

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ ИЗ ВЕНЕЧНОГО СИНУСА ПРИ ВНУТРИСЕРДЕЧНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ

Шевченко Ю.Л., Свешников А.В., Марчак Д.И.,
Геращенко А.В., Ермаков Д.Ю.*

Клиника грудной и сердечно-сосудистой хирургии имени Св. Георгия
Национального медико-хирургического Центра имени Н.И. Пирогова, Москва

УДК: 616.12-073.97
DOI: 10.25881/BPNMSC.2019.21.69.001

Резюме. В настоящее время рутинной методикой контроля ишемии при эндоваскулярных вмешательствах на коронарных артериях является электрокардиография в стандартных и усиленных отведениях от конечностей пациента. Позиционирование электродов ЭКГ на грудной клетке больного ухудшает визуализацию при рентгеноскопии, а выполнение интракоронарной ЭКГ связано с техническими сложностями и определяется наличием расходного материала в отделении. Академиком РАН Ю.Л. Шевченко предложен унифицированный способ инвазивной электрокардиографии с позиционированием электрода в коронарном синусе с целью контроля интраоперационной ишемии при эндоваскулярных вмешательствах по поводу ишемической болезни сердца.

В целях исследования информативности ЭКГ из венечного синуса больные были разделены на 2 группы: основная группа – 10 пациентов с атеросклерозом передней нисходящей артерии сердца и контрольная группа – 5 пациентов с нативным коронарным руслом. В рамках выполнения рутинных диагностических исследований и операций в венечный синус всем больным был установлен электрод, подключенный к станции для электрофизиологического исследования.

Предложенный метод интраоперационного мониторинга ишемии показал более высокую эффективность по сравнению со стандартным способом оценки ЭКГ. Эта оригинальная методика открывает дополнительные широкие возможности для исследования интраоперационной ишемии миокарда при ЧКВ и может служить высокоинформативным инструментом для изучения физиологии миокарда.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, интраоперационный мониторинг ишемии, электрокардиография из венечного синуса.

Введение

Болезни системы кровообращения (БСК) – значимая медико-социальная проблема вследствие высокой инвалидизации и смертности населения. Основной вклад в структуру заболеваемости БСК в России вносит ишемическая болезнь сердца (ИБС). Наиболее частое проявление хронической ИБС – стабильная стенокардия. По данным Государственного научно-исследовательского центра профилактической медицины в РФ почти 10 млн. граждан трудоспособного возраста страдают ИБС, и более трети из них имеют стенокардию напряжения [2].

Объем оперативных вмешательств по поводу ИБС в России, начиная с 2007 года, вырос в 3,5 раза. В значительной степени расширение помощи произошло за счет применения рентгенохирургических методов лечения: количество пациентов, перенесших ангиопластику и стентирование коронарных артерий, возросло в 4,6 раза в течение последнего десятилетия [2]. Увеличение количе-

ELECTROCARDIOGRAPHY OF THE CORONARY SINUS IN INTRACARDIAC INTERVENTIONS

Shevchenko Yu.L., Sveshnikov A.V., Marchak D.I., Gerashenko A.V., Ermakov D.Yu.*
Clinic of Thoracic and Cardiovascular Surgery St. George's of National Medical and Surgical Center. N.I. Pirogov, Moscow

Abstract. Nowadays, the routine method of ischemia control in endovascular interventions on the coronary arteries is electrocardiography in standard and amplified leads from the patient's limbs. The position of ECG electrodes on the patient's chest reduces the visualization during radioscopy, and the execution of intracoronary ECG is associated with technical difficulties and is determined by the availability of consumables in the department. Academician L. Shevchenko proposed a unified method of invasive electrocardiography with positioning of the electrode in the coronary sinus in order to control intraoperative ischemia in endovascular interventions for coronary heart disease.

In order of study of information content of the ECG from the coronary sinus, the patients were divided into 2 groups: the main group – 10 patients with atherosclerosis of the anterior descending artery of the heart and the control group – 5 patients with native coronary bed. As part of the study routine diagnostic tests and operations, an electrode connected to the station for electrophysiological examination was implanted in the coronary sinus of all patients.

The proposed method of intraoperative monitoring of ischemia showed higher efficiency compared to the standard method of ECG assessment. This original technique opens up additional wide opportunities for the study of intraoperative myocardial ischemia in PCI and can serve as a highly informative engine for the study of myocardial physiology.

Keywords: coronary heart disease, intraoperative monitoring of ischemia, electrocardiography of the coronary sinus.

ства эндоваскулярных вмешательств при стенозирующем атеросклерозе коронарных артерий создает вектор для усовершенствования существующих методов интраоперационного мониторинга электрической активности сердца (ЭАС) [5; 11].

В настоящее время для контроля ЭАС в рентгенэндоваскулярной хирургии (РЭВХ) используется стандартная методика электрокардиографии (ЭКГ). С учетом того, что сегодня подавляющее большинство вмешательств в РЭВХ проводится по поводу атеросклероза коронарных артерий (КА), мониторинг ЭКГ в первую очередь необходим для контроля интраоперационной ишемии (ИИ). ИИ при эндоваскулярных вмешательствах может быть следствием реализации патологических процессов в КА и миокарде или возникать в ответ на инвазивные манипуляции [4; 8].

