

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD201870>

Создание набора данных с диспозицией и транспозицией наложения электрокардиографических электродов при записи электрокардиограммы в 12 отведениях

Т.М. Газашвили¹, Д.В. Дроздов², Д.В. Шутов³, А.С. Шкода¹¹ Городская клиническая больница № 67 имени Л.А. Ворохобова, Москва, Российская Федерация² Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии имени академика Е.И. Чазова, Москва, Российская Федерация³ Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Электрокардиография — одна из наиболее простых, широко распространённых, недорогих и информативных методик в функциональной диагностике, однако её диагностическая ценность резко снижается при неправильном проведении. Предпринимались попытки систематизировать ошибки и отклонения при наложении электродов, но все они касались наиболее частых вариантов (перестановка электродов красного и жёлтого, жёлтого и зелёного, грудных — выше или ниже стандартной схемы).

Цель — создать набор данных электрокардиограмм с разными вариантами транспозиций и диспозиций электродов при регистрации электрокардиограммы для обучения и тестирования систем машинного обучения.

Материалы и методы. В исследование включены пациенты в возрасте от 18 до 75 лет, 27 мужчин и 22 женщины. Все пациенты давали добровольное информированное согласие на проведение регистрации электрокардиограммы. Кардиограмму регистрировали на приборе «Модульная система для регистрации и дистанционной передачи электрокардиограммы «EASY ECG»». Каждому пациенту во время одного визита последовательно регистрировали электрокардиограммы с корректным наложением электродов и различными вариантами дис- и транспозиций.

Результаты. Всего зарегистрировано 488 электрокардиограмм у 49 пациентов. Полученные результаты свидетельствуют о значительной вариативности картины электрокардиограммы. При визуальном анализе зарегистрированных электрокардиограмм определение транспозиции, связанной с перестановкой отведений на руках и в грудных электродах C1–C2, не вызывало затруднений. Реже надёжно определялась установка грудных электродов в контакте друг с другом, диспозиции с переносом грудных отведений выше или ниже на 2 межреберья по сравнению со схемой Wilson. Транспозиции жёлтого и зелёного конечностных электродов, изменение положения грудных электродов, когда их «выстраивают» по прямой линии, «задирают» по межреберью, путают местами C5–C6, затруднительно определять даже при сопоставлении рядом двух кардиограмм — с правильным и транспозиционным наложением электродов. Вероятно, это зависит как от исходных изменений на электрокардиограмме, так и от типа телосложения, размеров молочной железы или наличия имплантата.

Заключение. Получен набор данных электрокардиограмм с различными вариантами дислокаций электродов. Набор данных состоит из серий электрокардиограмм, зарегистрированных у каждого пациента с различными вариантами наложения электродов (в наборе представлены не только нормальные электрокардиограммы, но и различные варианты электрокардиографических отклонений).

Ключевые слова: электрокардиограмма; ЭКГ; дефекты регистрации электрокардиограммы; искусственный интеллект; алгоритмы; функциональная диагностика.

Как цитировать

Газашвили Т.М., Дроздов Д.В., Шутов Д.В., Шкода А.С. Создание набора данных с диспозицией и транспозицией наложения электрокардиографических электродов при записи электрокардиограммы в 12 отведениях // *Digital Diagnostics*. 2023. Т. 4, № 2. С. 133–141. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD201870>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD201870>

Creation of a training and test dataset with the disposition and transposition of overlaying electrocardiographic electrodes when recording electrocardiograms-12

Tamara M. Gazashvili¹, Dmitry V. Drozdov², Dmitry V. Shutov³, Andrey S. Shkoda¹

¹ City Clinical Hospital No. 67 named after L.A. Vorokhobov, Moscow, Russian Federation

² National Medical Research Centre of Cardiology Named After Academician E.I. Chazov, Moscow, Russian Federation

³ Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Electrocardiography is one of the simplest, most widely used, inexpensive, and informative methods in functional diagnostics; yet, if performed poorly, its diagnostic value is sharply reduced. Several attempts were made to systematize errors and deviations in electrode application, but all concerned the most common options (rearrangement of red and yellow electrodes, yellow and green electrodes, and chest electrodes — above or below the standard scheme).

AIM: To create an electrocardiogram dataset with different options for transpositions and dispositions of electrodes during electrocardiogram recording.

