

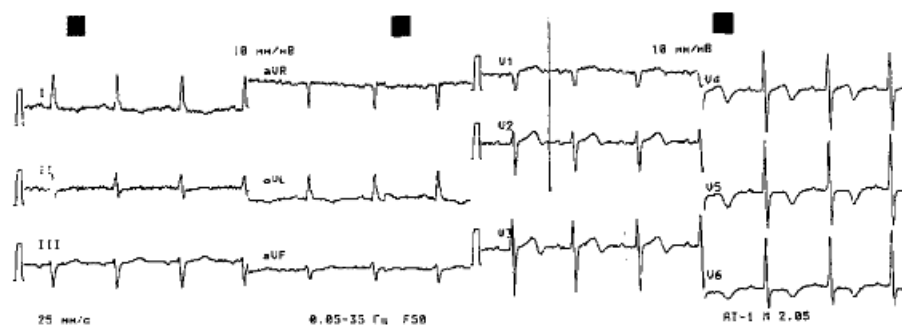
Особые паттерны ЭКГ диагностики острого коронарного синдрома

В отдельных случаях при острой окклюзии коронарных артерий развиваются признаки, отличающиеся от типичных изменений ЭКГ, тем не менее свидетельствующие о серьёзном поражении миокарда и требующие особого внимания для правильного выбора лечебной тактики. Такие изменения носят название особых ЭКГ паттернов и включают синдром Велленса, паттерн де Винтера и паттерн Аслангера.

Синдром Велленса – электрокардиографический синдром высокого риска внезапной смерти, ассоциированный с критическим стенозом проксимального отдела передней межжелудочковой артерии и трансформацией в распространенный инфаркт миокарда передней стенки левого желудочка.

Критерии:

- двухфазные или глубоко инвертированные зубцы Т в V₂₋₃ (реже могут наблюдаться в V₁, V₄₋₆);
- изоэлектрический или с минимальной (менее 1 мм) элевацией сегмент ST;
- отсутствие патологических зубцов Q;
- сохранение вольтажа зубцов R в грудных отведениях;
- недавние приступы ангинозных болей;
- отсутствие ангинозных болей на момент регистрации ЭКГ;
- нормальные или слегка повышенные кардиоспецифические ферменты.

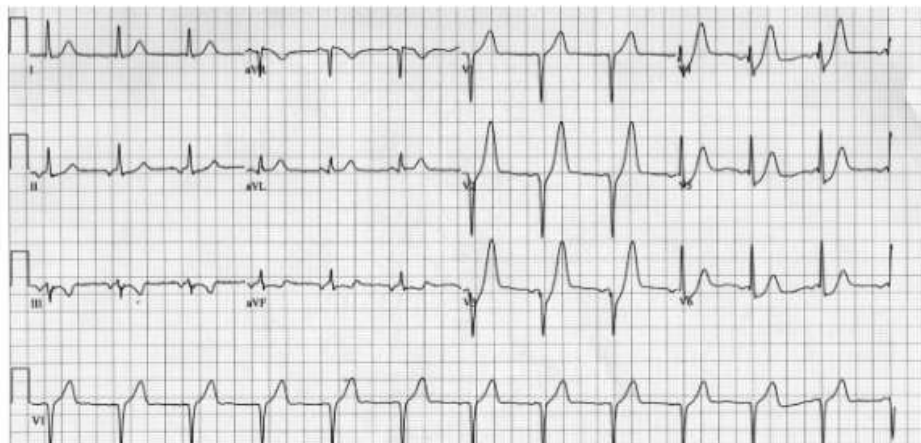


Синдром Велленса

Паттерн де Винтера – ЭКГ-синдром, свидетельствующий о субокклюзии передней межжелудочковой артерии с сохраненным небольшим кровотоком, с высоким риском полной окклюзии и развития инфаркта миокарда.

Критерии:

- косовосходящая (с наклоном вверх) депрессия сегмента ST в отведениях V₁₋₆, чаще всего в V₃;
- высокие заостренные зубцы Т в тех же отведениях;
- невыраженная элевация сегмента ST (0,5 мм) в отведении aVR.

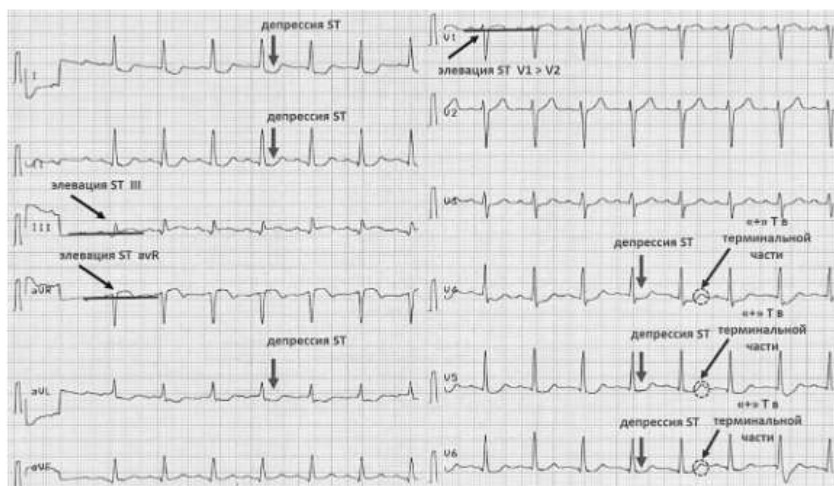


Паттерн де Винтера

Паттерн Аслангера – ЭКГ синдром, возникающий при сочетании нижнего острого инфаркта миокарда и критической ишемии другой локализации, указывающий на многососудистое поражение.

Критерии:

- элевация ST в отведениях III, aVR, V₁
- депрессия ST в любом отведении с V₄ по V₆ (но не V₂!) с положительным зубцом Т хотя бы в терминальной части;
- элевация ST в V₁ больше, чем в V₂.



Паттерн Аслангера

2.8. Особенности ЭКГ у детей

ОСОБЕННОСТИ ЭКГ У ДЕТЕЙ

1. Ритм сердца более частый, отмечаются его лабильность и большие индивидуальные колебания показателей. С возрастом ребенка происходит уменьшение ЧСС и стабилизация ритма.
2. Часто регистрируется синусовая аритмия.
3. Снижение вольтажа зубцов комплекса QRS в первые дни жизни с последующим увеличением их амплитуды.
4. Отклонение ЭОС вправо у новорожденных с постепенным переходом к вертикальному положению в раннем возрасте, а в последующем – к нормограмме.
5. Меньшая длительность интервалов, зубцов, комплексов ЭКГ, как следствие более быстрого проведения возбуждения, с постепенным их увеличением с возрастом.
6. Наличие высоких заостренных зубцов Р у новорожденных и детей раннего возраста с последующим снижением их амплитуды
7. Частота регистрации зубца Q в различных отведениях увеличивается с возрастом. Зубец Q наиболее выражен в aVF и, особенно, в III, где он может быть глубоким в раннем и дошкольном возрасте
8. Деформация начального желудочкового комплекса QRS в виде букв W или M в III и V1 отведениях – синдром замедленного возбуждения правого наджелудочкового гребешка.
9. С возрастом меняется амплитуда зубцов R и S и их соотношение в разных отведениях, что отражает изменение положения сердца в грудной клетке и влияние других факторов
10. Низкая амплитуда зубцов Т у новорожденных детей с последующим ее повышением. Наличие отрицательных Т в правых грудных отведениях V1-V3 и в V4 до школьного возраста.
11. С возрастом происходит нарастание времени активации левого желудочка (длительность интервала внутреннего отклонения в V6) и смещение переходной зоны от V5 к V3 (V2-V4) после 1 года жизни.
12. С возрастом увеличивается продолжительность электрической систолы

Вариант возрастной нормы (транзиторные изменения):

- Умеренно выраженная синусовая тахи- или брадикардия,
- Дыхательная (электрическая) альтернация зубцов ЭКГ,
- Средний правопредсердный ритм,



- Миграция водителя ритма между синусовым узлом и среднепредсердными центрами автоматизма у подростков
- «Гребешковый» синдром – замедленное возбуждение правого наджелудочкового гребешка – деформация комплекса QRS в III и V1 отведениях или зазубренность зубца S в отведениях V1 и/или V2

ЧСС У ДЕТЕЙ

Таблица 2.1

**Частота сердечных сокращений (уд/мин) у детей 0–18 лет
(Протокол ЦССА ФМБА России)**

Возраст	Выраженная брадикардия	Умеренная брадикардия	Норма	Умеренная тахикардия	Выраженная тахикардия
1 день	< 110	111–119	120–140	141–159	> 160
1–3 день	< 110	111–119	120–140	141–159	> 160
3–7 дней	< 110	111–129	130–150	151–169	> 170
7–30 дней	< 115	114–159	140–160	161–179	> 180
мес.	< 120	119–169	145–170	171–184	> 185
3–6 мес.	< 110	111–149	130–150	151–164	> 165
6–12 мес.	< 100	101–149	120–140	141–169	> 170
1–2 года	< 85	86–139	110–140	141–174	> 175
3–4 года	< 75	76–89	90–110	112–134	> 135
5–7 лет	< 70	71–79	80–105	106–129	> 130
8–11 лет	< 65	66–74	75–95	96–114	> 115
12–15 лет	< 50	51–69	70–90	91–109	> 110
16–18 лет	< 50	51–69	65–80	81–109	> 110
>18 лет	< 45	46–59	60–80	81–109	> 110

ЧСС У ДЕТЕЙ

Показатели PR-интервала по возрасту и скорости (верхняя граница нормы)

Rate	0–1 mo	1–6 mo	6 mo–1 yr	1–3 yr	3–8 yr	8–12 yr	12–16 yr	Adult
< 60						0,15 (0,18)	0,16 (0,19)	0,17 (0,21)
60–80					0,15 (0,17)	0,15 (0,17)	0,15 (0,18)	0,16 (0,21)
80–100	0,10 (0,12)				0,14 (0,16)	0,15 (0,16)	0,15 (0,17)	0,15 (0,20)
100–120	0,10 (0,12)			(0,15)	0,13 (0,16)	0,14 (0,15)	0,15 (0,16)	0,15 (0,19)
120–140	0,10 (0,11)	0,10 (0,14)	0,11 (0,14)	0,12 (0,14)	0,13 (0,15)	0,14 (0,15)		0,15 (0,18)
140–160	0,09 (0,11)	0,10 (0,13)	0,11 (0,13)	0,11 (0,14)	0,12 (0,14)			(0,17)
160–180	0,10 (0,11)	0,10 (0,12)	0,10 (0,12)	0,11 (0,12)				
> 180	0,09	0,09 (0,11)	0,10 (0,11)					

ЧСС У ДЕТЕЙ ПО ВОЗРАСТАМ

Возраст	Диапазон сокращений	Среднее значение
новорожденный	110-170	140
1 месяц – 1 год	102-162	130
1 год – 2 года	94-154	115
2 года- 4 года	90-140	105
4 года – 6 лет	86-126	100
6 лет – 8 лет	78-118	95
8 лет – 10 лет	68-108	80
10 лет – 12 лет	60-100	85
12 лет – 15 лет	55-95	70

ОСОБЕННОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ ЭОС

- У детей положение ЭОС связано с изменением соотношения массы и электрической активности правого и левого желудочков сердца, а также с изменением положения сердца в грудной клетке (повороты вокруг осей).
- У детей первых месяцев жизни отмечается анатомическое и электрофизиологическое преобладание правого желудочка
- У новорожденных и детей первых месяцев жизни отмечается значительное отклонение ЭОС вправо (от 90 до 180°, в среднем 150°)
- В возрасте от 3 месяцев до 1 года у большинства детей ЭОС переходит в вертикальное положение (75-90°), но допускаются еще значительные колебания угла (от 30 до 120°)
- К 2 годам у 2/3 детей еще сохраняется вертикальное положение ЭОС, а у 1/3 – нормальное (30-70°)
- У дошкольников и школьников, также как и у взрослых, преобладает нормальное положение ЭОС, но могут отмечаться варианты в виде вертикального или реже горизонтального положения.

ЗУБЕЦ Р

- Амплитуда зубца Р = 0,5-2,5 мм, с максимальной амплитудой в I и II отведениях.
- Ширина Р 0,09- 0,1 с
- Р положительный в I, II, avF, V2-V6
- Р всегда отрицательный в avR
- Р в III, avL, V1 может быть сглаженным, двухфазным или отрицательным
- Возможен слабоотрицательный зубец Р в V2

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРВАЛА PQ

- Продолжительность интервала PQ зависит от ЧСС (чем больше ЧСС, тем короче интервал PQ) и от возраста. По мере роста детей происходит заметное увеличение продолжительности PQ.
- У новорожденных 0,07 -0,13 с
- У подростков до 0,14 с (не больше 0,18 с)
- У взрослых до 0,20 с

ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСА QRS

- У детей время охвата возбуждением желудочков (интервал QRS) с возрастом увеличивается.
- У новорожденных в среднем 0,05 с
- У старших детей и взрослых в среднем 0,07-0,08 с

ЗУБЕЦ Q

- Регистрируется непостоянно, чаще во II, III , avF, левых грудных отведениях V4-V6, реже в I и avL.
- В отведении avR – глубокий и широкий зубец Q, QR или QS
- В правых грудных отведениях зубцы Q, как правило, не регистрируются
- У детей раннего возраста зубец Q в I ,II отведении нередко отсутствует или слабо выражен, а у детей первых 3 месяцев жизни – еще и в V5, V6

- Амплитуда зубца Q в большинстве отведений 1-3 мм и его величина мало меняется с возрастом ребенка, кроме отведений III и avR.
- В III отведении во всех возрастных группах зубец Q в среднем от 2 до 8 мм
- У новорожденных и грудных детей 6-8,5 мм
- В раннем и дошкольном возрасте до 4-6 мм
- У школьников до 3-5 мм
- Во всех возрастных группах детей величина зубца Q в III отведении может превышать величины зубца R
- В отведении avR зубец Q имеет максимальную глубину, которая увеличивается с возрастом ребенка
- У новорожденных 1,5-2 мм
- У грудных детей и в раннем возрасте до 5 мм максимум 7-8 мм)
- У дошкольников до 7мм (максимум до 11 мм)
- У школьников до 8 мм (максимум до 14 мм)

Вольтаж зубца Q в соответствии с возрастом и отведением: средние и верхние границы (мм)

Lead	0-1 mo	1-4 mo	6 mo - 1 yr	1-3 yr	3-8 yr	8-12 yr	12-18 yr	Adult
II	2 (5)	3 (6)	3 (6)	3 (6)	1.5 (4)	1 (3)	1 (3)	0.5 (4)
avP	2 (4)	2 (5)	2 (6)	1.5 (5)	1 (5)	1 (3)	1 (3)	0.5 (2)
V5	1.5 (5)	1.5 (4)	2 (5)	2 (6)	2 (6)	2 (4.5)	1 (4)	0.5 (3.5)
V6	1.5 (4)	1.5 (4)	2 (5)	1.5 (4.5)	1.5 (4.5)	1.5 (4)	1 (3.5)	0.5 (3)

Modified from: Quinford WC. Pediatric Electrocardiography. Philadelphia: WB Saunders, 1985

* V6: ages measured in millimeters, when 1 mV = 10 mm paper

- Продолжительность Q ≤ 0,02-0,03 с

ЗУБЕЦ R

- Обычно регистрируются в о всех отведениях, только в avR они могут быть небольшой величины или отсутствовать (иногда и в V1)
- Амплитуда зубцов R в различных отведениях от 1-2 мм до 15 мм, максимально допускается величина в стандартных отведениях до 20 мм, в грудных – до 25 мм
- Амплитуда R зависит от положения ЭОС и меняется у различных возрастных групп

ЗУБЕЦ S

- Амплитуда зубцов S меняется с возрастом ребенка
- У новорожденных 0-3 мм, в I отведении 7-13 мм – отклонение ЭОС вправо
- У детей старше 1 месяца – глубина зубца S в I отведении уменьшается и в дальнейшем во всех отведениях от конечностей регистрируются зубцы S небольшой амплитуды (0-4 мм).
- У здоровых детей зубцы R обычно больше S I, II, III, aVL, aVF
- По мере роста ребенка S в грудных отведениях V1-V4 и aVR углубляется
- У здоровых детей с астеническим телосложением и «висячим сердцем» регистрируется S-тип ЭКГ (SI SII SIII)

ОСОБЕННОСТИ СЕГМЕНТА ST

- Сегмент ST должен быть изоэлектричен
- Допускаются смещения ST вверх или вниз от изолинии 1 мм в отведениях от конечностей, и дл 1,5-2 мм – в грудных

ОСОБЕННОСТИ ЗУБЦА T

- У новорожденных
- В стандартных отведениях зубцы T низкоамплитудные или сглажены
- Могут быть отрицательными в I, II, усиленных однополюсных, левых грудных отведениях
- В 2-4 недели жизни – инверсия зубцов T
- В последующие годы сохраняются отрицательные T в V4 до 5-11 лет, в V3 – до 10-15 лет, в V2 – до 12-16 лет
- Альтернация T – плохой прогностический признак, предшествующий жизнеугрожающим аритмиям

Таблица 2.6

Амплитуда T зубца у детей 0-18 лет (Протокол ЦСССА ФМБА России)

