

А. С. БОЛЬШЕВ, Д. Г. СИДОРОВ, С. А. ОВЧИННИКОВ

**ЧАСТОТА СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ
ФИЗИОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**



Учебное пособие

Нижний Новгород
2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

А.С. Большев, Д.Г. Сидоров, С.А. Овчинников

ЧАСТОТА СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ
ФИЗИОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия

Нижегород
ННГАСУ
2017

ББК 28.706
Ч - 25
УДК 616.12 (075.8)

Рецензенты:

Силкин Ю.Р. – доктор медицинских наук, заведующий кафедрой лечебной физкультуры и спортивной медицины Нижегородской государственной медицинской академии

Козлова Г.Н. – доктор педагогических наук, профессор кафедры теории основ физической культуры Нижегородского государственного педагогического университета им. К. Минина

Большев А.С. Частота сердечных сокращений. Физиолого-педагогические аспекты [Текст]: учеб. пособие / А.С. Большев, Д.Г. Сидоров, С.А. Овчинников. Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т: – Н.Новгород: ННГАСУ, 2017. – 76 с. ISBN 978-5-528-00188-3

Учебное пособие знакомит студентов с основами пульсометрии, с определением показателей частоты сердечных сокращений до нагрузки, во время общей и специальной физической подготовки и в восстановительный период. Данные физиологии пульса, пульсометрии во время занятий спортом и физическими нагрузками (физический труд) позволят занимающимся студентам определить степень допустимых физических нагрузок, выявить предельные нормы функциональных возможностей организма, уровень тренированности, уровень здоровья, вести дневник самоконтроля физических нагрузок и пр.

Соответствует требованиям учебных программ по «физической культуре», «физической культуре и спорту», «прикладной физической культуре» и профессиональным компетенциям по физической культуре для всех специальностей.

ББК 28.706

ISBN 978-5-528-00188-3

© Большев А.С., Сидоров Д.Г.
Овчинников С.А., 2017
© ННГАСУ, 2017

Оглавление

Введение	5
Глава 1. Физиология частоты сердечных сокращений	6
1.1. Исторические аспекты пульсометрии	6
1.2. Физиология пульса	8
1.3. Свойства артериального пульса	10
1.3.1. Частота пульса	10
1.3.2. Ритмичность пульса	13
1.3.3. Наполнение пульса	13
1.3.4. Напряжение пульса	15
1.3.5. Скорость пульса	15
1.4. Физиология пульса у детей	16
1.5. Физиология спортивного пульса	18
Вопросы к 1 главе	20
Глава 2. Методы исследования пульса. Диагностическое значение показателей пульса	20
2.1. Пальпация	21
2.2. Сфигмография	24
2.3. Пульсоксиметрия	25
2.4. Монитор сердечного ритма	27
Вопросы к 2 главе	28
Глава 3. Виды нарушений пульса	28
3.1. Тахикардия	28
3.2. Брадикардия	31
3.3. Аритмия	34
Вопросы к 3 главе	35

Глава 4. Частота сердечных сокращений при физической	
нагрузке	36
4.1. Виды частоты сердечных сокращений при физической	
нагрузке	36
4.2. Определение пульсовых зон интенсивности тренировочных	
нагрузок. Характеристика тренировочных нагрузок	41
4.3. Оптимальный пульс для сжигания жира при физической	
нагрузке	49
4.4. Мониторинг сердечных сокращений как контроль за	
уровнем физических нагрузок	53
Вопросы к 4 главе	59
Глава 5. Функциональные пробы и тесты, связанные с ЧСС	60
5.1. Проба Руфье, тест Руфье-Диксона. Тест Руфье-Диксона	60
5.2. Гарвардский степ-тест	61
5.3. Тест Конкони	62
5.4. Формула Карвоненна	65
5.5. Оценка физического состояния	66
5.6. Определение адаптационного потенциала	67
5.7. Оценка физической работоспособности с помощью	
6-моментной функциональной пробы	68
5.8. Интегральная оценка уровня физического здоровья	69
5.9. Методика «Физическое здоровье»	70
5.10. Ортостатическая проба	72
Вопросы к 5 главе	73
Список использованной литературы	74

ВВЕДЕНИЕ

Уровень физической культуры студенческой молодежи имеет первостепенное значение, поскольку существенно влияет на степень освоения студентами всей вузовской программы, в значительной мере определяет будущее отношение общества к физической культуре, к выбору людьми здорового образа жизни. Возросшие требования к качеству образования в вузе требуют от студентов интенсивной работы, сопряженной с большой умственной и физической нагрузкой. Систематические занятия физическими упражнениями отражаются на академической успеваемости студентов, их здоровье, культурном уровне, самообразовании, а также влияют на процесс формирования необходимых прикладных знаний, физических, психических и специальных качеств, умений и практических навыков, обеспечивающих объективную готовность будущих специалистов к успешному выполнению профессиональной деятельности. При этом, все большее значение приобретают вопросы оптимизации двигательной активности с учетом морфологических данных человека.

Важная роль в процессе учебы в вузе отводится условиям обучения и двигательным навыкам, которые в значительной степени формируют не только определенный уровень здоровья и адаптацию организма, но и влияют на трудоспособность и успеваемость студентов.

Познание самого себя является необходимым условием обеспечения жизнедеятельности студента в сфере современных воздействий внешней среды. Формирование физической культуры личности будущего специалиста при этом немислимо без умения рационально самостоятельно корректировать свое состояние средствами физической культуры и, прежде всего, двигательной деятельностью.

Частота сердечных сокращений (пульс) является не только наиболее доступным и информативным методом оценки реакции организма на

физические нагрузки, но и своеобразным интегральным показателем состояния (уровня здоровья) организма, тесно связанным с комплексом физиологических изменений, возникающих в ответ на регулярную физическую нагрузку.

Глава 1. Физиология частоты сердечных сокращений

1.1. Исторические аспекты пульсометрии

Термин «пульс» произошел от латинского слова *pulsus*, что в переводе обозначает удар или толчок, и означает толчкообразные колебания стенок артерий, связанные с сердечными циклами. В более широком смысле под пульсом понимают любые изменения в сосудистой системе, связанные с деятельностью сердца. Пульс является одним из основных и старейших биомаркеров здоровья.

Метод диагностики по пульсу возник за много веков до нашей эры. Врачи Индии, Греции, арабского Востока издревле уделяли большое внимание изучению пульса, придавая ему важное и подчас решающее диагностическое значение. Вершиной искусства диагностики по пульсу достигли врачеватели древнего Китая. На основе длительных эмпирических наблюдений они пришли к заключению о том, что пульсовая диагностика связана с представлением о круговом движении крови, которое является одним из величайших достижений философской мысли древнего Китая. По мнению китайских врачей, каждый орган и каждый процесс в организме имеет свое выражение в пульсе, «пульс – это внутренняя сущность ста частей тела, самое тонкое выражение внутреннего духа». У каждого пациента они изучали пульс в 9 точках и различали до 28 разновидностей пульса, выделяя десять основных видов: поверхностный, глубокий, редкий, частый, тонкий, чрезмерный, свободный, вязкий, напряженный, постепенный.

Древний метод пульсовой диагностики постоянно совершенствовался многими поколениями китайских врачевателей и со временем превратился в

стройное учение, которое наиболее полно изложено в труде известного китайского врача III в. н.э. Ван Шухэ – «Мо цзин» («Трактат о пульсе», 280 г., рис. 1).

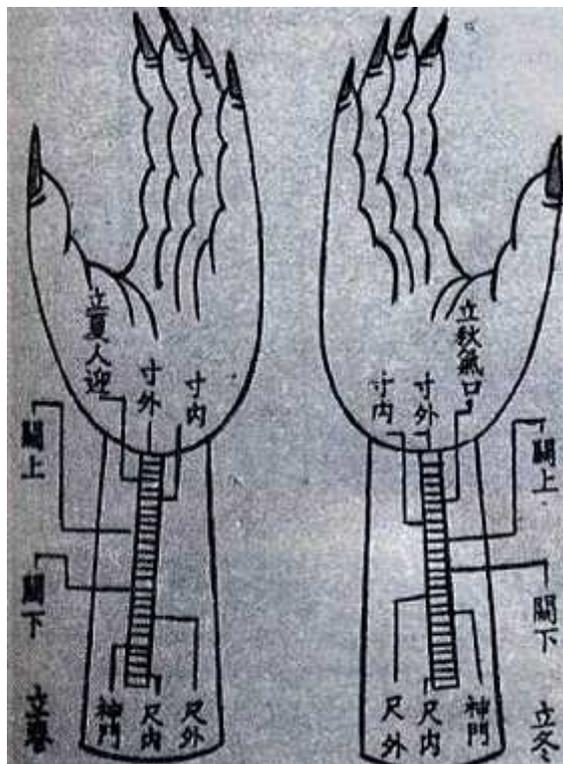


Рис. 1. Теория пульса. Иллюстрация из книги «Мо цзин» Ван Шухэ. Париж. Национальная библиотека

За пределами древнего Китая учение о пульсе распространилось относительно поздно. Только в средние века метод пульсовой диагностики проник на территорию Средней Азии: врач Абу Али Хусейн ибн Абдаллах ибн Сина (980-1037) создал теоретическое обоснование исследования пульса в «Трактате о пульсе» («Рисолайи набзийя»), во многом сходное с положениями древней китайской медицины.

Учение о пульсе в Европе связано с научным обоснованием теории кровообращения, сформулированной в 1628 г. У. Гарвеем. Ученый математически обосновал и экспериментально доказал непрерывное движение крови по большому и малому кругам кровообращения. Известный хирург Руф Эфесский задолго, до Гарвея описывая механику кровообращения, назвал пульс здоровых людей «эвритмическим» (ε ρυθμία – соразмерность), болезненный –

«параритмическим» (παρά – рядом). Он также описал экстрасистолию, дикротический, альтернирующий пульс и нитевидный (лат. *pulsus vermicularis*) у агонирующих больных.

Гален написал семь книг о пульсе, выделяя при этом 27 видов пульса, деля каждый вид еще на три разновидности. Он описал синусовую и дыхательную аритмию. Врач Архиматей из Салерно описал методику пальпации пульса, которую мы используем и сейчас. Парацельс предложил пальпировать пульс на руках, ногах и шейных и височных артериях, грудной клетке и в подмышечных впадинах.

До XVIII века врачи не считали пульс, ограничиваясь только оценкой его качеств. В начале XVIII века британский врач Джон Флойер заказал часовых дел мастеру часы со стрелкой, которые ходили одну минуту. Он убедился в их практическом удобстве и в 1707 году опубликовал книгу «*The Phisican's Pulse Watch*» («Врачебные часы для подсчета пульса»). Использовать секундомер для подсчета пульса стали только в XIX веке.

Современное научное развитие о пульсе нашло отражение в исследовании когнитивных аспектов кардиоритма, где с кардиоритмом связывают состояние психической сферы человека. Так, например, широкое распространение получил анализ variability кардиоритма для оценки уровня стресса.

1.2. Физиология пульса

Здоровый человек не должен ощущать биение собственного сердца, его работа должна происходить совершенно незаметно. Если появляются неприятные ощущения в области сердца в виде сердцебиения, то это, как правило, указывает на определенные отклонения в его работе.

С современных позиций пульс рассматривается как ритмические, толчкообразные колебания стенок сосудов, возникающие вследствие выброса крови из сердца в артериальную систему, как колебания стенки сосудов, связанные с изменением их кровенаполнения в течение сердечного цикла.

Основной метод исследования пульса – прощупывание артерий. Объективную же характеристику пульса может дать только графическая регистрация.

У здорового человека пульсовая волна сравнительно круто поднимается вверх и медленно спадает; при некоторых заболеваниях форма пульсовой волны изменяется.

При исследовании пульса определяют его:

- частоту,
- ритм,
- наполнение,
- напряжение,
- скорость.

Различают три разновидности пульса: артериальный, венозный и капиллярный. Каждый из видов пульса имеет свое особое значение в клинике.

Исследование *артериального пульса* дает важные сведения о работе сердца, состоянии кровообращения и свойствах артерий. При каждой систоле сердца в аорту стремительно выбрасывается определенное количество крови, растягивающее начальную часть эластичной аорты и повышающее в ней давление. Это изменение давления распространяется в виде волны по аорте и ее ветвям до артериол. В норме в артериолах пульсовая волна в силу их мышечного сопротивления прекращается.

Распространение пульсовой волны происходит со скоростью от 4 до 15 метров в секунду, а вызываемое ею растяжение и удлинение артериальной стенки и составляет артериальный пульс.

Венозный пульс определяется как пульсация яремных вен на шее, а также ряда других крупных вен, расположенных в непосредственной близости от сердца. В норме наблюдается очень мало заметная и почти не осязаемая пальцами пульсация. При недостаточности трехстворчатого клапана сердца венозный пульс становится правожелудочковым, «положительным», так как

вследствие дефекта трехстворчатого клапана имеется обратный (центробежный) ток крови – из правого желудочка в правое предсердие и вены. Венозный пульс в периферических венах встречается редко.

Капиллярный пульс (псевдокапиллярный пульс, пульс Квинке) – это ритмичное расширение мелких артериол в результате быстрого и значительного повышения давления в артериальной системе во время систолы. При этом большая пульсовая волна достигает мельчайших артериол, но в самих капиллярах ток крови остается непрерывным. Псевдокапиллярный пульс наиболее выражен при недостаточности аортального клапана.

1.3. Свойства артериального пульса

1.3.1. Частота пульса

Частота сокращения сердца (пульс) – величина непостоянная, может увеличиваться и уменьшаться в зависимости от состояния организма:

- средний - умеренной частоты – 60-90 уд./мин;
- редкий – менее 60 уд./мин;
- частый – более 90 уд./мин.

Учащение сердечных сокращений называется *тахикардией*, урежение частоты пульса называется *брадикардией*.

Частота сердечных сокращений зависит от многих причин и меняется в различных физиологических состояниях:

- возраста - снижается с годами, правда, потом, в пожилом возрасте, опять слегка повышается – так у женщин с наступлением климакса в условиях сниженного влияния эстрогенов могут наблюдаться более существенные изменения пульса в сторону повышения (тахикардия, обусловленная гормональными расстройствами);

- от пола (норма пульса у женщин чуть выше);

- окружающей среды - усиливается частота сердечных сокращений при повышении окружающей среды;
- при физической нагрузке частота пульса увеличивается, так как организм человека стандартно реагирует на требование органам и тканям повышенного кровоснабжения увеличением сердечных сокращений;
- изменяется в течение суток (ночью ЧСС реже, после обеда ускоряет ритм, замедляется во сне, днем ЧСС дает два подъема – первый около 11 часов дня, второй – между 6 и 8-ю часами вечера);
- при резком изменении положения тела частота изменяется на несколько ударов за одну минуту – ортостаз;
- после приема пищи, алкогольных напитков, крепкого чая или кофе, некоторых лекарств, использовании лекарственных и иных химических веществ, влияющих на функцию синусового узла: симпатомиметики (адреналин и норадреналин), ваголитики (атропин), эуфиллин, кортикостероиды, тиреотропные гормоны, диуретики, гипотензивные препараты, кофеин, алкоголь, никотин, яды и т. д..
- при психо-эмоциональной нагрузке ЧСС увеличивается до 150 и более в минуту, повышается от ярких эмоциональных переживаний;
- у особо тренированных спортсменов отличается редкий пульс;
- ЧСС несколько зависит от роста и конституции: у высоких людей сердце в обычных условиях работает медленнее, чем у низкорослых сородичей; у тучных людей сердечная мышца вынуждена работать с повышенной нагрузкой, поэтому у них часто отмечается тахикардия;
- ЧСС возрастает на высоте вдоха;
- наличия заболеваний, например, вследствие лихорадки, развивающейся в условиях различных инфекционно-воспалительных заболеваний (пневмонии, ангины, туберкулеза, сепсиса, очаговой инфекции) и так далее - при повышении температуры тела на 1°С частота пульса возрастает на 8–10 ударов в 1 минуту у взрослых, на 10-15 уд./мин. у детей.

