	147,46	<b>3,97</b>	34,67	82,88	134,49	217,86
<b>2,70</b>	23,62	56,21	91,31	148,01	<b>3,98</b>	34,76	83,09	134,83	218,41
<b>2,71</b>	23,71	56,42	91,65	148,56	<b>3,99</b>	34,85	83,30	135,17	218,96
<b>2,72</b>	23,80	56,63	91,99	149,11	<b>4,00</b>	34,94	83,51	135,51	219,51
<b>2,73</b>	23,88	56,84	92,33	149,66	<b>4,01</b>	35,02	83,72	135,85	220,06
<b>2,74</b>	23,97	57,05	92,67	150,21	<b>4,02</b>	35,11	83,93	136,19	220,61
<b>2,75</b>	24,07	57,26	93,01	150,76	<b>4,03</b>	35,20	84,14	136,53	221,16
<b>2,76</b>	24,14	57,47	93,35	151,31	<b>4,04</b>	35,37	84,35	136,87	221,71
<b>2,77</b>	24,23	57,63	93,69	151,86	<b>4,05</b>	35,54	84,56	137,21	222,26
<b>2,78</b>	24,32	57,89	94,03	152,41	<b>4,06</b>	35,63	84,77	137,55	222,81
<b>2,79</b>	24,41	58,10	94,37	152,96	<b>4,07</b>	35,72	84,98	137,89	223,36
<b>2,80</b>	24,49	58,31	94,71	153,51	<b>4,08</b>	35,89	85,19	138,23	223,91
<b>2,81</b>	24,58	58,52	95,05	154,06	<b>4,09</b>	35,98	85,40	138,57	224,46
<b>2,82</b>	24,67	58,73	95,39	154,61	<b>4,10</b>	36,07	85,61	138,91	225,01

### Определение энергии основного обмена

Суточные энергетические затраты организма складываются из энергии основного обмена, энергии специфически-динамического действия пища и энергии, обусловленной нервно-мышечной деятельностью человека.

Под основным обменом понимают показатель интенсивности энергетического обмена, определяемый в состоянии полного покоя, натошак, в условиях комнатной температуры воздуха, не менее чем через 14 часов после приема пищи. Эта энергия расходуется на работу внутренних органов (сердца, почек, дыхательных мышц, пищеварительного тракта и др.) и обеспечение определенного мышечного тонуса. Установлено, что основной обмен находится в тесной зависимости от массы тела, роста, возраста, пола. Поэтому он колеблется в широких пределах – от 1000 до 2000 ккал (4184–8368 кДж), составляя в среднем 1700 ккал у мужчин и 1400 ккал у женщин. Величина основного обмена определяется расчетным методом (табл. 12, 13). Основной обмен равен сумме чисел А и Б.

Таблица 12

#### Основной обмен (ккал/сут.) в зависимости от массы и пола (число А)

Число А (ккал)			Число А (ккал)			Число А (ккал)		
Масса (кг)	Мужчины	Женщины	Масса (кг)	Мужчины	Женщины	Масса (кг)	Мужчины	Женщины
3	107	683	40	617	1038	76	1112	-
4	121	693	41	630	1047	77	1125	-
5	135	702	42	644	1057	78	1139	-
6	148	712	43	658	1066	79	1153	-
7	162	721	45	685	1076	80	1167	1420
8	176	731	46	-	1095	81	1180	-
9	190	741	47	-	1105	82	1194	-
10	203	751	48	-	1114	83	1208	-
13	245	-	49	-	1124	84	1222	-
14	258	789	50	754	1133	85	1235	1468
15	272	798	51	-	1143	90	1304	1516
16	286	808	52	-	1152	95	1373	-
17	300	818	53	-	1162	96	1387	-
18	313	827	54	809	1172	97	1406	-
19	327	837	55	823	1181	98	1414	-
20	341	846	56	837	1191	99	1428	-
21	355	856	57	850	1200	100	1442	-
22	368	865	58	864	1210	101	1455	-
23	382	875	59	878	1259	102	1469	-

Число А (ккал)			Число А (ккал)			Число А (ккал)		
Мас-са (кг)	Мужчины	Женщины	Мас-са (кг)	Мужчины	Женщины	Мас-са (кг)	Мужчины	Женщины
24	396	885	60	892	1229	103	1483	-
25	410	894	61	905	1238	104	1497	-
26	424	904	62	919	1248	105	1510	-
27	438	913	63	933	1258	106	1524	-
28	452	923	64	947	1267	107	1538	-
29	465	932	65	960	1277	108	1552	-
30	479	942	66	974	1286	109	1565	-
31	493	952	67	983	1296	110	1579	-
32	507	961	68	1002	1305	111	1593	-
33	520	971	69	1015	1315	112	1607	-
34	534	980	70	1029	1325	113	1620	-
35	548	990	71	1043	1334	114	1634	-
36	562	999	72	1057	1344	115	1648	-
37	575	1009	73	1070	1353	116	1662	-
38	589	1019	74	1084	-	117	1675	-
39	603	1028	75	1098	1372	118	1689	-