MATERIALS AND METHODS: The study included patients aged 18–75 years (27 males and 22 females). All patients provided informed consent for electrocardiogram registration. During one visit, the cardiogram was recorded on the device “Modular system for recording and remote transmission of electrocardiograms (EASY ECG)” for each patient.

RESULTS: In all, 488 electrocardiograms were recorded in 49 patients. The results obtained indicate a significant variability of the electrocardiogram pattern. Visual analysis of the electrocardiograms revealed no difficulties in determining the transposition associated with rearranging the leads on the arms (RY) in the thoracic C1–C2. The placement of thoracic electrodes in contact cheek-to-cheek dispositions with the transfer of thoracic leads above or below two intercostals was reliably determined compared with the Wilson scheme. The transpositions of the yellow and green limb electrodes and the change in the position of the thoracic ones when they are “lined up” in a straight line, “bullied” between the ribs (curved), and confused in places C5 and C6 are difficult to determine even when comparing two cardiograms next to each other, with the correct and transpositional superposition of the electrodes. The initial changes on the electrocardiograms, physique type, breast size, or the presence of an implant most likely determine it.

CONCLUSION: An electrocardiography dataset was obtained using various electrode dislocation variants. The dataset consists of a series of electrocardiograms obtained for each patient with several electrode placement options and contains both normal and pathological electrocardiograms.

Keywords: electrocardiogram; ECG; defects in the registration of the electrocardiogram; artificial intelligence; algorithms; functional diagnostics.

To cite this article

Gazashvili TM, Drozdov DV, Shutov DV, Shkoda AS. Creation of a training and test dataset with the disposition and transposition of overlaying electrocardiographic electrodes when recording electrocardiograms-12. *Digital Diagnostics*. 2023;4(2):133–141. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD201870>

Received: 04.04.2023

Accepted: 15.05.2023

Published: 15.06.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD201870>

在记录12导联心电图时，创建一个具有心电图电极应用配置和转置的数据集

Tamara M. Gazashvili¹, Dmitry V. Drozdov², Dmitry V. Shutov³, Andrey S. Shkoda¹

¹ City Clinical Hospital No. 67 named after L.A. Vorokhobov, Moscow, Russian Federation

² National Medical Research Centre of Cardiology Named After Academician E.I. Chazov, Moscow, Russian Federation

³ Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow, Russian Federation

简评

论证。心电图是功能诊断中最简单、最常见、最便宜和最有信息量的方法之一，然而它的诊断价值在错误操作中急剧下降。试图使电极应用时的错误和偏差系统化，但这些错误和偏差都涉及到最常见的变体（把红色和黄色、黄色和绿色、胸腔的电极移动到高于或低于标准方案的位置）。

该研究的目的是在记录心电图时创建一个具有不同电极配置和转置的心电图数据集，以训练和测试机器学习系统。

材料和方法。年龄在18至75岁的患者被纳入本研究，其中男性27人，女性22人。所有患者都自愿知情同意记录心电图。心电图是在《记录和远程传输心电图的模块化系统“EASY ECG”》设备上记录的。每位患者在一次就诊中都依次接受心电图检查，其中有正确的电极应用及不同的配置和转置的变体。

结果。一共有49名患者，记录了488张心电图。研究结果表明，心电图模式有很大的变异性。在对记录的心电图进行目测分析时，发现与手臂和胸腔C1-C2电极移动有关的转置并不困难。很少有胸腔电极相互接触的情况，与Wilson方案相比，胸腔导联移高或移低2个肋间的配置被可靠地发现。黄色和绿色肢体电极的转置，当“排成”一条直线，沿肋间隙“乱”，以及混入C5-C6时，胸廓电极的改变，即使并排比较两张心电图，有正确和转置的电极应用，也很难确定。这可能既取决于基线心电图的变化，也取决于体型、乳房大小或是否有植入物。

结论。我们获得了一个具有不同电极脱位变体的心电图数据集。该数据集由一系列记录在每个病人身上的不同电极应用变体的心电图组成（数据集中不仅有正常的心电图，还有不同的心电图异常变体）。

关键词：心电图；ECG；心电图记录失误；人工智能；算法；功能诊断。

To cite this article

Gazashvili TM, Drozdov DV, Shutov DV, Shkoda AS. 在记录12导联心电图时，创建一个具有心电图电极应用配置和转置的数据集. *Digital Diagnostics*. 2023;4(2):133-141. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD201870>

收到: 04.04.2023

接受: 15.05.2023

发布日期: 15.06.2023

ОБОСНОВАНИЕ

Электрокардиография (ЭКГ) — одна из наиболее простых, широко распространённых, недорогих и информативных методик в кардиологии, однако её диагностическая ценность резко снижается при неправильном проведении. Наиболее распространённым изменением методики регистрации является смещение (дислокация) электродов. Следует различать диспозицию (сознательное и необходимое изменение расположения электродов) и транспозицию (ошибочное изменение расположения электродов в сравнении со стандартной схемой наложения).

