

Определение предикторов успешной реканализации хронических окклюзий коронарных артерий методом компьютерной коронарографии

Т.Н. ВЕСЕЛОВА¹, Н.К. АЗНАУРОВА¹, С.К. ТЕРНОВОЙ^{1,2}

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, Москва, Россия;

²ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия

Аннотация

В обзоре рассмотрены актуальные вопросы, посвященные оценке диагностической значимости компьютерной томографии (КТ) коронарных артерий в планировании процедуры чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) у пациентов с хронической окклюзией коронарных артерий (ХОКА). Освещены результаты исследований по выявлению предикторов безуспешной реканализации по данным традиционной коронарной ангиографии (КАГ) и КТ-ангиографии. Обсуждаются основные КТ-характеристики ХОКА, которые могут дополнить данные КАГ для прогнозирования результатов ЧКВ.

Ключевые слова: хроническая окклюзия коронарных артерий, ишемическая болезнь сердца, КТ-ангиография, реканализация.

Determination of predictors of successful recanalization of the chronic occlusions of coronary arteries by means of CT-coronarography method

T.N. VESELOVA¹, N.K. AZNAUROVA¹, S.K. TERNOVOY^{1,2}

¹Federal State budget organization National medical research center of cardiology of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia;

²Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, Russia

The review illuminated actual issues of the diagnostic efficiency of computed tomography (CT) of the coronary arteries in the planning of the procedure percutaneous coronary intervention (PCI) in patients with chronic occlusion of coronary arteries (CTO). The results of researches of detection of predictors of unsuccessful recanalization according to traditional coronary angiography (CAG) and CT angiography were presented. The major CT characteristics of the CTO, which can supplement the coronary angiography data to predict outcomes of the PCI were discussed.

Keywords: chronic occlusion of coronary arteries, cardiac ischemia, CT-angiography, recanalization.

АКШ – аортокоронарное шунтирование

ИБС – ишемическая болезнь сердца

КАГ – коронарная ангиография

КТ – компьютерная томография

КТА – КТ коронарных артерий

КССТ – корейский регистр

ЛЖ – левый желудочек

ОИМ – острый инфаркт миокарда

ОКА – окружность коронарной артерии

ПК – площадь кальцината

ФВ – фракция выброса

ХОКА – хроническая окклюзия коронарных артерий

ЧКВ – чрескожное коронарное шунтирование

Хроническая окклюзия коронарных артерий (ХОКА) – это отсутствие антеградного кровотока по коронарной артерии на протяжении не менее 3 мес [1]. Распространенность ХОКА, по данным различных авторов, варьирует от 20 до 50% у больных с диагностированной ишемической болезнью сердца (ИБС) [2–4]. По данным многоцентрового рандомизированного исследования SYNTAX, в которое включены 1800 пациентов с трехсосудистым поражением коронарного русла или стенозом ствола левой коронарной артерии, ХОКА отмечалась в 40% случаев, что очень близко к истинной картине распространения хронических окклюзий, так как дизайн исследования предполагал включение всех пациентов, поступающих в клинику для проведения интервенционного или хирургического вмешательства [5].

ХОКА чаще локализуется в правой коронарной артерии и реже – вгибающей коронарной артерии, причем распространенность хронических окклюзий растет с увеличением возраста пациентов. Влияние возраста пациентов на частоту встречаемости полной окклюзии более выражено для левой передней нисходящей артерии [6, 7].

Данные крупных регистров подтверждают тот факт, что успешная реканализация ХОКА улучшает долгосрочный прогноз, по сравнению с безуспешной коронарной ангиопластикой хронических окклюзий. После успешной реканализации не рецидивируют приступы стенокардии, улучшается фракция выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) и снижается необходимость в выполнении операции аортокоронарного шунтирования (АКШ) [1, 3, 6, 8–11]. Однако уровень успешности вмешательств при ХОКА ниже (55–80%), чем при неокклюзирующем поражении коронарных артерий (90%) [3]. По сравнению с неокклюзирующими поражениями чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) при ХОКА сопряжено с более высокой частотой процедурных осложнений и рестенозов. Учитывая эти факторы, мнения экспертов о целесообразности проведения реваскуляризации ХОКА разделились. Данные Европейского регистра ECRTO показывают высокий уровень успешности процедур [12], сопоставимых с данными, представленными мультицентровым регистром Японии по ХОКА [13]. Частота наблюдаемых побочных эффектов ЧКВ в исследовании была низкой и близкой к показателям