Чтобы четко знать, находится ли данный показатель в пределах нормальных значений, существует таблица норм пульса по возрасту (табл. 1).

Частота пульса у детей и взрослых в 1 минуту

Табл. 1.

Возраст	Частота пульса	Возраст	Мин.-макс. знач. ЧСС
Новорожденный	120—140	новорожденные (до 1 месяца жизни)	110-170
6 месяцев	130—135	от 1 месяца до 1 года	100-160
1 год	120—125	от 1 года до 2 лет	95-155
2 года	110—115	2-4 года	90-140
3 года	105—110	4-6 лет	85-125
4 года	100—105	6-8 лет	78-118
5 лет	98—100	8-10 лет	70-110
6 лет	90—95	10-12 лет	60-100
7 лет	85—90	12-15 лет	55-95
8 лет	80—85	15-50 лет	60-80
9 лет	80—85	50-60 лет	65-85
10 лет	78—85	60-80 лет	70-90
11 лет	78—84		
12 лет	75—82		
13 лет	72—80		
14 лет	72—78		
15 лет	70—76		

Иногда число пульсовых ударов меньше числа сердечных сокращений (*дефицит пульса*). Это объясняется тем, что во время очень слабых или преждевременных сокращений сердца в аорту поступает так мало крови, что пульсовая волна ее не доходит до периферических артерий. Чем выше дефицит пульса, тем более неблагоприятно это сказывается на кровообращении.

Тревожными симптомами при низком пульсе являются слабость и обмороки. Обычно, для определения частоты пульса считают его *в течение 30 сек.* При нарушении сердечного ритма пульс считают *в течение 1 минуты.*

Вне конкуренции находятся беременные женщины, у которых несколько повышенный пульс считается нормальным и это понятно, ведь во время вынашивания ребенка организм матери должен в полном объеме обеспечить потребность в кислороде и питательных веществах себя и растущий плод. Слегка повышенный пульс у беременной женщины считается нормальным

явлением уже с 4-5 недели беременности, если, кроме беременности, другой причины его повышения нет.

1.3.2. Ритмичность пульса

У здорового человека пульс ритмичный, т. е. пульсовые волны следуют одна за другой через равные промежутки времени. При расстройствах сердечного ритма (аритмии сердца) пульсовые волны обычно следуют через неравные промежутки времени, пульс становится аритмичным (рис. 2).

Ритмичность пульса – величина, характеризующая интервалы между следующими друг за другом пульсовыми волнами. По этому показателю различают:

- ритмичный пульс – если интервалы между пульсовыми волнами одинаковы;
- аритмичный пульс – если они различны.

У здоровых людей часто отмечается учащение пульса на вдохе и урежение на выдохе – дыхательная аритмия; задержка дыхания устраняет этот вид аритмии.

По изменениям пульса можно диагностировать многие виды аритмии сердца, более точно все они определяются методом электрокардиографии.

Скорость пульса определяется характером подъема и падения давления в артерии во время прохождения пульсовой волны.

1.3.3. Наполнение пульса

Наполнение пульса зависит от количества крови, выбрасываемой во время систолы в артериальную систему, и от растяжимости артериальной стенки. Наполнение пульса – объем крови в артерии на высоте пульсовой волны. Различают:

- пульс умеренного наполнения;

- полный пульс – наполнение пульса сверх нормы;
- пустой пульс – плохо пальпируемый;
- нитевидный пульс – едва ощутимый.

Если пульсовые волны неодинаковы по величине и степени наполнения, то говорят о *неравномерном* пульсе, в противоположность равномерному пульсу. Неравномерный пульс наблюдается почти всегда при аритмичном пульсе в случаях мерцательной аритмии, ранних экстрасистол. Разновидностью неравномерного пульса является *альтернирующий* пульс, когда ощущается правильное чередование пульсовых ударов разной величины и наполнения. Такой пульс – один из ранних признаков тяжелой сердечной недостаточности.

В норме – пульсовая волна хорошо ощущается – полный пульс. Если в артериальную систему поступает крови меньше, чем в норме, пульсовая волна уменьшается, пульс становится малым.

При тяжелых кровопотерях, шоке, коллапсе пульсовые волны могут едва прощупываться, такой пульс называется нитевидным. Уменьшение наполнения пульса отмечается также при заболеваниях, приводящих к уплотнению стенки артерий или к сужению их просвета (атеросклероз). При тяжелом поражении сердечной мышцы наблюдается чередование большой и малой пульсовой волны – перемежающийся пульс.

У здоровых людей на высоте вдоха в силу отрицательного давления в грудной полости уменьшается кровенаполнение левых отделов сердца и несколько затрудняется систола сердца, что ведет к уменьшению величины и наполнения пульса.

Высота пульса – амплитуда колебаний стенки артерий, определяемая на основе суммарной оценки напряжения и наполнения пульса. Различают:

- пульс умеренной высоты;
- большой пульс – высокая амплитуда;
- малый пульс – низкая амплитуда.

1.3.4. Напряжение пульса

Напряжение пульса определяется силой, необходимой для полного прекращения распространения пульсовой волны. При исследовании дистально расположенным указательным пальцем полностью сдавливают сосуд, чтобы препятствовать проникновению обратных волн, а наиболее проксимально лежащим безымянным пальцем производят постепенно усиливающееся давление до тех пор, пока «ощупывающий» третий палец перестает ощущать пульс.

Различают:

- напряженный, твердый пульс;
- ненапряженный, мягкий пульс.

По степени напряжения пульса можно приблизительно судить о величине максимального артериального давления; чем оно выше, тем пульс напряженнее.

Напряжение пульса связано с высотой артериального давления. При гипертензии требуется определенное усилие, чтобы сдавить артерию и прекратить ее пульсацию – твердый, или напряженный, пульс. При низком артериальном давлении артерия сдавливается легко, пульс исчезает при небольшом усилии и называется мягким.

Изобретение сфигмографа и особенно внедрение современных методов регистрации пульса (артериопьезография, скоростная электросфигмография и др.) значительно углубили знания в этой области.

1.3.5. Скорость пульса

Скорость пульса зависит от колебания давления в артериальной системе во время систолы и диастолы. Если во время систолы давление в аорте быстро возрастает, а во время диастолы быстро падает, то будет наблюдаться быстрое

расширение и спадение стенки артерий. Такой пульс называется скорым, одновременно он бывает и большим.

Наиболее часто скорый и большой пульс наблюдается при недостаточности клапана аорты. Медленное повышение давления в аорте во время систолы и медленное его снижение в диастолу вызывает медленное расширение и медленное спадение стенки артерий – медленный пульс; одновременно он бывает малым. Такой пульс появляется при сужении устья аорты за счет затруднения изгнания крови из левого желудочка.

Иногда после основной пульсовой волны появляется вторая, меньшая волна. Такое явление называется дикротией пульса. Оно связано с изменением напряжения стенки артерий. Дикротия пульса встречается при лихорадке, некоторых инфекционных заболеваниях. При прощупывании артерий исследуют не только свойства пульса, но и состояние сосудистой стенки. Так, при значительном отложении солей кальция в стенку сосуда артерия прощупывается в виде плотной, извитой, шероховатой трубки.

Качественная характеристика пульса зависит от деятельности сердца и состояния сосудистой системы. При исследовании пульса обращают внимание на следующие его свойства.

1.4. Физиология пульса у детей

У детей пульс значительно чаще, чем у взрослых, что объясняется более интенсивным обменом веществ, быстрой сокращаемостью сердечной мышцы и меньшим влиянием блуждающего нерва. Наибольшая частота пульса у новорожденных (120–140 ударов в 1 мин.), но и у них на 2–3-й день жизни возможно замедление пульса до 70–80 ударов в 1 мин.

Норма ЧСС у детей после года имеет тенденцию к постепенному снижению, пульс 100 не является признаком патологии практически до 12 лет, а пульс 90 до 15-летнего возраста. Позже (после 16 лет) такие показатели могут

указывать на развитие тахикардии, причину которой предстоит найти кардиологу.

Нормальный пульс здорового человека в пределах 60-80 ударов в минуту начинает регистрироваться приблизительно с 16-летнего возраста. После 50 лет, если со здоровьем все в порядке, наблюдается незначительное повышение пульса (10 ударов в минуту за 30 лет жизни).

С возрастом частота пульса постепенно уменьшается (табл. 1). У девочек во всех возрастах частота пульса больше, чем у мальчиков. Крик, беспокойство, мышечные движения вызывают у детей значительное учащение пульса. Кроме того, в детском возрасте имеется известная неравномерность пульсовых периодов, связанная с дыханием (дыхательная аритмия).

У детей пульс наиболее удобно исследовать на лучевой или височной артерии. У самых маленьких и беспокойных детей для подсчета пульса можно пользоваться аускультацией тонов сердца. Наиболее точно частота пульса определяется в состоянии покоя, во время сна. У ребенка на одно дыхание приходится 3,5–4 сердечных толчка.

Частота пульса у детей подвержена большим колебаниям.

Учащение пульса легко возникает при беспокойстве, крике, мышечных упражнениях, приеме пищи. На частоту пульса также оказывают влияние температура окружающего воздуха и барометрическое давление. При повышении температуры тела ребенка на 1° пульс учащается на 15–20 ударов. У девочек пульс чаще, чем у мальчиков, на 2–6 ударов. Особенно четко выражена эта разница в период полового развития.

При оценке пульса у детей необходимо обращать внимание не только на его частоту, но и на ритм, степень наполнения сосудов, их напряжение. Резкое учащение пульса (тахикардия) наблюдается при эндо- и миокардитах, при пороках сердца, инфекционных заболеваниях. Пароксизмальная тахикардия до 170–300 ударов в 1 мин. может наблюдаться у детей раннего возраста. Урежение пульса (брадикардия) наблюдается при повышении внутричерепного давления, при тяжелых формах гипотрофии, при уремии, эпидемическом

гепатите, брюшном тифе, при передозировке наперстянки. Замедление пульса более чем до 50–60 ударов в 1 мин. заставляет подозревать наличие сердечного блока.

У детей наблюдаются те же виды аритмий сердца, что и у взрослых. У детей с неуравновешенной нервной системой в период полового созревания, а также на фоне брадикардии в период выздоровления от острых инфекций часто встречается синусовая дыхательная аритмия: учащение пульса во время вдоха и замедление во время выдоха. Экстрасистолии у детей, чаще желудочковые, встречаются при поражении миокарда, но могут носить и функциональный характер.

Слабый пульс плохого наполнения, чаще с тахикардией, указывает на явления сердечной слабости, снижение кровяного давления. Напряженный пульс, указывающий на повышение кровяного давления, наблюдается у детей чаще всего при нефритах.

1.5. Физиология спортивного пульса

В большинстве видов спорта тренеры планируют объем и интенсивность тренировочных нагрузок не только в часах, метрах, но и по ЧСС, определяемой при данной работе.

На занятиях по физической культуре, спортивной тренировке ЧСС определяют перед занятием, после разминки, после выполнения отдельных упражнений в основной части занятия, после отдыха или периодов снижения интенсивности нагрузки. Так, например, оценка ЧСС при беге помогает повысить эффективность проводимых тренировок и вносить необходимые коррективы. Частота пульса подскажет, когда стоит увеличить, а когда снизить интенсивность занятия.

Частота сердечных сокращений (ЧСС) давно является одним из важнейших параметров, отражающих функциональное состояние организма

спортсмена, при этом определение частоты сердечных сокращений разделяют на ЧСС покоя и нагрузки.

Сердце, как любая мышца, может увеличить размер под воздействием тренировок и растет в детстве. Поэтому в состоянии покоя у «аэробных» спортсменов (марафонцев, лыжников, пловцов и пр.) для прокачки того же объема крови требуется меньше сердечных сокращений, чем сердцу нетренированного человека.

Так, у подготовленных спортсменов ЧСС покоя находится на низком уровне, особенно это касается спортсменов, соревнующихся в циклических видах спорта. Пульс 55 ударов в минуту в покое для этой категории взрослых считается нормальным, просто их сердце работает экономично, но у нетренированного человека такая частота расценивается как брадикардия и служит поводом для дополнительного обследования у кардиолога.

Практически все серьезные спортсмены на выносливость имеют ярко выраженную брадикардию, которая, впрочем, не доставляет им никаких неудобств, а является их конкурентным преимуществом. У многих бегунов на выносливость данный показатель находится на уровне 40–50 ударов в минуту, у женщин эти показатели обычно выше на 10 ударов. Имеющиеся данные о ЧСС некоторых известных спортсменов:

- Бредли Виггинс (Bradley Wiggins) – пульс покоя 35 уд/мин,
- Усейн Болт (Usain Bolt) – пульс покоя 33 уд/мин,
- Мо Фара (Mo Farah) – пульс покоя 33 уд/мин,
- Мигель Эндурайн (Miguel Indurain) – пульс покоя от 28 до 30 уд/мин.

Натренированная брадикардия свидетельствует не о проблемах со здоровьем, а о переходе организма на новый качественный уровень экономичной работы, когда за один удар сердца переносится большее количество крови (именно то количество, которое необходимо организму) и надобности организма в учащенном сердцебиении попросту нет.

Длительная интенсивная нагрузка на сердечную мышцу приводит к ее утолщению, расширению границ сердца, увеличению его массы, ведь сердце постоянно пытается приспособиться. ЧСС меньше 40 ударов расценивается, как патологическое состояние, в конечном итоге развивается так называемое «спортивное сердце», которое нередко становится причиной смерти молодых здоровых людей.

Вопросы к 1 главе:

1. Назовите основные характеристики пульса.
2. Какие из основных характеристик пульса имеют наибольшее информативное значение на занятиях по физической культуре?
3. Назовите основные характеристики пульса детей 7 лет.
4. Назовите основные характеристики пульса спортсмена - бегуна на стайерские дистанции.
5. Назовите основные характеристики пульса спортсмена - спринтера.
6. Что такое натренированная брадикардия?

Глава 2. Методы исследования пульса. Диагностическое значение показателей пульса

Диагностика по пульсу, наряду с измерением температуры, сбором анамнеза, осмотром, относится к начальным этапам диагностического поиска.

Артериальный пульс – это ритмические толчкообразные колебания стенок артерий, связанные с изменением их кровенаполнения. Существует несколько методов исследования пульса:

- пальпация;
- сфигмография;
- пульсоксиметрия;
- монитор сердечного ритма.

2.1. Пальпация

При большом разнообразии методов исследования сердечной деятельности пальпация отличается скоростью и простотой, так как не требуется длительной специальной подготовки перед процедурой.

Наиболее распространен и прост в применении метод *пальпации*. Пульс на лучевой артерии запаздывает, по сравнению с систолой сердца приблизительно на 0,2 сек.