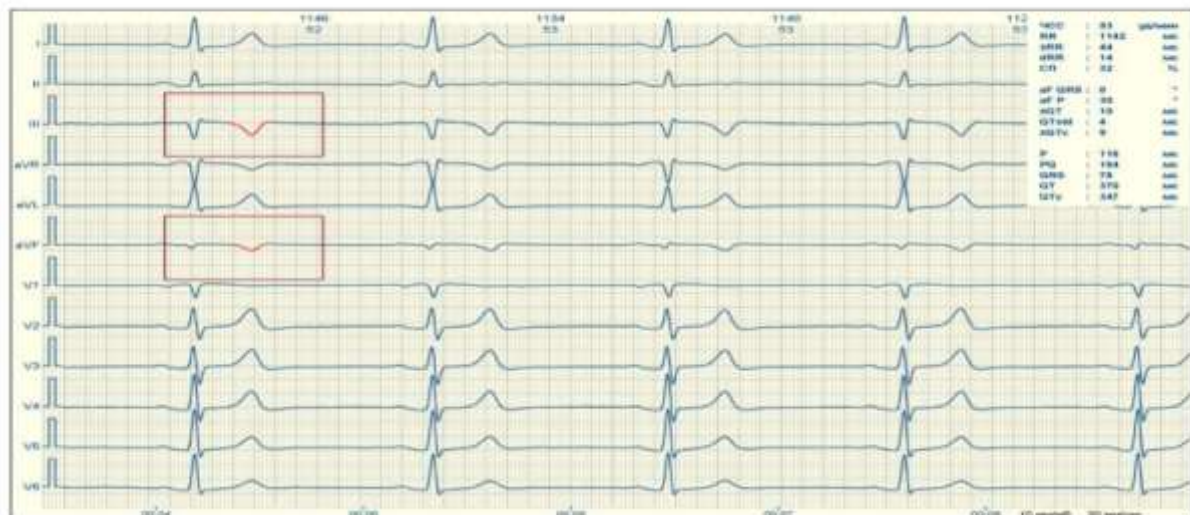
Возраст	Положительный	Сглаженный	Отрицательный
0-5 день	I, II, V6	III, aVF, V1	aVR, V1-V5
6 дней – 2 года	I, II, aVF, V6	III, V5	aVR, V1-V4
3-12 лет	I, II, aVF, V5, V6	III, V4	aVR, V1-V3
>14 лет	I, II, III, aVF, V5, V6	V2-V4	aVR

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКГ У ДЕТЕЙ В РАЗНЫЕ ВОЗРАСТНЫЕ ПЕРИОДЫ

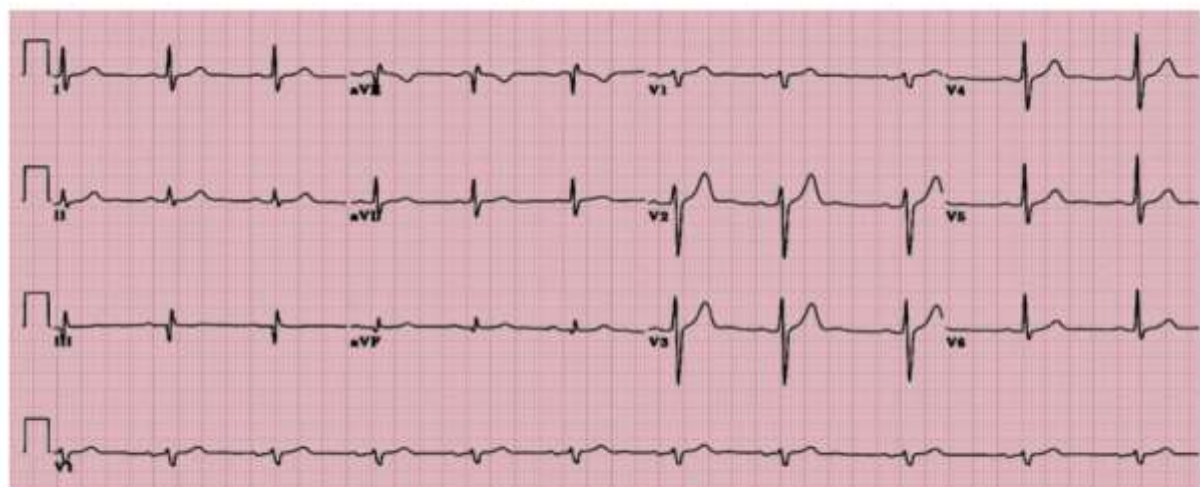
Изменение ЭКГ в разные возрастные периоды обусловлено влиянием многочисленных факторов, в том числе:

- постепенной перестройкой системы кровообращения — с функционального преобладания правого желудочка в периоде новорожденности на доминирование левого желудочка в более старшем возрасте;
- изменением пространственного расположения сердца в грудной клетке, связанным с неравномерным ростом и развитием ребенка в разные возрастные периоды;
- совершенствованием нейрогуморальных регуляторных механизмов и изменением в связи с этим регуляции ритма сердца; а также
- изменением с возрастом скорости распространения электрического импульса возбуждения в миокарде.

ВАРИАНТ ЗУБЦА Т У ДЕТЕЙ В НОРМЕ

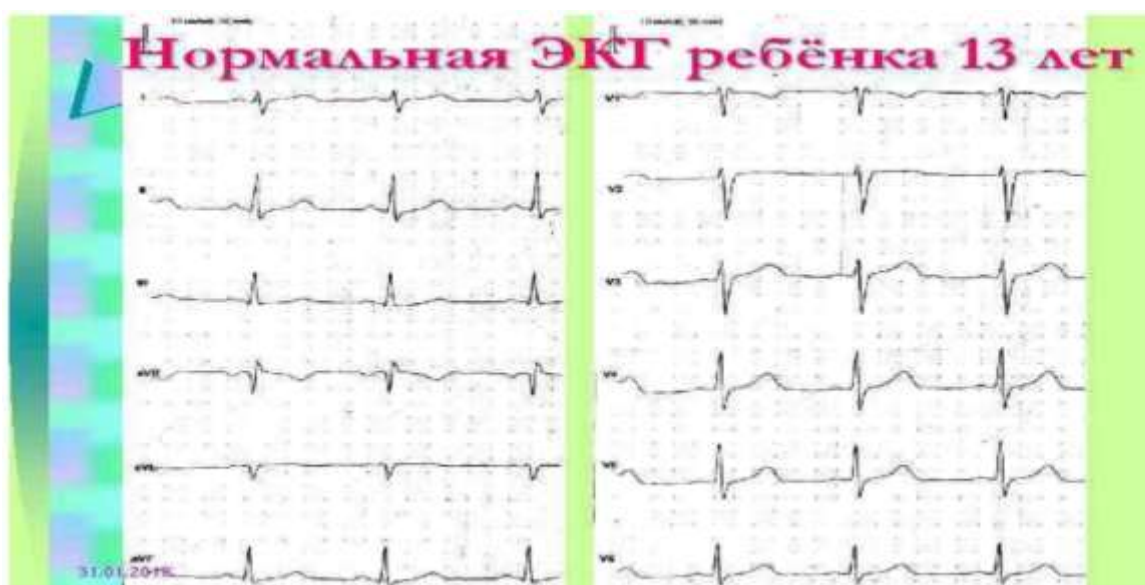


ЭКГ У РЕБЕНКА 4-х МЕСЯЦЕВ



ЭКГ ребенка 5 лет: синусовый ритм с ЧСС 128 в минуту ($RR=0,47''$), горизонтальное положение ЭОС (угол $\alpha = +23^\circ$). Зубец Р положительный в отведениях I, II, III, aVL, aVF, V₁-V₆; амплитуда Р (II) = 1 мм, ширина 0,08''; PQ=0,12'', QRS=0,06''. Интервал QT=0,26'', QTc=0,379''. Зубец Т положительный в отведениях I, II, aVL, aVF, V₁-V₆.

Заключение: ЭКГ – вариант нормы



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Следует отметить, что стандартная электрокардиограмма очень важна для адекватной диагностики при соблюдении нескольких правил.
- Во-первых, проведение съемки электрокардиограммы со сменой положения тела, что позволяет первично дифференцировать органическое и неорганическое повреждение сердца.
- Во-вторых, это выбор оптимальной скорости съемки - у детей 50 мм/с.
- Следует проводить анализ электрокардиограммы с учетом индивидуальных особенностей ребенка, в том числе его конституции.

2.9. Современные методы электрофизиологического исследования сердца

Кардиоинтервалография (КИГ) — это метод исследования ритма сердца, основанный на анализе интервалов между сердечными сокращениями (R-R интервалы). Этот метод позволяет оценить вариабельность сердечного ритма и выявить возможные нарушения регуляции работы сердечно-сосудистой системы.

Основные принципы КИГ:

1. **Регистрация ЭКГ:** Сначала проводится стандартная электрокардиограмма (ЭКГ), чтобы получить данные о работе сердца.
2. **Анализ R-R интервалов:** Далее анализируются временные промежутки между последовательными ударами сердца (R-R интервалы).
3. **Статистическая обработка данных:** На основе этих интервалов рассчитываются различные статистические показатели, такие как среднее значение, дисперсия, стандартные отклонения и другие параметры.
4. **Визуализация результатов:** Результаты могут быть представлены в виде графиков, диаграмм или таблиц для удобства анализа.

Применение кардиоинтервалографии:

- Диагностика нарушений ритма сердца;
- Оценка состояния вегетативной нервной системы;
- Мониторинг функционального состояния организма при физических нагрузках;
- Исследование адаптационных возможностей организма к различным условиям среды.

Преимущества метода:

Неинвазивность;

- Простота проведения;
- Возможность длительного мониторинга;
- Высокая информативность.

Кардиотопография — это метод диагностики, который используется для оценки электрической активности сердца и определения локализации источников этой активности. Он основан на регистрации электрических потенциалов, возникающих во время работы сердца, и их последующей обработке с помощью специальных алгоритмов.

Принципы кардиотопографии:

1. **Электроды:** Для проведения процедуры используются электроды, которые размещаются на поверхности тела пациента. Обычно это 64–128 электродов, расположенных вокруг грудной клетки.
2. **Запись сигналов:** Электроды регистрируют электрические потенциалы, возникающие в сердце во время его сокращения.
3. **Обработка данных:** Полученные сигналы обрабатываются специальными программами, которые позволяют построить карту распределения электрических потенциалов на поверхности тела.
4. **Анализ карты:** Карта позволяет определить локализацию источников электрической активности и выявить аномалии в работе сердца.

Применение кардиотопографии:

- Диагностика аритмий;
- Определение источника патологических импульсов;
- Планирование хирургических вмешательств;
- Контроль эффективности лечения.

Преимущества метода:

- Высокое пространственное разрешение;
- Возможность точного определения локализации источника патологии;
- Неинвазивность;
- Быстрота получения результатов.

Этот метод особенно полезен при диагностике сложных случаев аритмии, когда необходимо точно определить источник патологического возбуждения.

ЧРЕСПИЩЕВОДНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТИМУЛЯЦИЯ ПРЕДСЕРДИЙ

Чреспищеводная электрическая стимуляция предсердий (ЧПЭС) – неинвазивная процедура, направленная на получение записи биологических потенциалов с внешней поверхности сердца, используя при этом специальный пищеводный электроды и регистрационную аппаратуру. Проведение специальных видов стимуляции для изучения электрофизиологических свойств проводящей системы, миокарда предсердий и АВ соединения.

Метод заключается в навязывании искусственного ритма сердечных сокращений с помощью чреспищеводной электростимуляции предсердий. В основе возможности регистрации чреспищеводной (ЧП) ЭКГ и ЧПЭС лежит близкое анатомическое расположение пищевода и предсердий. Левое предсердие непосредственно прилежит к пищеводу, поэтому ЧП ЭКГ интересна прежде всего в плане изучения наджелудочковых структур – предсердий и АВ соединения.

Преимущество чреспищеводной электростимуляции заключается в том, что пищеводные отведения отображают лучше предсердные зубцы. Благодаря этому удастся наиболее точно дифференцировать сложные формы нарушения ритма и выявить состояние миокарда предсердий. Кроме этого, с помощью введенного в пищевод электрода стало возможным проведение электрофизиологического исследования (ЭФИ), а также купирование некоторых пароксизмальных нарушений сердечного ритма. Пищеводные отведения лучше отображают локализацию инфаркта задней стенки желудочка.

Показания для проведения чреспищеводной электростимуляции сердца.

1. Идентификация пароксизмальных аритмий.
2. Определение электрофизиологических показателей СА и АВ узлов и проводящей системы сердца.
3. Подбор антиаритмических препаратов и оценка их эффективности.
4. Купирование некоторых аритмий.

5. Диагностика коронарной недостаточности.

Противопоказания для проведения чреспищеводной электростимуляции сердца.

1. Заболевания пищевода.
2. Тяжёлое состояние больного.
3. Неотложные состояния при обострении ИБС.
4. Приступ бронхиальной астмы, бронхообструктивный синдром.
5. Возможность возникновения жизнеопасных аритмий и блокад.
6. Угроза тромбоэмболий.
7. Нежелательные последствия применения препаратов, применяемых при проведении ЧПЭС.

Методика проведения чреспищеводной электростимуляции сердца и виды стимуляции

Необходимо за неделю до исследования отменить все антиаритмические препараты, за 48 часов – антиангинальные, кроме нитроглицерина для купирования. Желательно исключить мочегонные, крепкий кофе, чай, никотин. Исследование проводится натощак. Если у больного был приступ стенокардии, то чреспищеводная электростимуляция сердца проводится не ранее, чем через 2-3 часа после него или на следующий день.

Непосредственно перед исследованием, при выраженном рвотном рефлекс, желательно проведение анестезии корня языка и задней стенки глотки раствором 10% новокаина или 0,5% раствора дикаина (не более 3 мл). Регистрируется исходная ЭКГ во всех отведениях и артериальное давление, затем вводят электрод и приступают к проведению ЧПЭС.

Процедура проводится в положении больного лежа на спине (без подушки). Электрод должен быть простерилизован. Существует 2 способа введения электрода: через нос и через рот. Предпочтительнее первый, но для него необходим достаточно тонкий электрод (диаметром не более 3-4 мм) и свободная проходимость носовых ходов. Электрод вводится на

глубину 35-45 см от кончика носа. Контакты находятся в непосредственной близости от левого предсердия, расстояние между ними составляет 1,5-2 см. Дистальный контакт подключается к "активному", а проксимальный к "пассивному" кабелям электрокардиографа.

Обычно применяются би- и многополярные электроды для возможности проведения биполярной стимуляции. При использовании монополярных электродов для проведения ЧПЭС положительный выход кардиостимулятора присоединяется к подкожному или накожному электроду, помещенному в проекции средней трети грудины. Предположительная глубина введения электрода зависит от роста больного. Обычно оптимальная глубина введения электрода для проведения стимуляции предсердий составляет 35-45 см и определяется по максимальной амплитуде и двухфазной форме зубца Р.

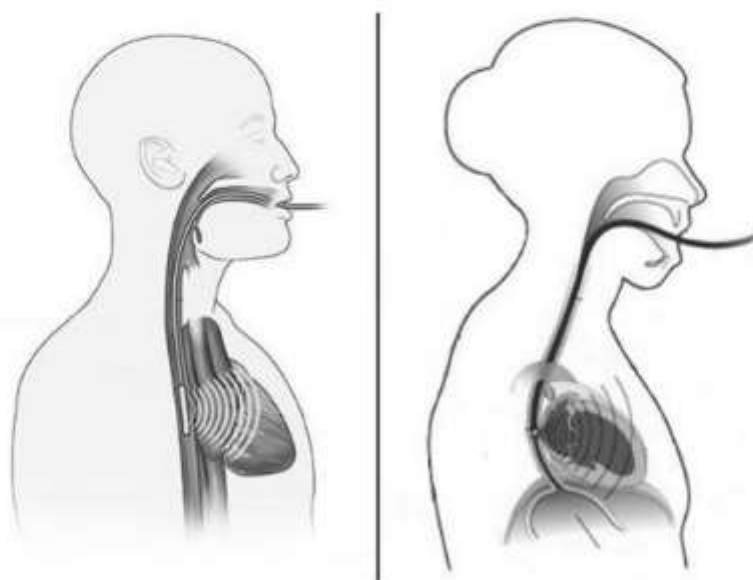


Рисунок 89. – Методика проведения ЧПЭС

Перед началом какой-либо из программ ЧПЭС необходимо провести пробную стимуляцию сердца. Для этого на шкале электрокардиостимулятора устанавливают частоту

стимуляции, превышающую частоту спонтанного ритма на 10-15%, затем включают электрокардиостимулятор и плавно увеличивают амплитуду стимулов до тех пор, пока в ответ на каждый стимул на ЭКГ не будет регистрироваться зубец Р и комплекс QRS (для предсердной стимуляции).

Для дальнейшего выполнения программы ЧПЭС на шкале кардиостимулятора устанавливают величину тока, превышающую минимальную, при которой еще наблюдается устойчивое искусственное ритмовождение, на 2-4 В. Обычно ЧПЭС выполняется при значении тока электроимпульсов 10-20 В для предсердной стимуляции.

Режимы стимуляции.

1. Норморитмическая (до 100 импульсов в мин).
2. Учащающаяся (100-130 в мин).
3. Частая (130-250 в мин).
4. Сверхчастая (более 250 импульсов в мин).
5. Плавно или ступенчато нарастающая.
6. Программируемая.

Норморитмическая стимуляция используется как пробная ЧПЭС в начале исследования при базовом синусовом ритме, не превышающем 60 ударов в минуту, или как временная замещающая стимуляция при брадикардиях.

Учащающаяся стимуляция – на 10-20 импульсов превышает собственный спонтанный ритм – используется для оценки функции синусового узла и атриовентрикулярного узла.

Частая стимуляция – от 120 до 250 имп/мин, используется для оценки функции атриовентрикулярного узла, при ишемическом стресс-тесте, при оценке механизмов индукции тахикардий.

Сверхчастая стимуляция – кратковременная (от 2 до 5 секунд) стимуляция с высокой частотой (250-350 имп/мин) – используется для оценки условий возникновения тахиаритмий и при купировании пароксизмов аритмий.

Программируемая стимуляция – фактически это искусственные экстрасистолы, используется для уточнения рефрактерных периодов различных участков проводящей системы сердца, индукции тахиаритмий.

Практическое применение чреспищеводной стимуляции предсердий

Заболевания, выявляемые при ЧПЭС.

Синдром слабости и дисфункция СУ 43,2%

Синдром предвозбуждения желудочков 36,1%

Ишемическая болезнь сердца 9,1%

Другие заболевания и состояния 11,5%

Основные показатели, определяемые при проведении ЧПЭС

1. Оценка функции синусового узла.
2. Сердечный цикл (СЦ).
3. Время восстановления функции СУ (ВВФСУ).
4. Корригированное ВВФСУ (КВВФСУ).
5. Отнесенное ВВФСУ (ОВВФСУ).
6. Время синоатриального проведения (ВСАП).
7. Эффективный рефрактерный период (ЭРП СУ).

