

## Современные алгоритмы для выбора методики реканализации хронических окклюзий коронарных артерий

### Для корреспонденции:

Дмитрий Александрович Хелимский, [dkhelim@mail.ru](mailto:dkhelim@mail.ru)

Поступила в редакцию 7 апреля 2020 г. Исправлена 27 апреля 2020 г. Принята к печати 27 апреля 2020 г.

### Цитировать:

Крестьянинов О.В., Хелимский Д.А., Бадоян А.Г., Ибрагимов Р.У., Найденов Р.А. Современные алгоритмы для выбора методики реканализации хронических окклюзий коронарных артерий. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2020;24(2):9-15. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2020-2-9-15>

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

### Вклад авторов

Концепция и дизайн: О.В. Крестьянинов, Д.А. Хелимский  
Написание статьи: О.В. Крестьянинов, Д.А. Хелимский, А.Г. Бадоян, Р.А. Найденов, Р.У. Ибрагимов  
Исправление статьи: Р.А. Найденов, Р.У. Ибрагимов  
Утверждение окончательной версии: все авторы

### ORCID ID

О.В. Крестьянинов, <https://orcid.org/0000-0001-5214-8996>

Д.А. Хелимский, <https://orcid.org/0000-0001-5419-913X>

А.Г. Бадоян, <https://orcid.org/0000-0003-4480-2585>

© О.В. Крестьянинов, Д.А. Хелимский, А.Г. Бадоян, Р.У. Ибрагимов, Р.А. Найденов, 2020

Статья открытого доступа, распространяется по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

**О.В. Крестьянинов, Д.А. Хелимский, А.Г. Бадоян, Р.У. Ибрагимов, Р.А. Найденов**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Россия

Хронические окклюзии коронарных артерий представляют собой наиболее сложную группу поражений в интервенционной кардиологии, технический успех при лечении которых зависит не только от характеристик поражения, но и от опыта оперирующего хирурга.

За последние несколько лет предложено множество техник реканализации хронических окклюзий коронарных артерий, что привело к необходимости их стандартизации для более успешного использования. В результате разработан ряд алгоритмов, которые позволяют хирургу осуществлять выбор той или иной методики реканализации в зависимости от ангиографических особенностей пораженного сосуда.

В статье представлен обзор основных алгоритмов для выбора стратегии реканализации хронических окклюзий коронарных артерий, рассмотрены клинические и ангиографические характеристики, которые легли в основу алгоритмов, а также оценена возможность их применения в клинической практике.

**Ключевые слова:** алгоритм; антеградная реканализация; технический успех; хроническая окклюзия коронарных артерий; чрескожное коронарное вмешательство

### Введение

Хронические окклюзии коронарных артерий (ХОКА) часто обнаруживаются у пациентов с ишемической болезнью сердца и, по данным разных авторов, встречаются в 30–50 % случаев при выполнении рутинной коронарографии [1]. Несмотря на относительно высокую встречаемость лишь малая часть пациентов направляется на эндоваскулярную реканализацию, и из-за низких показателей процедурного успеха наличие ХОКА является одним из определяющих критериев при выборе между чрескожным

коронарным вмешательством и аортокоронарным шунтированием. Однако за последние годы сделан значительный рывок в эндоваскулярном лечении указанной группы пациентов благодаря разработке и внедрению новых специализированных проводников, микрокатетеров и новых методик реканализаций, в частности ретроградных. В ряде работ продемонстрировано, что успех реканализации зависит не только от опыта оперирующего хирурга, но и от ангиографических характеристик ХОКА [2]. Благодаря этому появился ряд новых техник, системати-



Рис. 1. Гибридный алгоритм [3]

зация которых привела к появлению современных алгоритмов реканализации.

