

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ

Электрокардиография — методика регистрации и исследования электрических полей, образующихся при работе сердца. Электрокардиография представляет собой относительно недорогой, но ценный метод электрофизиологической инструментальной диагностики в кардиологии.

Применение

- Определение частоты (см. также [пульс](#)) и регулярности сердечных сокращений (например, [экстрасистолы](#) (внеочередные сокращения), или выпадения отдельных сокращений — [аритмии](#)).
- Показывает острое или хроническое повреждение миокарда ([инфаркт миокарда](#), [ишемия миокарда](#)).
- Может быть использована для выявления нарушений обмена [калия](#), [кальция](#), [магния](#) и других [электролитов](#).
- Выявление нарушений внутрисердечной проводимости (различные [блокады](#)).
- Метод скрининга при [ишемической болезни сердца](#), в том числе и при нагрузочных пробах.

- Даёт понятие о физическом состоянии сердца (гипертрофия левого желудочка).
- Может дать информацию о внесердечных заболеваниях, таких, как [тромбоэмболия лёгочной артерии](#).
- Позволяет удалённо диагностировать острую сердечную патологию ([инфаркт миокарда](#), [ишемия миокарда](#)) с помощью [кардиофона](#).
- Обязательно применяется при прохождении [диспансеризации](#).

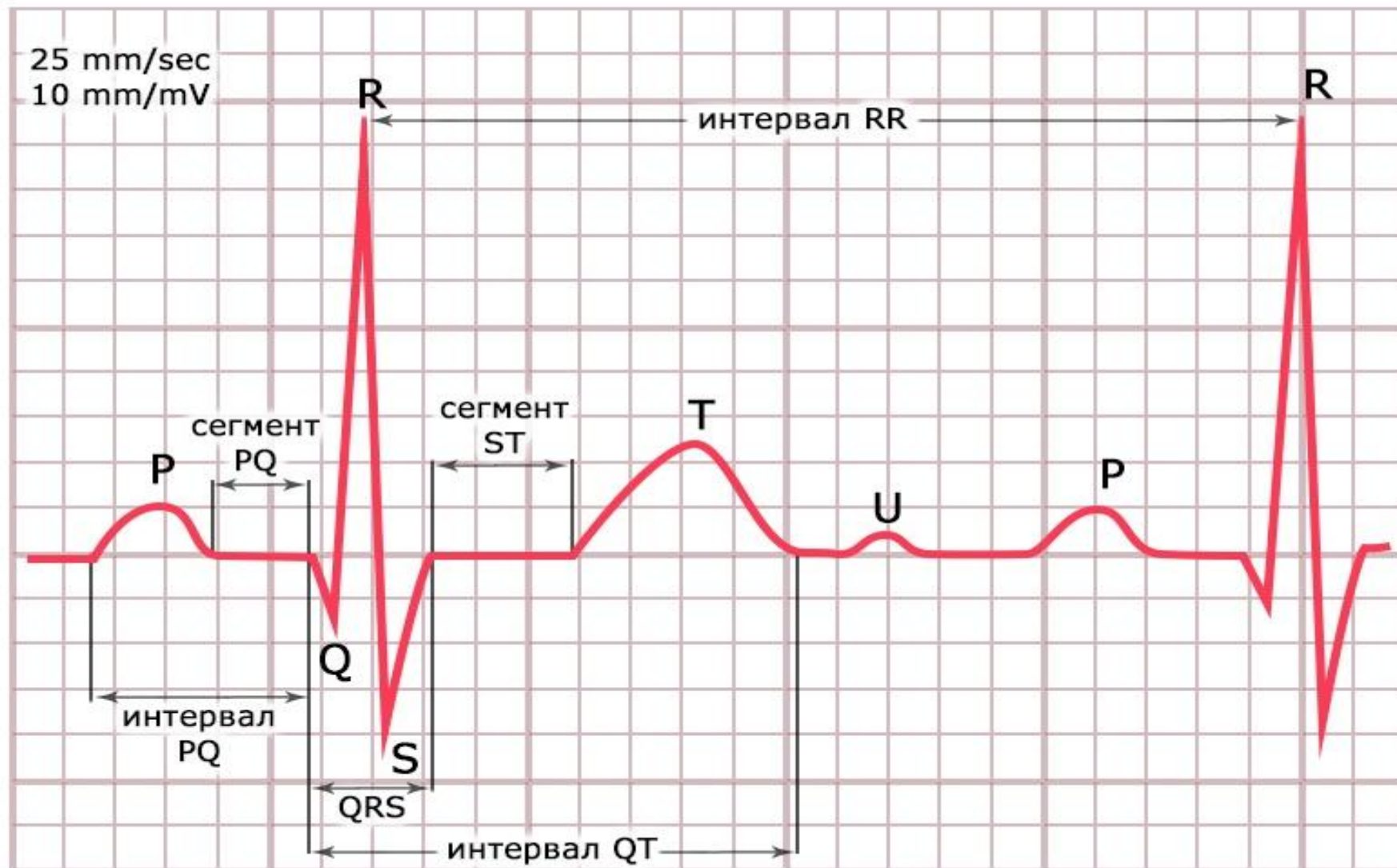
Нормальная ЭКГ



Зубцы на ЭКГ.



Нормальная ЭКГ: зубцы, сегменты, интервалы



Зубец Р

- Отображает последовательную деполяризацию правого+левого предсердий.
- Должен быть положительным в I и II отведениях, двухфазным в V1.
- Ширина Р должна быть меньше 0,12 сек, высота - меньше 2,5 мВ.

Интервал PQ

- Определяется от начала зубца Р до начала комплекса QRS.
- Интервал PQ соответствует времени сокращения предсердий + времени проведения через АВ-узел.
- В норме длительность PQ составляет 120-200 мсек (3-5 маленьких клеточек).

