

Цой И. Р.¹, Колос И. П.²

¹ ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России», Москва, Россия

² ФГБУ «Федеральный медицинский центр Росимущества», Москва, Россия

ИНВЕРСИЯ ЗУБЦА Т В ГРУДНЫХ ОТВЕДЕНИЯХ: ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ДИАГНОЗ ПРИ СЕРДЕЧНЫХ И ВНЕСЕРДЕЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ

Инверсия зубца Т (ИЗТ) – распространенная находка на электрокардиограмме. Причины ИЗТ многочисленны, в ряде случаев ИЗТ может возникать при угрожающих жизни состояниях. Цель обзора литературы – представить современный анализ ИЗТ: (1) определение и распространенность, (2) причины возникновения и (3) дифференциальный диагноз при доброкачественной ИЗТ, обратимой ишемии миокарда передней стенки левого желудочка, кардиомиопатии такоцубо, субарахноидальном кровоизлиянии, тромбоэмболии легочной артерии, аритмогенной кардиомиопатии правого желудочка и «памяти сердца». В обзоре представлены практические электрокардиографические критерии, позволяющие вовремя заподозрить угрожающие жизни состояния для выбора своевременного метода лечения.

Ключевые слова	Инверсия зубца Т; дифференциальный диагноз; признаки Велленса; тромбоэмболия легочной артерии; кардиомиопатия такоцубо; аритмогенная кардиомиопатия правого желудочка; субарахноидальное кровоизлияние; «память сердца»
Для цитирования	Tsoy I. R., Kolos I. P. T-wave inversion in the precordial leads: cardiac and non-cardiac causes. <i>Kardiologiia</i> . 2020;60(5):136–145. [Russian: Цой И. Р., Колос И. П. Инверсия зубца Т в грудных отведениях: дифференциальный диагноз при сердечных и внесердечных заболеваниях. <i>Кардиология</i> . 2020;60(5):136–145]
Автор для переписки	Колос Игорь Петрович. E-mail: docsn173@yandex.ru

Определение и распространенность инверсии зубца Т

Инверсия зубца Т (ИЗТ) в грудных отведениях – регистрация отрицательных Т $\geq 0,1$ мВ в отведениях с V₁ по V₄; глубокие отрицательные зубцы Т – регистрация отрицательных зубцов Т в этих отведениях $\geq 0,2$ мВ [1].

В грудных отведениях ИЗТ встречается у 0,5% взрослых людей среднего возраста, распространенность ИЗТ несколько выше у женщин, чем у мужчин (0,9% против 0,1%) [2]. ИЗТ в передних грудных отведениях значительно чаще встречается у детей и подростков и в литературе получила название «ювенильные Т» [3].

Причины возникновения ИЗТ

В 1966 году D. Jacobson и V. Schrire впервые описали дифференциальный диагноз при ИЗТ, список заболеваний включал атриовентрикулярную (АВ) блокаду, ишемическую болезнь сердца, брадикардию, гипертрофию миокарда правого желудочка (ПЖ), преходящую блокаду левой ножки пучка Гиса, метаболические нарушения, изменения зубца Т во время коронарографии и патологию центральной нервной системы [4]. В последующем список заболеваний с ИЗТ существенно расширился и теперь включает в себя обратимую ишемию передней стенки левого желудочка (ЛЖ) или признаки Велленса [5], острую патологию центральной нервной системы (в частности, субарахноидальное кровоизлияние (САК)) [6],

кардиомиопатию такоцубо (КТ) [7], феохромоцитому [8, 9], отек легких [10], прием антиаритмических препаратов (например, флекаинида) [11], тромбоэмболию легочной артерии (ТЭЛА) [12], «память сердца» (ПС) [13], идиопатическую доброкачественную ИЗТ (ДИЗТ) [14], прием некоторых наркотических препаратов (например, кокаина) [15], врожденные коронарно-желудочковые фистулы [16]. Выделяют первичные и вторичные изменения зубца Т, преходящие и постоянные. В таблице 1 представлен перечень причин ИЗТ, описанных в литературе на момент написания обзора, которые были разделены на сердечные и внесердечные.

Цель данного обзора литературы – проанализировать известные на сегодняшний день отличительные черты ИЗТ в грудных отведениях при ДИЗТ, обратимой ишемии передней стенки ЛЖ, ТЭЛА, КТ, САК, аритмогенной кардиомиопатии правого желудочка (АКПЖ) и ПС.

При подготовке обзора применялся системный подход: мы проводили поиск оригинальных статей, клинических случаев в базе данных PubMed за период с 1966 по 2019 гг. по ключевым словам: «T-wave inversion», «Wellens' signs», «pulmonary embolism», «takotsubo cardiomyopathy», «arrhythmogenic cardiomyopathy», «subarachnoid hemorrhage», «cardiac memory». В обзор включались только те статьи, в которых ИЗТ была верифицирована. Дополнительно проводился поиск статей из найденных в базе данных PubMed рукописей.

Таблица 1. Классификация причин ИЗТ в грудных отведениях

Кардиологические причины	Внесердечные причины
АКПЖ/АКЛЖ	Алкоголизм
Аневризма ЛЖ	Ваготомия/ваготония
АВ блокада высоких градаций, выраженная брадикардия	Гастроэнтерит
Блокада ЛНПГ/ПНПГ	Гипервентиляция
Болезни накопления (например, амилоидоз)	Гипер-/гипопаратиреоз
Бругадоподобная ЭКГ (тип I)	Гипотермия
Гипертрофия миокарда ЛЖ/ПЖ	Гипотиреоз
ГКМП, апикальная гипертрофическая кардиомиопатия (синдром Ямагучи)	Двухсторонняя каротидная эндартерэктомия
Доброкачественная ИЗТ	Диабетический кетоацидоз
ИЗТ после введения контрастного вещества	Лекарственные препараты, наркотики: флекаинид, прокаи-намид, хинидин, литий, бифосфонаты (ибандроновая кислота), β -адреноблокаторы, теофиллин, эметин, кокаин
Инфаркт миокарда (подострая и хроническая стадии)	Нейрогенная стрессовая кардиомиопатия
Кардиомиопатия такоцубо	Общая анестезия
Контузия сердца	Острая окклюзия каротидной артерии
Коронарно-желудочковая фистула	Острые заболевания органов брюшной полости (прободная язва, острый панкреатит и холецистит)
Метастазы в сердце (В-клеточная лимфома)	Отек легких
Миокардит/перикардит	Сдавление цервикального симпатического нерва (гематома)
НКАЖ	Синдром Гийена-Барре
Острый коронарный синдром (признаки Велленса)	Спонтанная эмфизема средостения
«Память сердца» (синдром Чаттерджи)	ТЭЛА
Саркоидоз с поражением сердца	Феохромоцитома
Синдром удлиненного интервала QT	Хирургическое вмешательство на верхней челюсти
Ювенильные Т	Электролитные нарушения: гипокалиемия, гиперкальциемия, гипомagneзиемия
Электроимпульсная терапия WPW	Электросудорожная терапия
WPW	Эпилепсия

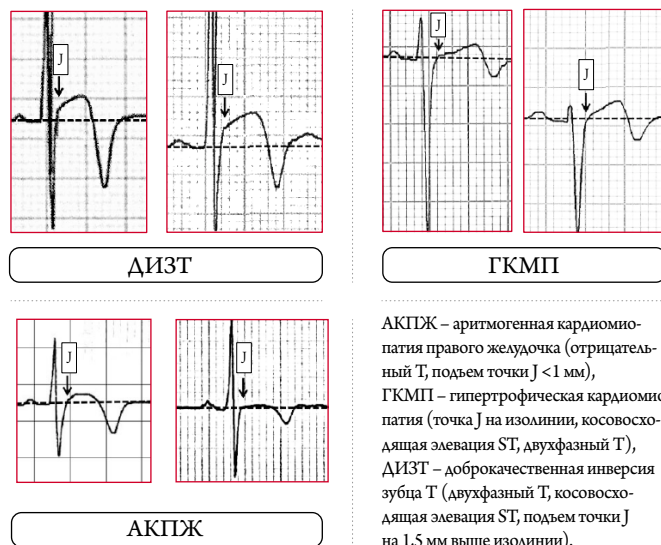
АКЛЖ – аритмогенная кардиомиопатия левого желудочка, АКПЖ – аритмогенная кардиомиопатия правого желудочка, ГКМП – гипертрофическая кардиомиопатия, ИЗТ – инверсия зубца Т, ЛЖ – левый желудочек, ЛНПГ – левая ножка пучка Гиса, НКАЖ – некомпактная кардиомиопатия левого желудочка, ПЖ – правый желудочек, ПНПГ – правая ножка пучка Гиса, ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии, WPW – синдром Вольфа–Паркинсона–Уайта.