Во время процедуры пальпируются поверхностно лежащие артерии (рис. 2).

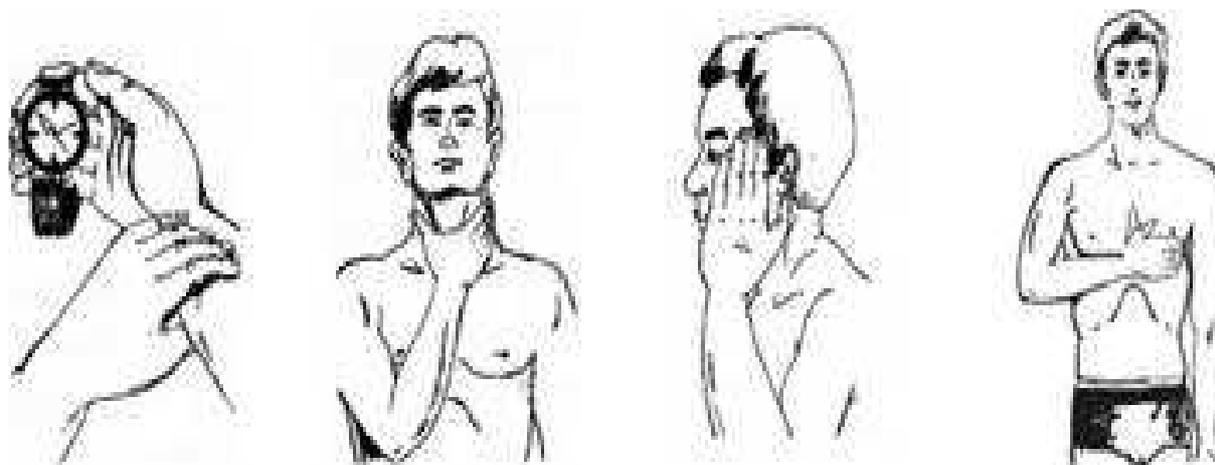


Рис. 2. Методика измерения пульса на различных артериях: а- лучевой; б – сонной, в – височной и г- в проекции сердца

В человеческом теле есть еще несколько мест, в которых можно пропальпировать пульс.

Пульс на верхней конечности:

- лучевой пульс (на [лучевой артерии](#)): пальпируется на латеральной стороне запястья;
- локтевой пульс (на [локтевой артерии](#)): определяется на медиальной части запястья.

Пульс на нижней конечности:

- бедренный пульс определяется на [бедренной артерии](#) на внутренней стороне бедра, между лобковым симфизом и передневерхней остью подвздошной кости;

- подколенный пульс (на [подколенной артерии](#)): исследование проводят на согнутой в коленном суставе ноге – область прощупывания пульса локализуется в верхней части подколенной ямки;
- пульсация [тыльной артерии стопы](#) – пальпируется над сводом стопы, латеральнее длинного разгибателя большого пальца;
- пульсация [задней большеберцовой артерии](#) определяется двумя сантиметрами ниже и кзади от задней лодыжки.

Пульс на голове и шеи:

- каротидный пульс исследуется в положении сидя или лежа на [сонной артерии](#), расположенной в области шеи; артерия пальпируется перед передним краем грудинно-ключично-сосцевидной мышцы, ниже подъязычной кости и латеральнее щитовидного хряща; однако необходимо знать, что стимуляция барорецепторов каротидного синуса может спровоцировать у пациентов брадикардию вплоть до остановки сердца; не рекомендуется одновременно пальпировать обе сонные артерии, так как чрезмерное сдавление сонных артерий может привести к обмороку или ишемии мозга;
- лицевой пульс определяется на [лицевой артерии](#) при пальпации нижнего края нижней челюсти по линии угла рта;
- височный пульс пальпируется на [поверхностной височной артерии](#) указательным и средним пальцем в области височной кости, чуть кпереди и выше от скуловой дуги.

Сердцебиения (сердечный пульс) пальпируют ладонью в прямой проекции сердца.

Правила измерения пульса:

Пульс следует измерять в спокойном состоянии, предварительно отдохнув несколько минут. Так как пульс, в положении лежа, стоя и сидя

отличается, то измерять его следует всегда в одном положении. Самый оптимальный вариант измерения пульса – утром после пробуждения в лежачем положении. Для спортсменов частоту сердечных сокращений в покое (ЧСС покоя) следует измерять в спокойном состоянии минут через пять после принятия положения сидя. Для более точного получения результатов измерения пульса, его следует считать в течение одной минуты на уровне сердца исследуемого.

Чаще всего исследуют пульс на лучевой артерии, которая расположена поверхностно под фасцией и кожей между шиловидным отростком лучевой кости и сухожилием внутренней лучевой мышцы. Для этого используют средний, указательный и безымянный пальцы (как показано на рис. 3).

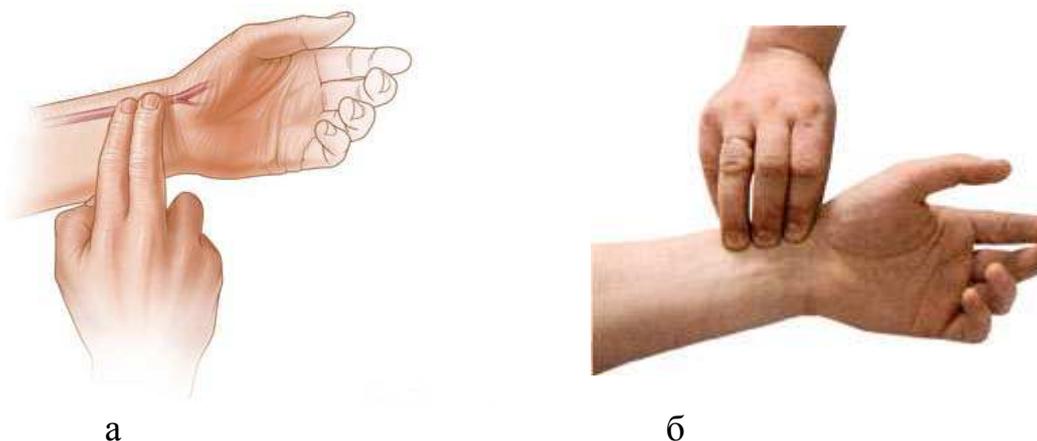


Рис. 3. Измерение пульса на лучевой артерии (а – двумя пальцами, б- тремя пальцами)

Пульс на лучевой артерии запаздывает по сравнению с систолой сердца приблизительно на 0,2 сек.

Исследование пульса на лучевой артерии следует проводить на обеих руках; если отсутствует разница в свойствах пульса на обеих руках, то в дальнейшем исследовать пульс можно на одной руке.

Если при сравнении пульса на левой и правой руках обнаруживается различная его величина или запаздывание пульса на одной руке по сравнению с другой, то такой пульс называют *различным*.

Когда не следует измерять пульс:

- после каких-либо физических и эмоциональных нагрузок;
- при повышенной температуре тела;
- после приема пищи, лекарственных средств, алкоголя;
- после ванны, бани;
- после нахождения в окружающей среде с повышенной или пониженной температурой.

2.2. Сфигмография

Сфигмография – это метод регистрации движений артериальной стенки, возникающих под влиянием волны давления крови при каждом сокращении сердца. Изменение формы и амплитуда пульсовой волны в лучевой и подключичной артериях при некоторых нарушениях функции сердечно-сосудистой системы отражено на рис. 4.

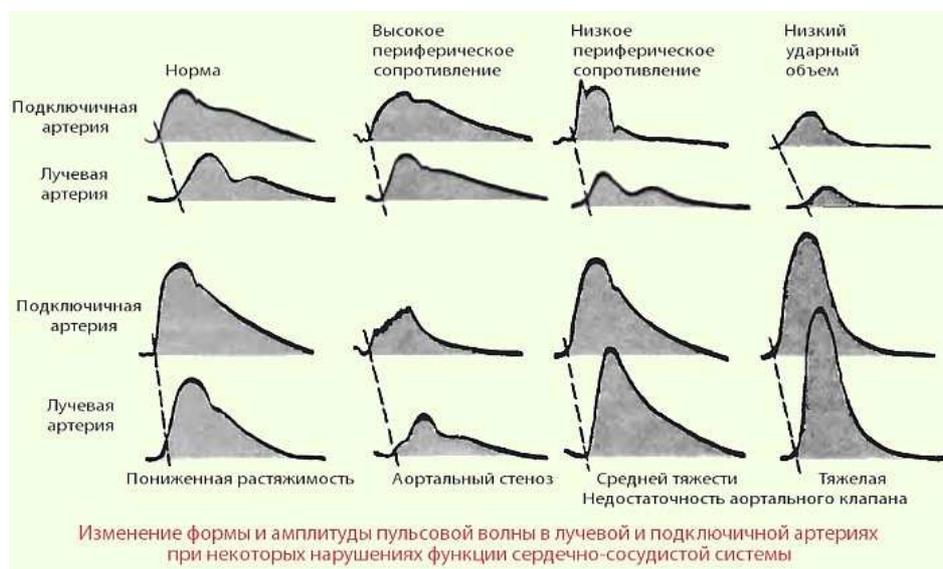


Рис. 4. Изменение формы и амплитуда пульсовой волны в лучевой и подключичной артериях при некоторых нарушениях функции сердечно-сосудистой системы

Степень деформаций артериальной стенки при продвижении пульсовой волны зависит от свойств сосуда и уровня давления крови. Сфигмография позволяет рассчитывать скорость распространения пульсовой волны и может

быть использована при фазовом анализе сердечного цикла. Техника регистрации достаточно проста: на место пульсации сосуда, например, лучевой артерии, накладывается датчик, в качестве которого используются пьезокристаллические, тензометрические или емкостные датчики, сигнал от которого идет на регистрирующее устройство (например, [электрокардиограф](#)). При сфигмографии непосредственно регистрируются колебания артериальной стенки, вызванные прохождением по сосуду пульсовой волны.

Для регистрации скорости распространения пульсовой волны по артериям эластического типа проводят синхронную регистрацию пульса на сонной артерии и на бедренной артерии. По разнице между началами сфигмограмм (время) и на основании замеров длины сосудов рассчитывают скорость распространения. В норме она равна 4–8 метров в секунду. Для регистрации скорости распространения пульса по артериям мышечного типа регистрируют синхронно пульс на сонной артерии и на лучевой.

При склерозировании сосудов скорость пульсовой волны из-за роста жесткости сосудистой стенки возрастает. При занятии физической культурой интенсивность склерозирования снижается, и это отражается на уменьшении скорости распространения пульсовой волны.

2.3. Пульсоксиметрия

Пульсоксиметрия (оксигемометрия, гемоксиметрия) – неинвазивный метод определения степени насыщения крови кислородом. Периферическая кислородная сатурация (SpO₂) – насыщение гемоглобина кислородом. В основе метода лежит спектрофотометрический способ оценки количества гемоглобина в крови. Показания для пульсоксиметрии – дыхательная недостаточность или явное подозрение на нее.

В норме насыщение артериальной крови кислородом (сатурация) – 95%–100%. В норме венозная кровь имеет сатурацию около 75%. Нормы показателей пульсоксиметрии артериальной крови:

- 95-98 % у здоровых испытуемых;

- более высокие значения бывают при кислородной терапии;
- ниже 94% указывают на дыхательную недостаточность, гипоксия;
- сатурация ниже 90% является критическим состоянием и требует экстренной медицинской помощи.

Пульсоксиметр измеряет: периферическую сатурацию гемоглобина кислородом артериальной крови; частоту пульса в ударах в минуту, рассчитываемую в среднем за 5-20 секунд. Внешний вид и экран монитора пульсоксиметра отражен на рис. 5.

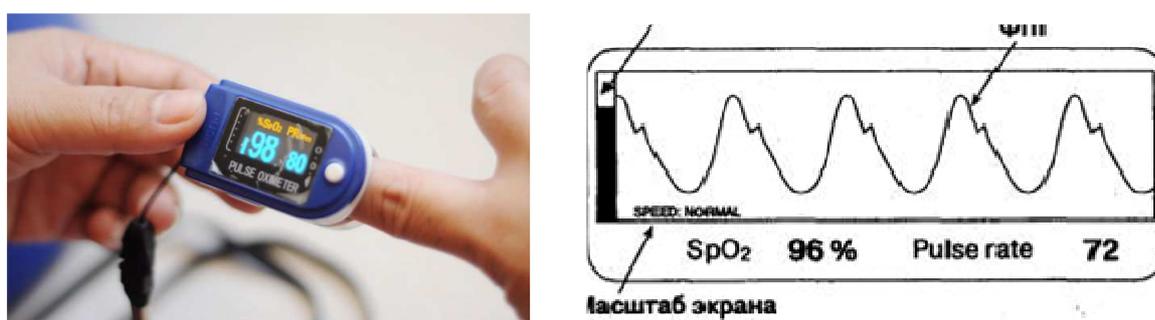


Рис. 5. Внешний вид и экран монитора пульсоксиметра

Это означает, что у пациента периферическая кислородная сатурация (SpO_2) – 96%, частота пульса – 72 ударов в минуту. На мониторе пульсоксиметра также отображается кривая пульсовой волны в виде неправильной синусоиды – индикатор пульса.

Звуковые сигналы тревоги пульсоксиметра предупреждают, что у исследуемого: низкий уровень сатурации (гипоксия) – $SpO_2 < 90\%$; отсутствует пульс; низкая ЧСС; тахикардия. Во всех случаях, когда у пациента низкий уровень сатурации ($SpO_2 < 95\%$), необходимо увеличить объем вдыхаемого кислорода и действовать по ABCDE:

А – дыхательные пути (AIRWAY) проходимы? Обеспечить проходимость верхних дыхательных путей, купировать ларингоспазм; при его развитии;

B – дыхание (BREATHING) присутствует? Проверить частоту дыхания, проверить дыхательный объем, провести аускультацию легких, проверить наличие бронхоспазма (купировать бронходилататорами);

C – кровообращение (CIRCULATION) в норме? Проверить пульс, проверить артериальное давление, проверить ЭКГ, проверить наличие кровопотери, дегидратации;

D – воздействие препаратов (DRUG EFFECTS) не является ли причиной? Опиоиды, летучие анестетики, седативные, мышечные релаксанты.

2.4. Монитор сердечного ритма

Многие студенты часами тренируются, а в результате так и не могут достичь желаемого. Что происходит с организмом во время физической нагрузки - сжигается жир или наращивается мышечная масса?

Монитор сердечного ритма один из немногих способов узнать - в каком функциональном режиме работает занимающийся. Внешний вид мониторов сердечного ритма для занятий спортом отражен на рис. 6.



Рис. 6. Внешний вид мониторов сердечного ритма для занятий спортом

Чаще всего студенты во время физических нагрузок ориентируются на собственные ощущения. Многие пытаются полностью выложиться в зале, работая на эмоциях, считая, что не дорабатывают и работают слишком легко.

Между тем, пульс может зашкаливать, человек переходит аэробный порог, то есть перестает сжигать жир, и организм начинает работать в анаэробной зоне, то есть «съедать» мышцы.

Вместе с тем, отслеживая свой пульс, человек сможет контролировать работу в аэробной и анаэробной зоне и без необходимости не переходить за аэробный порог.

