

**Наймушина Алла Геннадьевна**

профессор кафедры физического воспитания  
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»

**Петрова Юлианна Алексеевна**

доцент кафедры физического воспитания  
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»

доцент



# **Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы**



Как оценить работу сердца?

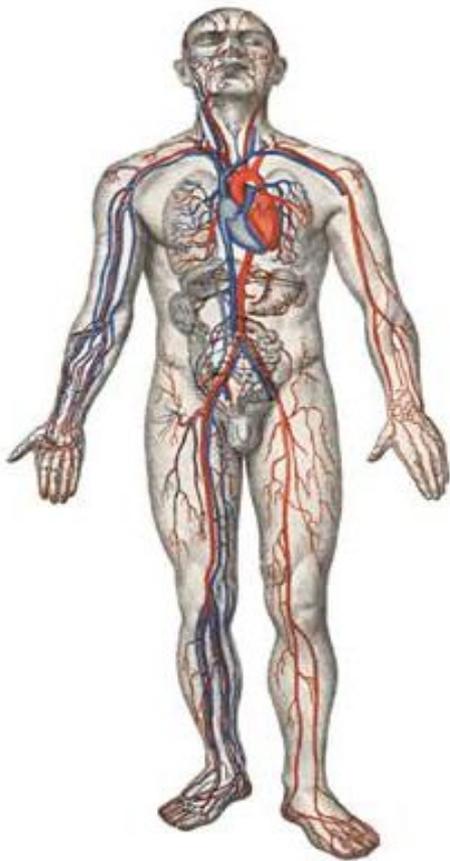
Какие факторы влияют на эффективные тренировки?

# Анатомо-физиологические особенности ССС

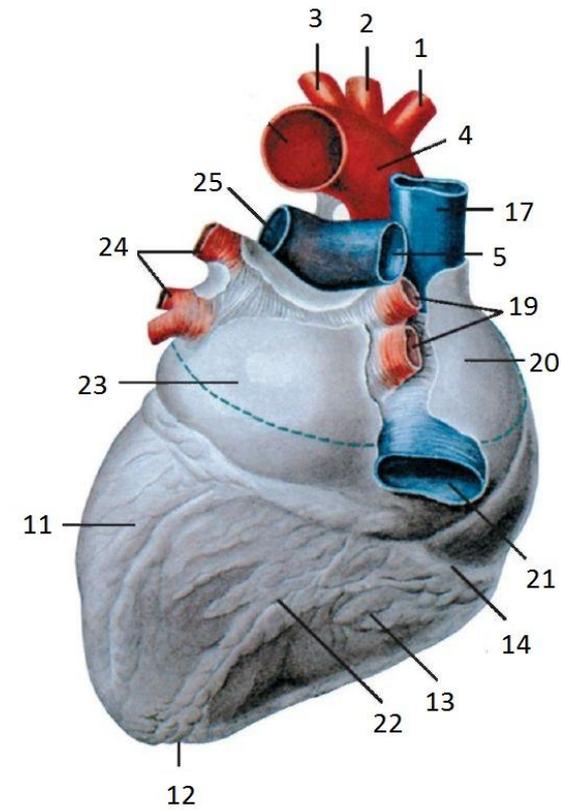
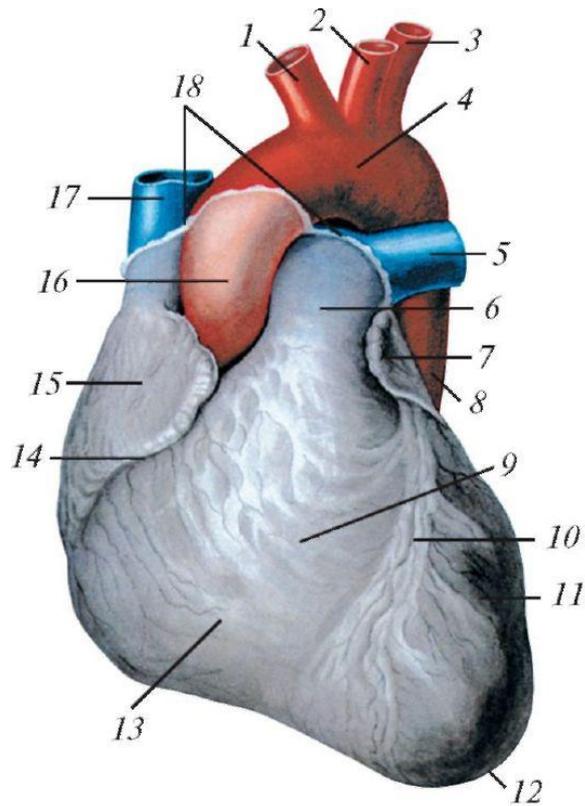
- **Сердечно-сосудистая система-система** органов, которая обеспечивает циркуляцию крови и лимфы по организму человека и животных.