Доброкачественная инверсия зубца Т

Доброкачественная инверсия зубца Т – это регистрация на электрокардиограмме (ЭКГ) отрицательных зубцов Т, чаще всего в нижних и переднебоковых отведениях у здоровых лиц. ДИЗТ чаще встречается у спортсменов и у женщин, распространенность этого ЭКГ феномена колеблется от 1,1 % до 6,5 % в зависимости от пола и спортивного анамнеза [1, 17]. ИЗТ в V_1 – V_2/V_3 также не редкость и у спортсменов с АКПЖ, реже при гипертрофической кардиомиопатии (ГКМП) [18]. ЭКГ проявления АКПЖ и ДИЗТ в ряде случаев похожи, поэтому проблема дифференциального диагноза представляется достаточно актуальной. А. Zaidi с соавт. обнаружили следующие ЭКГ критерии ДИЗТ, которые практически не встречались у пациентов с АКПЖ [19]: (1) двухфазный Т с начальной положительной фазой, переходящей в отрицательную, (2) косовосходящая элевация ST (точка J на 1,5–2 мм выше изолинии) с переходом в отрицательный Т и (3) ранняя реполяризация желудочков в нижних и боковых отведениях [20]. В 2016 г. С. Calore с соавт. сравнили ЭКГ 80 здоровых спортсменов с ДИЗТ, 95 пациентов с ГКМП (включая 26 спортсменов) и 58 пациентов с АКПЖ (включая 9 спортсменов). Авторы обнаружили, что при сочетании подъема точки J ≥ 1 мм с отрицательными Т в отведениях V_1 – V_4 кардиомиопатия (АКПЖ и ГКМП) у спортсменов с ИЗТ может быть исключена с чувствительностью и специфичностью 100 % и 55 % соответственно [21].

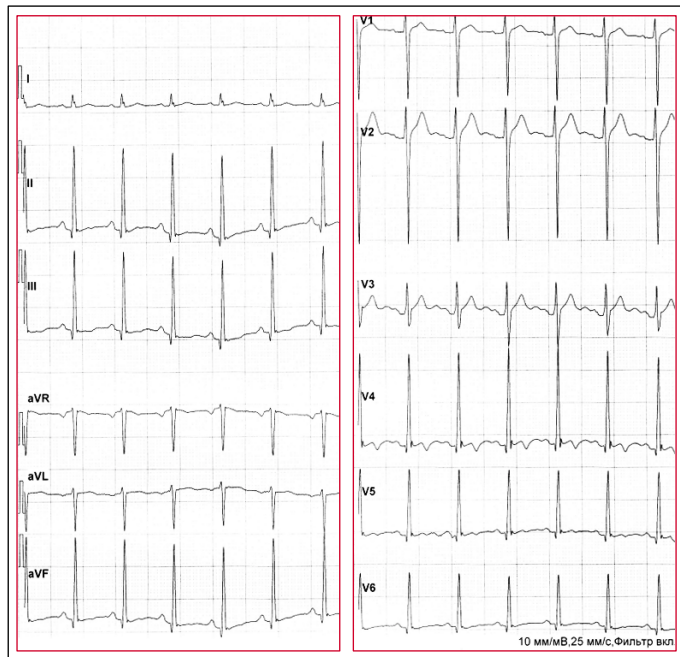
Как правило, ДИЗТ отмечается в нижних и переднебоковых отведениях (II, III, aVF и V_3 – V_6), при этом изменения ЭКГ стабильны с течением времени, что отличает ее от синдрома Велленса, продолжительность комплекса QRS и скорректированного интервала QT (QTc)

Рисунок 1. Инверсия зубца Т при ДИЗТ, АКПЖ и ГКМП



АКПЖ – аритмогенная кардиомиопатия правого желудочка (отрицательный Т, подъем точки J < 1 мм), ГКМП – гипертрофическая кардиомиопатия (точка J на изолинии, косовосходящая элевация ST, двухфазный Т), ДИЗТ – доброкачественная инверсия зубца Т (двухфазный Т, косовосходящая элевация ST, подъем точки J на 1,5 мм выше изолинии).

Рисунок 2. Ранняя реполяризация и ДИЗТ у 31-летнего асимптомного пациента без органической патологии сердца



ЭКГ из личного архива авторов.

при ДИЗТ в пределах нормы и меньше, чем при АКПЖ и ГКМП.

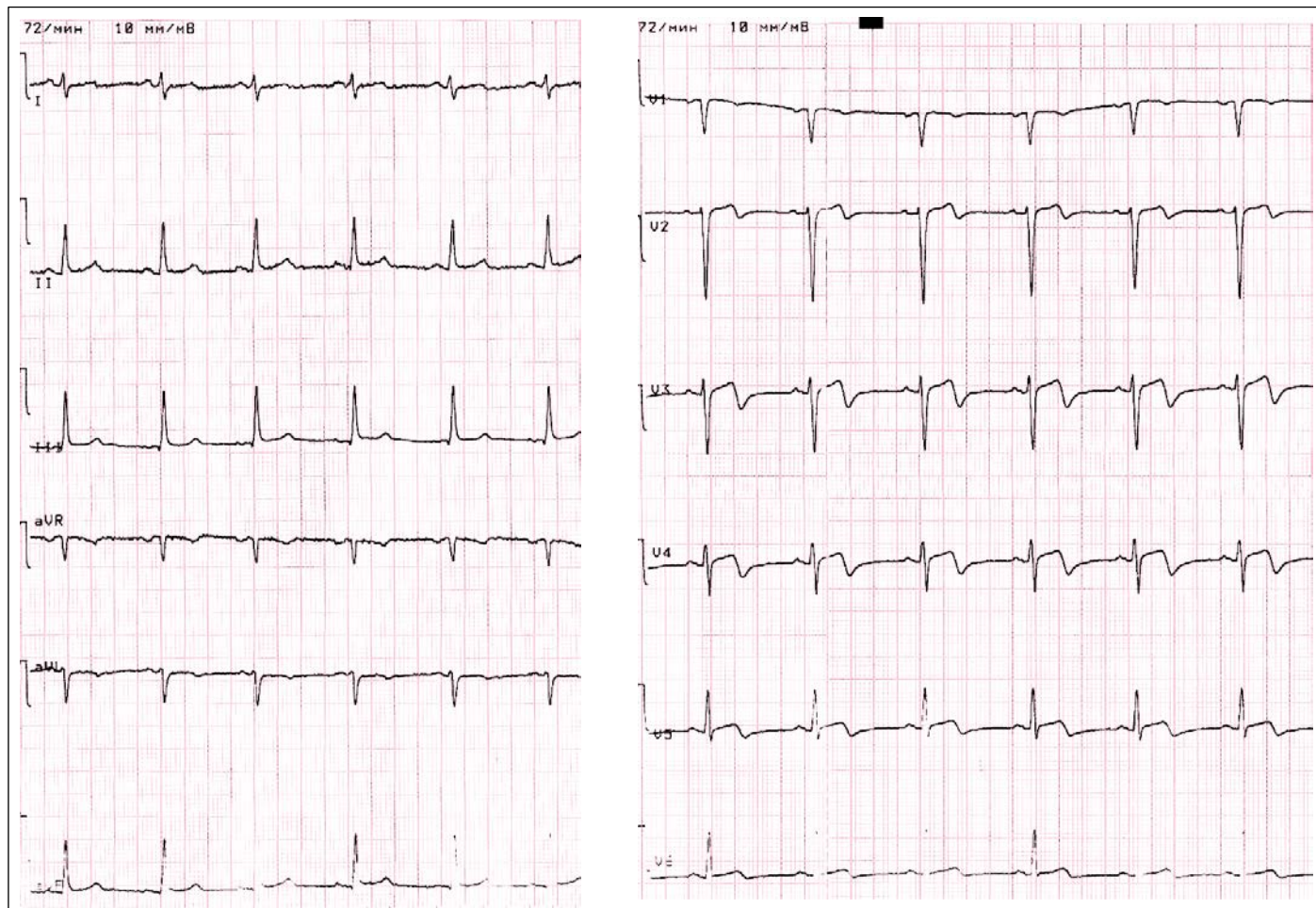
Примеры положения точки J и особенности ИЗТ при ДИЗТ, ГКМП и АКПЖ представлены на рисунке 1 (адаптировано из [21]).

