

Цель:ознакомить курсантов с современными электрофизиологическими основами ЭКГ и с различными системами съёмки ЭКГ.

ЭКГ – это графическая запись электропотенциалов сердца. Сердечная мышца обладает электропотенциалом. В сердечной мышце выделяют 2 вида клеток: кардиомиоциты и кардиоциты. Кардиоциты – это специфические клетки, которые обладают способностью генерировать и проводить импульсы. Они располагаются в центрах или водителях ритма.

Кардиомиоциты – это клетки обычные, клетки сократительного миокарда.

В состоянии покоя клетка **поляризована**. Во внутренней среде клетки в состоянии покоя или поляризации содержатся преимущественно ионы калия K и кальция. На наружной поверхности клеточной мембраны преимущественно преобладают ионы натрия Na^+ и хлора Cl^-

В результате в состоянии покоя клетка заряжена снаружи положительно, внутри – преобладает отрицательный заряд (отрицательный заряд внутри клетки отмечается за счет белковых элементов). Между наружной и внутренней поверхностями клеточной мембраны создается разность потенциалов (60 – 90 мВ), так называемый трансмембранный потенциал

Таким образом на движение и перемещение ионов влияют в основном два фактора:

- Электростатический;
- Концентрационный.

При этом суммарный потенциал всего сердца равен 0, и на ЭКГ регистрируется изолиния (нулевая линия).

При **возбуждении** открываются быстрые Na каналы и Na устремляется в клетку, ионы K наоборот выходят из клетки.

Внутри клетки преобладает положительный, а снаружи отрицательный потенциал, этот процесс деполяризации называется «0» фазой деполяризации (возбуждения).

- **I-ая** фаза потенциала действия определяется массивным входением в клетку ионов хлора (с отрицательным зарядом). В течение 1-ой и ранней стадии 2-ой фазы тока действия происходит массивное выведение из клетки Na .
- **II-ая** фаза или плато. В это время в клетки входят одновременно Na^+ и Ca^{++} . Их положительный заряд продолжает нейтрализовать внутриклеточный отрицательный заряд. Этому способствует продолжающийся выход ионов K . Затем происходит плавное и нарастающее удаление ионов Na^+ и Ca^{++} что способствует общему наклонному характеру плато, т.е. постепенному увеличению отрицательного внутриклеточного потенциала с помощью Натрий-Са зависимой АТФ-азы

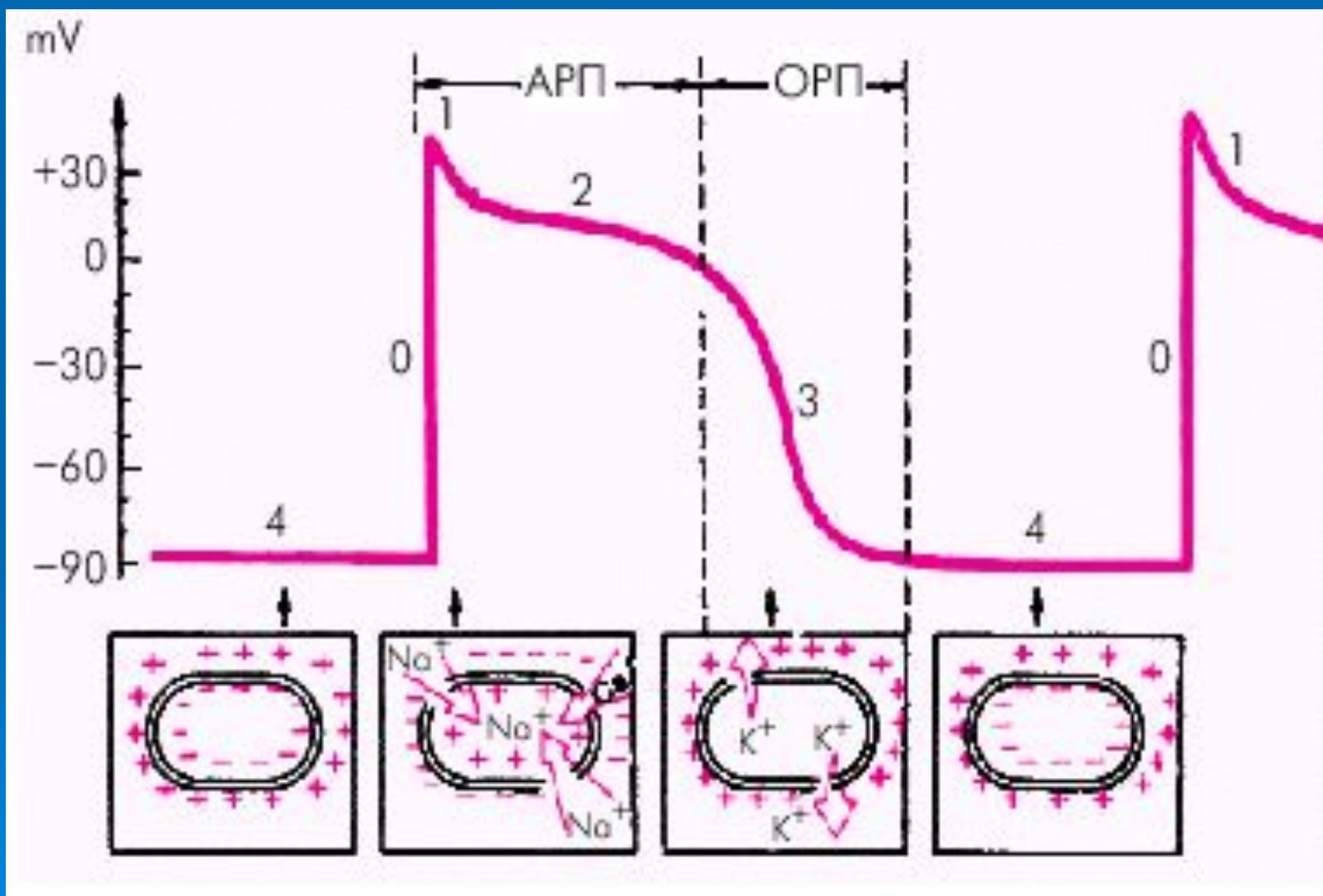
□ Поступление Ca^{++} в клетку, нарастание внутриклеточного Ca^{++} . Запускает электро - механическое сопряжение, то есть переход электрической энергии, в механическую. Под воздействием Ca активизируются белки и сокращается миокард. Ca соединяется с тропонином С, что служит сигналом к мгновенному развитию цепи реакций, обуславливающих процесс сокращения

- **III фаза** - фаза реполяризации характеризуется входом «K⁺», закрываются Na⁺, Ca⁺ каналы. III фаза, более быстрая фаза реполяризации.
- **IV фаза** реполяризации – фаза. полного восстановления исходного состояния клетки (миокард находится в состоянии диастолы или покоя).

Таким образом, 4 фазы потенциала действия клеток проводящей системы и сократительного миокарда циклически повторяются, определяя процессы возбуждения и проведения импульса.

- Таким образом. 0 фаза ПД-это фаза быстрой деполяризации (возбуждения), характеризующийся **быстрым входом ионов Na^+ и медленным выходом ионов K^+ .**

Трансмембранный потенциал действия (ТМПД)



□ **1 фаза - реполяризации** - образуется очень быстро в клетке проводящей системы и сократительного миокарда и исчезает надмембранный отрицательный потенциал т. к. в клетке исчезает быстрый реверсионный потенциал.

1 фаза характеризуется пассивным **входом $Cl(-)$** , отрицательный заряд которого нейтрализует положительный реверсионный потенциал и образуется в клетке на короткое время отрицательный внутриклеточный потенциал

В 1 фазе и начале 2 фазы (плато) происходит **массивный выход $Na+$** т.е. быстрый натриевый выход сразу после достижения пика потенциала (вершины) кривой ПД.

- **2 фаза - фаза замедленного действия-плато (медленная деполяризация).** Одновременно **входят Na^+ и Ca^{++}** (медленные натрий – кальциевые токи) их положительный заряд продолжают нейтрализовать отрицательный потенциал. Этому способствует продолжающийся **выход K^+** .

Таким образом, **процесс деполяризации имеет 1 фазу- 0 –ую.**

- В конце 2 фазы Na^+ и Ca^{++} выходят из клетки (активное перемещение посредством Натрий-Са АТФазы)

□ **3 фаза** - конец пологого спуска на ПД-2 фаза переходит в 3 фазу это момент **полного восстановления внутриклеточного отрицательного потенциала**. Круто нарастающий отрицательный потенциал в этой фазе обусловлен 2 факторами:

- 1) **полным удалением вошедших ионов Na^+ и Ca^{2+}** в течение 2 фазы;
- 2) **массивным входением ионов K^+ из среды** с помощью калиевого насоса (Натрий К АТФазы).

3 фаза - это фаза быстрой реполяризации - восстановления отрицательного внутриклеточного потенциала.

4 фаза - это фаза полного восстановления потенциала покоя - **диастолический период**.

В клетках основных водителей ритма в течение 4 фазы происходит постепенное уменьшение потенциала покоя. Это **спонтанная диастолическая деполяризация**, обусловленная выходом из клеток некоторого количества K^+ .

Понижение потенциала покоя в течение 4 фазы приводит к появлению быстрой деполяризации, вызванной массивным входением в клетку Na^+ , как только спонтанная деполяризация достигнет уровня от 30 до 35 мВ. Так осуществляется самостоятельное образование импульсов в клетках основных водителей ритма, т.е. **функция автоматизма**.