Комплексная оценка этих показателей, определенных на фоне исходного ритма, после введения атропина и/или медикаментозной денервации, а также клинических данных, результатов ХМ ЭКГ и ВЭМ позволяет диагностировать синдром слабости синусового узла (СССУ) или вагусной дисфункции (ВДСУ), выбрать лечебную тактику.

Проведение неинвазивного ЭФИ с оценкой автоматизма синусового узла является обязательным у больных, имеющих в клинической картине жалобы на слабость, внезапные головокружения, эпизоды потери сознания, брадикардию, периоды чередования тахикардии и брадикардии, эпизоды асистолии, выявленные по данным холтеровского мониторинга

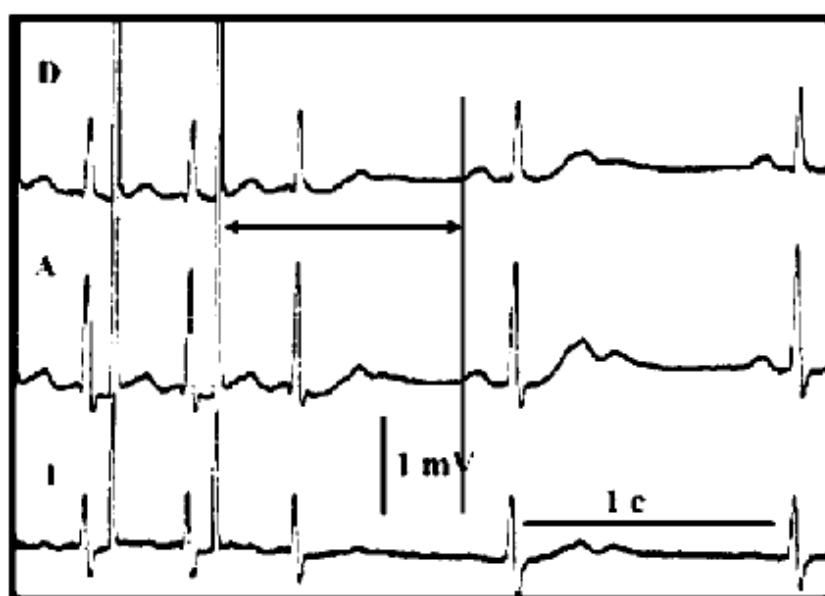


Рисунок 90. – Время восстановления функции СУ

ВВФСУ: продолжительность паузы после стимуляции вплоть до восстановления автоматизма СУ. Измеряется от последнего нанесенного стимула до начала первого синусового зубца Р. В норме значение ВВФСУ не превышает 1500 мс.

КВВФСУ: Разница между ВВФСУ и средним значением исходного интервала R-R. В норме значение КВВФСУ не превышает 525 мс.

ОВВФСУ:

$ОВВФСУ = ВВФСУ / \text{среднее значение } R-R \text{ интервала до стимуляции}$

В норме показатель не превышает 1,6 или 160%

ВСАП: время проведения возбуждения от СУ до предсердий. Определяют стимуляцией предсердий в течение одной минуты с частотой, на 10 имп/мин, превышающей исходную. ВСАП рассчитывают как разность длительности цикла после отключения стимулятора и исходного кардиоцикла. В норме ВСАП 200-240 мс

ЭРП СУ: максимальный интервал между ведущим и тестирующим импульсами, при котором прекращается проведение импульса к СУ. После восьми импульсов ведущего ритма с ЧСС 100 имп/мин следует тестирующий с задержкой 400 или 500 мс, а затем уменьшают задержку с шагом 10 мс. Оценивают последний интервал St1-St2, который не привёл к угнетению синусового узла.

Медикаментозная денервация сердца

Позволяет исключить симпатические и вагусные влияния на синусовый узел и определить внутренний (собственный, истинный) ритм СУ (ИРСУ).

Под непрерывным ЭКГ – контролем внутривенно, в течение 5 минут медленно вводится бета-блокатор (анаприлин) в дозе 0,2 мг/кг массы тела больного.

Затем через 10 мин после введения анаприлина, внутривенно, в течение 1-2 минут вводится 0,1% раствор атропина сульфата в дозе 0,04 мг/кг массы тела больного.

Результаты теста оценивают через 5 минут после окончания введения препаратов.

Максимальный синусовый ритм после введения атропина считается истинным ритмом синусового узла (ИРСУ).

$$\text{Должный ИРСУ} = 117,2 - (0,52 \times \text{возраст больного})$$

Отклонение ИРСУ от должного не должно быть более 14% в возрасте до 45 лет и 18% в возрасте более 45 лет. Если ИРСУ выходит за пределы нормы, то у пациента СССУ, если остаётся в нормальных границах – вагусная дисфункция СУ.

Показатели функции АВ-узла и дополнительных проводящих путей

Точка Венкебаха (ТВ): частота стимуляции, при которой возникает АВ блокада II степени с периодикой Самойлова-Венкебаха). Определение ТВ производится плавным увеличением частоты стимуляции до появления периодики Самойлова-Венкебаха в проведении импульсов с предсердий на желудочки. Норма ТВ от 120 до 200 имп/мин.

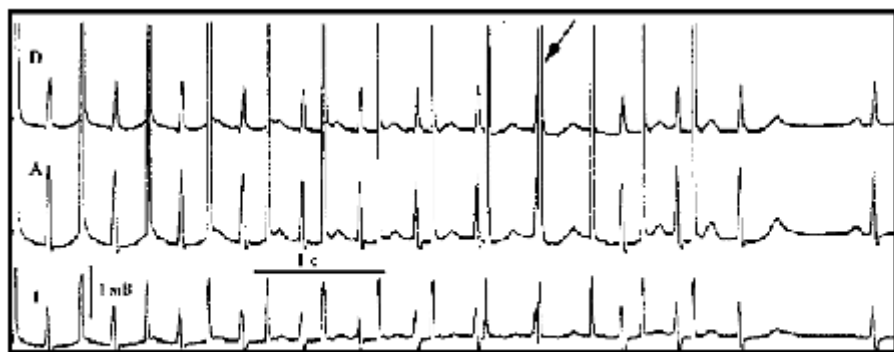


Рисунок 91. – Определение точки Венкебаха

Эффективный рефрактерный период АВ соединения (ЭРП АВ). Максимальное время между ведущим и тестирующим импульсами, при котором прекращается проведение возбуждения на проводящую систему желудочков по АВ соединению. Норма ЭРП АВ 260-340 мс

Эффективный рефрактерный период дополнительного пути проведения (ЭРП ДПП). Максимальное время между ведущим и тестирующим импульсами, при котором прекращается проведение возбуждения через ДПП.

Купирование аритмий с помощью ЧПЭС

ЧПЭС можно применять для устранения пароксизмов, возникших как в ходе диагностической стимуляции, так и спонтанных при безуспешности медикаментозного лечения. Программированная ЧПЭС способна с высокой эффективностью купировать суправентрикулярную тахикардию при стимуляции как предсердий, так и желудочков.

Наиболее часто применяемыми и наиболее простыми в использовании для купирования пароксизмов являются сверхчастая предсердная стимуляция. Наносится асинхронный залп электрических импульсов в количестве 3-10 (иногда до 20) с частотой следования импульсов 200-400 в минуту (иногда до 1200 в минуту), длительностью от 1 до 3 секунд.

ЧПЭС в диагностике ишемической болезни сердца

Показания к ЧПЭС для диагностики ИБС.

1. Невозможность выполнения проб с ФН (ВЭМ, тредмил) в связи с наличием сопутствующих заболеваний (тромбофлебит, варикозная болезнь нижних конечностей, заболевания опорно-двигательного аппарата) или противопоказаний к нагрузочным тестам
2. Неинформативность пробы с ФН вследствие того, что она не доведена до диагностических критериев по ЭКГ или до субмаксимальной возрастной ЧСС.

В основе пробы с чреспищеводной стимуляцией предсердий лежит повышение потребности миокарда в кислороде за счет увеличения ЧСС.

Методика проведения исследования. За 2-3 дня до исследования отменяется прием кардиотропных препаратов (кроме нитратов короткого действия для купирования приступа стенокардии).

Предсердную стимуляцию начинают с частоты, превышающей частоту спонтанного синусового ритма на 15-20%, и увеличивают ее каждый раз на 10 имп/мин до достижения субмаксимальной для данного возраста частоты стимуляции.

Длительность ЧПЭС на каждой частоте составляет 3 мин, а перерыв между ЧПЭС с разными частотами 3-5 мин.

ЭКГ записывают ежеминутно и в момент отключения стимуляции; при этом надо зарегистрировать 4-5 навязанных комплексов и 7-10 комплексов QRS после прекращения ЧПЭС.

При отсутствии в анамнезе стенокардии и изменений на ЭКГ ишемического типа проводят ЧПЭС по вышеописанной программе на двух частотах – 130 и 150 имп/мин.



Рисунок 92. – Изменения сегмента ST ишемического характера после стресс-теста

Критерии выявления ИБС при стресс-тесте.

1. Появления типичных приступов стенокардии.
2. Ишемические изменения сегмента ST.
3. При ЧПЭС в самом начале пробы могут выявляться изменения сегмента ST, но они не должны рассматриваться как патологические, если при продолжающейся стимуляции проходят.
4. Усугубление ишемических изменений ЭКГ на 2-й и более минутах ЧПЭС расценивается как положительный результат.
5. При наличии изменений сегмента ST на исходной ЭКГ динамика его изменения должна оцениваться от первоначального уровня.

Диагностическая значимость ЧПЭС в диагностике ИБС близка к показателям ВЭМ: чувствительность 80-84%, специфичность 75-80%, предсказуемая ценность положительного результата достигает 90%.

СУТОЧНОЕ МОНИТОРИРОВАНИЕ ЭКГ И АД

Холтеровское мониторирование ЭКГ

Холтеровское (амбулаторное) мониторирование ЭКГ (ХМ) – методика непрерывной записи на носитель информации ЭКГ в нескольких отведениях в условиях свободной активности пациента с последующей дешифровкой на специальных дешифраторах.

История длительного мониторирования ЭКГ начинается в 1947 году с формулировки Норманом Холтером идеи о непрерывной регистрации электрокардиограммы на фоне активного движения пациента и создания опытного образца весом 40 кг. Со времени своего изобретения методика ХМ получила широкое распространение в клинической практике.

Показания к мониторированию ЭКГ.

1. Выявление нарушений сердечного ритма и проводимости у симптомных пациентов и в группах высокого риска внезапной сердечной смерти.
2. Выявление динамики ST-T в течение суток у пациентов с подозрением на ишемическую болезнь сердца.
3. Оценка эффективности антиаритмической и антиангинальной терапии.
4. Выявление побочных эффектов антиаритмической терапии.
5. Выявление причин и объяснение симптомов при синкопе, пресинкопе и эпизодах немотивированной слабости и головокружений, предположительно аритмогенного происхождения.
6. Оценка вариабельности ритма у пациентов с кардиальной и некардиальной патологией.
7. Оценка функционирования имплантированного антиаритмического устройства.

Относительным противопоказанием к проведению ХМ является невозможность установки контакта с пациентом или

ограниченные возможности пациента при невозможности контроля за ним во время исследования.

Мониторы для выполнения ХМ подразделяются:

- по количеству каналов: 2-, 3- и 12-канальные;
- по совместимости: регистраторы ЭКГ, комбинированные регистраторы ЭКГ и АД;
- по количеству опций: от минимально необходимой до развернутой комплектации – полифункциональное мониторирование (ВСП, дисперсия QT, кардиореспираторный мониторинг, оценка турбулентности ритма и т.д.)

Методика исследования

Аппаратура для ХМ включает один или несколько регистраторов (мониторов) с постоянной записью и устройство для дешифрации (компьютер со специализированным программным обеспечением).

Регистратор представляет собой небольшое по размеру носимое устройство, питающееся от одного до нескольких аккумуляторов или элементов питания. Регистраторы ведут цифровую запись ЭКГ на твердотельный носитель или флэш-карту, некоторые модели имеют возможность передачи данных онлайн.

Порядок проведения исследования включает в себя следующие этапы:

- подготовка и инструктаж пациента;
- осмотр регистратора и проводов на предмет отсутствия видимых повреждений, подготовка электродов, подготовка и проверка заряда в элементах электропитания;
- выбор системы отведений, фиксация электродов, создание «петель безопасности» между электродом и регистратором;
- подготовка и программирование регистратора.

Подготовка пациента начинается с инструктажа о правилах обращения с регистратором, целях исследования, специальных задачах. Во время мониторирования пациент

должен вести дневник, в котором следует указывать действия, выполняемые в период обследования, возникшие симптомы, имеющие значение для диагностики, прием лекарственных препаратов, время бодрствования и сна.

Подготовка кожи пациента под электродом заключается, если это необходимо, в бритье волос, обработке абразивным гелем или пастой либо зачистке наждачной бумагой (для удаления отшелушенной кожи и возможных загрязнений) и тщательном протирании спиртовым марлевым тампоном до красноты. Для исследования используются одноразовые электроды, имеющие специальную маркировку «Для холтеровского мониторирования».

При программировании монитора необходимо заполнить данные пациента и параметры мониторирования. Перед началом записи обязательно требуется выполнить визуальный контроль сигнала с отведений, при выявлении помех произвести проверку фиксации электродов или их замену.

Как правило проводится запись продолжительностью от 18 до 24 часов в условиях свободной активности пациента. По показаниям, техническим возможностям или обстоятельствам могут использоваться более короткие или длительные периоды записи, что следует отмечать в протоколе исследования.

После получения данных с регистратора оценивается пригодность полученной информации для последующего анализа и принятия решений. Оптимальной можно считать запись, в которой продолжительность неадекватной к расшифровке записи не превышает 10%. Технически выполненным можно считать исследование, в котором обеспечено не менее 70% суточной записи ритма сердца с обязательной полной представленностью периода ночного сна.

Записанная регистратором запись ритма сердца анализируется на дешифраторе в автоматическом режиме, представляющем для анализа данные в виде суммарного количества желудочковых комплексов, имеющих вид «нормальных», «аберрантных-желудочковых», «артефактных», «неизвестных» и «других», собранных в «кластеры» или

«шаблоны». Каждая из этих больших ячеек может быть просмотрена при разбиении их на меньшие группы вплоть до единичных комплексов. После проверки кластеров врачом производится переклассифицирование неправильно определенных дешифратором комплексов.

Отведения ЭКГ при холтеровском мониторинге

При выполнении ХМ с целью выявления аритмии чаще всего используется двух или трехканальная запись ЭКГ: двух двухполюсных модифицированных отведения V_1 и V_5 либо трех двухполюсных отведения в различных конфигурациях по Франку (наиболее часто типа модифицированных (но не идентичных) отведений V_5 , V_4 и aVF), получаемых при использовании 5 либо 7 электродов. Большинство современных систем имеет возможность записи всех 12 общепринятых отведений ЭКГ, наиболее предпочтительное для выявления ишемических изменений. В ХМ нет общепринятой цветовой индикации и фиксации электродов в системах различных производителей.

Если у пациента ранее были выявлены ишемические изменения, конфигурация отведений должна напоминать те отведения, в которых регистрировалось максимальное смещение сегмента ST во время нагрузки. Если ишемические изменения, были выявлены сразу же после наложения электродов, должна быть зарегистрирована контрольная ЭКГ в положении стоя, сидя и лежа на спине, правом боку.

Нормативные значения суточной ЭКГ

После считывания результатов исследования проводится редактирование записи, её анализ и формирование заключения.

Оценка результатов ХМ начинается с анализа ЧСС. При ХМ необходимо выделять среднесуточные параметры ЧСС, средние значения дневной и ночной ЧСС или RR-интервалов, максимальную и минимальную ЧСС за сутки/день/ночь.

Максимальный подъем ЧСС связан с уровнем физической активности, который может существенно различаться даже у одного и того же человека и достигать 180–220 уд/мин. Минимальные значения ЧСС более стабильны и воспроизводимы, в норме регистрируются в период сна. При этом предельное снижение частоты синусового ритма у лиц старше 18 лет в норме днем в покое определяется величиной 40 уд/мин, ночью – 35 уд/мин и не зависит от пола и возраста. Допускается наличие синусовых пауз длительностью не более 2 секунд если они не превышают предыдущий RR интервал более чем в 2 раза, что является основным признаком при дифференциальной диагностике с СА блокадой 2 степени.

Для оценки циркадной изменчивости ЧСС определяют разницу между ночным и дневным значением RR интервалов (Night/day difference) и циркадный индекс (ЦИ) как отношение средней дневной к средней ночной ЧСС. У здоровых лиц ЦИ составляют значения от 1,24 до 1,44 у.е.; в среднем 1,32. Циркадный индекс менее 1,2 – ригидный профиль, более 1,45 – усиленный профиль.

При физической активности ЧСС постепенно увеличивается, а после прекращения – постепенно восстанавливается до прежних значений. Отсутствие учащения ЧСС в ответ на физическую нагрузку указывает на снижение хронотропной функции сердца. Удлинение периода восстановления ЧСС после прекращения нагрузки более 3 минут свидетельствует о низкой толерантности к нагрузкам.

Наличие синусовой аритмии, как и единичные эпизоды миграции водителя ритма по предсердиям, единичные эпизоды АВ блокады 1 степени, СА и АВ блокады 2 степени 1 типа у лиц молодого возраста в ночное время могут быть вариантом нормы при преобладании ваготонии.