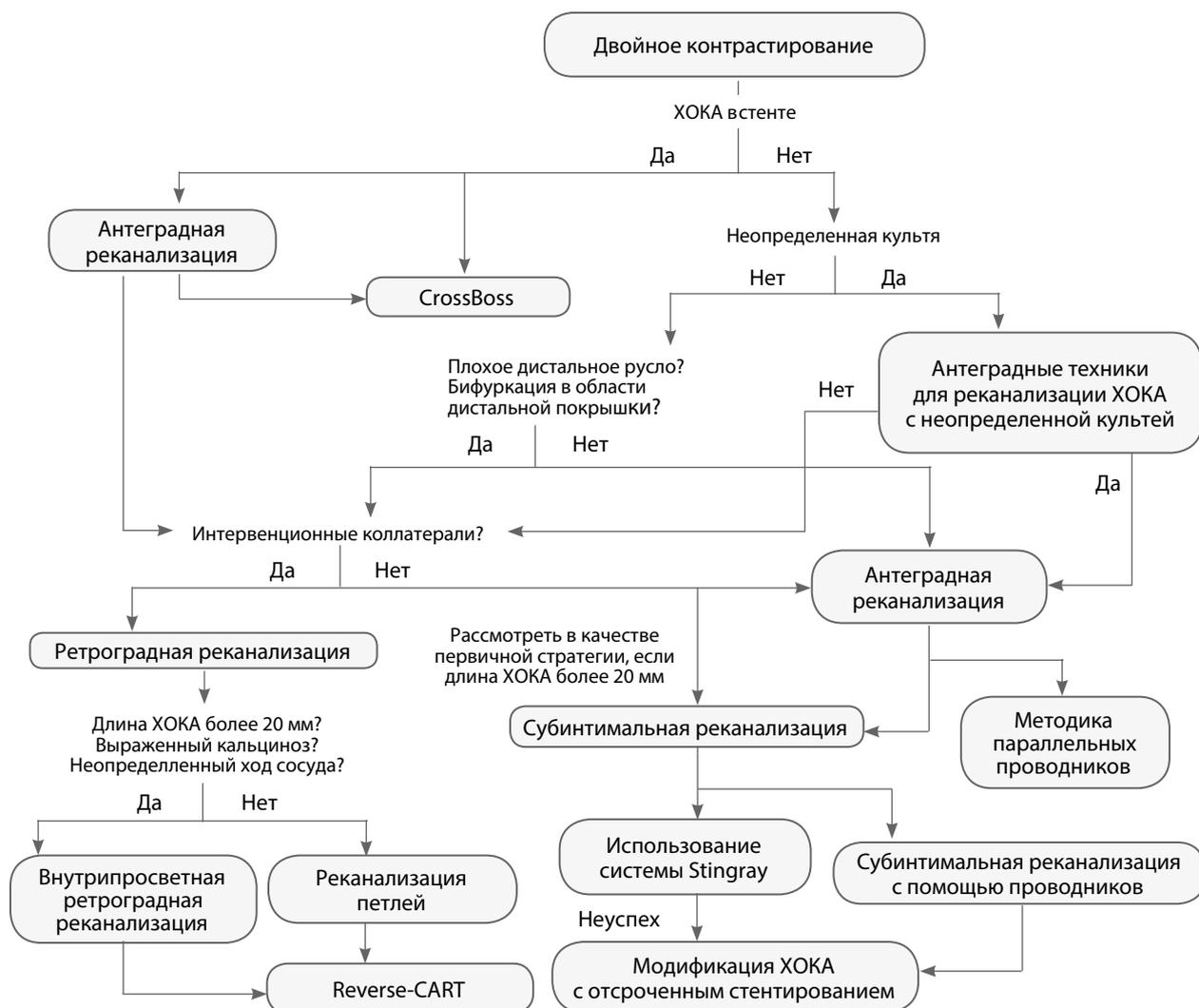
В следующих разделах представлен обзор существующих алгоритмов эндоваскулярной реканализации хронических окклюзий.

### Гибридный алгоритм

Наиболее изученным подходом к выбору методики реканализации является гибридный алгоритм, предложенный E.S. Brilakis с соавт. (рис. 1) [3], разработанный в рамках международного регистра PROGRESS-CTO и валидизированный на большом количестве пациентов. Этот алгоритм основан на 4 ангиографических характеристиках окклюзированного сосуда: неопределенная культя, длина поражения, состояние дистального русла пораженного сосуда и наличие интервенционных коллатералей. Эти предикторы позволяют хирургу определить исходную стратегию реканализации: антеградную, ретроградную, субинтимальную. При неуспехе исходной методики рекомендована быстрая смена стратегии. Главная идея рассматриваемого подхода заключается в максимально быстром и эффективном использовании всех доступных методик реканализации.

