

© Коллектив авторов, 2021

УДК 616.12-089-073.97

Ю.Л. Шевченко^{1, 2}✉, **Д.Ю. Ермаков**^{1, 2}, **А.Ю. Вахрамеева**¹, **А.В. Геращенко**^{1, 2},
П.А. Сомов¹

Успешная эндоваскулярная коррекция бифуркационных поражений передней нисходящей артерии под контролем электрокардиографии из венечного синуса

¹ ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

² Клиника грудной и сердечно-сосудистой хирургии им. Св. Георгия, Москва, Российская Федерация

Шевченко Юрий Леонидович, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, президент Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова Минздрава России, руководитель Клиники грудной и сердечно-сосудистой хирургии им. Св. Георгия; orcid.org/0000-0001-7721-315X

✉ **Ермаков Дмитрий Юрьевич**, канд. мед. наук, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-8479-8405

Вахрамеева Анастасия Юрьевна, канд. мед. наук, радиолог; orcid.org/0000-0003-2429-3015

Геращенко Александр Витальевич, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-2806-0684

Сомов Павел Андреевич, специалист по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-0642-0597

Оценка степени компрометации боковых ветвей в процессе чрескожного коронарного вмешательства в зоне бифуркации является актуальной проблемой для интервенционных кардиологов. В настоящее время для оптимизации тактики коррекции бифуркационных поражений используются инвазивные нагрузочные тесты, такие как фракционный и моментальный резервы кровотока, которые, однако, не лишены ряда ограничений в применении. Перспективной альтернативой, позволяющей осуществлять непрерывный электрофизиологический мониторинг ишемии миокарда, представляется метод электрокардиографии (ЭКГ) из венечного синуса, предложенный и внедренный в практику академиком РАН Ю.Л. Шевченко. На двух клинических наблюдениях мы демонстрируем эффективность ЭКГ из венечного синуса для определения необходимого объема интервенционного бифуркационного вмешательства на коронарных артериях.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, электрокардиография из венечного синуса, мониторинг ишемии миокарда, бифуркационные поражения коронарных артерий

Для цитирования: Шевченко Ю.Л., Ермаков Д.Ю., Вахрамеева А.Ю., Геращенко А.В., Сомов П.А. Успешная эндоваскулярная коррекция бифуркационных поражений передней нисходящей артерии под контролем электрокардиографии из венечного синуса. *Креативная кардиология*. 2021; 15 (2): 278–85. DOI: 10.24022/1997-3187-2021-15-2-278-285

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 17.09.2020

Поступила после доработки 12.06.2021

Принята к печати 25.06.2021

Yu.L. Shevchenko^{1, 2}✉, **D. Yu. Ermakov**^{1, 2}, **A. Yu. Vakhrameeva**¹, **A. V. Gerashchenko**^{1, 2},
P. A. Somov¹

Successful endovascular correction of anterior descending artery bifurcation lesions under control of electrocardiogram from the coronary sinus

¹ Pirogov National Medical & Surgical Center, Moscow, Russian Federation

² Clinic for Thoracic and Cardiovascular Surgery named after St. George, Moscow, Russian Federation

Yuriy L. Shevchenko, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of RAS, Pirogov National Medical & Surgical Center President, Head of the Clinic for Thoracic and Cardiovascular Surgery named after St. George; orcid.org/0000-0001-7721-315X

✉ **Dmitry Yu. Ermakov**, Cand. Med. Sci., Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-8479-8405

Anastasia Yu. Vakhrameeva, Cand. Med. Sci., Radiologist; orcid.org/0000-0003-2429-3015

Aleksander V. Gerashchenko, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-2806-0684

Pavel A. Somov, Specialist in Endovascular Diagnosis and Treatment; orcid.org/0000-0002-0642-0597

Abstract

Assessing the degree of compromatation of the side branches during percutaneous coronary intervention in the bifurcation zone is a pressing issue for interventional cardiologists. Currently, to optimize treatment tactic for bifurcation lesions, doctors must use invasive stress tests, such as fractional flow reserve and instantaneous wave-free ratio. Per two clinical observations, we have demonstrated the effectiveness of an alternative invasive method used to detect myocardial ischemia in determining the required volume of bifurcation intervention – electrocardiogram from the coronary sinus.