в группе больных без ХОКА [12]. Однако по данным Национального регистра США, ЧКВ в группе больных с ХОКА ассоциируется с более низким успехом и более высокими показателями осложнений по сравнению с контрольной группой больных без ХОКА [14, 15]. В то же время американские эксперты отмечают, что успешность ЧКВ при хронической окклюзии зависит от тяжести поражения коронарного русла и опыта специалиста.

На успех выполнения реканализации влияют такие факторы, как протяженность окклюзии, наличие выраженного кальциноза в области окклюзии, анатомическое расположение, извитость артерии в месте окклюзии, наличие «мостовых» коллатералей (коллатералей между проксимальным и дистальным участками окклюзированной артерии), форма культи окклюзии, наличие боковых ветвей в месте начала окклюзии [8, 16–19].

Гистологическое исследование ХОКА важно для понимания организации окклюзий и разработки технических подходов с целью увеличения процента реканализаций. Окклюзия давностью до 3 мес богата липидами, имеет более «мягкую» покрывку по сравнению с хроническими окклюзиями, что облегчает проведение за место окклюзии интракоронарного проводника [8]. Более организованная ХОКА содержит плотные фиброзные включения и имеет выраженный кальциноз [20].

С течением времени относительно «мягкий» тромб и липидные включения заменяются коллагеном, причем плотная фиброзная ткань расположена на проксимальном и дистальном концах окклюзии – так называемых покрывках. Примерно через год область окклюзии становится кальцинированной [8].

Безусловно, для проведения успешной реканализации необходимо в каждом случае заранее иметь представление об анатомических особенностях окклюзированной артерии, которые могут повлиять на ход процедуры у конкретного пациента. Для прогнозирования успешной реканализации разработаны шкалы на основании данных коронарной ангиографии (КАГ), где за каждый независимый предиктор назначается один балл [21, 22]. Наиболее широкое распространение получила так называемая шкала J-СТО, в соответствии с которой ХОКА классифицируют как легкую, среднюю, трудную и очень трудную (J-СТО, баллы 0, 1, 2 и ≥ 3 соответственно).

Точная оценка окклюзированного сегмента с помощью определения рентгеноморфологических характеристик, а также анатомического хода артерии дает возможность оператору выбрать правильную тактику реканализации и соответствующее оборудование для выполнения процедуры.

Очень важно оценить анатомические факторы, способствующие успешной реканализации, такие как длина окклюзии менее 15 мм, четко визуализированная направляющая «культя», отсутствие кальциноза на месте окклюзии, извитости проксимального от окклюзии сегмента артерии. Возможности визуализации ХОКА при КАГ зачастую ограничены и ее результаты могут привести к ложному заключению в определении морфологии окклюзированной артерии, степени ее кальцификации, точной протяженности окклюзии, состояния постокклюзионного сегмента,

наличия микрососудов в окклюзированном участке, анатомических особенностей расположения коронарной артерии [23, 24]. Кроме того, данная методика операторзависимая, и опыт оператора играет не последнюю роль в диагностике и выборе стратегии вмешательства [19].

В течение последнего десятилетия для решения вопроса о целесообразности проведения реканализации ХОКА стали использовать неинвазивную компьютерную томографию коронарных артерий (КТА).

В отличие от КАГ при КТА мы получаем изображения всего коронарного русла при однократном внутривенном введении контрастного препарата в вену. КТА дает исчерпывающую информацию об анатомии коронарных артерий, включая аномалии отхождения и ветвления, и, кроме того, позволяет точно измерить длину окклюзии, локализацию и объем кальцинозов внутри окклюзии, форму «культи», состояние дистального (постокклюзионного) русла и т.д. Кроме того, КТА позволяет оценить анатомический ход самого окклюзированного сегмента, который не визуализируется при КАГ (рис. 1, см. на цветной вклейке).