Приоритет того или другого центра автоматизма находится в прямой зависимости от скорости развития **спонтанной деполяризации**, что является свойством клеток, составляющих этот центр

Функция автоматизма находится под регулирующим влиянием обоих отделов вегетативной нервной системы (ВНС). При этом:

- 1) **Холинергическая система** оказывает на клетки обоих основных узлов автоматизма **адаптационно - трофическое** влияние;
- 2) Влияние **адренергической системы** на клетки основных водителей ритма сердца имеет противоположный описанному характер. При этом уровень потенциала покоя в указанных клетках уменьшается, что приводит к более быстрому достижению пороговой величины, за которой следует **быстрая деполяризация**. Адренергическое воздействие не только **учащает** деятельность сердца, но и **усиливает сократительный процесс**.

Таким образом, перемещение Na^+ в следующем:

- в 0 фазу - массивный и быстрый натриевый ток в клетку;
- в 1 фазу и в начале 2 фазы быстрый и массивный выход Na^+ из клетки. Во 2 фазу медленное вхождение Na^+ в клетку (одновременно с Ca^{++});
- в 3 фазу – выход из клетки Na^+ и Ca^{++} (полное удаление вошедших во 2 фазу в клетку Na^+ и Ca^{++})

Перемещение K^+ : В 0,1 и 2 фазы K^+ выходит из клетки и в 3 фазу входит в клетку

Рефрактерность

- Начало ПД характеризуется невозбудимостью к новому импульсу. Это рефрактерность. Она делится на:

1) абсолютную

2) относительную

- **Абсолютная рефрактерность (АР)** начинается с момента быстрого вхождения натрия в клетку т.е. от 0 фазы деполяризации и кончается 2-ой фазой реполяризации.

Относительная рефрактерность (ОР) соответствует 3 фазе ПД - т.е. фазе реполяризации.

- Если во время АР возбуждение клетки не может быть вызвано никакими воздействиями, то в течение фазы ОР деполяризацию (возбуждение) удастся получить путем приложения очень сильного раздражения
- В конце процесса реполяризации и следовательно, после окончания фазы ОР понижается порог возбудимости (фаза экзальтации) повышенной, супернормальной возбудимости (**уязвимый, опасный период**). Этот период соответствует на ЭКГ концу зубца Т и началу зубца U Именно в это время часто образуются экстрасистолы.

Основные свойства проводящей системы

1. Автоматизм
2. Возбудимость
3. Проводимость
4. Рефрактерность



Автоматизм

- свойство генерировать т. е. создавать импульсы.

В клетках основных водителей ритма сердца идет постепенное уменьшение потенциала покоя – т.е. происходит спонтанная диастолическая деполяризация (возбуждение) - к концу 4 фазы. Это обусловлено выходом некоторого количества ионов K^+ .

Снижение внутриклеточного отрицательного потенциала покоя достигнет порогового потенциала до нулевого значения и появление положительного внутриклеточного потенциала за счет массивного входа ионов Na^+ - открываются быстрые натриевые каналы - это уже 0 фаза потенциала действия. Так осуществляется самостоятельное образование (генерирование) импульса в клетках основных водителей ритма - это и есть функция автоматизма.

Уровень автоматизма центров водителей ритма зависит от скорости развития спонтанной диастолической деполяризации. (СДД)

В нормальных условиях первым центром автоматизма является синусовый узел (СУ), за которым следует А-В узел, в убывающей степени дальше идут клетки пучка Гиса, его ножек и разветвлений и, наконец, клетки волокон Пуркинье



Свойство возбудимости

**т.е. воспринимать импульс или
приходить в состояние возбуждения.**

Это процессы деполяризации, когда клетка из состояния покоя переходит в 0 фазу, а затем в 1 и 2 фазы потенциала действия, постепенно утрачивая отрицательный внутриклеточный потенциал. Клетка приобретает положительный заряд за счет ионного обмена.

Проводимость

-свойство проводить импульсы.

Все клетки проводящей системы обладают свойством проведения импульса.

1) Проведение импульса или возбуждения происходит как по цепной реакции от одной соседней клетки к другой. Такой механизм передачи импульсов безмедиаторный. Передача импульсов в них осуществляется очень быстро, причем с одинаковой скоростью как в орто-, так и в ретроградном направлении.

Второй механизм передачи - медиаторный:
ацетилхолин с вагусной и норадреналин с нервных окончаний симпатической нервной системы. Таким образом осуществляется холинергическое и адренергическое влияние ВНС на проводящую систему и сократительную систему сердца.

Синусовый узел состоит из 2-х видов клеток: Р клетки (пейсмекерные) генерируют импульсы, обладают высокой степенью автоматизма и

3) Т-клетки (транспортные), основной функцией которых является передача (транспорт) импульсов. Затем импульсы распространяются по предсердиям по так называемым межузловым путям: переднему (Бахмана), среднему (Венкебаха) и заднему (Тореля)

Клетки А-В узла также состоят из 2-х видов клеток: типа Р и Т-клеток. Клетки А-В узла по своим физиологическим свойствам оказываются неоднородными. Здесь импульсы распространяются с декрементом, т.е. с затуханием скорости прохождения возбуждения.

3-ий механизм передачи импульса- установлено наличие (кроме электрического и энзимохимического) смешанного синапса. (Шаповалов А. М., 1979)

- Торможение электротонической передачи в этом смешанном синапсе осуществляется одновременным медиаторным воздействием, что ведет к блокаде проведения возбуждения по электрическому синапсу; при этом импульс направляется в сторону - к соседним клеткам (обходное движение импульса).
- Таким образом был установлен феномен Re-entry. Этот механизм может обусловить появление фибрилляции, блокады, экстрасистол.

4 свойство проводящей системы -рефрактерность.

Клетки проводящей системы оказываются невосприимчивыми к возбуждению - это и есть состояние рефрактерности, что соответствует фазе деполяризации ПД (0 фаза), 1 и 2 фазам реполяризации. В этот период клетка абсолютно рефрактерна, т.е. ни один импульс не может быть воспринят клетками. На ЭКГ этот период соответствует комплексу QRS и сегменту ST.

За ним следует период относительной рефрактерности. На ЭКГ период относительной рефрактерности соответствует фазе реполяризации (3 фаза ПД) или зубцу T.

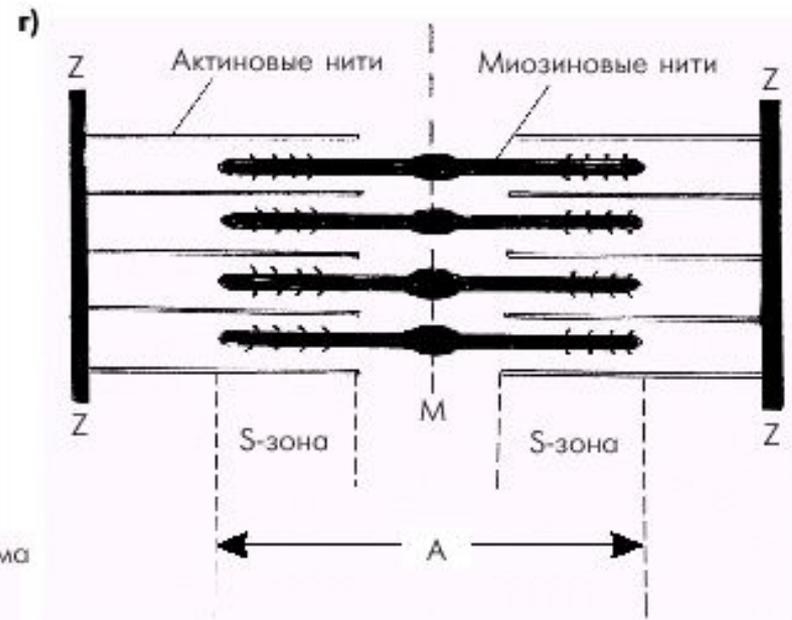
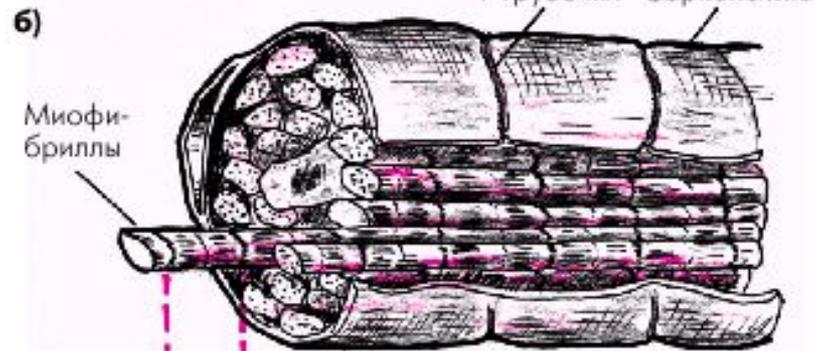
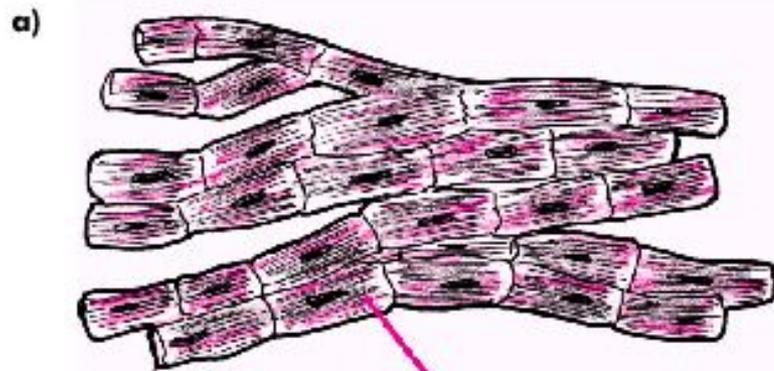
Процесс сокращения миокарда. Электромеханическая связь

Сокращение миокардиальных клеток начинается через короткое время после возбуждения.