Пример ЭКГ с ДИЗТ представлен на рисунке 2. На ЭКГ отмечается куполообразная элевация ST, переходящая в отрицательный T в V₄, зазубренность конечной части QRS в I, II, III, aVF, V₄-V₆. Обращают на себя внимание вольтажные критерии гипертрофии миокарда ЛЖ, максимальная амплитуда QRS в грудных отведениях более 3.3 мВ.

Обратимая ишемия передней стенки левого желудочка (ОИ ПСЛЖ или признаки Велленса)

Признаки или синдром Велленса – характерная ИЗТ в грудных отведениях, возникающая вследствие обратной тромботической окклюзии передней нисходящей артерии/ствола левой коронарной артерии [22] и сопровождающаяся высокой частотой развития инфаркта миокарда и смерти [23]. Признаки Велленса с высокой

Рисунок 3. ЭКГ пациента со стенозом проксимального сегмента передней нисходящей артерии вне болевого приступа (признаки Велленса, тип А)



Двухфазный зубец T с положительной начальной фазой и последующей отрицательной фазой в V₂, V₃. Отрицательный зубец T регистрируется в I, aVL и V₅, V₆. Отсутствие патологического зубца Q. Точка J на изолинии. ЭКГ из личного архива авторов.

Таблица 2. Отличительные особенности ИЗТ в грудных отведениях

	Особенности
ДИЗТ	(1) двухфазный Т с начальной положительной фазой, переходящей в отрицательную, (2) косовосходящая элевация ST (точка J на 1,5–2 мм выше изолинии) с переходом в отрицательный Т, (3) ранняя реполяризация желудочков в нижних и боковых отведениях, (4) ИЗТ с V_1 по V_4 , (5) изменения стабильны в течение длительного времени, (6) интервал QT и ширина QRS в норме
ОИ ПСЛЖ	(1) двухфазные (тип А) или глубокие симметричные отрицательные зубцы Т (тип В) в отведениях V_2 – V_3 (реже с V_1 по V_6); (2) сегмент ST на изолинии или его незначительная элевация (менее 1 мм); (3) отсутствие патологического зубца Q в грудных отведениях; (4) нормальное нарастание зубца R в грудных отведениях; (5) амплитуда зубца Т меняется со временем; (6) интервал QTc немного удлинен; (7) регистрируется отрицательный Т в aVL и отрицательный/изоэлектричный Т в I отведении
ТЭЛА	(1) отрицательный Т в III отведении, (2) отрицательный Т в III и в V_1 ; (3) признак McGinn-White или феномен SI/QIII/TIII, (4) отклонение ЭОС вправо или влево, (5) увеличение правого предсердия, (6) ротация сердца по часовой стрелке, (7) низкий вольтаж QRS, (8) положительный Т в aVL или в I отведении
КТ	(1) ИЗТ в отведениях I, aVL, V_5 – V_6 (реже с V_2 по V_6); (2) элевация ST в отведении aVR в сочетании с инверсией Т в любом другом отведении; (3) отсутствие депрессии ST в отведениях V_2 – V_3 ; (4) положительный Т в aVR; (5) положительный Т в V_1 ; (6) сочетание положительного Т в aVR с положительным Т в V_1 ; (7) удлинение интервала QT
НСК	ЭКГ-признаки идентичны изменениям при КТ. Для уточнения диагноза рекомендовано проведение нейровизуализации
АКПЖ	(1) ИЗТ в правых грудных отведениях (V_1 , V_2 и V_3) с возможным распространением на V_4 – V_6 у пациентов старше 14 лет (при отсутствии блокады правой ножки пучка Гиса с длительностью QRS ≥ 120 мс) (2) ИЗТ в V_1 и V_2 у пациентов старше 14 лет (при отсутствии блокады правой ножки пучка Гиса) или в V_4 – V_5 или V_6 ; (3) ИЗТ в V_1 , V_2 , V_3 и V_4 у пациентов старше 14 лет при наличии блокады правой ножки пучка Гиса; (4) эpsilon-волна в правых грудных отведениях (V_1 , V_2 и V_3); (5) наличие патологических зубцов Q; (6) максимальная амплитуда QRS в грудных отведениях $< 1,8$ мВ; (7) точка J в передних грудных отведениях на изолинии (подъем не более 1 мм)
ПС	(1) положительный Т в aVL и положительный/изоэлектричный Т в I отведении; (2) максимальная амплитуда отрицательного Т в грудных отведениях больше максимальной амплитуды Т в нижних отведениях; (3) QTc в пределах нормы

АКПЖ – аритмогенная кардиомиопатия правого желудочка; ДИЗТ – доброкачественная инверсия зубца Т; КТ – кардиомиопатия такоцубо; НСК – нейрогенная стрессовая кардиомиопатия; ОИ ПСЛЖ – обратимая ишемия передней стенки левого желудочка; ПС – «память сердца»; ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии.

точностью (чувствительность и специфичность около 92%) позволяют заподозрить тромбоз проксимального сегмента передней нисходящей артерии/ствола левой коронарной артерии [24]. Регистрация отрицательных Т вне ишемического приступа, нормальный или немного повышенный уровень кардиоспецифических ферментов, исчезновение и повторное появление ИЗТ («псевдонормализация» ЭКГ), большой список заболеваний для дифференциального диагноза значительно затрудняют диагностику и своевременную реваскуляризацию у этой категории пациентов, что приводит к осложнениям даже в современных условиях [25, 26].

При синдроме Велленса ИЗТ чаще всего отмечается в отведениях V_2 – V_3 , но может распространяться и на другие грудные отведения (с V_1 по V_6). Признаки Велленса делятся на тип А (двухфазный Т с начальной положительной фазой, регистрируется в 25% случаев) и тип В (глубокие симметричные отрицательные Т – в 75% случаев) (рис. 3, 4).

ЭКГ признаки ОИ ПСЛЖ представлены в таблице 2. Еще одной особенностью ИЗТ при ОИ ПСЛЖ является распространенность отрицательного зубца Т при ЭКГ-картировании. При 48-многоканальной ЭКГ у пациентов с ИЗТ М. Окада с соавт. показали, что при ДИЗТ регион отрицательных Т смещается вниз и вправо, тогда как при ОКС влево и вверх (чувстви-

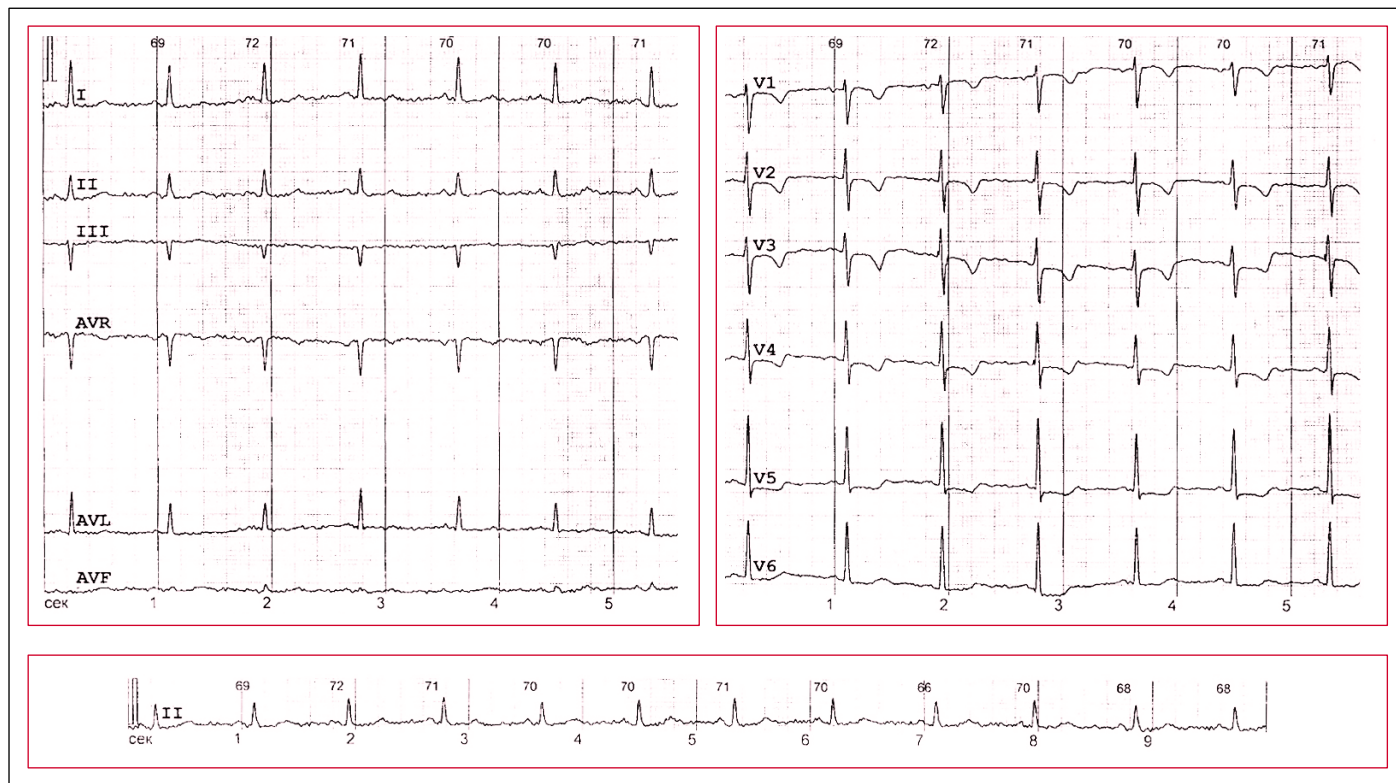
тельность и специфичность 88% и 93% соответственно) [27].

