

ИСТОРИЯ И КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ: ОТ ИСТОКОВ ДО СОВРЕМЕННОСТИ

Доц. Н. А. САФАРГАЛИНА-КОРНИЛОВА, С. В. ИВАНЧЕНКО,

канд. мед. наук Н. Н. ГЕРАСИМЧУК

Харьковский национальный медицинский университет

Описаны исторические этапы развития электрокардиографии. Отражены особенности проведения различных методик ЭКГ. Указаны группы пациентов, приоритетные для проведения электрокардиографического обследования. Проведен сравнительный анализ информативности данных методик у пациентов различных групп.

Ключевые слова: история развития электрокардиографии, холтеровское мониторирование, ЭКГ-телеметрия, чреспищеводная ЭКГ.

В 1791 г. итальянским врачом, анатомом, физиологом Луиджи Гальвани в «Трактате о силах электричества при мышечном движении» было описано открытие, которое легло в основу экспериментальной электрофизиологии. В результате серии опытов по воздействию атмосферного электричества в грозовую погоду на мышцы лягушек он пришел к выводу о существовании так называемого «животного электричества» [1, 2]. В 1856 г. наличие электрических явлений в сокращающейся сердечной мышце обнаружили два немецких ученых — Р. Келликер и Г. Мюллер, которые провели исследования на различных животных, работая на открытом сердце. Однако возможность изучения электрических импульсов сердца отсутствовала до 1873 г., когда был сконструирован капиллярный электрометр — прибор, позволивший регистрировать электрические потенциалы. В результате совершенствования этого устройства появилась возможность записывать сигналы с поверхности тела, благодаря чему английский физиолог А. Уоллер в 1887 г. впервые получил запись электрической активности миокарда человека. Он же впервые сформулировал основные положения электрофизиологических понятий электрокардиографии, предположив, что сердце представляет собой диполь, т. е. совокупность двух электрических зарядов, равных по величине, но противоположных по знаку, находящихся на некотором расстоянии друг от друга. А. Уоллеру принадлежит и такое понятие, как «электрическая ось сердца» [2].

Первым, кто вывел электрокардиограмму (ЭКГ) из категории научного эксперимента, внедрив в широкую врачебную практику, был голландский физиолог профессор Лейденского университета В. Эйнтховен [2, 3]. В 1893 г. на конгрессе Немецкой медицинской ассоциации он предложил для нового метода термин «электрокардиография», а два года спустя ученый разделил кривую ЭКГ на пять волн — P, Q, R, S, T, позднее им был выделен также зубец U (данная классификация используется и в настоящее время). После семи лет

упорных трудов в 1903 г. на основе изобретенного Д. Швейггером струнного гальванометра В. Эйнтховен создал первый электрокардиограф. В этом приборе электрический ток от электродов, расположенных на поверхности тела, проходил через кварцевую нить, которая была расположена в поле электромагнита и вибрировала, когда проходящий по ней ток взаимодействовал с электромагнитным полем. Оптическая система фокусировала тень от нити на светочувствительный экран, на котором фиксировались ее отклонения. Первый электрокардиограф был весьма громоздким сооружением, он располагался на нескольких столах и весил около 270 кг. Его обслуживанием были заняты пять высококвалифицированных ассистентов. Чтобы делать ЭКГ больным, которые лечились в Лейденской больнице, В. Эйнтховен проложил кабель длиной около двух километров до своей лаборатории, впервые в 1905 г. осуществив передачу ЭКГ по телефону. Именно В. Эйнтховен предложил латинскую приставку «теле-» для определения дистанционной медицинской помощи. В 1906 г. немецкий инженер М. Эдельманн на основе чертежей Эйнтховена сконструировал и продал первый промышленный электрокардиограф. В 1913 г. В. Эйнтховен предложил методику расположения электродов на теле человека. Ученый ввел понятие отведения, предложив три «стандартных» отведения от конечностей, т. е. измерение разницы потенциалов между левой и правой руками (I отведение), между правой рукой и левой ногой (II отведение) и между левой рукой и левой ногой (III отведение), так называемый «треугольник Эйнтховена». Эта работа положила начало векторкардиографии, получившей развитие в 1920-х гг. еще при жизни ученого [4, 5]. Заслуги В. Эйнтховена были оценены по достоинству, и в 1924 г. ему была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине за «открытие механизма ЭКГ».