Зубец Q

- Это первый отрицательный зубец комплекса QRS, предшествующий зубцу R.
- В норме зубец Q отображает деполяризацию межжелудочковой перегородки.
Небольшой (до 2 мм) зубец Q может присутствовать в "левых" отведениях I, aVL, V5, V6

Зубец Q более 2 мм может присутствовать в III отведении, но он должен исчезнуть, если записать ЭКГ попросив пациента глубоко вдохнуть, например:



- Патологическим считается зубец Q, превышающий $1/4$ амплитуды зубца R, шириной 40 мсек и более, или если он обнаруживается в отведениях V1-V3.

Комплекс QRS

- Отображает деполяризацию (сокращение) обоих желудочков.
- В норме ширина QRS составляет 0,07-0,1 сек. (2-2,5 маленьких клеточки).
- Амплитуда QRS в стандартных отведениях должна быть выше 0,5 мВ (5 клеточек), в грудных - больше 1,0 мВ (10 клеточек).

Сегмент ST

- Сегмент ST отображает то время, когда оба желудочка сокращены, и их реполяризация (расслабление) только начинается.
- Сегмент ST измеряют в 60 мсек (полторы маленьких клетки) от точки J. В норме в отведениях V1-V3 может отмечаться элевация ST с максимумом в V2 до 0,25 mV, в других отведениях элевация в 0,1 mV считается патологической.
- Читайте подробнее про все [виды элевации и депрессии сегмента ST](#).

Зубец Т

- Отображает процесс быстрой реполяризации (расслабления) желудочков.
- Зубец Т конкордантен комплексу QRS (т.е. основная направленность Т совпадает с основной направленностью QRS)
- Может быть отрицательным в отведениях aVL, III, V₁; должен быть положительным в I, II, V₃-V₆.
- В отведениях от конечностей - до 0,5 mV, в грудных отведениях - до 1,0 mV.
- Подробно про зубец Т и его патологические изменения читайте в отдельной [статье про зубец Т](#).

Зубец U

- Отображает конечную стадию реполяризации желудочков, может отсутствовать на ЭКГ.
- Сильнее всего выражен в отведениях V2-V3, где достигает 0,3 mV (обычно - около 10% высоты T)
- Преимущественно проявляется при брадикардии.
- Отрицательный или сливающийся с зубцом T зубец U считается патологическим.

Соответствие участков ЭКГ с соответствующей фазой работы сердца.

Обычно на ЭКГ можно выделить 5 зубцов: P, Q, R, S, T. Иногда можно увидеть малозаметную волну U. Зубец P отображает процесс деполяризации миокарда предсердий, комплекс QRS — деполяризации желудочков, сегмент ST и зубец T отражают процессы реполяризации миокарда желудочков. Мнения исследователей относительно природы возникновения зубца U различаются. Одни считают, что он обусловлен реполяризацией папиллярных мышц или волокон Пуркинье; другие — что связан с вхождением ионов калия в клетки миокарда во время диастолы. По мнению Горшкова-Кантакузена В. А., зубец U возникает вследствие уноса кровью части заряда по коронарным артериям. Уменьшение или увеличение содержания калия и магния влияют на распространение заряда и его перенос кровью [\[3\]](#)

Процесс реполяризации (Repolarization) — фаза, во время которой восстанавливается исходный потенциал покоя мембраны клетки после прохождения через неё потенциала действия. Во время прохождения импульса происходит временное изменение молекулярной структуры мембраны, в результате которого ионы могут свободно проходить через неё. Во время реполяризации ионы диффундируют в обратном направлении для восстановления прежнего электрического заряда мембраны, после чего клетка оказывается готова к дальнейшей электрической активности.

Отведения

Каждая из измеряемых разностей потенциалов в электрокардиографии называется **отведением**.

Отведения I, II и III накладываются на конечности:

I — правая рука (-, красный электрод)

— левая рука (+, желтый электрод),

II — правая рука (-) — левая нога (+, зеленый электрод),

III — левая рука (-) — левая нога (+).

С электрода на правой ноге показания не регистрируются, его потенциал близок к условному нулю, и он используется только для заземления пациента.

Регистрируют также усиленные отведения от конечностей: aVR, aVL, aVF — однополюсные отведения, они измеряются относительно усреднённого потенциала всех трёх электродов (система Вильсона) или относительно усредненного потенциала двух других электродов (система Гольдбергера, дает амплитуду примерно на 50 % большие). Следует заметить, что среди шести сигналов I, II, III, aVR, aVL, aVF только два являются линейно независимыми, то есть, зная сигналы только в каких-либо двух отведениях, можно, путём сложения/вычитания, найти сигналы в остальных четырех отведениях.

Однополюсные грудные отведения обозначаются буквой V.