# Анатомо-физиологические особенности ССС

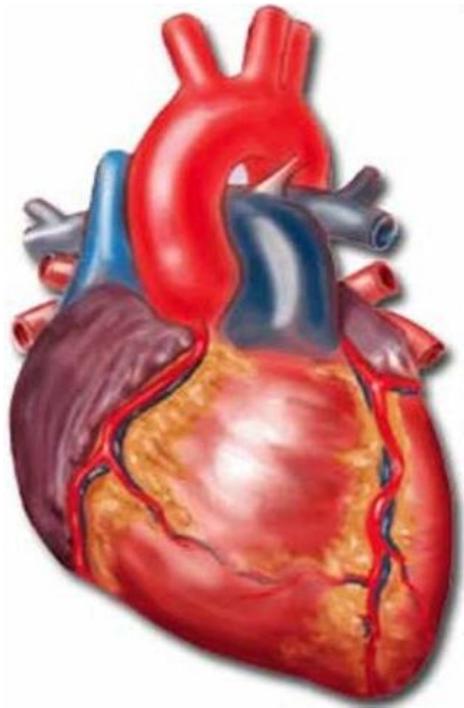


- **В состав сердечно-сосудистой системы** ВХОДЯТ кровеносные сосуды, лимфатические сосуды и главный орган кровообращения — сердце.

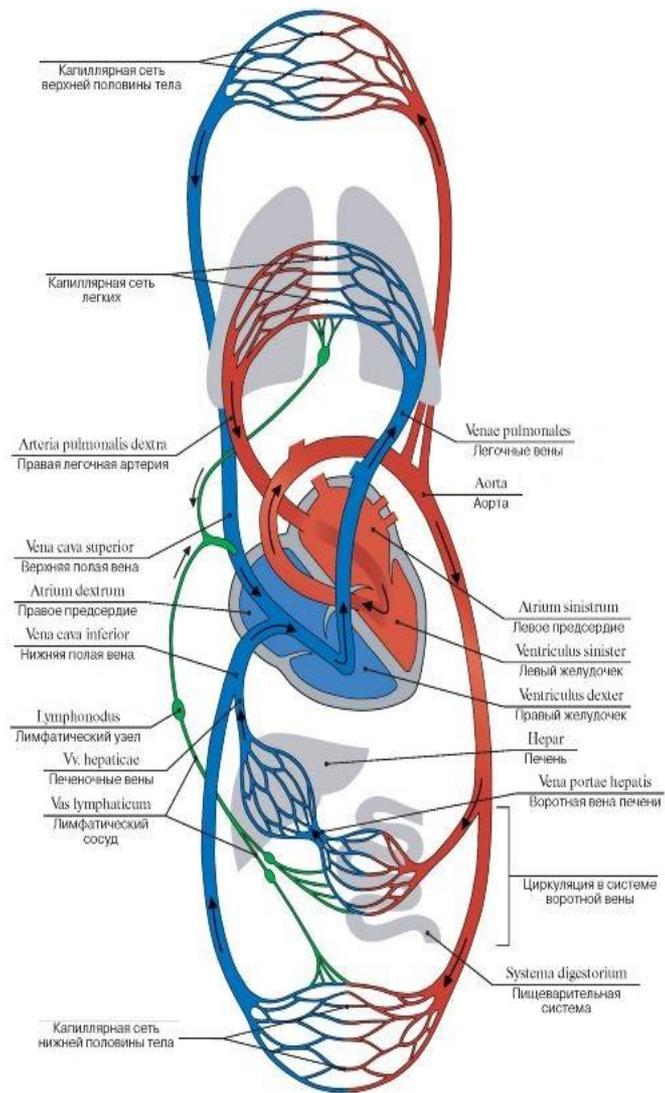


1 - плечеголовной ствол; 2 - левая общая сонная артерия; 3 - левая подключичная артерия; 4 - дуга аорты; 5 - правая легочная артерия; 6 - легочный ствол; 7 - левое ушко; 8 - нисходящая часть аорты; 9 - грудино-реберная поверхность; 10 - передняя межжелудочковая борозда; 11 - левый желудочек; 12 - верхушка сердца; 13 - правый желудочек; 14 - венечная борозда; 15 - правое ушко; 16 - восходящая часть аорты; 17 - верхняя полая вена; 18 - переход перикарда в эпикард; 19 - правые легочные вены; 20 - правое предсердие; 21 - нижняя полая вена; 22 - задняя межжелудочковая борозда; 23 - левое предсердие; 24 - левые легочные вены; 25 - левая легочная артерия

# Сердце



- **Сердце** – полый мышечный орган. Масса – 250-350 г. Сердце расположено в грудной полости. Со всех сторон сердце окружено специальной серозной оболочкой. Эта оболочка называется перикардом.
- **Строение сердца.** Сердце имеет 4 камеры – два предсердия и два желудочка (правые и левые). Между предсердиями и желудочками находятся створчатые клапаны.
- Стенка сердечной мышцы состоит из трех слоев: внутреннего, среднего и наружного:
  1. Внутренний слой (эндокард)
  2. Средний слой (миокард) состоит из поперечнополосатых мышечных волокон. Каждое мышечное волокно представляет собой скопление клеток – кардиомиоцитов..
  3. Наружный слой (эпикард) представляет собой серозный листок, плотно срастающийся с миокардом.