Keywords: coronary heart disease, electrocardiogram from the coronary sinus, monitoring of myocardial ischemia, bifurcation lesions of coronary arteries

For citation: Shevchenko Yu.L., Ermakov D.Yu., Vakhrameeva A.Yu., Gerashchenko A.V., Somov P.A. Successful endovascular correction of anterior descending artery bifurcation lesions under control of electrocardiogram from the coronary sinus. *Creative Cardiology*. 2021; 15 (2): 278–85 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2021-15-2-278-285

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received September 17, 2020

Revised June 12, 2021

Accepted June 25, 2021

Введение

В настоящее время основная стратегия интервенционного лечения большинства больных с бифуркационными поражениями (БП) коронарных артерий (КА) основывается на имплантации одного стента в главный сосуд бифуркации [1]. Главная сложность таких вмешательств – сохранение оптимального кровотока боковой ветви (БВ) [1]. На сегодняшний день для оценки степени компрометации БВ *de novo* используются инвазивные нагрузочные тесты, не лишённые определенных недостатков [1–3].

Метод определения фракционного резерва кровотока (ФРК) в настоящее время является «золотым стандартом» верификации ишемии миокарда (ИшМ) у больных ишемической болезнью сердца (ИБС) на основании анализа характеристик внутри-венозного кровотока. Однако главными недостатками технологии являются необходимость введения вазодилатирующих средств в момент исследования и, соответственно, побочных эффектов данных препаратов, особенно жизнеугрожающих аритмий, а также неоднозначность результатов в ряде ситуаций вследствие феномена «дрейфа волны» и сложности интерпрета-

ции полученных данных исследования врачом-специалистом.

Определение моментального резерва кровотока (МРК) не требует создания искусственной гиперемии, что снижает риск возникновения критических нарушений ритма и нивелирует неприятные ощущения пациента во время интервенционного вмешательства. Несмотря на это пробелы в доказательности не позволяют в настоящее время эффективно применять данный тест в клинической практике.

Мы сообщаем о применении нового метода электрокардиографии (ЭКГ) из венозного синуса (ЭКГ-ВС) для оптимизации тактики бифуркационного стентирования передней нисходящей артерии (ПНА) [4–6]. Установка электрода в ВС позволяет выявлять разность потенциалов на парах катод-анод в момент снижения коронарной перфузии, которая выражается на внутрисердечных отведениях ЭКГ как смещение сегмента ST относительно изолинии. При этом амплитуда отклонения коррелирует со степенью ишемии, а направление отклонения (депрессия или элевация) – с локализацией ишемического очага и рядом поврежденной области.

Для осуществления инвазивного интраоперационного анализа ИШМ в исследовании была использована электрофизиологическая записывающая система WorkMate (St. Jude Medical). Катетеризация венечного синуса выполнялась через подключичную вену с установкой интродьюсера 7 F. Для получения точных диагностических результатов в отношении ИШМ был использован биполярный режим ЭФИ-станции со следующими настройками: объединение электродов в пять пар катод-анод с диапазоном частот 1–10 Гц, отсечением сигнала в 1 см, амплитудой 0,3 мВ/см. Цифровой анализ полученных данных осуществлялся при помощи компьютерной программы EP WorkMate Recording System v.4.3.2. Достоверными критериями ишемии по ЭКГ-ВС считались изменения сегмента ST не менее, чем в 2 смежных отведениях свыше 0,1 мВ.

Клиническое наблюдение 1

Мужчина 59 лет обратился с жалобами на загрудинную боль при физической нагрузке. Выполнена синхронизированная с ЭКГ однофотонная эмиссионная компьютерная томография сердца с технецием

(Tc^{99m} -технетрилом) (ОФЭКТ) с физической нагрузкой. Выявлена стресс-индуцированная ишемия в области передней, переднебоковой стенок, межжелудочковой перегородки (МЖП) и верхушки левого желудочка (ЛЖ), зона ишемии – 20% (рис. 1).

По результатам коронароангиографии (КАГ) визуализирован стеноз ПНА 85% в проксимальной трети; бифуркационное поражение 1.0.0 (классификация Medina); правый тип кровоснабжения миокарда. Больному в венечный синус установлен 10-канальный внутрисердечный электрод CS (ВЭ), подключенный к ЭФИ-станции, получена ЭКГ-ВС в покое (рис. 2).

В ПНА имплантирован коронарный стент с защитой диагональной ветви (ДВ-1) коронарным проводником. Во время инфляции по ЭКГ-ВС регистрировалась элевация сегмента ST в отведениях CS 1–2, CS 3–4 до 0,22 мВ (рис. 3).

