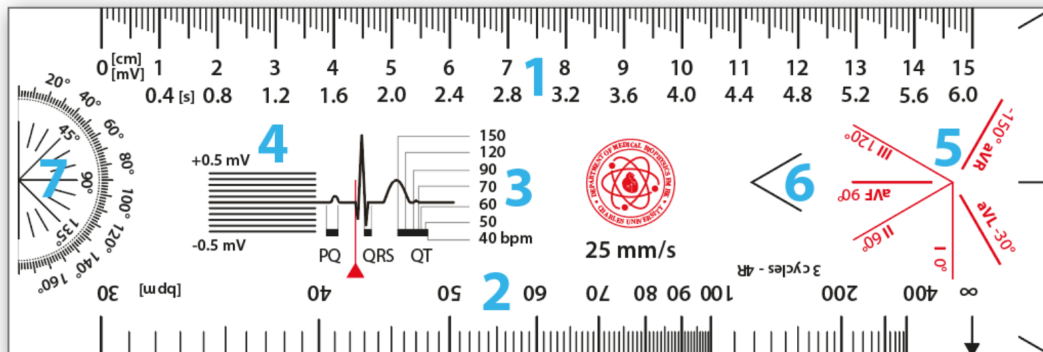


Линейка для работы с электрокардиограммой

Предназначена для «скорости записи» 25 мм/с

Линейка (6 x 18 см) содержит:

1. линейную метрическую шкалу, позволяющую измерять расстояния или амплитуды (mV) на электрокардиограмме при калибровке напряжения 10 мм/мВ;
2. гиперболическую шкалу для определения частоты сердечных сокращений;
3. схематическое изображение электрической активности сердечного цикла с границами нормальных значений комплекса QRS и интервалов PQ и QT;
4. амплитудную шкалу для определения подъёмов;
5. шаблон для построения электрической оси сердца (ЭОС);
6. углы проекций отведений от конечностей;
7. транспортир для измерения угла наклона ЭОС.



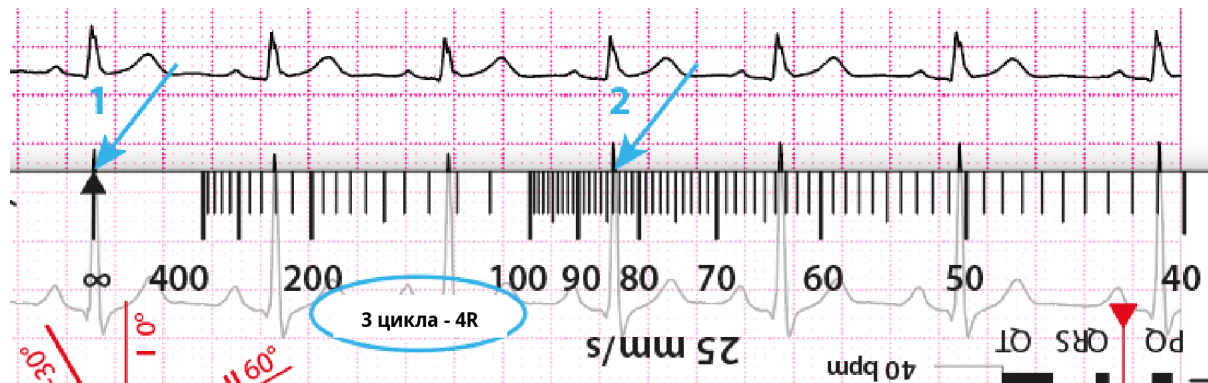
1. Измерение временного интервала

- Совместите начало линейной шкалы линейки с началом измеряемого интервала.
- Для выбранного события считайте длительность интервала в секундах по нижней шкале. Один миллиметр соответствует $40 \text{ мс} = 0,04 \text{ с}$. В приведённом примере интервал составляет $4,4 \text{ с}$.
- Эту шкалу также можно использовать для определения амплитуды; целые значения соответствуют милливольтам (при калибровке 10 мм/мВ).



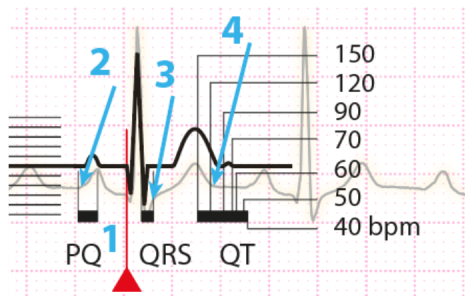
2. Определение частоты сердечных сокращений

- Совместите чёрную стрелку на линейке с центром зубца R (синяя стрелка 1) в любом отведении так, чтобы были видны следующие три сердечных цикла.
- Значение на линейке, соответствующее третьему последующему зубцу R (синяя стрелка 2), показывает среднюю ЧСС для трёх выбранных циклов. В примере линейка, приложенная к ЭКГ, показывает 84 уд/мин.



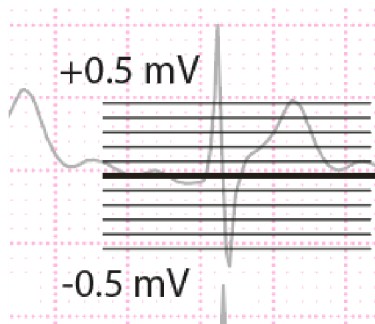
3. Сравнение с физиологическими нормами

- с)** Наложите линейку на электрокардиограмму (на рисунке ниже она выделена жёлтым) так, чтобы начало комплекса QRS совпало со схематическим зубцом Q, отмеченным красным треугольником (позиция 1).
- d)** На физиологической ЭКГ начало зубца Р (синяя стрелка 2) должно находиться внутри чёрного интервала PQ или точно на его конце; это соответствует норме интервала PQ 0,12-0,20 с.
- e)** Конец комплекса QRS (синяя стрелка 3) на физиологической ЭКГ должен находиться в пределах чёрного интервала QRS; это соответствует норме длительности комплекса QRS 0,06-0,11 с.
- f)** Конец зубца Т (синяя стрелка 4) должен находиться в чёрном интервале QT до вертикальной линии, соответствующей текущей ЧСС (в нашем случае 88 уд/мин). Значения показывают верхнюю границу интервала QT для мужчин (она строже - короче, чем для женщин). Нормы рассчитаны по формуле Ходжеса. Дополнительные значения приведены на обороте линейки и ниже.



