

АРТЕРИАЛЬНОЕ
ДАВЛЕНИЕ.
АРТЕРИАЛЬНЫЙ
ПУЛЬС.
ЭЛЕКТРОКАРДИО
ГРАФИЯ.

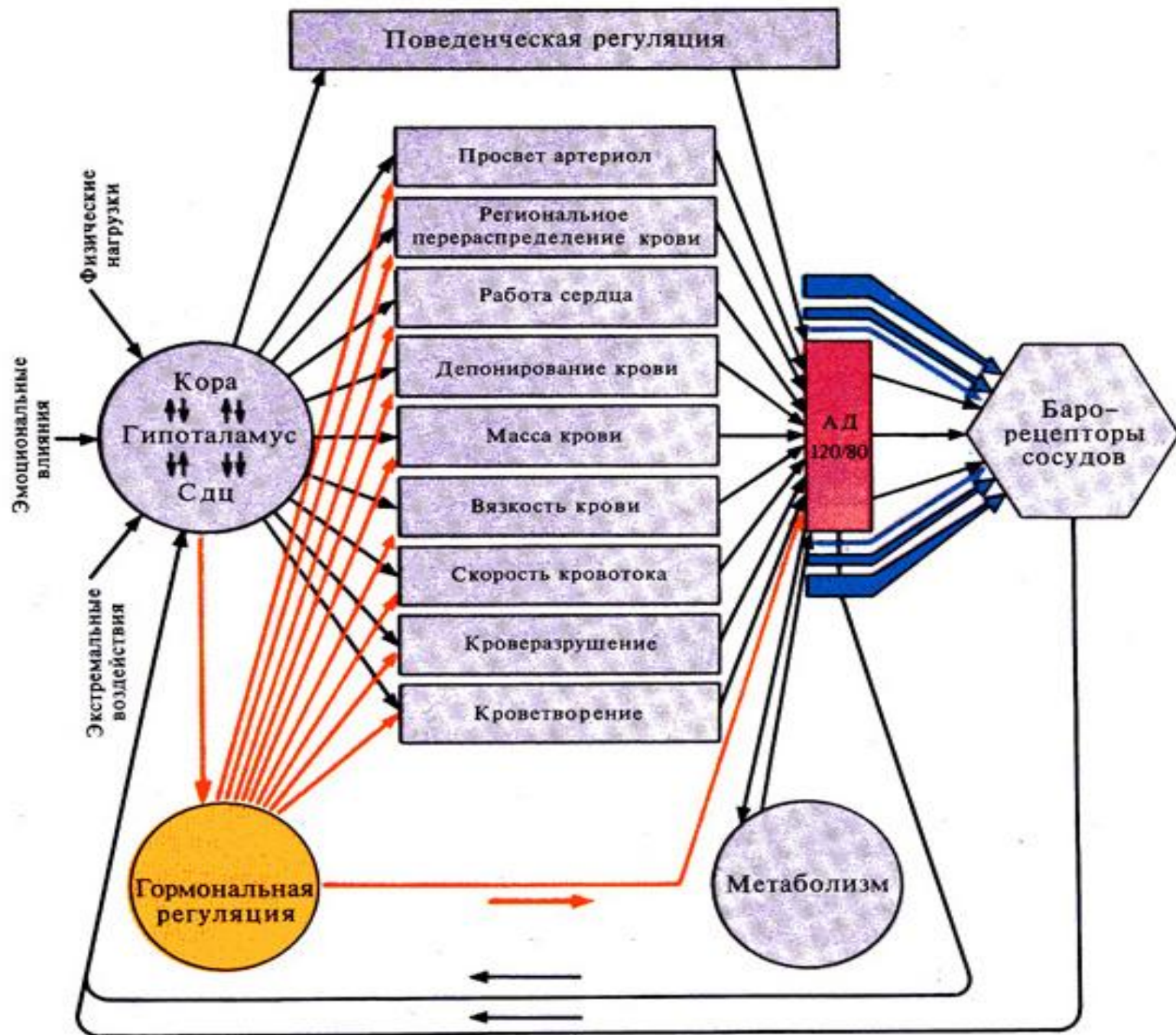
В связи с замкнутостью кровеносной системы **объемная скорость кровотока** во всех ее отделах (во всех артериях, всех капиллярах, всех венах) одинакова. Зная объемную скорость кровотока, можно рассчитать **линейную скорость** или расстояние, проходимое частицей крови за единицу времени:

$$V = Q/\pi r^2$$

► В отличие от объемной, линейная скорость изменяется по ходу сосудистого русла и обратно пропорциональна суммарному поперечному сечению всех сосудов данного калибра. Самое узкое место в сосудистой системе — это **АОРТА**, поэтому она имеет самую большую линейную скорость кровотока — 50—60 см/с. В **АРТЕРИЯХ** она равна 20—40 см/с, в **АРТЕРИОЛАХ** — 5 мм/с, в **ВЕНАХ** - 7—20 см/с; самый широкий суммарный просвет, в 500—600 раз превышающий диаметр аорты, имеют **КАПИЛЛЯРЫ**, поэтому линейная скорость в них минимальная — 0,5 мм/с.

► Помимо объемной и линейной скорости кровотока, существует еще один гемодинамический показатель — **время кругооборота крови** — это время, в течение которого частица крови пройдет большой и малый круг кровообращения, оно составляет 20 — 25 с.

► Основным гемодинамическим показателем является **АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ (АД)**, уровень которого по ходу сосудистого русла падает неравномерно и зависит от ряда факторов, главный из которых — *работа сердца*. Во время систолы АД повышается — это *систолическое*, или максимальное, давление.