Основоположником отечественной электрокардиографии считается друг и коллега В. Эйнтховена российский физиолог А. Ф. Самойлов, который

в 1909 г. впервые опубликовал руководство по электрокардиографии. Им была записана первая в России ЭКГ в клинических условиях. Ученый описал ЭКГ здорового и больного сердца, дал интерпретацию зубцов ЭКГ. Под патронатом профессора А. Ф. Самойлова в 1926 г. были организованы первые в стране ЭКГ-кабинеты.

Создание электронных ламп и усилителей позволило уменьшить размер электрокардиографов. Так, уже к 1930 г. вес электрокардиографа составлял 10–11 кг, что значительно расширило перспективы его использования.

Система отведений была усовершенствована американским физиологом Ф. Вильсоном в 1933–1936 гг., который предложил грудные отведения ЭКГ, где отведения V1–V6 соответствовали потенциалам передней, переднебоковой стенки и верхушке сердца. Отведения V7–V9 были информативными для диагностики патологии миокарда заднебазальной стенки левого желудочка (ЛЖ). Дополнительные высокие грудные отведения Вильсона (на 1–2 межреберья выше стандартной позиции) специфичны для базальных отделов передней стенки ЛЖ [5].

В 1942 г. американский кардиолог Е. Гольдбергер предложил еще три отведения, назвав их «усиленными». При регистрации этих отведений одним из электродов служит потенциал одной из конечностей, а другим — объединенный электрод от двух других (индифферентный электрод). Разница потенциалов, измеренная между правой рукой и объединенными левой рукой и левой ногой, называется отведением aVR, между левой рукой и объединенными правой рукой и левой ногой — отведением aVL и между левой ногой и объединенными руками — отведением aVF (от первых букв английских слов «a» — augmented (усиленный), «V» — voltage (потенциал), «R» — right (правый), «L» — left (левый), «F» — foot (нога)). Таким образом, сформировалась привычная для нас система электрокардиографических отведений. Кроме общепринятой системы отведений, с 1938 г. используются также отведения по Небу — Гуревичу (по именам авторов: отечественного кардиолога М. Б. Гуревича и немецкого ученого W. Nebh). Данные отведения являются двухполюсными и регистрируют разность потенциалов между двумя точками, расположенными на грудной стенке. Регистрируют три отведения по Небу, которые обозначают большими латинскими буквами D (Dorsalis), A (Anterior) и I (Inferior). Наибольшую ценность из отведений по Небу — Гуревичу представляет отведение Dorsalis, которое дает информацию для диагностики очаговых изменений в области задней стенки ЛЖ. Что касается отведения Anterior, то оно используется для диагностики инфаркта передней стенки ЛЖ, а отведение Inferior помогает в диагностике инфаркта нижних отделов переднебоковой стенки [5]. Другие системы отведений (Лиана, Франка) в современной клинической практике не используются.

Середина XX в. ознаменовалась появлением принципиально новых методов исследования, коренным образом изменивших всю систему диагностики в медицине. Изобретенный Н. Холтером дистанционный кардиологический монитор стал одним из величайших достижений практической медицины. Время появления в диагностической практике холтеровского мониторинга вошло в историю электрокардиографии как время «большого взрыва» [6–8]. Первый разработанный Холтером аппарат (1947 г.) состоял из громоздкого ЭКГ-радиопередатчика и тяжелых батарей (общая масса составляла почти 40 кг). С появлением транзисторов размеры прибора сократились: к 1952 г. его масса составляла приблизительно 1 кг, а радиотрансмиссию сменила запись на магнитные носители. Н. Холтер с сотрудниками разработали также систему воспроизведения, что позволило на дисплее отображать записанную ЭКГ. Официальной датой рождения новой методики считается 1961 г., когда в американском журнале «Science» вышла статья Н. Холтера «Новый метод исследования сердца. Практическое использование длительной электрокардиографии у пациентов в период активности» [8, 9]. Используемые кассеты и элементы питания позволяли вести непрерывную запись одного канала ЭКГ в течение 10 ч. Сам ученый так образно объяснял идею нового метода: «Я подбираю камень у основания горы Хелена, отдаю его на анализ в химическую лабораторию и получаю ответ: 37 % цинка, 11 % свинца. И я делаю вывод: вся гора Хелена имеет именно такой минеральный состав. Но это же смешно! Разве можно с уверенностью судить о целом по крошечной его части?! А ведь именно этим вы занимаетесь, снимая стандартную электрокардиограмму. На пленку записывается 12–14 комплексов, в то время как за сутки сердце сокращается 120 тыс. раз. Вы смотрите на 12 из них и говорите: «О, вы совершенно здоровы» или «Хм, вы очень больной человек. Не курите, пожалуйста». Разве жизнь состоит только в неподвижном возлежании? А как насчет лыжников и парашютистов? Людей, поедающих завтрак, обед и ужин (один обильнее другого)? Спускающихся по лестнице? Напивающихся до скотского состояния? Все это остается за кадром, когда лежишь на кушетке» [6, 8, 9].