Окклюзия КА баллоном или стентом, интракоронарное введение вазодилатирующих, кардиопротективных

* e-mail: ermakov.hs@gmail.com

или рентгенконтрастных препаратов, а также спонтанные или индуцированные интраоперационные осложнения приводят к ишемическим изменениям ЭАС и диктуют необходимость непрерывного интраоперационного контроля. Отработанной методикой ЭКГ в клинической практике является использование трех стандартных, трех усиленных и шести грудных отведений, позволяющих получить графическую запись ЭАС в трех плоскостях и картировать зоны ишемии миокарда. Однако позиционирование электродов на грудной клетке пациента в условиях рентгеноперационной ухудшает визуализацию, что затрудняет проведение эндоваскулярного вмешательства.

Таким образом, в РЭВХ единственной универсальной методикой неинвазивного интраоперационного контроля ЭАС является ЭКГ в трех стандартных и трех усиленных отведениях от конечностей пациента с использованием кардиомонитора. Недостаточная информативность кардиограммы, получаемой в единственной фронтальной плоскости, привела к появлению альтернативных методов оценки ЭАС при эндоваскулярных вмешательствах.

Впервые способ модификации ЭКГ для мониторинга миокардиальной ишемии в РЭВХ, названный интракоронарной ЭКГ (иЭКГ), предложили Friedman P. et al. (1986) [10]. Пациентам, которым выполнялось плановое эндоваскулярное вмешательство по поводу ИБС, заводили коронарный проводник (КП) с низким уровнем электрического сопротивления за зону стеноза в дистальные отделы пораженной КА. КП, играющий роль монополярного электрода (МЭ), изолировали тefлоновым катетером вплоть до терминального участка длиной 30 см и подключали к электрокардиографу. Частота выявления элевации сегмента ST или изменений T-зубца при окклюзии КА с использованием МЭ составила 71% против 31% в группе со стандартной методикой ЭКГ. Таким образом, впервые была доказана большая информативность инвазивной иЭКГ в РЭВХ.

В последующем было выполнено большое количество исследований по поводу иЭКГ в различных модификациях с незначительными изменениями методики. Несмотря на большую эффективность иЭКГ, метод недостаточно унифицирован. В ряде случаев атеросклеротического поражения КА с тяжелым кальцинозом и определенной коронарной анатомией технически сложно выполнить заведение КП с целью получения иЭКГ за зону стеноза. Предъявляются определенные требования к КП: электропроводный материал с изолированным покрытием в среднем участке проводника, терминальные участки с низким сопротивлением. Для достижения точности и минимизации артефактов в современных условиях необходима изоляция КП церебральным микрокатетером, что вызывает существенное удорожание эндоваскулярного вмешательства и делает невозможным его внедрение в рутинную хирургическую практику.

Таким образом, возможность заведения КП в КА для оценки ЭАС в каждом отдельном случае определяется анатомией коронарного русла, а также локализацией и типом атеросклеротического поражения. Вместе с тем,

формируется запрос к наличию в отделении рентгенохирургии отдельных видов расходных материалов, которые, кроме того, требуют анализа их электропроводных свойств. Все вышеперечисленное определяет отсутствие унификации и универсальности методики инвазивной ЭКГ в формате интракоронарной ЭКГ.

Перспективной альтернативой представляется инвазивное электрофизиологическое исследование сердца (ЭФИ), ставшее одним из основных способов анализа внутрисердечной проводимости. Интракардиальное ЭФИ дает возможность оценить проведение импульса возбуждения на различных участках проводящей системы сердца. В настоящее время инвазивное ЭФИ используют аритмологи для уточнения локализации АВ-блокады, характера пароксизмальных тахиаритмий, источника и механизмов эктопических нарушений ритма, определения наличия аномальных проводящих путей [1; 4]. Однако в современной литературе отсутствуют данные о применении многоканальных интракардиальных



Рис. 1. Электрод CS в коронарном синусе.

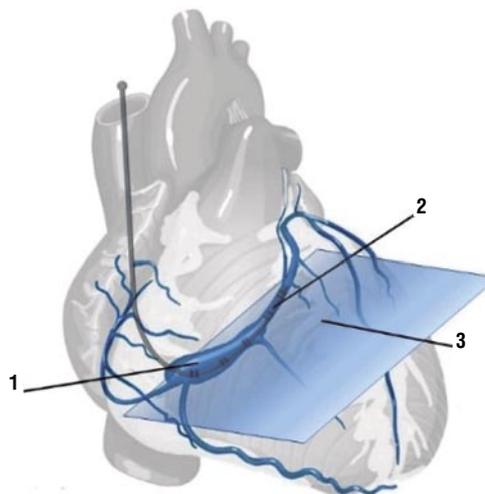


Рис. 2. Схема расположения электрода в коронарном синусе. 1 – коронарный синус; 2 – CS-электрод; 3 – плоскость проекции вектора электрической оси сердца от отведения электрода.

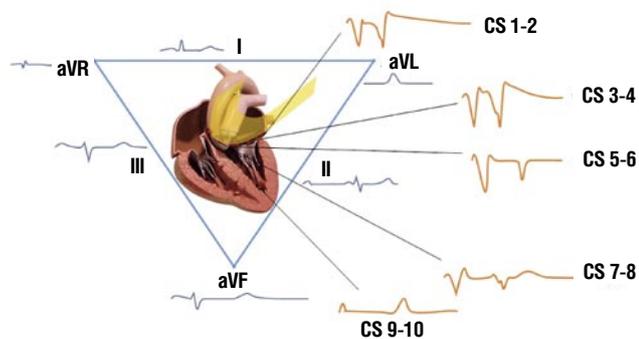


Рис. 3. Схематическое изображение графиков ЭКГ, получаемых со стандартных, усиленных и эндоваскулярных отведений.