В одном из первых исследований по оценке роли КТА в планировании ЧКВ при ХОКА выявлены основные критерии окклюзированного сегмента, влияющие на исход процедуры [18]. В исследование вошли пациенты, которые имели признаки ХОКА хотя бы в одной коронарной артерии по данным КТА до проведения реканализации, всего проанализировано 74 окклюзированных сегмента. ХОКА определялась как отсутствие контрастирования коронарной артерии на поперечных томографических срезах и прерывание просвета на трехмерных и мультипланарных реконструкциях. В группе успешной реканализации (77% случаев) чаще определялись мягкие и реже кальцинированные бляшки, чем в группе неудачного ЧКВ. Степень кальциноза окклюзированных сегментов была значительно выше у больных с неудачными попытками ЧКВ ($p=0,014$). Авторы выявили независимые предикторы успешной реканализации ХОКА, к которым относятся выраженность кальцификации и длина окклюзированного сегмента. Показано, что длительность процедуры ЧКВ зависит от локализации и протяженности окклюзии.

В исследовании А. Rolf и соавт. получены интересные данные по сопоставлению характеристик ХОКА по результатам КТА и КАГ [3]. Проанализировано 30 коронарных артерий с хронической окклюзией, реканализация которых по данным КАГ являлась сложной задачей (из 30 пациентов у 10 были неудачные попытки ЧКВ в анамнезе). Всем пациентам до процедуры реканализации проведена КТА. Данные КТА и КАГ сравнивались по стандартным критериям сложности проведения ЧКВ при ХОКА [12]. Оценку коронарного кровотока осуществляли по общепринятой шкале TIMI (Thrombolysis In Myocardial Infarction) [25]. Реканализацию считали успешной при достижении антеградного кровотока TIMI III. Анализ исследования показал, что степень кальцификации, длина поражения, морфология культи, наличие боковых мостовидных коллатералей недооценены традиционной коронарографией по сравнению с результатами КТА. Авторы пришли к выводу, что частота успешной реканализации выше у больных с предварительной КТА, чем при стандартном обследовании (без КТА) [3].

Недавно опубликованы результаты трех крупных регистров, которые показали, что КТА обладает высоким по-

Сведения об авторах:

Веселова Татьяна Николаевна – к.м.н., с.н.с. отд. томографии; e-mail: tnikveselova@gmail.com

Терновой Сергей Константинович – д.м.н., проф., акад. РАН, руководитель отд. томографии Института клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова, зав. каф. лучевой диагностики и терапии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Контактная информация:

Азнаурова Нелли Камсаровна – ординатор отд. томографии; e-mail: oganelly@mail.ru; тел.: 8(977)878-73-02

тенциалом для прогнозирования успешной реканализации ХОКА [16, 26, 27].

Цель многоцентрового исследования СТ-RECTOR [16] заключалась в разработке шкалы для прогнозирования успеха реканализации ХОКА по данным КТА. Исследованы 240 коронарных артерий с хронической окклюзией у 229 пациентов. Проанализированы следующие параметры: протяженность окклюзии от 20 мм и более, множественные закупорки, плоская форма культи, извитость артерии с углом изгиба от 45° и выше, тяжелая кальцификация (более 50% от всего закупоренного сегмента).

С помощью многофакторного анализа выявлены независимые предикторы безуспешной реканализации хронической окклюзии в течение 30 мин:

1. Множественные окклюзии;
2. Культи в виде тупого пня (плоская форма культи);
3. Извитость сосуда с углом изгиба от 45° и выше;
4. Тяжелая кальцификация (более 50% от всего закупоренного сегмента);
5. Повторная попытка ЧКВ при ХОКА;
6. Окклюзия длительностью от 12 мес или неизвестной давности.

Каждому независимому предиктору присваивался 1 балл, затем все баллы суммировались. Пациентов разделили на 4 группы по сложности реканализации: легкая – 0 баллов, промежуточная группа – 1 балл, сложная – 2 балла, очень сложная – от 3 баллов и более. Общий процедурный успех определялся как восстановление кровотока в области ХОКА с остаточным стенозом менее 50% и оценкой кровотока по TIMI II–III. По результатам исследования разработана шкала СТ-RECTOR как простой и легкий способ неинвазивного прогнозирования проведения ЧКВ в течение 30 мин. В ходе исследования установлено, что 2 балла и менее по шкале СТ-RECTOR с высокой вероятностью (чувствительность 95%, специфичность 95%) указывают на успешный прогноз проведения проводника через окклюзированный сегмент в течение 30 мин.