Первый коммерческий образец холтеровского монитора появился в 1962 г., а с 1966 г. методика стала активно использоваться в практической медицине. Большинство современных мониторов весят от 80 до 450 г, не обременяя пациента и позволяя регистрировать ЭКГ на протяжении 24 или 48 ч в режиме повседневной активности, что достаточно для выявления возможной патологии. Существуют модели с возможностью сверхдлительной записи до 7 сут. В зависимости от модели ЭКГ регистрируется в диапазоне от 3 до 12 отведений. Типичная холтеровская ЭКГ содержит от 100 до 150 тыс. комплексов, отражая реакции сердца на физическую и эмоциональную

нагрузки, ритм и проводимость сердца в течение суток, состояние сердца во время сна и т. д. Запись информации осуществляется на карточку сжатой памяти или миниатюрный жесткий диск с последующей обработкой на компьютерном дешифраторе с учетом данных дневника наблюдения. Дневник наблюдения является формой общения между врачом и пациентом, отражая происходящие за время мониторирования события.

Согласно рекомендациям Американской ассоциации кардиологов (American Colledge of Cardiology, American Heart Assotiation и North American Society for Pacing and Electrophysiology, 1999), в настоящее время выделены три класса клинических показаний к проведению холтеровского мониторирования (ХМ):

I — состояния, при которых использование методики является необходимым для постановки правильного диагноза, назначения терапии и оценки ее эффективности;

II — подразумевает состояние, когда оправданность применения методики может вызывать расхождение во мнениях специалистов. Он разделяется на два подкласса: IIa подразумевает большую предпочтительность, а IIb — менее явную необходимость ее применения;

III — включает показания в тех случаях, когда, согласно общему мнению специалистов, применение методики может быть малоинформативным для постановки диагноза, определения прогноза заболевания и тактики лечения больного, однако применение метода может быть оправдано в комплексе обследования у конкретного пациента.

Приоритетными группами пациентов для проведения холтеровского мониторирования (ХМ) являются:

- больные с симптомами возможно аритмогенного происхождения;
- больные с потенциальным риском будущих кардиальных кризов при отсутствии симптомов возможно аритмогенного происхождения;
- больные с проводимой антиаритмической терапией для оценки ее эффективности;
- больные с имплантированными кардиостимуляторами кардиовертерами-дефибрилляторами для оценки их функции;
- проведение мониторирования ЭКГ для диагностики ишемической болезни сердца;
- проведение мониторирования ЭКГ для оценки вариабельности ритма сердца [7, 11–13].

В Украине при интерпретации данных ХМ ЭКГ у больных с желудочковыми нарушениями ритма традиционно используют классификацию V. Lown et M. Wolf (1971) [14]:

I степень — одиночные редкие монотопные экстрасистолы до 30 в час;

II степень — частые монотопные экстрасистолы более 30 в час;

III степень — частые политопные полиморфные экстрасистолы;

IV степень — повторные формы экстрасистол: 4А — парные, 4Б — групповые (включая эпизоды желудочковой тахикардии);

V степень — ранние экстрасистолы типа Р на Т.

В 2001 г. американским кардиологом R. J. Myerburg была предложена и в настоящее время получила распространение модифицированная классификация (таблица), предполагающая разделение желудочковых аритмий по их форме и частоте экстрасистол [15].

Классификация желудочковых аритмий [15]

Частота экстрасистол в час (градации)	Форма аритмий (градации)
1 — редкие (< 1)	А — единичные монотопные экстрасистолы
2 — нечастые (1–9)	В — единичные политопные экстрасистолы
3 — умеренно частые (10–30)	С — парные, залповые (2–5 экстрасистол)
4 — частые (30–60)	Д — нестойкая желудочковая тахикардия (более 6 экстрасистол за 30 с)
5 — очень частые (>60)	Е — стойкая желудочковая тахикардия (пароксизмальная)