В отличие от ДИЗТ, при ОИ ПСЛЖ изменения зубца Т обычно носят динамический характер, отсутствуют признаки ранней реполяризации желудочков, немного удлиняется QTc, отрицательные зубцы Т симметричные. В отличие от КТ при ОИ ПСЛЖ регистрируется отрицательный Т в aVR и в V_1 . В отличие от ТЭЛА при ОИ ПСЛЖ практически не бывает отклонения электрической оси сердца (ЭОС) вправо, отсутствует феномен SI/QIII/TIII, редко регистрируется ротация ЭОС во фронтальной плоскости [28].

Тромбоэмболия легочной артерии

Известно, что ЭКГ критерии ТЭЛА обладают низкой точностью, часто изменения на ЭКГ у пациентов с ТЭЛА или совсем отсутствуют, или неспецифичны. Глубокий зубец S в I отведении, патологический Q и отрицательный Т в III (феномен SI/QIII/TIII или признак McGinn-White) встречаются примерно у 25% пациентов и обладают высокой специфичностью (100%), но низкой чувствительностью (25%) [29]. ИЗТ в грудных отведениях при ТЭЛА встречается у 10–40% пациентов [30] и коррелирует с тяжестью заболевания [30]. Механизм появления ИЗТ при массивной ТЭЛА до конца не ясен, существует предположение, что он связан с выбросом катехоламинов [31].

Рисунок 4. ЭКГ пациентки с 98% стенозом (субокклюзия) проксимального сегмента передней нисходящей артерии (признаки Велленса, тип В)



Глубокий отрицательный Т без предшествующей элевации ST в отведениях V₁–V₄ двухфазный Т в V₅, сглаженный – в aVL. Отсутствуют патологические Q. ЭКГ из личного архива авторов.

Актуальность своевременной диагностики ТЭЛА определяется схожестью электрокардиографических и клинических признаков легочной тромбоэмболии с ОИ ПСАЖ и КТ. В работе М. Kosuge с соавт. при сравнении ИЗТ в грудных отведениях у пациентов с ТЭЛА, ОКС и КТ показано, что сочетание отрицательного зубца Т в отведениях III и V₁ позволяет максимально аккуратно (95% предсказательная точность, 90% чувствительность и 97% специфичность) диагностировать легочную эмболию [28]. Хорошей точностью обладала также регистрация отрицательного Т в III отведении (91% предсказательная точность, 90% чувствительность и 92% специфичность) [32]. При сравнении ИЗТ в стандартных отведениях авторы не выявили ИЗТ в I и aVL ни у одного пациента с ТЭЛА, тогда как этот признак часто встречается у пациентов с ОКС. В отличие от ДИЗТ при ТЭЛА немного удлиняется QTc [33].

В недавно опубликованной работе I. Rencuzogullari с соавт. было показано, что увеличение интервала RS (от начала R до пика S) более 64 мс с высокой точностью позволяет диагностировать ТЭЛА [34].

Пример ЭКГ пациента с ИЗТ при ТЭЛА представлен на рисунке 5. Глубокие асимметричные отрицательные зубцы Т в грудных отведениях с V₁ по V₆. Отклонение ЭОС вправо, ротация сердца по часовой стрелке, неполная блокада правой ножки пучка Гиса (QRS 100 мс),

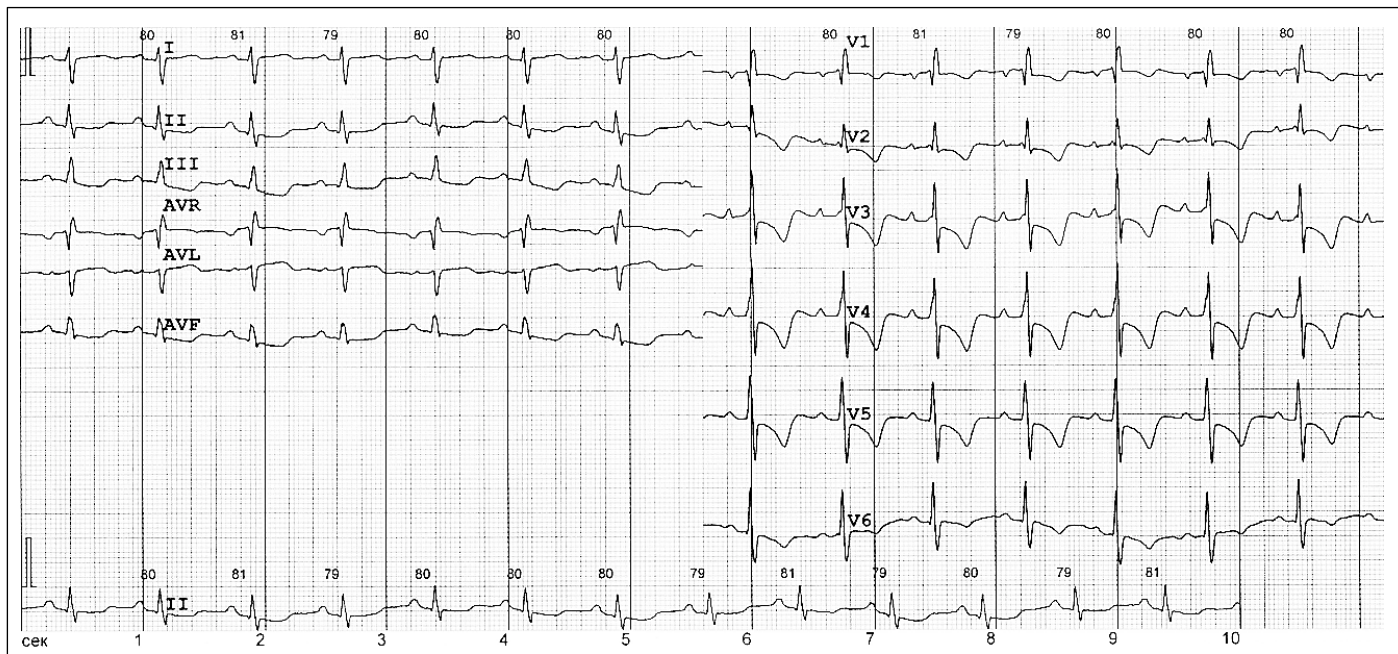
косонисходящая депрессия ST в II, III, aVF, V₁–V₃. ИЗТ в III отведении и положительный Т в отведениях I и aVL.

Кардиомиопатия такоцубо

Кардиомиопатия такоцубо, «синдром разбитого сердца» или «стрессовая кардиомиопатия» – шарообразное расширение верхушки ЛЖ, обусловленное транзиторным нарушением сократимости миокарда ЛЖ на фоне активации симпатoadренальной системы и выброса катехоламинов [35]. Частота КТ достигает 1–3% среди пациентов, поступающих в клинику с подозрением на ОКС без подъема сегмента ST (ОКСбпST) [36]. При этом внутрибольничная летальность у данной категории пациентов сравнима с таковой при ОКС [37].