- **Большой круг.**

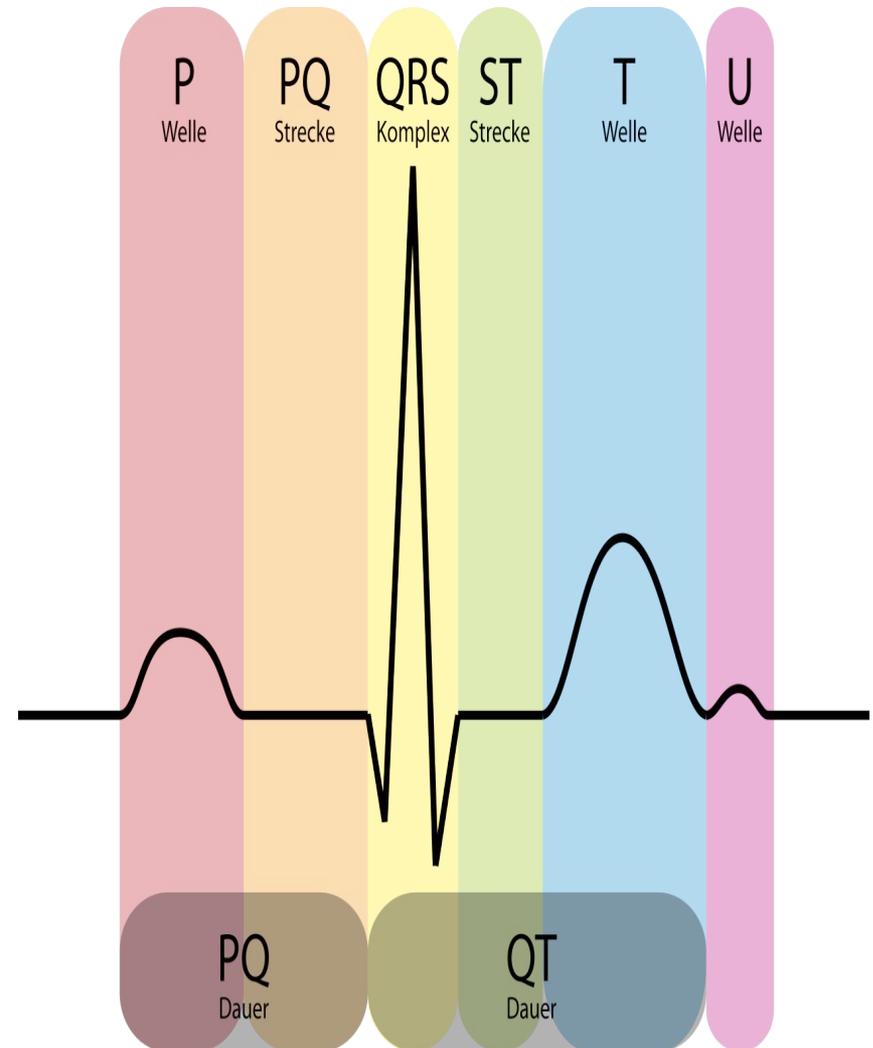
Начинается аортой из левого желудочка и заканчивается верхней и нижней полыми венами, впадающими в правое предсердие. Через стенки капилляров происходит обмен веществ между кровью и тканями. Артериальная кровь отдает тканям кислород и забирает углекислоту, становясь венозной.

- **Малый круг.**

Начинается из правого желудочка легочным стволом и заканчивается четырьмя легочными венами, впадающими в левое предсердие. В капиллярах легкого венозная кровь обогащается кислородом и становится артериальной.