Предпринималось несколько попыток систематизировать ошибки и отклонения при наложении электродов, но все они касались наиболее частых вариантов (перестановка электродов красного и жёлтого, жёлтого и зелёного, грудных — выше или ниже стандартной схемы) [1–7]. Для того чтобы избежать ошибок интерпретации записи ЭКГ, разрабатываются алгоритмы, способные выявить ошибки такого рода. Машинные алгоритмы стабильно распознают транспозицию RL (Right–Left — справа налево).

Для оценки качества и определения критериев возможности применения таких алгоритмов необходимо создать наборы данных ЭКГ для обучения и тестирования как алгоритмов автоматического анализа ЭКГ, так и медицинских специалистов — врачей и среднего персонала.

Цель исследования — создать набор данных ЭКГ с разными вариантами транспозиций и диспозиций электродов при регистрации ЭКГ для обучения и тестирования систем машинного обучения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Критерии включения

В исследование включены пациенты в возрасте от 18 до 75 лет, 27 мужчин и 22 женщины. Все пациенты давали добровольное информированное согласие на проведение регистрации ЭКГ.

Условия проведения

Работа проведена на базе ГБУЗ города Москвы «Городская клиническая больница № 67 имени Л.А. Ворохова» Департамента здравоохранения города Москвы.

Описание медицинского вмешательства

Пациенты были разделены на 6 групп:

- 1) пациенты с ЭКГ, являющейся вариантом нормы (записи, начинающиеся на 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110);

- 2) пациенты с ЭКГ-признаками гипертрофии левого желудочка или полной блокады левой ножки пучка Гиса (записи, начинающиеся на 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209);
- 3) пациенты с ЭКГ-признаками блокады правой ножки пучка Гиса (записи, начинающиеся на 301, 302, 303, 304, 305, 306);
- 4) пациенты с зарегистрированной депрессией сегмента ST(–) (записи, начинающиеся на 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409);
- 5) пациенты с зарегистрированной элевацией сегмента ST(+), в том числе с феноменом ранней реполяризации желудочков (записи, начинающиеся на 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507);
- 6) пациенты с любым несинусовым ритмом, предпочтительно характеризующимся отрицательными *P* в I, II, V1, V2 отведениях (записи, начинающиеся на 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608).

Кардиограмму регистрировали с использованием прибора «Модульная система для регистрации и дистанционной передачи ЭКГ «EASY ECG» по ТУ 9441-001-42447560-2012 с принадлежностями» (ООО «АТЕС МЕДИКА СОФТ», Россия; Регистрационное удостоверение № РЗН 2018/7062).

Для регистрации ЭКГ использовали исправные серебряно-хлоридсеребряные электроды с размером пластин 26×47 мм для накладываемых на конечности и диаметром чашечки 22 мм для грудных.

Оцифрованные кардиосигналы записывали в формате edf+ (European Data Format) [8]. Запись велась в 12 общепринятых отведениях с частотой дискретизации 500 Гц, продолжительность записи — 10 секунд, размах сигнала — 10 мВ. Фильтрация сигнала не проводилась, полоса пропускания — от 0,05 до 150 Гц.

Этическая экспертиза

На проведение исследования получено одобрение независимого этического комитета Московского регионального отделения Российского общества рентгенологов и радиологов (НЭК МРО РОПР).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Каждому пациенту во время одного визита последовательно регистрировали ЭКГ с корректным наложением электродов и различными вариантами дис- и транспозиций. Кодировка и описание схем наложения приведены в табл. 1.

Всего было зарегистрировано 486 ЭКГ у 49 пациентов. Структура зарегистрированных ЭКГ приведена в табл. 2.