Дополнением к суточному мониторированию по Холтеру является метод телеметрии [16, 17], который позволяет самому больному по телефону, с помощью носимого прибора передавать ЭКГ в дистанционный кардиологический центр. Впервые в Украине ЭКГ-телеметрия была использована в 1935 г. во Львове коллективом врачей-ученых под руководством профессоров М. Франке и В. Липинского [15]. Первая украинская телемедицинская система дистанционной ЭКГ (теле-ЭКГ) основывалась на использовании лампового электрокардиографа и проводной передаче данных. В ходе исследования были выявлены и описаны изменения на ЭКГ, характерные для инфекционных заболеваний (была обследована группа пациентов: 90 больных скарлатиной и 19 — дифтерией), в том числе миокардит как осложнение инфекционного заболевания. Широкое применение в клинической практике теле-ЭКГ нашла в 1970-х гг. Так, в Германии в 1971 г. начал осуществляться дистанционный контроль функции пейсмейкеров. На территории Украины с 1969 г. во многих городах и областных центрах формируются дистанционные диагностические центры. Национальные и областные телемедицинские сети в Украине существуют с 2000 г. Юридическим документом, регламентирующим аспекты практического использования телемедицины, является приказ МЗ Украины от 26.03.2010 г. № 261 «Про впровадження телемедицини в закладах охорони здоров'я».

К числу современных методов, вошедших в повседневную клиническую практику с середи-

ны 1980-х гг., также относится чреспищеводная электрокардиография (ЧП ЭКГ) и чреспищеводная электрокардиостимуляция (ЧП ЭКС). В основе возможности регистрации ЧП ЭКГ лежит близкое анатомическое расположение пищевода и предсердий. Преимущество данного метода заключается в том, что амплитуда предсердного зубца сравнима с амплитудой комплекса QRS, а иногда и превышает ее. Кроме того, на ЧП ЭКГ более точно, чем на обычной ЭКГ, определяются интервалы: P-Q (R), длительность комплекса QRS и другие признаки. Поэтому ЧП ЭКГ применяется для регистрации деполяризации предсердий, неразличимой в обычных отведениях стандартной ЭКГ, когда зубцы P или волны F низкоамплитудны или совпадают по времени с комплексом QRS или зубцом T.

Показаниями для регистрации ЧП ЭКГ являются:

уточнение генеза тахикардий с **неразличимыми** на обычной ЭКГ зубцами P или волнами F, характер которых не ясен;

дифференциальная диагностика реципрокных и эктопических пароксизмальных наджелудочковых тахикардий;

распознавание разных вариантов реципрокных АВ-тахикардий;

уточнение генеза пароксизмов тахикардий с широкими комплексами QRS;

определение СА- или АВ-блокад, характер которых нельзя установить обычной ЭКГ;

определение экстрасистол, характер которых не ясен, в том числе заблокированных предсердных экстрасистол;

в качестве теста для диагностики ишемии миокарда в случаях, когда имеются противопоказания к проведению велоэргометрии.

Метод ЧП ЭКГ имеет большое значение при выборе антиаритмической терапии у больных с пароксизмальными тахикардиями в случае отказа или наличия противопоказаний к оперативному лечению. ХМ в данных ситуациях, как правило, малоинформативно в связи со спонтанностью возникновения пароксизмов и отсутствием возможности проведения фармакологических тестов [18].

Методики ХМ, ЧП ЭКГ и ЧП ЭКС, ЭКГ-телеметрии в практике современного клинициста открывают широкие горизонты для диагностики аритмий, которые ранее не были выявлены, ишемии миокарда, оценки эффективности и формирования схем хронотерапии с учетом циркадных ритмов сердца. Эти исследования дают возможность проводить профилактическое наблюдение за больными с **возможными угрожающими аритмиями** и ишемиями, имеют важное значение для определения прогноза заболевания.