У здорового человека в возрасте 20 — 40 лет в плечевой артерии оно равно 110 — 120 мм рт.ст. Во время диастолы АД снижается — это *диастолическое*, или минимальное, давление, равное 70 — 80 мм рт.ст. Разницу между систолическим и диастолическим давлением составляет *пульсовое давление* — 40 мм рт.ст. Различают еще *среднее давление*, или равнодействующую изменений давления во время систолы и диастолы. Оно равно 100 мм рт.ст. **АД ПРЕЖДЕ ВСЕГО ЗАВИСИТ ОТ РАБОТЫ СЕРДЦА.**

▶ На уровень давления влияет **количество циркулирующей крови**. При кровопотере давление снижается. АД зависит также от **эластичности сосудистой стенки**. Поэтому у пожилых людей (после 50 лет) в связи с потерей эластичности сосуда АД повышается до 140/90 мм рт.ст.

Сопротивление сосуда, которое изменяется в зависимости от его просвета, влияет на уровень АД. Так, прием сосудосуживающих препаратов приводит к увеличению сопротивления в сосуде и повышению АД.

► Увеличение **вязкости крови** повышает артериальное давление, уменьшение — снижает.

ВОЗРАСТ определяет величину АД. У новорожденных систолическое давление равно 70 — 80 мм рт.ст, у ребенка первых лет жизни — 80—120, подростка — 110—120, у взрослого человека 20-40 лет — систолическое 105-125, диастолическое 65-85, после 50 лет - 140-150/90 мм рт.ст. Физические упражнения повышают давление до 180 мм рт.ст. и более, особенно систолическое. Во время сна давление падает на 15—20 мм рт.ст.

Прием пищи, эмоции **ПОВЫШАЮТ** систолическое давление. На уровень АД влияет положение тела в пространстве, так как сосудистая система находится в поле силы тяжести. В **вертикальном** положении давление, создаваемое работой сердца, складывается с гидростатическим давлением. Поэтому давление в сосудах, расположенных ниже сердца, больше чем давление в сосудах, расположенных выше сердца. При **горизонтальном** положении эти различия нивелируются.

В настоящее время существуют два способа измерения АД.

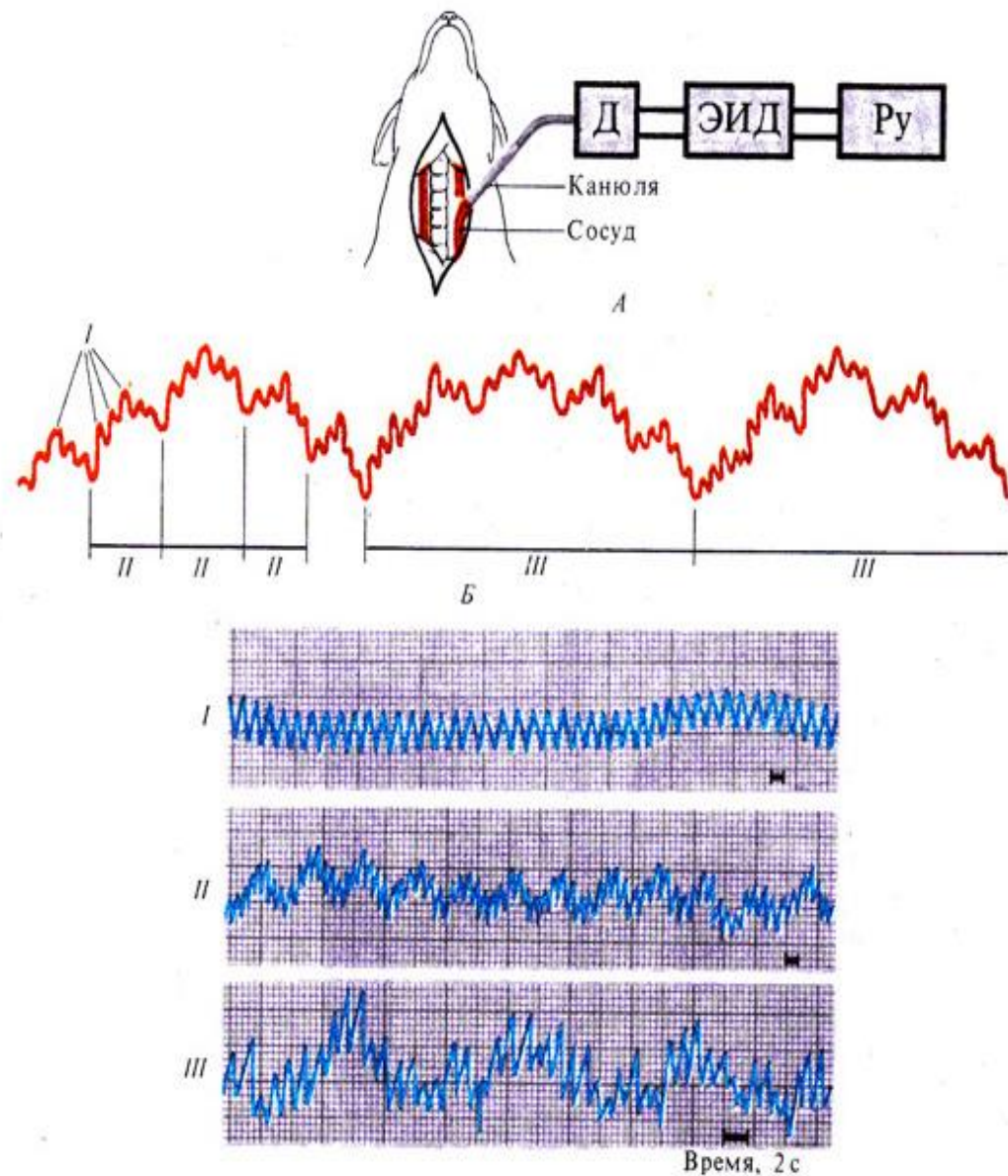
- ▶ Первый — *кровавый, прямой*, применяется в остром эксперименте на животных
- ▶ Второй — *бескровный, непрямой*, используется для измерения давления на плечевой артерии у человека.