К ограничениям этого подхода относится то, что в нем не рассматриваются другие методики реканализации, такие как методика параллельных проводников и реканализация под контролем внутрисосудистого ультразвука. Кроме того определение «быстрая смена стратегии» не имеет четких критериев, в результате слишком быстрая смена стратегии не только удорожает процедуру, но и повышает риск осложнений, связанных с применением ретроградной и субинтимальной методик.

Несмотря на это показатели успеха при использовании гибридного алгоритма достигают высоких значений. Так, по данным регистра PROGRESS-CTO, включавшего пациентов, у которых реканализация ХОКА выполнялась по гибриднему алгоритму, частота технического успеха составила 88 % при частоте осложнений на госпитальном этапе 3 % [4]. При этом надо отметить, что такие результаты достигнуты несмотря на большое количество ХОКА высокой степени сложности (средний балл по шкале J-CTO составил 2,4 + 1,3). Частота успеха первичной стратегии реканализации была 53 %, что свидетельствовало, с одной стороны, о большой



**Рис. 2.** Алгоритм Европейского клуба по лечению пациентов с хроническими окклюзиями коронарных артерий [7]  
Примечание. ХОКА — хронические окклюзии коронарных артерий

доле пациентов, у которых необходимо использовать более агрессивные методики реканализации, с другой — о слишком быстрой смене стратегии. В связи с этим авторы оценили приверженность к гибриднему алгоритму в рамках указанного регистра. В результате показано, что истинная приверженность оперирующих хирургов к гибриднему алгоритму составила только 47 % [5]. При этом у пациентов, у которых выбор методики реканализации проводился на основании алгоритма, отмечались более высокие показатели процедурного успеха как для первичной стратегии, так и для процедуры в целом.

Применение гибридного алгоритма изучалось на европейской популяции пациентов. Так, в исследовании J. Maeremans с соавт. были включены 1 177 пациентов, у которых были выполнены 1 253 попытки реканализации ХОКА [6]. Первичной стратегией, выбранной с использованием алгоритма, была чаще всего антеградная реканализация (77 %), ретроградная и субинтимальная методики применялись в 17 и 7 % случаев соответственно. При этом первичная стратегия была успешной в 60 % случаев, а альтернативные подходы были использованы в 34 %.



**Рис. 3.** Азиатско-тихоокеанский алгоритм [8]

*Примечание.* МСКТ — мультиспиральная компьютерная томография; ХОКА — хронические окклюзии коронарных артерий; ВСУЗИ — внутрисосудистое ультразвуковое исследование

### Алгоритм Европейского клуба по лечению пациентов с хроническими окклюзиями коронарных артерий

В согласительном документе Европейского клуба по лечению пациентов с хроническими окклюзиями коронарных артерий (англ. EuroСТО Club) также был предложен алгоритм по выбору методики реканализации (рис. 2) [7]. Он представляет собой расширенную версию гибридного алгоритма, ключевым отличием является выделение техник, предназначенных для реканализации окклюзий с неопределенной культей. Однако данные относительно эффективности этого подхода отсутствуют.

### Азиатско-тихоокеанский алгоритм

Этот подход отражает опыт японских оперирующих хирургов (рис. 3) [8]. В азиатско-тихоокеанском алгоритме, как и в гибридном, основное внимание уделяется предпроцедурному анализу коронарограммы, рекомендуется выполнение КТ-коронарографии перед чрескожным коронарным вмешательством с целью более глубокого анализа окклюзированного сегмента. Наиболее важное отличие азиатско-тихоокеанского алгоритма заключается в том, что при использовании антеградного

подхода предпочтение отдается внутрисосудистой реканализации с использованием методики параллельных проводников или реканализации под контролем внутрисосудистого ультразвука. Кроме того, этот алгоритм включает рекомендации о том, что следует прекратить вмешательство, если его продолжительность более 3 ч, введенный объем контрастного вещества превышает более чем в 3,7 раза расчетную скорость клубочковой фильтрации или доза радиации более 5 Грэй.

Несмотря на высокие показатели процедурного успеха, которые продемонстрировали авторы, азиатско-тихоокеанский алгоритм не получил широкого распространения ввиду высокой сложности и низкого уровня использования КТ-коронарографии и внутрисосудистого ультразвука. Кроме того, так же, как и в гибридном подходе, авторы не установили временные рамки смены стратегии реканализации.