После регистрации все результаты были обезличены и псевдонимизированы¹, размещены

¹ ГОСТ Р 55036-2012/ISO/TS 25237:2008. Группа П85. Национальный стандарт Российской Федерации. Информатизация здоровья. Псевдонимизация. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200100339>.

Таблица. 1. Варианты расположения электродов и их кодировка

Формулировка на русском	Английский эквивалент	Часть имени файла ЭКГ	Комментарий	Некорректно отображаемые отведения
Стандартное расположение электродов	Standard electrodes' arrangement	dis_st	Правильно и корректно наложенные электроды	Все отведения корректные и правильные
Грудные электроды: на 2 межреберья выше стандартной схемы	Precordial electrodes' misplacement: up to 2 intercostal spaces above the standard arrangement	dis_u2	Иногда требуются по клиническим показаниям, но в основном это самое частое нарушение наложения электродов	Правильно: I, II, III, aVR, aVL, aVF. Смещены: V1, V2, V3, V4, V5, V6
Грудные электроды: на 2 межреберья ниже стандартной схемы	Precordial electrodes' misplacement: below to 2 intercostal spaces down the standard arrangement	dis_d2	Иногда требуются по клиническим показаниям, но в основном это нарушение наложения электродов	Правильно: I, II, III, aVR, aVL, aVF. Смещены V1, V2, V3, V4, V5, V6
Перепутаны красный (R) и жёлтый (L) электроды	Reversal of the two arm electrodes	trns_ry	Ошибка наложения	Неправильно: I, II, III, aVR, aVL, aVF. Правильно: V1, V2, V3, V4, V5, V6
Перепутаны жёлтый (L) и зелёный (F) электроды	Reversal of the left arm and left leg electrodes	trns_yg	Ошибка наложения	Неправильно: I, II, III, aVR, aVL, aVF. Правильно: V1, V2, V3, V4, V5, V6
Все грудные электроды расположены на прямой линии от C1–C6	All chest electrodes are placed at the same line	trns_ln	Ошибка наложения	Правильно: I, II, III, aVR, aVL, aVF, V1. Неправильно: V2, V3, V4, V5, V6
Перепутаны C1–C2	Reversal of the C1 and C2 electrodes	trns_12c	Ошибка наложения	Правильно: I, II, III, aVR, aVL, aVF, V3, V4, V5, V6. Неправильно: V1, V2
Перепутаны C5–C6	Reversal of the C5 and C6 electrodes	trns_56c	Ошибка наложения	Правильно: I, II, III, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3, V4. Неправильно: V5, V6
Электроды C4, C5, C6 расположены очень близко друг к другу (соприкасаются)	The C4, C5, C6 electrodes are placed too close to each other (cheek to cheek)	trns_cls	Ошибка наложения	Правильно: I, II, III, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3. Неправильно: V4, V5, V6
Электроды C4, C5, C6 расположены по межреберью (не по горизонтальной линии, а искривляются вверх)	The C4, C5, C6 electrodes are misplaced along the intercostal space (not at a horizontal line, but curved upwards)	trns_crv	Ошибка наложения	Правильно: I, II, III, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3. Неправильно: V4, V5, V6

и проаннотированы на платформе ECG.RU с использованием унифицированного тезауруса [9]. Каждый файл ЭКГ был наименован по следующим принципам: первые три цифры — номер подгруппы пациента и порядковый номер, последующие буквы — кодировка расположения электродов.

Так, например, название файла «101_dis_st» означало, что это ЭКГ зарегистрирована у пациента с неизменной ЭКГ, электроды наложены корректно. Имя файла

«203_trns_crv» содержит ЭКГ пациента с гипертрофией левого желудочка, электроды C4, C5, C6 расположены по межреберью (не по горизонтальной линии, а искривляются вверх). Имя файла «602_trns_yg» содержит ЭКГ пациента с несинусовым ритмом, перепутаны жёлтый и зелёный электроды.

Примеры зарегистрированных ЭКГ приведены в парных рисунках 1–3 (схема наложения и соответствующая им ЭКГ).