При проведении контрольной КАГ визуализируется стеноз устья ДВ-1 70%. По данным ЭКГ-ВС зарегистрирована элевация сегмента ST в отведении CS 3–4 до 0,2 мВ (рис. 4). Принято решение о выполнении ангиопластики ДВ по методу «целующихся» баллонов (рис. 5). При

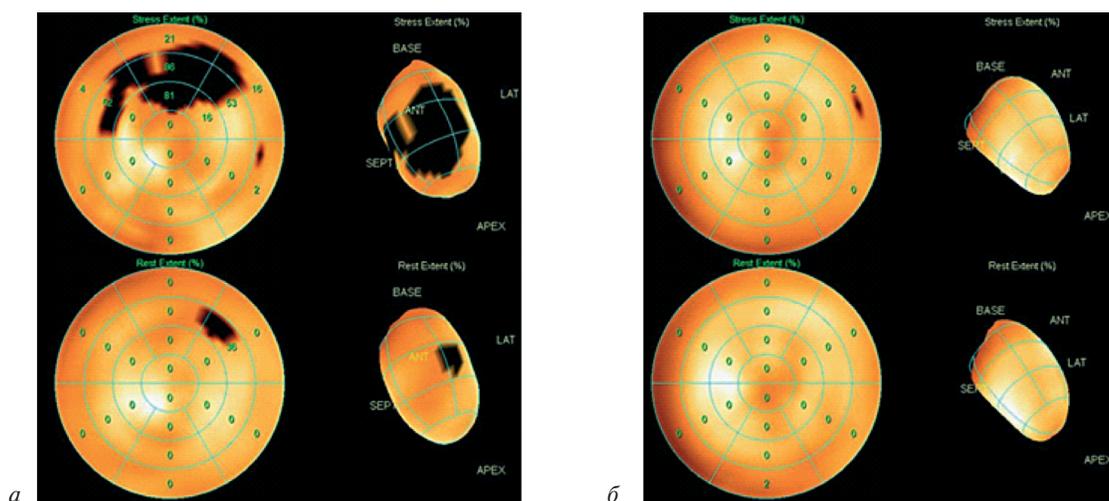


Рис. 1. ЭКГ-синхронизированная ОФЭКТ миокарда:
а – до вмешательства (зона ишемии 20%); б – после вмешательства

Fig. 1. Myocardial perfusion single photon emission computed tomography synchronized with electrocardiography:
a – before the intervention (ischemic zone 20%); b – after the intervention

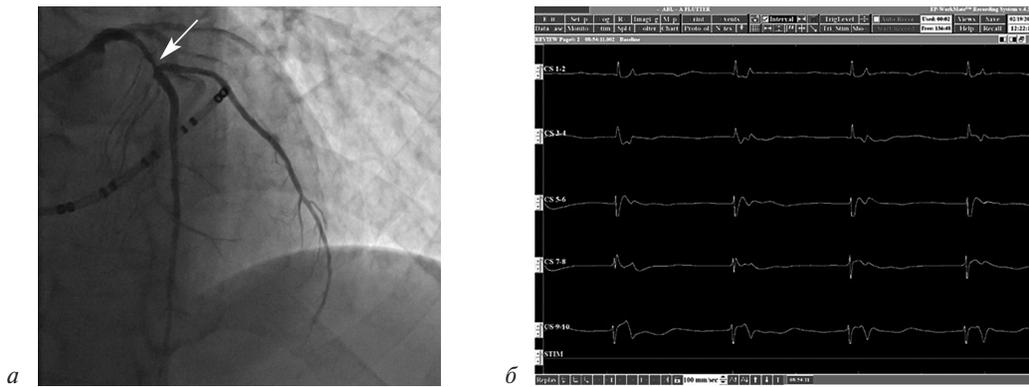


Рис. 2. КАГ (а) и ЭКГ-ВС (б) пациента с бифуркационным поражением ПНА до начала оперативного вмешательства. Стеноз ПНА 85% (указано стрелкой)

Fig. 2. Coronary angiography (a) and electrocardiography of the coronary sinus (b) of a patient with a bifurcation lesion of anterior descending coronary artery prior to the surgery. Anterior descending artery stenosis 85% (shown with an arrow)