Использование монитора сердечного ритма дает нам возможность видеть, что реально происходит с нашим организмом. Монитор сердечного ритма может определять границы целевых зон автоматически.

Таким образом, для каждой тренировочной задачи, будь то снижение веса или улучшение спортивной формы, существует своя пульсовая зона, которая называется целевой.

Вопросы к 2 главе:

1. Назовите основные методы пульсометрии, какие из них наиболее эффективны при контроле за физической нагрузкой.
2. Назовите наиболее точные места измерения пульса.
3. Назовите случаи, когда нельзя измерять пульс.

Глава 3. Виды нарушений пульса

3.1. Тахикардия

Тахикардия (др.-греч. *ταχύς* – быстрый и *καρδία* – сердце) – одно из наиболее распространенных нарушений сердечного ритма, проявляющееся увеличением частоты сердечных сокращений (ЧСС) более 90 ударов в минуту. Тахикардия – это не болезнь, а симптом, так как она может возникать как проявление различных заболеваний.

У здоровых людей тахикардия может обуславливаться действием физиологических компенсаторных механизмов в ответ на выброс в кровь адреналина и активации симпатической нервной системы в качестве ответа на внешний фактор. Прекращение действия последнего приводит к постепенному возвращению ЧСС к норме. О тахикардии могут свидетельствовать симптомы, несвойственные для здорового организма:

- ощущение сердцебиения;
- пульсация сосудов шеи;
- чувство беспокойства;
- головокружение, предобморочные состояния, обмороки (говорят о том, что нарушен мозговой кровоток);
- боли в грудной клетке, обусловленные нарушением коронарного кровообращения;
- зрительные расстройства;
- одышка (застой в малом круге);
- вегетативная симптоматика (потливость, слабость, дрожание конечностей).

В основе механизма развития тахикардии лежит воздействие на автоматизм синусового узла, задающего правильный ритм работы сердца в нормальном состоянии.

У детей дошкольного возраста тахикардия считается физиологической нормой. В то же время течение определенных патологических состояний нередко сопровождается именно тахикардией.

В результате действия механизмов обратной связи, поддерживающих давление крови, частота сердечных сокращений увеличивается при понижении артериального давления. Поэтому тахикардия возникает как ответ на уменьшение объема крови (например, в результате кровопотери или обезвоживания организма).

Также резкое изменение положения тела может привести к резкому падению кровяного давления с возникновением тахикардии.

В зависимости от того, чем вызвано учащение сердечных сокращений, выделяют *физиологическую и патологическую тахикардию*. Первая возникает при нормальной работе сердца у здоровых людей как физиологическая реакция на различные внешние воздействия. Вторая появляется при различных заболеваниях. Наиболее частыми причинами тахикардии служат:

- нарушения вегетативной нервной системы, нейроциркуляторная дистония;
- нарушения эндокринной системы, гормональные расстройства;
- нарушения гемодинамики;
- различные формы аритмии;
- отравления;
- хронические бронхолегочные заболевания;
- гипокалиемия;
- гипоксия;
- патологические изменения в сердце и сосудистая патология (кардиосклероз, кардиомиопатия, миокардит, врожденные пороки клапанного аппарата, артериальная гипертензия и др.);
- поражения центральной нервной системы;
- онкологические заболевания;
- воспалительные процессы, инфекции (особенно с лихорадкой);
- длительный психоэмоциональный стресс, депрессивный синдром.

Патологическая тахикардия может быть опасной, поскольку она обуславливает снижение объема выброса крови и ряд других расстройств внутрисердечной гемодинамики.

Увеличение частоты сердечных сокращений сопровождается снижением кровенаполнения желудочков, что приводит к уменьшению сердечного выброса и артериального давления, ухудшению кровоснабжения всех органов, развитию гипоксии.

Длительные периоды тахикардии значительно снижают эффективность работы сердца, нарушая сократимость миокарда, происходит увеличение объема предсердий и желудочков и возникает аритмогенная кардиопатия. Патологическая тахикардия приводит к неблагоприятным последствиям.

Во-первых, при частом сердцебиении снижается эффективность работы сердца, поскольку желудочки не успевают наполниться кровью, в результате чего понижается артериальное давление и уменьшается приток крови к органам.

Во-вторых, ухудшаются условия кровоснабжения самого сердца, поскольку оно совершает большую работу в единицу времени и требует больше кислорода, а плохие условия кровоснабжения сердца увеличивают риск ишемической болезни и последующего инфаркта.

Избежать серьезных последствий тахикардии можно при неуклонном соблюдении рекомендаций по ведению здорового образа жизни. На снижение тахикардии могут оказать влияние:

- повышение тонуса блуждающего нерва, например, за счет специального массажа, выполняемого путем надавливания на глазные яблоки;
- народные и медикаментозные средства, регулирующие деятельность вегетативной нервной системы;
- жаропонижающие препараты при лихорадке и лекарства, направленные на уменьшение симптомов интоксикации.

3.2. Брадикардия

Брадикардия (от греч. βραδύ – медленный и καρδιά – сердце) – разновидность нарушений синусового ритма, который контролируется синусовым узлом. Под синусовой брадикардией понимают такое изменение сердечного ритма, при котором происходит уменьшение частоты сердечных

сокращений до 50–30 ударов в минуту, обусловленное понижением автоматии синусового узла.

Причины низкого пульса тоже могут быть функциональными (о спортсменах говорилось выше, когда низкий пульс при нормальном давлении не является признаком заболевания), или вытекать из различных патологических процессов:

- вагусные влияния, снижение тонуса симпатического отдела нервной системы;
- во время сна;
- при вегетососудистой дистонии, в случае некоторых эндокринных расстройств, то есть, в самых разных и физиологических, и патологических состояниях;
- кислородное голодание и его местное влияние на синусовый узел;
- синдром слабости синусового узла, атриовентрикулярные блокады;
- склеротические изменения в миокарде, затрагивающие синусовый узел;
- воздействие холода;
- повышение тонуса парасимпатической нервной системы;
- повышение внутричерепного давления (при отеке мозга, опухоли, менингите, кровоизлиянии в мозг);
- влияние лекарственных препаратов наперстянки, дигиталис, хинидин;
- гипотиреоз (снижение функции щитовидной железы, микседема);
- голодание, брюшной тиф, желтуха и др.
- отравление свинцом, никотином, фосфорорганическими веществами;
- язвенная болезнь желудка и 12–перстной кишки;
- черепно-мозговые травмы, менингит, отек, опухоль мозга, субарахноидальное кровоизлияние;

- побочный эффект или передозировка антиаритмических, гипотензивных и других лекарственных средств;
- гепатит, брюшной тиф, сепсис.

Незначительные нарушения синусового ритма могут и не вызывать каких-то субъективных ощущений у человека. Если же наблюдается значительное урежение пульса (менее 40 ударов в минуту), то человек может жаловаться на слабость, головокружение, холодный пот, обмороки вследствие гипоксии мозга (кислородного голодания), так как не происходит адекватного кровоснабжения.

Если снижение частоты сердечных сокращений незначительное, то прямой опасности для жизни человека это не представляет. Но зато такие изменения могут служить первым сигналом о начале какого-то патологического процесса в организме со стороны других органов и систем (например, изменение функции щитовидной железы). Если же нарушение синусового ритма выражено значительно, то очень опасными становятся обморочные состояния, так как в эти периоды возрастает риск внезапной остановки сердца. При тяжелых формах заболевания, угрожающих жизни, рекомендуется установить кардиостимулятор.

Сердце просто не в состоянии работать быстрее, из-за чего организм недополучает питательные вещества и кислород, переносимых кровью.

Одной из проверок «брадикардии» на природу возникновения служит атропиновая проба. Человеку в кровь вводится атропин, который ускоряет частоту сердечных сокращений. В случае болезненной природы низкого пульса, частота пульса будет набираться очень медленно или же вообще пульс останется неизменным, если же ЧСС при вводе атропина достаточно активно увеличивается, то это свидетельствует о нормальном состоянии сердца, а брадикардия считается вегетативной (природной).

3.3. Аритмия

Аритмия сердца (от др.-греч. ἀρρυθμία – «несогласованность, нескладность») – патологическое состояние, при котором происходят нарушения частоты, ритмичности и последовательности возбуждения и сокращения сердца. Аритмия — любой ритм сердца, отличающийся от нормального синусового ритма (ВОЗ, 1978). При таком патологическом состоянии может существенно нарушаться нормальная сократительная активность сердца, что, в свою очередь, может привести к целому ряду серьезных осложнений.

Термин «аритмия» объединяет различные по механизму, клиническим проявлениям и прогностическому значению нарушения образования и проведения электрического импульса.

Наиболее частые причины нарушений сердечного ритма и проводимости:

- кардиальные причины: ИБС, в том числе инфаркт миокарда и нестабильная стенокардия; сердечная недостаточность; кардиомиопатия; приобретенные пороки сердца, врожденные пороки сердца; миокардиты, пролапс митрального клапана;
- лекарственные воздействия: сердечные гликозиды, антиаритмические препараты (проаритмическое действие), диуретики, симпатомиметики;
- электролитные нарушения: гипокалиемия, гиперкалиемия, гипомагниемия; гиперкальциемия и другие;
- токсические воздействия: курение; наркотические вещества (в том числе алкоголь);
- тиреотоксикоз.

Под влиянием одного или нескольких этиологических факторов нарушается одна или несколько функций сердца: автоматизм, возбудимость, проводимость, сократимость, рефрактерность, абберантность.

В основе аритмии лежит изменение условий формирования возбуждения сердечной мышцы или аномалия путей его распространения.

В некоторых случаях причиной нарушений сердечного ритма являются врожденные особенности проводящей системы сердца.

Определенную роль в возникновении аритмии играет состояние нервной системы. Например, психическое, эмоциональное напряжение вызывает изменения в темпе, а зачастую – и в ритме сердечных сокращений, в том числе, и здоровых людей. Аритмия нередко возникает у людей с заболеваниями центральной и вегетативной нервной системы.

Разные заболевания, сопровождающиеся нарушением анатомической структуры сердца или происходящих в нем обменных процессов, вызывают различные по продолжительности и характеру виды аритмии, и установить диагноз может только врач, выводы которого основываются на клинико-электрокардиографических данных.

В зависимости от нарушенной функции сердца в настоящее время принято выделять следующие группы аритмий: нарушения автоматизма, экстрасистолии.

Аритмии выявляются по электрокардиограмме, которая может быть записана как с поверхности тела больного, так и непосредственно от отдельных участков сердца.

Вопросы к 3 главе:

1. Назовите основные причины спортивной брадикардии?
2. Каковы последствия брадикардии?
3. Каковы причины и последствия тахикардии?
4. Каковы основные причины сердечной аритмии?

Глава 4. Частота сердечных сокращений при физической нагрузке

4.1. Виды частоты сердечных сокращений при физической нагрузке

Для того чтобы тренировка на выносливость была максимально полезной, она должна выполняться с интенсивностью, при которой задействуется вся кислородно-транспортная система, то есть в так называемой аэробно-анаэробной зоне. При данной интенсивности не происходит накопления молочной кислоты.

Часто тренировки на выносливость (аэробные тренировки) выполняются спортсменами при пульсе около 180 ударов в минуту (уд/мин). Для многих спортсменов этот пульс значительно превышает аэробно-анаэробную транзитную зону. Границы аэробно-анаэробной транзитной зоны сильно варьируются у разных людей, но ориентировочно эта зона находится между 140 и 180 уд/мин.

Методы подсчета ЧСС у спортсменов:

Для расчета тренировочной интенсивности, а также контроля за функциональным состоянием спортсмена используют основные показатели ЧСС:

- ЧСС в покое;
- максимальная ЧСС;
- резерв ЧСС;
- ЧСС отклонения.

ЧСС покоя обычно подсчитывают на запястье (запястная артерия), на шее (сонная артерия), на виске (височная артерия) или на левой стороне грудной клетки. Как правило, показания ЧСС спортсмен снимает утром, в сидячем положении. По утреннему пульсу нельзя судить о степени подготовленности спортсмена.

Однако ЧСС в покое дает важную информацию о степени восстановления спортсмена после тренировки или соревнований. Измеряя утренний пульс, можно отследить перетренированность на ранней стадии, как и все виды вирусных инфекций (простуда, грипп).

Максимальная частота сердечных сокращений (*ЧСС_{макс}*) - это максимальное количество сокращений, которое сердце может совершить в течение 1 мин. После 20 лет *ЧСС_{макс}* начинает постепенно снижаться - примерно на 1 удар в год. Несмотря на то, что *ЧСС_{макс}* изменяется с возрастом, она не зависит от уровня работоспособности спортсмена.

Максимальную ЧСС можно определить по следующим формулам:

Простая формула:

$$\mathbf{ЧСС_{макс} = 220 - «возраст»}$$

Уточненная формула:

$$\mathbf{Мужчинам: ЧСС_{макс} = 210 - «возраст» - (0,11 \times \text{персональный вес в кг}) + 4}$$

$$\mathbf{Женщинам: ЧСС_{макс} = 210 - «возраст» - (0,11 \times \text{персональный вес в кг})}$$

Наименее ошибочной формулой для определения максимально допустимой частоты сердечных сокращений на сегодняшний день признана следующая:

$$\mathbf{ЧСС_{макс} = 205,8 - (0,685 * «возраст»)}$$

Если во время нагрузки ЧСС измеряется вручную, без применения специальных устройств, то лучше определять его с помощью метода 10-ти ударов. Для этого спортсмену необходимо, используя секундомер, измерить время 10 последовательных ударов.

Неудобство этого метода заключается в быстром снижении ЧСС сразу же после прекращения нагрузки. ЧСС, подсчитанная при помощи этого метода, будет немного ниже действительной ЧСС.

В отличие от других показателей – ЧСС покоя и ЧСС отклонения – *ЧСС_{макс}* остается неизменной после периода тренировок. Только в редких случаях *ЧСС_{макс}* незначительно снижается под влиянием тренировок. Как правило, это встречается у хорошо тренированных спортсменов.

Максимальную нагрузку ЧСС определяют во время теста в лаборатории или в полевых условиях. ЧСС_{макс} можно достичь только при условии хорошего самочувствия спортсмена. Необходимо полное восстановление после последней проведенной тренировки. Перед тестом спортсмен должен хорошо размяться. Это может быть легкая пробежка, прогулка на велосипеде или лыжах. За разминкой следует интенсивная нагрузка продолжительностью 4–5 мин. Заключительные 20–30 с нагрузки выполняются с максимальным усилием.

При выполнении максимальной нагрузки ЧСС_{макс} можно легко определить, используя монитор сердечного ритма. Подсчет пульса вручную не дает точных результатов из-за большой вероятности ошибок и быстрого снижения ЧСС непосредственно после нагрузки.

Желательно, чтобы максимальная ЧСС основывалась не на одном показателе, а на нескольких, регистрируемых в течение нескольких недель. Самый высокий показатель и будет являться максимальной ЧСС.

У одного и того же человека ЧСС_{макс} может сильно различаться при выполнении разных видов деятельности. Один и тот же спортсмен может достигать 203 уд/мин во время бега, но при педалировании – только 187 уд/мин. Спортсменам, занимающимся различными видами спорта, рекомендуется измерять ЧСС_{макс} для каждого вида деятельности в отдельности.

Предельно допустимые ЧСС в зависимости от возраста отражены в табл. 2.

Предельно допустимые ЧСС в зависимости от возраста

Табл. 2.