электродов и программной обработки ЭАС в рутинном мониторинге ИИ в РЭВХ.

В Пироговском Центре академиком РАН Ю.Л. Шевченко предложен унифицированный способ инвазивной электрокардиографии с позиционированием электрода в коронарном синусе (КСин) для контроля интраоперационной ишемии в эндоваскулярной хирургии. Периферическим трансвенозным доступом в КСин заводится многоканальный электрод, подключаемый к ЭФИС. Одновременно с этим на поверхности тела пациента устанавливаются четыре электрода, которые также присоединяются к рабочей станции. На возможность катетеризации КСин не влияет коронарная анатомия и тип атеросклеротического поражения КА, что технически выгодно отличает этот метод контроля ЭАС от иЭКГ. Кроме того, использование программного обеспечения ЭФИС и интракардиальных отведений позволяет с высокой точностью получать и анализировать данные ЭКГ.

Материалы и методы

Проанализированы результаты интраоперационного контроля ишемии с использованием ЭФИС для инвазивного мониторинга ЭКГ у 10 пациентов со стенозирующим атеросклерозом КА и стабильной ИБС, поступивших на плановое КС, и 5 больных группы контроля с неизменными КА, госпитализированных с целью выполнения эндоваскулярного вмешательства по поводу нарушений ритма в 2018 году. Исследование выполнялось на базе отделений рентгенхирургических методов диагностики и лечения и хирургического лечения сложных нарушений ритма и электрокардиостимуляции Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова в рамках выполнения рутинных диагностических исследований и операций. При этом введенный в венечный синус электрод выполнял функции временного электрокардиостимулятора. Мужчин было 6 (40%), женщин 9 (60%). Все пациенты подписали информированное согласие на проведение исследования.

Объективизация наличия ИБС проводилась согласно общепринятым рекомендациям. Тредмил-тест проводили на аппарате GE Ergometr 900ERG, эхокардио-

графию (ЭхоКГ) – на сонографе GE Vivid E9. В случае необходимости больным ИБС выполнялась перфузионная сцинтиграфия миокарда («Discovery NM/CT 670» GE). Всем пациентам с ИБС проводилась селективная полипозиционная коронарография как метод, рекомендованный Европейским обществом кардиологов для верификации поражений коронарного русла у больных стабильной стенокардией [3].

Критерии включения в группу ЧКВ: стеноз передней нисходящей артерии (ПНА) >50% с документированной ишемией [3].

Критерии исключения из группы ЧКВ: многосудистое поражение коронарного русла, фибрилляция и трепетание предсердий (ФП и ТП), хроническая и острая почечная недостаточность, невозможность назначения антиромбоцитарной терапии, тяжелая степень анемии, кардиомиопатии различного генеза, хронические заболевания дыхательной и пищеварительной систем в стадии декомпенсации.

Объективизация нарушений ритма у пациентов с нарушениями ритма проводилась на основании предоперационного обследования в объеме стандартной поверхностной ЭКГ в 12-ти отведениях. Критериями включения были персистирующие формы типичной ФП и ТП вне пароксизма. Исключены были из исследования пациенты с декомпенсированными хроническими заболеваниями (аналогично с группой ИБС) и больные с атеросклеротическим поражением КА.

После первичного обследования пациентам в группе с ИБС в плановом порядке была выполнена реваскуляризация миокарда методом стентирования КА. Эндоваскулярное вмешательство проводилось по стандартной методике на ангиографических установках с использованием коронарной компьютерной программы для оценки степени и протяженности стенозов коронарных артерий. Во всех случаях КС выполнялась баллонная преддилатация пораженного участка КА. Всем пациентам до процедуры назначали двойную антиагрегантную терапию аспирином в дозе 100 мг и клопидогрелом в дозе 75 мг в день. В начале процедуры ЧКВ выполнялась внутривенная инфузия гепарина с учетом активированного частичного тромбопластинного времени и активированного времени свертывания. В процессе этапов КС интракоронарно болюсно вводились нитраты, что учитывалось при оценке ЭАС. Клиническая характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Табл. 1. Характеристика, включенных в исследование пациентов

Показатель	Группа ИБС	Группа контроля
Средний возраст	69,5±10,5	62±7
Мужской пол	30%	60%
Женский пол	70%	40%
Курильщики	70%	40%
Артериальная гипертония	70%	60%
Сахарный диабет	10%	–
Гиперлипидемия	70%	40%



Рис. 4. Применение ЭФИ-станции в рентгеноперационной.

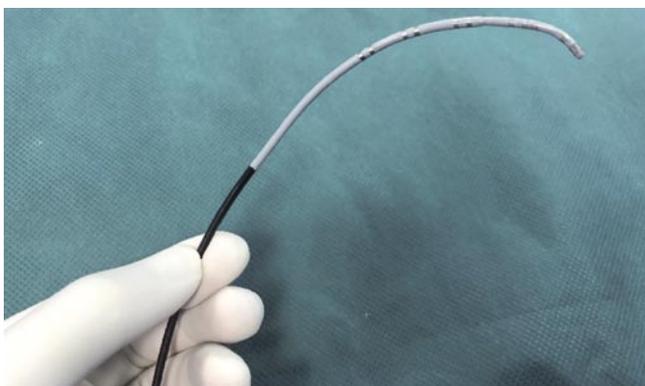


Рис. 5. Десятиканальный электрод CS.