Сокращение точнее скольжение нитей актина относительно миозиновых нитей начинается при повышении концентрации Ca в цитоплазме клетки. Вначале происходит:

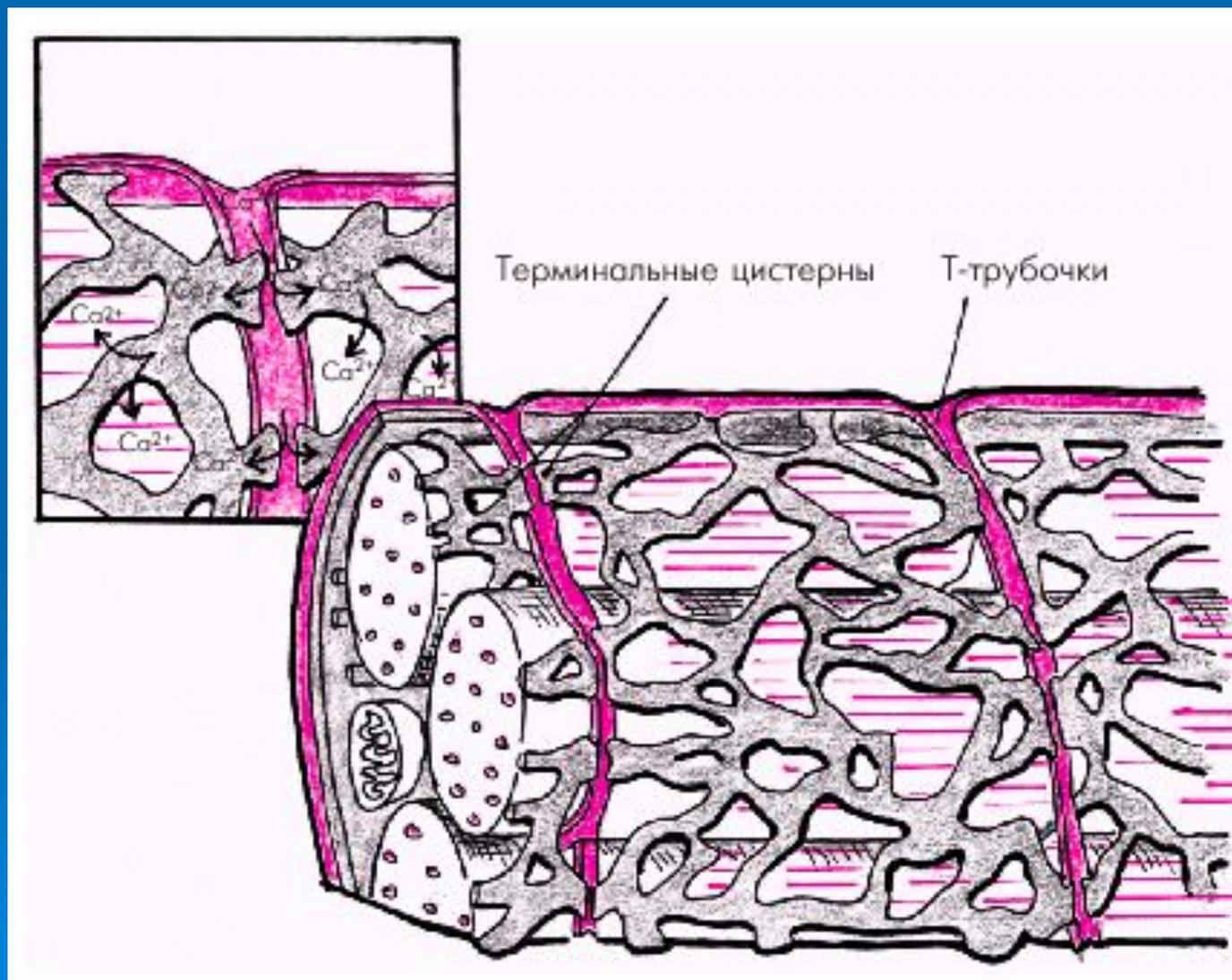
- 1) присоединение Ca к тропонину C и образуется комплекс в виде **Тропонин $C - Ca^{++}$** ;
- 2) Образовавшийся комплекс Тропонин $C - Ca^{++}$:
 - снимает торможение тропонина 1 на аденозинтрифосфорную активность головок меромиозина;
 - активирует связь тропонина T_c тропомиозином.