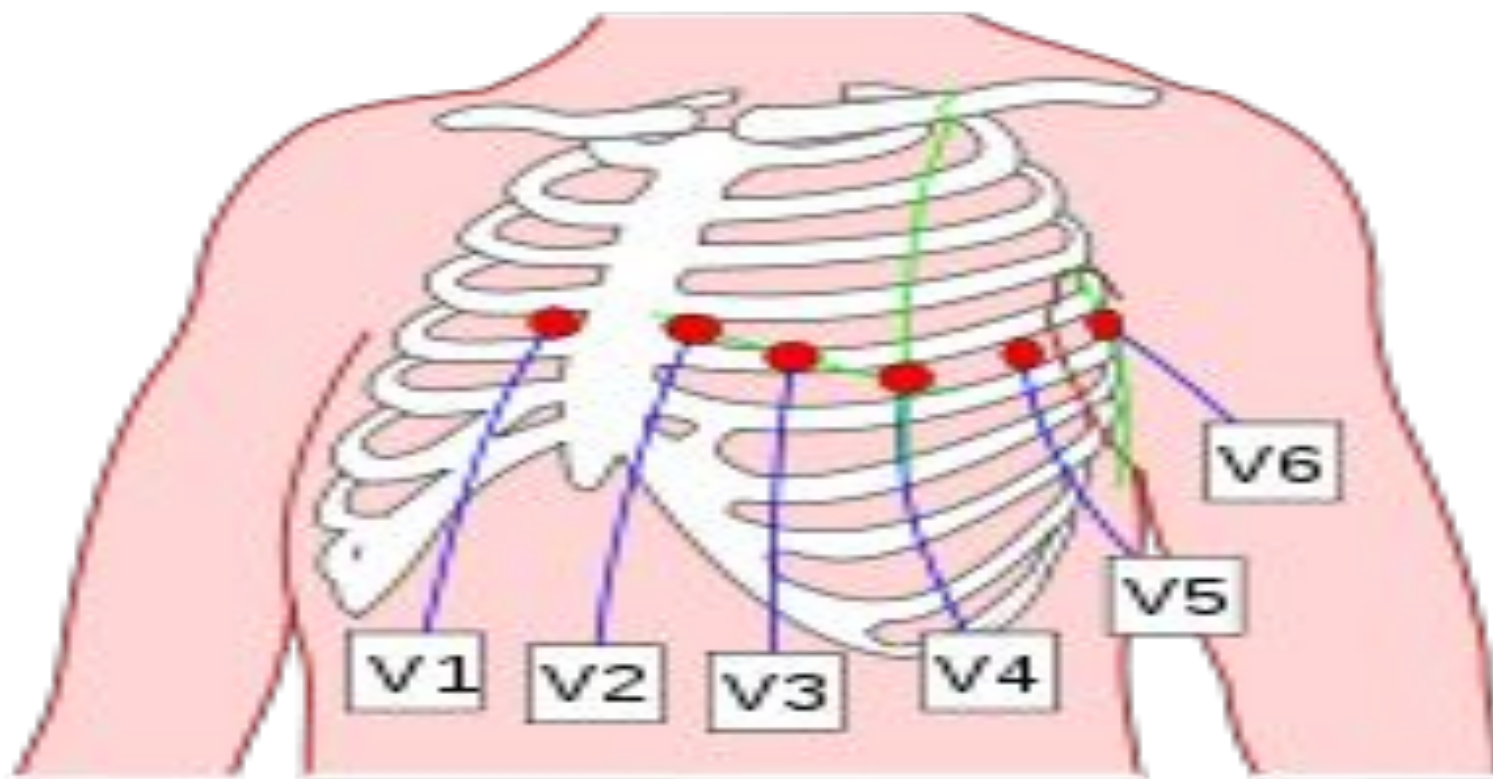


Схема установки электродов $V_1—V_6$.

Отведения	Расположение регистрирующего электрода
V_1	В 4-м межреберье у правого края грудины
V_2	В 4-м межреберье у левого края грудины
V_3	На середине расстояния между V_2 и V_4
V_4	В 5-м межреберье по срединно-ключичной линии
V_5	На пересечении горизонтального уровня 4-го отведения и передней подмышечной линии
V_6	На пересечении горизонтального уровня 4-го отведения и средней подмышечной линии
V_7	На пересечении горизонтального уровня 4-го отведения и задней подмышечной линии
V_8	На пересечении горизонтального уровня 4-го отведения и срединно-лопаточной линии
V_9	На пересечении горизонтального уровня 4-го отведения и паравертебральной линии

Электрическая ось сердца (ЭОС)

Электрическая ось сердца — проекция результирующего вектора возбуждения желудочков во фронтальной плоскости (проекция на ось I стандартного электрокардиографического отведения). Обычно она направлена вниз и вправо (нормальные значения: 30° ... 70°), но может и выходить за эти пределы у высоких людей, лишенной массой тела, детей (вертикальная ЭОС с углом 70° ... 90° , или горизонтальная — с углом 0° ... 30°). Отклонение от нормы может означать как наличие каких-либо патологий (аритмии, блокады, тромбоэмболия), так и нетипичное расположение сердца (встречается крайне редко). Нормальная электрическая ось называется нормограммой. Отклонения её от нормы влево или вправо — соответственно левограммой или правограммой.

ЭКГ при инфаркте миокарда

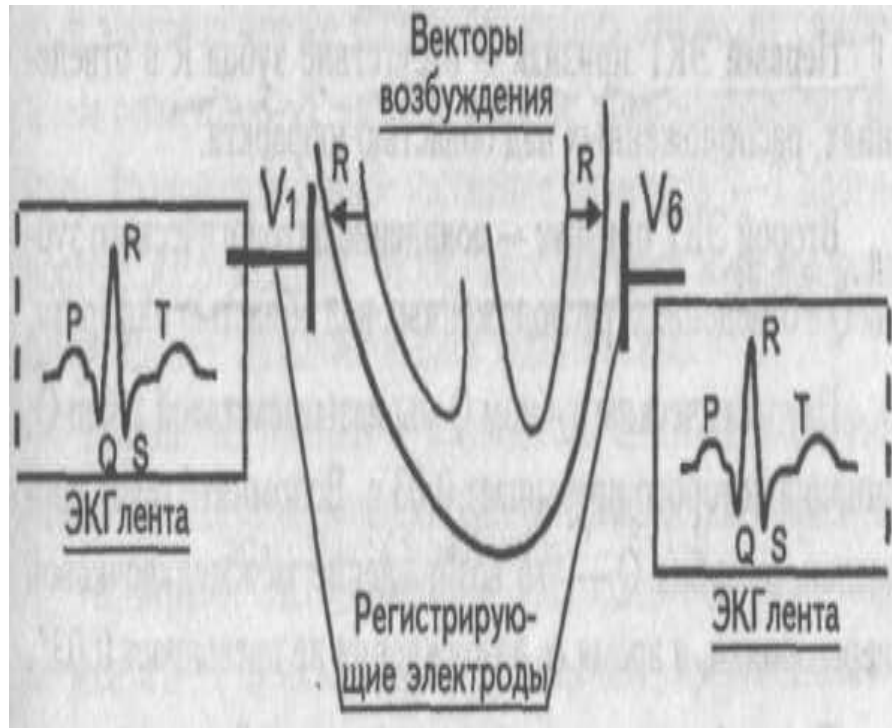
Одной из ключевых тем в электрокардиографии является диагностика инфаркта миокарда.