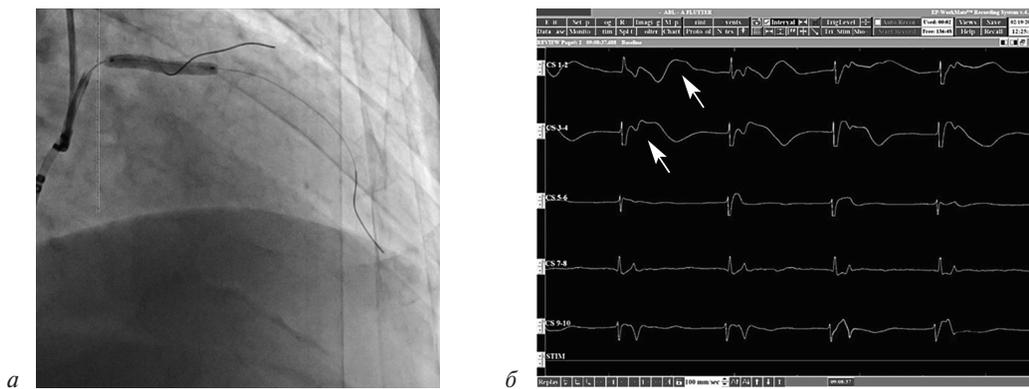


Рис. 3. КАГ (а) и ЭКГ-ВС (б) пациента во время установки стента в ПНА, элевация сегмента ST в отведениях CS 1–2, CS 3–4 (указано стрелками)

Fig. 3. Coronary angiography (a) and electrocardiography of the coronary sinus (b) of a patient during stent placement of anterior descending coronary artery, ST-segment elevation in leads CS 1-2, CS 3-4 (shown with arrows)

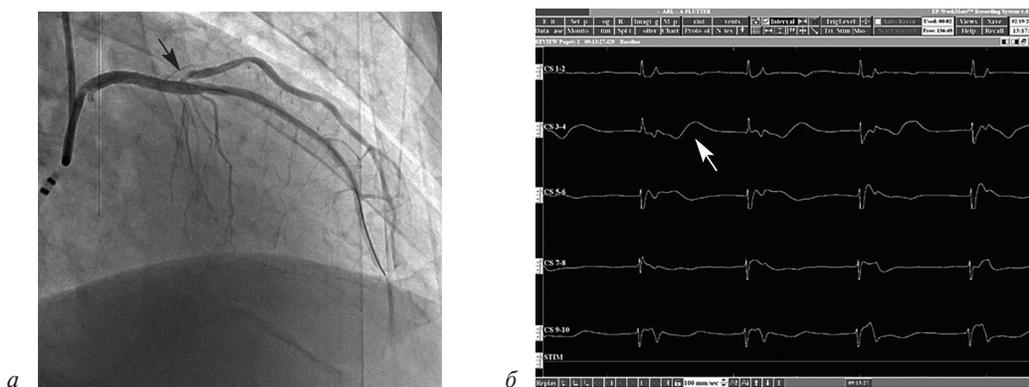


Рис. 4. КАГ (а) и ЭКГ-ВС (б) после компрометации устья ДВ-1. Стеноз устья ДВ-1 до 70%, элевация сегмента ST в отведении CS 3–4 по ЭКГ-ВС (указано стрелками)

Fig. 4. Coronary angiography (a) and electrocardiography of the coronary sinus (b) after diagonal branch-1 comprometaion. Stenosis of the ostium of a diagonal branch-1 to 70%, ST-segment elevation in leads CS 3-4 on electrocardiography of the coronary sinus (shown with arrows)

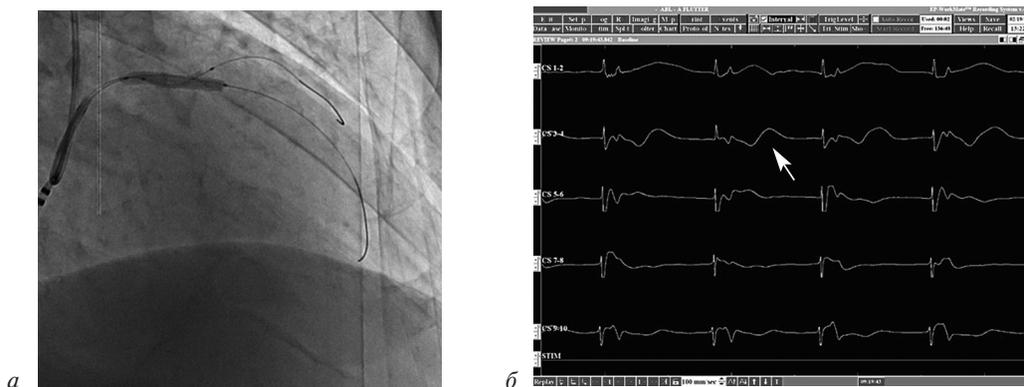


Рис. 5. КАГ (а) и ЭКГ-ВС (б) в момент проведения провизорного Т-стентирования, элевация сегмента ST в отведении CS 3–4 по ЭКГ-ВС (указано стрелкой)