Строение кардиомиоцита

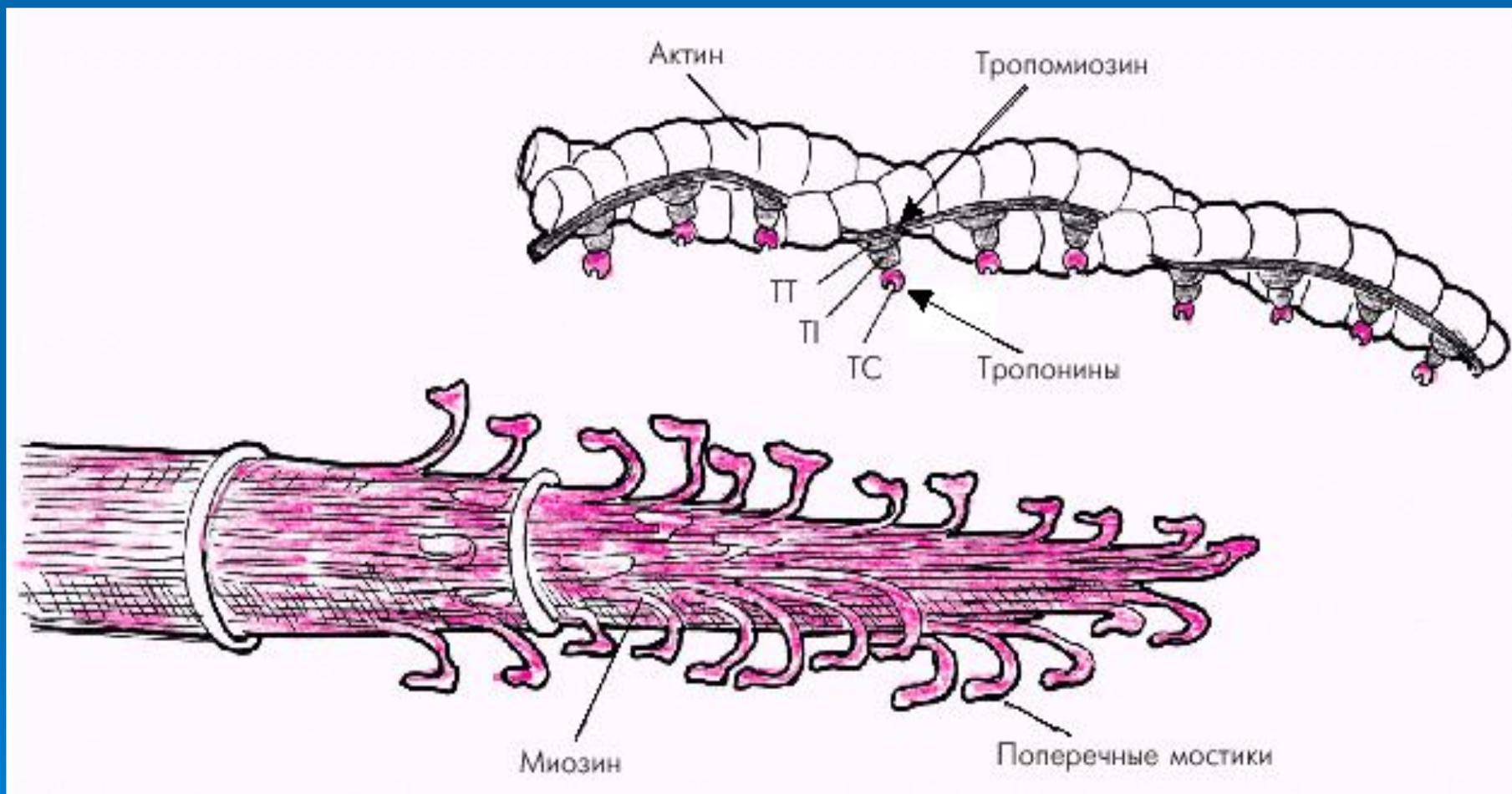


Саркоплазматический ретикулум и перемещение ионов

Ca^{2+} во время сокращения кардиомиоцита

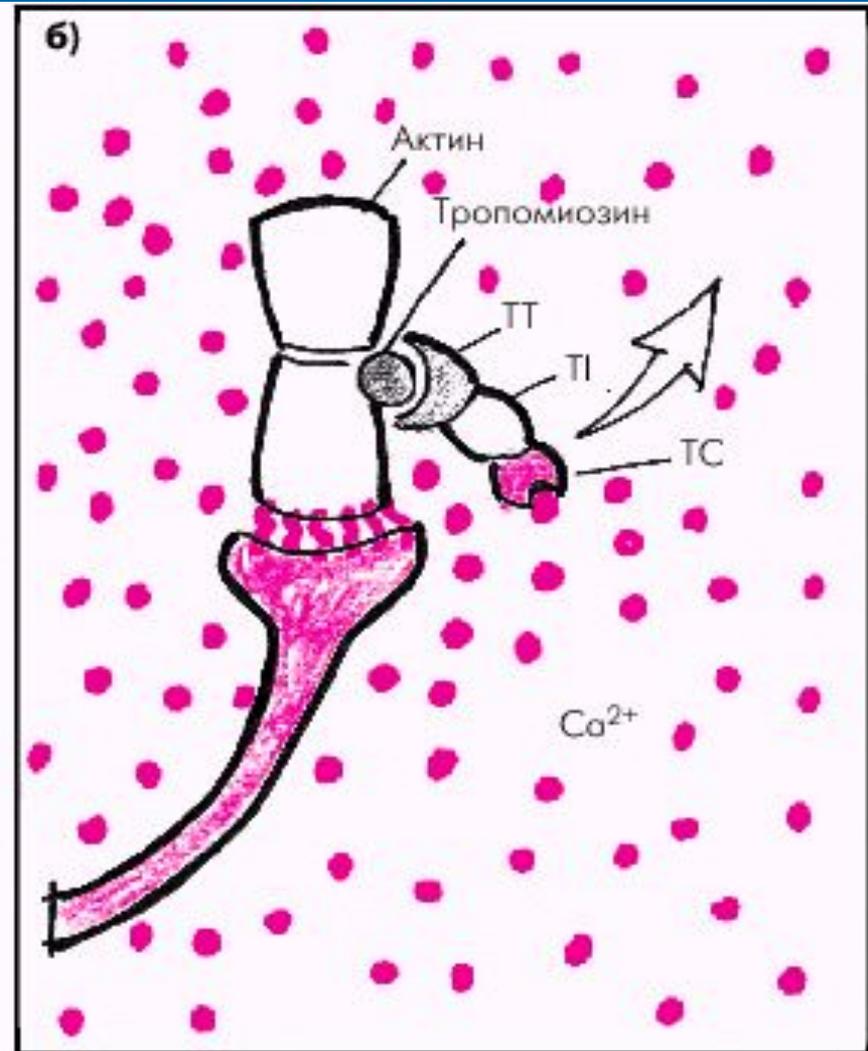
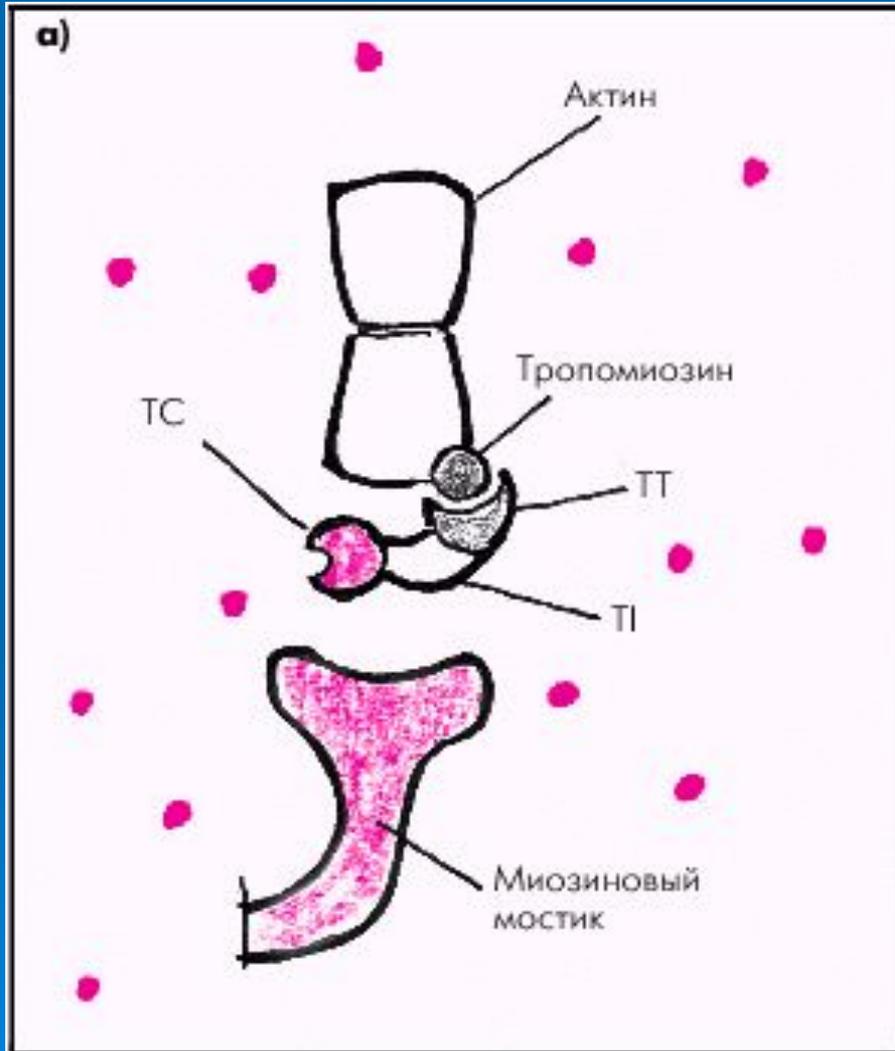


Структура тонких (актиновых) и толстых (миозиновых) нитей саркомера. ТС, ТТ и ТІ — тропонины

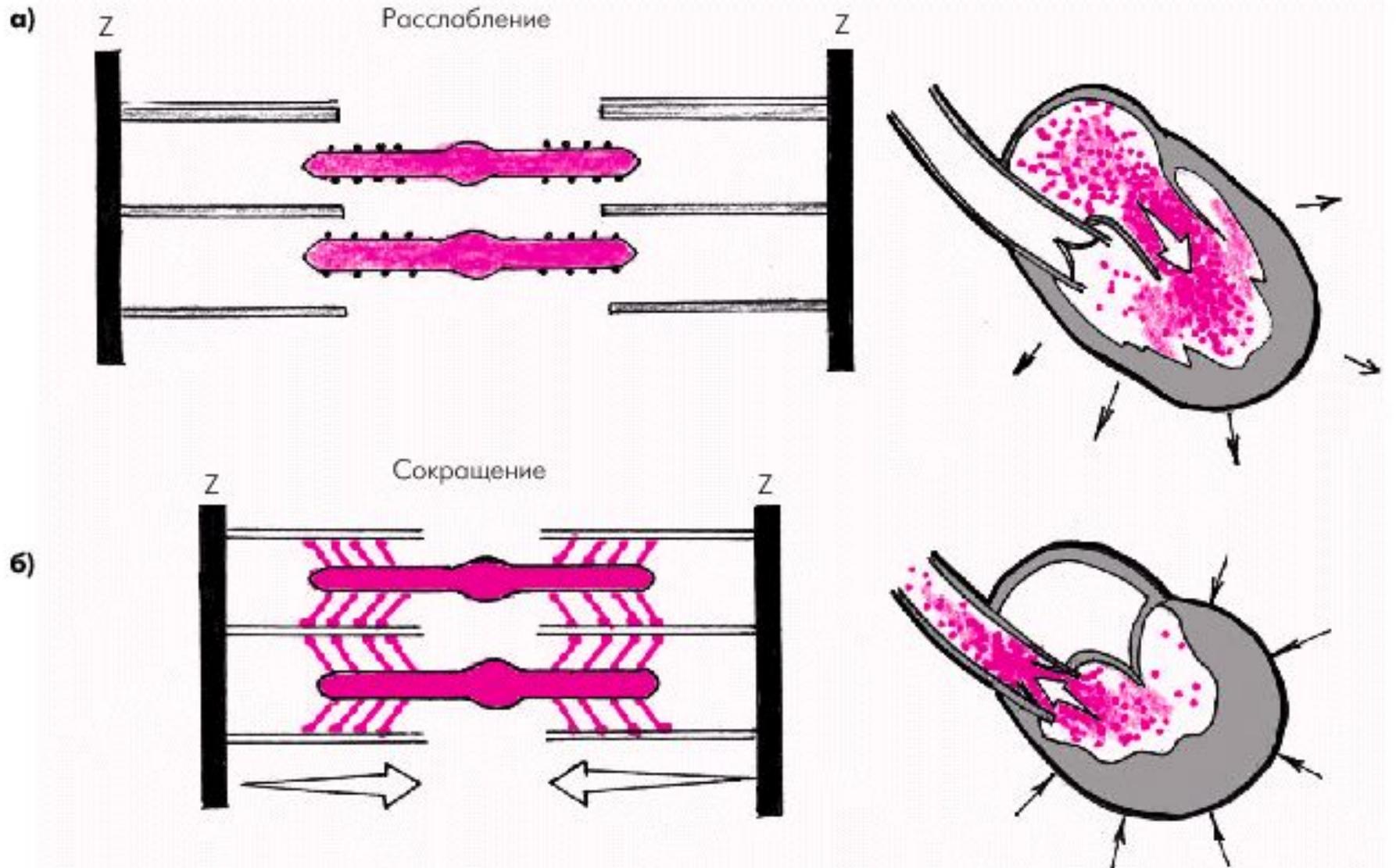


Функционирование тропомиозин–тропонинового комплекса во время расслабления (а) и сокращения (б).

Кружочками обозначены Ca^{2+} ; ТС, ТТ и ТI — тропонины С, Т и I



Взаимное расположение тонких и толстых нитей саркомера во время расслабления (а) и сокращения (б)



Нервная регуляция функций миокардиальных клеток

Между клетками проводящей системы и контактирующими с ними клетками сократительного миокарда обнаружены структуры характерные для нервно - мышечных синапсов с медиатороной передачей возбуждения.