Рассмотрим эту важнейшую тему в следующем порядке:

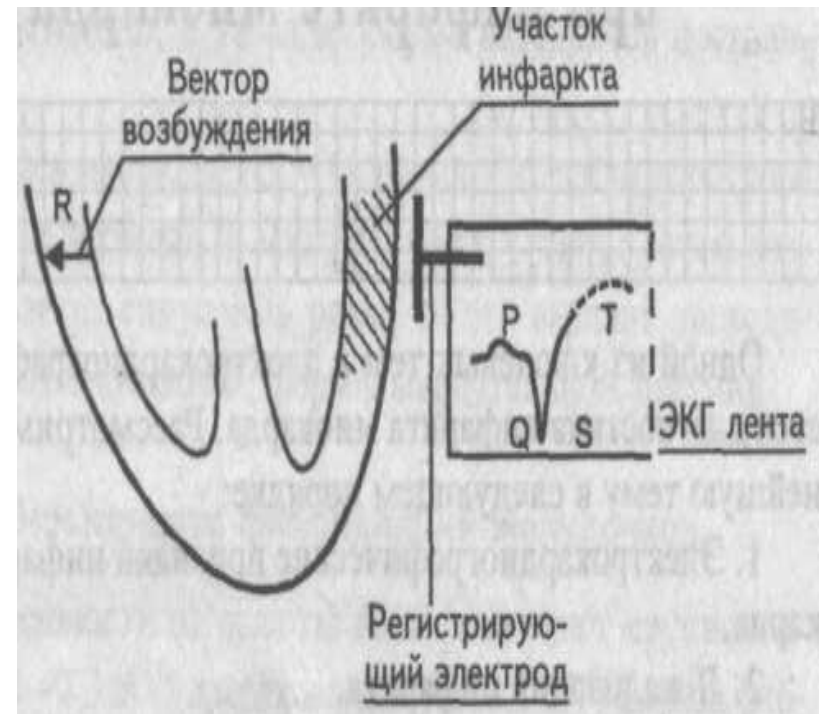
1. ЭКГ признаки инфаркта миокарда
2. Локализация инфаркта
3. Стадии инфаркта
4. Разновидности инфарктов миокарда