## Сердечный цикл

- это совокупность электрических, механических и биохимических процессов в сердце в течение одного полного сокращения и расслабления. Последовательные чередования сокращения (систола) и расслабления (диастола) полостей сердца, обеспечивают перекачивание крови из венозного русла в артериальное.
- При 60 сокращениях сердца в 1 мин длительность одного сердечного цикла составляет 1 с, при 70 сокращениях – 0,85, при 75 – 0,8 с.
- В сердечном цикле принято выделять три фазы:
- 1 – систола предсердий и диастола желудочков (12,5 % времени);
- 2 – диастола предсердий и систола желудочков (37,5 % времени);
- 3 – общая пауза предсердий и желудочков (50% времени). При продолжительности сердечного цикла 0,8 с время на различные фазы



# ССС

- В процессе систематической спортивной тренировки развиваются функциональные приспособительные изменения в работе сердечно-сосудистой системы, которые подкрепляются морфологической перестройкой аппарата кровообращения и некоторых внутренних органов. Комплексная структурно-функциональная перестройка сердечно-сосудистой системы обеспечивает ее высокую работоспособность, позволяющую спортсмену выполнять интенсивные и длительные физические нагрузки.

# Изменения в ССС

## Структурные изменения:

1. Дилатация сердца – это расширение его полостей (желудочков и предсердий). Наибольшее значение имеет дилатация желудочков.
2. Гипертрофия миокарда при физической нагрузке происходит за счет увеличения числа саркомеров, числа и размеров митохондрий, рибосом и других структур сократительных элементов сердечной мышцы. Гипертрофия миокарда – это увеличение его массы.

**«спортивное сердце»** гипертрофия миокарда и дилатация сердца

## Функциональные изменения:

1. брадикардию (уменьшение ЧСС),
2. синусовую (дыхательную) аритмию,
3. артериальную гипотонию (низкое АД),
4. систолический шум,
5. экстрасистолию,
6. блокаду сердца, синдром WPW (Вольфа – Паркинсона – Уайта),
7. пароксизмальную тахикардию и др.

# Частота сердечных сокращений (ЧСС)

## Зависит:

- возраста,
- пола,
- условий окружающей среды,
- функционального состояния,
- положения тела.

## Особенности ЧСС:

- ЧСС выше в вертикальном положении тела по сравнению с горизонтальным
- ЧСС уменьшается с возрастом,
- ЧСС подвержена суточным колебаниям (биоритмам).
- ЧСС во время сна она снижается на 3—7 и более ударов, после приема пищи возрастает, особенно если пища богата белками, что связано с увеличением поступления крови к Органам брюшной полости.
- Температура окружающей среды также оказывает влияние на ЧСС, которая увеличивается в линейной зависимости от нее. годам опускается примерно до 160 уд/мин в связи с общим возрастным снижением биологических функций человека.

# ЧСС и СПОРТ

- У спортсменов ЧСС в покое ниже, чем у нетренированных людей, и составляет 50—55 ударов в минуту.
- У спортсменов экстра-класса (лыжники-гонщики, велогонщики, бегуны-марафонцы и др.) ЧСС составляет 30—35 уд/мин.
- Физическая нагрузка приводит к увеличению ЧСС, необходимой для обеспечения возрастания минутного объема сердца.
- При легкой физической нагрузке ЧСС сначала значительно увеличивается, затем постепенно снижается до уровня, который сохраняется в течение всего периода стабильной работы.
- При более интенсивных и длительных нагрузках имеется тенденция к увеличению ЧСС, причем при максимальной работе она нарастает до предельно достижимой. Эта величина зависит от тренированности, возраста, пола обследуемого и других факторов. В 20 лет максимальная ЧСС — около 200 уд/мин, к 64 годам опускается примерно до 160 уд/мин в связи с общим возрастным снижением биологических функций человека.
- По рекомендации ВОЗ допустимыми считаются нагрузки, при которых ЧСС достигает 170 уд/мин, и на этом уровне обычно останавливаются при определении переносимости физических нагрузок и функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

## Исследование пульса

- Основной метод определения пульса – **пальпация.**
- Чаще всего пульс определяют на лучевой, сонной или височной артерии подушечками 2-го, 3-го и 4-го пальцев.
- Пульс характеризуется: **ритмом, частотой, напряжением и наполнением.**

## Исследование пульса



# Исследование пульса. Свойства пульса

**Ритм пульса** определяется работой левого желудочка сердца:

1. правильным (регулярным, ритмичным)
2. неправильным (нерегулярным, аритмичным) - наблюдается при мерцательной аритмии в результате беспорядочных колебаний артериальной стенки. Иногда на фоне нормального ритма возникают экстрасистолы (внеочередные сокращения сердца).

**Частота пульса** в норме **соответствует частоте сердечных сокращений и в среднем равна 60–80 ударов в минуту.** Подсчет пульса проводят за 1 мин, 30 или 10 с. При тахикардии (ЧСС > 90 уд/мин) пульс учащается, при брадикардии (ЧСС < 60 уд/мин) – урежается. Снижение величины пульса менее 40 уд/мин у спортсменов требует углубленного медицинского обследования.

# Исследование пульса. Свойства пульса

**Напряжение пульса** зависит:

- от величины артериального давления
- определяется по силе, с которой надо надавить на артерию, для того чтобы исчезли ее пульсовые колебания.