На кривой давления, записанной на сонной артерии животного, различают волны 3 порядков: ***волны первого порядка***, или *пульсовые*, обусловленные деятельностью сердца, ***волны второго порядка***, или *дыхательные*, вдох сопровождается понижением АД, а выдох — повышением. Иногда, при недостаточном кровоснабжении сосудодвигательного центра (после кровопотери, при отравлении некоторыми ядами) регистрируются волны ***третьего порядка*** (*Траубе—Геринга*), каждая из которых охватывает как пульсовые, так и несколько дыхательных волн второго порядка.

Артериальное давление. А — схема регистрации в остром опыте;

Б — схема кривой кровяного давления;

В — кривые кровяного давления:
/ — волны первого порядка (пульсовые), // — волны второго порядка (дыхательные), /// — волны третьего порядка; Д — датчик, ЭИД — электронный измеритель давления



▶ В клинике метод измерения АД с помощью сфигмоманометра Д.Рива-Роччи и выслушивания сосудистых тонов Н.С. Короткова на плечевой артерии ниже места пережатия ее манжеткой, в которую нагнетается воздух выше максимального значения АД и до исчезновения пульса на лучевой артерии. Появление первого сосудистого тона после выпуска воздуха из манжетки обусловлено ударом о стенку артерии порции крови, проходящей через сдавленный участок сосуда. Этот момент соответствует **систолическому, или максимальному**, давлению.

По мере снижения давления в манжетке, звуковые явления, создаваемые завихрениями крови в еще пережатой артерии, прослушиваются достаточно хорошо. Затем они исчезают, так как сосуд открыт как во время систолы, так и во время диастолы, препятствий для прохождения крови нет. Момент исчезновения тонов Короткова соответствует **диастолическому, или минимальному,** давлению.

АРТЕРИАЛЬНЫЙ ПУЛЬС

Артериальный пульс — это ритмические колебания стенки артерии, связанные с повышением давления во время систолы. Деятельность сердца создает два вида движения в артериальной системе:

- ▶ ***пульсовую волну и***
- ▶ ***пульсирующее течение крови, или линейную скорость кровотока (в артериях она не более 50 см/с).***

Пульсовая волна возникает в аорте во время фазы изгнания крови и распространяется со скоростью 4—6 м/с. Периферических артерий мышечного типа (например, лучевой) она достигает со скоростью 8—12 м/с. С возрастом эластичность артерий снижается и **скорость распространения пульсовой волны (СРПВ)** возрастает. Она может увеличиваться при повышении АД в связи с увеличением напряжения сосудистой стенки. СРПВ претерпевает значительные изменения под действием лекарственных препаратов.

Кривая пульса называется сфигмограммой.

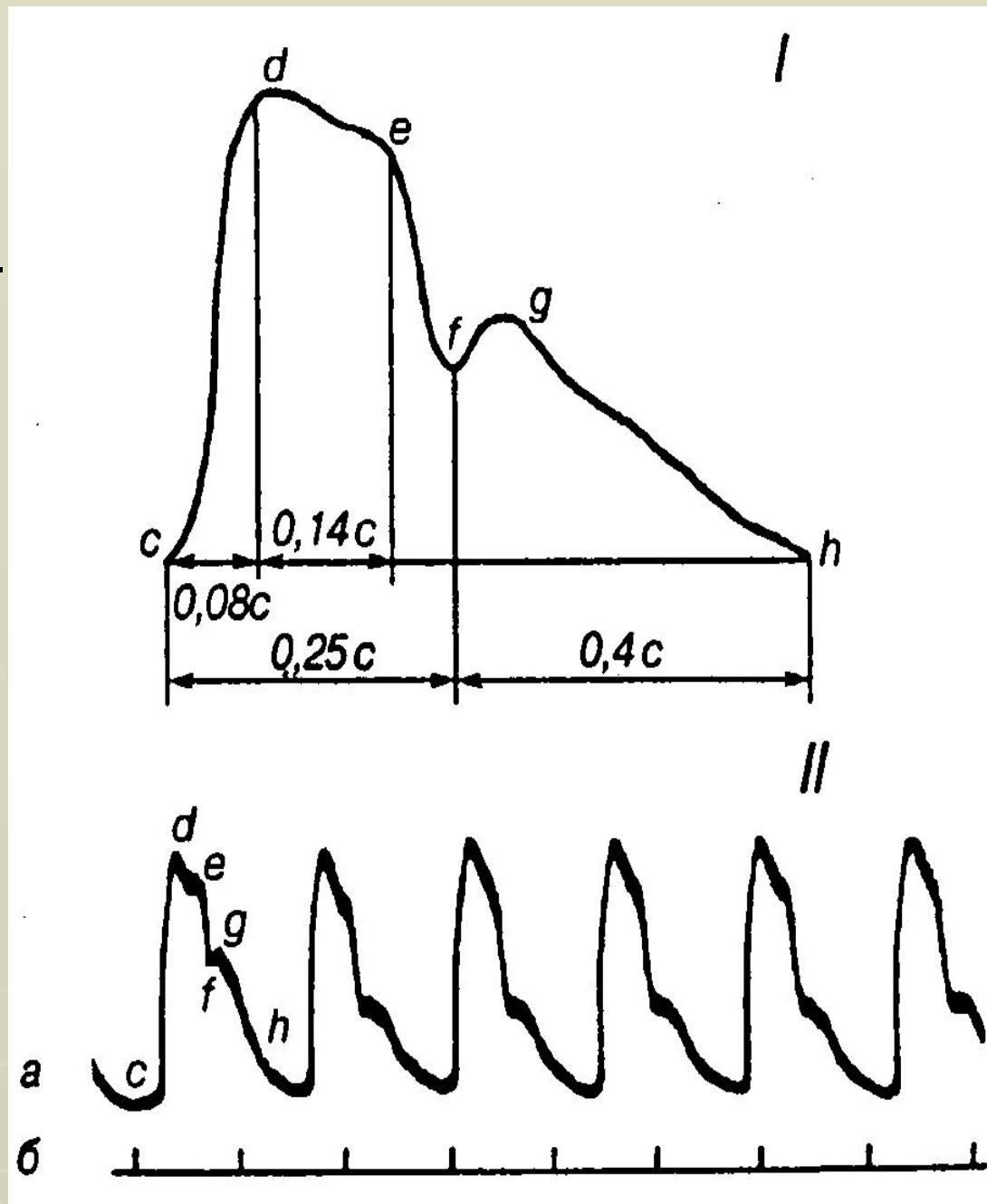
Различают *центральный* пульс — пульс на аорте и прилегающих к ней артериях (сонной, подключичной) и *периферический* — пульс на лучевой, бедренной и других артериях.