ЭКГ признаки инфаркта миокарда



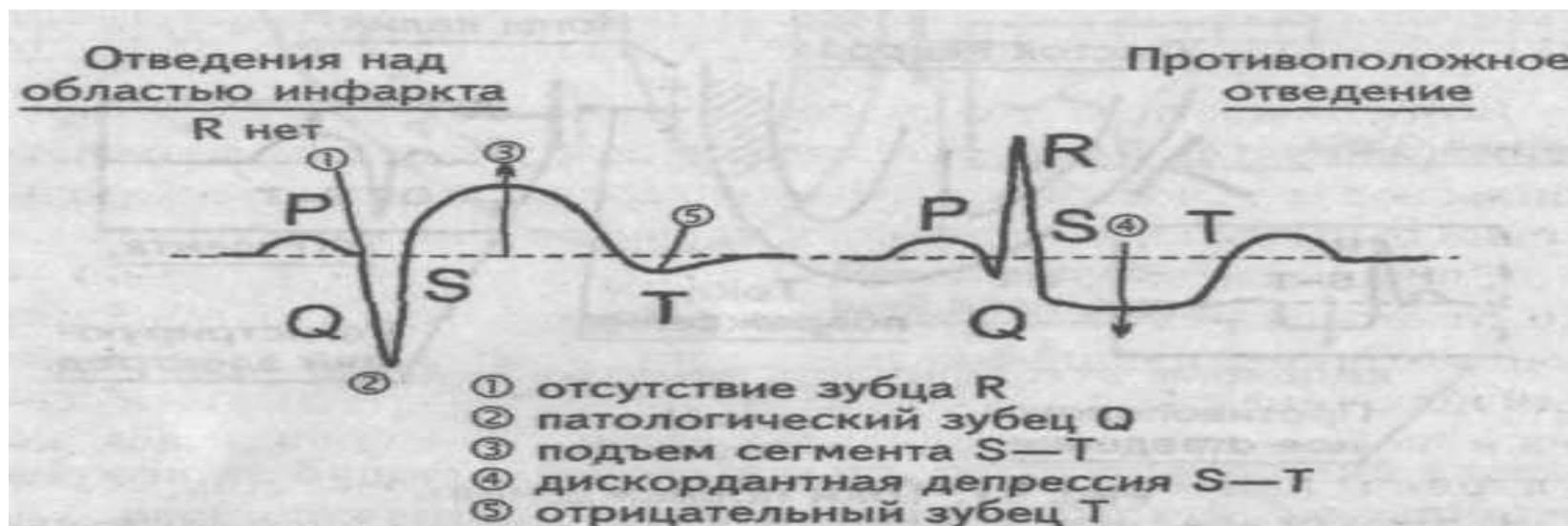
Возбуждение нормального миокарда



Возбуждение при инфаркте миокарда



Токи
повреждения

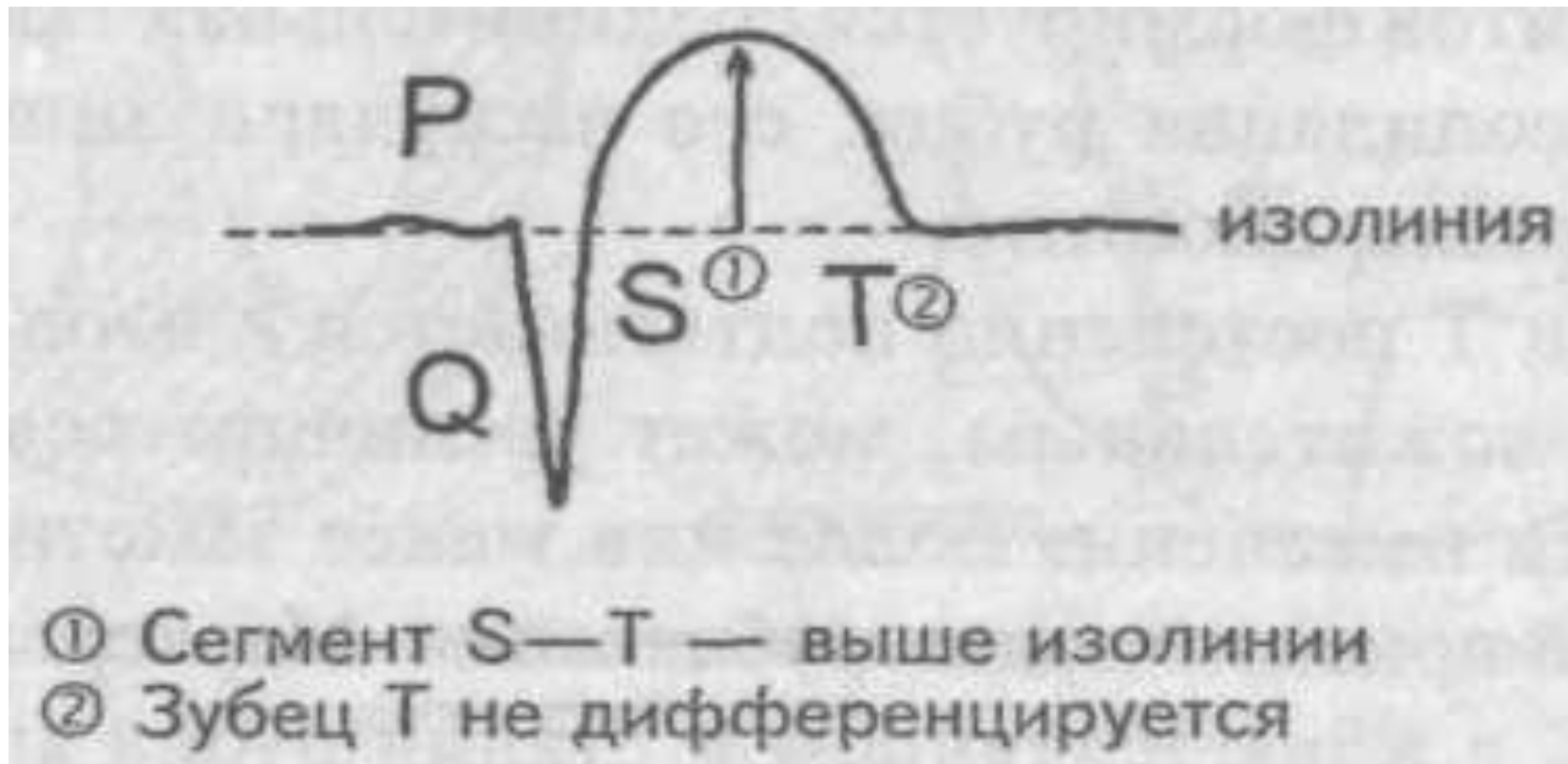


ЭКГ признаки инфаркта

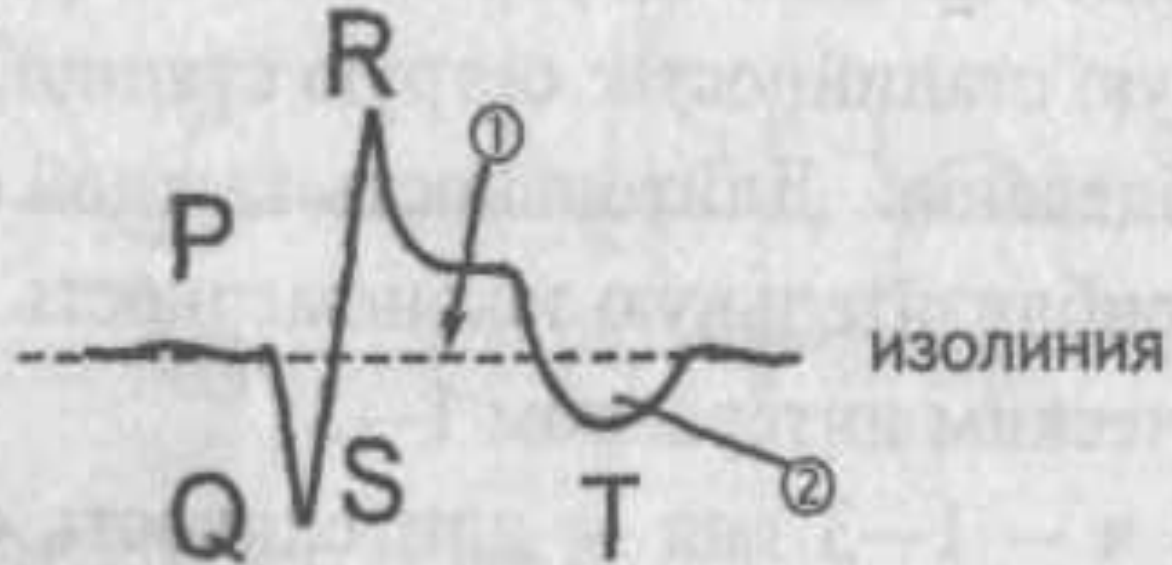
миокарда

- 1) отсутствие зубца R в отведениях, расположенных над областью инфаркта;
- 2) появление патологического зубца Q в отведениях, расположенных над областью инфаркта;
- 3) подъем сегмента S—T выше изолинии в отведениях, расположенных над областью инфаркта;
- 4) дискордантное смещение сегмента S—T ниже изолинии в отведениях, противоположных области инфаркта;
- 5) отрицательный зубец T в отведениях, расположенных над областью инфаркта.