В 2016 году А. Frangieh с соавт. при сравнении ЭКГ у пациентов с КТ и ОКСбпST отметили, что ИЗТ в отведениях I, aVL, V₅–V₆ имеет чувствительность 17% и специфичность 97% (положительная предсказательная способность 83% и отрицательная – 55%), элевация ST в отведении aVR в сочетании с инверсией Т в любом другом отведении – 8% и 100% соответственно (положительная предсказательная способность 100%, отрицательная – 53%) при диагностике КТ. Тогда как наличие депрессии ST в отведениях V₂–V₃ позволяет с хорошей точностью (чувствительность 11% и специфичность 99%, положительная и отрицательная предсказательная способность

Рисунок 5. ИЗТ при ТЭЛА у пациента 48 лет

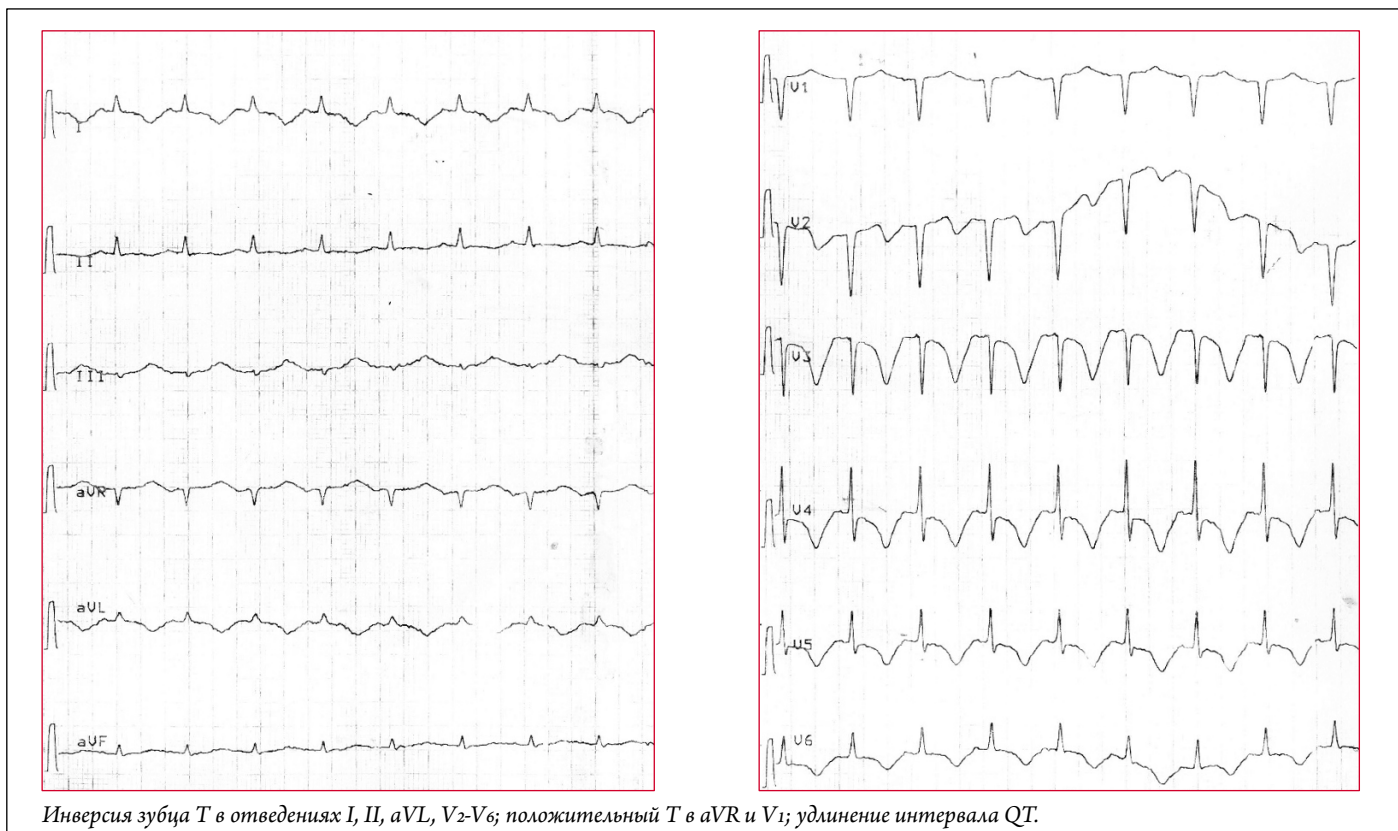


При эхокардиографии выявлен тромб в области бифуркации легочной артерии и подвижный тромб в полости правого желудочка. ЭКГ из личного архива авторов.

91% и 51% соответственно) поставить диагноз ОКСбпST [38]. В ряде работ отмечено более выраженное удлинение интервала QT у пациентов с КТ, связанное с увеличением заболеваемости и смертности [39]. При сравнении ОКС, ТЭЛА и КТ у пациентов с ИЗТ в грудных отведениях М. Kosuge и соавт. показали, что хорошей точностью в ди-

агностике КТ обладали регистрация положительного Т в aVR (чувствительность 100% и специфичность 93%, положительная и отрицательная предсказательная способность 53% и 100% соответственно), положительный Т в V₁ (чувствительность 95% и специфичность 73%, положительная и отрицательная предсказательная способность

Рисунок 6. ИЗТ в грудных отведениях у пациентки 53 лет с верифицированным диагнозом КТ



Инверсия зубца Т в отведениях I, II, aVL, V₂-V₆; положительный Т в aVR и V₁; удлинение интервала QT.

21% и 99,5% соответственно) и сочетание положительного Т в aVR с положительным Т в V₁ (чувствительность 95% и специфичность 97%, положительная и отрицательная предсказательная способность 74% и 99,6% соответственно) [28].

ЭКГ критерии, характерные для КТ у пациентов с ИЗТ в грудных отведениях, перечислены в таблице 2.

Типичный пример ЭКГ пациента с ИЗТ в грудных отведениях при КТ представлен на рисунке 6.

Нейрогенная стрессовая кардиомиопатия

Субарахноидальное кровоизлияние – кровоизлияние в пространство между паутинной и мягкой мозговыми оболочками, которое возникает спонтанно и в половине случаев заканчивается летальным исходом, около 10–15% пациентов погибают еще до поступления в стационар [40].

Феномен поражения сердца при САК известен с 60-х годов прошлого века и был описан как «нейрогенное оглушение миокарда», «нейромиокардиальное повреждение», а в 2006 г. был предложен термин «нейрогенная стрессовая кардиомиопатия» (НСК) [41], который наиболее аккуратно описывает патофизиологический механизм этого феномена. Механизм повреждения сердца у пациентов с НСК до конца не понятен, считается, что при САК выбрасывается большое количество катехоламинов, что приводит к гиперсократимости и повреждению кардиомиоцитов [42].

По данным А. N. Malik с соавт., у 27% пациентов с НСК отмечается повышение уровня тропонина более 0,1 нг/мл, у 13% регистрируется удлинение QT, у 16% пациентов – ИЗТ в грудных отведениях, у 18% – снижение фракции выброса менее 55% и у 15% – нарушение локальной сократимости миокарда ЛЖ [42]. Помимо ИЗТ в грудных отведениях, для НСК характерно увеличение интервала QT [43].