Возраст	Предельно допустимые ЧСС
20-29 лет	170
30-39	160
40-49	150
50-59	140
60 и старше	130

Резерв ЧСС. Для расчета интенсивности нагрузки используют также метод резерва ЧСС, который был разработан финским ученым Карвоненом.

Резерв ЧСС — это разница между ЧССмакс и ЧССпокоя

У спортсмена с ЧССпокоя 65 уд/мин и ЧССмакс 200 уд/мин резерв ЧСС будет равен: $\text{ЧССрезерв} = \text{ЧССмакс} - \text{ЧССпокоя} = 200 - 65 = 135$ уд/мин.

Целевая ЧСС высчитывается как сумма ЧССпокоя и соответствующего процента от резерва ЧСС. Например, целевая ЧСС для интенсивности 70 % от резерва ЧСС для того же спортсмена будет равна: $\text{ЧССцелевая} = \text{ЧССпокоя} + 70\% \text{ ЧССрезерв} = 65 + (0,7 \times 135) = 65 + 95 = 160$ уд/мин. Зоны интенсивности тренировочных нагрузок в процентном отношении от ЧССрезерв указаны в табл. 3.

Зоны интенсивности тренировочных нагрузок в процентном отношении от ЧССрезерв

Табл. 3.

Зоны интенсивности	Интенсивность (% от ЧССмакс)
Восстановительная зона	40-55
Аэробная зона	55-78
Развивающая зона	78-93
Анаэробная зона 1	93-100

Зная ЧССпокоя и ЧССмакс, можно высчитать *интенсивность выполняемого упражнения* по другой формуле Карвонена:

$$\text{ИН} = \frac{\text{ЧСС во время нагрузки} - \text{ЧСС покоя}}{\text{ЧССмакс} - \text{ЧССпокоя}} * 100 \%$$

У двух спортсменов, бегущих с одинаковой скоростью, может быть разная ЧСС. Однако неверно было бы утверждать, что спортсмен, у которого ЧСС выше, подвергается большей нагрузке.

Например, у одного бегуна ЧСС_{макс} составляет 210 уд/мин, тогда как его пульс во время бега был равен 160 уд/мин (на 50 ударов ниже ЧСС_{макс}). Максимальная ЧСС другого бегуна составляет 170 уд/мин, а его пульс во время бега с той же скоростью был равен 140 уд/мин (на 30 ударов ниже ЧСС_{макс}). Если у бегунов одинаковая ЧСС_{покоя} – 50 уд/мин, то мощность их нагрузки в процентном отношении составляла 69 и 75% соответственно, а значит второй бегун испытывает большую нагрузку.

Точка отклонения. При высокой интенсивности нагрузки линейная зависимость между ЧСС и интенсивностью нагрузки пропадает. ЧСС с определенной точки начинает отставать от интенсивности. Это точка отклонения (ЧСС_{откл.}) На прямой линии, отображающей данную зависимость, появляется заметный изгиб (рис. 7).

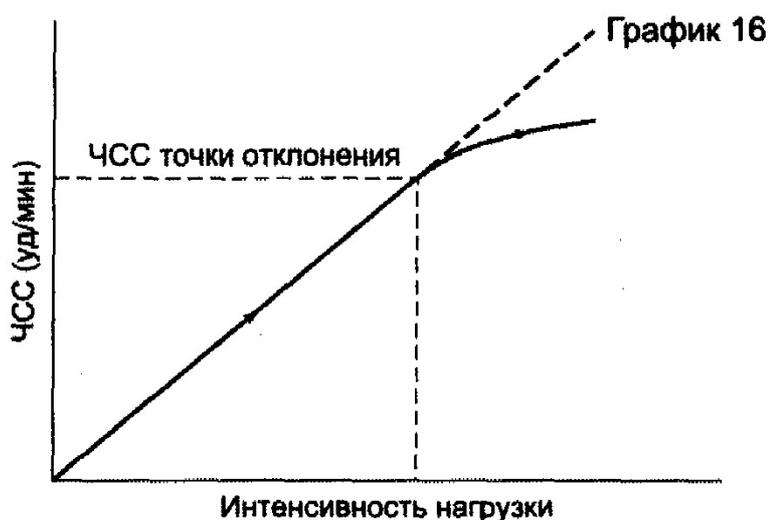


Рис. 7. Точка отклонения указывает на максимальную интенсивность работы

Точка отклонения указывает на максимальную интенсивность работы, при которой энергообеспечение идет исключительно за счет аэробного механизма. Далее включается анаэробный механизм. Точка отклонения соответствует анаэробному порогу.

Любая нагрузка с интенсивностью, превышающей ЧСС_{откл.}, приводит к накоплению молочной кислоты. У хорошо тренированных спортсменов на

выносливость диапазон ЧСС, внутри которого энергия поставляется аэробным путем, очень большой.

4.2. Определение пульсовых зон интенсивности тренировочных нагрузок. Характеристика тренировочных нагрузок

Частота пульса отражает не только интенсивность работы сердечно - сосудистой системы, но и напряжение практически всех систем организма, в том числе, конечно, и энергообмена.

Между частотой пульса и расходом энергии существует прямая зависимость. Зная частоту пульса и количество времени, затраченное на исполнение упражнений, можно подсчитать сделанные энергозатраты (табл.4).

Расход энергий и потребление кислорода в зависимости от частоты пульса*

Табл. 4.

Частота и импульсы	Расход энергии, ккал		Потребление кислорода мл/мин	Частота пульса	Расход энергии, ккал		Потребление кислорода, мл/мин
	За 1 мин	За 20 мин			За 1 мин	За 20 мин	
70	1,2	24	3,5	130	8,8	176	24,5
75	1,7	34	4,2	135	9,4	188	26,3
80	2,0	40	6,0	140	10,0	200	28,0
85	2,4	48	7,2	145	10,7	214	29,8
90	2,8	56	8,3	150	11,3	226	31,5
95	3,2	64	9,5	155	11,9	238	33,3
100	3,5	70	10,5	160	12,5	250	35,0
105	4,5	90	13,3	165	13,1	262	36,8
110	5,5	110	16,3	170	13,8	275	38,5
115	6,5	130	18,5	175	14,4	288	40,3
120	7,5	150	21,0	180	15,0	300	40,2
125	8,2	164	22,8	Более 180	Более 15	Более 300	

*Данные получены при обследовании нетренированных мужчин

Во время выполнения тренировочных нагрузок энергообеспечение работающих мышц осуществляется тремя способами, в зависимости от интенсивности работы:

- окисление углеводов (гликогена) и жиров при участии кислорода – *аэробное энергообеспечение* (синонимы: окислительное фосфолирование, тканевое дыхание) в 20 раз эффективнее анаэробного энергообразования;
- расщепление гликогена – *анаэробно-гликолитическое энергообеспечение*;
- расщепление креатинфосфата – *анаэробное энергообеспечение*.

Первичным источником энергии для сокращения мышцы является *процесс окисления АТФ*. Данный процесс в мышце может протекать как в *аэробных* условиях (при наличии кислорода), так и в *анаэробных* условиях (*при отсутствии кислорода*). В процессе расщепления АТФ накапливается молочная кислота и происходит сдвиг реакции в кислую сторону, нарушая при этом ферментативные реакции, что может привести к угнетению и дезорганизации обмена веществ и снижению работоспособности мышц.

Аэробное энергообеспечение

Накопленная во время анаэробной деятельности и в процессе длительной работы часть молочной кислоты окисляется до углекислоты и воды, образуемая при этом энергия используется на восстановление оставшихся частей молочной кислоты в глюкозу и гликоген, обеспечивая ресинтез АТФ и креатинфосфата.

Энергия окислительных процессов используется также и для ресинтеза углеводов, необходимых мышце для ее непосредственной деятельности. В целом углеводы дают наибольшее количество энергии для мышечной работы.

Например, при аэробном окислении глюкозы образуются 38 молекул АТФ, при анаэробном распаде углевода образуется лишь 2 молекулы АТФ.

Время развертывания аэробного пути образования АТФ составляет 3–4 мин (у тренированных – до 1 мин), поддержания максимальной мощности при этом составляет десятки минут.

Если в покое скорость аэробного ресинтеза АТФ невысокая, то при физических нагрузках его мощность становится максимальной и при этом аэробный путь может работать часами. Он отличается также высокой экономичностью: в ходе этого процесса идет глубокий распад исходных веществ до конечных продуктов. Кроме того, аэробный путь ресинтеза АТФ отличается универсальностью в использовании субстратов: окисляются все органические вещества организма (аминокислоты, белки, углеводы, жирные кислоты, кетоновые тела и др.).

Однако аэробный способ ресинтеза АТФ имеет и недостатки:

1) он требует потребления кислорода, доставка которого в мышечную ткань обеспечивается дыхательной и сердечно-сосудистой системами, что, естественно, связано с их напряжением;

2) любые факторы, влияющие на состояние и свойство мембран митохондрий, нарушают образование АТФ;

3) развертывание аэробного образования АТФ продолжительно во времени и невелико по мощности.

При работе максимальной, субмаксимальной и большой интенсивности (мощности), например, при беге на короткие и средние дистанции из-за развившейся гипоксии не полностью восстанавливается АТФ, возникает так называемый кислородный долг и накапливается молочная кислота.

Анаэробные механизмы энергообразования

Мышечная деятельность, осуществляемая в большинстве видов спорта, не может полностью быть обеспечена аэробным процессом ресинтеза АТФ, и организм вынужден дополнительно включать анаэробные способы образования

АТФ, имеющие более короткое время развертывания и большую максимальную мощность процесса.

Возвращаясь к анаэробным процессам энергообразования, следует отметить два типа реакций:

1. *Креатинфосфокиназная* – когда осуществляется расщепление креатинфосфата. Однако запасы креатинфосфата в мышцах невелики и это обуславливает быстрое (в течение 2-4 с) угасание этого типа реакции.

2. *Гликолитическая* (гликолиз) – развивается медленнее, в течение 2-3 мин интенсивной работы. Гликолиз начинается с фосфолирования запасов гликогена мышц и поступающей с кровью глюкозы. Энергии этого процесса хватает на несколько минут напряженной работы. Гликолитическая реакция заканчивается образованием молочной кислоты, после чего разворачиваются дыхательные процессы (к 3-5 мин работы), когда начинает окисляться молочная кислота (лактат), образованная в процессе анаэробных реакций.

Окончание интенсивной мышечной деятельности сопровождается снижением потребления кислорода – вначале резко, затем более плавно. В связи с этим выделяют *два компонента кислородного долга*: быстрый (алактатный) и медленный (лактатный). *Лактатный долг* – это то количество кислорода, которое используется после окончания работы для устранения молочной кислоты: меньшая часть окисляется, превращаясь в гликоген. Метаболизм лактата осуществляется в клетках печени и миокарда.

В табл. 5 представлена энергетическая направленность нагрузок и их пульсовая характеристика.

Энергетическая направленность нагрузок

Табл. 5.

Энергетическая направленность нагрузок	ЧСС (в 1 мин.)
Преимущественно аэробные	до 170
Аэробно-анаэробные	от 170 до макс.
Анаэробные гликолитические нагрузки	ЧСС макс.
Анаэробные алактатные	150 – 170 в мин.

При подсчете меняется только возраст. В табл. 6 приведен учет интенсивности аэробной способности (в процентах) в зависимости от возраста.

Частота сердечных сокращений в зависимости от аэробной способности составляет (по В.И. Дубровскому)

Табл. 6.

Аэробная способность в %	Возраст									
	20-29		30-39		40-49		50-59		60-69	
	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж
40	115	122	115	120	115	117	111	113	110	112
60	141	148	138	143	136	138	131	132	127	130
75	161	167	156	160	152	154	145	145	140	142
100	195	198	187	189	178	179	170	171	162	163

Тренировочные нагрузки характеризуются рядом физических и физиологических показателей. К физическим показателям нагрузки относятся количественные признаки выполняемой работы (интенсивность и объем, скорость и темп движений, величина усилия, продолжительность, число повторений). Физиологические параметры характеризуют уровень мобилизации функциональных резервов организма (увеличение ЧСС, ударного объема крови, минутного объема). В зависимости от типа тренировочных нагрузок, их интенсивности и характера физиологических сдвигов в организме человека выделяют зоны интенсивности нагрузки:

1-я зона интенсивности – аэробная восстановительная («фоновые нагрузки»: разминка, заминка, восстановительные занятия);

2-я зона интенсивности – аэробная развивающая;

3-я зона интенсивности – смешанная аэробная-анаэробная;

4-я зона интенсивности – анаэробно-гликолитическая;

5-я зона интенсивности – анаэробно-алактаная.

Первая зона интенсивности. Аэробная восстановительная

Тренировочные нагрузки в этой зоне интенсивности используются как средства восстановления после тренировок с большими и значительными

нагрузками, после соревнований, в переходном периоде. Этой зоне соответствуют и так называемые «фоновые нагрузки».

Интенсивность выполняемых упражнений умеренная (около порога аэробного обмена). Частота сердечных сокращений (ЧСС) – 130-140 ударов в минуту. Уровень кислородного потребления 50-60% от МПК (максимального потребления кислорода). Продолжительность работы от 20-30 минут до 1 часа. Основные источники энергии (биохимические субстраты) – углеводы (гликоген) и жиры.

Вторая зона интенсивности. Аэробная развивающая

Тренировочная нагрузка в этой зоне интенсивности применяется для выполнения упражнений большой продолжительности с умеренной интенсивностью. Такая работа необходима для увеличения функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы, а также для поднятия уровня общей работоспособности.

Интенсивность выполняемых упражнений – до уровня порога анаэробного обмена: ЧСС -140-160 уд/мин, уровень потребления кислорода от 60 до 80% от МПК.

Скорость передвижения в циклических упражнениях 50-80% от максимальной скорости (на отрезке, продолжительностью 3-4 секунды, преодолеваемого с хода с максимально возможной скоростью в данном упражнении). Биоэнергетическое вещество – гликоген.

При выполнении тренировочных нагрузок в этой зоне интенсивности применяется непрерывный и интервальный метод. Продолжительность работы при выполнении тренировочной нагрузки непрерывным методом составляет до 2-3 часов и более. Для повышения уровня аэробных возможностей широко используется непрерывная работа с равномерной и переменной скоростью.

Непрерывная работа с переменной интенсивностью предполагает чередование малоинтенсивного отрезка (ЧСС=140-145 уд/мин.) и интенсивного отрезка (ЧСС =160-170 уд/мин.).

Применяя интервальный метод, продолжительность отдельных упражнений может составлять от 1-2 мин. До 8-10 мин. Интенсивность отдельных упражнений можно определить по ЧСС (к концу выполняемого упражнения ЧСС должна быть 160-170 уд/мин.). Продолжительность интервалов отдыха также регламентируется по ЧСС (к концу паузы отдыха ЧСС должна быть 120-130 уд/мин.). Применение интервального метода очень эффективно для увеличения способности к максимально быстрому разворачиванию функциональных возможностей систем кровообращения и дыхания. Это объясняется тем, что методика проведения интервальной тренировки предполагает частую смену интенсивной работы пассивным отдыхом. Поэтому на протяжении одного занятия многократно «включаются» и активизируются до около предельных величин деятельность систем кровообращения и дыхания, что способствует укорочению процесса выработки.