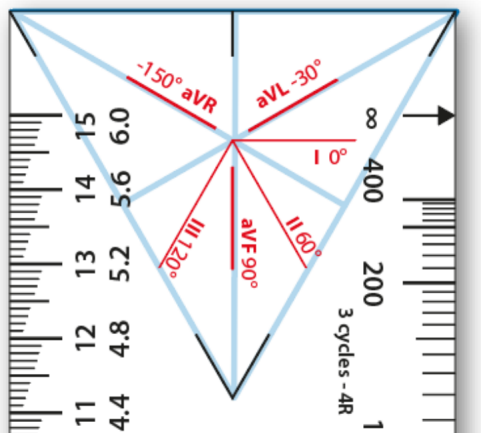
4. Амплитудная шкала для определения подъёмов

Для измерения подъёмов используется расширенная амплитудная шкала $\pm 0,5$ мВ, как показано на рисунке ниже.



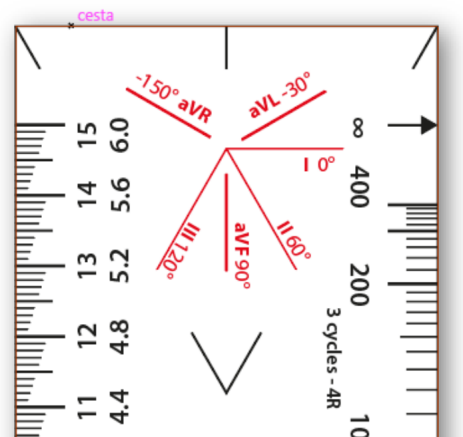
5. Построение равностороннего треугольника

Для построения электрической оси сердца (ЭОС) во фронтальной плоскости используется упрощённая геометрическая модель. Электрический центр сердца помещается в центр тяжести равностороннего треугольника. Короткая сторона линейки образует одну сторону треугольника; вместе с отмеченной вершиной её можно использовать для построения треугольника. Для упрощения построения центра тяжести на короткой стороне линейки отмечена середина. На рисунке ниже построенный синий треугольник наложен на линейку.



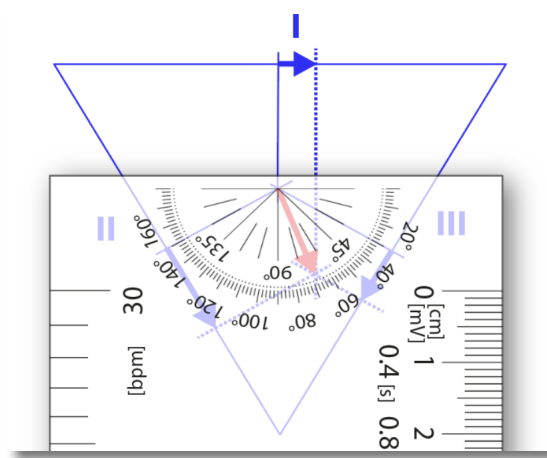
6. Углы проекций отведений от конечностей

Амплитуды и направления отдельных отведений от конечностей можно использовать для определения ЭОС. Из центра тяжести показанного равностороннего треугольника тонкими красными линиями (биполярные отведения) и толстыми красными линиями (усиленные отведения по Гольдбергеру) показаны углы проекций.



7. Направление электрической оси сердца

Направление ЭОС можно измерить транспортиром, расположенным на короткой стороне линейки. В примере ниже суммарные амплитуды комплекса QRS, считанные по биполярным отведениям от конечностей, вместе с упрощённой геометрической моделью определяют вектор ЭОС (красная стрелка), расположенный под углом 67° к горизонтали.



Оборотная сторона линейки

На обороте напечатана таблица 1 с нижними и верхними границами интервала QT. Значения получены с использованием линейной зависимости Ходжеса. При расчёте норм для отдельных значений ЧСС использовали модифицированную зависимость $QT = QT_{сн} - 1,75 \cdot (ЧСС - 60)$, где $QT_{сн}$ подставляли согласно нормам, приведённым в таблице 2. При выборе алгоритма и нормативов использовали рекомендации исследования, сравнивавшего поправки Базетта, Фридеричиа, Фрамингема и Ходжеса (Luo et al., 2004).

Для оценки соответствия измеренного интервала QT норме можно непосредственно сравнить измеренное по ЭКГ значение с пороговым значением для соответствующих пола и ЧСС в таблице 1.

Таблица 1

ЧСС [уд/мин]			30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
QT [мс]	Верхняя граница	мужчины	518	500	483	452	435	417	400	380	363	345	328	310	293	275	258
		женщины	523	505	488	459	442	424	407	382	365	347	330	312	295	277	260
	Нижняя граница	мужчины	422	404	387	369	352	334	317	299	282	264	247	229	212	194	177
		женщины	439	421	404	376	359	341	324	304	287	269	252	234	217	199	182

Таблица 2

ЧСС [уд/мин]			<60	60-99	>100
QTcH [мс]	Верхняя граница	мужчины	465	452	450
		женщины	470	459	542
	Нижняя граница	мужчины	369	369	369
		женщины	386	376	374