10 пациентам было выполнено КС стеноза проксимальной и средней трети ПНА. Средняя длина стента составила 23 ± 5 мм, средний диаметр стента – $2,5 \pm 0,25$ мм. Для имплантации применялись стенты Endeavor Resolute и Endeavor Sprint. Перед КС проводилась катетеризация левой подключичной вены (ПВ), в которую устанавливался интродьюсер 7F. В коронарный синус (КСин) через ПВ заводился десятиканальный эндоваскулярный CS-электрод (ЭЭ). Устье КСин катетеризировалось под рентгенонаведением.

ЭЭ подключался к ЭФИС EP WorkMate Recording System вместе с четырьмя стандартными электродами, прикрепленными к конечностям. Одновременно с шестью отведениями (I, II, III, aVL, aVF, aVR), с помощью компьютерной программы для обработки данных ЭФИ EP WorkMate Recording System v.4.3.2 (EPWMRS) записывались графики ЭКГ двухполюсных отведений эндоваскулярного электрода (ОЭЭ) (CS 1-2, CS 3-4, CS 5-6, CS 7-8, CS 9-10). ОЭЭ были независимы от нулевого электрода на поверхности тела пациента и не связаны между собой. Кривая эндоваскулярной ЭКГ (эЭКГ) строилась на основании вектора электрического потенциала (ЭП) относительно пары электродов каждого отведения ЭЭ с помощью программного фильтра в следующем диапазоне частот (табл. 2).

Табл. 2. Диапазон частот отведений

Name	Position	Amp	Clip	High	Low	Source	-,+
I	1	1.0 mV cm	Clip	5 Hz	20 Hz	ECG	-, -
II	2	1.0 mV cm	Clip	5 Hz	20 Hz	ECG	-, -
III	3	1.0 mV cm	Clip	5 Hz	20 Hz	ECG	-, -
aVF	4	1.0 mV cm	Clip	5 Hz	20 Hz	ECG	-, -
AVL	5	0.5 mV cm	1 cm	5 Hz	20 Hz	ECG	-, -
aVR	6	0.5 mV cm	Clip	5 Hz	20 Hz	ECG	-, -
CS 1-2	9	0.3 mV cm	1 cm	30 Hz	500 Hz	JBox	31,32
CS 3-4	10	0.3 mV cm	1 cm	30 Hz	500 Hz	JBox	33,34
CS 5-6	11	0.3 mV cm	1 cm	30 Hz	500 Hz	JBox	35,36
CS 7-8	12	0.3 mV cm	1 cm	30 Hz	500 Hz	JBox	37,38
CS 9-10	13	0.3 mV cm	1 cm	30 Hz	500 Hz	JBox	39,40

Топографически электрод в соответствии с анатомией КСин располагался на заднебазальной части левого желудочка (ЛЖ). При этом, вектор ЭП проецировался на плоскость, проходящую через фиброзное кольцо митрального клапана, в связи с чем достигалась возможность регистрации характерных для ишемии изменений ЭАС в виде депрессии или элевации сегмента ST.

Запись эЭКГ и пЭКГ производилась на четырех этапах эндоваскулярного вмешательства в группе ИБС:

- I. Baseline: ЭКГ до катетеризации и введения контраста в устье ЛКА.
- II. Контраст: ЭКГ при введении контраста в ЛКА.
- III. Инфляция: запись ЭКГ в момент баллонной окклюзии КА с целью преддилатации стеноза.
- IV. Стентирование: оценка ЭКГ непосредственно при установке стента в КА.

В контрольной группе изучался ответ ЭКГ на введение контрастного вещества в устье ЛКА.

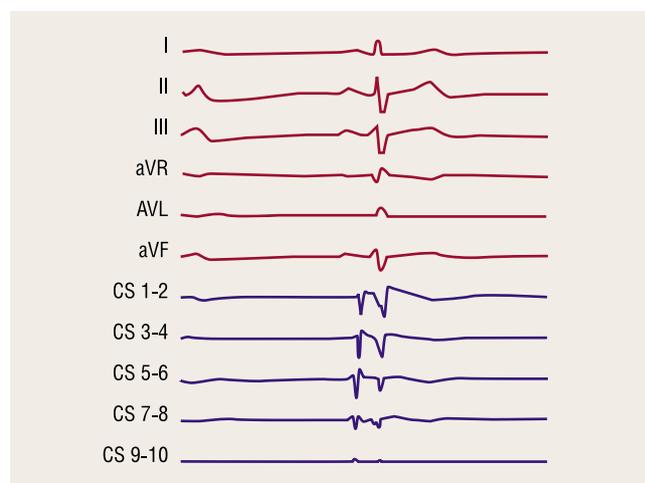


Рис. 6. ЭКГ пациента без поражения коронарных артерий.