Таблица 2. Распределение кардиограмм, зарегистрированных у пациентов

Подгруппа ЭКГ-изменений	Тип расположения	Стандартное расположение электродов	Дислокация грудных электродов	Транспозиция электродов от конечностей	Транспозиция грудных электродов	Итого
Нормальная ЭКГ		10	20	20	49	99
ЭКГ с ГЛЖ или ПБЛНПГ		9	18	18	45	90
ЭКГ с БПНПГ		6	12	12	30	60
ЭКГ с депрессией сегмента ST(-)		9	18	18	43	88
ЭКГ с элевацией сегмента ST(+)		7	14	14	35	70
ЭКГ с любым несинусовым ритмом		8	15	16	40	79
Итого		49	97	98	242	486

Примечание. ЭКГ — электрокардиограмма; ГЛЖ — гипертрофия левого желудочка; ПБЛНПГ — полная блокада левой ножки пучка Гиса; БПНПГ — блокада правой ножки пучка Гиса.

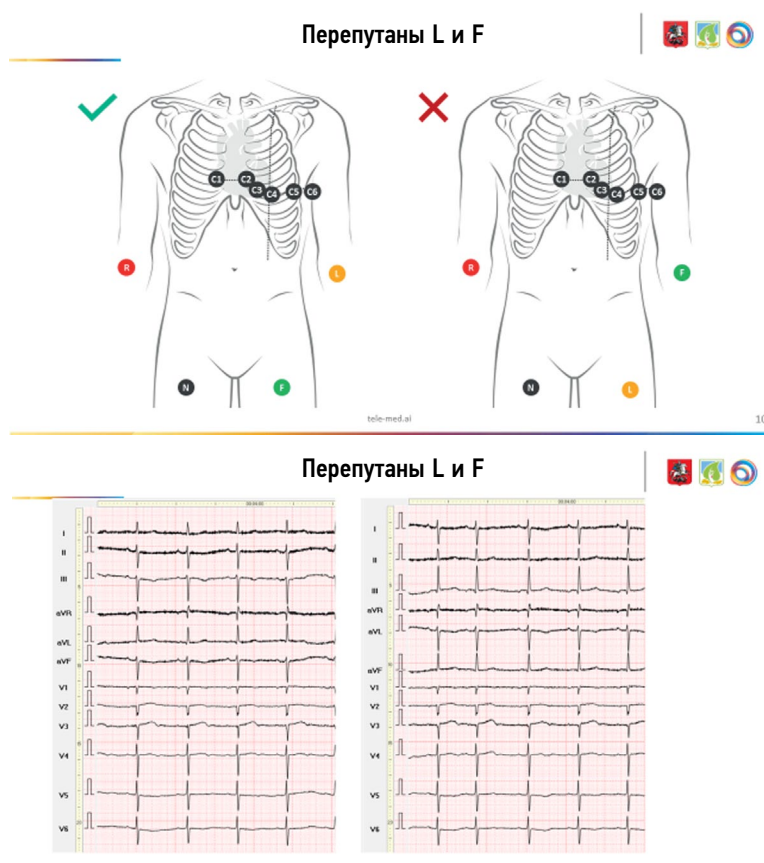


Рис. 1. Нарушение наложения электродов L и F.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты свидетельствуют о значительной вариативности картины ЭКГ в зависимости от исходных изменений и, вероятно, типа телосложения пациента и состояния молочных желёз. И если вариативность изменений нормальной ЭКГ изучена достаточно [6–8], то вариативность изменений при исходно «ненормальной» ЭКГ ещё предстоит изучить, что мы и предпримем в следующей работе.

При визуальном анализе зарегистрированных ЭКГ определение транспозиции, связанной с перестановкой отведений на руках (красного и жёлтого — RL) и в грудных C1–C2, не вызывало затруднений. Реже надёжно определялась установка грудных электродов в контакте друг с другом (cheek-to-cheek), в диспозиции с переносом грудных отведений выше или ниже на два межреберья по сравнению со схемой Wilson (upper2, down2). Транспозиции жёлтого и зелёного конечностных электродов