На основании полученных данных авторы сделали вывод, что КТА обладает большим диагностическим потенциалом, особенно у пациентов с плохой визуализацией ХОКА при инвазивной КАГ.

В отличие от общепринятой ангиографической шкалы J-СТО шкала СТ-RECTOR включает такой критерий, как множественные локальные окклюзии и длительность ХОКА.

В корейском регистре (полное название – КССТ) [26] проанализированы 684 окклюдированных поражения коронарных артерий (643 пациента в возрасте 62±8 лет). Оценка проводилась по следующим параметрам:

1. Проксимальный тупой вход;
2. Проксимальная боковая ветвь;
3. Наличие изгиба > 45°;
4. Длина окклюзии 15 мм и более;
5. Кальцификация;
6. Повторная попытка ЧКВ;
7. Продолжительность ХОКА (≥12 мес/неизвестная продолжительность окклюзии).

КТ-параметры (1–5) оценивались по данным поперечных срезов и последующих реконструкций коронарных артерий. Выраженная периферическая кальцификация определялась как наличие кальциатов по окружности коронарной артерии (ОКА) на протяжении ≥180° при площади кальциатов (ПК) равной или более 50% площади сосуда. Центральная кальцификация определялась как наличие кальциатов на протяжении всей окружности сосуда (ОКА=360°) с полным перекрытием его просвета (ПК=

100%). Тяжесть кальцификации оценивалась по трем категориям: 1 – ПК <50% или ОКА <180°; 2 – ПК ≥50% и ОКА ≥180°; 3 – центральная кальцификация с ПК=100% и ОКА=360°. Каждому параметру в шкале КССТ присваивался один балл, кроме параметра «центральной кальцификации», которому присваивалось 2 балла.

В зависимости от суммы баллов по шкале КССТ определены 4 категории сложности проведения ЧКВ, в соответствии с которыми ХОКА классифицируют как легкую (0 баллов), не сложную (1 балл), среднюю (2 балла), сложную (3 балла) и очень сложную (≥4 баллов; **рис. 2, см. на цветной вклейке**). Прогностическая ценность шкалы КССТ оказалась более эффективной по сравнению с другими системами оценки, включая J-СТО и СТ-RECTOR.

В 2017 г. опубликованы результаты японского регистра ХОКА [27].

В данном исследовании авторы впервые оценивали возникновение очагового поражения миокарда при проведении ЧКВ. В исследование включен 81 пациент с хронической окклюзией, предварительно прошедшие КТА перед ЧКВ. Пациентов разделили на две группы в зависимости от наличия повышенной концентрации сердечного тропонина после ЧКВ. Многофакторный анализ выявил три независимых предиктора развития острого инфаркта миокарда (ОИМ) при ЧКВ у больных ХОКА: протяженность поражения, наличие признака «кольцевидного свечения» по периферии бляшки и ретроградный подход вмешательства. Очаговое поражение миокарда является не редким следствием безуспешного, а иногда и успешного ЧКВ. Данные японского регистра показали, что КТА может помочь в оценке риска развития ОИМ при планировании эндоваскулярной реканализации ХОКА [27].

В сравнительном исследовании Y. Tan и соавт. шкала СТ-RECTOR оказалась более точной для прогнозирования успеха процедуры, чем шкала J-СТО, так как некоторые морфологические характеристики ХОКА (протяженность поражения, выраженность кальцификации) сложно определить при КАГ [28]. Результатом данного исследования явилась реклассификация оценки сложности в почти половине всех случаев ХОКА (88 поражений из 191) при использовании шкалы СТ-RECTOR.

Различия в количестве и значимости КТ-предикторов успешности реваскуляризации ХОКА по данным КТА указывают на необходимость дальнейшего изучения этой проблемы.

Во-первых, для валидации необходимо исследовать большее количество пациентов. Среди вышеперечисленных исследований самое большое количество пациентов наблюдалось в многоцентровом корейском регистре [26].