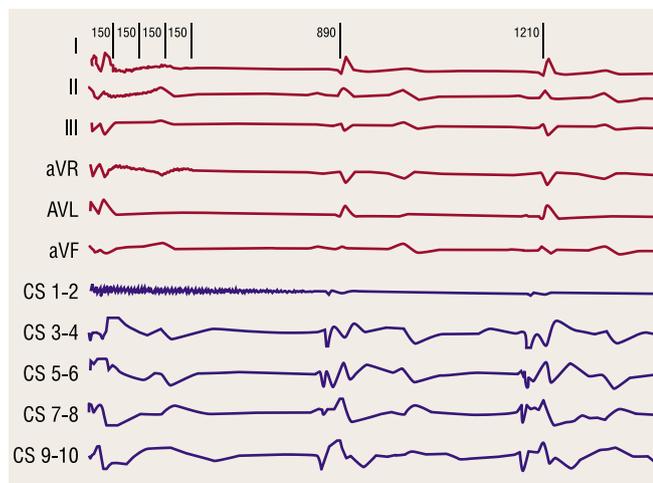


Рис. 7. ЭКГ больного ИБС.

Результаты

Запись ЭКГ происходила с начала действия ишемического агента в течение 10 с. Для стандартизации анализа кривых изучался сегмент ST и T-зубец первого полного комплекса PQRSST после 300 мс с момента включения записи.

В комплексе ST-T (STT) прицельно изучалось изменение общей амплитуды и объема смещения STT выше и ниже относительно изолинии в ответ на различные ишемические агенты. Замер исходных данных производился в программе EPWMRS. Визуальная разница нативной ЭЭКГ пациента без поражения КА и больного ИБС представлена на рисунках 6 и 7.

Сравнение чувствительности методов представлено в таблицах 3–6.

Сравнение эффективности методов проводилось с помощью анализа отношения амплитуды, смещения комплекса STT выше и ниже изолинии ЭКГ (положительное и отрицательное смещение в табл. 3–5) к исходному voltaжу STT для каждого пациента. Коэффициент

Табл. 3. Амплитуда (группа ИБС)

Отведение	Baseline	Контраст		Инфляция		Стентирование	
	Среднее отклонение (mV)	Среднее отклонение $\langle \Gamma \rangle \text{Л}$	КО***	Среднее отклонение (mV)	КО	Среднее отклонение (mV)	КО
I	0,2465±0,0945	0,2511±0,1115	1,01	0,264±0,1065	1,07*	0,2925±0,1145	1,18*
II	0,219±0,124	0,227±0,038	1,03*	0,299±0,1095	1,37*	0,255±0,054	1,16*
III	0,209±0,076	0,201±0,082	0,96	0,1925±0,0615	0,92	0,165±0,0065	0,78
aVR	0,186±0,106	0,1792±0,0755	0,96	0,1695±0,0515	0,9	0,190±0,0865	1,02
AVL	0,1345±0,0355	0,1389±0,022	1,03*	0,1995±0,0845	1,48*	0,233±0,1	1,73*
aVF	0,1825±0,0875	0,165±0,105	0,9	0,1749±0,1205	0,95	0,145±0,071	0,79
CS 1-2	0,0145±0,0045	0,024±0,0035	1,65*	0,0295±0,0285	2,03*	0,058±0,048	4,14*
CS 3-4	0,1055±0,0355	0,1109±0,024	1,05*	0,121±0,061	1,13*	0,1135±0,0435	1,27*
CS 5-6	0,188*±0,143	0,175±0,125	0,93	0,1295±0,0945	0,68	0,088±0,053	0,46
CS 7-8	0,1075±0,0145	0,11±0,065	1,02	0,0705±0,0355	2,44*	0,134±0,07	1,25*
CS 9-10	0,0815±0,0305	0,0905±0,0075	1,11*	0,0925±0,0095	1,13*	0,1315±0,0455	1,6*

Примечание: * – $P < 0,05$; *** КО – коэффициент отклонения.

Табл. 4. Положительное смещение (группа ИБС)

Отведение	Baseline	Контраст		Инфляция		Стентирование	
	Среднее отклонение (mV)	Среднее отклонение (mV)	КО	Среднее отклонение (mV)	КО	Среднее отклонение (mV)	КО
I	0,1355±0,0725	0,1399±0,071	1,03*	0,1463±0,0315	1,08*	0,146±0,057	1,07
II	0,1285±0,0715	0,1300±0,026	1,01	0,171±0,076	1,06*	0,1645±0,0415	1,28*
III	0,1285±0,0045	0,1205±0,017	0,94	0,1195±0,0505	0,92	0,209±0,076	1,62*
aVR	0,092±0,073	0,0899±0,013	0,98	0,0585±0,0345	0,63	0,0885±0,0715	0,96
AVL	0,108±0,057	0,1033±0,051	0,96	0,0938±0,0855	0,86	0,113±0,0355	1,04*
aVF	0,119±0,043	0,098±0,019	0,82	0,0907±0,0765	0,76	0,0765±0,0505	0,38
CS 1-2	0,005±0,001	0,008±0,003	1,6*	0,019±0,019	3,8*	0,0175±0,0115	3,5*
CS 3-4	0,0465±0,0335	0,0502±0,0017	1,08*	0,054±0,0495	1,16*	0,0495±0,038	1,06*
CS 5-6	0,1205±0,1075	0,1184±0,0016	0,98	0,1045±0,0665	0,86	0,037±0,011	0,3
CS 7-8	0,0605±0,0065	0,0404±0,0095	0,67	0,032±0,03	0,52	0,045±0,003	0,74
CS 9-10	0,045±0,013	0,039±0,004	0,87	0,02705±0,0125	0,6	0,0495±0,0275	1,1*

Примечание: * – $P < 0,05$.