Непрерывный метод тренировки способствует совершенствованию функциональных возможностей кислородтранспортной системы, улучшению кровоснабжения мышц. Применение непрерывного метода обеспечивает развитие способности к длительному удержанию высоких величин потребления кислорода.

Третья зона интенсивности. Смешанная аэробная-анаэробная

Интенсивность выполняемых упражнений должна быть выше скорости порога анаэробного обмена (ПАНО), ЧСС = 160-180 уд/мин. Уровень потребления кислорода приближается к максимальному (МПК). Скорость выполнения циклических упражнений – 85-90% от максимальной скорости. Основное биоэнергетическое вещество – гликоген (его окисление и расщепление).

При выполнении работы в этой зоне, наряду с максимальной интенсификацией аэробной производительности, происходит значительная интенсификация анаэробно-гликолитических механизмов энергообразования.

Основные методы тренировки: непрерывный метод с равномерной и переменной интенсивностью и интервальный метод. При выполнении работы интервальным методом, продолжительность отдельных упражнений составляет от 1-2 мин. до 6-8 мин. Интервалы отдыха регламентируются по ЧСС (в конце паузы отдыха ЧСС –120 уд/мин.) или до 2-3 мин. Продолжительность работы в одном занятии до 1-1,5 часов.

Четвертая зона интенсивности. Анаэробно-гликолитическая

Интенсивность выполняемых упражнений составляет 90-95% от максимально доступной. ЧСС свыше 180 уд/мин. Упражнения, направленные на повышение возможностей гликолиза должны выполняться при высоком кислородном долге.

Решению этой задачи способствует следующая методика: выполнение упражнений с субмаксимальной интенсивностью с неполными или сокращенными интервалами отдыха, при которых очередное упражнение выполняется на фоне недовосстановления оперативной работоспособности.

Выполнение упражнений в этой зоне интенсивности может быть только интенсивным (или интервально-серийным). Продолжительность отдельных упражнений от 30 секунд до 2-3 минут. Паузы отдыха неполные или сокращенные (40-60 сек.).

Суммарный объем работы в одном занятии до 40-50 минут. Основное биоэнергетическое вещество – гликоген мышц.

Пятая зона интенсивности. Анаэробно-алактатная

Для повышения анаэробно-алактатных возможностей (быстроты, скоростных способностей) применяются упражнения продолжительностью от 3 до 15 секунд с максимальной интенсивностью. Показатели ЧСС в этой зоне интенсивности не информативны, так как за 15 секунд сердечно-сосудистая и дыхательная системы не могут выйти на свою даже околомаксимальную оперативную работоспособность.

Скоростные способности в основном лимитируются мощностью и емкостью креатинфосфатного механизма. Основное биоэнергетическое вещество – креатинфосфат.

При выполнении упражнений в этой зоне интенсивности, несмотря на кратковременность выполняемых упражнений (до 15 сек.), интервалы отдыха должны быть достаточными для восстановления креатинфосфата в мышцах (полные интервалы отдыха). Продолжительность пауз отдыха, в зависимости от продолжительности упражнения, составляет от 1,5 до 2-3 минут.

Тренировочная работа должна выполняться серийно-интервально: 2-4 серии, в каждой серии по 4-5 повторений. Между сериями отдых должен быть более продолжительный – 5-8 минут, который заполняется малоинтенсивной работой. Потребность в более продолжительном отдыхе между сериями объясняется тем, что запасы креатинфосфата в мышцах невелики и к 5-6 повторению они в значительной мере исчерпываются, а в процессе более продолжительного между серийного отдыха они восстанавливаются.

Продолжительность тренировочной работы в одном занятии в этой зоне интенсивности – до 40-50 минут.

4.3. Оптимальный пульс для сжигания жира при физической нагрузке

Жиросжигающий режим – это 60-80% от максимальной ЧСС. Соответственно даже легкая гимнастика и пробежка помогут сжигать жир.

Анаэробные тренировки (штанга, гантели) больше помогут нарастить мышцы, чем избавиться от скопления жира.

Если цель у занимающегося только похудеть, то частота сердечного ритма должна не выходить из аэробной зоны и не опускаться до терапевтической зоны пульса. Уровень интенсивности тренировок и соответствующее содержание тренировки отражено в табл. 7.

Зоны частоты сердечных сокращений

Табл. 7.

Интенсивность тренировок	Содержание тренировки
Низкая и средняя интенсивность тренировок (55-75% ЧСС) – «жиросжигающая зона»	Во время тренировки с низкой и средней интенсивностью (бег и велосипед в умеренном темпе, ходьба) тело берёт энергию из жировых запасов (в основном). Поэтому эту зону ЧСС называют «жиросжигающей», несмотря на то, что нагрузка минимальна и ЧСС только немного выше нормы.
Высокая интенсивность кардиотренировки (70-85% ЧСС) – аэробная зона	В этой зоне только 50% энергии тело берет из жира, остальное гликоген (углеводы) из печени и мышц. Высокоинтенсивные тренировки сжигают больше калорий, укрепляют сердечно-сосудистую систему, раскручивают обмен веществ.
Максимальная интенсивность тренировки (более 85% ЧСС) – анаэробная зона	При максимальной частоте сердечных сокращений только 15% энергии – из жира. Но расход калорий максимален, а метаболизм повышается на ближайшие 24-48 часов. Пример таких тренировок – спринты (бег с предельной ЧСС, максимальная нагрузка).

Терапевтическая зона (55-65% от максимальной ЧСС) – снижение холестерина в крови, укрепление сердца и развитие дыхания (зона рекомендована для разминки в начале и конце тренировки).

Низкая зона (65-75% от максимальной ЧСС) – в таком режиме через 30 минут занятий начинается сжигание жира.

Аэробная зона (70-80% от максимальной ЧСС) – растет выносливость организма, активнее сжигается жир.

Анаэробная зона (80-90% от максимальной ЧСС) – начинается набор мышечной массы, «прокачивается» общая выносливость тела.

Зоны кардиорежима и сжигания жира отражена на рис. 8.

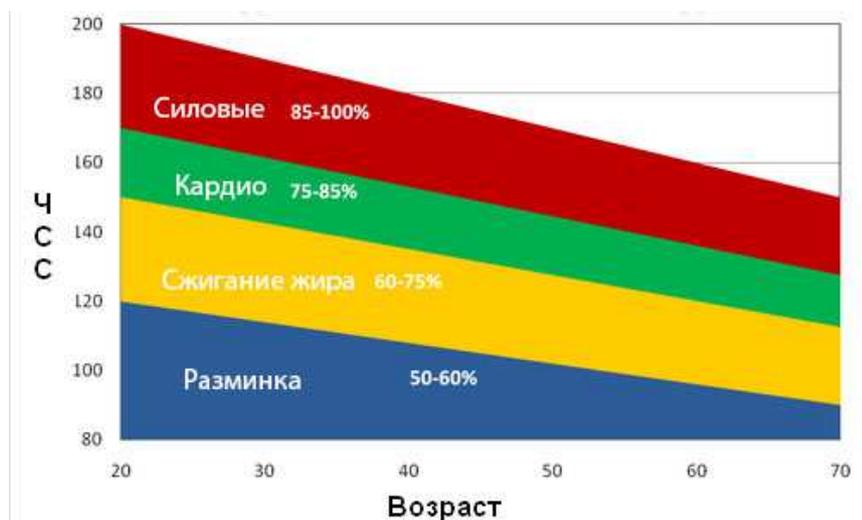


Рис. 8. Зоны кардиорежима и сжигания жира

Формула Карвонена. Одним из главных вопросов кардио-тренинга является – какова должна быть интенсивность аэробного тренинга, чтобы сжечь максимальное количество жира.

Существует научное доказательство, что на низком пульсе организм черпает энергию преимущественно из жиров.

Как известно, результативность тренировок напрямую зависит от их интенсивности. Чем выше интенсивность, тем быстрее достигается нужный результат. Однако, это верно лишь до определенной степени, так как существует ограничение в скорости восстановления после нагрузок. Не каждый человек способен без предварительной подготовки подвергнуть себя высокоинтенсивной тренировке. Соответствие частоты пульса и использования углеводов и жиров отражено в табл. 8.

Соответствие частоты пульса и использования углеводов и жиров

Табл. 8.

Частота пульс	Используются углеводы,%	Используются жиры,%
70- 80	15- 25	75- 85
124	65	35
142	74	26
159	90	10

Расчет рабочего пульса по формуле Карвонена. Несмотря на то, что научной точностью метод Карвонена не обладает, он очень удобен при повседневных занятиях оздоровительным бегом, ходьбой, плаванием и т.д. Если основная цель ваших занятий снижение веса, то необходимо заниматься на пульсе 60 – 80 % от максимального. Вот для того, чтобы высчитать ЧСС для занятий, нам и понадобится формула Карвонена, где: ЧССр – это пульс, рекомендуемый для кардиотренировки; ЧССп – это пульс в покое (его измерять необходимо утром после пробуждения или спустя 15 минут полного покоя).

$$\text{ЧССр} = [(220 - \text{возраст}) - \text{ЧССп}] \times \text{ИТН} + \text{ЧССп}$$

ИТН – это интенсивность планируемой нагрузки, т.е. в нашем случае от 60 % до 80 %. В формуле вместо % используем коэффициент от 0,6 до 0,8.

Максимальную ЧСС принято рассчитывать по формуле $220 - \text{возраст}$, поэтому в формуле мы учитываем возраст.

Пример расчета рабочего пульса по формуле Карвонена

Предположим нам необходимо рассчитать рабочий пульс для девушки 20 лет, которой рекомендовано заниматься оздоровительным бегом. *Рассчитаем верхнюю и нижнюю границу, т.е. 60% и 80% от максимума.*

$\text{ЧСС}_{\text{ср}} = [(220 - 20) - 70] \times 0,6 + 70 = 148$ уд/мин. Такой пульс будет составлять нижнюю границу.

$\text{ЧСС}_{\text{ср}} = [(220 - 20) - 70] \times 0,8 + 70 = 174$ уд/мин. Такой пульс будет составлять верхнюю границу.

Таким образом, для эффективного снижения веса необходимо заниматься на пульсе 148-174 уд/мин.

Необходимо помнить, что повышать ЧСС нужно постепенно, начинать тренировки можно с пульса 140-150 уд/мин.

Измерение пульса производят спустя 3-5 минут после начала кардиотренировки, затем по мере необходимости или по самочувствию.

Можно измерить ЧСС за 15 секунд и умножить на 4, получим пульс за минуту.

Рекомендуемое время тренировки для получения жиросжигающего эффекта 30-40 минут.

Кстати, чтобы определить, как ваш организм переносит нагрузки, проведите тест Купера – это очень удобная функциональная проба для оценки физического состояния организма.

Карвонен неоднократно упоминал о ее условности и антинаучности. Но, тем не менее, формула прижилась и используется для расчета максимума частоты пульса, хотя абсолютно ясно, что максимум пульса – производная не от возраста, а от тренированности.

4.4. Мониторинг сердечных сокращений как контроль за уровнем физических нагрузок

Для непрерывного измерения частоты сердечных сокращений используются специальные мониторы. Принцип работы современных мониторов основан на регистрации биоэлектрической активности сердца. Портативные мониторы пульса используются спортсменами во время занятий, спортивных тренировок, физкультурниками во время самостоятельных тренировок, больными по лечебной физической культуре, и пр. Один класс мониторов используется для непрерывной регистрации ЧСС во время выполнения физической нагрузки, а второй – регистрирует ЧСС только при выполнении определенных конкретных упражнений.

Портативный монитор состоит из электродов и передающего устройства, накладываемых на грудную клетку в виде пояса, и воспринимающего устройства в виде часов, закрепленных на руке.

Монитор ЧСС создает помехи для работы кардиостимуляторов, инсулиновых насосов или других, встроенных в организм аппаратов, поэтому перед использованием монитора ЧСС следует проконсультироваться со врачом.

Более современные мониторы пульса записывают зарегистрированные во время выполнения физической нагрузки значения ЧСС в память. Запись может производиться от одного сердечного сокращения до другого сокращения (по величине R-R интервала электрокардиограммы) или в течение разных временных интервалов (1, 2, 5, 15 или 60 секунд).

Оптимальным периодом регистрации ЧСС является интервал в 5 секунд, поскольку изменения за этот период времени адекватно отражают изменения, происходящие в организме под воздействием физической нагрузки. Такой временной период регистрации значений ЧСС позволяет записывать в память данные нескольких тренировок.

Более продолжительные временные отрезки записи (15 или 60 секунд) используются при регистрации ЧСС в течение длительного периода времени:

12 часов при определении величины дневной нагрузки, 24 часов при определении суточной нагрузки или за более продолжительное время при занятиях экстремальными видами спорта. Такой вариант записи используют спортсмены в тех случаях, когда отсутствует возможность обновить объем памяти монитора путем переноса информации в компьютер.

С точки зрения ведения тренировочного процесса, различают два уровня контроля значений ЧСС:

- текущий контроль частоты сердечных сокращений *в процессе тренировки* за выполнением предписанной интенсивности физической нагрузки;
- анализ зарегистрированных значений ЧСС *после проведенной тренировки* для оценки качества, продолжительности и нагрузочной выполняемости тренировки и ее отдельных частей.

Использование монитора ЧСС при проведении тренировки позволяет в реальном режиме следить за динамикой значений частоты сердечных сокращений.

Для достижения конкретной цели тренировки на мониторе перед тренировочным занятием задаются соответствующие контрольные границы ЧСС тренировочных зон. Запрограммированный на мониторе промежуток значений ЧСС для тренировочного занятия называется контрольным диапазоном. При выдохе значений ЧСС за пределы контрольных границ заданной зоны монитор выдает звуковой или световой сигнал. Заметив сигнал, занимающийся может изменить величину или интенсивность тренировочной нагрузки, чтобы выполнять нагрузку в заданном контрольном диапазоне.

Поскольку на протяжении одной тренировки могут решаться разные задачи, то на мониторе можно запрограммировать несколько зон разными контрольными диапазонами.

Использование контрольного диапазона очень важно при проведении лечебной физической культуры, особенно с лицами, имеющими патологию со стороны сердечнососудистой системы.

Нижняя граница частоты сердечных сокращений чаще используется пациентами с избыточным весом тела для усиления их мотивации к выполнению двигательной деятельности и стимуляции повышения двигательной активности.

Зарегистрированные в памяти монитора значения частоты сердечных сокращений отражаются в цифровом виде на экране монитора. Более детальный и эффективный анализ значений пульсометрии проводится после переноса данных в компьютер и анализа с помощью соответствующих программ.

Использование мониторов пульса в условиях соревнований разрешено в большинстве видов спорта, кроме тех, где ношение воспринимающего устройства на руке травмоопасно (баскетбол, футбол, бокс и т. д.).

Тренировка с помощью монитора ЧСС

При тренировке спортсменов контроль за выносливостью рекомендуется осуществлять по пяти зонам ЧСС, имеющим специфические отличия по воздействию на функциональные системы организма и их работоспособность. По данным пульсометрии определяют пять функционально обусловленных зон ЧСС:

- исходную,
- восстановительную,
- основную тренировочную,
- соревновательную,
- предельную зоны.

Характеристика зон

Исходная зона определяется спортсменом перед началом тренировки в стандартных условиях (в спокойном состоянии сидя или стоя) в течение 3-5 минут. В норме у спортсменов ЧСС перед тренировкой в стандартном положении сидя находится в пределах 40-70 ударов в минуту.