Сущность электротонического воздействия заключается в том, что приложенный с внешней стороны мембраны определенный потенциал (положительный или отрицательный) оказывает на потенциал клетки или нервного волокна противоположное по знаку влияние.

Роль адренергической системы

В сердце имеет место мощное разветвление симпатической системы. Значение такой иннервации миокарда заключается в оптимизации внутриклеточных биохимических процессов и в регуляции силы сокращения т.е. в адаптационно-трофическом влиянии.

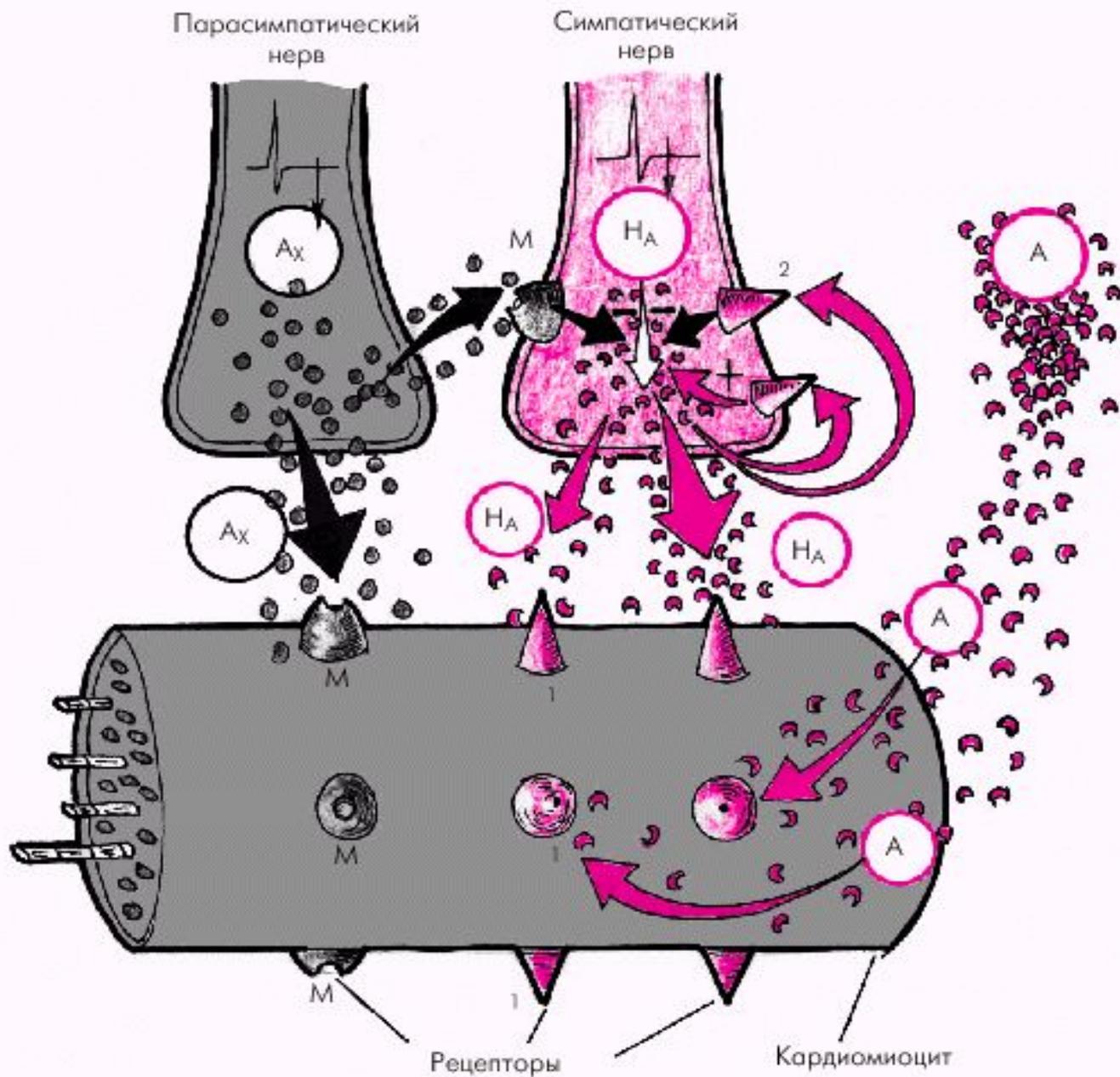
Наряду с влиянием на обмен веществ в миокардиальных клетках, **адренергическая система увеличивает поток Ca в эти клетки во 2 фазе ПД, что усиливает сокращение.**

Адренергическая система в клетках СУ понижает мембранный потенциал (гипополяризация), в результате возникает тахикардия.

Холинергическая иннервация миокардиальных клеток

Холинергический эффект заключается в:

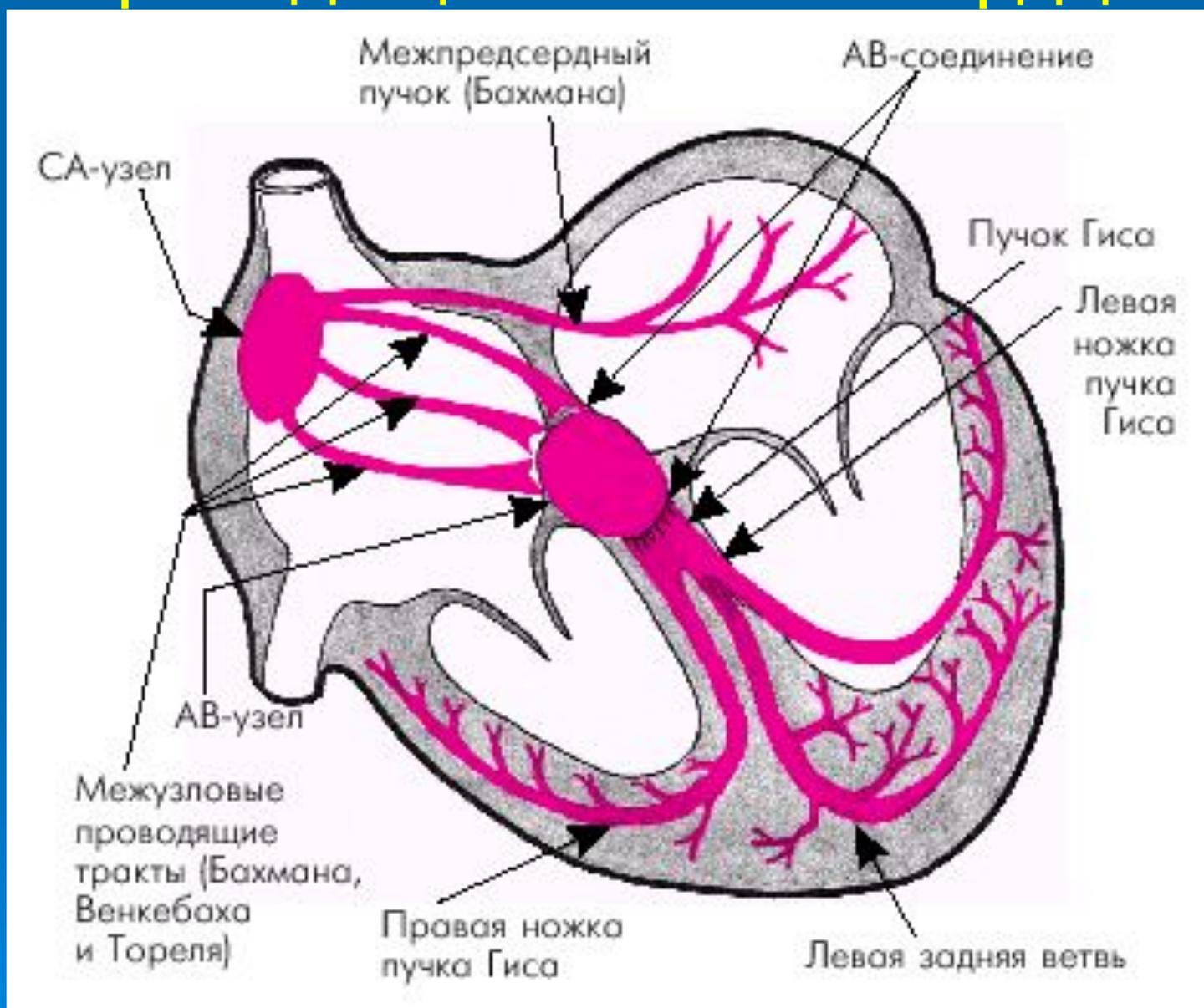
- 1) улучшении трофики клеток данной системы;**
- 2) центрогенная установка минимального количества возбуждений и сокращений сердца, которое обеспечивает в данной конкретной обстановке экономично выполняемую кардиогемодинамику т. е. адаптивное влияние.**



Цель: ознакомить курсантов с элементами нормальной ЭКГ, векторным анализом.

- Проводящая система сердца- это специализированная ткань, способная генерировать и проводить импульсы.
- Кардиоциты бывают 2-х типов: Р клетки (пейсмекерные), создающие импульс.
- Т-клетки, проводящие импульс. В центрах автоматизма содержатся в основном Р-клетки.
- Проводящая система состоит:
 1. **Синусовый узел (SV)**- это центр автоматизма первого порядка, располагается в верхнем отделе правого предсердия у устья верхней поллой вены.

Проводящая система сердца



□ **2. Межузловые пути:** всего их –3, они идут по предсердиям:

а) передний путь или путь Бахмана

б) средний путь или путь Венкебаха

в) задний путь (Тореля).

Эти пути соединяют СУ с А-В узлом.