На кривой центрального пульса имеется восходящая часть — **анакрота**, обусловленная повышением давления и растяжением стенки артерии в начале фазы изгнания. В конце периода изгнания перед закрытием полулунных клапанов происходит внезапное падение давления в аорте, при этом регистрируется выемка, или **инцизура**. Далее происходит захлопывание полулунных клапанов и возникает вторичная волна повышения давления. Ей соответствует **дикротический подъем**, или зубец, после которого регистрируется **катакрота** — спад пульсовой кривой, обусловленный диастолой сердца и падением давления в желудочках.

- ▶ **ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПУЛЬС** отличается от периферического, тем что, начиная от вершины подъема кривой, может регистрироваться *систолическое плато*, образованное ударной и остаточной систолической волнами.
- ▶ На кривой **ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО ПУЛЬСА** анакротический подъем более медленный, диакротический зубец менее выражен и является результатом интерференции центральных и периферических волн.

Сфигмограмма (по В.А.Зарубину):

/ — схема сфигмограммы; *cd* — анакрота; *de* — систолическое плато; *gh* — катакрота; *f* — инцизура; *g* — дикротический зубец; *II* — запись пульса на сонной артерии: *a* — запись пульса; *б* — отметка времени с ценой деления 0,7 с



▶ Артериальный пульс отражает состояние сердечнососудистой системы и имеет несколько характеристик: **ЧАСТОТУ, РИТМ, БЫСТРОТУ, АМПЛИТУДУ, НАПРЯЖЕНИЕ И ФОРМУ**. Частота пульса у здорового человека соответствует частоте сердечных сокращений. В покое она равна 60 — 80 в 1 минуту. Если пульс менее 60 в 1 минуту — это *брадикардия*, более 80 — *тахикардия*. Повышение температуры тела на 1° С сопровождается учащением пульса примерно на 8 ударов в 1 минуту.

- ▶ Ритм пульса может быть правильным — это **ритмичный** пульс или неправильным — **аритмичный** (например, дыхательная аритмия).
- ▶ Быстрота пульса отражает скорость, с которой происходит повышение давления в артерии во время подъема пульсовой волны и снижение во время ее спада. Различают **быстрый** и **медленный** пульс, оба вида пульса наблюдаются при патологии аортальных клапанов и аорты.
- ▶ Амплитуда пульса — это амплитуда колебаний стенки сосуда, зависящая от систолического объема сердца, а также от эластичности сосудов: чем они более эластичны, тем меньше амплитуда пульса.

▶ Напряжение пульса определяется тем сопротивлением стенки артерии, которая противодействует нажиму давящего пальца. Различают *твердый* и *мягкий* пульс. При высоком АД пульс становится твердым, «проволочным».

▶ По форме пульс может быть *дикротическим* или *анакротическим* в зависимости от степени выраженности дикротического зубца.

МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ СИСТЕМНОГО АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

1) Механизмы кратковременного действия, которые развиваются очень быстро – за несколько секунд, но и продолжительность их действия тоже небольшая. К ним относят:

- ▶ Барорецепторные рефлексy
- ▶ Хеморецепторные рефлексy
- ▶ Рефлексy на ишемию мозга (возникают при падении среднего артериально давления ниже 60мм рт. ст.).

2) Механизмы промежуточного действия, которые включаются через минуты после отклонения уровня артериального давления от заданной величины и продолжают действовать в течение длительного времени:

- ▶ Изменение транскапиллярного обмена,
- ▶ Релаксация напряжения стенки сосудов,
- ▶ Ренин-ангиотензиновый механизм.

- **3) Механизмы длительного действия,** которые вступают в работу после того, как вышеперечисленные механизмы оказываются несостоятельными в отношении нормализации артериального давления:
- Почечная контролирующая система
- Вазопрессиновый и альдостероновый механизмы поддержания артериального давления

ЭЛЕКТРОКАРДИО ГРАФИЯ

The background of the slide is a light olive green. On the left side, there is a faint, semi-transparent graphic of a compass rose with a needle pointing towards the top-left. Overlaid on and around the compass is a faint, light-colored ECG (heart rate) waveform. The text 'ЭЛЕКТРОКАРДИО' is positioned on the top line, and 'ГРАФИЯ' is on the bottom line, both in a bold, sans-serif font.