Fig. 5. Coronary angiography (a) and electrocardiography of the coronary sinus (b) during provisional T-stenting, ST-segment elevation in leads CS 3–4 on electrocardiography of the coronary sinus (shown with an arrow)

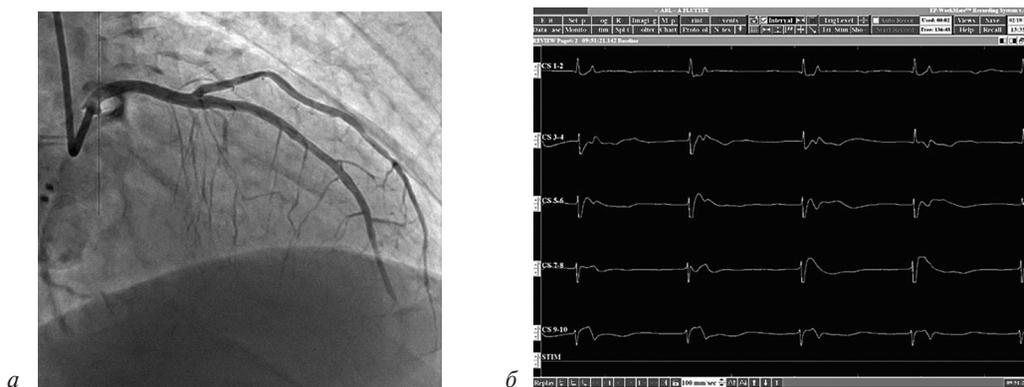


Рис. 6. КАГ (а) и ЭКГ-ВС (б) пациента с бифуркационным поражением ПНА в конце оперативного вмешательства

Fig. 6. Coronary angiography (a) and electrocardiography of the coronary sinus (b) of a patient with a bifurcation lesion of anterior descending coronary artery at the end of the surgery

контрольной КАГ: оптимальная ангиографическая картина; ишемическая динамика по ЭКГ-ВС отсутствует (рис. 6).

Принято решение об окончании вмешательства. Послеоперационный период протекал без осложнений. При выполнении ОФЭКТ через 2 мес ишемических изменений выявлено не было (см. рис. 1, б).

Клиническое наблюдение 2

Женщина 63 лет обратилась с жалобами на снижение толерантности к физической нагрузке. Выполнена ОФЭКТ с Tc^{99m}-технетрилом, по результатам которой выявлена стресс-индуцированная ишемия в области передней стенки, верхушки ЛЖ

и передней части МЖП, зона ишемии – 15% (рис. 7).

При проведении КАГ визуализирован стеноз ПНА 85% в средней трети; бифуркационное поражение 1.1.0 (классификация Medina); правый тип кровоснабжения миокарда. Пациентке установлен ВЭ, подключенный к ЭФИ-станции, получена ЭКГ-ВС в покое (рис. 8).

В ПНА имплантирован коронарный стент с защитой ДВ-3 коронарным проводником, на внутрисердечной ЭКГ – соответствующие изменения (рис. 9).

При контрольной КАГ визуализировался стеноз устья ДВ-3 70%. По ЭКГ-ВС ишемическая динамика не регистрирова-