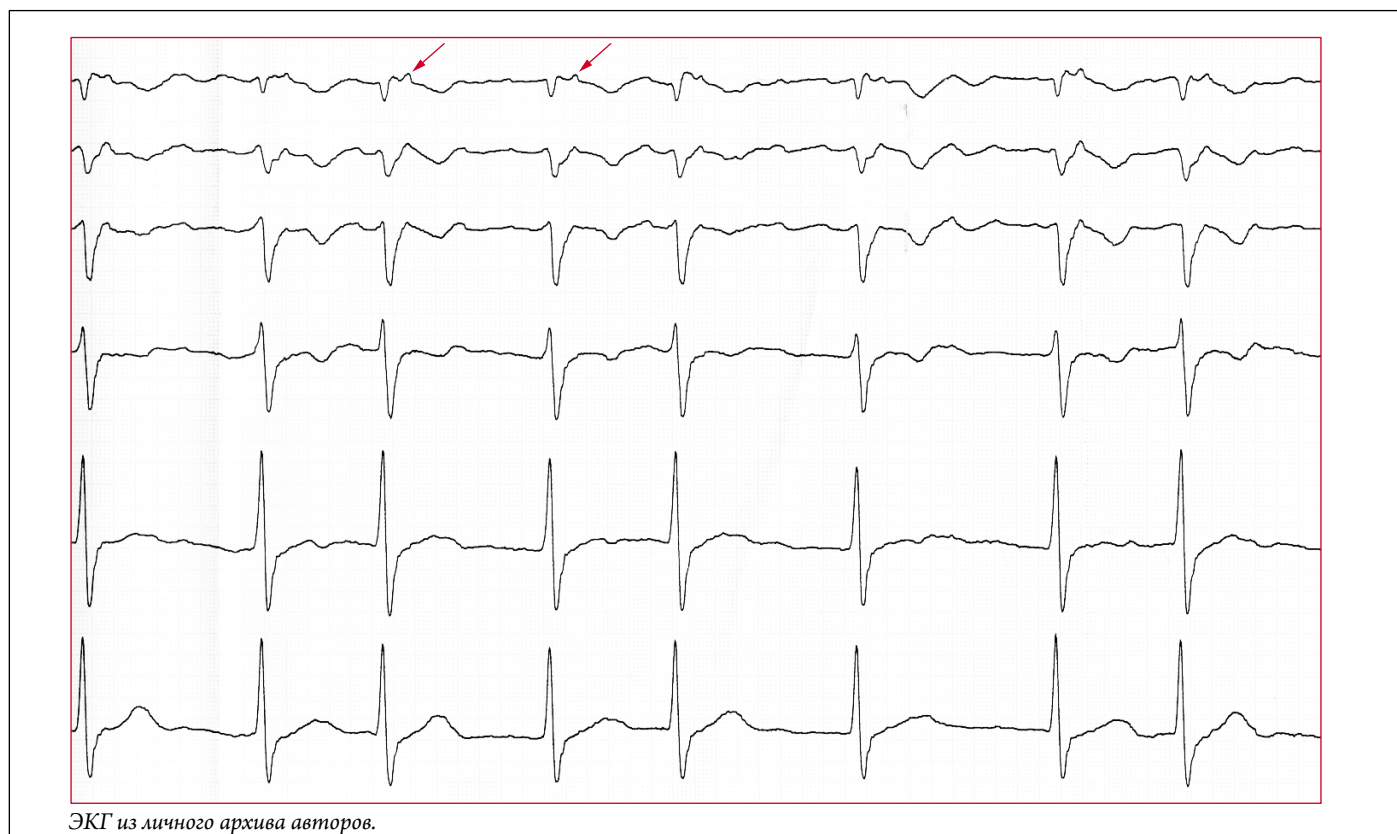
Схожесть патофизиологических и клинико-инструментальных признаков НСК и КТ существенно затрудняет постановку правильного диагноза. В работе Т. Kumaі с соавт. у пациентов с НСК и КТ не удалось найти статистически значимых различий между уровнем норадреналина, демографическими и физиологическими параметрами, показателями эхокардиографии, ЭКГ; не отличались группы и по 90-дневной смертности [44].

При поиске и анализе литературы нам не удалось найти ЭКГ признаки, позволяющие отличить НСК и КТ. При подозрении на КТ целесообразно проведение нейровизуализации для исключения САК.

Аритмогенная кардиомиопатия правого желудочка

Аритмогенная кардиомиопатия правого желудочка – это наследственное заболевание сердца с преимущественным поражением ПЖ, характерной патологической чертой которого является прогрессирующее замещение кардиомиоцитов фиброзно-жировой тканью. АКПЖ –

Рисунок 7. ЭКГ у пациента с верифицированной АКПЖ



одна из ведущих причин аритмогенной остановки сердца у пациентов молодого возраста и спортсменов [45].

В 2010 г. Рабочей группой были предложены следующие ЭКГ критерии АКПЖ [46]: (1) отрицательный Т в правых грудных отведениях (V_1 , V_2 и V_3) с возможным распространением на V_4 – V_6 у пациентов старше 14 лет (при отсутствии блокады правой ножки пучка Гиса с длительностью QRS ≥ 120 мс); (2) отрицательный Т в V_1 и V_2 у пациентов старше 14 лет (при отсутствии блокады правой ножки пучка Гиса) или в V_4 – V_5 или V_6 ; (3) отрицательный Т в V_1 , V_2 , V_3 и V_4 у пациентов старше 14 лет при наличии блокады правой ножки пучка Гиса; (4) эпсилон-волна в правых грудных отведениях (V_1 , V_2 и V_3).

Типичная ЭКГ пациента с АКПЖ представлена на рисунке 7 (грудные отведения с V_1 по V_6). Ритм – фибрилляция предсердий; отрицательные Т в отведениях V_1 – V_4 ; эпсилон-волна (черные стрелки); увеличение времени активации ПЖ более 55 мс.

Диагностика АКПЖ часто затруднена из-за низкой специфичности ЭКГ критериев, распространенности правожелудочковых аритмий, сложностей при оценке структуры и функции ПЖ, не всегда однозначных результатов генетического тестирования [47].

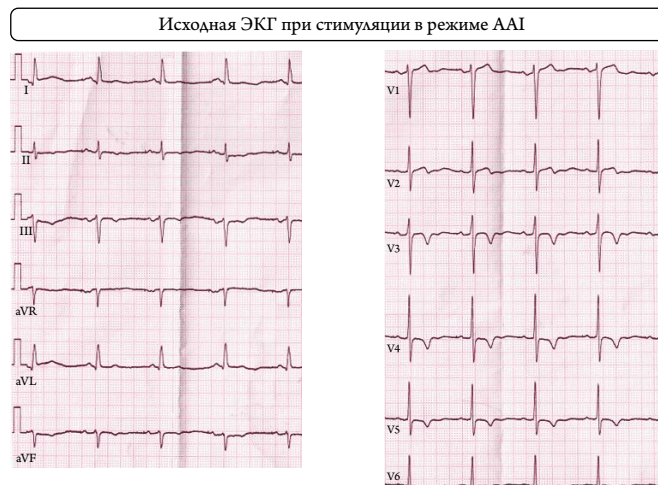
Наибольшие трудности в клинической практике вызывает дифференциальный диагноз ДИЗТ и АКПЖ. В 2015 г. А. Zaidi с соавт. при сравнительном анализе данных ЭКГ у спортсменов с ДИЗТ и пациентов с АКПЖ сделали вывод о том, что диагностические ЭКГ критерии АКПЖ, опубликованные в 2010 г., встречаются редко и не специфичны у спортсменов с ДИЗТ, при этом наличие патологического Q и максимальная амплитуда QRS в грудных отведениях < 1.8 мВ достаточно уверенно позволяют отличить АКПЖ от ДИЗТ [19].

«Память сердца» (или синдром Чаттерджи)

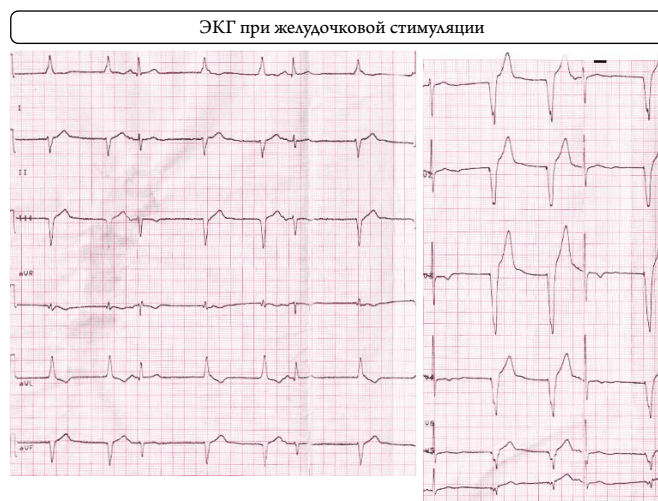
«Память сердца» – это доброкачественный, редко диагностируемый и клинически значимый ЭКГ феномен, возникающий после периода нарушения внутрижелудочковой проводимости, описан у пациентов с желудочковой экстрасистолей, преходящей блокадой левой ножки пучка Гиса, синдромом WPW, электрокардиостимуляцией (ЭКС), желудочковой тахикардией и при передозировке пропафеноном. После восстановления проводимости зубец Т «запоминает» и отражает направление расширенного комплекса QRS, поэтому ИЗТ наблюдается в отведениях с отрицательными широкими QRS.