В связи с этим Н. Tanaka с соавт. модифицировали этот алгоритм, впервые показав важность оценки времени манипуляции проводником в достижении процедурного успеха [9]. Обновленный алгоритм основан на 3 предикторах процедурного неуспеха, которые ранее были использованы в шкале J-СТО:

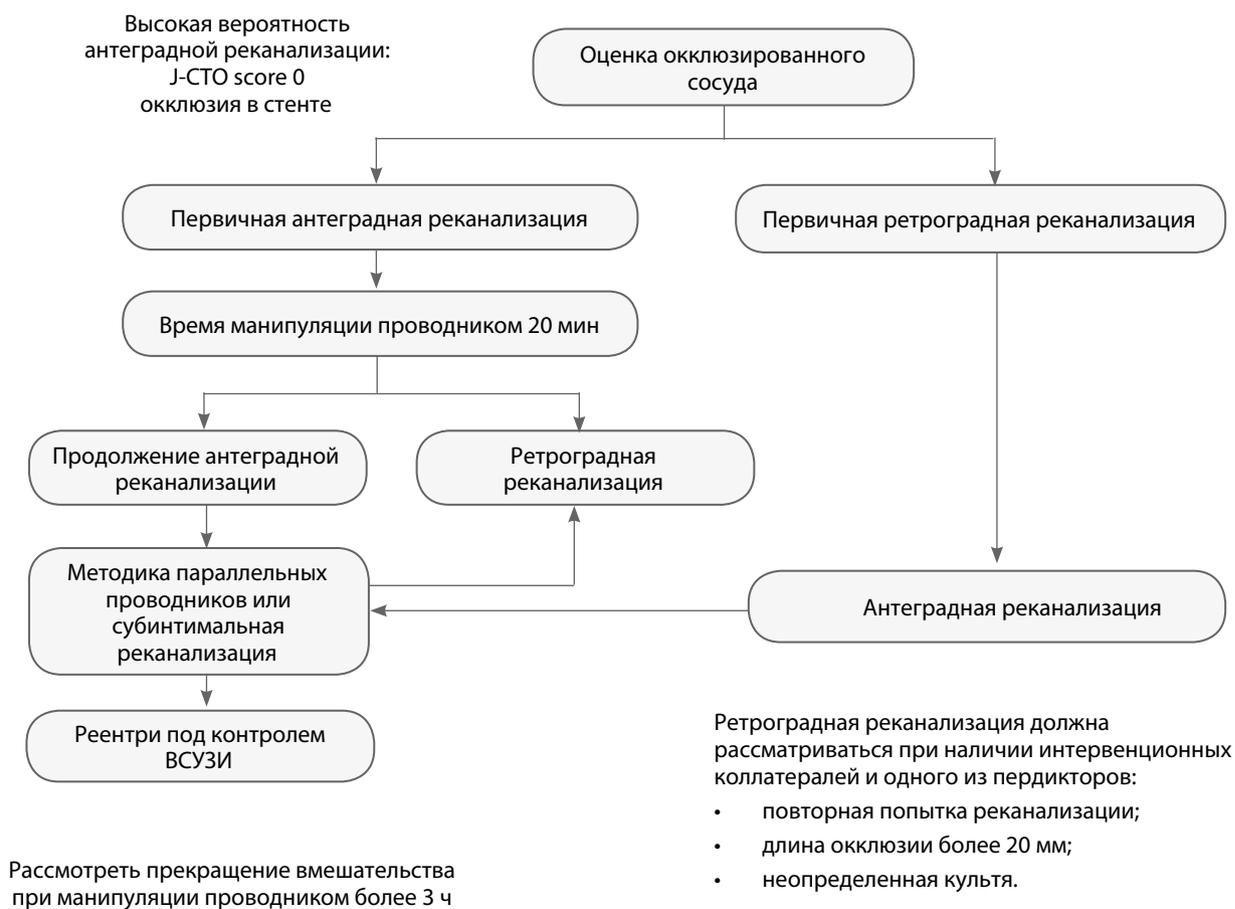


Рис. 4. Модифицированный азиатско-тихоокеанский алгоритм [9]