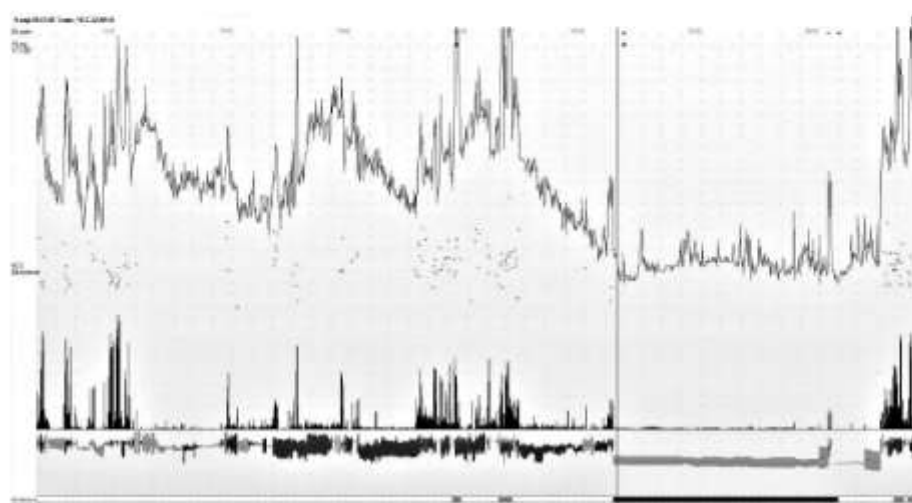


Рисунок 84. – График суточной ЧСС на ХМ

Диагностика нарушений ритма сердца и проводимости

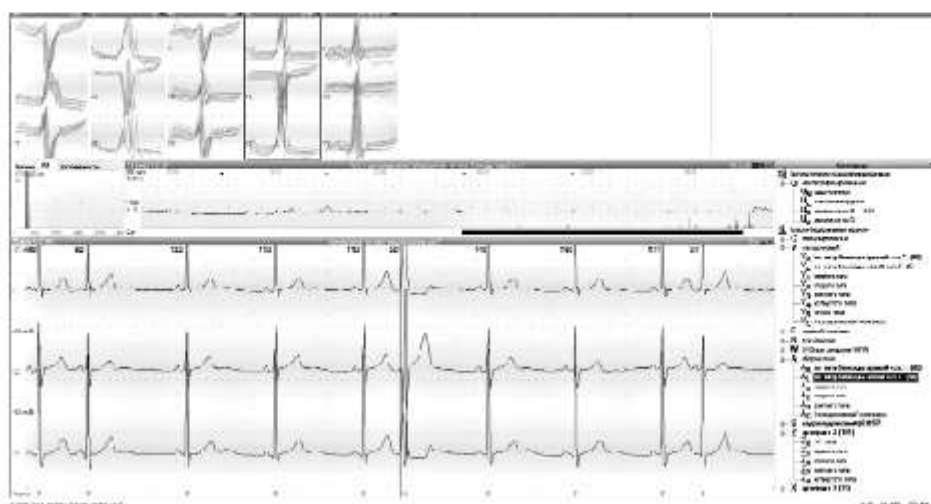
Нарушения ритма выявляются при каждом исследовании ХМ как при патологии, так и в норме.

Анализ начинается с указания базового ритма сердца (синусовый, фибрилляция предсердий, ритм ЭКС и т.д.), а затем описываются другие нарушения. При этом большое значение имеет общее количество нарушений ритма, их типы и морфология, отношение к физической нагрузке, приему пищи, сну. Также указывается среднее количество каждого нарушения ритма в час и «плотность» или «бремя» аритмии в процентном отношении к синусовому ритму. Клинически значимое бремя – 20% и более, приводит к прогрессирующему ухудшению систолической функции и развитию кардиомиопатии, индуцированной аритмией.

Для пароксизмальных тахикардий указывается продолжительность эпизодов во временных интервалах или в количестве комплексов, а также характер – устойчивая/неустойчивая.

ХМ является наиболее информативным способом оценки эффективности антиаритмической терапии методом парного исследования до и после начала лечения.

- полное устранение залпов желудочковых тахикардий;
- устранение парных желудочковых экстрасистол более чем на 90%;
- уменьшение общего количества желудочковых экстрасистол более чем на 50%.



Признаками проаритмического и аритмогенного действия при лечении суправентрикулярных аритмий являются сохранение аритмии, угнетение функции синусового узла, развитие АВ- и внутрижелудочковых блокад, появление тахикардии по типу “пируэт”.

К проаритмическим и аритмогенным эффектам при лечении желудочковых нарушений ритма относятся: увеличение общего количества экстрасистол более чем в 4 раза и увеличение желудочковых экстрасистол высоких градаций (4А и 4Б по Ryan) в 10 раз и более.

Диагностика ишемии миокарда

Диагностика ишемических изменений миокарда при ХМ традиционно проводится по смещению сегмента ST, прослеживаемому с помощью курсоров на линии P-R для определения изoeлектрической линии через 60-80 мсек после точки J. При выборе эталона ST для анализа ритм должен быть нормальным, синусовым, исходное смещение сегмента ST не должно превышать 0,1 мВ, а по морфологии он должен быть немного косовосходящим с положительным зубцом T.

Ишемия диагностируется как последовательность изменений ЭКГ, включающих в себя горизонтальную или косонисходящую депрессию сегмента ST $\geq 0,1$ мВ или элевацию сегмента ST на 0,1 мВ длительностью 80 мсек от точки J с постепенным началом и окончанием, которая длится как минимум 1 минуту. Каждый эпизод преходящей ишемии должен быть отделен от других эпизодов периодом длительностью в 1 минуту.

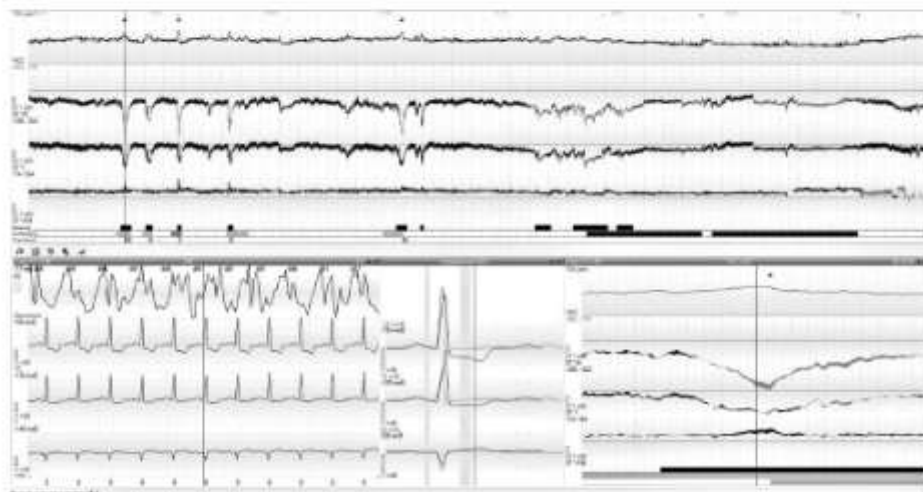


Рисунок 86. – Анализ эпизодов депрессии сегмента ST

При этом учитывается длительность смещения сегмента ST, которая определяется как общее время депрессии, достигающей 0,1 мВ и более, от ее начала до момента уменьшения депрессии менее 0,1 мВ.

Депрессию или элевацию сегмента ST оценивают в комплексе с жалобами на болевой приступ по данным дневника пациента. Чаще всего боль появляется через несколько минут после начала смещения сегмента ST. В случае отсутствия жалоб в момент приступа делается вывод об эпизоде безболевой, «немой» ишемии. «Немая» ишемия считается типичной, если соблюдается формула $1 \times 1 \times 1$, что обозначает наличие смещения сегмента ST на 1 мм длительностью более 1 минуты и отстоящее от других эпизодов более чем на 1 мин.

Исключения для анализа ишемии миокарда методом ХМ:

- гипертрофия ЛЖ,
- предвозбуждение желудочков,
- блокада левой ножки пучка Гиса или неспецифические нарушения внутрижелудочкового проведения с задержкой ≥ 0.10 секунд,
- зубец Q более 0,04 с.

Изменения зубца Т носят неспецифический характер и нередко связаны с позиционными изменениями

сердца. Регулярное изменение амплитуды и/или полярности Т от комплекса к комплексу носит название «альтернации зубца Т», которая может быть одним из признаков электрической нестабильности миокарда.

Финальный протокол и формирование заключения

Основная задача финального протокола – дать лечащему врачу максимально объективный документ, с обязательным отражением всех параметров ритма сердца, способных в той или иной мере повлиять на тактику лечения и прогноз пациента.

В заключение дается резюме врача, проводившего исследование, комментирующее отдельные положения протокола, с выделением наиболее значимых с клинической точки зрения параметров.

Суточное мониторирование АД

Суточное или амбулаторное мониторирование артериального давления (СМАД) – метод, используемый в функциональной диагностике для автоматического неинвазивного (без проникновения в полости и органы) многочасового контроля за уровнем артериального давления.

История метода начинается с 1962 года с изобретения первого полуавтоматического монитора АД «Remler M 2000» весом 2,5 кг, а в 1976 году уже создан и выпущен на рынок первый прикроватный автоматический монитор.

В основе метода СМАД лежит автоматический алгоритм оценки пульсации плечевых артерий для выявления тонов Короткова при заданном режиме накачивания манжеты. По сравнению с традиционным измерением АД позволяет оценить его динамику в течение суток в зависимости от вида деятельности, отдыха, оценить вариабельность и другие показатели, устранить эффект «белого халата»

Методы оценки пульсации плечевых артерий и определения АД при СМАД:

Аускультативный метод – для автоматического выявления тонов Короткова используется специальный датчик (пьезоэлектрический), который фиксируется над местом отчетливой пульсации плечевой артерии (2-3 см) выше локтевого сгиба. Определение АД затруднено при слабых тонах Короткова у пациентов с ожирением и пожилых, чувствителен к шумам в помещении и точности расположения микрофонов относительно артерии.

Осциллометрический метод – анализ амплитуды пульсации на плечевой артерии проводится датчиком в манжете на основе оценки изменений давления воздуха (в виде осцилляций) на фоне декомпрессии (определение АД устойчиво к шумовым нагрузкам, не зависит существенно от положения датчика относительно артерии, однако существенно затруднено при движении руки и пациента).

Большинство систем для мониторингирования основано на осциллометрическом методе, реже на аускультативном или их сочетании. Одновременная запись канала ЭКГ повышает точность и облегчает анализ результатов.

Показания к СМАД:

- существенная вариабельность АД при измерении врачом во время одного или нескольких визитов;
- высокое офисное АД у лиц с низким общим кардиоваскулярным риском;
- значительная разница между величинами АД, измеренными в офисе и в домашних условиях;
- подозрение на резистентность к антигипертензивным препаратам;
- гипотензивные эпизоды, особенно у пожилых пациентов и пациентов с сахарным диабетом;
- повышение АД у беременных или подозрение на преэклампсию;
- оценка медикаментозной антигипертензивной терапии.

Противопоказания к СМАД (абсолютные):

- существенные осложнения предшествующего мониторингирования;
- кожные заболевания на плече;
- тромбоцитопения, тромбоцитопатия и другие нарушения сосудисто-тромбоцитарного гемостаза;
- травмы верхних конечностей;
- облитерирующие заболевания артерий или повышенная ригидность сосудов верхних конечностей;
- отказ пациента.

Противопоказания к СМАД (относительные):

- жалобы пациента на плохую переносимость измерения;
- выраженные нарушения проводимости и ритма сердца
- уровень САД более 200 мм рт. ст.

Порядок проведения исследования

Время начала измерений зависит от целей исследования.

Если целью исследования являются значения среднеинтегральных показателей в различные периоды суток, то старт измерений оптимален в период 9-11 часов утра. Для оценки утренней динамики АД оптимален период начала и окончания измерений в 12-14 часов дня. Выполнение СМАД в стационарных условиях сопряжен с недооценкой уровня АД в дневные часы и переоценкой в ночной период. Оптимально измерение в обычный рабочий день со стандартным режимом активности. Для выявления аномальных эндогенных ритмов АД может применяться режим резко ограниченных физических и психоэмоциональных нагрузок, и, наоборот, для оценки выраженности реакций на характерные прессогенные факторы возможно включение в режим дня дополнительных фрагментов с эпизодами постуральных, физических и психоэмоциональных нагрузок с обязательным отражением данной информации в протоколе исследования.

Выбор манжеты зависит от возраста и антропометрических характеристик пациента. Взрослым используется манжета шириной от 12 до 15 см, длиной 30-35 см с охватом не менее 80%

от окружности плеча (при слишком маленькой манжете – увеличение АД на 2-12 мм рт. ст., при большой манжете – снижение АД на 10-30 мм рт. ст.), в детском возрасте – детская манжета длиной 12-21 см. Для пациентов с периметром конечности более 32 см и менее 22 см необходимо переходить на манжеты увеличенных и сниженных размеров.

Согласно общепринятым рекомендациям, общее число измерений АД в течении суток не должно быть менее 50-ти. Поэтому интервал между измерениями в дневные часы устанавливается 15-30 мин (т.е. 4-2 измерения каждый час) и 30-60 мин в ночные часы (т.е. 1-2 измерения в час). У пациентов с высоким АД (выше 180-190 мм рт. ст.) рекомендуется выбирать удлиненные интервалы между измерениями до 20-30 мин в дневные часы и 40-60 мин в ночные часы.

Перед началом исследования обязательно проводится оценка целостности прибора и манжеты, заряд акумуляторов/батарей, а также инструктаж пациента.

Инструктаж пациента.

1. Разъясняются принципы, особенности и цели предстоящего исследования.
2. Приводятся правила поведения во время измерения: во время измерения АД рука с пневмоманжетой должна быть вытянута вдоль туловища и расслаблена, если измерение АД начинается во время ходьбы, нужно остановиться, опустить руку вдоль туловища и подождать окончания измерения.
3. Разъясняются режимы активности и отдыха: во время исследования пациент ведет свой обычный образ жизни (работает, совершает прогулки и т.п.), исключаются интенсивные физические упражнения в день проведения мониторинга АД, ночью следует спать, а не думать о работе регистратора, иначе показания ночного АД будут недостоверными.
4. Исключается визуальный контроль показаний прибора для предупреждения возникновения тревожных реакций, что может привести к искажению результатов и нивелировать основное преимущество СМАД.

5. Разъясняются правила ведения дневника: следует отмечать в специальном дневнике или на отдельном листе бумаги время и обстоятельства возникновения неприятных симптомов со стороны сердца, прием лекарств и смену видов физической активности.

Перед началом каждого мониторингования необходимо проводить серию контрольных (верифицирующих) измерений, с одновременным (или последовательным) определением АД прибором и квалифицированным медицинским специалистом. При отсутствии асимметрии АД измерение проводится на «не доминантной» руке. При асимметрии более 5 мм рт. ст. – на руке с более высокими величинами АД. Контрольные измерения проводятся в положении сидя, регистрируются I и V фазы тонов Короткова, давление в манжете измеряется аттестованным тонометром. Рекомендуется не менее 4 последовательных измерений с интервалом не менее 2 мин (после окончания предыдущего). При невозможности добиться соответствия между приборами путем поправления манжеты монитора рекомендуется переместить манжету на другую руку или применить прибор с другим методом определения АД.

При программировании прибора вводятся исходные данные о пациенте, устанавливаются интервалы измерения, время бодрствования и сна, предельные значения для давления в манжете.

Анализ результатов и оценка основных показателей

Полученные данные переносятся с монитора в компьютер и подвергаются анализу с использованием программ-дешифраторов.

Оценка качества измерений проводится на основании оценки количества успешных измерений. Для достоверных результатов общее число успешных измерений АД должно быть не менее 75-80% от общего количества. При этом в дневные часы должно быть не менее 20 успешных измерений, в ночные часы – не менее 7. Для исследовательских целей

оптимальным считается не менее двух измерений в течение часа в дневное время и 1 в течение часа в ночное время. Если не выполняются указанные требования либо по данным дневника имело место нарушение сна, непереносимость измерений, значительные нарушения активности, приводящие к невозможности оценки циркадных колебаний АД), результат исследования признается недостоверным.

В ряде систем предоставляется возможность ручной выбраковки измерений, не соответствующих физиологическим параметрам, а также коррекции артефактов, повышающей точность измерения.

Анализ результатов СМАД включает в себя следующие этапы:

- оценка и анализ среднеинтегральных и среднеарифметических значений АД
- оценка нагрузочных показателей АД
- оценка и анализ суточного профиля АД
- оценка вариабельности АД
- формирование заключительного протокола исследования.

Согласно рекомендациям ESH все основные данные в протоколе для удобства восприятия и облегчения оценки результатов должны быть представлены на одной странице.

Заключение должно содержать стандартизированный график, сводную таблицу статистики со средними значениями за все периоды, вариабельность АД, число успешных измерений для САД и ДАД для каждого периода и за сутки, степень ночного снижения АД, нагрузочные индексы, показатели утреннего прироста давления, сведения о терапии, дополнительную важную информацию (например, о специальных режимах активности).

Анализ среднеинтегральных и среднеарифметических значений АД

К этой группе показателей относятся средние значения, медианы и моды измерений АД, полученных в течение суток, дня, ночи и других выделенных временных интервалов.

Отсутствуют общепринятые рекомендации по выбору для принятия решения определенного математического подхода для определения средних значений, но наиболее распространенными в системах мониторинга следующие:

- среднеарифметическое значение АД – расчет среднеарифметических значений за соответствующий период (дневной и ночной период, среднесуточные показатели).
- среднеинтегральный показатель АД – расчет средних значений с учетом времени между соседними измерениями.

Пороговые значения средних значений АД, указывающие на артериальную гипертензию, в соответствии с ESH Guidelines for the management of arterial hypertension (2023):

- днем $\geq 135/85$ мм рт. ст.;
- ночь $\geq 120/70$ мм рт. ст.;
- сутки $\geq 130/80$ мм рт. ст.

Нижние пороговые значения для установления степени гипотонии не выработаны, но наиболее часто принимаются как 90/60 мм рт. ст. в дневное время и 80/50 мм рт. ст. в ночное.

Данные значения следуют установить в настройках программы-дешифратора для автоматического анализа и вывода протокола.

Изменение средних величин в процессе лечения является важнейшей характеристикой эффективности применяемых антигипертензивных препаратов.

Анализ нагрузочных индексов

Показатели количественной оценки величины «нагрузки давлением», оказываемой на органы-мишени повышенным давлением.

1. Индекс измерений (ИИ) – процент измерений от их общего количества, при которых величины АД выходили за рамки принятых верхних и нижних пороговых значений в анализируемом периоде времени.

2. Индекс времени (ИВ) – суммарная продолжительность времени (в процентах) в течении которого величины АД выходили за пределы верхних и нижних пороговых значений.
3. Индекс площади (ИП) – величина «площади под кривой» суточного профиля АД в мм/час.