Табл. 5. Отрицательное смещение (Группа ИБС)

Отведение	Baseline	Контраст		Инфляция		Стентирование	
	Среднее отклонение (mV)	Среднее отклонение (mV)	КО	Среднее отклонение (mV)	КО	Среднее отклонение (mV)	КО
I	0,117±0,016	0,1335±0,0091	1,14*	0,15±0,078	1,28*	0,1465±0,0575	1,25*
II	0,1165±0,0665	0,1301±0,0054	1,12*	0,144±0,019	1,24*	0,132±0,054	1,13*
III	0,1235±0,0285	0,1076±0,0073	0,87	0,091±0,03	0,74	0,054±0,035	0,44
aVR	0,094±0,033	0,1116±0,0086	1,19*	0,131±0,017	1,39*	0,1375±0,0375	1,46*
aVL	0,097±0,049	0,1029±0,0113	1,06	0,1103±0,035	1,14	0,172±0,1365	1,77
aVF	0,2345±0,0445	0,1335±0,0092	0,6	0,0842±0,044	0,36	0,048±0,041	0,2
CS 1-2	0,005±0,001	0,0071±0,0019	1,42*	0,01±0,0095	2*	0,015±0,0365	3*
CS 3-4	0,0655±0,0085	0,0655±0	1	0,0655±0,026	1	0,065±0,0065	0,99
CS 5-6	0,0675±0,0355	0,0547±0,0048	0,81	0,035±0,028	0,52	0,051±0,042	0,76
CS 7-8	0,0485±0,0195	0,0513±0,0014	1,05*	0,06±0,037	1,23*	0,054±0,032	1,11*
CS 9-10	0,0495±0,0305	0,0658±0,0113	1,33*	0,103±0,022	2,08*	0,074±0,026	1,49

Примечание: * – P<0,05.

Табл. 6. Средний коэффициент отклонения

Средний КО***	Амплитуда			Положительное смещение			Отрицательное смещение		
	Контраст	Инфляция	Стентирование	Контраст	Инфляция	Стентирование	Контраст	Инфляция	Стентирование
Стандартные отведения	1,03	1,3	1,35	1,03	1,07	1,25	1,15	1,3	1,28
Эндоваскулярные отведения	1,27	1,68	2,065	1,34	2,48	1,88	1,26	1,77	1,86

Примечание: ***КО – коэффициент отклонения.

отклонения (КО) – среднее арифметическое (СА) из полученных данных – это степень изменения STT в случае введения контраста, раздувания баллона в КА и установки стента. В таб. 6 для большей наглядности результата представлен средний КО, являющийся СА для всех достоверно изменившихся в ответ на ишемию КО.

Клинический пример

Пациент М., 68 лет, поступил в отделение рентгенохирургических методов диагностики и лечения Пироговского Центра с жалобами на давящую боль за грудиной при ходьбе на расстояние более 500 м.

Данные стресс-эхокардиографии: клинически значимая депрессия сегмента ST в отведениях I, II, aVL, V4-V6; зона гипокинезии в области передней стенки левого желудочка. Данные коронароангиографии (КАГ): стеноз ПНА 80% в средней трети.

Пациенту через левую подключичную вену установлен электрод CS в коронарный синус, сняты базовые показания пЭКГ и эЭКГ. Контрольная КАГ при эндоваскулярном вмешательстве: стеноз ПНА 80%, диаметр пораженной артерии 2,4 мм, протяженность стеноза 20 мм. Выполнена преддилатация стеноза баллонным катетером 1,50 × 20 мм. В зону стеноза позиционирован и установлен стент 2,5 × 24 мм. Последовательно во время введения контраста, преддилатации и стентирования сняты показания ЭКГ. Этапы оперативного вмешательства и программная обработка ЭКГ представлены на Рис. 8–11.

При ишемическом воздействии изменения комплекса STT в стандартных отведениях I, II и aVL составили в среднем 12%, 17% и 19%. При этом, STT отведений CS 1-2, CS 3-4, CS 7-8, CS 9-10 изменился на 157%, 21%, 35% и 45% соответственно. Смещение значений оценивалось путем отношения вольтажей STT при ишемическом воздействии к исходной ЭКГ, далее выводился коэффициент

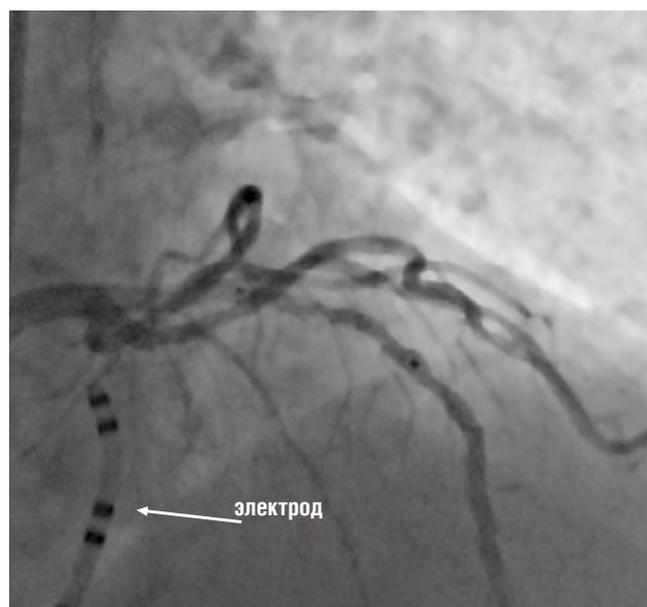


Рис. 8. Позиционирование стента.