Примечание. ВСУЗИ — внутрисосудистое ультразвуковое исследование

неопределенная культя, длина окклюзии более 20 мм и повторная попытка реканализации. При наличии интервенционных коллатералей в сочетании с хотя бы одним из этих признаков должна рассматриваться ретроградная реканализация в качестве методики первого выбора. В то же время антеградная реканализация рекомендуется у пациентов с 0 баллов по шкале J-CTO или окклюзиями в ранее стентированном сегменте. Авторы установили минимальный порог времени 20 мин, после которого следует рассмотреть смену антеградной стратегии на ретроградную. Кроме того, реканализация ХОКА может занять дополнительные 40 мин, если использована методика параллельных проводников, и дополнительные 100 мин, если осуществлен переход на ретроградную стратегию.

#### Возможности использования алгоритмов в реальной клинической практике

Несмотря на то, что подходы к реканализации ХОКА показали высокую эффективность в ряде исследований, генерализация алгоритмов имеет ряд сложностей. Во-первых, популяции пациентов различаются от исследования к исследованию. Так, например, у пациентов, на которых изучался гибридный алгоритм, чаще отмечались ХОКА в ранее шунтированных сосудах (32,5 %) по сравнению с азиатской популяцией пациентов (7,3 %) [4; 10]. Эта группа поражений характеризовалась большей выраженностью кальциноза, атипичным коллатеральным кровоснабжением и большей протяженностью окклюзированного сегмента. Соответствен-

но, эти окклюзии были более трудные и чаще требовали применения ретроградной методики. Во-вторых, существенные различия в инструментарии не позволяют использовать отдельные методики в определенных центрах. Так, система для субинтимальной реканализации CrossBoss впервые была апробирована в США, что способствовало более активному развитию этой методики реканализации в указанном регионе (используется в 23–58 % случаев), в то же время в Японии такая методика применяется менее чем в 2 % случаев [4; 10; 11]. В-третьих, существенные различия в опыте операторов также могут оказывать влияние на выбор методики реканализации. Реканализация под контролем внутрисосудистого ультразвука требует от оперирующего хирурга не только хороших мануальных навыков, но и владения методиками внутрисосудистой визуализации при комплексных поражениях коронарного русла.

## Выводы

Алгоритмы для реканализации ХОКА внедряются различными хирургическими школами, но данных об их эффективности в клинической практике недостаточно. Однако во всех алгоритмах продемонстрировано, что техническая возможность и опыт владения оперирующим хирургом всех методик реканализации ХОКА позволяют достичь высоких показателей процедурного успеха.