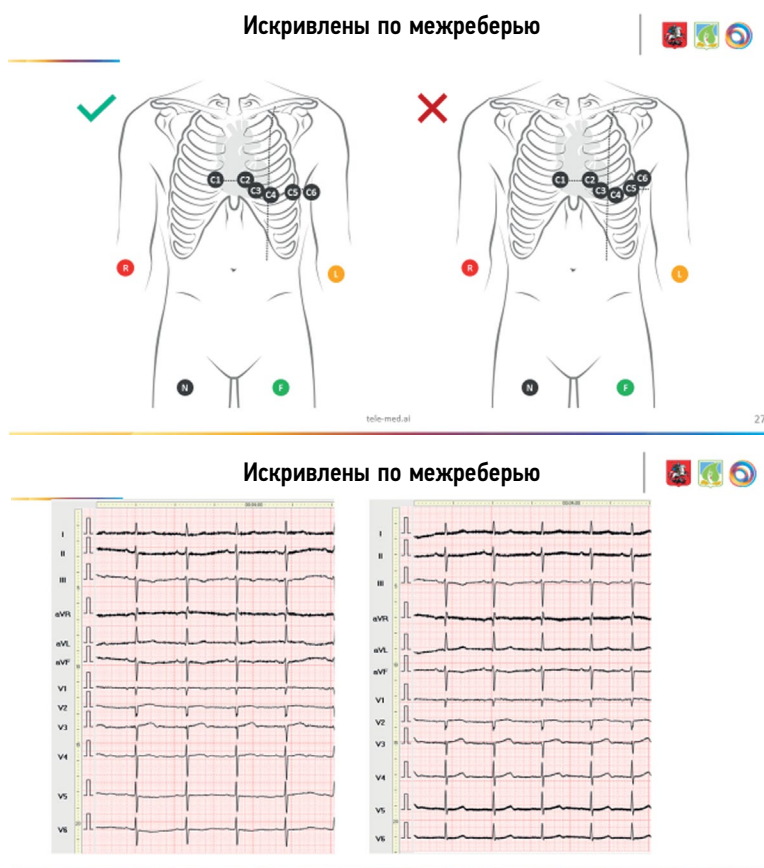


Рис. 2. Нарушение наложения электродов C4–C6.

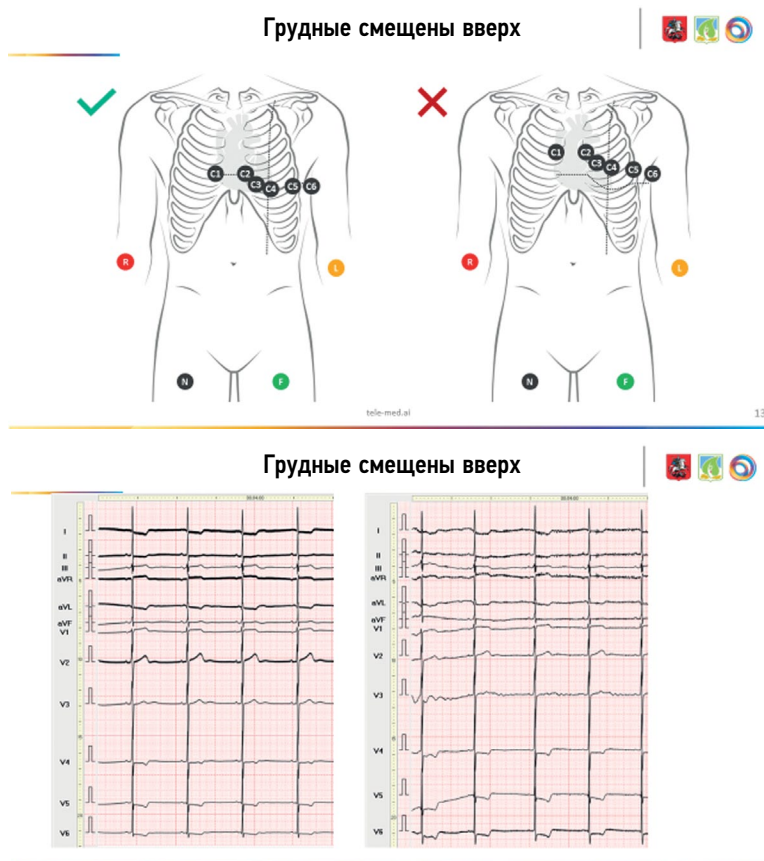


Рис. 3. Смещение электродов C4–C6.

(LF), изменение положения грудных электродов, когда их «выстраивают» по прямой линии (line), «задирают» по межреберью (curved) или путают местами C5–C6, затруднительно определять даже при сопоставлении рядом двух кардиограмм — с правильным и транспозиционным наложением электродов. Вероятно, это зависит как от исходных изменений на ЭКГ, так и от типа телосложения (нормо-, гипер-, астеник), размеров молочной железы или наличия имплантата. Безусловно, такие вопросы, как учёт типа телосложения, наличия трансплантата, возможная детализация исходных изменений ЭКГ в соответствии с редуцированным тезаурусом, а также сравнение эффективности распознавания специалистом и алгоритмами автоматического анализа, требуют дальнейшего изучения.