Во-вторых, важен качественный отбор пациентов с ХОКА: необходимо учитывать все клинические и анамнестические факторы, которые могут повлиять на успешность процедуры. Тяжесть пациентов и наличие сопутствующей патологии (в особенности сердечно-сосудистых заболеваний) не должны отличаться в контрольной и исследуемой группах.

Также в исследовании должны рассматриваться все возможные КТ-факторы безуспешной реваскуляризации: протяженность окклюзии, наличие выраженного кальциоза в области окклюзии, кальцификация проксимальной покрышки, кальцификация дистальной покрышки, множественность окклюзии, анатомическое расположение закупоренного сегмента, извитость сегмента артерии, наличие «мостовых» коллатералей и их окклюзия, форма культи окклюзии, ремоделирование артерии.

Стоит ли проводить КТА всем пациентам с ХОКА перед реваскуляризацией? В таких странах, как Япония, частота пациентов, подвергающихся такой диагностиче-

ской визуализации, чрезвычайно высока, а в некоторых центрах приближается к 100% [19]. В США и большей части Европы количество выполняемых процедур значительно меньше из-за отсутствия однозначного мнения экспертов по поводу клинической целесообразности ЧКВ при ХОКА у больных стабильной ИБС [19]. В изученных исследованиях на КТА возводят надежды в этом вопросе, считая, что данный метод может заменить инвазивную КАГ, и в сравнении с ней более точно и достоверно прогнозировать успешность реваскуляризации, уменьшить время проведения процедуры и развитие осложнений.

На наш взгляд, заслуживает особого внимания мнение W. Galassi и соавт., которые считают, что объективных доказательств пользы и эффективности от проведения КТА пациентам с ХОКА перед реваскуляризацией пока нет [19]. С одной стороны, в руках опытного специалиста успех ЧКВ при ХОКА под контролем ангиографии превышает 90%. С другой стороны, на риск осложнений влияет стратегический подход в каждом случае. Учитывая расходы на проведение КТА, может быть оправдана избирательная тактика. Авторы предлагают прибегать к методу КТА только в тех случаях, реваскуляризация которых имеет сложности при ее выполнении. Для этой цели можно использовать шкалу J-СТО, которая представляет собой простую 5-балльную шкалу, основанную на морфологии

культы, длине поражения, кальцификации, извитости пораженного сегмента, наличия в анамнезе ЧКВ [19]. Однако для решения разделения пациентов на тех, кому необходимо провести КТА перед процедурой ЧКВ, и тех, кому реваскуляризация показана без предварительного проведения данной методики, требуются новые исследования.

Кроме того, информация, предоставляемая КТА, может быть более ценной, если она проводится в лаборатории катетеризации вместе с ангиографией, как сделано в исследованиях С. Luo и соавт. [29]. Интересный опыт описан в работе А. Rolf и соавт., которые совмещали томограммы КТА с ангиографическими изображениями, чтобы проиллюстрировать ход сосуда [3].