В отличие от ОКС при ПС вектор зубца Т направлен от зоны ишемии, поэтому при поражении передней нисходящей артерии вектор отрицательных Т направлен вверх и вправо: отрицательные Т регистрируются в I и aVL. Отличительные признаки ПС, перечисленные

Рисунок 8. ЭКГ пациентки с имплантированным электрокардиостимулятором и ИЗТ в грудных отведениях



А: работа ЭКС в режиме ААI (артефакт предсердной стимуляции лучше всего виден во II отведении) – регистрируется инверсия зубца Т в II, III, aVF, V_3 – V_5 , двухфазные Т в V_2 и V_6 ; положительные Т в I и aVL. Амплитуда отрицательных Т в грудных отведениях больше, чем в нижних отведениях.



Б: правожелудочковая стимуляция в режиме VVI, отрицательные Т на синусовом ритме совпадают по направлению с вектором QRS при стимуляции желудочков. ЭКГ из личного архива авторов.

в таблице 2, с чувствительностью 92% и специфичностью 100% позволяют диагностировать ПС у пациентов с ЭКС [48]. Пример ЭКГ пациента с ПС представлен на рисунке 8.

В 2016 г. Т. Nakagawa с соавт. сравнили ИЗТ в грудных отведениях у пациентов ОКС и ПС при идиопатической левожелудочковой тахикардии (ИЛЖ) [49]. Хотя амплитуда, длительность и другие характеристики отрицательного зубца Т в грудных отведениях были очень похожи у пациентов с ПС и ОКС, авторам удалось выявить следующие особенности ЭКГ, которые позволяют диагностировать ПС у пациентов с ИЛЖ: (1) положительный Т в aVL; (2) отрицательный или изоэлектричный Т во II отведении; (3) отрицательный Т в V_4 – V_6 ; (4) QTc < 430 мс.

Сочетание всех четырех критериев у пациентов с ИЗТ позволяет поставить диагноз ПС после пароксизма ИЛЖ с чувствительностью и специфичностью 100% и 96% соответственно.

В настоящее время ПС – это диагноз, который ставится «методом исключения», но понимание характерных для этого феномена ЭКГ признаков может помочь врачу в ряде случаев избежать ненужных обследований.

Заключение

В представленном обзоре проанализированы отличительные особенности ЭКГ у пациентов с ИЗТ при различных сердечных и внесердечных заболеваниях. В реальной клинической практике дифференциальный ди-

агноз при ИЗТ представляет непростую задачу, знание особенностей ЭКГ при ИЗТ позволяет вовремя распознать угрожающие жизни состояния для выбора своевременных методов лечения. В таблице 2 суммированы отличительные особенности ИЗТ при сердечных и внесердечных заболеваниях.

Благодарности

Мы хотели бы поблагодарить Гилярову Е. М.

и Шмоткину А. О. за предоставленную на рис. 6 ЭКГ.

Конфликт интересов не заявлен.

Статья поступила 28.05.19

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Malhotra A, Dhutia H, Gati S, Yeo T-J, Dores H, Bastiaenen R et al. Anterior T-Wave Inversion in Young White Athletes and Nonathletes: Prevalence and Significance. *Journal of the American College of Cardiology*. 2017;69(1):1–9. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.10.044
2. Aro AL, Anttonen O, Tikkanen JT, Junttila MJ, Kerola T, Rissanen HA et al. Prevalence and Prognostic Significance of T-Wave Inversions in Right Precordial Leads of a 12-Lead Electrocardiogram in the Middle-Aged Subjects. *Circulation*. 2012;125(21):2572–7. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.098681
3. Pelliccia A, Culasso F, Di Paolo FM, Accettura D, Cantore R, Castagna W et al. Prevalence of abnormal electrocardiograms in a large, unselected population undergoing pre-participation cardiovascular screening. *European Heart Journal*. 2007;28(16):2006–10. DOI: 10.1093/eurheartj/ehm219
4. Jacobson D, Schrire V. Giant T wave inversion. *Heart*. 1966;28(6):768–75. DOI: 10.1136/hrt.28.6.768
5. Rhinehardt J, Brady WJ, Perron AD, Mattu A. Electrocardiographic manifestations of Wellens' syndrome. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2002;20(7):638–43. DOI: 10.1053/ajem.2002.34800
6. Byer E, Ashman R, Toth LA. Electrocardiograms with large, upright T waves and long Q-T intervals. *American Heart Journal*. 1947;33(6):796–806. DOI: 10.1016/0002-8703(47)90025-2
7. Tsuchihashi K, Ueshima K, Uchida T, Oh-mura N, Kimura K, Owa M et al. Transient left ventricular apical ballooning without coronary artery stenosis: a novel heart syndrome mimicking acute myocardial infarction. *Journal of the American College of Cardiology*. 2001;38(1):11–8. DOI: 10.1016/S0735-1097(01)01316-X
8. Cheng TO, Bashour TT. Striking Electrocardiographic Changes Associated with Pheochromocytoma. *Chest*. 1976;70(3):397–9. DOI: 10.1378/chest.70.3.397
9. Pelkonen R, Pitkanen E. Unusual Electrocardiographic Changes in Pheochromocytoma. *Acta Medica Scandinavica*. 2009;173(1):41–4. DOI: 10.1111/j.0954-6820.1963.tb16503.x
10. Littmann L. Large T wave inversion and QT prolongation associated with pulmonary edema: a report of nine cases. *Journal of the American College of Cardiology*. 1999;34(4):1106–10. DOI: 10.1016/S0735-1097(99)00311-3
11. Said SAM, Somer ST, Oude Luttikhuis HA. Flecainide-induced JT prolongation, T wave inversion and ventricular tachycardia during treatment for symptomatic atrial fibrillation. *International Journal of Cardiology*. 1994;44(3):285–7. DOI: 10.1016/0167-5273(94)90293-3
12. Pillarisetti J, Gupta K. Giant Inverted T waves in the emergency department: case report and review of differential diagnoses. *Journal of Electrocardiology*. 2010;43(1):40–2. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2009.08.048
13. Littmann L. Large T-Wave Inversion in a Patient with a Pacemaker. *Archives of Internal Medicine*. 2011;171(15):1314. DOI: 10.1001/archinternmed.2011.358
14. Corbella F, Dragonetti L, Rivas C, Eyheremendy E, Acunzo R. Giant negative T waves of indeterminate origin. *Revista Argentina Cardiologia*. 2009;77(2):131–4. [Av. at: https://pdfs.semanticscholar.org/d8d0/1e472be0b06212e94cdfbee9275556c60194.pdf?_ga=2.112624580.1986970897.1584445994-898496954.1576661036]
15. Dhawan SS. Pseudo-Wellens' syndrome after crack cocaine use. *Canadian Journal of Cardiology*. 2008;24(5):404. DOI: 10.1016/S0828-282X(08)70608-1
16. Said SA. Coronary-cameral fistulas in adults (first of two parts). *World Journal of Cardiology*. 2013;5(9):329–36. DOI: 10.4330/wjc.v5.i9.329
17. Papadakis M, Basavarajaiah S, Rawlins J, Edwards C, Makan J, Firoozi S et al. Prevalence and significance of T-wave inversions in predominantly Caucasian adolescent athletes. *European Heart Journal*. 2009;30(14):1728–35. DOI: 10.1093/eurheartj/ehp164
18. Papadakis M, Carre F, Kervio G, Rawlins J, Panoulas VF, Chandra N et al. The prevalence, distribution, and clinical outcomes of electrocardiographic repolarization patterns in male athletes of African/Afro-Caribbean origin. *European Heart Journal*. 2011;32(18):2304–13. DOI: 10.1093/eurheartj/ehp140
19. Zaidi A, Sheikh N, Jongman JK, Gati S, Panoulas VF, Carr-White G et al. Clinical Differentiation Between Physiological Remodeling and Arrhythmogenic Right Ventricular Cardiomyopathy in Athletes with Marked Electrocardiographic Repolarization Anomalies. *Journal of the American College of Cardiology*. 2015;65(25):2702–11. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.04.035
20. Macfarlane PW, Antzelevitch C, Haissaguerre M, Huikuri HV, Potse M, Rosso R et al. The Early Repolarization Pattern. *Journal of the American College of Cardiology*. 2015;66(4):470–7. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.05.033
21. Calore C, Zorzi A, Sheikh N, Nese A, Facci M, Malhotra A et al. Electrocardiographic anterior T-wave inversion in athletes of different ethnicities: differential diagnosis between athlete's heart and cardiomyopathy. *European Heart Journal*. 2016;37(32):2515–27. DOI: 10.1093/eurheartj/ehv591
22. Wehrens XHT, Doevendans PA, Oude Ophuis TJ, Wellens HJJ. A comparison of electrocardiographic changes during reperfusion of acute myocardial infarction by thrombolysis or percutaneous transluminal coronary angioplasty. *American Heart Journal*. 2000;139(3):430–6. DOI: 10.1016/S0002-8703(00)90086-3
23. De Zwaan C, Bär FWHM, Wellens HJJ. Characteristic electrocardiographic pattern indicating a critical stenosis high in left anterior descending coronary artery in patients admitted because of impending