**В зависимости от напряжения:**

1. различают твердый (при гипертонии, атеросклерозе и др.),
2. нормальный
3. мягкий (при гипотонии, кровотечении и др.) пульс.

**Наполнение пульса** зависит от количества крови выбрасываемой в аорту левым желудочком сердца..

**В зависимости от наполнения:**

1. хорошим (полным)
2. плохим (пустым).

# Артериальное давление

**Уровень артериального давления зависит от ряда факторов:**

- количества крови
- вязкости крови,
- емкости сосудистой системы,
- интенсивности оттока,
- напряжения стенок артериальных сосудов,
- физической нагрузки,
- внешней среды и др.

**Особенности АД:**

У страдающих ожирением АД **выше**, чем у людей с нормальной массой тела.

При физической нагрузке систолическое и диастолическое АД, сердечный выброс и частота сердечных сокращений повышаются, равно как при ходьбе в умеренном темпе АД **возрастает**.

При курении систолическое давление может **возрасти** на 10— 20 мм рт. ст.

В покое и во время сна АД **существенно снижается**, особенно если оно было повышенным.

Артериальное давление повышается у **спортсменов перед стартом**, иногда уже за несколько дней до соревнований.

**На артериальное давление влияют главным образом три фактора:**

- а) частота сердечных сокращений (ЧСС);
- б) изменение периферического сопротивления сосудистого русла
- в) изменение ударного объема, или сердечного выброса крови.

# Измерение артериального давления крови.

Различают:

- Систолическое АД (максимальное) давление возникает в артериальной системе вслед за систолой левого желудочка. Оно зависит от силы сокращения сердца и объема крови, выбрасываемой в аорту и артериальное русло. Его величина составляет 100–130 мм рт. ст.
- Диастолическое АД (минимальное) давление возникает в период диастолы сердца. Оно зависит от периферического сопротивления сосудов току крови (тонуса артериальной стенки). Его величина 60–80 мм рт. ст.
- Пульсовое давление – разность между систолическим и диастолическим давлением. Косвенно оно характеризует величину сердечного выброса крови.

## Правила измерения АД



АД чаще всего измеряют на плече с помощью тонометра (манометр, манжетка и резиновая груша) и фонендоскопа.

- Манжетка плотно накладывается на **плечо на 2–3 см выше локтевой ямки**, воздух в нее накачивается до уровня на 30–40 мм рт. ст. выше ожидаемого.
- После этого **вентиль открывают и давление в манжетке начинает постепенно снижаться** (фонендоскоп находится под нижним краем манжетки).
- Показания манометра в момент появления тона принимаются за величину **систолического давления**, а в момент его исчезновения — **диастолического**.
- Процедуру измерения давления проводят **за 30–40 с**.
- В случае неудачного измерения воздух из манжеты полностью выпускают, а процедуру повторяют через 1–1,5 минуты.
- Необходимо напомнить, что АД у одного и того же человека на правой и левой руке может отличаться в среднем на 10 мм рт. ст., поэтому его следует измерять на обеих руках.

# Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы

осуществляется с помощью нагрузочных тестов.

## Задачи нагрузочных тестов:

- 1) определение работоспособности и пригодности к занятиям тем или иным видом спорта;
- 2) оценка функционального состояния кардиореспираторной системы и ее резервов;
- 3) прогнозирование вероятных спортивных результатов, а также прогнозирование вероятности возникновения тех или иных отклонений в состоянии здоровья при перенесении физических нагрузок;
- 4) определение и разработка эффективных профилактических и реабилитационных мер у высококвалифицированных спортсменов;
- 5) оценка функционального состояния и эффективности применения средств реабилитации после повреждений и заболеваний у тренирующихся спортсменов.

# Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы

- **1. Тесты на восстановление** предусматривают учет изменений частоты сердечных сокращений (ЧСС), артериального давления (АД), показаний электрокардиограммы (ЭКГ), частота дыхания (ЧД) и многие другие.

## **В спортивной медицине используются пробы:**

- В. В. Гориневского (60 подскоков в течение 30 с),
- Дешина - Котова (трехминутный бег на месте в темпе 180 шагов в минуту),
- Мартине (20 приседаний) и другие функциональные пробы. При проведении каждого из этих тестов учитывают ЧСС и АД до нагрузки и после ее окончания на 1-й, 2-й, 3-й и 4-й минутах.
- Различные варианты теста со ступеньками (step-test)

# Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы

- Г) Проба была впервые предложена в 1937 году С.П. Летуновым.
- Она складывается из 3-х нагрузок (трехмоментная проба):
  - 1) 20 приседаний за 30 с;
  - 2) 15-секундный бег на месте в максимальном темпе;
  - 3) 3-минутный бег на месте в темпе 180 шагов/мин.