Заключение

Нет никаких сомнений в том, что изображения коронарных артерий, полученные с помощью КТА, обеспечивают более глубокое понимание морфологии окклюзии, нежели традиционная КАГ. Однако нужно определиться, действительно ли эти знания улучшают результат процедуры? Для ответа на этот вопрос необходимо проведение крупного рандомизированного исследования.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Sianos G, Werner G, Galassi A, et al. Recanalisation of Chronic Total coronary Occlusions: 2012 consensus document from the EuroCTO club. *EuroIntervention*. 2012;8(1):139-45. doi:10.4244/eijv8i1a21
- Fefer P, Knudtson M, Cheema A, et al. Current Perspectives on Coronary Chronic Total Occlusions. *J Amer College Cardiol*. 2012;59(11):991-7. doi:10.1016/j.jacc.2011.12.007
- Rolf A, Werner G, Schuhbäck A, et al. Preprocedural coronary CT angiography significantly improves success rates of PCI for chronic total occlusion. *The International J Cardiovascular Imaging*. 2013;29(8):1819-27. doi:10.1007/s10554-013-0258-y
- Brilakis E, Banerjee S, Karpaliotis D, et al. Procedural Outcomes of Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention. *JACC: Cardiovascular Interventions*. 2015;8(2):245-53. doi:10.1016/j.jcin.2014.08.014
- Ong A, Serruys P, Mohr F, et al. The SYNergy between percutaneous coronary intervention with TAXUS and cardiac surgery (SYNTAX) study: Design, rationale, and run-in phase. *American Heart J*. 2006;151(6):1194-204. doi:10.1016/j.ahj.2005.07.017
- Suero J, Marso S, Jones P, et al. Procedural outcomes and long-term survival among patients undergoing percutaneous coronary intervention of a chronic total occlusion in native coronary arteries: a 20-year experience. *J American College Cardiol*. 2001;38(2):409-14. doi:10.1016/s0735-1097(01)01349-3
- Cohen H, Williams D, Holmes D, et al. Impact of age on procedural and 1-year outcome in percutaneous transluminal coronary angioplasty: a report from the NHLBI dynamic registry. *American Heart J*. 2003;146(3):513-19. doi:10.1016/s0002-8703(03)00259-x
- Терещенко А.С., Миронов В.М., Меркулов Е.В., Самко А.Н. Хронические тотальные окклюзии коронарных артерий: морфология, патофизиология, техника реканализаций. *Атеросклероз и дислипидемии*. 2013;4(12) [Tereshchenko AS, Mironov VM, Merkulov EV, Samko AN. Chronic total occlusions of coronary arteries: morphology, pathophysiology, technique of recanalization. *Atherosclerosis i dislipidemii*. 2013;4(12) (In Russ.)].
- Galassi A, Tomasello S, Reifart N, et al. In-hospital outcomes of percutaneous coronary intervention in patients with chronic total occlusion: insights from the ERCTO (European Registry of Chronic Total Occlusion) registry. *EuroIntervention*. 2011;7(4):472-9. doi:10.4244/eijv7i4a77
- Karjalainen P, Nammas W. Percutaneous revascularization of coronary chronic total occlusion: Toward a reappraisal of the available evidence. *J Cardiology*. 2017;69(6):799-807. doi:10.1016/j.jjcc.2016.12.006
- Puma J, Sketch M, Tchong J, et al. Percutaneous revascularization of chronic coronary occlusions: An overview. *J American College Cardiol*. 1995;26(1):1-11. doi:10.1016/0735-1097(95)00156-t
- Galassi A, Sianos G, Werner G, et al. Retrograde Recanalization of Chronic Total Occlusions in Europe. *J American College Cardiol*. 2015;65(22):2388-400. doi:10.1016/j.jacc.2015.03.566
- Morino Y, Kimura T, Hayashi Y, et al. In-Hospital Outcomes of Contemporary Percutaneous Coronary Intervention in Patients With Chronic Total Occlusion. *JACC: Cardiovascular Interventions*. 2010;3(2):143-51. doi:10.1016/j.jcin.2009.10.029
- Brilakis E, Banerjee S, Karpaliotis D, et al. Procedural Outcomes of Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention. *JACC: Cardiovascular Interventions*. 2015;8(2):245-53. doi:10.1016/j.jcin.2014.08.014
- Sapontis J, Grantham J. Chronic total occlusion angioplasty: no more excuses. *Interventional Cardiol*. 2014;6(5):415-23. doi:10.2217/ica.14.42
- Opolski M, Achenbach S, Schuhbäck A, et al. Coronary Computed Tomographic Prediction Rule for Time-Efficient Guidewire Crossing Through Chronic Total Occlusion. *JACC: Cardiovascular Interventions*. 2015;8(2):257-67. doi:10.1016/j.jcin.2014.07.031
- Kim D, Choi D, Suh J, Lee N. Cardiac Multidetector Row CT before Percutaneous Coronary Intervention as a Treatment Guide for Chronic Total Occlusion. *J Korean Society Radiol*. 2015;72(3):147. doi:10.3348/jksr.2015.72.3.147
- Li P, Gai L, Yang X, Sun Z, Jin Q. Computed tomography angiography-guided percutaneous coronary intervention in chronic total occlusion. *J Zhejiang University SCIENCE B*. 2010;11(8):568-74. doi:10.1631/jzus.b1001013
- Werner G, Hecht H, Stone G. Utility of CT Angiography to Guide Coronary Intervention of CTO*. *JACC: Cardiovascular Imaging*. 2015;8(7):814-6. doi:10.1016/j.jcmg.2015.04.009
- Strauss B, Segev A, Wright G, et al. Microvessels in Chronic Total Occlusions: Pathways for Successful Guidewire Crossing? *J Interventional Cardiol*. 2005;18(6):425-36. doi:10.1111/j.1540-8183.2005.00082.x
- Christopoulos G, Wyman R, Alaswad K, et al. Clinical Utility of the Japan-Chronic Total Occlusion Score in Coronary Chronic Total Occlusion Interventions. *Circulation: Cardiovascular Interventions*. 2015;8(7):e002171. doi:10.1161/circinterventions.114.002171
- Хелимский Д.А., Крестьянинов О.В., Шермук А.А., Ибрагимов Р.У., Марченко А.В., Редькин Д.А., Гранкин Д.С., Прохорихин А.А.,