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ - ЭТО МЕТОД ГРАФИЧЕСКОЙ РЕГИСТРАЦИИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ, ГЕНЕРИРУЕМЫХ МЫШЦЕЙ СЕРДЦА.

- ▶ W.Einthoven, один из основоположников электрокардиографии, рассматривал сердце как точечный источник электрического тока, расположенный в центре треугольника, образованного правой и левой рукой и левой ногой. При этом образуются точечные положительные и отрицательные заряды, равные по величине, которые представляют собой диполь.

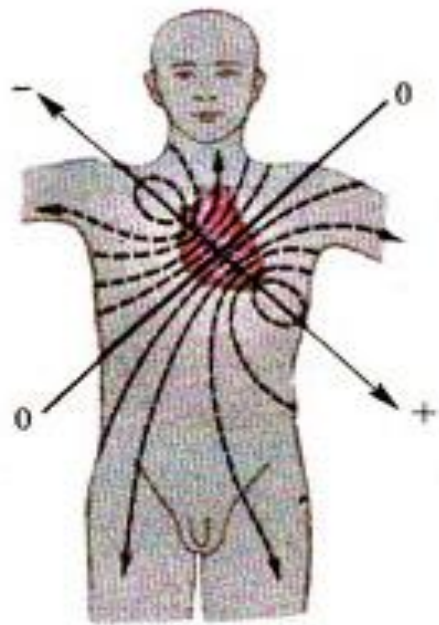
ЭДС сердца измеряют с помощью двух электродов, которые присоединяют к положительному и отрицательному полюсам электрокардиографа. Различают **активные**, или дифференциальные, электроды и **неактивные**, или индифферентные. Индифферентный электрод теоретически имеет заряд, величина которого приближается к нулю. Активный электрод измеряет преимущественно потенциалы той точки электрического поля, в которую он помещен.

Электрокардиографы устроены таким образом, что если к активному электроду обращен **положительный заряд**, то прибор регистрирует подъем кривой от изолинии, или **положительный зубец**. Если к активному электроду обращен **отрицательный заряд**, то регистрируется снижение кривой от изолинии, или **отрицательный зубец**. Если участок миокарда, с которого идет основная регистрация потенциалов, полностью охвачен возбуждением, или находится в невозбужденном состоянии, то регистрируется **прямая**, или **изолиния**.

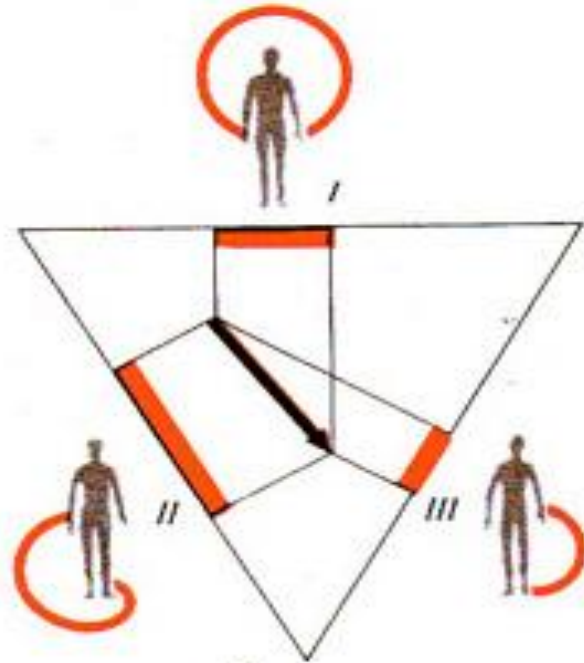
СТАНДАРТНЫЕ ОТВЕДЕНИЯ ОБОЗНАЧАЮТСЯ ЦИФРАМИ I ,II ,III. Для их получения соединяют электродами две конечности:

- ▶ I правая рука - левая рука,
- ▶ II правая рука - левая нога,
- ▶ III левая рука - левая нога.

Правую руку соединяют всегда с отрицательным полюсом гальванометра, левую ногу - с положительным его полюсом.