До и после окончания каждой нагрузки (в интервале отдыха) у обследуемого регистрируются значения ЧСС и АД.

Оценка результатов пробы С.П. Летунова не количественная, а качественная. Она ведется путем изучения т. н. типов реакций:

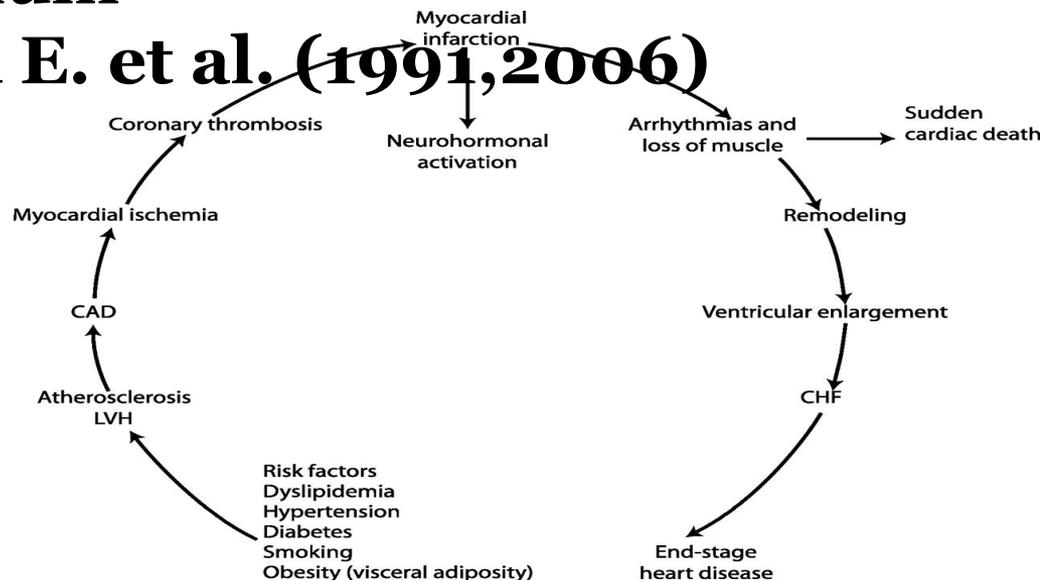
- 1) нормотонический;
- 2) гипертонический;
- 3) гипотонический;
- 4) дистонический;
- 5) со ступенчатым подъемом АД.

## Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы

- **2. Субмаксимальные тесты**, на усилии используются в спортивной медицине при тестировании высококвалифицированных спортсменов, где учет изменений основных гемодинамических параметров (показателей) осуществляется не в восстановительном периоде, а непосредственно во время выполнения теста.
- Используются т различные велоэргометры, тредмиллы.

# Cardiovascular continuum

Dzau V. J., Braunwald E. et al. (1991, 2006)



Eugene Braunwald



Victor Dzau

Мужской пол

Возраст ( $\geq 55$  лет у мужчин,  $\geq 65$  лет у женщин) курение

Дислипидемия

Глюкоза плазмы натощак

Ожирение

Женщины

Мужчины



15% и выше

3%-4%

10%-14%

5%-9%

2%

1%

< 1%



Категория	Систолическое АД		Диастолическое АД
Оптимальное	<120	и	<80
Нормальное	120–129	и/или	80–84
Высокое нормальное	130–139	и/или	85–89
АГ 1 степени	140–159	и/или	90–99
АГ 2 степени	160–179	и/или	100–109
АГ 3 степени	≥180	и/или	≥110
изолированная систолическая АГ	≥140	и	<90

# Дислипидемия

**Общий холестерин менее 4,9 ммоль/л  
(190 мг/дл)**

**Холестерин липопротеинов низкой  
плотности менее 3,0 ммоль/л (115 мг/дл)**

**Холестерин липопротеинов высокой  
плотности:**

**более 1,0 ммоль/л (40 мг/дл) у мужчин,**

**более 1,2 ммоль/л (46 мг/дл) у женщин**

**Триглицериды менее 1,7 ммоль/л (150  
мг/дл)**

Глюкоза плазмы натощак  
5,6–6,9 ммоль/л (102–125 мг/дл)  
Нарушение толерантности к  
глюкозе

**Уровень глюкозы**

# **Максимальная ЧСС в зависимости от пола и возраста**

**ЧСС max = 220 – возраст (в годах) для мужчин;**

**ЧСС max = 210 – возраст (в годах) для женщин.**

**Максимальная ЧСС в зависимости от пола и  
возраста по достижению которых  
необходимо прекратить нагрузочные пробы**

Пол	Возраст в годах				
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69
Мужчины	195	187	178	170	162
Женщины	198	189	179	171	163

**Для лиц с низкой толерантностью и нетренированных установлены субмаксимальные значения ЧСС (75% от максимальной ЧСС)**

Пол	Возраст в годах				
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69
Мужчины	161	156	152	145	140
Женщины	167	160	154	145	142

(% от максимальной ЧСС)

# **Очень низкая интенсивность**

50-60%

20-40 минут

Зона разминки.  
Восстановление после  
тренировки.