Таблица 13

**Основной обмен (ккал/сут) в зависимости от роста, возраста и пола (число Б)**

Рост (см)	Возраст (годы)											
	1	3	5	7	9	10	11	13	15	17	19	20
<b>Мужчины</b>												
40	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	60	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	160	95	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	260	195	130	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	360	295	230	-	-	95	-	-	-	-	-	-
100	560	495	430	370	350	-	330	230	180	153	128	-
104	-	-	-	410	400	-	390	280	220	193	168	-
108	-	-	-	450	450	-	450	330	260	233	208	-
110	595	530	475	-	-	280	-	-	-	-	-	-
112	-	-	-	500	500	-	500	380	300	273	248	-
116	-	-	-	540	550	-	550	430	340	313	288	-
120	-	-	-	580	600	-	600	480	380	353	328	-
124	-	-	-	630	640	-	650	530	420	393	368	-
128	-	-	-	680	690	-	700	580	460	433	408	-
130	-	-	730	-	-	725	-	-	480	-	-	-
132	-	-	-	720	740	-	750	630	500	473	448	-
136	-	-	-	770	780	-	800	680	540	513	488	-
140	-	-	-	810	830	-	840	720	580	553	528	516

Продолжение таблицы 13

Рост (см)	Возраст (годы)											
	1	3	5	7	9	10	11	13	15	17	19	20
144	-	-	-	860	880	-	890	760	620	593	568	
148	-	-	-	900	920	-	950	820	660	633	608	
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	618
152	-	-	-	940	960	-	990	860	700	673	648	
156	-	-	-	970	990	-	1030	890	740	713	678	
160	-	-	-	1030	1020	-	1060	920	780	743	708	684
164	-	-	-	-	1060	-	1100	960	810	773	738	
165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	714
168	-	-	-	-	1100	-	1140	1000	840	803	768	
170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	744
172	-	-	-	-	-	-	1190	1020	860	823	788	
175	-	-	-	-	-	-	-	-	875	-	-	774
176	-	-	-	-	-	-	1230	1040	880	843	808	
180	-	-	-	-	-	-	-	1060	900	863	828	804
184	-	-	-	-	-	-	-	-	920	883	848	
188	-	-	-	-	-	-	-	-	940	903	868	

Рост (см)	Возраст (годы)											
	21	23	25	27	29	30	31	33	35	40	50	60
150	-	-	582	-	-	514	-	-	480	431	345	-
152	619	605	592	578	565	-	551	538	524	-	-	-
156	639	625	612	598	585	-	571	558	544	-	-	-
160	659	645	632	618	605	598	591	578	584	530	463	395
164	679	665	652	638	625	-	611	598	584	-	-	-
165	-	-	657	-	-	623	-	-	589	555	488	420
168	699	685	672	658	645	-	613	618	604	-	-	-
170	-	-	682	-	-	648	-	-	614	580	513	445
172	719	705	692	678	665	-	651	638	624	-	-	-
175	-	-	707	-	-	673	-	-	639	639	605	538
176	739	725	718	698	685	-	671	658	644	-	-	-
180	759	745	732	718	705	-	691	678	664	664	630	563
184	779	765	752	738	725	-	711	698	684	-	-	-
188	799	785	772	758	745	-	731	718	704	-	-	-

Рост (см)	Возраст (годы)											
	1	3	5	7	9	10	11	13	15	17	19	20
<b>Женщины</b>												
40	344	234	194	-	-	-	-	-	-	-	-	
50	305	194	153	-	-	-	-	-	-	-	-	
60	264	154	113	-	-	-						
70	224	114	74	-	-	-						
80	184	74	34	-	-	52						
100	104	64	40	42	33	38	43	14	5	5	14	-
104	-	-	-	58	54	-	62	30	21	11	2	-

108	-	-	-	74	75	-	85	56	37	27	18	-
110	-	46	80	-	-	88	-	-	45	-	-	-
112	-	-	-	90	91	-	101	72	53	43	34	-
116	-	-	-	106	107	-	117	98	69	59	50	-
120	-	86	126	132	123	126	143	114	85	75	66	-
124	-	-	-	148	138	-	159	130	101	101	82	-
128	-	-	-	164	161	-	175	146	117	107	98	-
130	-	-	166	-	-	177	-	-	125	-	-	-
132	-	-	-	180	181	-	191	162	133	123	114	-
136	-	-	-	196	197	-	207	178	140	139	130	-
140	-	-	206	212	213	219	228	194	165	155	145	-
144	-	-	-	228	239	-	249	210	181	171	162	-
148	-	-	-	214	255	-	265	236	197	187	178	-
150	-	-	-	-	-	259	-	-	204	-	-	180
152	-	-	-	260	271	-	281	252	212	201	192	-
156	-	-	-	276	287	-	297	260	227	215	206	-
160	-	-	-	282	293	298	303	274	242	229	220	209
164	-	-	-	-	309	-	313	290	257	243	234	-
165	-	-	-	-	-	315	-	-	260	-	-	222
168	-	-	-	-	-	-	325	306	271	255	246	-
170	-	-	-	-	-	-	-	-	278	-	-	234
172	-	-	-	-	-	-	331	318	285	267	258	-
175	-	-	-	-	-	-	-	-	296	-	-	247
176	-	-	-	-	-	-	-	328	299	279	270	-
180	-	-	-	-	-	-	-	-	313	291	282	259
184	-	-	-	-	-	-	-	-	327	303	294	-