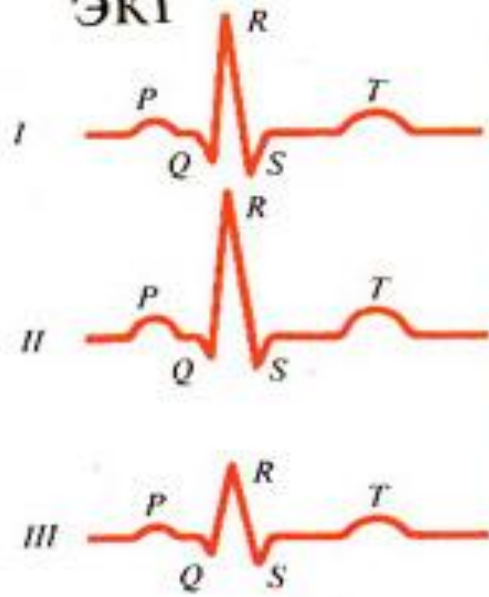


A

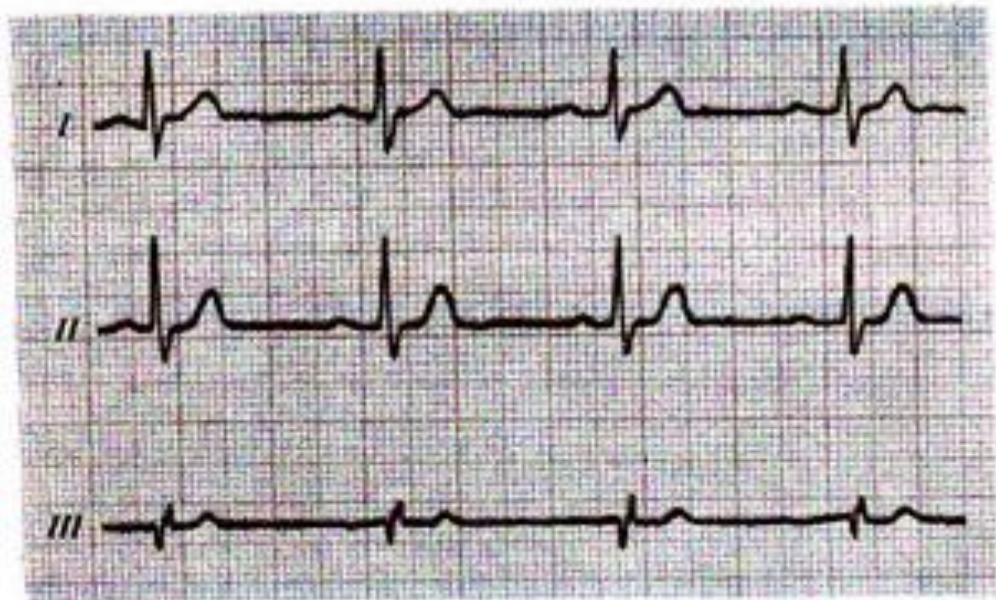


B

ЭКГ



B



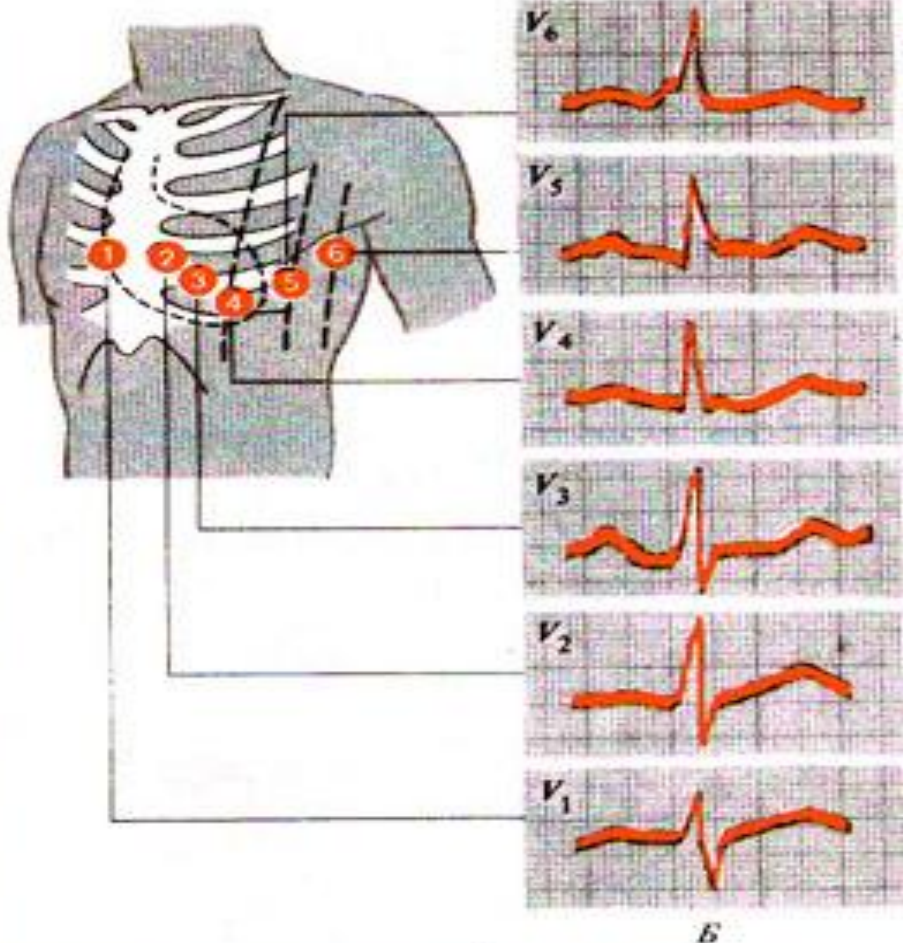
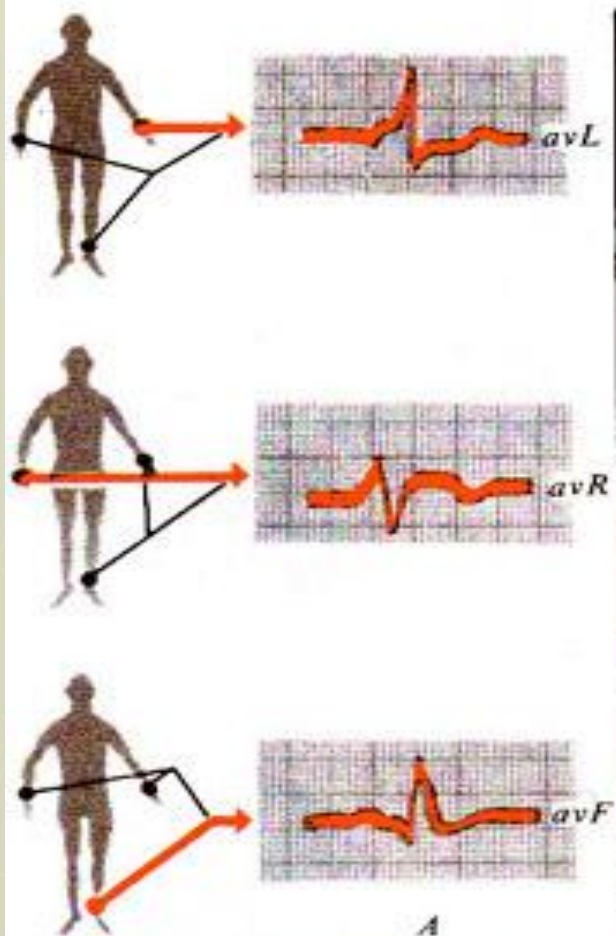
Gamma