□ **3. Атрио-вентрикулярный узел** - это водитель второго порядка, располагается в нижнем отделе правого предсердия между межпредсердной и межжелудочковой перегородками. А-В узел уступает по своей активности SV, его потенциал меньше, и может создавать импульсы с частотой 50-60 в 1 мин.

□ **4. Пучок Гиса** - это короткий путь, являющийся продолжением А-В узла, располагается на межжелудочковой перегородке. Пучок Гиса и ножки пучка Гиса называют водителями ритма III порядка. Пучок Гиса обладает меньшим потенциалом и создает импульсы 40-50 в мин

5. Ножки пучка Гиса.

Это разветвления, которые идут от пучка Гиса соответственно к желудочкам: правая ножка идет и разветвляется в правом желудочке, а левая ножка идет по межжелудочковой перегородке и разветвляется в левом желудочке на 2 ветви: передне-верхнюю и задне-нижнюю. Потенциал ножек пучка Гиса незначительный, поэтому импульсы создаются с частотой 30-40 в мин.

6. **Волокна Пуркинье** —это конечный участок проводящей системы, микроскопические образования, соединяющиеся с сократительным миокардом. Это водители ритма III порядка и создают импульсы с частотой 20-30-40 в минуту

Формирование ЭКГ

- Появление зубцов и комплексов на ЭКГ обусловлено **возбуждением** миокарда.
- **Комплекс QRS** регистрируется за счет процесса деполяризации («О» фаза). Сегмент ST (или нулевая линия) регистрируется когда все клетки находятся в состоянии **возбуждения - полная деполяризация**
- Процессы реполяризации на ЭКГ отражаются сегментом ST и з.Т.
- Процесс реполяризации имеет **обратное направление** - от эпикарда к эндокарду.
- Когда все клетки восстановлены т.е. имеют исходный положительный заряд, разность потенциалов между различными отделами миокарда исчезает, и **на ЭКГ вновь регистрируется изолиния.**

- Процессы возбуждения начинаются с левой половины межжелудочковой перегородки. по левой ножке п. Гиса.
- Клетки миокарда этой области перегородки приобретают отрицательный (-) заряд, в то время как клетки правой половины МЖП остаются в состоянии покоя с положительным (+) зарядом. Возникает разность потенциалов, вектор которого направлен **слева – направо** - с отрицательного полюса к положительному.

На электроде V1 регистрируется «+» потенциал то есть появляется восходящее колено зубца r. В отведении V6 регистрируется (-) потенциал то есть зубец Q. Возбуждение правой половины МЖП наступает быстро и нивелирует разность потенциалов, и на ЭКГ вновь достигается изолиния, поэтому в отведении V1 регистрируется малой амплитуды зубец r, а в отведении V6-малой амплитуды зубец Q.

II стадия возбуждения желудочков

- Процесс возбуждения распространяется от эндокарда к эпикарду. Сначала возбуждение идет в эндокардиальных слоях, а затем в эпикардиальных слоях миокарда, вновь появляется разность потенциалов. Вектор разности потенциалов левого желудочка (ЛЖ) имеет направление справа налево, разность потенциала правого желудочка (ПЖ) имеет обратное направление - слева направо.
- Возбуждение П.Ж. несколько опережает возбуждение Л.Ж., поэтому вначале преобладает потенциал П.Ж., поэтому на ЭКГ в отведении V1 нарастает амплитуда зубца R. Однако суммарный вектор направлен в сторону превалирующего потенциала.

С III фазы реполяризации – это относительный рефрактерный период. В этот период клетки миокарда рефрактерны т е невосприимчивы к дополнительным импульсам но могут ответить на отдельные дополнительные импульсы, потенциал которых превышает основной потенциал. В конце 3 фазы реполяризации (что соответствует нисходящему колену зубца Т) **отмечается снижение порога возбудимости - это уязвимый период.**

Формирование комплекса QRS – это суммарный биопотенциал обоих желудочков.

Масса Л.Ж. в 3 р. больше массы П.Ж. поэтому суммарный вектор будет направлен справа налево. В результате в отведении V6, к которому направлен положительный полюс (+заряд) будет регистрироваться восходящая линия зубца R. А к электроду отведения V1 направлен отрицательный полюс суммарного вектора, поэтому в этом отведении будет регистрироваться нисходящая линия (зубец S).

В норме в отведениях V1, V2 комплексы типа «rS», так как в этих отведениях зубец «r» обусловлен потенциалом правого желудочка, а зубец «S»-потенциалом левого желудочка.

Результирующий вектор направлен справа налево положительным полюсом или зарядом к отведению V6, поэтому в этом отведении на ЭКГ будет регистрироваться высокий положительный зубец R.

- III стадия возбуждения желудочков - деполяризация основания левого желудочка. При этом вектор направлен снизу вверх от отрицательного заряда - к положительному «+». Иначе говоря, вектор направлен от электрода V6, поэтому в отведении V6 регистрируется отрицательный "-"зубец S.

- Усиленные отведения от конечностей –это однополюсные отведения: aVR- от правой руки, aVL -от левой руки и aVF -от левой ноги.

Грудные отведения

- **V1**-правое грудное отведение, электрод располагается в IV межреберье справа от грудины
- **V2**- второе правое грудное отведение, электрод располагается в IV межреберье слева от грудины.
- **V3**-третье грудное отведение(переходная зона), электрод ЭКГ располагается между электродами V2 и V4
- **V4**-четвертое грудное отведение, электрод располагается в V межреберье по средне-ключичной линии.
- **V5**-пятое грудное отведение, электрод располагается в V межреберье по передне -подмышечной линии.
- **V6**-шестое грудное отведение, электрод располагается в V межреберье по средне-подмышечной линии

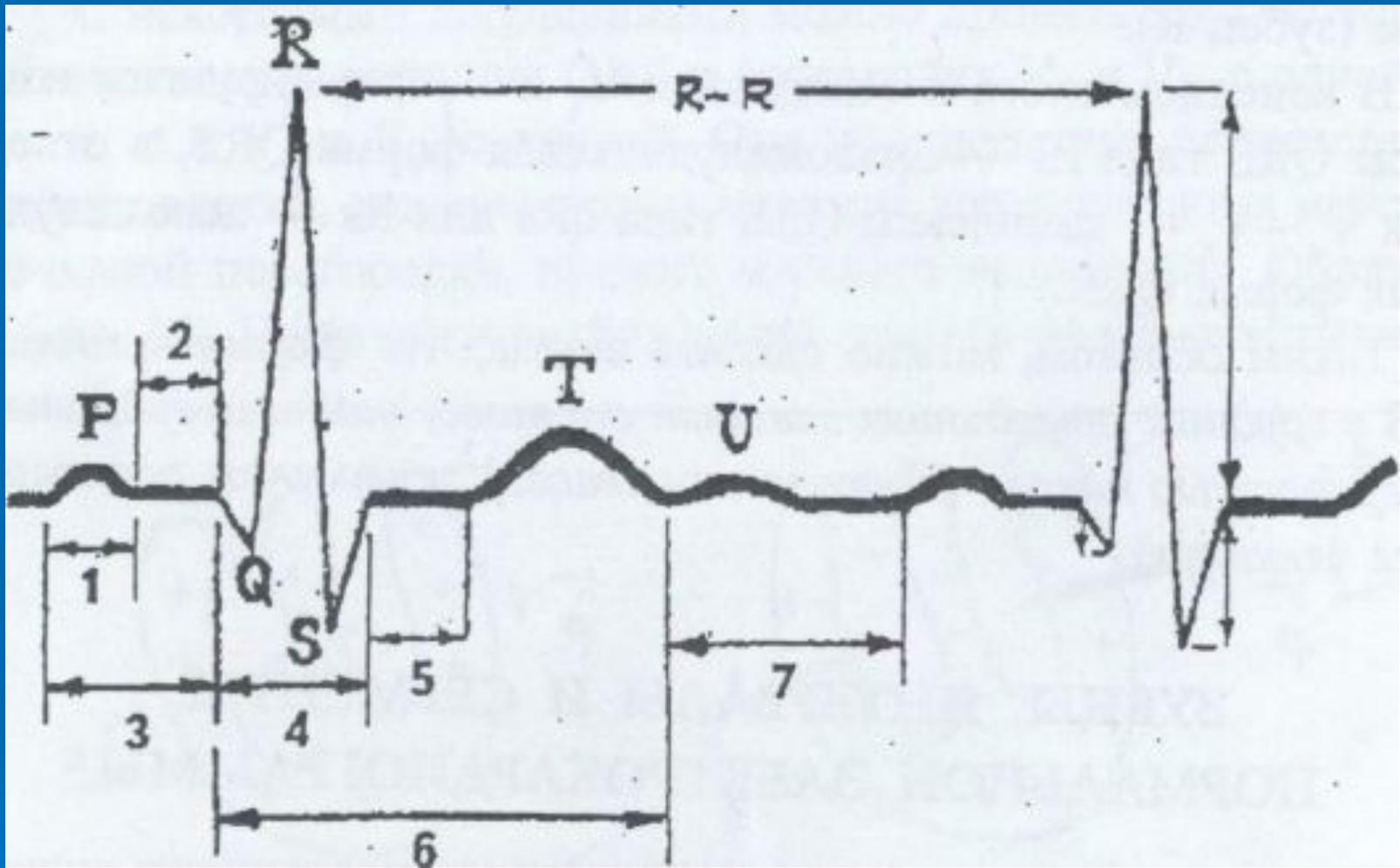
Дополнительные грудные отведения

- **V7**-электрод располагается в V межреберье по задне-подмышечной линии.
- **V8**-электрод располагается в V межреберье по лопаточной линии.
- **V9**-электрод располагается в V межреберье по паравертебральной линии.