Наиболее часто используют ИВ, нормативное пороговое значение которого принимают <25% в отечественных источниках и <15% в Европейских рекомендациях.

Для оценки степени гипотонии используют индекс времени гипотонии, который в норме составляет ≤15%.

Тем не менее не выявлено преимущество использования данных индексов по сравнению со средними значениями АД в диагностике артериальной гипертензии, прогнозе поражения органов-мишеней и развития осложнений.

Показатели суточного профиля АД

Оценка особенностей суточного профиля АД имеет большое значение для принятия решения о необходимости назначения и коррекции антигипертензивной терапии, а также для прогнозирования поражения органов-мишеней.

Динамика АД в течение суток, как у здоровых людей, так и у пациентов с АГ, имеет некоторые закономерности. Самый высокий уровень отмечается в утренние часы (между 6-ю и 12-ю часами), второй, менее выраженный, вечерний подъем АД наблюдается около 19 часов. Минимальные цифры АД регистрируются в интервале от 0 до 4 часов, после чего наблюдается постепенное его повышение с резким увеличением примерно за 1 час до пробуждения. У здоровых людей утреннее АД при бытовых нагрузках, как правило, не превышает ночной уровень более чем на 15-20% и практически не отличается от такового в дневные часы.

Таким образом для оценки суточного профиля используют показатель суточного индекса (СИ) или степени ночного снижения АД, рассчитанный отдельно для САД и ДАД:

$$СИ = 100\% \times (АД д - АД н) / АД д$$

АД д – среднее АД в период бодрствования, АД н – среднее АД в период сна.

Суточные профили на основании оценки степени ночного снижения АД.

1. Нормальная (оптимальная) степень ночного снижения АД или «dipper» (от англ. dip – погружать) – 10% <СИ <20%.
2. Недостаточная степень ночного снижения АД «non dipper» или сниженный суточный ритм – 0% <СИ <10%.
3. Повышенная (избыточная) степень ночного снижения АД «over dipper» или нарушенный суточный ритм с неопределённым сердечно-сосудистым риском – СИ >20%.
4. Устойчивое повышение ночного АД «night peaker» или нарушенный суточный ритм, сопряженный с высоким сердечно-сосудистым риском – СИ <0%.

Снижение степени ночного снижения АД ниже оптимального диапазона наблюдается у ряда пациентов с первичной АГ (в том числе при атеросклеротическом поражении сонных артерий), оно характерно также для синдрома злокачественного течения гипертонии, хронической почечной недостаточности, вазоренальной гипертонии, синдрома Кушинга, наблюдается после трансплантации сердца и почек, при застойной сердечной недостаточности, эклампсии, диабетической и уремической нейропатии, при распространенном атеросклерозе у пожилых людей. Сниженная степени ночного снижения АД характерна для афроамериканцев.

Во время дневного сна снижение АД происходит в той же мере, что и во время ночного, поэтому данный период необходимо оценивать как ночной и принимать в расчет степени ночного снижения АД. С другой эпизоды ночного пробуждения и вставания требуются исключать из ночного периода для достоверной оценки суточного профиля.

Дополнительно определяют ряд показателей, отражающих динамику АД в утренние часы, ассоциированные с высоким риском сердечно-сосудистых событий. При этом к утренним часам относят первые 2-4 часа после пробуждения.

Максимальные величины АД в утренние часы.

1. Величина утреннего прироста АД по сравнению с ночными часами (ВУП) отдельно для САД и ДАД. Пороговые нормативные значения для ВУП САД <56 мм рт. ст. и для ВУП ДАД <36 мм рт. ст.
2. Скорость утреннего прироста АД (СУП) отдельно для САД и ДАД. Пороговые нормативные значения для СУП являются <10 мм рт. ст./час для систолического и <5 мм рт. ст./час для диастолического давления.

Вариабельность артериального давления

АД подвержено изменению не только в течении всех суток, но и в течении отдельных отрезков времени, сопровождаясь иногда значимыми спонтанными колебаниями. Данный процесс характеризует показатель variability АД (ВАД), определяемый как величину или степень отклонения от кривой суточного ритма. Увеличенная ВАД – важный и независимый фактор поражения органов-мишеней и высокого риска сердечно-сосудистых событий.

Пороговые нормативные значения для ВАД следующие:

- ВАД для САД день/ночь – 15 / 15 мм рт. ст.
- ВАД для ДАД день/ночь – 14 / 12 мм рт. ст.

Пациенты относятся к группе с высокой variability АД при повышении любого из четырех пороговых значений.

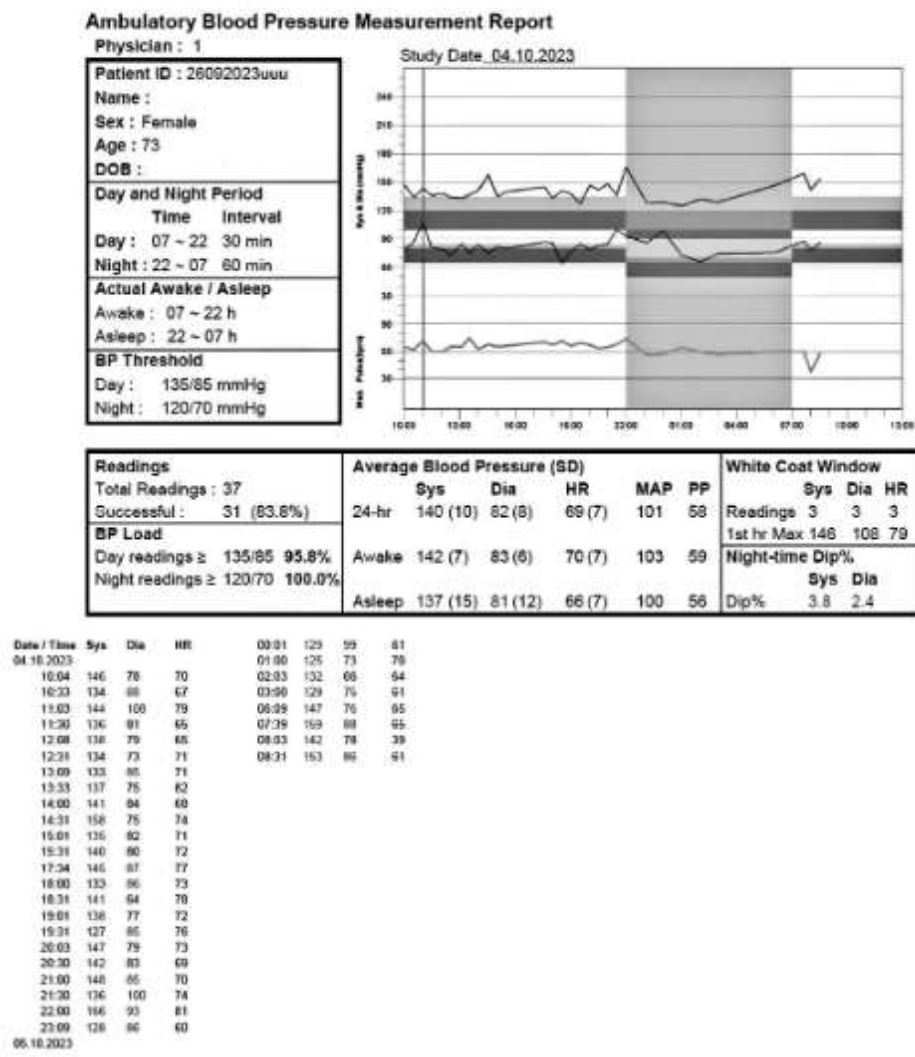


Рисунок 87. – Результаты СМАД

Типичные ошибки при проведении СМАД

При выполнении исследования СМАД возможно получение недостоверных данных.

Наиболее частые и типичные ошибки, влияющие на результат:

- использование прибора, не прошедшего клиническую верификацию и/или поверку;
- неправильный подбор манжеты;
- смещение манжеты в ходе мониторирования;
- отсутствие верифицирующих измерений в начале (в конце) мониторирования;
- отсутствие подробного дневника;
- неправильно указанное время сна и бодрствования при проведении анализа;
- анализ вариабельности при большом числе неудачных измерений;
- анализ ночных величин и СНС при выраженных нарушениях сна, обусловленных работой прибора, плохой переносимости процедуры исследования и т.д.;
- проведение мониторирования в день интенсивных диагностических обследований, включающих взятие крови для биохимических анализов.

2.10. Функциональные ЭКГ пробы

Нагрузочные пробы

Функциональные нагрузочные пробы – методы исследования, при которых на сердечно-сосудистую систему воздействуют с помощью различных факторов, изменяющих в той или иной степени гомеостаз кардиореспираторной системы.

В результате функциональных проб провоцируются патофизиологические состояния, при которых начинает проявляться скрытая или труднодоступная для обнаружения в условиях покоя патология.

Нагрузочные пробы применяют в следующих целях:

- массовые (эпидемиологические) обследования различных контингентов населения с целью раннего выявления сердечно-сосудистой патологии, в первую очередь ИБС;
- дифференциальная диагностика ИБС и отдельных ее форм;
- выявление и идентификация нарушений ритма сердца;
- выявление лиц с гипертензивной реакцией на нагрузку;
- определение индивидуальной толерантности к физической нагрузке у пациентов с установленным диагнозом ИБС;
- оценка эффективности лечебных (в том числе хирургических) и реабилитационных мероприятий по результатам динамического исследования;
- экспертиза трудоспособности пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями;
- профессиональный отбор (для работы в экстремальных условиях или для работ, требующих высокой физической работоспособности);
- оценка прогноза;
- оценка эффективности антиангинальных препаратов.

Все нагрузочные тесты можно классифицировать по четырем критериям.

1. По типу нагрузки:

- изометрические (статические) – мышечное сокращение без движения (сжатие кисти, сохранение определенной позы, удержание тяжести);
- изотонические (динамические) – мышечное сокращение, приводящее к движению (степ-тест, велоэргометрия, нагрузка на тредмиле).
- комбинированные (резистивные).

2. По характеру воздействия:

- тесты с мышечной нагрузкой;
- тесты с психоэмоциональной нагрузкой;
- тесты с изменением температуры внешней среды;
- тесты с изменением атмосферного давления;
- тесты с изменением положения тела;
- тесты с воздействием на организм линейного или углового ускорения;
- тесты с изменением состава вдыхаемого воздуха;
- тесты с задержкой дыхания;
- тесты с пищевой нагрузкой;
- вегетативные нагрузочные тесты;
- фармакологические тесты.

3. По времени регистрации показателей:

- рабочие тесты;
- послерабочие тесты.

4. По величине и интенсивности применяемых нагрузок:

- максимальные тесты (достижение максимальной для обследуемого ЧСС);
- субмаксимальные тесты (достижение 85-90% расчетной возрастной ЧСС);
- тесты со стандартной нагрузкой.

Решение о проведении нагрузочной пробы должно быть принято после оценки показаний и противопоказаний к проведению пробы.

Показания к нагрузочному тестированию.

1. Диагностические:

- подтверждение предполагаемой болезни;
- определение профиля уже известного заболевания.

2. Оценка эффективности лечения и реабилитации.

3. Исследовательская работа.

Противопоказания для нагрузочного мышечного тестирования.

1. Абсолютные:

- острый инфаркт миокарда (в течение первых 5 дней);
- нестабильная стенокардия;
- неконтролируемые гемодинамически значимые нарушения ритма и проводимости;
- декомпенсированная недостаточность кровообращения на стадии IIБ и выше;
- аневризма сердца, аорты, других сосудов, диссекция аорты;
- тромбоэмболия легочной артерии или инфаркт легкого (давностью до 3 месяцев);
- тромбоз глубоких вен;
- острый миокардит, эндокардит, перикардит;
- критический стеноз аорты;
- ограничение физических возможностей, препятствующее безопасному выполнению теста либо интерпретации полученных результатов;
- отсутствие информированного согласия пациента.

2. Относительные:

- стеноз ствола левой коронарной артерии;
- умеренные стенозы клапанов;
- электролитные нарушения;
- тяжелая неконтролируемая артериальная гипертензия (САД в покое >200 мм рт. ст., ДАД в покое >110 мм рт. ст.);
- тахи- и брадиаритмии;
- АВ блокада 2-3 степени;
- ГКМП с обструкцией выходного отверстия аорты;

-
- острое нарушение мозгового кровообращения или ТИА в краткосрочном анамнезе;
 - психическое состояние пациента, препятствующее выполнению или интерпретации теста;
 - неконтролируемые или некоррегированные состояния, представляющие угрозу жизни (например, тяжелая анемия, гипотиреоз, инфекционный процесс и т.д.).

Обеспечение выполнения исследования. При проведении проб с нагрузкой важное значение имеет обеспечение их безопасности, что определяется требованиями к персоналу, помещению и оборудованию.

Исследование должно проводиться только хорошо подготовленным персоналом, обладающим знанием физиологических процессов, происходящих при физической нагрузке и способным оказать экстренную сердечно-легочную реанимацию. Необходимую квалификацию и допуск к самостоятельной работе можно получить только после 2 месяцев работы в лаборатории нагрузочного тестирования под наблюдением квалифицированного специалиста или после проведения не менее 200 тестов.

Рекомендуемая площадь помещения – не менее 46,4 м² с широкой дверью, чтобы при необходимости можно было легко транспортировать пациента. Оптимальная температура во время исследования – 20-22С°. Тестирование должно происходить при наличии необходимого оборудования (дефибриллятор) и медикаментозных препаратов для оказания экстренной помощи, и с участием персонала с навыками оказания экстренной помощи.

О каждом пациенте должна быть доступна вся имеющаяся информация перед проведением теста: диагноз (как предполагаемый, так и верифицированный), показания к тесту, история болезни и результаты других исследований.

Система для регистрации ЭКГ должна работать в режиме непрерывного мониторингирования сердечного ритма как во время нагрузочного периода, так и в период восстановления. Во время теста рекомендуется выводить на экран не менее

3 отведений, хотя наилучшим вариантом является выведение на экран монитора всех 12 отведений.

Ручное измерение АД во время теста на сегодняшний день по-прежнему распространено гораздо больше, чем автоматические регистраторы в связи с возможными погрешностями измерений последними (чаще – при измерении диастолического давления). Кроме того, ручной контроль (повторные измерения АД ручным тонометром) также необходим при регистрации во время теста очень высоких или очень низких значений АД автоматическим измерителем.

Подготовка пациента к проведению теста. Перед исследованием врач должен выполнить краткий опрос и осмотр пациента с целью исключения противопоказаний к проведению нагрузки, а также получить у испытуемого добровольное согласие на основе полной информации об исследовании (в том числе возможного риска и осложнения) в письменном виде.

Пациент должен быть проинструктирован, что он не должен есть и курить в предшествующие тесту 2-3 часа; рекомендуется легкий завтрак за 2-3 часа до пробы; одежда должна быть удобной, особенно это касается обуви (легкие кроссовки, кеды); он должен исключить непривычные физические нагрузки как минимум за 12 часов до проведения исследования.

Если пациент принимает медикаменты, то их названия, используемые дозы и кратность приема должны быть записаны, а в последующем указаны и в заключении. Если тест выполняется с диагностической целью, должен быть обсужден вопрос об отмене медикаментов, поскольку некоторые лекарства изменяют ответ на нагрузку и усложняют интерпретацию теста. Если же принято решение о необходимости проведения теста на «чистом» фоне, то рекомендуются следующие сроки отмены препаратов: амиодарон и сердечные гликозиды – не менее чем за 14 дней до проведения теста; антагонисты кальция, β -блокаторы, мочегонные средства, препараты раувольфии, анаболические препараты, ингибиторы АПФ, седативные – за 48 часов; нитраты пролонгированного действия – за 12 часов; клонидин –

за 24 часа до пробы (с предварительным постепенным уменьшением его дозы в течение недели). Не отменяются противодиабетические препараты, антикоагулянты. Допускается прием нитроглицерина, но не менее чем за 2 часа до пробы.

До проведения теста записывается ЭКГ покоя в 12 отведениях в горизонтальном положении, а также – в зависимости от используемого приспособления (велозргомметр или тредмил) – в положении сидя или вертикальном. Для выявления вазорегуляторных нарушений, особенно – депрессии ST, до начала тестирования ЭКГ и АД фиксируются при перемене положения тела из горизонтального в вертикальное.

Велозргомметрия (ВЭМ)

ВЭМ – диагностический метод электрокардиографического исследования для выявления латентной (скрытой) коронарной недостаточности и определения индивидуальной толерантности к физической нагрузке с применением возрастающей ступенчатой физической нагрузки, выполняемой исследуемым на велозргомметре.

Виды велозргомметрии.

1. Субмаксимальный или максимальный диагностический тест для подтверждения или исключения ИБС.
2. Субмаксимальный или максимальный тест на толерантность к физической нагрузке.
3. Провокационный тест, для выявления скрытых нарушений ритма.
4. Многоцелевой тест (1, 2), (2, 3) с выбором приоритетной цели.

К многоцелевым тестам можно отнести "парные" и "ранние" велозргомметрии, когда в результате предыдущих обследований или перенесенного инфаркта миокарда коронарная патология не вызывает сомнений, и ее подтверждение не является приоритетной целью исследования.

Правильнее в таких случаях формулировать медицинское заключение, как тест на толерантность к физической нагрузке.

Типы протоколов нагрузочных тестов:

- непрерывные одноступенчатые;
- многоступенчатые с возрастающей мощностью нагрузки и паузами отдыха между ступенями (прерывистые);
- ступенчатые непрерывно-возрастающие;
- непрерывно-возрастающие типа «рэмп» (наклон).

Наиболее часто используемыми в практике являются ступенчатые непрерывно-возрастающие протоколы, когда продолжительность каждой ступени колеблется от 2 до 5 минут (время, необходимое для стабилизации гемодинамических параметров).

Методика выполнения нагрузочной пробы

Для ножного велоэргометра обычно рекомендуется начинать нагрузку с 10 или 25 Вт, увеличивая мощность нагрузки на 25 Вт каждые 2 или 3 минуты до достижения критериев прекращения нагрузки. Считается, что 3-минутная продолжительность ступени для достижения стадии устойчивого равновесия на низких мощностях – не обязательна.