Острая стадия инфаркта миокарда



Подострая стадия инфаркта миокарда

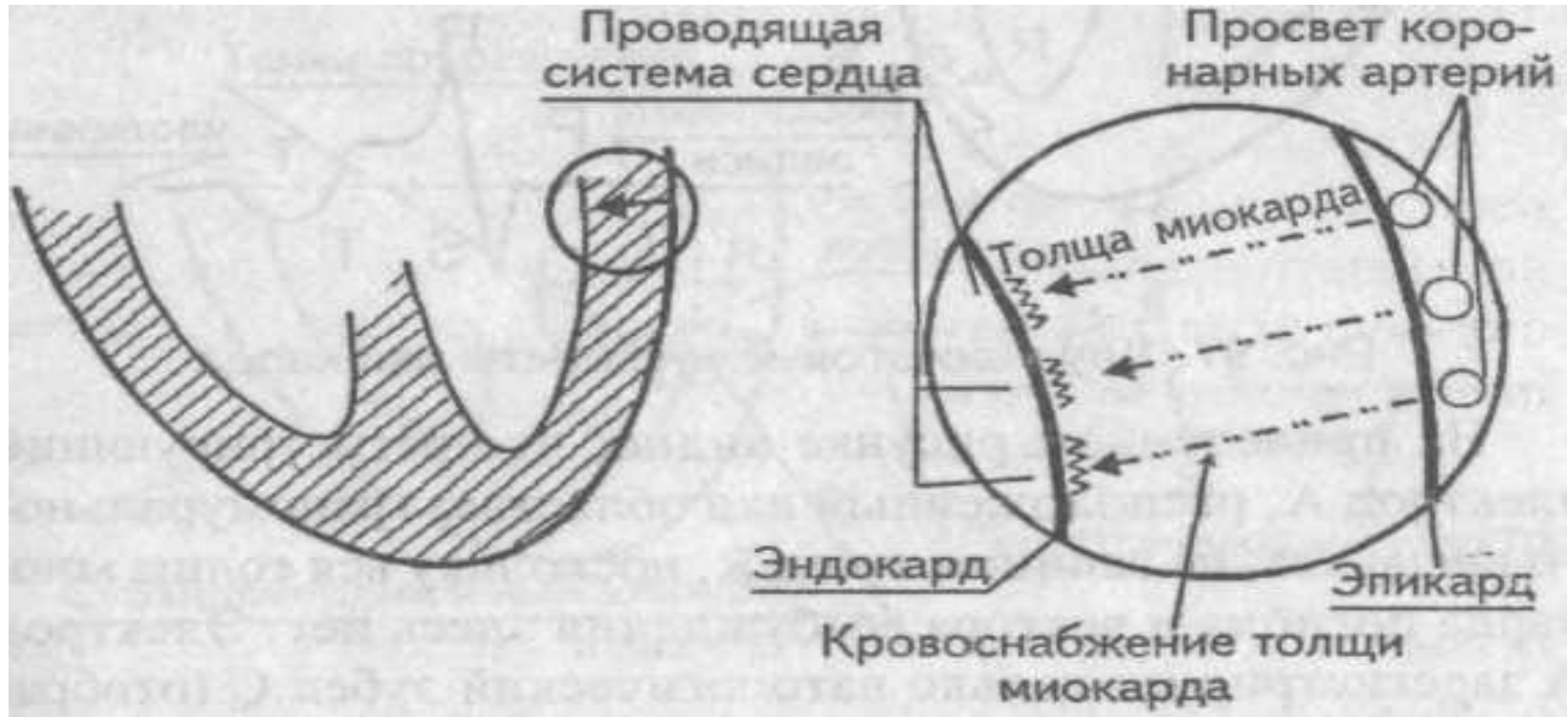


- ① Сегмент S—T начинает опускаться к изолинии
- ② Появляется отрицательный зубец T