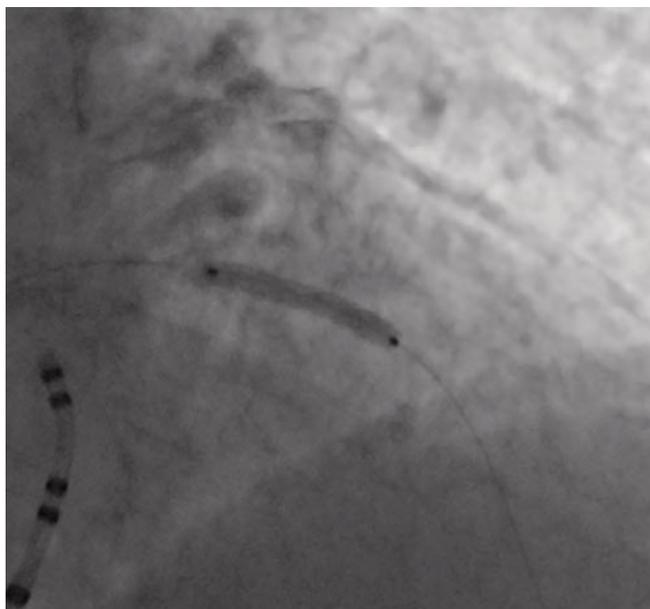


Рис. 9. Установка стента.

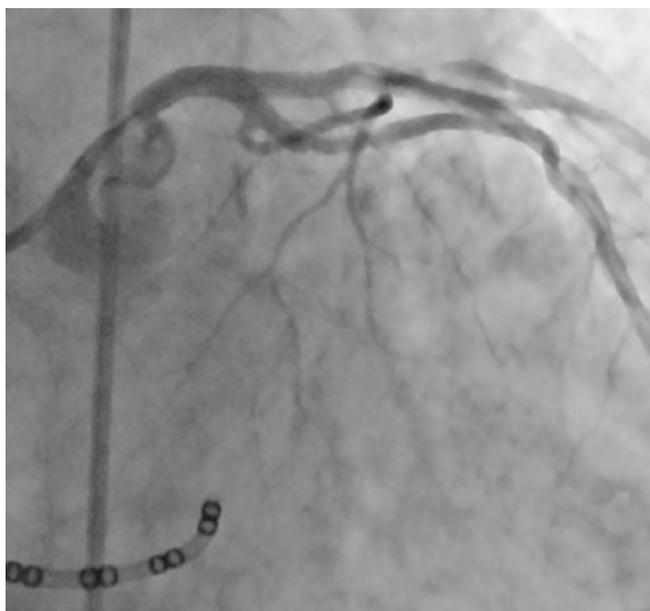


Рис. 10. Ангиограмма стентированного участка.

отклонения от этих отношений, которое и являлось искомым процентным показателем.

Таким образом, исходя из результатов, представленных в таб. 3–6, следует, что эЭКГ более чувствительна к ишемии, чем ЭКГ в стандартных и усиленных отведениях. Одновременно с этим, у пациентов контрольной группы были обнаружены изменения комплекса STT, однако они оказались недостоверны. Вероятно, это связано с тем, что перфузии КА контрастным препаратом в течение нескольких секунд недостаточно для индукции ишемии у пациента, не страдающего атеросклерозом КА.



Рис. 11. Программная визуализация ЭКГ.

Вывод

Методика внутрисердечной электрокардиографии из венечного синуса, предложенная академиком Ю.Л. Шевченко, представляется эффективным способом инвазивного контроля при эндоваскулярных вмешательствах у пациентов с ИБС. Унификация инвазивной ЭКГ предполагает отказ от технически сложных манипуляций по заведению проводников в КА и требований к расходному материалу и позволяет путем катетеризации венечного синуса непрерывно получать достоверную информацию о состоянии миокарда в момент эндоваскулярного вмешательства и выполняться рутинно. Эта оригинальная методика открывает дополнительные широкие возможности для исследования интраоперационной ишемии миокарда при ЧКВ и может служить высокоинформативным инструментом для изучения физиологии миокарда.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Бокерия, Л.А., Бокерия, О.Л., Меликулов, А.Х., Ле Т.Г. Инвазивное электрофизиологическое исследование: роль в прогнозе внезапной сердечной смерти // *Анналы аритмологии*, № 2, 2010. 42 с. [Bokeriya, L.A., Bokeriya, O.L., Melikulov, A.H., Le, T.G. Invazivnoe ehlektrofiziologicheskoe issledovanie: rol' v prognoze vnezapnoj serdechnoj smerti // *Annaly aritmologii*, № 2, 2010. 42 s.]
2. Бокерия, Л.А., Гудкова, Р.Г. Болезни системы кровообращения и сердечно-сосудистая хирургия в Российской Федерации. Состояние и проблемы // *Аналитический вестник Совета Федерации*, 2015. 9 с. [Bokeriya, L.A., Gudkova, R.G. Bolezni sistemy krovoobrashcheniya i serdechno-sosudistaya hirurgiya v Rossijskoj Federacii. Sostoyanie i problemy // *Analiticheskij vestnik soвета federacii*, 2015. 9 s.]
3. Мирзаханова, Л.Р. Эффективность коронарного стентирования и консервативной терапии у больных пожилого возраста: результаты длительного проспективного наблюдения // *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. 2011 Т. 6, № 7. 708 с. [Mirzahanova, L.R. EHffektivnost' koronarного stentirovaniya i konservativnoy terapii u bol'nyh pozhilogo vozrasta: rezul'taty dlitel'nogo prospektivnogo nablyudeniya // *Racional'naya Farmakoterapiya v Kardiologii*. 2011 Т. 6, № 7. 708 s.]