УСИЛЕННЫЕ ОТВЕДЕНИЯ. Были предложены E.Goldberger (1942). Это однополюсные отведения, в них имеется индифферентный электрод, потенциал которого близок к нулю, и активный электрод. Применяют три усиленных отведения от конечностей –

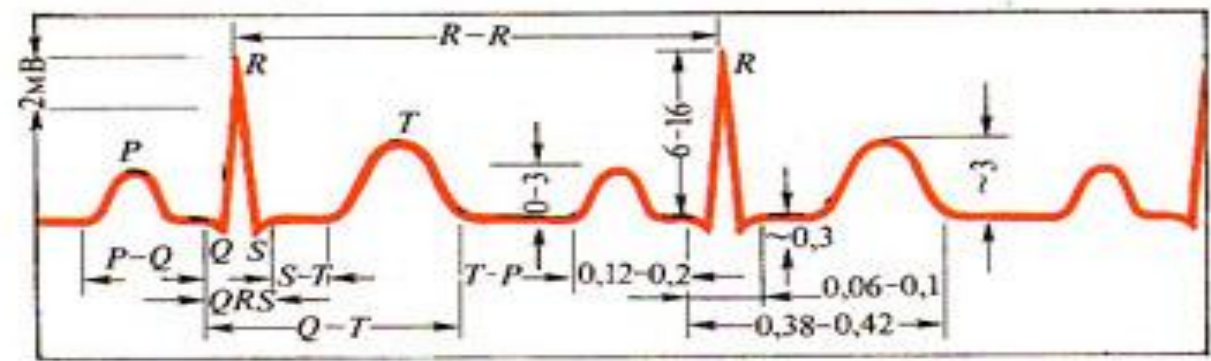
▶ aVR, aVL, aVF.

a - augmented (усиленный), V означает напряжение, R - от правой руки, L- от левой руки, F - от левой ноги.

Эти отведения также регистрируют распространение ЭДС сердца во фронтальной плоскости.



Амплитуда зубцов ЭКГ, мВ



Временные интервалы между зубцами ЭКГ, с

В

► **ГРУДНЫЕ ОТВЕДЕНИЯ.** Были предложены F. Wilson (1946). Они также являются однополюсными. В качестве индифферентного электрода используют объединенный электрод Вильсона, образующийся при соединении проводниками через сопротивление трех конечностей. Активный электрод помещают в различные точки грудной клетки; его соединяют с положительным полюсом гальванометра. **Большой частью регистрируется 6 грудных отведений: с V1 по V6.** Оси грудных отведений расположены в горизонтальной плоскости.

Зубцы, интервалы, сегменты нормальной ЭКГ

- ▶ **Зубец** - подъем кривой над изолинией (положительный зубец) или спуск кривой от изолинии вниз (отрицательный зубец).
- ▶ **Интервал** - расстояние в секундах от начала одного зубца до начала другого зубца (за исключением интервала QT).
- ▶ **Сегмент** - расстояние изолинии от конца одного зубца до начала соседнего зубца.

ЗУБЕЦ P - образуется в результате возбуждения двух предсердий. Он начинает регистрироваться сразу после того, как импульс выходит из синусопредсердного узла.

Амплитуда зубца P обычно наибольшая во II ст. отведения. В норме продолжительность P до 0.1 с, амплитуда не должна превышать 2.5 мм. В отведении aVR зубец всегда отрицательный.

▶ **ИНТЕРВАЛ PQ** - от начала зубца P до начала зубца Q. Он соответствует времени прохождения возбуждения по предсердиям и АВ-соединению до миокарда желудочков. Изменяется в зависимости от частоты сердечного ритма, от возраста и массы тела тела больного. В норме интервал PQ 0.12 - 0.18 (до 0.2 с). Таким образом, интервал PQ включает в себя зубец P и сегментPQ.

ИНДЕКС МАКРУЗА.

Это отношение продолжительности зубца Р к длительности сегмента PQ. В норме -1.1 - 1.6. Этот индекс помогает в диагностике гипертрофии предсердий.

Комплекс QRS - желудочковый комплекс. Обычно это наибольшее отклонение ЭКГ. Ширина комплекса QRS в норме составляет 0,06 - 0,08 с и указывает на продолжительность внутрижелудочкового проведения возбуждения. С возрастом ширина комплекса QRS . Амплитуда зубцов комплекса QRS обычно варьирует. В норме по крайней мере в одном из стандартных отведений или в отведениях от конечностей амплитуда комплекса QRS должна превышать 5 мм, а в грудных отведениях - 8 мм. В любом из грудных отведений у взрослых амплитуда комплекса QRS не должна превышать 2.5 см.