## **Низкий уровень интенсивности**

Жиросжигающая зона

60-70%

40-80 минут

Повышает общую выносливость и ускоряет метаболизм.

Является базовой длительной тренировкой.

Комфортное общее состояние.

Оптимальное «сжигание» калорий.

# **Средний уровень интенсивности**

## **Аэробная зона**

70-80%

От 10 до 40 минут

Повышает общий темп и эффективность тренировки в процессе повышения результативности показателей физического развития. Необходим для подготовки к соревнованиям.

В процессе тренировки возникают субъективные ощущения контролируемого учащенного дыхания и лёгкого мышечного напряжения. Формирование доброкачественной гипертрофии миокарда.

# **Интенсивная тренировка**

Анаэробная зона

80-90%

2-10 минут

Поддержание скорости длительное время – бег на средние дистанции и игровые виды спорта. Сопровождается мышечным утомлением и выраженной кардиореспираторной нагрузкой. Как обязательный элемент тренировок, направленных на достижение спортивного результата. Улучшает физическую выносливость.



**Максимальная**

90-100%

Менее 5 минут

Показатель подготовленности  
спортсмена  
перед соревнованием.

Максимальная отдача энергии  
и скоростных возможностей.

Зона  $\dot{V}O_2$  отражает способность  
бегущего

(соревнующегося) человека  
поглощать  
и усваивать кислород.



**до 130  
уд/мин**



**130-150  
уд/мин**

**ПАНО**



**150-180  
уд/мин**



**более  
180  
уд/мин**

***ПАНО — порог анаэробного  
обмена***



# Как убрать лишнее?

Простые рекомендации по снижению веса

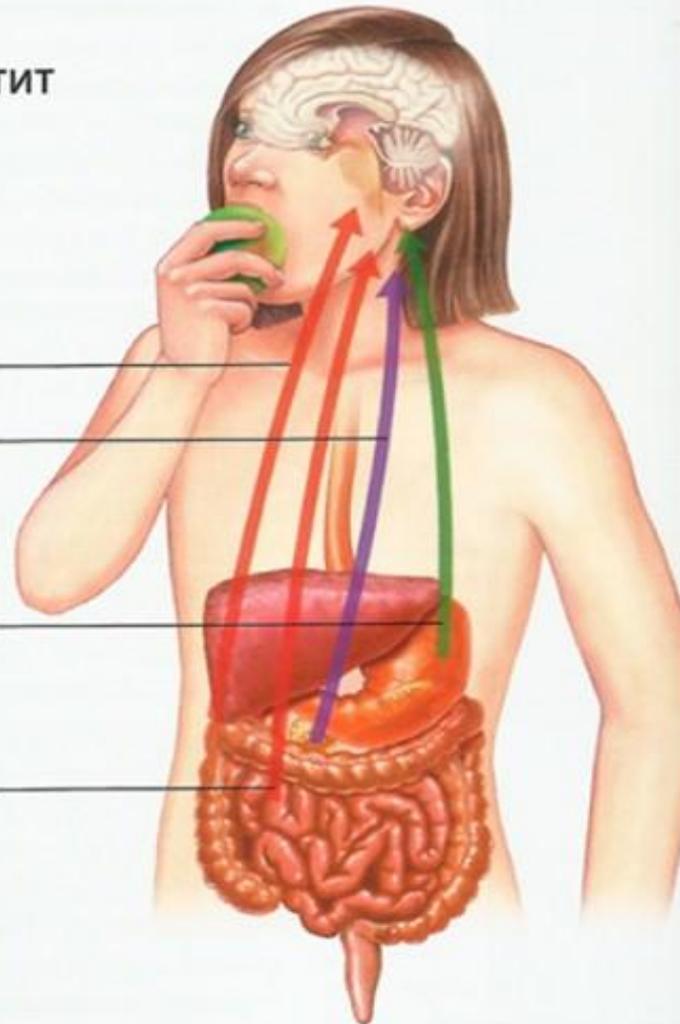
## ГОРМОНЫ, РЕГУЛИРУЮЩИЕ АППЕТИТ

**Лептин**  
Вырабатывается жировой тканью, повышенный уровень подавляет аппетит.

**Инсулин**  
Секретируется поджелудочной железой после приема пищи, воздействуя на головной мозг, подавляет аппетит.

**Грелин**  
Секретируется стенкой желудка, способствует появлению чувства голода перед приемом пищи.

**РЧУ**  
Вырабатывается тонким кишечником после приема пищи, подавляет аппетит.



# Ожирение

Ожирение (ИМТ  $\geq 30$  кг/м<sup>2</sup>)

Абдоминальное ожирение – окружность талии:

$\geq 102$  см у мужчин;

$\geq 88$  см у женщин.