Несмотря на известные нам недостатки, учитывая высокую значимость проблемы и трудоёмкость получения качественно зарегистрированных данных и проаннотированных ЭКГ, было решено опубликовать полученный набор ЭКГ под открытой лицензией и использовать его как для верификации алгоритмов автоматического анализа ЭКГ, так и для обучения врачей и среднего медицинского персонала.

Ограничения исследования

При обследовании пациентов не всегда учитывались их рост, вес и конституция (соматотипы). Учёт этих факторов, вероятно, позволит увеличить точность определения типа дислокации электродов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получен набор данных ЭКГ с различными вариантами дислокаций электродов. Набор данных состоит из серий ЭКГ, зарегистрированных у каждого пациента с различными вариантами наложения электродов. В наборе представлены не только нормальные ЭКГ, но и различные варианты ЭКГ-отклонений.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении поисково-аналитической работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rosen A.V., Koppikar S., Shaw C., Baranchuk A. Common ECG lead placement errors. Part I: Limb lead reversals // *Int J Med Students*. 2014. Vol. 2, N 3. P. 92–98. doi: 10.5195/ijms.2014.95
2. Rosen A.V., Koppikar S., Shaw C., Baranchuk A. Common ECG lead placement errors. Part II: precordial misplacements // *Int J Med Students*. 2014. Vol. 2, N 3. P. 99–103. doi: 10.5195/ijms.2014.96
3. Jekova I., Krasteva V., Leberet R., et al. Inter-lead correlation analysis for automated detection of cable reversals in 12/16-lead

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: Д.В. Дроздов — разработка концепции, организация процесса аннотирования, разработка тезауруса, авторский надзор; Т.М. Газашвили — организация регистрации ЭКГ, обезличивание и передача записей; Д.В. Шутов — разработка концепции, организация процессов обезличивания, передачи, аннотирования, авторский надзор; А.С. Шкода — общее руководство, организация работы центра инструментальной диагностики.

Благодарности. Авторы выражают благодарность ООО «Медицинские Компьютерные Системы», лично директору компании Прилуцкому Дмитрию Анатольевичу и всем сотрудникам платформы ECG.ru. Мещериной Татьяне Евгеньевне и Шалмановой Елене Геннадьевне медицинским сестрам Городской клинической больницы № 67 имени Л.А. Ворохобова за высококвалифицированную регистрацию ЭКГ.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This article was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. D.V. Drozdov — concept development, organization of annotation process, thesaurus development, author supervision; T.M. Gazashvili — organization of ECG registration, depersonalization and transfer of records; D.V. Shutov — concept development, organization of depersonalization, transfer, annotation, author supervision; A.S. Skoda — general management, organization of the work of the center for instrumental diagnostics.

Acknowledgments. The authors express their gratitude to Medical Computer Systems LLC, personally to the director of the company Prilutsky Dmitry Anatolyevich and all employees of the platform ECG.ru. Meshcherina Tatiana Evgenievna and Shalmonova Elena Gennadievna for highly qualified ECG registration.

ECG // *Comput Methods Programs Biomed*. 2016. N 134. P. 31–41. doi: 10.1016/j.cmpb.2016.06.003

4. Kania M., Rix H., Fereniec M., et al. The effect of precordial lead displacement on ECG morphology // *Med Biological Engineering Computing*. 2014. Vol. 52, N 2. P. 109–119. doi: 10.1007/s11517-013-1115-9

5. Wenger W., Kligfield P. Variability of precordial electrode placement during routine electrocardiography // *J Electrocardiol*.