Зубец Q - начальный зубец комплекса QRS. он регистрируется во время возбуждения левой половины межжелудочковой перегородки. Регистрация зубца q даже малой амплитуды в отведениях V1-V3 является патологией. В норме ширина зубца q не должна превышать 0.03 с, а его амплитуда в каждом отведении должна быть меньше 1/4 амплитуды следующего за ним зубца R в этом отведении.

Зубец R - обычно основной зубец ЭКГ. Он обусловлен возбуждением желудочков, и его амплитуда в стандартных отведениях и в отведениях от конечностей зависит от положения электрической оси сердца. При нормальном положении электрической оси и $R_{II} > R_I > R_{III}$. Зубец R может отсутствовать в отведении aVR. В грудных отведениях зубец R должен нарастать по амплитуде с V1 по V4.

Зубец S - в основном обусловлен конечным возбуждением основания левого желудочка. Этот зубец может отсутствовать в норме, особенно, в отведениях от конечностей. В грудных отведениях наибольшая амплитуда зубца S в отведениях V1 и V2. Ширина S в любом случае не должна превышать 0,03 с.

Сегмент ST - соответствует тому периоду сердечного цикла, когда оба желудочка полностью охвачены возбуждением. Точка, где оканчивается комплекс QRS, обозначается как ST - соединение, или точка J. Сегмент ST непосредственно переходит в зубец T. Сегмент ST в норме расположен на изолинии, но может быть несколько приподнятым или сниженным. В норме сегмент ST может быть расположен даже на 1.5 - 2 мм выше изолинии. У здоровых людей это сочетается с последующим высоким положительным зубцом T и имеет вогнутую форму. В тех случаях, когда сегмент ST расположен не на изолинии, его форму описывают как вогнутую, выпуклую или горизонтальную. Продолжительность этого сегмента большого диагностического значения не имеет, и обычно не определяется.

Зубец Т. Регистрируется во время реполяризации желудочков. Это самый лабильный зубец ЭКГ. Зубец Т в норме обычно положительный. в норме зубец Т не зазубрен. Зубец Т , как правило, положителен в тех отведениях, где комплекс QRS в основном представлен зубцом R. В отведении aVR Т должен быть всегда отрицательный. Продолжительность этого зубца от 0,1 до 0,25 с, но она не имеет большого диагностического значения. Амплитуда обычно не превышает 8 мм. В норме TV1 обязательно выше, чем TV6.

Интервал QT. Это электрическая систола желудочков. Интервал QT -это время в секундах от начала комплекса QRS до конца зубца T. Зависит от пола, возраста и ЧСС. В норме продолжительность интервала QT составляет 0,35 - 0.44 с. QT является константой для данной частоты ритма отдельно для мужчин и женщин.

Существуют специальные таблицы, в которых представлены нормативы электрической систолы желудочков для данного пола и частоты ритма.

Зубец U. Небольшой положительный зубец, изредка регистрируемый вслед за зубцом Т. Он лучше всего виден в правых грудных отведениях, особенно при редком ритме. Клинически важно наличие выраженного зубца U увеличенной амплитуды ($U > T$), что почти всегда указывает на гипокалиемию. Следует всегда учитывать, что и здоровых людей. и при заболеваниях сердца. зубец U может не регистрироваться.

Сегмент ТР - соответствует диастоле желудочков и предсердий, во время которой отсутствует электрическая активность сердца. В норме этот сегмент расположен на изолинии.

Понятие об электрической оси сердца и виды ее положения.

Направление ЭДС сердца в данный момент времени называется моментной электрической осью сердца. Направление этой оси во время деполяризации желудочков все время меняется. При сложении всех этих моментных векторов по правилам сложения векторов, получают суммарный вектор, соответствующий среднему направлению ЭДС сердца в течение всего периода деполяризации.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ОСЬ СЕРДЦА - ЭТО СУММАРНЫЙ ВЕКТОР ЭДС СЕРДЦА.

► Электрическая ось образует угол с осью I стандартного отведения. Угол между электрической осью сердца и осью I ст. отведения, называется угол α . По величине этого угла судят о направлении ЭДС сердца во время деполяризации желудочков.

Нормальное положение электрической оси условно считается при величине угла α от 0 до 90 градусов. Различают различные физиологические варианты нормы: горизонтальное положение (от 0° до 30°), нормальное положение (от 30° до 70°), вертикальное положение (от 70° до 90°).

Положение электрической оси зависит, в частности, от типа конституции пациента - горизонтальное положение электрической оси, и даже отклонение ее влево может быть при гиперстенической конституции, а вертикальное отклонение или умеренное отклонение вправо - при астеническом телосложении.

*ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
ОСИ СЛЕДУЕТ ЗАПОМНИТЬ СЛЕДУЮЩИЕ
ЗАКОНОМЕРНОСТИ:*

- **1). Если электрическая ось проецируется на положительную часть оси данного отведения, то в этом отведении регистрируется зубец R.**
- **2). Когда электрическая ось проецируется на отрицательные части осей отведений, в этих отведениях преобладают отрицательные зубца Q и S.**

➤ **3). Проекция электрической оси сердца на ось данного отведения представляет собой алгебраическую сумму зубцов ЭКГ в этом отведении.**

➤ **4). Если электрическая ось расположена параллельно оси данного отведения, то в этом отведении регистрируется зубец наибольшей амплитуды.**

- ▶ **5). Если электрическая ось расположена перпендикулярно оси данного отведения, то в этом отведении либо записывается изолиния, либо $R=S$.**
- ▶ **6). При проекции электрической оси на отрицательную часть оси отведения в этом отведении отрицательные зубцы по сумме больше положительных.**