В восстановительной зоне спортсмены на выносливость применяли только медленный непрерывный бег на частоте пульса 130-140 ударов в минуту продолжительностью от 30 минут и более.

Основная тренировочная зона ЧСС у спортсменов на выносливость имеет самый широкий пульсовый диапазон – от 140 до 184 ударов в минуту. Это связано с различными тренировочными методами, применяющимися в данной зоне: непрерывно – длительный бег с различной скоростью и продолжительностью, интервальный и повторный метод, а также другие методы тренировки.

На мониторе устанавливается диапазон ЧСС в границах 140-150 ударов в минуту. В таком режиме спортсмен должен бежать, условно, 2 часа 30 минут. Следует отметить, что в этом режиме спортсмены обычно проводят разминку перед основной тренировкой, при этом ЧСС связана с продолжительностью бега обратной зависимостью – чем больше частота пульса, тем меньше общее время нагрузки. Следует отметить, контроль за ЧСС позволяет управлять тренировочным процессом, реально отражает отрицательное влияние на тренировочный процесс таких сбивающих факторов, как погодные условия, профиль трассы, психологический стресс.

По данным пульсометрии можно определить правильно ли испытуемый подобрал скорость бега на каждом конкретном участке, не допустил ли перенапряжения организма.

Соревновательная зона ЧСС имеет показатели частоты сердечных сокращений на уровне 185-204 ударов в минуту и более. Следует отметить, что каждой конкретной соревновательной дистанции у одного и того же спортсмена соответствует своя специфическая динамика ЧСС, для которой характерно, что достигнутый спортсменом соревновательный пульс на короткой дистанции (например, на 800 м) удерживается и на более длинных (1500, 3000, 5000, 10000 м.). Это, видимо, связано с тем, что соревновательная скорость бега на длинной дистанции ниже, чем на короткой.

Предельная зона ЧСС характеризуется самой высокой текущей тренировочной ЧСС, которая в наших исследованиях достигала уровня 205-210 ударов в минуту и более. Предельным считается такой пульс, при котором сердце спортсмена работает на максимуме своих возможностей и уже не может сокращаться чаще. В этом режиме оно не в состоянии полностью удовлетворять запросы организма по кровоснабжению работающих мышц.

Дозирование физической нагрузки

После определения исходного пульса (ЧСС покоя) следует определить пульсовую диапазон соревновательной зоны путем фиксации с помощью монитора динамики своего пульса, как на основной соревновательной дистанции, так и на смежных.

Затем следует определить пульсовую диапазон своей восстановительной зоны при беге в медленном темпе. Пульсовую диапазон основной тренировочной зоны находится в интервале между соревновательной и восстановительной зонами.

Зафиксировав с помощью монитора сердечного ритма весь пульсовую режим отдельной тренировки, можно определить степень напряженности тренировочной нагрузки.

При планировании отдельного занятия или определенного тренировочного цикла необходимо время нахождения спортсмена в соревновательной зоне, так как физиологические, психологические, генетические и медицинские закономерности не позволяют спортсменам ежедневно тренироваться на выносливость с соревновательной нагрузкой.

Абсолютно здоровый человек справляется с максимальными и даже запредельными нагрузками. Занятия спортом здорового человека повышают его работоспособность, запас жизненной, физической энергии.

Самочувствие довольно точно отражает изменения, происходящие в организме под влиянием занятий физическими упражнениями. Очень важно при самостоятельных занятиях знать признаки чрезмерной нагрузки.

Если нагрузка в занятиях является чрезмерной, превышает возможности организма, постепенно накапливается утомление, появляется бессонница или повышается сонливость, головная боль, потеря аппетита, раздражительность, боль в области сердца, отдышка, тошнота, то в этом случае необходимо снизить нагрузку или временно прекратить занятия.

При дозировании физической нагрузки, регулировании интенсивности ее воздействия на организм необходимо учитывать следующие факторы:

- количество повторений упражнения, чем большее количество раз повторяется упражнение, тем больше нагрузка, и наоборот;
- амплитуда движений; с увеличением амплитуды нагрузка на организм возрастает;
- исходное положение, из которого выполняется упражнение, существенно влияет на степень физической нагрузки: изменение формы и величины опорной поверхности при выполнении упражнений (стоя, сидя, лежа), применение исходных положений, изолирующих работу вспомогательных групп мышц (с помощью гимнастических снарядов и предметов), усиливающих нагрузку на основную мышечную группу и на весь организм, изменение положения центра тяжести тела по отношению к опоре;
- величина и количество участвующих в упражнении мышечных групп: чем больше мышц участвует в выполнении упражнения, чем они крупнее по массе, тем значительнее физическая нагрузка;
- темп выполнения упражнений может быть медленным, средним, быстрым: в циклических упражнениях, например, большую нагрузку дает быстрый темп, в силовых – медленный темп;
- степень сложности упражнения зависит от количества участвующих в упражнении мышечных групп и от координации их деятельности; сложные упражнения требуют усиленного внимания, что создает значительную эмоциональную нагрузку и приводит к более быстрому утомлению;

- степень и характер мышечного напряжения; при максимальных напряжениях мышцы недостаточно снабжаются кислородом и питательными веществами, быстро нарастает утомление; трудно долго продолжать работу и при быстром чередовании мышечных сокращений и расслаблений, так как это приводит к высокой подвижности процессов возбуждения и торможения в коре головного мозга и к быстрому утомлению;

- мощность мышечной работы (количество работы в единицу времени) зависит от времени ее выполнения, развиваемой скорости и силы при движении, чем больше мощность, тем выше физическая нагрузка;

- продолжительность и характер пауз отдыха между упражнениями. Более продолжительный отдых способствует более полному восстановлению организма; по характеру паузы отдыха могут быть пассивными и активными. При активных паузах, когда выполняются легкие упражнения разгрузочного характера или упражнения в мышечном расслаблении, восстановительный эффект повышается.

Учитывая перечисленные факторы, можно уменьшать или увеличивать суммарную физическую нагрузку в одном занятии и в серии занятий в течение продолжительного периода времени.

Вопросы к 4 главе:

1. Назовите основные отличия энергообеспечения работающих мышц во время выполнения тренировочных нагрузок?
2. При каком уровне энергообеспечения происходит окисление углеводов, жиров и белков?
3. Какова зависимость между ЧСС и расходом углеводов при нагрузке?
4. Какой темп в циклических упражнениях дает наибольшую нагрузку – быстрый или медленный темп?
5. От чего зависит мощность мышечной работы?

6. Как влияет амплитуда движений на нагрузку организма?
7. Рассчитайте свою пульсовую нагрузку, при которой будет идти эффективное сжигание жиров.
8. Запрограммируйте монитор ЧСС на разминочный тренировочный режим.
9. Запрограммируйте монитор ЧСС на соревновательный и спортивный режимы.

Глава 5. Функциональные пробы и тесты, связанные с ЧСС

К числу простых и косвенных методов определения физической работоспособности относят функциональную пробу Руфье и ее модификацию – пробу Руфье – Диксона, в которых используются значения частоты сердечных сокращений в различные по времени периоды восстановления после относительно небольших нагрузок.

5.1. Проба Руфье, тест Руфье-Диксона

Тест Руфье-Диксона позволяет быстро проверить состояние Вашего сердца, а также степень нервного и физического переутомления. Проба Руфье-Диксона представляет собой нагрузочный комплекс, предназначенный для оценки работоспособности сердца при физической нагрузке.

Проба Руфье. У испытуемого, находящегося в положении лежа на спине в течение 5 мин, определяют число пульсаций за 15 с (P1); затем в течение 45 с испытуемый выполняет 30 приседаний. После окончания нагрузки испытуемый ложится, и у него вновь подсчитывается число пульсаций за первые 15 с (P2), а потом – за последние 15 с первой минуты периода восстановления (P3).

Оценку работоспособности сердца производят по формуле:

$$\text{Индекс Руфье} = (4 \cdot (P1 + P2 + P3) - 200) / 10$$

Результаты оцениваются по величине индекса от 0 до 15. Меньше 3 – хорошая работоспособность; 3-6 – средняя; 7-9 – удовлетворительная; 10-14 – плохая (средняя сердечная недостаточность); 15 и выше (сильная сердечная недостаточность).

$$\text{Индекс Руфье-Диксона} = ((4 \cdot P2 - 70) + 4 \cdot (P3 - P1)) / 10$$

Полученный индекс Руфье-Диксона расценивается как: хороший - 0,1-5; средний – 5,1-10; удовлетворительный – 10,1-15; плохой – 15,1-20.

5.2. Гарвардский степ-тест

Эта проба была разработана в Гарвардской лаборатории по изучению утомления под руководством D. W. Dilla (1936). Тест заключается в подъемах на скамейку высотой 50,8 см с частотой 30 раз в 1 мин. Если испытуемый утомится и не сможет поддерживать заданный темп, подъемы прекращаются и тогда фиксируется продолжительность работы в секундах до момента снижения темпа. Однако длительность упражнения не должна превышать 5 мин.

Каждый подъем выполняется на 4 счета (лучше под метроном):

- раз – одной ногой на ступеньку,
- два – другой,
- три – одной ногой на пол,
- четыре – другой.

Высота ступеньки и длительность нагрузки зависят от пола, возраста и величины поверхности тела.

Сразу после прекращения упражнения у испытуемого, находящегося в положении сидя, измеряют ЧСС. Число пульсации подсчитывается в интервалах между 1 мин и 1 мин 30 с (P1), между 2 мин и 2 мин 30 с (P2) и

между 3 мин и 3 мин 30 с (P3) восстановительного периода. По продолжительности выполненной работы и количеству ударов пульса вычисляют индекс (ИГСТ), позволяющий судить о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы. ИГСТ рассчитывается по полной или сокращенной формуле:

$$\text{ИГСТ} = t \times 100 / (P1 + P2 + P3) \times 2$$

где t – время восхождения (в сек); P1, P2 и P3 – частота пульса за 1, 2 и 3 мин восстановления (подсчитывается в первые 30 с каждой минуты).

Существует также упрощенная формула индекса гарвардского степ-теста, применяемая при массовых обследованиях:

$$\text{ИГСТ} = t \times 100 / f \times 5,5$$

где t – время восхождения в секундах, f – частота сердечных сокращений (ЧСС).

Для проведения теста понадобится только секундомер.

5.3. Тест Конкони

Анаэробный порог – величина хрупкая и может значительно изменяться по ходу сезона. Для определения уровня ПАНО или анаэробного порога в полевых условиях используется тест Конкони. Старый добрый тест, разработанный в начале 80-х годов итальянским профессором Конкони. К сожалению, проведение теста сложнее нежели проведение Купера и его погрешность гораздо выше. К тому же только у 2/3 спортсменов он даёт достоверные результаты.

Принцип теста Конкони основывается на зависимости роста кривой ЧСС с ростом скорости. По достижении спортсменом своего анаэробного порога на кривой ЧСС появляется так называемая точка преломления – ТП. В этом случае

на кривой ЧСС прирост пульса становится несоразмерным увеличению скорости.

Суть теста заключается в том, что скорость бега возрастает каждые 200 метров, до тех пор пока спортсмен не останавливается от утомления. Далее выстраивается график на который наносится кривая ЧСС по отношению к скорости бега. Визуально определяется точка преломления (ТП).

Определение анаэробного порога в таком случае сводится к определению ЧСС и скорости на которых возникает точка преломления, то есть ЧСС и скорость на уровне точки преломления (ТП) равны уровню анаэробного порога (АнП).

В оригинальном исследовании в качестве подопытных использовались члены сборной Италии по легкой атлетике. В общей сложности порядка 60 спортсменов, у которых закономерность возникновения точки преломления (ТП) напрямую коррелировала с уровнем анаэробного порога (АнП). Действительно у квалифицированных спортсменов ТП видна на кривой ЧСС достаточно хорошо, чего к сожалению не скажешь о любителях.

Занятия бегом можно начать, определив сначала свои исходные кондиции. Зная свои функциональные параметры, регулярно проходя тест Купера, можно отслеживать развитие своей спортивной работоспособности.

Использование ЧСС для направленного развития двигательных качеств на примере определения точки отклонения по Конкони. Тест Конкони базируется на том, что при определенной интенсивности выполнения работы линейная зависимость между интенсивностью работы и ЧСС нарушается и можно графически выявить индивидуальную точку отклонения (нарушение линейности).

ЧСС, которая отмечается в этой точке, указывает на максимальный уровень интенсивности нагрузки, обеспечиваемой преимущественно аэробным путем. Выше этого уровня прогрессивно включаются анаэробные механизмы и наступает утомление (рис. 9).

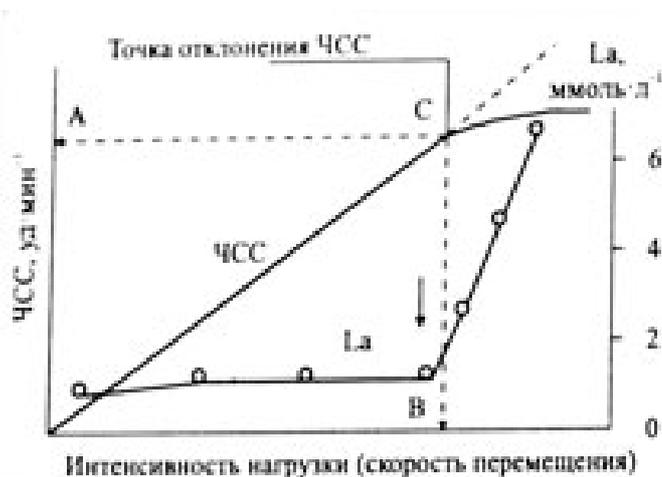


Рис. 9. Схематическое изображение принципа метода Конкони

Точка отклонения, по Конкони, близка к физиологическому понятию ПАНО, характеризующему предельную интенсивность нагрузки, при которой работа может выполняться относительно продолжительное время в устойчивом состоянии, без прогрессивного наращивания концентрации лактата в крови.

ЧСС точки отклонения индивидуальна и связана с состоянием спортсмена, уровнем тренированности, периодом годового цикла подготовки. Во всех случаях, исследуя ЧСС точки отклонения для определения интенсивности нагрузок, выбранных в качестве основных тренировочных средств, необходимо проводить тест Конкони для каждого спортсмена не менее одного раза в 3-4 недели.

График Сен Гупта для определения ориентировочно возможного времени непрерывной работы спортсменов циклических видов спорта в режиме заданной ЧСС изображен на рис. 10.

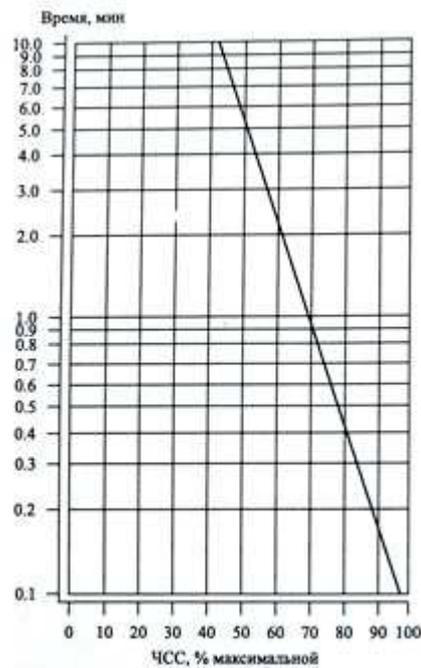


Рис. 10.–График Сен Гупта для определения ориентировочно возможного времени непрерывной работы спортсменов циклических видов спорта в режиме заданной ЧСС

5.4. Формула Карвоненна

Определив ЧСС точки отклонения по тесту Конкони, следует определить необходимое время, в течение которого целесообразно выполнять нагрузки по установленной ЧСС. Это время можно определить, пользуясь формулой Карвоненна и графиком Сен Гупта (рис. 12).