Список литературы

1. *Ольшанский В.* Алесандро Вольта и **Луиджи Гальвани**: неоконченный спор / В. Ольшанский // Наука и жизнь.— 2004.— № 12.— С. 102–109.
2. Major Advances in Cardiology a Century of Cardiology / M. Bertrand, Ch. Regnier. — Paris: L.E. N. MEDICAL, 2012.— 102 p.
3. История биологии. С начала XX века до наших дней.— М.: Наука, 1975.— 660 с.
4. *Snellen H. A.* Willem Einthoven (1860–1927): father of electrocardiography: life and work, ancestors and contemporaries / H. A. Snellen.— Springer, 1994.— 140 p.
5. *Орлов В. Н.* Руководство по электрокардиографии / В. Н. Орлов.— М.: МИА, 1997.— 528 с.
6. *Рассадина А. А.* Норманн Холтер и его метод дистанционного кардиологического мониторинга. История вопроса / А. А. Рассадина, С. А. Тараканов, В. И. Кузнецов // Бюллетень сибирской медицины.— 2013.— Т. 12, № 3.— С. 162–166.
7. *Макаров Л. М.* Холтеровское мониторирование / Л. М. Макаров.— 2-е изд.— М.: Медпрактика-М, 2003.— С. 9–21.
8. *Чайковский А.* Амбулаторное мониторирование ЭКГ: новые информационные технологии и средства измерения / А. Чайковский // Журн. АМН Украины.— 2009.— Т. 15, № 4.— С. 769–779.
9. *Holter N. J.* New method for heart studies: continuous electrocardiography of active subjects over long periods is now practical / N. J. Holter // Science.— 1961.— Vol. 134.— P. 1214–1220.
10. *Newby R.* From Norman Jefferis «Jeff» Holter. A serendipitous life: An essay in biography Drumlummon Views.— Fall, Montana, 2008.— P. 224–256.
11. ACC/AHA guidelines for ambulatory electrocardiography: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Revise the Guidelines for Ambulatory Electrocardiography) / M. H. Crawford, S. J. Bernstein, P. C. Deedwania [et al.] // J. Am Coll. Cardiol.— 1999.— Vol. 34.— P. 912–948.
12. ACC/AHA Clinical Competence Statement on Electrocardiography and Ambulatory Electrocardiography A Report of the ACC/AHA/ACP-ASIM Task Force on Clinical Competence (ACC/AHA Committee to Develop a **Clinical Competence Statement on Electrocardiography and Ambulatory Electrocardiography**) Endorsed by the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology / A. Kadish, A. Buxton, H. Kennedy [et al.] // Circulation.— 2001.— Vol. 104.— P. 3169–3178.
13. *Макаров Л. М.* Современная специфика формирования показаний к проведению холтеровского мониторирования (необходимость российских стандартов) [Электронный ресурс] / Л. М. Макаров.— Режим доступа: <http://www.mtdass.ru/news/con-2001/pa28.doc>
14. *Lown B.* Approaches to sudden death from coronary heart disease / B. Lown, M. Wolf // Circulation.— 1971.— Vol. 44.— P. 130–142.
15. *Myerburg R. J.* Origins, classification and significance of ventricular arrhythmias / R. J. Myerburg, H. V. Huikuri, A. Castellanos // Foundations of Cardiac Arrhythmias;

- ed P. M. Spooner, M. R. Rosen.— N. Y., Basel, Marcel Dekker Inc., 2001.— P. 547–569.
16. Сравнение эффективности телемониторинга и холтеровского мониторирования электрокардиограммы для выявления пароксизмов фибрилляции и трепетания предсердий / О. И. Гай, О. С. Сычев, Е. Н. Романова [и др.] // Укр. кардіол. журн.— 2008.— № 4.— С. 68–75.
17. *Владимирський А. В.* Телемедицина в системі менеджмента та організації охорони здоров'я: навч. посіб. / А. В. Владимирський.— Донецьк: Цифрова друкарня, 2012.— 468 с.
18. Чреспищеводная электрокардиография и электрокардиостимуляция / Л. В. Чирейкин, Ю. В. Шубик, М. М. Медведев, Б. А. Татарский.— СПб.: ИНКАРТ, 1999.— 150 с.

ІСТОРИЯ І КЛІНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЇ: ВІД ВИТОКІВ ДО СУЧАСНОСТІ

Н. А. САФАРГАЛІНА-КОРНІЛОВА, С. В. ІВАНЧЕНКО, Н. Н. ГЕРАСИМЧУК

Описано історичні етапи розвитку електрокардіографії. Відбито особливості проведення різних методик ЕКГ. Визначено групи пацієнтів, пріоритетні для проведення електрокардіографічного обстеження. Проведено порівняльний аналіз інформативності цих методик у пацієнтів різних груп.

Ключові слова: історія розвитку електрокардіографії, холтеровське моніторування, ЕКГ-телеметрія, трансстравохідна ЕКГ.

HISTORY AND CLINICAL SIGNIFICANCE OF ELECTROCARDIOGRAPHY: FROM SOURCES TO CONTEMPORANEITY

N. A. SAFARGALINA-KORNILOVA, S. V. IVANCHENKO, N. N. GERASIMCHUK

Historical stages of electrocardiography development are described. The peculiarities of different ECG methods are featured. The groups of patients preferable for electrocardiography examination are indicated. Comparative analysis of informativity of these methods in patients of different groups is done.

Key words: history of electrocardiography development, Holter monitoring, ECG-telemetry, transesophageal electrocardiography.

Поступила 20.11.2013