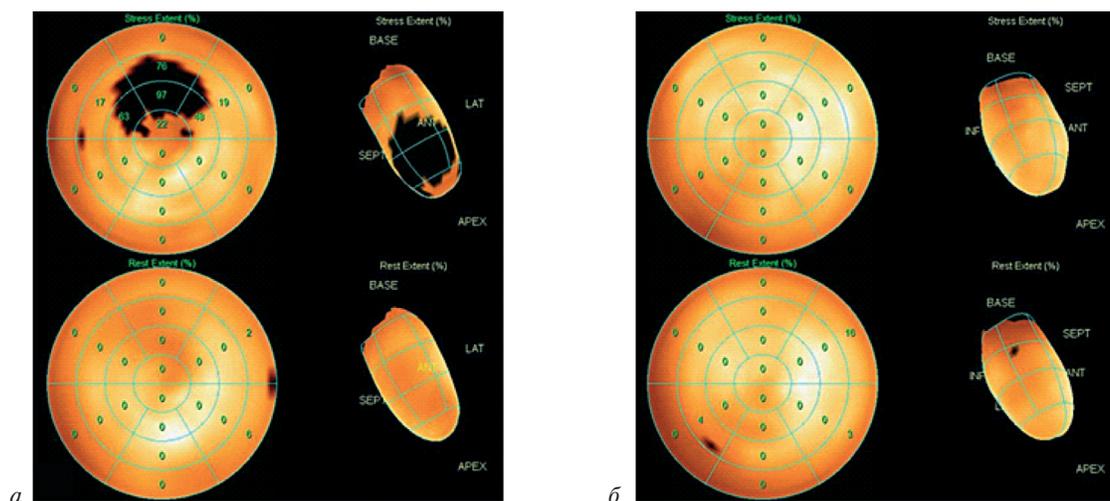


Рис. 7. ЭКГ-синхронизированная ОФЭКТ миокарда:

a – до вмешательства; *б* – после вмешательства

Fig. 7. Myocardial perfusion single photon emission computed tomography synchronized with electrocardiography:

a – before the intervention; *b* – after the intervention

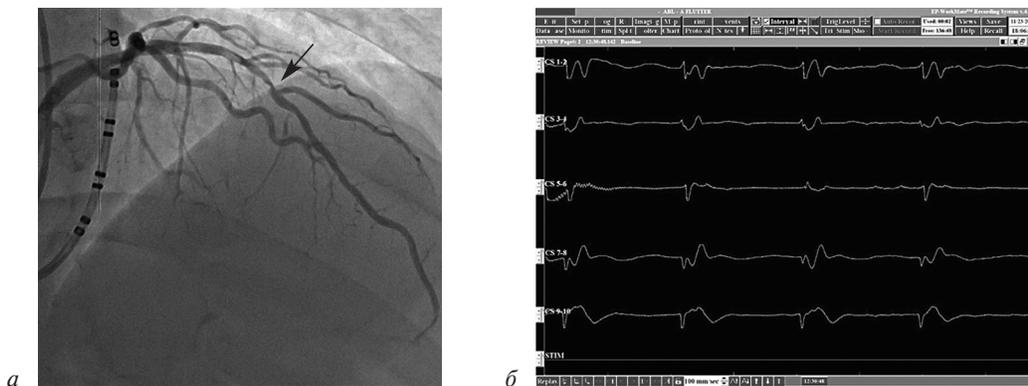


Рис. 8. КАГ (*a*) и ЭКГ-ВС (*б*) пациента с бифуркационным поражением ПНА до начала оперативного вмешательства. Стеноз ПНА 85% (указано стрелкой)

Fig. 8. Coronary angiography (a) and electrocardiography of the coronary sinus (b) of a patient with a bifurcation lesion of anterior descending coronary artery prior to the surgery. Anterior descending artery stenosis 85% (shown with an arrow)

лась. После интракоронарного введения 200 мкг нитроглицерина: стеноз устья ДВ-3 50% без изменений по ЭКГ-ВС (рис. 10).

Принято решение об окончании вмешательства на основании данных электрофизиологической диагностики и стабильного клинического состояния пациента. Послеоперационный период протекал без осложнений. При выполнении ОФЭКТ через 2 мес нарушений перфузии миокарда выявлено не было (см. рис. 7, *б*).

Обсуждение

Бифуркационные стенозы коронарных артерий до сих пор считаются технически сложными поражениями с точки зрения интервенционного лечения больных ИБС и составляют, по различным данным, 15–22% от всех интервенционных вмешательств на сосудах сердца [1, 2].