Также используется непрерывно-возрастающие протоколы Bruce (нагрузка увеличивается каждые 2,5 минуты на 50 Вт) и «скандинавский» тест (начальная нагрузка 50 Вт увеличивается через каждые 5 минут на 33 Вт).

Для сохранения стабильного уровня нагрузки при работе на механическом велоэргометре необходимо строгое соблюдение скорости вращения педалей – 60 оборотов в минуту. ЭКГ, ЧСС и АД должны непрерывно мониторироваться в течение всего нагрузочного периода с оценкой через равные промежутки времени.

Рекомендуется использовать следующие интервалы наблюдения:

- ЧСС и ЭКГ – последние 5-10 сек каждой минуты;
- АД – последние 30 сек каждой ступени теста или каждые 30 сек каждой 2-й минуты ступени;

- динамика самочувствия – первые 5 сек каждой минуты.

Проба прекращается либо при достижении испытуемым субмаксимальных величин ЧСС (75% или 85% от расчетной возрастной максимальной частоты), либо при появлении клинических или электрокардиографических критериев прекращения нагрузки. Разработаны зависящие от возраста и пола обследуемых нормативы ЧСС при максимальной и субмаксимальной физических нагрузках.

Расчет субмаксимальной ЧСС (по Яковлеву):

$$\text{целевая ЧСС} = \text{ЧСС1} + K (215 - \text{возраст} - \text{ЧСС1}),$$

где ЧСС1- фоновая ЧСС в покое, К – коэффициент поправки (0,9 для спортсменов; 0,8 – для здоровых; 0,7 – больных ИБС; 0,6 – для перенесших инфаркт миокарда).

Показания к прекращению пробы (абсолютные):

- прогрессирующее снижение (более 10 мм рт. ст.) или резкое снижение исходного систолического АД, возникающее несмотря на увеличение объема нагрузки, сопровождающееся другими признаками ишемии;
- прогрессирующая (умеренная или тяжелая, 2-3 балла) боль в грудной клетке ангинозного характера;
- признаки нарушения ЦНС (возрастающая атаксия, головокружение или предсинкопальное состояние);
- признаки нарушения периферической перфузии (цианоз или бледность);
- сложные, потенциально злокачественные нарушения ритма (устойчивая желудочковая тахикардия);
- технические сложности, не позволяющие мониторировать ЭКГ или АД;
- элевация сегмента $ST \geq 1$ мм в отведениях без диагностических зубцов Q, кроме V_1 и aVR.

Показания к прекращению пробы (относительные):

- падение АД (более 10 мм рт. ст. от исходного уровня), несмотря на увеличение объема нагрузки, не сопровождающееся появлением других признаков ишемии;

- горизонтальное или косонисходящее смещение сегмента ST более 2 мм;
- значительное изменение электрической оси сердца;
- нарушения ритма: политопная желудочковая экстрасистолия, триплет желудочковой экстрасистолии, суправентрикулярная тахикардия;
- блокада сердца или брадиаритмии;
- блокады ножек пучка Гиса или нарушение внутрижелудочковой проводимости, которое нельзя отличить от желудочковой тахикардии;
- субъективные симптомы: выраженная усталость, одышка (число дыханий более 30 в 1 мин), приступ удушья, хрипы, судороги и боли в мышцах ног, возрастающая боль в груди;
- повышение систолического АД более 220 мм рт. ст. или диастолического АД более 110 мм рт. ст.;
- как мера предосторожности по решению врача.

Субмаксимальная проба с нагрузкой у пациентов с подозрением на ИБС должна быть прекращена:

- при достижении 85% от возрастной ЧСС;
- при развитии типичного приступа стенокардии;
- при появлении угрожающих нарушений ритма (частая, политопная, залповая желудочковая экстрасистолия, пароксизмальная тахикардия или пароксизмальная мерцательная аритмия);
- при появлении нарушений проводимости (блокада ножек пучка Гиса, атриовентрикулярная блокада);
- при ишемическом смещении сегмента ST вверх или вниз от изоэлектрической линии на 1 мм и более;
- при повышении систолического АД более 220 мм рт. ст., диастолического – более 110 мм рт. ст.;
- при прогрессирующем снижении систолического АД (более 10 мм рт. ст.) или падении исходного АД, несмотря на увеличение нагрузки;

- при появлении неврологической симптоматики (головокружение, нарушение координации движений, головная боль);
- при признаках нарушения периферической перфузии (цианоз или бледность);
- при возникновении перемежающейся хромоты;
- при появлении выраженной одышки (число дыханий более 30 в минуту) или приступа удушья;
- при развитии резкого утомления больного, его отказе от дальнейшего выполнения пробы;
- как мера предосторожности по решению врача;
- при технических сложностях, не позволяющих мониторировать ЭКГ или АД.

Оценка результатов пробы и оформление протокола

По результатам пробы проводится анализ и оформляется протокол исследования.

Письменное заключение о результатах нагрузочного тестирования документируется только врачом. В протоколе обязательно должны быть отражены общие данные пациента (возраст, пол, вес и т.п.), дата исследования, показания к проведению, тип используемого протокола. Если во время тестирования пациент опирался на поручни, это также должно быть отражено в заключении.

Одышка и боль должны документироваться в момент возникновения, прогрессирование этих ощущений должно быть оценено в соответствии со шкалами по 4-бальной системе. Особое внимание стоит обратить на интенсивность ощущений на высоте нагрузки.

Все варианты динамики ЭКГ (динамика сегмента ST, нарушения сердечного ритма и т.п.) должны быть распечатаны в виде образцов.

На основании измеренных данных оцениваются следующие показатели:

- толерантность к физической нагрузке (ТФН) – это наивысшая переносимая нагрузка, при которой

появляется один или несколько признаков, рассматриваемых, как показание к прекращению выполнения теста;

- мощность нагрузки считается пороговой при условии, что продолжительность выполнения последней ступени ступенчатовозрастающей физической нагрузки без признаков ее непереносимости составляет не менее 1 мин.;
- двойное произведение ДП = (АД * ЧСС)/100;
- хронотропный резерв сердца (ХРС) – разница между максимальной ЧСС (на высоте нагрузки) и ЧСС в покое, уд. в минуту;
- инотропный резерв сердца – разница между максимальным и минимальным систолическим АД, мм рт. ст.

По результатам проб, проводимых с диагностической целью, различают:

- отрицательную пробу;
- сомнительную;
- положительную;
- незавершенную (неинформативную).

Отрицательная проба – испытуемый достиг возрастной субмаксимальной ЧСС, и у него не возникло ни клинических, ни объективных инструментальных критериев ишемии миокарда.

Отрицательная проба с особенностями – испытуемый достиг возрастной ЧСС, и у него отмечается повышение АД выше допустимых значений, нечастая экстрасистолия (менее 4 в 1 мин), колаптоидное состояние, реверсия или инверсия зубца Т, выраженная одышка, головокружение или головная боль, боли в мышцах ног.

Сомнительная проба – у пациента на фоне нагрузки:

- развился болевой синдром, типичный для стенокардии или напоминающий ее, но без изменений ЭКГ;

- наблюдалось горизонтальное снижение сегмента ST на 0,5 мм или медленно восходящее повышение сегмента ST до 1 мм;
- обнаружены нарушения ритма и проводимости (частая или политопная экстрасистолия, развитие атриовентрикулярных или и внутрижелудочковых нарушений проводимости, появление пароксизмов наджелудочковой или желудочковой тахикардии);
- произошло снижение АД на 20 мм рт. ст. и более от исходного уровня на высоте нагрузки.

Положительная проба – у испытуемого появляются объективные признаки ишемии миокарда с одновременным приступом стенокардии или без него.

Незавершенная проба – испытуемый не достиг возрастной субмаксимальной ЧСС, при этом у него не возникло ни клинических, ни инструментальных критериев ишемии миокарда.

По характеру изменения ЧСС и АД после функциональных проб различают пять реакций сердечно-сосудистой системы со ступенчатым подъемом систолического давления.

1. Нормотонический тип – характеризуется пропорциональным увеличением ЧСС и систолического АД, диастолическое АД не изменяется или изменяется незначительно.
2. Гипотонический – характеризуется неадекватным учащением ЧСС и незначительным подъемом систолического АД, диастолическое АД не изменяется или изменяется незначительно.
3. Гипертонический – систолическое АД составляет более 150 % от исходного и/или диастолическое АД выше 90 мм рт. ст., значительно учащается ЧСС.
4. Дистонический – характеризуется повышением систолического АД и резким снижением диастолического АД, причем прослушивается нулевой тон, так называемый бесконечный. ЧСС значительно возрастает.

5. Ступенчатый – характеризуется подъемом систолического АД на 2–3-й минуте восстановительного периода выше, чем на 1-й минуте.

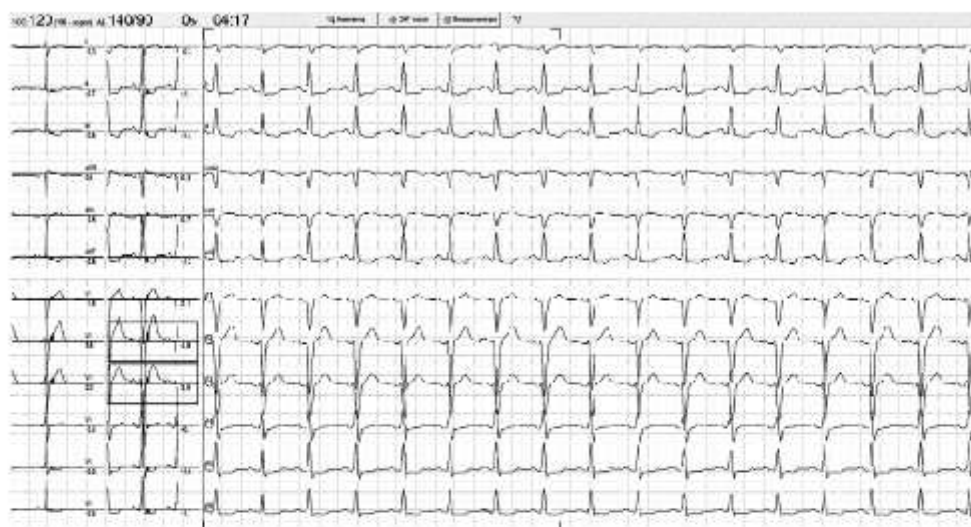


Рисунок 88. – Выявление депрессии ST во время ВЭМ

Метод парных велоэргометрий

Это вариант объективизации эффективности антиангинальных препаратов у больных ишемической болезнью сердца, который заключается в проведении 2 физических нагрузок на велоэргометре в один и тот же день – до и после приема разовых доз препарата, и специальном анализе данных путем использования идентичных критериев прекращения нагрузок.

Парные велоэргометрии проводят после подготовительного периода контрольных обследований, когда врач убеждается, что контрольные велоэргометрии хорошо воспроизводятся. Велоэргометрическая нагрузка осуществляется по ступенчатой непрерывной схеме продолжительностью 3-6 мин.

Тредмил-тест

Тредмил-тест с физической нагрузкой – нагрузочная проба на беговой дорожке с автоматически изменяемым углом

наклона под непрерывным контролем электрокардиограммы и артериального давления.

Данный тест позволяет также, как и ВЭМ, определить реакцию сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку, выявить взаимосвязь болей в груди и перебоев в работе сердца с нагрузкой. Проба более физиологична по сравнению с ВЭМ и позволяет равномерно распределить нагрузку на мышцы человека.

Принцип подготовки пациента, проведения исследования и оценки результатов аналогичен велоэргометрической пробе.

Протоколы нагрузочного теста различают по скорости движения дорожки, углу наклона тредмила, длительности ступеней и изменению параметров ходьбы. Исследуемому задается физическая нагрузка на беговой дорожке, которая постепенно увеличивается.

Существует ряд стандартных общепринятых протоколов для различной категории пациентов. Наиболее часто используемыми являются протокол R. Bruce и модифицированный протокол R. Bruce (Mod. Bruce). Для пациентов с предполагаемой хорошей переносимостью нагрузки используется протокол Bruce с быстрым темпом прироста дорожки и угла наклона. Этот протокол может использоваться у здоровых лиц и пациентов в возрасте до 75 лет при отсутствии значимой сопутствующей патологии. Если есть сомнения в возможности удачного завершения теста, включая одно из относительных противопоказаний к тестированию, лучше использовать модифицированный протокол Bruce. При использовании этого протокола нагрузка на первых ступенях нарастает более медленно. Протоколы J. Naughton и В. Balke используются для тестирования пациентов с очень низкой толерантностью к физической нагрузке и/или пациентов с недостаточностью кровообращения.

Общий объем выполненной физической нагрузки оценивается в метаболических единицах (МЕ). С помощью протокола определяется, во сколько раз переносимая пациентом максимальная нагрузка увеличивает базальный

уровень потребления кислорода. Условно базальный уровень потребления кислорода приравнивается к 3,5 мл/кг массы тела, т. е. 1 МЕ = 3,5 мл/(кг/мин) кислорода в минуту на 1 кг массы тела или 1,2 кал/мин. Число МЕ, характеризующих функциональную способность сердечно-сосудистой системы, находится в прямой зависимости от МПК (таблица 5).

Таблица 5. – Ориентировочное соотношение единиц определения толерантности к физической нагрузке

МЕ	Вт	Толерантность
До 3,9	30-50	Низкая
4-6,9	50-75	Средняя
Более 7	100-125	Высокая
Более 8	Более 125	Очень высокая

Результат пробы с физической нагрузкой позволяет достаточно точно определить прогноз заболевания и выявить пациентов с наибольшим риском осложнений. Наихудший прогноз имеют пациенты, у которых при невысокой степени нагрузки развивается приступ стенокардии, сопровождающийся глубокой депрессией сегмента ST и развивающийся при невысокой ЧСС.

Существует ряд индексов, отражающих прогностическую ценность результатов проб с физической нагрузкой. Наиболее приемлемым можно считать индекс нагрузки на тредмиле Дьюка (The Duke Treadmill Score – DTS), который вычисляется по формуле:

$$DTS = \text{продолжительность нагрузки (мин)} - (\text{смещение ST (мм)}) - (\text{выраженность стенокардии (баллы)})$$

Баллы:

0 – отсутствие стенокардии при нагрузке,

1 – стенокардия, не препятствующая продолжению нагрузки,

2 – стенокардия, ограничивающая продолжение нагрузки.

Считается, что значение $DTS \geq +5$ свидетельствует о невысоком риске, значения DTS от +4 до -10 – об умеренном риске, значения $DTS \leq -11$ – о высоком риске.

Спироэргометрия

Спироэргометрия – это метод исследования газообмена и легочной вентиляции при физической нагрузке путем определения минутного потребления кислорода.

Так как основной путь энергообеспечения деятельности организма аэробный, то наиболее интегральным показателем аэробной производительности организма является максимальное количество кислорода, которое он способен потреблять в течение одной минуты – МПК. ВОЗ рекомендует определение МПК как один из наиболее надежных методов оценки дееспособности здорового и больного человека.

Потребление кислорода при мышечной деятельности увеличивается пропорционально ее мощности, однако такая зависимость сохраняется до определенного уровня мощности работы. В тех случаях, когда исчерпываются резервы систем кислородообеспечения, потребление кислорода не будет увеличиваться при дальнейшем возрастании нагрузки. Это и будет уровень МПК для данного индивидуума.

В реабилитационной практике эргоспирометрия позволяет наиболее точно судить о динамике состояния пациентов при наблюдении за ними.

Показания к спироэргометрии:

- дифференциальная диагностика одышки;
- определение прогноза при острых и хронических формах ИБС;
- стратификация кардиологического риска перед некардиальными операциями;
- подбор режима тренировок;
- дополнительная оценка тяжести ХСН по классификации Weber;
- определение толерантности к физической нагрузке и разработка программ реабилитации у пациентов с мерцательной аритмией;
- диагностика шунтов справа налево у пациентов с легочной гипертензией;

- дифференциальная диагностика гипертрофии левого желудочка от гипертрофической кардиомиопатии, например, у спортсменов;
- определение дополнительных гемодинамических показаний к оперативному лечению пороков сердца с учетом толерантности к физической нагрузке. Так, пациенты с пороками клапанов с $VO_{\max} < 14$ мл/мин/кг нуждаются в протезировании клапанов;
- отбор пациентов для трансплантации сердца.

Общепринятым показанием для трансплантации сердца является $VO_{\max} < 10$ мл/мин/кг. Область 10-14 мл/мин/кг считается «серой» зоной, когда учитываются другие факторы.

Для проведения спироэргометрии необходима следующая аппаратура:

- газоанализатор, обеспечивающий автоматическую регистрацию потребления кислорода в покое и при нагрузке и выделения углекислоты;
- устройство для назначения дозированной нагрузки (велозергометр, ступеньки, тредмил);
- аппарат для записи ЭКГ.

В клинике спироэргометрический тест проводят при непрерывной ступенеобразно возрастающей нагрузке. Длительность каждой ступени нагрузки – 5 мин, начальный уровень нагрузки – 25 Вт с последующим увеличением нагрузки на каждой ступени на ту же величину.

Критерии прекращения пробы:

- достижение МПК (достижение плато на кривой потребления кислорода);
- появление симптомов, требующих прекращения пробы с нагрузкой. Если эти признаки появляются раньше достижения плато на кривой потребления кислорода, говорят о МПК, ограниченном появлением симптомов.

Тест оценивается по следующим показателям:

- достижение максимального уровня потребления кислорода (в л/мин или мл/мин/кг массы тела, для мужчин и женщин);

- максимальное достижение «кислородного пульса» при нагрузке.

Кислородный пульс – количество кислорода, доставленное тканям за одно сокращение сердца. У лиц в возрасте 18-19 лет оно составляет 17,1 мл/уд., 20-40 лет – 16,8 мл/уд., 41-50 лет – 15,6 мл/уд., 51-60 лет – 13 мл/уд., старше 60 лет – 11 мл/уд. У спортсменов максимальный кислородный пульс в среднем равен 21,6 мл/уд.