4. Ревিশвили, А.Ш., Бойцов, С.А., Давтян, К.В., Зенин, С.А., Кузнецов, В.А., Купцов, В.В., Лебедев, Д.С., Ломидзе, Н.Н., Медведев, М.М., Недоступ, А.В., Неминущий, Н.М., Певзнер, А.В., Покушалов, Е.А., Рзаев, Ф.Г., Татарский, Б.А., Термососов, С.А., Тюрина, Т.В., Шубик, Ю.В., Яшин, С.М. Клинические рекомендации по проведению электрофизиологических исследований, катетерной абляции и применению имплантируемых антиаритмических устройств // Новая редакция. 2017. 702 с. [Revishvili, A.S.H., Bojcov, S.A., Davtyan, K.V., Zenin, S.A., Kuznetsov, V.A., Kupcov, V.V., Lebedev, D.S., Lomidze, N.N., Medvedev, M.M., Nedostup, A.V., Neminushchij, N.M., Pevzner, A.V., Pokushalov, E.A., Rzaev, F.G., Tatarskij, B.A., Termososev, S.A., Tyurina, T.V., Shubik, YU.V., YAshin, S.M. Klinicheskie rekomendacii po provedeniyu ehlektrofiziologicheskikh issledovanij, kateternoj ablyacii i primeneniyu implantiruemykh antiaritmicheskikh ustrojstv // Novaya redakciya. 2017. 702 s.]
5. Шевченко, Ю.Л., Бобров, Л.Л., Обрезан, А.Г. Диастолическая функция левого желудочка // М.: ГЭОТАР-Медиа, 2002. 240 с. [Shevchenko, YU.L., Bobrov, L.L., Obrezan, A.G. Diastolicheskaya funkciya levogo zheludochka / YU.L. Shevchenko, L.L. Bobrov, A.G. Obrezan. // М.: GEOTAR-Media, 2002. 240 s.]
6. Шевченко, Ю.Л., Борисов, И.А., Виллер, А.Г., Палеев, Ф.Н., Колесова, М.Б. Возможности современных эндоваскулярных технологий в лечении тяжелых форм ишемической болезни сердца. // Качество жизни. Медицина. 2003. Т. 2. С. 28. [Shevchenko, YU.L., Borisov, I.A., Viller, A.G., Paleev, F.N., Kolesova, M.B. Vozmozhnosti sovremennykh ehndovaskulyarnykh tekhnologij v lechenii tyazhelykh form ishemicheskoy bolezni serdca. // Kachestvo zhizni. Medicina. 2003. T. 2. S. 28.]
7. Acharya, U.R., Fujita, H., Adam, M., Lih, O.S., Sudarshan, V., Hong, T.J., Koh, J., Hagiwara, Y., Shua, C.K., Poo, C.K., San, T.R. Automated characterization and classification of coronary artery disease and myocardial infarction by decomposition of ECG signals: A comparative study // Information Sciences. 2017. Vol. 377. P. 17–29.
8. Acharya, R., Fujita, H., Lih, O. S., Adam, M., Tan, J. H., Chua, C.C. Automated detection of coronary artery disease using different durations of ECG segments with convolutional neural network // Knowledge-Based Systems. 2017. Vol. 132. P. 62–71.
9. Fakhri, Y., Busk, M., Schoos, M.M., Terkelsen, C.J., Kristensen, S.D., Wagner, G. S., Sejersten, M., Clemmensen, P. and Kastrup, J. Evaluation of acute ischemia in pre-procedure ECG predicts myocardial salvage after primary PCI in STEMI patients with symptoms > 12 hours // J. of Electrocardiology. 2016. Vol. 49. № 3. P. 278–283.
10. Friedman, P.L. Value of the intracoronary electrocardiogram to monitor myocardial ischemia during percutaneous transluminal coronary angioplasty. / P.L. Friedman, T.L. Shook, J.M Kirshenbaum et al. // Therapy and prevention. Angioplasty. 1986. Vol. 74, № 2. – P. 330–340.
11. Jino, V.B., Kumaran, S., Swaminathan, N., Palanisamy, G., Gnanavelu, G., Ravishankar, G., Kumaran, N., Venkatesan, S. and Paul, G.J. A study on the ECG estimation of the extent of ischemia and its relation to the clinical and angiographic outcome in STEMI // Indian Hearth Journal. 2017. Vol. 69. № 2. P. 23–24.
12. Loewe, A., Schulze, W.H., Jiang, Y., Wilhems, M., Luik, A., Dossel, O. and Seemann, G. ECG-Based Detection of Early Myocardial Ischemia in a Computational Model: Impact of Additional Electrodes, Optimal Placement, and a New Feature for ST Deviation // BioMed Research International. Vol. 2015. 12 p.
13. Oguro, T., Fijii, M., Fuse, K., Takahashi, M., Fujita, S., Kitazawa, H., Sato, M., Ikeda, Y., Okade, M. and Aizawa, Y. Electrical alternans induced by a brief period of myocardial ischemia during percutaneous coronary intervention: The characteristic ECG morphology and relationship to mechanical alternans // Hearth Rhythm. 2015. Vol. 12, № 11. P. 2272–2277.