# ОЖИРЕНИЕ

## СТЕПЕНИ ОЖИРЕНИЯ

ИМТ – индекс массы тела.

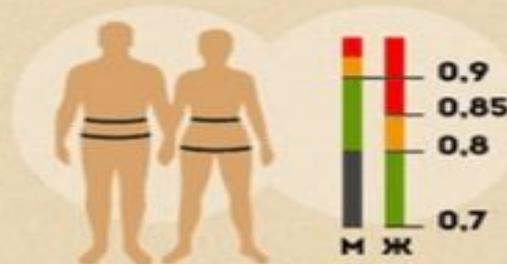
$$I = m / h^2$$

где  $m$  – масса тела в кг,  
 $h$  – рост в метрах.



**WHR (waist-to-hip ratio)** – соотношение окружность талии / окружность таза. Индекс, характеризующий степень накопления жира вокруг внутренних органов.

Окружность талии измеряется на уровне пупка, окружность таза – в самом широком месте.



### АБДОМИНАЛЬНОЕ ОЖИРЕНИЕ:

WHR у мужчин **более 0,9**, у женщин – **более 0,85** (соответствует ИМТ более 30).

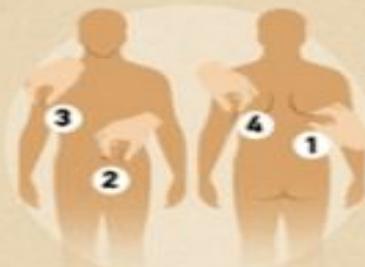
**НОРМА** – менее 0,8 для женщин и менее 0,9 для мужчин.

**ОПТИМАЛЬНЫМИ** признаны 0,7 для женщин и 0,9 для мужчин.



Согласно методике, предложенной российскими учеными А.А. Коровьевым и А.А. Покровским, толщина подкожно-жировой клетчатки в области слева или справа от пупка в возрасте **до 30 лет** не должна превышать **2-3 см**, в возрасте **старше 30** – **3-4 см**.

Согласно методу польского врача Я. Татона, если в возрасте **от 20 до 30 лет** толщина этой складки превышает **1,5 сантиметра у мужчин** и **2,5 – у женщин**, то этим людям можно смело ставить диагноз **ожирение**.



Более достоверные результаты можно получить, если измерить толщину кожных складок в четырех местах (под лопаткой (1), в околопупочной области (2), в области бицепса (3) и трицепса плеча (4)). Сумма результатов хорошо соответствует процентному содержанию жира в организме в зависимости от возраста.

Так, если суммарная толщина всех складок составляет **48 мм**, то для **женщин в возрасте от 25 до 35 лет** это означает наличие **26% жира** в организме. Немного больший показатель – **31 мм** – для **мужчин** того же возраста означает наличие **13% жира**. Среднее содержание жира в организме – **16%**.



## **Факт №1**

Не тратьте свое время на повторные скручивания, а лучше займитесь корректировкой рациона питания.

## **Факт №2**

Лучшие упражнения на пресс – работа с собственным весом и отягощениями в виде блинов.

## **Факт №3**

Выполняя боковые гиперэкстензии на тренажере и такие же скручивания с гантелью, Вы не уменьшите бока, а вот вероятность разрастания талии крайне велика.

#### **Факт №4**

Различные крема и другие чудо-помазки не избавят Вас от абдоминального жира.

#### **Факт №5**

Забудьте о программах "Пресс за 8 минут в день" и иже с ними. Мышцы живота это такие же мышцы, им также нужен отдых и время на восстановление, рост и укрепление. Поэтому двух тренировок в начале и конце недели будет вполне достаточно.

## **Факт №6**

Избегайте причудливых диет, которые обещают скорый результат. Экстремальное голодание обычно приводит либо к потере имеющейся мышечной массы, либо к полному локауту обмена веществ, а также к существенному увеличению веса после слязания с диеты.

Поэтому пресс Вы накачаете, и тут все зависит от степени “запущенности” исходного материала, в общем и целом держите в голове цифры от **3** до **6** месяцев.



Прием спортивных добавок, таких как жиросжигатели, помогают ускорить сгон веса, однако без физической активности (сами по себе, просто от приема) они не работают. Кроме того, если Вы хотите похудеть и одновременно подкормить свои мышцы на ночь, то в таком случае лучше применять казеиновый протеин, а не творог, ибо у последнего высокий инсулиновый отклик, который существенно тормозит жиросжигание.