Достижение следующего количества МЕ: у здоровых нетренированных мужчин среднего возраста МЕ = 10 и более, у спортсменов – 15-16 и более, у пациентов с ИБС IV ФК – 2, III ФК – 2-3,9, II ФК – 4-6,9, I ФК – 7 и более.

Чем ниже число МЕ у пациентов с ИБС, тем хуже прогноз заболевания.

При эффективном использовании средств реабилитации увеличивается МПК, кислородный пульс и МЕ при нагрузке.

Фармакологические пробы

Фармакологические нагрузочные тесты представляют собой модификацию метода стандартной электрокардиографии, когда запись кардиограммы проводится на фоне введения лекарственных препаратов, влияющих на коронарное кровообращение и функциональное состояние миокарда. ЭКГ и давление регистрируют до введения препарата, на фоне введения препарата и после прекращения введения до момента возвращения конфигурации ЭКГ в исходное состояние.

Изменения ЭКГ оценивают по тем же критериям, что и при нагрузочных пробах с физическими нагрузками (велозергометрия и тредмил-тест). Исследование прекращается по достижению положительного результата или при отсутствии такового, но при введении определенной дозы препарата.

Функциональные пробы с применением фармакологических средств подразделяют на две группы: провокационные и разрешающие.

Провокационные фармакологические пробы по своей сути близки к пробам с физической, психоэмоциональной нагрузками, чрепироводной стимуляцией сердца. Нарушая функциональное равновесие сердечно-сосудистой системы, они провоцируют скрытую коронарную недостаточность или способствуют уточнению ее характера.

Разрешающие фармакологические пробы направлены на устранение существующего дисбаланса между регулирующими системами и пораженным органом. Вследствие этого под влиянием разрешающего фактора временно устраняются или улучшаются исследуемые функции системы. Такие пробы безопасны, хотя и уступают по своей диагностической ценности другим пробам. К разрешающим фармакологическим пробам в кардиологии относятся нитроглицериновая, атропиновая, фентоламиновая (реджетиновая) пробы, пробы с пропранололом, хлористым калием, фуросемидом, каптоприлом; в пульмонологии – пробы с бетамиметиками и холинолитиками короткого действия.

Для оценки сердечно-сосудистой системы могут использоваться различные провокационные тесты.

Проба с калием

Пациенту после легкого завтрака дают 5-6 г хлористого калия, растворенного в 100 мл воды. Контрольная ЭКГ исследуется через 30, 60, 90 минут. Под действием калия у пациентов с нарушением метаболизма миокарда отмечается улучшение обменных процессов и нормализация конечной части желудочкового комплекса. Проба бывает положительной при функциональных нарушениях в миокарде.

Нитроглицериновая проба. Пациенту дают 2-3 капли 1% раствора нитроглицерина под язык или 1 таблетку нитроглицерина. Контрольную ЭКГ снимают через 5 и 10 минут. Для предупреждения коллаптоидных реакций проба выполняется в горизонтальном положении пациента. При даче нитроглицерина у пациентов с ИБС наблюдается улучшение конечной части желудочкового комплекса. Положительная проба указывает на наличие ИБС.

Проба с пропранололом

Проба проводится утром натощак, пациенту дают 40-60 мг бета-блокатора пропранолола. Контрольную ЭКГ снимают через 30, 60, 90 минут после приема препарата.

Проба положительная при функциональных нарушениях со стороны сердца и связана с блокадой β_1 - и β_2 -адренорецепторов.

Проба с дипиридамолом

Дипиридамолом вводят внутривенно из расчета 0,75 мг на 1 кг веса тела. Расчетную дозу условно делят на 3 части. Первую треть дозы вводят за 3 минуты, вторую треть в течение 7 минут. Если появляются приступ стенокардии или изменения ЭКГ ишемического типа, дальнейшее введение препарата следует прекратить, если их нет, вводят третью часть дозы за 5 минут. При появлении приступа стенокардии под язык дают таблетку нитроглицерина и внутривенно вводят 5-10 мл 0,24% раствора эуфиллина (физиологический антагонист дипиридамола). Препарат является мощным вазодилататором, расширяет непораженные атеросклерозом коронарные артерии и не расширяет суженные атеросклерозом. В результате развивается феномен обкрадывания и проявляется приступом стенокардии или изменением ЭКГ ишемического типа.

Проба с добутамином

Добутамин обладает выраженным бета-адреностимулирующим действием. При введении препарата увеличивается ЧСС, повышается АД, значительно увеличивается работа сердца и потребность миокарда в кислороде. В условиях лимитированного коронарного кровоснабжения это приводит к возникновению преходящей ишемии миокарда. Добутамин вводят внутривенно в увеличивающихся дозах (5, 10, 15, 20, 30 мг на 1 кг массы тела в минуту) с интервалами в 3 минуты. Введение препарата осуществляют с помощью автоматического инфузомата. Критерии прекращения пробы и ее оценка: аналогичны таковым пробы с физической нагрузкой.

2.11. Изменения ЭКГ при некоторых заболеваниях и состояниях

ЭКГ ПРИ НЕКОТОРЫХ НЕКОРОНАРОГЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ, ПРИМЕНЕНИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ И ЭЛЕКТРОЛИТНЫХ НАРУШЕНИЯХ

ЭКГ при некоронарогенных заболеваниях

Изменения ЭКГ при перикардите

Основные изменения ЭКГ при перикардитах в динамике имеют общие признаки независимо от этиологии заболевания.

Критерии:

- отсутствие патологического зубца Q;
- конкордантное (направленное в сторону доминирующего зубца) смещение сегмента ST в большинстве отведений, в частности во всех стандартных отведениях;
- депрессия сегмента PR (в течение первой недели);
- инверсия зубца T в подострую стадию (2-4 неделя);
- низкий вольтаж комплекса QRS при значительном количестве жидкости в перикарде.

В отличие от ишемических изменений отмечается медленная динамика признаков.

Изменения ЭКГ при миокардите

При подозрении на миокардит регистрируемые на ЭКГ изменения имеют низкую чувствительность, при этом специфических изменений, характерных только для миокардита, не существует.

Самые частые изменения, регистрируемые на ЭКГ:

- синусовая тахикардия,
- снижение вольтажа комплекса QRS,
- отрицательный зубец T,
- изменения сегмента ST,
- атриовентрикулярные блокады любой степени,
- уширение комплекса $QRS > 0,12$ с, чаще всего с развитием блокады левой ножки пучка Гиса.

В ряде ситуаций регистрируется инфарктоподобная ЭКГ (подъем или депрессия сегмента ST и патологический зубец Q), что свидетельствует о плохом прогнозе. При этом изолированный подъем сегмента ST без формирования отрицательного зубца T ассоциируется с меньшей продолжительностью и выраженностью клинических проявлений миокардита.

На молниеносное течение миокардита с высоким риском развития кардиогенного шока могут указывать изменение продолжительности PQ интервала, уширение QRS комплекса, удлинение QT интервала, удлинение показателя PQ+QRS.

Изменения ЭКГ при тиреотоксикозе

При повышении активности гормонов щитовидной железы наиболее часто на ЭКГ регистрируются:

- синусовая тахикардия;
- фибрилляция предсердий;
- экстрасистолия;
- увеличение вольтажа зубцов Р и Т на ранних стадиях с последующим снижением амплитуды по мере прогрессирования заболевания;
- укорочение QT на ранней стадии, удлинение QT на поздней стадии;
- депрессия сегмента ST, снижение зубца Т, появление двухфазного или отрицательного зубца Т в большом числе отведений как проявление миокардиодистрофии;
- при длительном течении тиреотоксикоза появляются признаки гипертрофии ЛЖ.

Изменения ЭКГ при нарушении мозгового кровообращения

Острые нарушение мозгового кровообращения могут приводить к изменениям на ЭКГ, которые расцениваются как цереброкардиальный синдром.

Наиболее часто они проявляются в виде следующих признаков:

- удлинение интервала QT;
- депрессия сегмента ST;
- отрицательный зубец T;
- появление выраженного зубца U с амплитудой >1 мм;
- реже встречается патологический зубец Q.

Изменения чаще всего носят кратковременный преходящий характер.

ЭКГ при тромбоэмболии лёгочной артерии

Нет отдельно взятых изменений на ЭКГ, которые прямо указывают на наличие тромбоэмболии лёгочной артерии (ТЭЛА). Тем не менее, определённая совокупность изменений, обусловленная главным образом перегрузкой и/или ишемией правых отделов сердца, обладает определённой специфичностью.

Критерии:

- инверсия зубца T в отведениях V_1 – V_4 ;
- классический синдром S_I , Q_{III} , T_{III} ;
- QR-форма в отведении V_1 ;
- блокада правой ножки пучка Гиса.

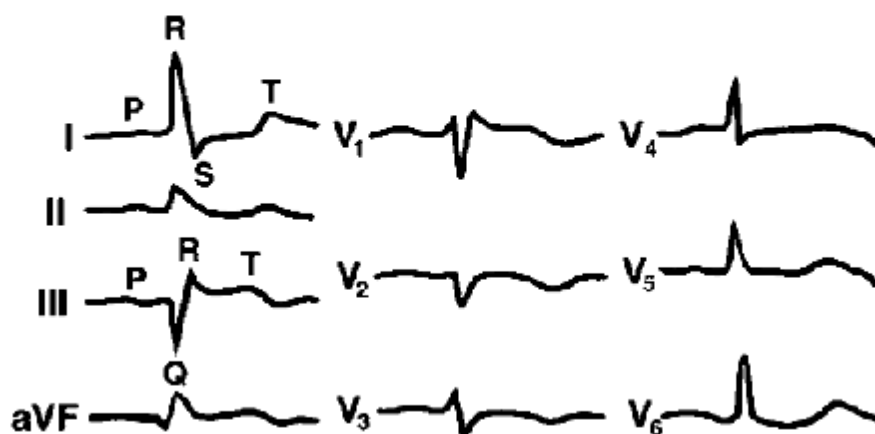


Рисунок 76. – ЭКГ при ТЭЛА

ЭКГ при гипотермии

Ответ организма на низкую температуру тела и ниже проявляется в угнетении спонтанной деполяризации пейсмейкерных клеток при умеренной гипотермии (ниже 35°C) и снижением активности Са-зависимой АТФ-азы и переизбытком Ca_{2+} в клетке при выраженной гипотермии (ниже 28°C). Как следствие на ЭКГ выявляются типичные изменения, связанные с угнетением автоматизма и увеличением длительности потенциала действия кардиомиоцитов.

Критерии:

- синусовая брадикардия или замещающий узловой ритм;
- удлинение интервала PR, ширины комплекса QRS, удлинение интервала QT;
- появление волны Осборна;
- фибрилляция предсердий или фибрилляция желудочков (при температуре тела 22°C и ниже) и асистолия (при температуре тела 18°C и ниже).

Зубцы/волны Осборна были впервые описаны в 1953 году Дж. Осборном. Волна Осборна (J-волна) – хорошо выраженный поздний положительный зубец, следующий за комплексом QRS, либо зазубренность на нисходящем колене зубца R, маленький добавочный зубец r (r'), сопровождающийся подъемом начальной части сегмента ST $\geq 0,1$ mV минимум в двух расположенных рядом отведениях в виде «купола», «горба верблюда». Амплитуда волны обратно пропорциональна температуре тела: чем ниже температура тела, тем отчётливее выражена волна Осборна.

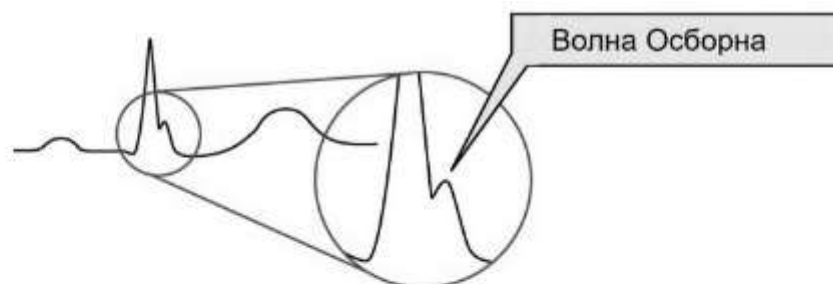


Рисунок 77. – Волна Осборна

При этом следует учитывать, что волна Осборна не является абсолютно патогномичным признаком гипотермии и может встречаться при гиперкальциемии, синдроме ранней реполяризации желудочков, субарахноидальных кровоизлияниях, перикардите.

ЭКГ при кардиомиопатиях

Изменения при кардиомиопатиях носят неспецифический характер и, как правило, отражают ишемические, дистрофические процессы в миокарде вследствие нарушений микроциркуляции, изменения конфигурации камер сердца, отклонение электрической оси и т.д. Тем не менее, совокупность изменений может быть присуща определенному типу кардиомиопатий.

Аритмогенная кардиомиопатия (АКМ) является генетическим заболеванием миокарда ПЖ и/или ЛЖ. На ЭКГ при АКМ выделяют критерии, специфичные для преимущественного вовлечения правого или левого желудочков, которые подразделяют на большие и малые.

Большие критерии:

- инверсии зубца Т в правых грудных отведениях (V_1 - V_3) у взрослых людей при отсутствии полной блокады правой ножки пучка Гиса

Малые критерии:

- инверсии зубца Т в правых грудных отведениях (V_1 - V_3) у взрослых людей в сочетании с полной блокадой правой ножки пучка Гиса.
- эпсилон-волна, представляющая собой воспроизводимый низкоамплитудный сигнал между окончанием комплекса QRS и началом зубца Т;
- удлинение времени активации выводного отдела правого желудочка $>0,055$ сек, представляющее собой интервал от пика зубца S до окончания QRS, включая R' в V_1 - V_3 при отсутствии полной блокады правой ножки пучка Гиса;

-
- низкий вольтаж QRS в стандартных отведениях (< 5 мм) при отсутствии ожирения, эмфиземы или перикардального выпота;
 - инверсии зубца Т изолированно в боковых отведениях при отсутствии полной блокады левой ножки пучка Гиса (для левожелудочкового типа АКМ);
 - желудочковая аритмия с конфигурацией полной блокады левой ножки пучка Гиса (для правожелудочкового типа АКМ) или правой ножки пучка Гиса (для левожелудочкового типа АКМ).

Гипертрофическая кардиомиопатия (ГКМП) – наследственная патология, обусловлена мутациями в генах саркомера.

Изменения на ЭКГ при ГКМП проявляются преимущественно в виде инверсии зубца Т или глубоких узких, «кинжальных» зубцов Q с положительным зубцом Т в нижних и боковых отведениях. «Гигантские» (>10 мм) симметричные зубцы Т, присутствующие обычно диффузно во всех грудных отведениях, указывают на выраженную гипертрофию верхушечных сегментов ЛЖ. У большинства пациентов с ГКМП на ЭКГ регистрируются вольтажные критерии гипертрофии ЛЖ.

Укороченный интервал PQ на фоне этих признаков может указывать на болезни накопления или митохондриальные заболевания, а замедление АВ-проведения – амилоидоз или саркоидоз.

Дилатационная кардиомиопатия (ДКМП) – синдром, характеризующийся систолической дисфункцией и дилатацией ЛЖ, которые не могут быть объяснены ишемической болезнью сердца или состояниями, приводящими к перегрузке ЛЖ.

Наиболее распространенным изменением на ЭКГ при ДКМП является полная блокада ЛНПГ, которая иногда предшествует структурным изменениям сердца. У значительной доли больных с ДКМП регистрируются инверсии зубца Т. Интервал QT, как правило, не изменяется.

В дополнение к этому низкий вольтаж зубца Р или синдром слабости синусового узла с «выключенным»

предсердием характерны для мышечной дистрофии Эмери-Дрейфуса, а синусовая брадикардия с эпизодами остановки синусового узла – для первичных ламинопатий. При болезни Чагаса часто регистрируется полная блокада ПНПГ с блокадой передней ветви ЛНПГ.

Изменения ЭКГ при каналопатиях

Каналопатии – заболевания, связанные с нарушением структуры и функции ионных каналов. Имеют преимущественно наследственный характер и являются первичными, реже носят вторичный характер, в результате воздействия аутоиммунных, метаболических, токсических процессов, а также под воздействием ряда лекарственных препаратов.

К каналопатиям в настоящее время принято относить:

- синдром удлиненного интервала QT (LQTS);
- синдром укороченного интервала QT (SQTS);
- синдром Бругада (BrS);
- катехоламинергическая полиморфная желудочковая тахикардия (КПЖТ);
- синдром ранней реполяризации желудочков (СРРЖ).

Синдром удлинённого интервала QT

Синдром удлинённого интервала QT (LQT) проявляется тремя генетическими подтипами (LQT1, LQT2 и LQT3), которые имеют характерные клинические особенности и характеризуются определенной морфологией ЭКГ.

Для LQT1 характерны:

- широкие волны Т на ЭКГ покоя;
- отсутствие паузы перед началом тахикардии;
- отсутствие укорочения интервала QT при физической нагрузке;
- высокая эффективность β -адреноблокаторов.

Развитие тахикардии при LQT1 провоцируется физическим и психическим стрессом, плаванием, нырянием.

LQT2 характеризуется:

- низкоамплитудными, зазубренными зубцами Т на ЭКГ покоя,
- наличием паузы перед началом тахикардии,
- нормальным укорочением интервала QT при

физической нагрузке,

- меньшей, по сравнению с LQT1, эффективностью β -адреноблокаторов.

Развитие тахикардии при LQT2 провоцируется физическим и психическим стрессом, внезапными громкими звуками.

LQT3 характеризуется:

- удлиненным изоэлектричным сегментом ST,
- узкими и высокими волнами T на ЭКГ покоя,
- чрезмерным укорочением интервала QT при физической нагрузке,
- эффективность β -адреноблокаторов не определена.

Тахикардия чаще возникает в покое, во время сна.

Синдром укороченного интервала QT

Синдром укороченного интервала QT характеризуется наследственно обусловленным укорочением интервала QT, сопровождающимся высокой частотой возникновения ФП в виде постоянной или пароксизмальной форм, частыми обмороками, развитием полиморфной желудочковой тахикардии либо ФЖ, и может становиться причиной внезапной смерти.