Элементы нормальной ЭКГ

Зубец Р - это предсердный комплекс, отражающий суммарный биопотенциал обоих предсердий. Начальная часть зубца Р обусловлен потенциалом правого предсердия. Конечная часть зубца Р обусловлена потенциалом левого предсердия. В норме зубец Р -положительный, одногорбый, однофазный, кроме отведения, aVR , где он отрицательный В отведении $V1$ он может быть двухфазным и отрицательным в отведении III.

- **Амплитуда** зубца Р равна 2-2,5мм.
- **Продолжительность** зубца Р =0,06-0,11 сек.



Зубцы, сегменты и интервалы ЭКГ: 1 — зубец P; 2 — сегмент P—Q(R); 3 — интервал P—Q(R); 4 — комплекс QRS; 5 — сегмент (R)S—T; 6 — электрическая систола сердца; 7 — диастолический интервал T—P

- **Интервал P-Q** дает представление о проведении импульса через А-В узел.

Продолжительность. 0,12-0,20 сек.

Желудочковый комплекс QRS.

Желудочковый комплекс состоит из зубцов Q, R, S и отражает на ЭКГ суммарный биопотенциал обоих желудочков. Длительность комплекса QRS отражает время внутрижелудочкового прохождения импульса.

Продолжительность: 0,06-0,10 сек.

Расширенный комплекс QRS (более 0,12 сек) может быть при нарушении внутрижелудочковой проводимости – блокаде ножек пучка Гиса.

□ **Зубец Q**– отражает начальный биопотенциал желудочков, точнее межжелудочковой перегородки.

Продолжительность: 0,03 сек и менее.

Амплитуда: Равна и менее $1/4$ амплитуды зубца R.

□ Если параметры зубца Q превышают вышеуказанные, то речь идет о патологических зубцах Q, характерных для инфаркта миокарда.

- **Зубец R-** самый главный элемент желудочкового комплекса. Он всегда положительный, в норме незазубрен, недеформирован.

Амплитуда в стандартных отведениях : от 5 мм до 10 мм. В грудных отведениях амплитуда R в норме от 10 до 22 мм.

- **Зубец S** завершает желудочковый комплекс и отражает процессы деполяризации базальных отделов желудочков и базального отдела перегородки, с направлением вектора вверх, назад и несколько вправо. Поэтому в левых грудных отведениях (V5,V6) зубец S малой амплитуды, а в правых-V1-V2 он имеет наибольшую амплитуду.

- **Сегмент S-T** - это прямая линия от конца зубца S до начала зубца T Сегмент S-T отражает полную деполяризацию и начало реполяризации желудочков. В норме сегмент S-T на изолинии.

- **Зубец Т** -отражает процесс реполяризации желудочков. Зубец Т в норме положительный, одногорбый, однофазный. Зубец Т может быть отрицательный в отведении III, всегда отрицательный в отведении aVR и может быть отрицательным в отведениях V1,V2. Зубец Т по амплитуде должен составлять 1/3-1/4 амплитуды зубца R.

Амплитуда. В различных отведениях колеблется, в стандартных отведениях равна 3-5мм. В прекардиальных отведениях- от 3 до 10 мм.

- **Интервал Q-T** –отражает время, необходимое для цикла деполяризации и реполяризации желудочков.

Продолжительность. Варьирует в зависимости от возраста, пола и частоты сердечных сокращений, обычно между **0,36-0,44** сек. Интервал Q-T не должен превышать половину расстояния интервала P-P при правильном ритме.

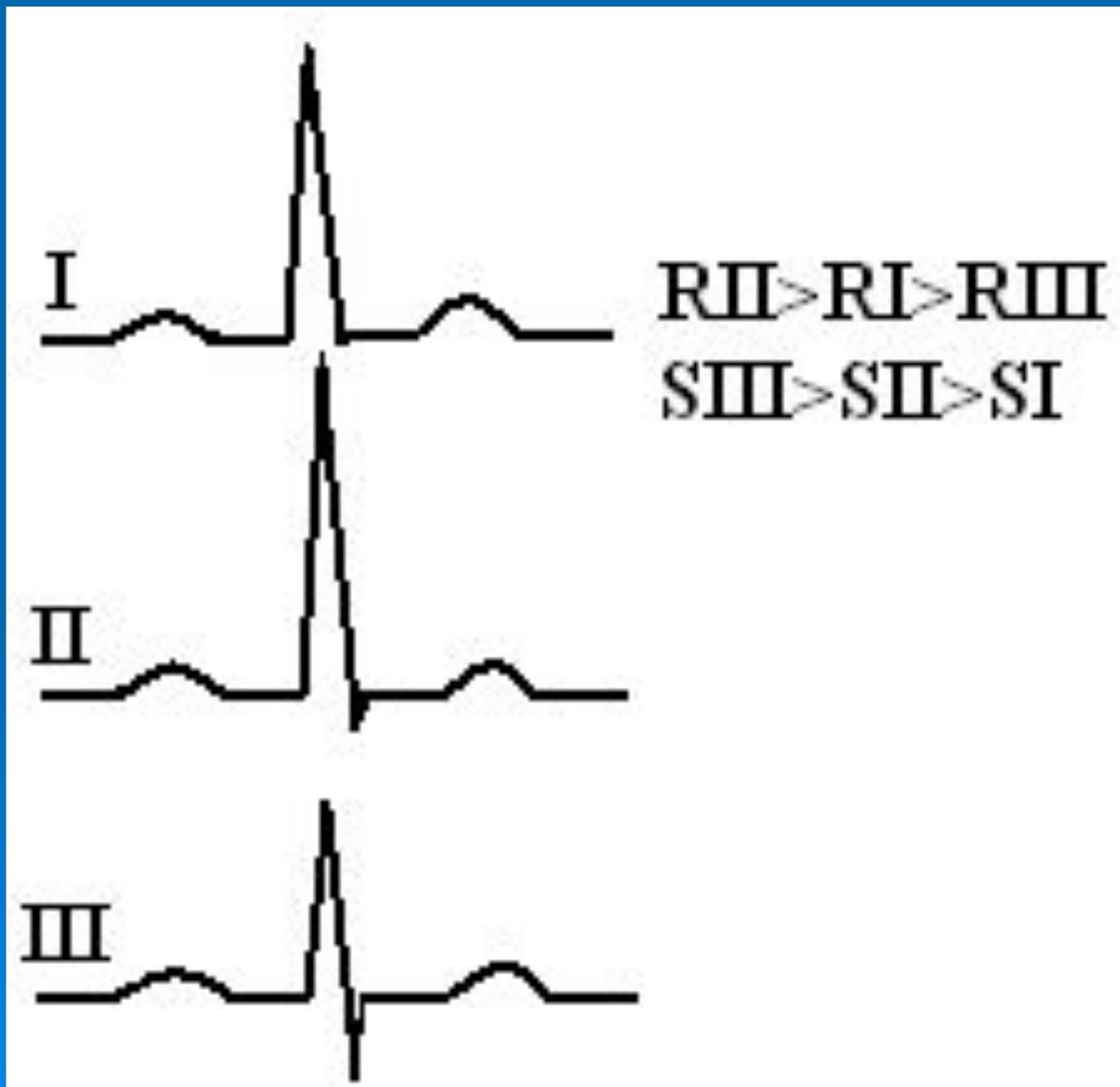
- **Удлиненный интервал Q-T** указывает на удлинение реполяризации, может наблюдаться под влиянием антиаритмических препаратов I класса, при ишемии, инфаркте миокарда, может свидетельствовать об опасных нарушениях ритма, например, желудочковой тахикардии типа «пирует»
- **Укороченный интервал Q-T** может быть обусловлен гиперкальциемией, влиянием сердечных гликозидов.
- **Зубец U** отражает реполяризацию волокон Пуркинье. Выраженный зубец U может быть связан с гипокалиемией.