Существует большой объем данных, доказывающих, что методики имплантации

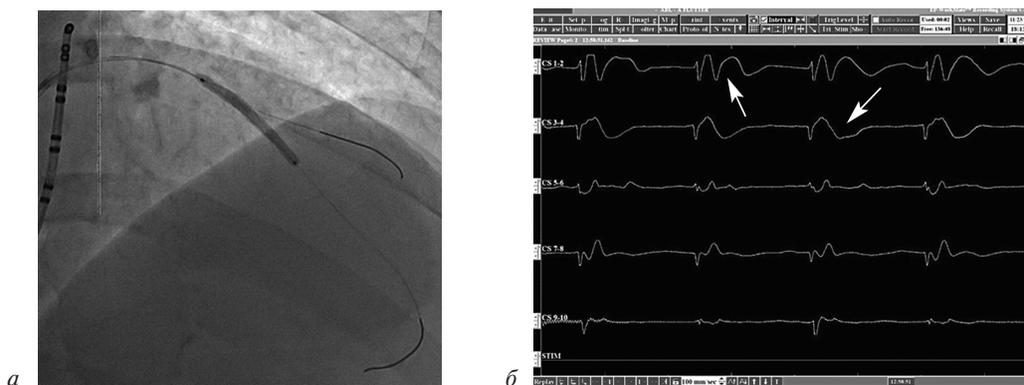


Рис. 9. КАГ (а) и ЭКГ-ВС (б) пациента во время установки стента в ПНА, элевация сегмента ST в отведении CS 1–2, депрессия сегмента ST в отведении CS 3–4 (указано стрелками)

Fig. 9. Coronary angiography (a) and electrocardiography of the coronary sinus (b) of a patient during stent placement of anterior descending coronary artery, ST-segment elevation in leads CS 1–2, ST segment depression in leads CS 3–4 (shown with

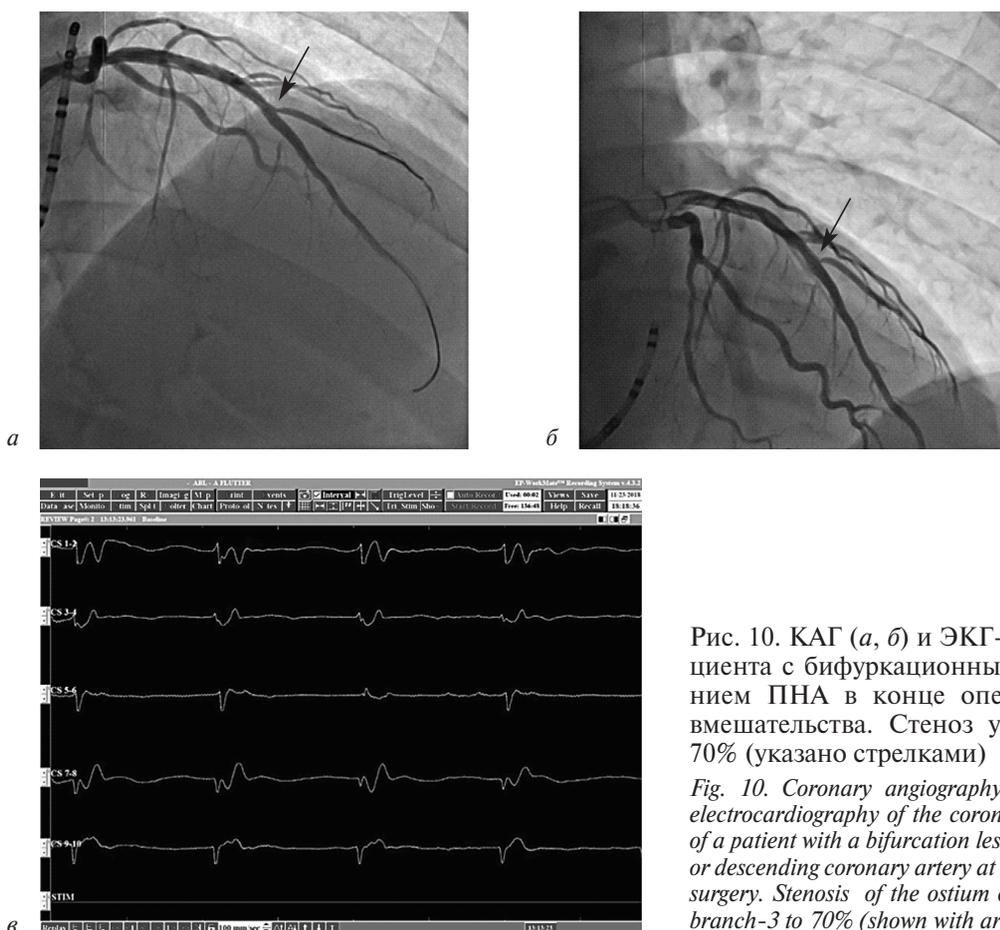


Рис. 10. КАГ (а, б) и ЭКГ-ВС (в) пациента с бифуркационным поражением ПНА в конце оперативного вмешательства. Стеноз устья ДВ-3 70% (указано стрелками)

Fig. 10. Coronary angiography (a, б) and electrocardiography of the coronary sinus (в) of a patient with a bifurcation lesion of anterior descending coronary artery at the end of the surgery. Stenosis of the ostium of a diagonal branch-3 to 70% (shown with arrows)

одного стента в главный сосуд (ГС) с защитой боковой ветви проводником и provisional-T стентированием по клиническим

и ангиографическим результатам не уступают методикам полного бифуркационного стентирования [2]. Отмечено, что методика

provisional-T стентирования отличается низким количеством больших неблагоприятных сердечных событий в отдаленном периоде, а использование стентов с антипролиферативным покрытием позволило снизить частоту рестеноза в основной артерии до 2,9–3,5% [1].