- myocardial infarction. *American Heart Journal*. 1982;103(4):730–6. DOI: 10.1016/0002-8703(82)90480-X
24. Kojuri J, Vosoughi A, Khosropanah S, Aslani A. Electrocardiographic predictors of proximal left anterior descending coronary artery occlusion. *Open Medicine*. 2008;3(3):294–9. DOI: 10.2478/s11536-007-0060-0
25. Canpolat U, Kaya EB, Aytemir K, Oto A. Delayed therapy for Wellens' syndrome resulted in acute myocardial infarction. *Kardiologia Polska*. 2012;70(12):1316. PMID: 23264258
26. Hollar L, Hartness O, Doering T. Recognizing Wellens' syndrome, a warning sign of critical proximal LAD artery stenosis and impending anterior myocardial infarction. *Journal of Community Hospital Internal Medicine Perspectives*. 2015;5(5):29384. DOI: 10.3402/jchimp.v5.29384
27. Okada M, Yotsukura M, Shimada T, Ishikawa K. Clinical implications of isolated T wave inversion in adults: Electrocardiographic differentiation of the underlying cause of this phenomenon. *Journal of the American College of Cardiology*. 1994;24(3):739–45. DOI: 10.1016/0735-1097(94)90023-X
28. Kosuge M, Ebina T, Hibi K, Tsukahara K, Iwahashi N, Gohbara M et al. Differences in negative T waves among acute coronary syndrome, acute pulmonary embolism, and Takotsubo cardiomyopathy. *European Heart Journal: Acute Cardiovascular Care*. 2012;1(4):349–57. DOI: 10.1177/2048872612466790
29. Stein PD, Dalen JE, McIntyre KM, Sasahara AA, Wenger NK, Willis PW. The electrocardiogram in acute pulmonary embolism. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 1975;17(4):247–57. DOI: 10.1016/S0033-0620(75)80016-8
30. Daniel KR, Courtney DM, Kline JA. Assessment of Cardiac Stress from Massive Pulmonary Embolism With 12-Lead ECG. *Chest*. 2001;120(2):474–81. DOI: 10.1378/chest.120.2.474
31. Walder LA, Spodick DH. Global T wave inversion. *Journal of the American College of Cardiology*. 1991;17(7):1479–85. DOI: 10.1016/0735-1097(91)90635-M
32. Kosuge M, Ebina T, Hibi K, Tsukahara K, Iwahashi N, Umemura S et al. Differences in Negative T Waves Between Acute Pulmonary Embolism and Acute Coronary Syndrome. *Circulation Journal*. 2014;78(2):483–9. DOI: 10.1253/circj.CJ-13-1064
33. Punukollu G, Gowda RM, Khan IA, Wilbur SL, Vasavada BC, Satchi TJ. QT Interval Prolongation with Global T-Wave Inversion: A Novel ECG Finding in Acute Pulmonary Embolism. *Annals of Non-invasive Electrocardiology*. 2004;9(1):94–8. DOI: 10.1111/j.1542-474X.2004.91528.x
34. Rencuzogullari I, Çağdaş M, Karabağ Y, Karakoyun S, Çiftçi H, Gürsoy MO et al. A novel ECG parameter for diagnosis of acute pulmonary embolism: RS time. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2019;37(7):1230–6. DOI: 10.1016/j.ajem.2018.09.010
35. Bybee KA, Kara T, Prasad A, Lerman A, Barsness GW, Wright RS et al. Systematic Review: Transient Left Ventricular Apical Ballooning: A Syndrome That Mimics ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *Annals of Internal Medicine*. 2004;141(11):858. DOI: 10.7326/0003-4819-141-11-200412070-00010
36. Prasad A, Danges G, Srinivasan M, Yu J, Gersh BJ, Mehran R et al. Incidence and angiographic characteristics of patients With apical ballooning syndrome (takotsubo/stress cardiomyopathy) in the HORIZONS-AMI trial: An analysis from a multicenter, international study of ST-elevation myocardial infarction. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2014;83(3):343–8. DOI: 10.1002/ccd.23441
37. Redfors B, Vedad R, Ångers O, Råmunddal T, Petursson P, Haraldsson I et al. Mortality in takotsubo syndrome is similar to mortality in myocardial infarction — A report from the SWEDEHEART registry. *International Journal of Cardiology*. 2015;185:282–9. DOI: 10.1016/j.ijcard.2015.03.162
38. Frangieh AH, Obeid S, Ghadri J, Imori Y, D'Ascenzo F, Kovac M et al. ECG Criteria to Differentiate Between Takotsubo (Stress) Cardiomyopathy and Myocardial Infarction. *Journal of the American Heart Association*. 2016;5(6):e003418. DOI: 10.1161/JAHA.116.003418
39. Imran TF, Rahman I, Dikdan S, Shah R, Niazi OT, Thirunahari N et al. QT Prolongation and Clinical Outcomes in Patients with Takotsubo Cardiomyopathy. *Pacing and Clinical Electrophysiology*. 2016;39(6):607–11. DOI: 10.1111/pace.12864
40. Van Gijn J, Kerr RS, Rinkel GJ. Subarachnoid haemorrhage. *The Lancet*. 2007;369(9558):306–18. DOI: 10.1016/S0140-6736(07)60153-6
41. Lee VH, Oh JK, Mulvagh SL, Wijicks EFM. Mechanisms in Neurogenic Stress Cardiomyopathy After Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Neurocritical Care*. 2006;5(3):243–9. DOI: 10.1385/NCC:5:3:243
42. Malik AN, Gross BA, Rosalind Lai PM, Moses ZB, Du R. Neurogenic Stress Cardiomyopathy After Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *World Neurosurgery*. 2015;83(6):880–5. DOI: 10.1016/j.wneu.2015.01.013
43. Khechinashvili G, Asplund K. Electrocardiographic Changes in Patients with Acute Stroke: A Systematic Review. *Cerebrovascular Diseases*. 2002;14(2):67–76. DOI: 10.1159/000064733
44. Kumai T, Inamasu J, Watanabe E, Sugimoto K, Hirose Y. Differences between Takotsubo cardiomyopathy and reverse Takotsubo cardiomyopathy associated with subarachnoid hemorrhage. *IJC Heart & Vascular*. 2016;11:99–103. DOI: 10.1016/j.ijcha.2016.05.010
45. Thiene G, Nava A, Corrado D, Rossi L, Pennelli N. Right Ventricular Cardiomyopathy and Sudden Death in Young People. *New England Journal of Medicine*. 1988;318(3):129–33. DOI: 10.1056/NEJM198801213180301
46. Marcus FI, McKenna WJ, Sherrill D, Basso C, Bauce B, Bluemke DA et al. Diagnosis of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia: Proposed Modification of the Task Force Criteria. *European Heart Journal*. 2010;31(7):806–14. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq025
47. Corrado D, Link MS, Calkins H. Arrhythmogenic Right Ventricular Cardiomyopathy. *New England Journal of Medicine*. 2017;376(1):61–72. DOI: 10.1056/NEJMra1509267
48. Shvilkin A, Ho KKL, Rosen MR, Josephson ME. T-Vector Direction Differentiates Postpacing From Ischemic T-Wave Inversion in Pre-cordial Leads. *Circulation*. 2005;111(8):969–74. DOI: 10.1161/01.CIR.0000156463.51021.07
49. Nakagawa T, Yagi T, Ishida A, Mibiki Y, Yamashina Y, Sato H et al. Differences between cardiac memory T wave changes after idiopathic left ventricular tachycardia and ischemic T wave inversion induced by acute coronary syndrome. *Journal of Electrocardiology*. 2016;49(4):596–602. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2016.04.001