Электрическая ось сердца

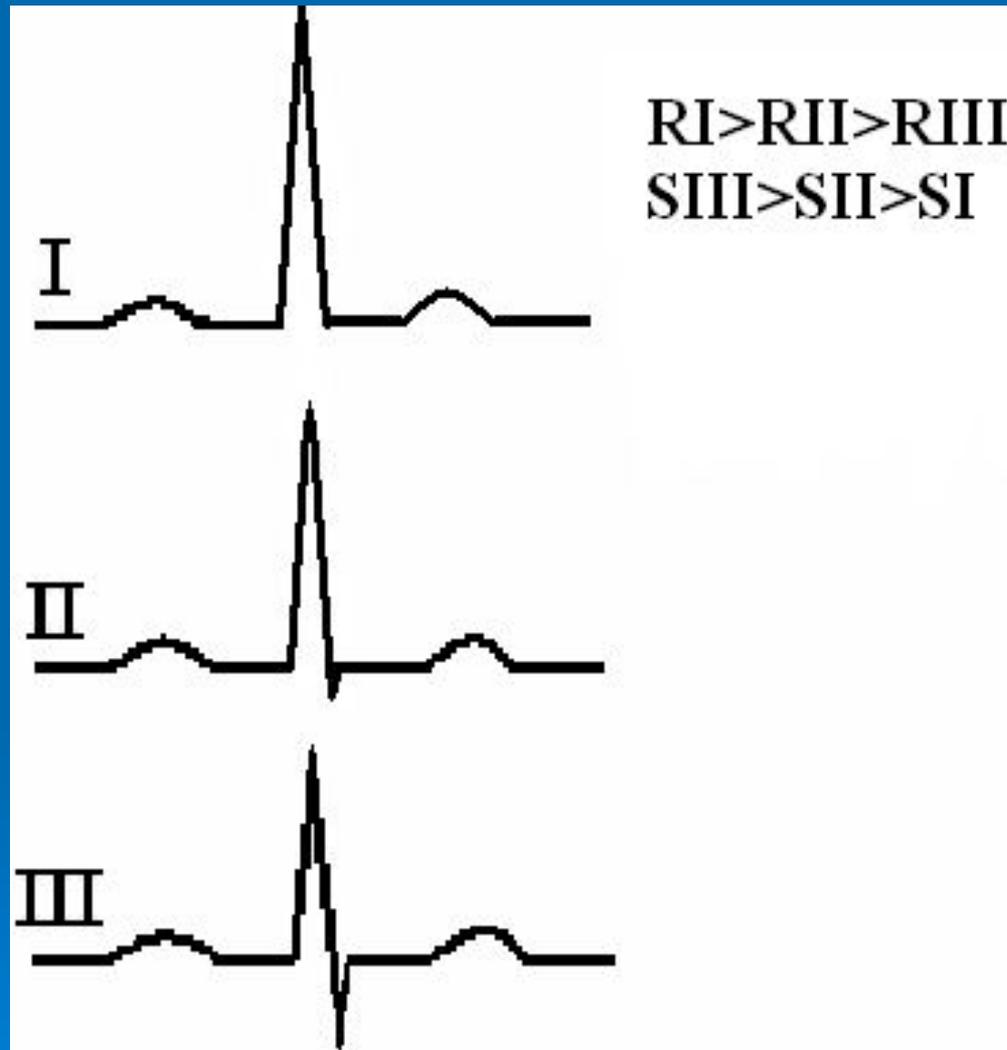
Нормальное положение электрической оси сердца

- Положение электрической оси сердца (ЭОС) можно определить 2-мя способами:
 - 1) графическим по сопоставлению амплитуды зубцов R и S в стандартных отведениях- I ,II и III
- **При нормальном положении ЭОС** самым высоким зубцом R в стандартных отведениях является зубец R во II отведении, меньше в 1-ом и наименьший зубец R в III стандартном отведении $R_{II} > R_I > R_{III}$.

Нормальное положение ЭОС



Отклонение ЭОС влево



- Угол альфа равен: от 0 до – 30 град

Отклонение ЭОС вправо



- Угол альфа равен: от +91 до + 120 град

2) Математическое определение ЭОС по вычислению угла альфа

В норме угол альфа равен: от +30 до +70 градусов.

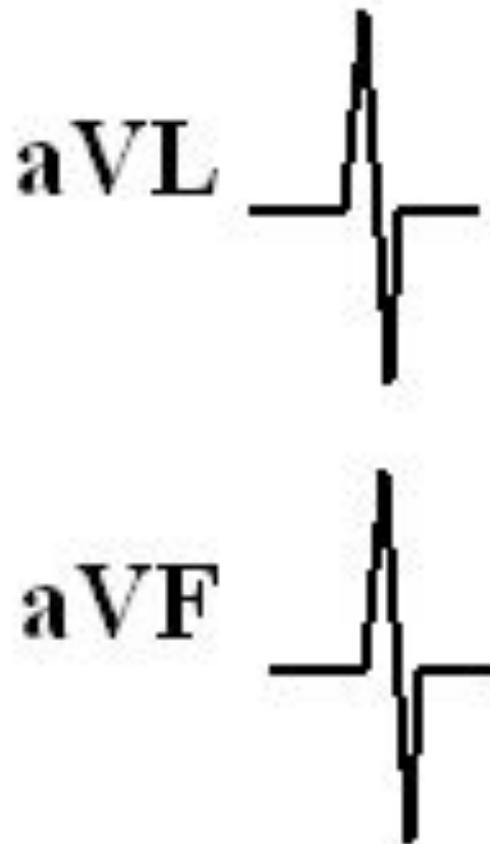


Электрическая позиция сердца

Электрическую позицию сердца определяют также 2-мя способами :

- графическим путем сопоставления амплитуды зубцов R и S в усиленных отведениях aVL и aVF ;
- путем определения угла альфа.

Промежуточная позиция:
если в отведении aVL и aVF амплитуды зубцов R и S равны, соотношение этих зубцов в желудочковых комплексах аналогичные.

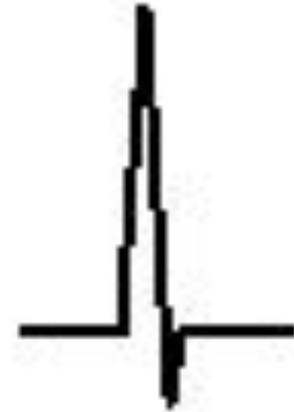


Горизонтальная

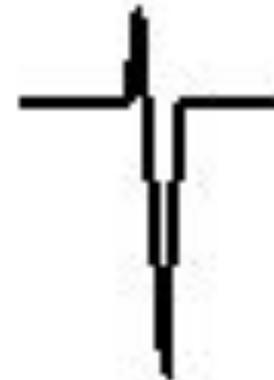
позиция: в отведении aVL высокой амплитуды зубец R и малый зубец S, т.е. желудочковый комплекс типа Rs

- В отведении aVF преобладает зубец S – т.е. глубокий, а зубец R – малый и желудочковый комплекс типа- rS.

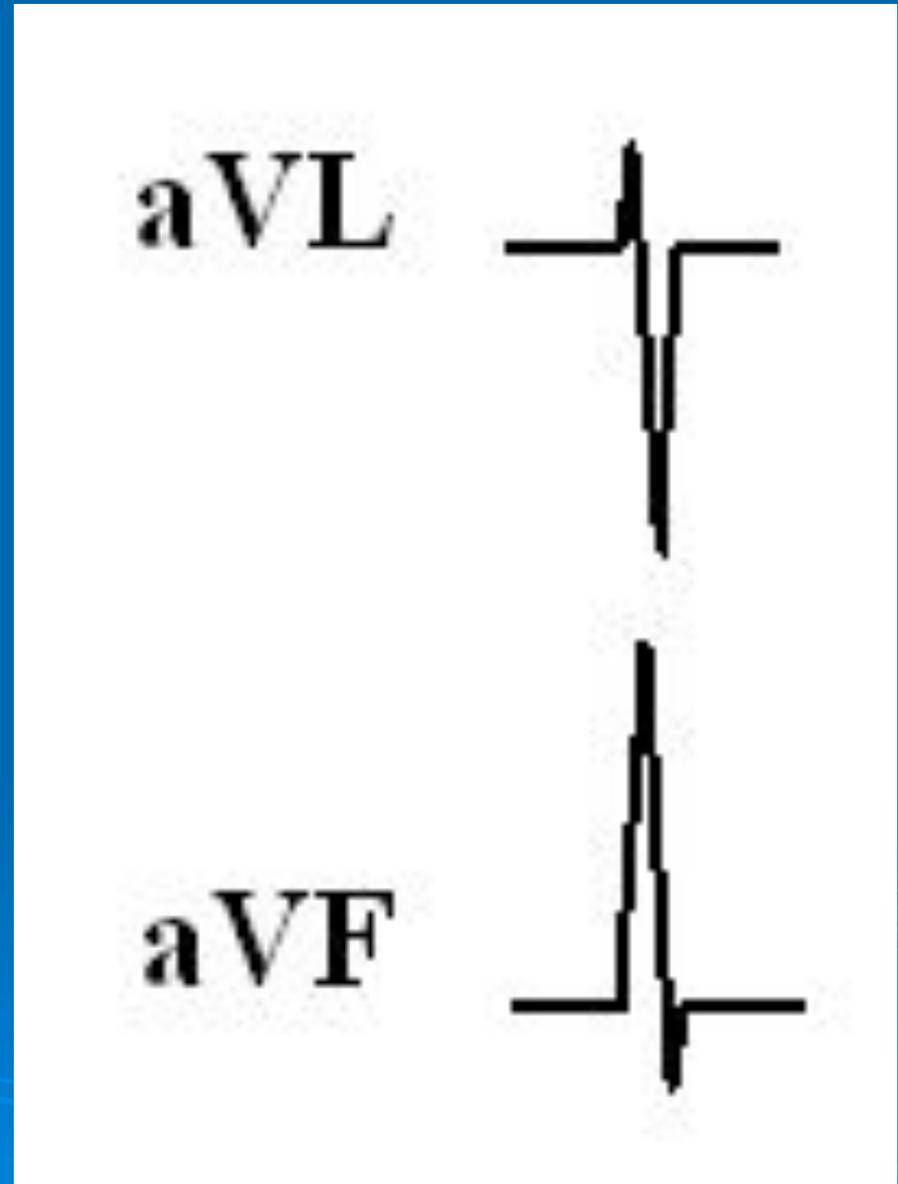
aVL



aVF



- **Вертикальная позиция:** в отведении aVL -малый зубец r и глубокий зубец S, т.е. желудочковый комплекс имеет конфигурацию типа rS.
- В отведении aVF - зубец R высокий, а зубец S малый, т.е. желудочковый комплекс имеет конфигурацию типа Rs.



Грудные отведения

Конфигурация желудочкового комплекса
QRS в грудных отведениях при
нормальном положении ЭОС



Таким образом, в грудных отведениях отмечается закономерность нарастания амплитуды зубца R от V1 до V5. Максимальный зубец R в 5-ом грудном отведении-V5. В то же время происходит убывание амплитуды зубца S от V1 до V6.