Рост (см)	Возраст (годы)											
	21	23	25	27	29	30	31	33	35	40	50	60
150	-	-	161	-	-	138	-	-	113	90	44	-2
152	183	174	164	155	146	-	136	127	117	-	-	-
156	190	181	172	162	153	-	144	134	123	-	-	-
160	198	188	179	170	160	151	142	132	132	109	62	15
164	205	196	186	177	168	-	158	149	140	-	-	-
165	-	-	18	-	-	165	-	-	142	118	71	25
168	213	203	194	184	175	-	166	156	147	-	-	-
170	-	-	198	-	-	174	-	-	151	127	81	34
172	220	221	201	192	183	-	173	164	154	-	-	-
175	-	-	207	-	-	183	-	-	160	137	90	43
176	227	218	209	199	190	-	181	171	162	-	-	-
180	235	225	216	207	197	193	188	179	169	146	-	22
184	242	233	223	214	205	-	195	186	177	-	-	-

## Содержание

Предисловие.....	3
Введение.....	4
Т е м а I. Анамнез .....	6
Т е м а II. Исследование физического развития, особенностей телосложения и состояния опорно-двигательного аппарата .....	13
Работа 1. Соматоскопия .....	13
Работа 2. Антропометрия.....	28
Т е м а III. Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы.....	42
Работа 1. Методика проведения и анализ результатов пробы Летунова у спортсменов .....	43
Работа 2. Изучение состояния сердечно-сосудистой системы по данным анализа вариабельности сердечного ритма .....	49
2.1. Метод исследования вариабельности сердечного ритма .....	52
2.2. Методика анализа вариабельности сердечного ритма .....	57
2.3. Оценка показателей вариабельности сердечного ритма и их физиоло- гическая интерпретация .....	58
2.4. Оценка преобладающих типов вегетативной регуляции и их харак- теристики по результатам анализа вариабельности сердечного ритма .....	64
2.5. Ортостатическое тестирование и характер вегетативных реакций при анализе вариабельности сердечного ритма у спортсменов с разным преобладающим типом регуляции.....	77
2.6. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов циклических ви- дов спорта в тренировочном процессе .....	80
2.7. Показатели вариабельности сердечного ритма в покое и ортостазе при разных диапазонах значения $MxDMn$ и их изменения у легкоатле- тов-бегунов в тренировочном процессе .....	92
Т е м а IV. Определение физической работоспособности .....	122
Работа 1. Субмаксимальный тест $PWC_{170}$ .....	122
Работа 2. Гарвардский степ-тест .....	125
Работа 3. Максимальное потребление кислорода (МПК) .....	127
Т е м а V. Исследование функционального состояния системы внешнего дыхания.....	131
Т е м а VI. Исследование функционального состояния нервной и нервно- мышечной систем .....	139
Работа 1. Исследование функционального состояния нервной и нервно- мышечной систем .....	139
Список основной литературы .....	147
Приложения .....	149
Положение о медицинском обследовании для допуска к занятиям спортом детей и подростков .....	149

Положение о возрастном допуске к занятиям спортом .....	151
Критерии допуска детей и подростков к занятиям спортом, связанные с патологией сердечно-сосудистой системы .....	153
Критерии допуска к занятиям спортом у детей и подростков с некоторыми функциональными изменениями .....	163
Карта-задание № 1 .....	165
Определение энергии основного обмена .....	175

## **ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ ИЗДАНИЯ:**

Интерфейс электронного издания (в формате pdf) можно условно разделить на 2 части.

Левая навигационная часть (закладки) включает в себя содержание книги с возможностью перехода к тексту соответствующей главы по левому щелчку компьютерной мыши.

Центральная часть отображает содержание текущего раздела. В тексте могут использоваться ссылки, позволяющие более подробно раскрыть содержание некоторых понятий.

## **МИНИМАЛЬНЫЕ СИСТЕМНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ:**

Celeron 1600 Mhz; 128 Мб RAM; Windows XP/7/8 и выше; 8x DVD-ROM; разрешение экрана 1024×768 или выше; программа для просмотра pdf.

## **СВЕДЕНИЯ О ЛИЦАХ, ОСУЩЕСТВЛЯВШИХ ТЕХНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ И ПОДГОТОВКУ МАТЕРИАЛОВ:**

Оформление электронного издания : Издательский центр «Удмуртский университет».

Компьютерная верстка: Т.В. Опарина

---

Подписано к использованию 29.12.2025

Объем электронного издания 8,2 Мб

Издательский центр «Удмуртский университет»  
426034, г. Ижевск, ул. Ломоносова, д. 4Б, каб. 021  
Тел. : +7(3412)916-364 E-mail: editorial@udsu.ru

---