1996. Vol. 29, N 3. P. 179–184. doi: 10.1016/s0022-0736(96)80080-x

6. García-Niebla J., Llonop-García P., Valle-Racero J.I., et al. Technical mistakes during the acquisition of the electrocardiogram // *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2009. Vol. 14, N 4. P. 389–403. doi: 10.1111/j.1542-474X.2009.00328.x

7. Peberdy M.A., Ornato J.P. Recognition of electrocardiographic lead misplacements // *Am J Emergency Med.* 1993. Vol. 11, N 4. P. 403–405. doi: 10.1016/0735-6757(93)90177-d

8. Kemp B., Olivan J. European data format 'plus' (EDF+), an EDF alike standard format for the exchange of physiological data // *Clin Neurophysiol.* 2003. Vol. 114, N 9. P. 1755–1761. doi: 10.1016/s1388-2457(03)00123-8

9. Дроздов Д.В., Шутов Д.В., Газашвили Т.М., и др. Согласование врачебных описаний ЭКГ с применением тезауруса (списка типовых фраз) заключений // *Медицинский алфавит.* 2022. № 10. С. 19–26. doi: 10.33667/2078-5631-2022-11-19-26

REFERENCES

1. Rosen AV, Koppikar S, Shaw C, Baranchuk A. Common ECG lead placement errors. Part I: Limb lead reversals. *Int J Med Students.* 2014;2(3):92–98. doi: 10.5195/ijms.2014.95

2. Rosen AV, Koppikar S, Shaw C, Baranchuk A. Common ECG lead placement errors. Part II: precordial misplacements. *Int J Med Students.* 2014;2(3):99–103. doi: 10.5195/ijms.2014.96

3. Jekova I, Krasteva V, Leberet R, et al. Inter-lead correlation analysis for automated detection of cable reversals in 12/16-lead ECG. *Comput Methods Programs Biomed.* 2016;(134):31–41. doi: 10.1016/j.cmpb.2016.06.003

4. Kania M, Rix H, Fereniec M, et al. The effect of precordial lead displacement on ECG morphology. *Med Biological Engineering Computing.* 2014;52(2):109–119. doi: 10.1007/s11517-013-1115-9.

5. Wenger W, Kligfield P. Variability of precordial electrode placement during routine electrocardiography. *J Electrocardiol.* 1996;29(3):179–184. doi: 10.1016/s0022-0736(96)80080-x

6. García-Niebla J, Llonop-García P, Valle-Racero JI, et al. Technical mistakes during the acquisition of the electrocardiogram. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2009;14(4):389–403. doi: 10.1111/j.1542-474X.2009.00328.x

7. Peberdy MA, Ornato JP. Recognition of electrocardiographic lead misplacements. *Am J Emergency Med.* 1993;11(4):403–405. doi: 10.1016/0735-6757(93)90177-d

8. Kemp B, Olivan J. European data format 'plus' (EDF+), an EDF alike standard format for the exchange of physiological data. *Clin Neurophysiol.* 2003;114(9):1755–1761. doi: 10.1016/s1388-2457(03)00123-8

9. Drozdov DV, Shutov DV, Gazashvili TM, et al. Coordination of medical ECG descriptions using a thesaurus (list of standard phrases) of conclusions. *Medical Alphabet.* 2022;(10):19–26. (In Russ). doi: 10.33667/2078-5631-2022-11-19-26

ОБ АВТОРАХ

* **Шутов Дмитрий Валерьевич**, д-р мед. наук;
адрес: Россия, 127051, Москва, ул. Петровка, д. 24, стр. 1;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1836-3689>;
eLibrary SPIN: 9381-2456; e-mail: ShutovDV@zdrav.mos.ru

Дроздов Дмитрий Владимирович, канд. мед. наук;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7374-3604>;
eLibrary SPIN: 2279-9657; e-mail: cardioexp@gmail.com

Газашвили Тамара Михайловна;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5875-9699>;
eLibrary SPIN: 4208-2303; e-mail: Tamaradoc24@gmail.com

Шкода Андрей Сергеевич, д-р мед. наук;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9783-1796>;
eLibrary SPIN: 4520-2141; e-mail: a.shkoda@67gkb.ru

AUTHORS' INFO

* **Dmitry V. Shutov**, MD, Dr. Sci. (Med);
address: 24/1 Petrovka street, 127051 Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1836-3689>;
eLibrary SPIN: 9381-2456; e-mail: ShutovDV@zdrav.mos.ru

Dmitry V. Drozdov, MD, Cand. Sci. (Med);
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7374-3604>;
eLibrary SPIN: 2279-9657; e-mail: cardioexp@gmail.com

Tamara M. Gazashvili;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5875-9699>;
eLibrary SPIN: 4208-2303; e-mail: Tamaradoc24@gmail.com

Andrey S. Shkoda, MD, Dr. Sci. (Med);
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9783-1796>;
eLibrary SPIN: 4520-2141; e-mail: a.shkoda@67gkb.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author