Стадия рубцевания инфаркта миокарда

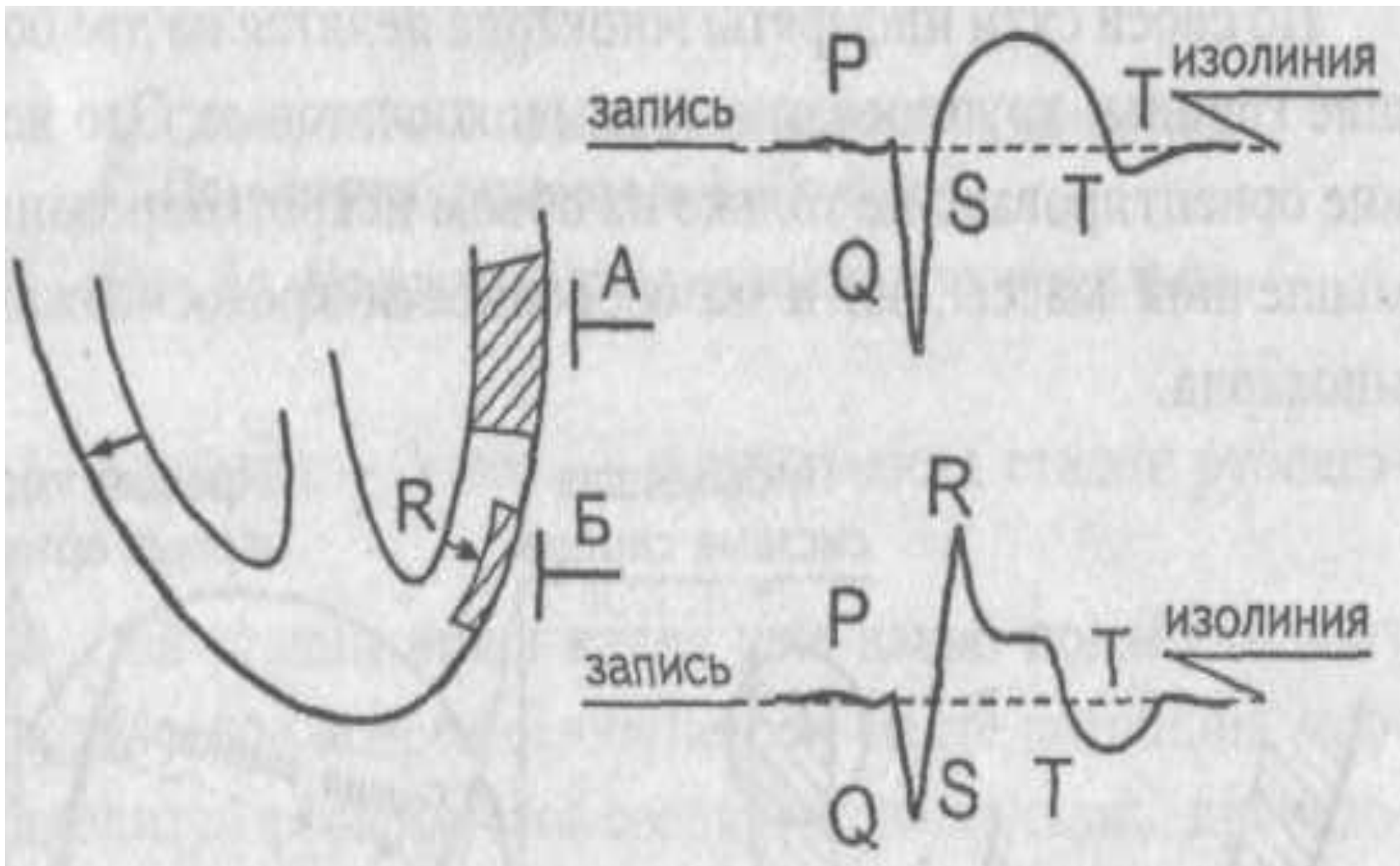


Разновидности инфаркта миокарда

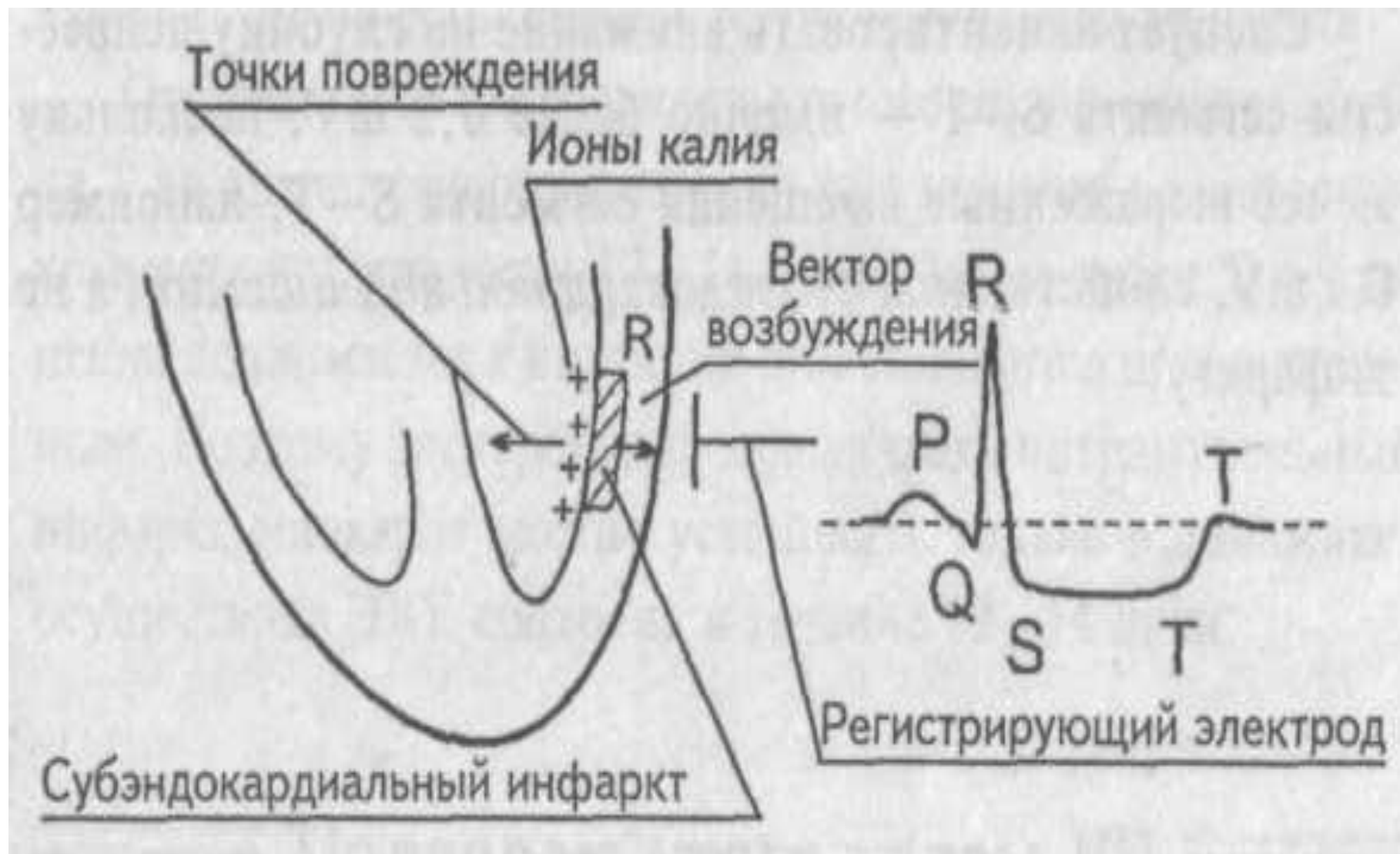


Особенности кровоснабжения
миокарда

Крупноочаговый инфаркт миокарда



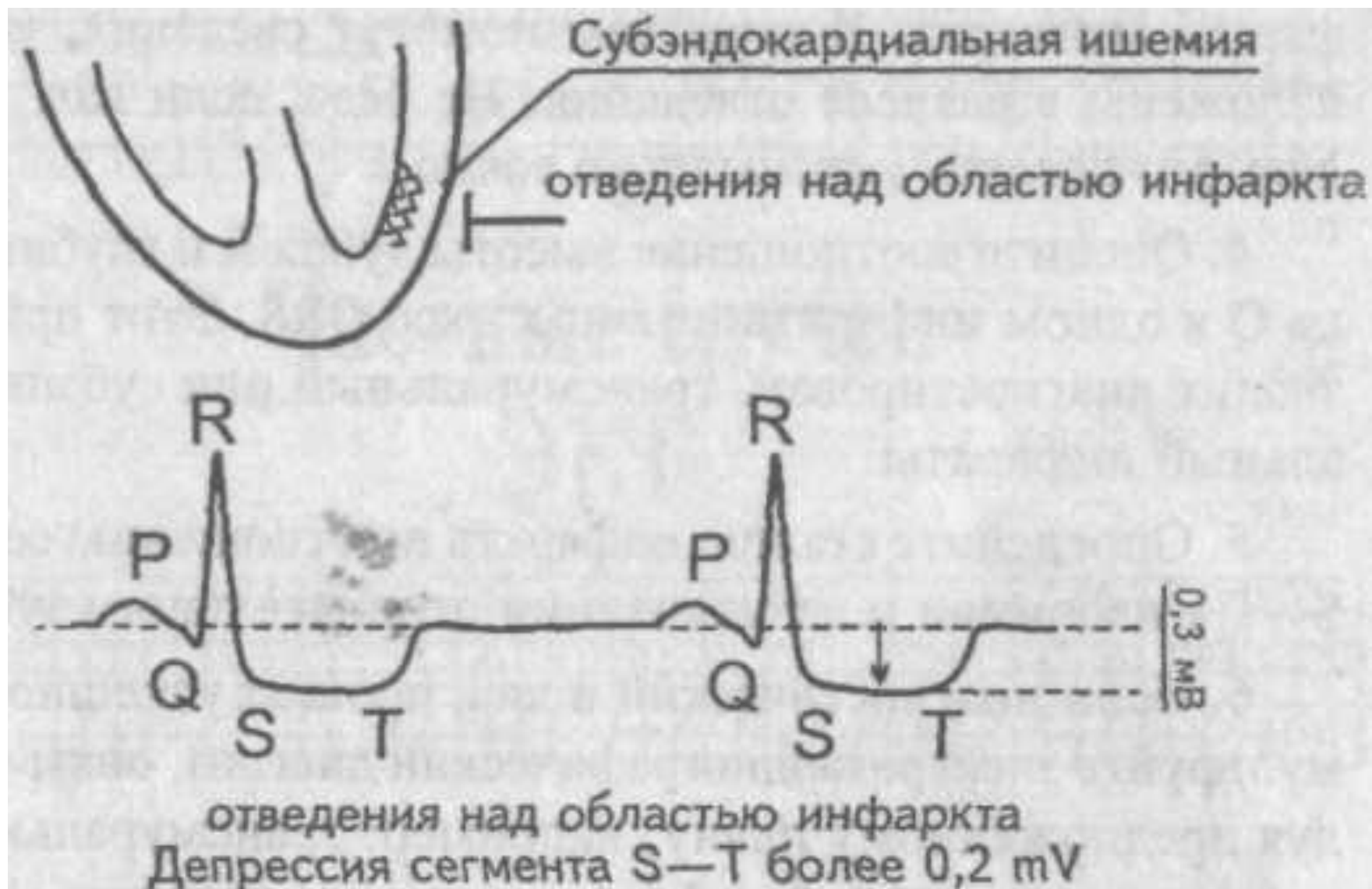
Субэндокардиальный инфаркт миокарда



Интрамуральный инфаркт миокарда



Острейшая стадия инфаркта миокарда



Практические советы по анализу ЭКГ при инфаркте

Настройтесь на диагностику крупноочагового некроза.

2. Взяв в руки ЭКГ ленту, ищите ЭКГ признаки инфаркта миокарда, концентрируя внимание только на признаках. Например, первый признак — патологический зубец Q. Внимательно просматривая каждый комплекс в каждом отведении, ищите только зубец Q. Пройдя всю ЭКГ ленту, повторите осмотр на сей раз со вторым признаком — отсутствие или уменьшение высоты зубца R. И так с каждым признаком.

3. Найдя эти признаки, определитесь с локализацией инфаркта миокарда. В этом вам помогут сведения, которые изложены в разделе [отведения](#). Не беда, если вам не удалось это сделать максимально точно.
4. Оцените соотношение высоты зубца R и глубины зубца Q в одном инфарктном комплексе QRS. Этот прием позволит диагностировать трансмуральный или субэпикардальный инфаркты.
5. Определите стадию инфаркта по отношению сегмента S—T к изолинии и визуализации отрицательного зубца T.
6. Если диагностический поиск прошел успешно, сформулируйте электрокардиографический диагноз, опять же следуя предложенному плану, например: трансмуральный переднеперегородочный инфаркт миокарда, подострая стадия.