Однако в настоящее время остается нерешенным вопрос о целесообразности вмешательства в области БВ. Гемодинамическую значимость устьевого стеноза БВ после имплантации стента в ГС сложно оценить по данным ангиографии. Для оптимизации интервенционного вмешательства в области бифуркации КА в настоящее время используются методы определения фракционного и моментального резерва кровотока, которые, в свою очередь, имеют ряд лимитирующих факторов и методических ограничений [1–3].

На примере двух клинических наблюдений мы продемонстрировали возможности нового метода контроля ишемии в интервенционной кардиологии при оптимизации тактики коррекции БП – ЭКГ из венечного синуса. Высокая точность ЭКГ-ВС в отношении выявления ишемии миокарда при вмешательствах на магистральных коронарных артериях была описана Ю.Л. Шевченко и соавт. (2019, 2020 гг.) в ряде работ [4–6]. В наших клинических наблюдениях метод ЭКГ-ВС продемонстрировал высокую эффективность для определения степени компрессии диагональных ветвей передней нисходящей артерии, что подтверждено данными ОФЭКТ после интервенции. Представляется перспективным в будущем сравнение эффективности ЭКГ-ВС и методов инвазивных нагрузочных проб с целью выявления ИШМ.

Вклад авторов: Шевченко Ю.Л. – концепция и дизайн исследования, редактирование текста, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; Ермаков Д.Ю. – сбор и обработка материала, написание текста; Вахрамеева А.Ю. – сбор и обработка материала, статистическая обработка данных; Герашенко А.В., Сомов П.А. – сбор и обработка материала.

Заключение

Нам представляется, что метод ЭКГ-ВС может стать альтернативой инвазивным нагрузочным тестам при определении тактики интервенции на бифуркационном поражении КА.

Литература [References]

1. Gao X.F., Zhang Y.J., Tian N.L., Wu W., Li M.H., Bourantas C.V. et al. Stenting strategy for coronary artery bifurcation with drug-eluting stents: a meta-analysis of nine randomised trials and systematic review. *EuroIntervention*. 2014; 10 (5): 561–9. DOI: 10.4244/EIJY14M06_06
2. Neumann, F.J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U. et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur. Heart J.* 2019; 40 (2): 87–165. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394
3. Soares A., Brown D.L. The fallacies of fractional flow reserve. *Int. J. Cardiol.* 2019; 302: 34–5. DOI: 10.1016/j.ijcard.2019.12.040
4. Shevchenko Y.L., Ermakov D.Y. A new invasive method of continuously monitoring myocardial ischemia in interventional cardiology – electrocardiography from the coronary sinus. *Cardiol. Cardiovasc. Med.* 2020; 4: 191–202. DOI: 10.26502/fccm.92920116
5. Shevchenko Yu.L., Marchak D.I., Gerashchenko A.V., Ermakov D.Y. Pre-operative preparation and electrophysiological monitoring of the myocardium state with heart endovascular interventions. International Conference Scientific research of the SCO countries: synergy and integration. Participants' reports in English. Part 1. 2019: 159–67.
6. Шевченко Ю.Л., Свешников А.В., Марчак Д.И., Герашенко А.В., Ермаков Д.Ю. Электрокардиография из венечного синуса при внутрисердечных вмешательствах. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2019; 14 (1): 4–11. DOI: 10.25881/BPNMSC.2019.21.69.001 [Shevchenko Yu.L., Sveshnikov A.V., Marchak D.I., Geraschenko A.V., Ermakov D.Yu. Electrocardiography of the coronary sinus in intracardiac interventions. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2019; 14 (1): 4–11 (in Russ.).]

Contribution: Shevchenko Yu.L. – concept and design of the study, editing of the text, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article; Ermakov D.Yu. – collection and processing of materials, text writing; Vakhrameeva A.Yu. – collection and processing of material, statistical data processing; Gerashchenko A.V., Somov P.A. – collection and processing of material.