В дополнение к укорочению интервала QT может отмечаться на ЭКГ депрессия сегмента PR, высокие в виде пиков зубцы T без горизонтального уплощения сегмента ST, нарушения укорочения сегмента ST при увеличении ЧСС, парадоксальное укорочение интервала QT при брадикардии.

Синдром Бругада

Синдром Бругада – клинико-электрокардиографический синдром, характеризующийся синкопальными состояниями и эпизодами внезапной смерти у пациентов без органических изменений сердца, обусловленный генетически детерминированной аномальной электрофизиологической активностью эпикарда правого желудочка в области выносящего тракта.

Критерии:

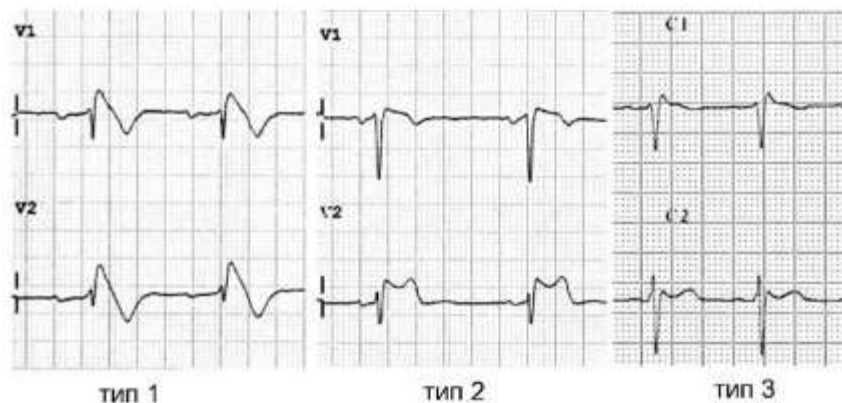
- полная или неполная блокада правой ножки пучка Гиса;
- подъем сегмента ST (точки J) более 2 мм в отведениях V_1 - V_3 в виде «седла» или «свода»;
- отрицательный или положительный зубец T в отведениях V_1 - V_3 ;
- периодическое удлинение интервала P-R(Q).

Выделяют следующие электрокардиографические типы синдрома Бругада:

Тип 1. Зубец T всегда отрицательный в отведениях V_1 - V_3 , подъем сегмента ST в виде свода.

Тип 2. Зубец T положительный или двухфазный в отведениях V_1 - V_3 , подъем сегмента ST в виде седла, подъем конечной части сегмента ST более 1 мм.

Тип 3. Зубец T положительный в отведениях V_1 - V_3 , подъем сегмента ST в виде седла, подъем конечной части сегмента ST менее 1 мм.



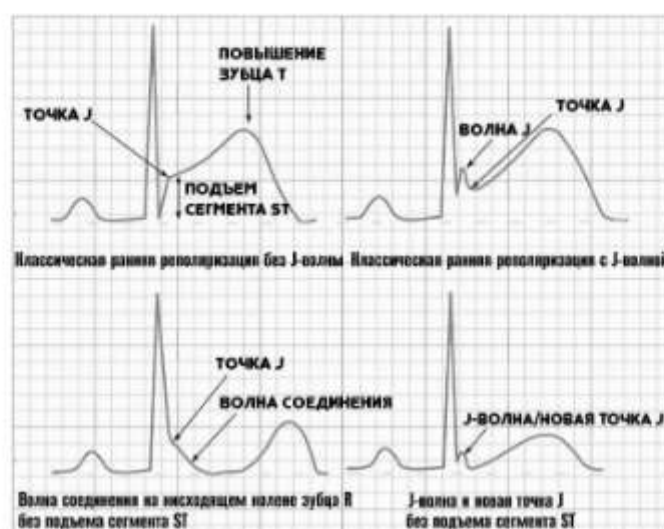
ЭКГ при синдроме ранней реполяризации желудочков

Синдром ранней реполяризации желудочков (СРРЖ), известный также как «J-волна», или «подъем точки J», представляет собой электрокардиографическую аномалию, характеризующуюся подъемом точки соединения комплекса QRS с сегментом ST (точка J) в двух смежных отведениях.

В основе СРРЖ лежат врожденные или приобретенные особенности электрофизиологических свойств сердца, которые обуславливают преждевременную реполяризацию субэпикардиальных участков миокарда. Клиническое значение СРРЖ до сих пор не вполне ясно. Может наблюдаться у практически здоровых лиц, спортсменов.

Критерии:

- подъем уровня точки $J \geq 1$ мм в двух и более смежных нижних и/или боковых отведениях стандартной ЭКГ;
- подъем уровня точки J по крайней мере в двух смежных отведениях, проявляющийся в виде «сглаживания» QRS при переходе к сегменту ST;
- расщепление терминального колена зубца S с выпуклостью, обращенной вверх, с подъёмом или без подъема сегмента ST с выпуклостью, обращенной книзу с положительным зубцом T.



Выделяют три типа ССРЖ.

Тип 1. Признаки СРРЖ выявляются только в отведениях V_5 - V_6 .

Тип 2. Признаки СРРЖ выявляются в отведениях III, aVF, V_5 - V_6 .

Тип 3. Признаки СРРЖ выявляются во всех отведениях ЭКГ.

Необходимо дифференцировать СРРЖ с ишемией миокарда, перикардитом, синдромом Бругада.

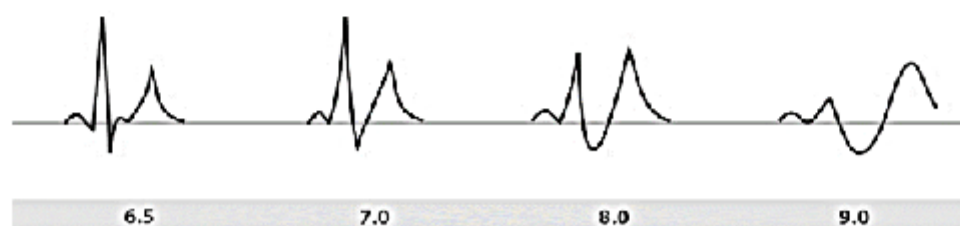
Изменения ЭКГ при электролитных нарушениях и действии лекарственных препаратов

Электрокардиограмма при гиперкалиемии

Гиперкалиемия наблюдается у пациентов с заболеваниями почек, осложненными почечной недостаточностью, а также при передозировке препаратов калия.

Критерии:

- высокие, узкие, заостренные положительные зубцы Т;
- укорочение электрической систолы желудочков – интервала Q-T;
- замедление атриовентрикулярной и внутрижелудочковой проводимости с расширением и деформацией QRS-T;
- склонность к синусовой брадикардии.



**Рисунок 80. – Динамика изменений ЭКГ при гиперкалиемии с
разным уровнем калия**

Электрокардиограмма при гипокалиемии

Гипокалиемией считают стойкое снижение сывороточной концентрации калия менее 3,5 ммоль/л. Причинами гипокалиемии могут являться недостаточное потребление калия с пищей, первичный гиперальдостеронизм, внепочечная потеря калия (рвота, диарея), прием лекарственных препаратов – диуретики (петлевые, тиазидные, ацетазоламид), длительный прием кортикостероидов.

Критерии:

- уменьшение амплитуды или инверсия зубца T;
- депрессия сегмента ST;
- появление или увеличение амплитуды зубца U;
- удлинение интервала QT;
- увеличение ЧСС;
- расширение комплекса QRS.

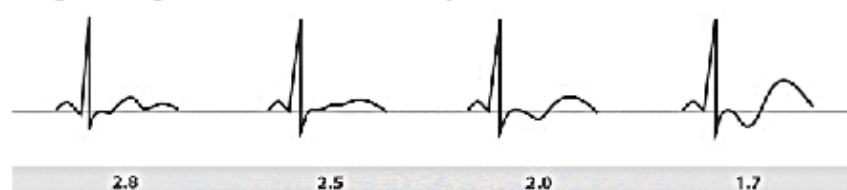


Рисунок 81. – Динамика изменений ЭКГ при гипокалиемии с разным уровнем калия

Электрокардиограмма при нарушениях обмена кальция (гипо- и гиперкальциемия)

Гипокальциемия – метаболическое состояние, характеризующиеся снижением общей концентрации кальция в сыворотке крови ниже нормы (как правило, менее 1,87 ммоль/л). Основные причины – первичный или вторичный гипопаратиреоз, дефицит витамина D, почечная недостаточность, обезвоживание.

Критерии:

- прогрессирующее удлинение интервала QT;
- удлинение сегмента ST;
- снижение амплитуды или инверсия зубца T;
- укорочение интервала PR(Q);

- экстрасистолия.

Гиперкальциемия – метаболическое состояние, характеризующееся повышением общей концентрации кальция в сыворотке крови выше нормы (как правило, более 3,5 ммоль/л). Основные причины – первичный гиперпаратиреоз, опухоли костной ткани (в том числе, метастазирование), гемобластозы, нарушение обмена или передозирование витамина D.

Критерии:

- укорочение интервала QT менее 0,35 сек.;
- укорочение сегмента ST, вплоть до полного исчезновения;
- двухфазный или отрицательный зубец T;
- удлинение интервала PR(Q);
- брадикардия.

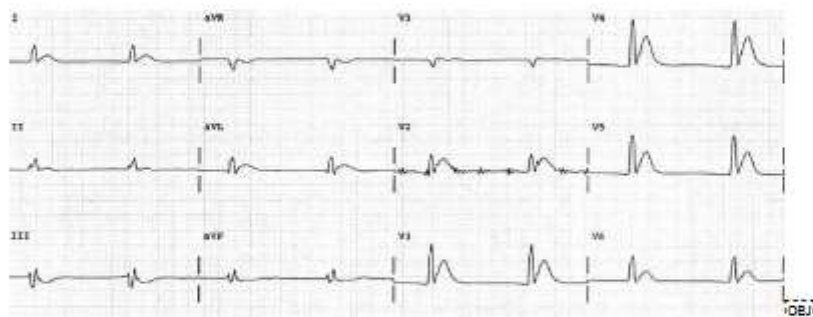


Рисунок 82. – Изменения ЭКГ при гиперкальциемии

Электрокардиограмма при нарушениях обмена магния (гипо- и гипермагниемия)

Гипомагниемия – метаболическое состояние, характеризующееся снижением общей концентрации магния в сыворотке крови ниже нормы (как правило, менее 0,6 ммоль/л). Основные причины – интенсивная диуретическая терапия, синдром мальабсорбции (при целиакии, болезни Крона и т. д.), недостаточное поступление магния с пищей (особенно в пожилом возрасте), избыточный прием кальция, злоупотребление алкоголем, ожоговая болезнь. Как правило, сочетается с гипокалиемией.

Критерии:

- удлинение интервала QT;
- уширение QRS;
- снижение амплитуды или инверсия зубца T;
- появление или увеличение амплитуды зубца U;
- желудочковая экстрасистолия, желудочковая тахикардия, включая torsades de pointes.

Гипермагниемия – метаболическое состояние, характеризующиеся повышением общей концентрации магния в сыворотке крови выше нормы (как правило, более 1,5 ммоль/л) и чаще всего встречается в сочетании с другими электролитными нарушениями (гиперкалиемия и гипокальциемия). Основные причины – почечная недостаточность, использование больших доз препаратов магния у пациентов с электролитными нарушениями.

Критерии:

- удлинение интервала QT;
- уширение комплекса QRS;
- брадикардия, вплоть до асистолии (при высокой степени нарушения).

Изменения ЭКГ под влиянием некоторых лекарственных средств

Многие лекарственные препараты, прямо или косвенно влияя на биохимические процессы, активность различных физиологических систем, способны вызвать изменения в сердечной мышце, которые в некоторых случаях проявятся на ЭКГ.

Так некоторые лекарственные препараты (например, пропофол, окситоцин, кокаин) могут оказывать влияние на ЭКГ в виде неспецифических невыраженных изменений ST-T.

Назначение ксантиновых дериватов (теофиллин) может вызвать различные аритмии (синусовая тахикардия, предсердная экстрасистолия, суправентрикулярная тахикардия,

ФП, унифокальная и мультифокальная предсердная тахикардия, желудочковые аритмии).

Прием некоторых лекарственных средств (хинидин, амиодарон, соталол, дизопирамид, трициклические антидепрессанты, макролиды, фторхинолоны, домперидон, гидроксихлорохин и т.д.) может оказывать существенное влияние на продолжительность интервала QT и развитие жизнеугрожающих аритмий (полиморфные ЖТ, фибрилляция желудочков).

Инактивация натриевых каналов препаратами класса 1 (например, хинидином, прокаинамидом, в некоторых случаях этацизином и пропафеноном) может приводить к удлинению комплекса QRS.

Многие лекарственные средства (диуретики, агонисты адренорецепторов, антагонисты кальция, глюкокортикостероиды, ксантины, антибактериальные лекарственные средства (тетрациклин, цефтриаксон, колистин, меропенем) и др.) способны вызвать лекарственно-индуцированную гипокалиемию с соответствующими ЭКГ изменениями.

Электрокардиограмма при передозировке сердечных гликозидов. При передозировке сердечных гликозидов наблюдается выход ионов калия из клетки, увеличение содержания внутриклеточного кальция и повышение тонуса блуждающего нерва. Это приводит к очень характерным для насыщения и интоксикации сердечными гликозидами изменениям конечной части желудочкового комплекса – сегмента ST и зубца T.

Критерии:

- корытообразное смещение сегмента S-T ниже изолинии, и двухфазный (—+) или отрицательный асимметричный зубец T;
- разные нарушения ритма сердца, чаще экстрасистолы, по типу желудочковой би-, три- или квадригеминии;
- синусовая брадикардия и замедление атриовентрикулярной проводимости (или атриовентрикулярная блокада более высокой степени).

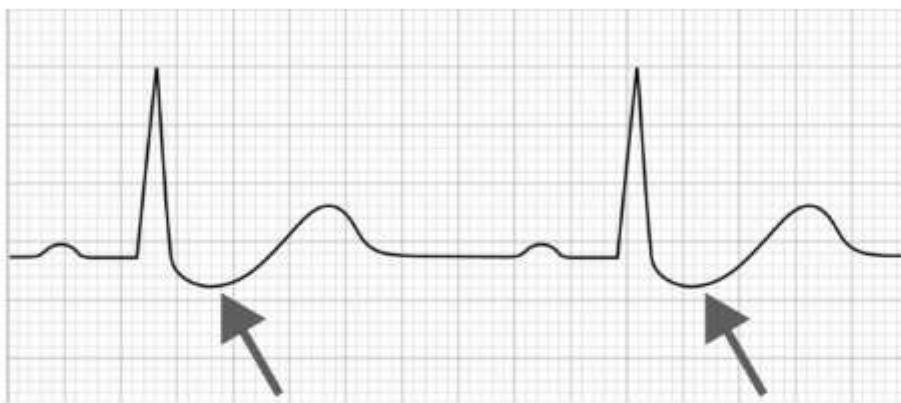


Рисунок 83. – ЭКГ при гликозидной интоксикации

В случаях выраженной передозировки могут наблюдаться предсердная тахикардия с атриовентрикулярной блокадой, пароксизмальная желудочковая тахикардия и даже фибрилляция желудочков.

2.12 Дистанционные методы исследования ЭКГ

Дистанционные методы исследования электрокардиограммы (ЭКГ) становятся все более популярными благодаря развитию технологий телемедицины. Они позволяют проводить диагностику сердечных заболеваний без необходимости личного присутствия пациента в медицинском учреждении. Вот основные дистанционные методы исследования ЭКГ:

1. Телемониторинг ЭКГ

Этот метод предполагает использование портативных устройств, которые записывают ЭКГ пациента и передают данные по беспроводной связи (например, через интернет или мобильные сети) врачу для анализа. Такие устройства могут быть носимыми (напр., браслеты, часы), прикрепляемыми к телу (пластыри) или встроенными в смартфоны/умные гаджеты.

Преимущества:

- Возможность длительного мониторинга ЭКГ вне медицинского учреждения.
- Удобство для пациентов, особенно тех, кто проживает далеко от медицинских центров.
- Быстрая передача данных для анализа врачом.

Примеры устройств:

- Холтеровский мониторинг с передачей данных онлайн.
- Умные часы с функцией записи ЭКГ (например, Apple Watch).
- Носимые пластыри для длительного мониторинга ЭКГ

2. Телемедицинские консультации

Пациент может передать результаты своей ЭКГ через специальные приложения или платформы телемедицины врачу, который находится удаленно. Врач анализирует запись и дает рекомендации.

Преимущества:

- Экономия времени и средств на поездки в клинику.
- Доступность консультаций специалистов высокого уровня независимо от географического расположения.

Примеры платформ:

- Приложения для смартфонов, такие как «Здоровье» от Apple или специализированные медицинские сервисы.
- Онлайн-консультации с врачами через видеосвязь.

3. Удаленный анализ ЭКГ с использованием искусственного интеллекта (ИИ)

Некоторые компании разрабатывают алгоритмы ИИ, способные автоматически анализировать ЭКГ и выявлять аномалии. Пациенты могут передавать свои данные таким системам, а затем получать отчет о результатах анализа.

Преимущества:

- Высокая точность анализа благодаря использованию машинного обучения.
- Быстрое получение результатов.
- Автоматизация процесса анализа больших объемов данных.

Примеры решений:

- Алгоритмы на основе нейронных сетей для анализа ЭКГ.
- Сервисы, предлагающие автоматический анализ ЭКГ с последующей проверкой врачом.

4. Интеграция с электронными медицинскими картами (ЭМК)

В некоторых странах внедряются электронные медицинские карты, куда врачи могут загружать результаты дистанционных исследований ЭКГ. Это позволяет централизовать информацию о пациенте и обеспечить доступ к данным разных специалистов.

Преимущества:

- Хранение всех медицинских данных в одном месте.
- Легкий доступ врачей к истории болезни пациента.
- Улучшение координации между различными специалистами.

Заключение

Дистанционные методы исследования ЭКГ значительно расширяют возможности диагностики и лечения сердечных заболеваний, делая медицинскую помощь более доступной и удобной для пациентов. Однако важно помнить, что эти технологии не заменяют полностью очный осмотр у врача, и в случае серьезных симптомов всегда следует обращаться за медицинской помощью лично.