- Кретов Е.И. Прогнозирование исхода эндоваскулярных вмешательств у пациентов с хроническими окклюзиями коронарных артерий. Можем ли мы предсказать результат? *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2017;21(1):91-7 [Khelimskiy DA, Krestyaninov OV, Shermuk AA, Ibragimov RU, Marchenko AV, Redkin DA, Grankin DS, Prokhorikhin AA, Kretov EI. Predicting endovascular intervention outcomes in patients with chronic total occlusion of coronary artery. Can we forecast the result? *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya*. 2017;21(1):91-7 (In Russ.)]. doi:10.21688-1681-3472-2017-1-91-97
23. Бабунашвили А.М., Иванов В.А. Хронические окклюзии коронарных артерий: анатомия, патофизиология, эндоваскулярное лечение. М.: АСВ, 2012 [Babunashvili AM, Ivanov VA. Khronicheskie okklyuzii koronarnykh arterii: anatomiya, patofiziologiya, endovaskulyarnoe lechenie. М.: АСВ, 2012 (In Russ.)].
24. Шахов Б.Е., Чеботарь Е.В., Рязских А.И., Шумаков И.В., Нагаев Р.Ю. Показания к применению контралатерального контрастирования при антеградной реканализации хронических окклюзий коронарных артерий. *REJR*. 2017;7(3):69-82 [Shakhov BE, Chebotar' EV, Ryazhskikh AI, Shumakov IV, Nagaev RY. Indications for contralateral opacification application in the context of antegrade recanalization of coronary chronic total occlusions (CTO). *REJR*. 2017;7(3):69-82 (In Russ.)]. doi:10.21569/2222-7415-2017-7-3-69-82
25. Morrow D, Antman E, Charlesworth A, et al. TIMI Risk Score for ST-Elevation Myocardial Infarction: A Convenient, Bedside, Clinical Score for Risk Assessment at Presentation : An Intravenous nPA for Treatment of Infarcting Myocardium Early II Trial Substudy. *Circulation*. 2000;102(17):2031-7. doi:10.1161/01.cir.102.17.2031
26. Yu C, Lee H, Suh J, et al. Coronary Computed Tomography Angiography Predicts Guidewire Crossing and Success of Percutaneous Intervention for Chronic Total Occlusion CLINICAL PERSPECTIVE. *Circulation: Cardiovascular Imaging*. 2017;10(4):e005800. doi:10.1161/circimaging.116.005800
27. Usui E, Lee T, Murai T, et al. Efficacy of Multidetector Computed Tomography to Predict Periprocedural Myocardial Injury After Percutaneous Coronary Intervention for Chronic Total Occlusion. *International Heart J*. 2017;58(1):16-23. doi:10.1536/ihj.16-114
28. Tan Y, Zhou J, Zhang W, et al. Comparison of CT-RECTOR and J-CTO scores to predict chronic total occlusion difficulty for percutaneous coronary intervention. *International J Cardiol*. 2017;235:169-75. doi:10.1016/j.ijcard.2017.02.008
29. Luo C, Huang M, Li J, et al. Predictors of Interventional Success of Antegrade PCI for CTO. *JACC: Cardiovascular Imaging*. 2015;8(7):804-13. doi:10.1016/j.jcmg.2015.04.008

Поступила 26.01.2018