Формула Карвоненна:

$$ИН\% = \frac{(ЧСС_{нагрузки} - ЧСС_{состояния\ покая} * 100)}{(ЧСС_{максимальная} - ЧСС_{состояния\ покая})}$$

Рис. 11 Формула Карвоненна,

где ИН% – интенсивность нагрузки.

Значения величины ИН % по формуле Карвоненна откладывают на оси абсцисс графика Сен Гупта и из этой точки проводят перпендикуляр до

пересечения с нанесенной на шкалу наклоненной линией. Напротив полученной точки по оси ординат находят соответствующее время, ориентировочно возможное для непрерывной работы спортсменов – представителей циклических видов спорта – в заданном режиме ЧСС.

5.5. Оценка физического состояния

Оснащение. Секундомер, весы, ростометр, тонометр для определения уровня артериального давления.

Порядок работы. Измеряются частота пульса, масса тела, рост и уровень артериального давления. Частота пульса определяется в состоянии покоя с помощью секундомера по числу пульсаций лучевой или сонной артерии за 10 с с дальнейшим перерасчетом за 1 мин. Измерение артериального давления производится в положении сидя, при этом манжета тонометра накладывается на плечо и в ней создается давление выше предполагаемого систолического (до 140 мм рт. ст. и более). Постепенно давление в манжете снижается, и с помощью фонендоскопа чуть ниже места сжатия плечевой артерии прослушиваются звуки («тоны Короткова»). Первый тон характеризует систолическое давление, а исчезновение тона – диастолическое.

Обработка результатов. Для оценки уровня физического состояния (УФС) используется формула:

$$\text{УФС} = \frac{(700 - 3 \times \text{ЧСС} - 2,5 \times \text{АД}_{\text{ср}} - 2,7 \times \text{В} + 0,28 \times m)}{(350 - 2,6 \times \text{В} + 0,21 \times h)},$$

где:

ЧСС – частота сердечных сокращений (уд/мин) в состоянии покоя;

АД_{кр} – среднее артериальное давление (определяется как сумма диастолического давления и $\frac{1}{3}$ разности между систолическим и диастолическим давлением);

В – возраст (годы) на момент обследования;

m – масса тела (кг), h – рост (см).

$\text{АД}_{\text{ср.}} = \text{ДАД} + \frac{\text{САД} - \text{ДАД}}{3}$

Полученная величина оценивается в соответствии с данными, приведенными в табл. 9.

Характеристика уровня физического состояния

Табл. 9.

Уровень физического состояния	Мужчины	Женщины
Низкий	0,225-0,375	0,157-0,260
Ниже среднего	0,376-0,525	0,261-0,365
Средний	0,526-0,675	0,366-0,475
Выше среднего	0,676-0,825	0,476-0,575
Высокий	0,826 и выше	0,576 и выше

5.6. Определение адаптационного потенциала

По определению И. И. Брехмана, здоровье представляет собой способность человека сохранять соответствующую возрасту устойчивость в условиях резких изменений триединого потока сенсорной, вербальной и структурной информации. Иными словами, здоровье можно рассматривать как степень выраженности адаптационных (приспособительных) реакций, обусловленных развитием функциональных резервов организма. Р. М. Баевским предложена методика оценки так называемого адаптационного потенциала (АП), отражающего возможности организма к адаптации. Если в результате адаптации организм исчерпал свои резервные возможности, то адаптационный механизм нарушается и появляются устойчивые патологические изменения.

Оснащение. Секундомер, тонометр для определения уровня артериального давления.

Порядок работы. Для оценки адаптационного потенциала измеряются уровень артериального давления и частота сердечных сокращений. По формуле определяется численное значение показателя:

$$\text{АП} = 0,011 \times \text{ЧСС} + 0,014 \times \text{АД}_{\text{сис}} + 0,008 \times \text{АД}_{\text{диаст}} + 0,014 \times \text{В} + 0,009 \times \text{т} - 0,009 \times \text{h} - 0,27,$$

где: ЧСС – частота сердечных сокращений (уд/мин; АД_{сис} и АД_{диаст} – систолическое и диастолическое артериальное давление соответственно),

B – возраст (годы),
 m – масса тела (кг),
 h – рост (см).

Оценка значений адаптационного потенциала отражена в табл. 10.

Характеристика значения адаптационного потенциала

Табл. 10.

Адаптационный потенциал (баллы)	Характер адаптации	Характеристика уровня функционального состояния
Менее 2,1	Удовлетворительная адаптация	Высокие или достаточные функциональные возможности организма
2,11-3,2	Напряжение механизмов адаптации	Достаточные функциональные возможности обеспечиваются за счет функциональных резервов
3,21-4,3	Неудовлетворительная адаптация	Снижение функциональных возможностей организма
Больше 4,3	Срыв адаптации	Резкое снижение функциональных возможностей организма

5.7. Оценка физической работоспособности с помощью 6-моментной функциональной пробы

Порядок работы. Методически эта проба выполняется следующим образом.

Подсчитывается частота сердечных сокращений в состоянии покоя (в положении лежа) за минуту.

Испытуемый встает, и у него подсчитывают частоту сердечных сокращений за вторую минуту пребывания в вертикальном положении.

Разность между величинами ударов пульса в состоянии стоя и лежа умножают на 10.

Испытуемый делает 20 глубоких приседаний в течение 40 с (во время приседания руки энергично вытягиваются вперед, при вставании – опускаются). Подсчитывается ЧСС за первую минуту восстановления.

Подсчитывается ЧСС за третью минуту восстановления.

Итоговая оценка получается благодаря суммированию результатов всех 6 описанных выше пунктов.

При сумме, равной 500 и более, уровень физической работоспособности оценивается как низкий;

- при 450-500 – ниже среднего;
- при 400-450 – средний;
- при 350-400 – выше среднего;
- при сумме, меньшей 350 – высокий.

5.8. Интегральная оценка уровня физического здоровья

Порядок работы. Для оценки уровня физического здоровья учитываются численные значения роста, массы тела, жизненной емкости легких (ЖЕЛ), пульса в состоянии покоя (ЧСС), силы кисти, уровня систолического давления (АД) и время восстановления пульса после функциональной пробы (20 приседаний за 30 с). При этом оценка уровня здоровья осуществляется по следующей градации:

- низкий;
- ниже среднего;
- средний;
- выше среднего;
- высокий.

В этом случае нужно ориентироваться на так называемую шкалу здоровья. Шкала оценки физического здоровья мужчин и женщин отражена в табл. 11 и 12.

Шкала оценки физического здоровья для мужчин

Табл. 11

Показатели	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
Масса тела/рост, г/см	>501 (-2)	451-500 (-1)	<450 (0)	- (-)	- (-)
Ж ЕЛ (мл)/масса (кг) тела, мл/кг	<50 (-1)	51-55 (0)	56-60 (1)	61-65 (2)	>66 (3)
Сила кисти/масса тела, в % (т.е. x100)	<60 (-1)	61-65 (0)	66-70 (1)	71-80 (2)	>80 (3)
ЧСС × АД сист /100 отн. ед.	>111(-2)	95-110 (-1)	85-94 (0)	70-84 (3)	<69 (5)
Время восстановления ЧСС, мин	>3 (-2)	2-3 (1)	1,5-2,0 (3)	1,0-1,5 (5)	<1 (7)
Общая оценка, баллы	<3	4-6	7-11	12-15	16-18

Шкала оценки физического здоровья женщин

Табл. 12

Показатели	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
Масса тела/рост, г/см	451 (-2)	351-450 (-1)	<350 (0)	- (-)	- (-)
Ж ЕЛ (мл)/масса (кг) тела, мл/кг	<40 (-1)	41-45 (0)	46-50 (1)	51-56 (2)	>56 (3)
Сила кисти (кг)/масса тела (кг), в % (т.е. x100)	<40 (-1)	41-50 (0)	51-55 (1)	56-60 (2)	>61 (3)
ЧССх АДсист./100, отн. ед.	>111 (-2)	95-110 (-1)	85-94 (0)	70-84 (3)	<69 (5)
Время восстановления ЧСС, мин	>3 (-2)	2-3 (1)	1,5-2,0 (3)	1,0-1,5 (5)	<1 (7)
Общая оценка, баллы	<3	4-6	7-11	12-15	16-18

5.9. МЕТОДИКА «ФИЗИЧЕСКОЕ ЗДОРОВЬЕ» (ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ)

Инструкция. Попробуйте самостоятельно, без помощи врача, поставить себе хотя бы приблизительный диагноз, оценить свое физическое состояние по ряду важных показателей.

Возраст. Каждый год дает один балл. Если вам 20 лет, вы получаете 20 баллов.

Вес. Нормальный вес условно равен росту в сантиметрах минус 100. За каждый килограмм ниже нормы добавляется 5 баллов, за каждый килограмм выше нормы вычитается 5 баллов. Допустим, что при росте 176 см вы весите 85 кг, тогда по второму показателю вы имеете минус 45 баллов.

Курение. Некурящий получает плюс 30 баллов. За каждую выкуренную сигарету вычитается 1 балл. Если вы выкуриваете в день 20 сигарет, то ваш третий показатель составляет минус 20 баллов.

Выносливость. Если вы ежедневно в течение не менее 12 мин выполняете упражнения на развитие выносливости (бегаете в равномерном темпе, плаваете, гребете, катаетесь на лыжах или на велосипеде, т. е. делаете упражнения, которые наиболее эффективно укрепляют сердечнососудистую систему), вы получаете 30 баллов. Упражняясь 4 раза в неделю, вы набираете 25 баллов, 4 раза – 20, 2 раза – 10 и один раз – 5 баллов. За другие упражнения (комплекс утренней гимнастики, прогулка, различные игры) в этом тесте баллы вам не начисляются. Если же вы вообще не занимаетесь физкультурой, то из общей суммы вычитается 10 баллов. Если к тому же вы ведете малоподвижный образ жизни, то теряете еще 20 баллов.

Пульс в состоянии покоя. Если число сердечных сокращений в состоянии покоя у вас меньше 90 уд./мин, то за каждый удар пульса из этой разницы вы получаете один балл. Например, при частоте пульса 72 уд./мин – 18 баллов.

Восстановление частоты пульса после нагрузки. После 2-минутного бега (можно на месте) отдохните 4 мин лежа. При частоте пульса, превышающей исходную цифру всего на 10 ударов, вы получаете 30 баллов, на 15 ударов – 15 баллов, а на 20 ударов и более баллы не насчитываются.

Подсчитывается общая сумма баллов по всем показателям. Полученным результатам соответствуют следующие рекомендации:

Не более 20 баллов: целесообразно обратиться к врачу, чтобы проверить свое здоровье, а также попытаться сбросить лишний вес, пересмотреть свои привычки, начать заниматься физическими упражнениями.

21–60 баллов: следует уделить серьезное внимание борьбе с имеющимися у вас факторами риска (лишним весом, курением, малой физической активностью).

61–100 баллов: результат неплохой, не снижайте интенсивности, развивая выносливость.

Свыше 100 баллов: ваше здоровье отличное, у вас хорошие резервы выносливости и сопротивляемости болезням. Продолжайте в том же духе.

5.10. Ортостатическая проба

Служит для характеристики функциональной полноценности рефлекторных механизмов регуляции гемодинамики и оценки возбудимости центров симпатической иннервации. У обследуемого после 5-минутного пребывания в положении лежа регистрируют частоту сердечных сокращений. Затем по команде обследуемый спокойно (без рывков) занимает положение стоя. Пульс подсчитывается на 1-й и 3-й минуте пребывания в вертикальном положении, кровяное давление определяется на 3-й и 5-й минуте. Оценка пробы может осуществляться только по пульсу или по пульсу и артериальному давлению. Оценка ортостатической пробы отражена в табл. 13.

Оценка ортостатической пробы

Табл. 13

Показатели	Переносимость пробы		
	хорошая	удовлетворительная	неудовлетворительная
Частота сердечных сокращений	Учащение не более чем на 11 уд.	Учащение на 12-18 уд.	Учащение на 19 уд. и более
Систолическое давление	Повышается	Не меняется	Снижается в пределах 5–10 мм рт. ст.
Диастолическое давление	Повышается	Не изменяется или несколько повышается	Повышается
Пульсовое давление	Повышается	Не изменяется	Снижается
Вегетативные реакции	Отсутствуют	Потливость	Потливость, шум в ушах

Клиностатическая проба – переход из положения стоя в положение лежа. В норме отмечается замедление пульса, не превышающее 6–10 уд/мин. Более резкое замедление пульса указывает на повышенный тонус парасимпатической нервной системы.

Центильные интервалы для юношей (ю) и девушек (д) 18 лет по показателям ЧСС в покое, ортостатической и клинортостатической пробе отражены в табл.14.

Центильные интервалы для юношей (ю) и девушек (д) 18 лет по Чекаловой Н.Г. (НижГМА, 2010)

Табл.14.

Показатели	Центили									
	низкое		ниже среднего		среднее		выше среднего		высокое	
	ю	д	ю	д	ю	д	ю	д	ю	д
Ортостатическая проба, ЧСС (Δ за мин)	6,2	7,4	8,5	10,1	14,4	14,3	16,5	23,6	22,7	25,9
Клиноортостатическая проба, ЧСС (Δ за мин)	6	5	10	8	12	13	15	15	19	19
ЧСС (уд. в мин)	61	65	69	74	75	75	76	86	78	91

Вопросы к 5 главе:

1. Оцените работоспособность вашего сердца при физической нагрузке, используя формулу пробы Руфье.
2. Оцените свое физическое состояние по уровню *физического* состояния .
3. Определение уровень собственного адаптационного потенциала.
4. Оцените свою физическую работоспособность с помощью 6-моментной функциональной пробы.
5. Определите интегральную оценку уровня физического здоровья.

Список использованной литературы

1. Вогралик, В.Г. Очерк китайской медицины /В.Г. Вогралик, Э.С. Вяземский. – Москва: Медгаз, 1961. – 76 с.
2. Тур, А.Ф. Детские болезни /А.Ф. Тур, О.Ф. Тарасов, Н.П. Шабалов. – Серия: Учебная литература. Для студентов медицинских институтов. Москва: 1985. – 608 с.
3. <http://www.practical-shooting.ru/workouts/selftraining/vynoslivost-v-prakticeskoistrelbe//>

Андрей Сергеевич Большев
Дмитрий Глебович Сидоров
Сергей Анатольевич Овчинников

ЧАСТОТА СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ.
ФИЗИОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Учебное пособие

Редактор
П.В. Сидоренко

Подписано к печати _____ Формат 60х90 1/16 Бумага газетная. Печать трафаретная
Уч. - изд.л. 4,2. Усл. печ. 4,6. Тираж 300 экз. Заказ № _____
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, 65
Полиграфический центр ННГАСУ, 603950, Нижний Новгород, Ильинская, 65