## Список литературы / References

1. Tajti P., Burke M.N., Karpaliotis D., Alaswad K., Werner G.S., Azzalini L., Carlino M., Patel M., Mashayekhi K., Egred M., Krestyaninov O., Khelimskii D., Nicholson W.J., Ungi I., Galassi A.R., Banerjee S., Brilakis E.S. Update in the percutaneous management of coronary chronic total occlusions. *J Am Coll Cardiol Interv.* 2018;11(7):615-625. PMID: 29550088. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2017.10.052>
2. Хелимский Д.А., Крестьянинов О.В., Бадоян А.Г., Пономарев Д.Н., Покушалов Е.А. Проспективное рандомизированное исследование реканализации хронических окклюзий коронарных артерий с использованием шкалы CHOICE. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2018;22(4):72-79. [Khelimskiy D.A., Krestyaninov O.V., Badoyan A.G., Ponomarev D.N., Pokushalov E.A. Prospective randomized study of coronary chronic total occlusion recanalization using the CHOICE score. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* 2018;22(4):72-79. (In Russ.)] <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2018-4-72-79>
3. Brilakis E.S., Grantham J.A., Rinfret S., Wyman R.M., Burke M.N., Karpaliotis D., Lembo N., Pershad A., Kandzari D.E., Buller C.E., DeMartini T., Lombardi W.L., Thompson C.A. A percutaneous treatment algorithm for crossing coronary chronic total occlusions. *J Am Coll Cardiol Interv.* 2012;5(4):367-379. PMID: 22516392. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2012.02.006>
4. Tajti P., Karpaliotis D., Alaswad K., Jaffer F.A., Yeh R.W., Patel M., Mahmud E., Choi J.W., Burke M.N., Doing A.H., Dattilo P., Toma C., Smith A.J.C., Uretsky B., Holper E., Wyman R.M., Kandzari D.E., Garcia S., Krestyaninov O., Khelimskii D., Koutouzis M., Tsiafoutis I., Moses J.W., Lembo N.J., Parikh M., Kirtane A.J., Ali Z.A., Doshi D., Rangan B.V., Ungi I., Banerjee S., Brilakis E.S. The Hybrid Approach to Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention. *J Am Coll Cardiol Interv.* 2018;11(14):1325-1335. PMID: 29706508. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2018.02.036>
5. Rangan B.V., Kotsia A., Christopoulos G., Spratt J., Rinfret S., Banerjee S., Brilakis E.S. The Hybrid Approach to Intervention of Chronic Total Occlusions. *Curr Cardiol Rev.* 2015;11(4):299-304. PMID: 26354507, PMCID: PMC4774633. <https://doi.org/10.2174/1573403X11666150909113026>
6. Maeremans J., Walsh S., Knaepen P., Spratt J.C., Avran A., Hanratty C.G., Faurie B., Agostoni P., Bressollette E., Kayaert P., Bagnall A.J., Egred M., Smith D., Chase A., McEntegart M.B., Smith W.H.T., Harcombe A., Kelly P., Irving J., Smith E.J., Strange J.W., Dens J. The hybrid algorithm for treating chronic total occlusions in Europe: The RECHARGE registry. *J Am Coll Cardiol.* 2016;68(18):1958-1970. PMID: 27788851. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.08.034>
7. Galassi A.R., Werner G.S., Boukhris M., Azzalini L., Mashayekhi K., Carlino M., Avran A., Konstantinidis N.V., Grancini L., Bryniarski L., Garbo R., Bozinovic N., Gershlick A.H., Rathore S., Di Mario C., Louvard Y., Reifart N., Sianos G. Percutaneous recanalisation of chronic total occlusions: 2019 consensus document from the EuroCTO Club. *EuroIntervention.* 2019;15(2):198-208. PMID: 30636678. <https://doi.org/10.4244/EIJ-D-18-00826>
8. Harding S.A., Wu E.B., Lo S., Lim S.T., Ge L., Chen J.-Y., Quan J., Lee S.-W., Kao H.-L., Tsuchikane E. A new algorithm for crossing chronic total occlusions from the Asia Pacific Chronic Total Occlusion Club. *JACC Cardiovasc Interv.* 2017;10(21):2135-2143. PMID: 29122129. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2017.06.071>
9. Tanaka H., Tsuchikane E., Muramatsu T., Kishi K., Muto M., Oikawa Y., Kawasaki T., Hamazaki Y., Fujita T., Katoh O. A novel algorithm for treating chronic total coronary artery occlusion. *J Am Coll Cardiol.* 2019;74(19):2392-2404. PMID: 31699280. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.08.1049>
10. Suzuki Y., Tsuchikane E., Katoh O., Muramatsu T., Muto M., Kishi K., Hamazaki Y., Oikawa Y., Kawasaki T., Okamura A. Outcomes of percutaneous coronary interventions for chronic total occlusion performed by highly experienced Japanese specialists: the first report from the Japanese CTO-PCI Expert Registry. *JACC Cardiovasc Interv.* 2017;10(21):2144-2154. PMID: 29055764. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2017.06.024>
11. Sapontis J., Salisbury A.C., Yeh R.W., Cohen D.J., Hirai T., Lombardi W., McCabe J.M., Karpaliotis D., Moses J., Nicholson W.J., Pershad A., Wyman R.M., Spaedy A., Cook S., Doshi P., Federici R., Thompson C.R., Marso S.P., Nugent K., Gosch K., Spertus J.A., Grantham J.A. Early procedural and health status outcomes after chronic total occlusion angioplasty: a report from the OPEN-CTO Registry (Outcomes, Patient Health Status, and Efficiency in Chronic Total Occlusion Hybrid Procedures). *JACC Cardiovasc Interv.* 2017;10(15):1523-1534. PMID: 28797429. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2017.05.065>

## Current algorithms for the treatment of chronic coronary total occlusions

Oleg V. Krestyaninov, Dmitrii A. Khelimskii, Aram G. Badoian, Ruslan U. Ibragimov, Roman A. Naydenov  
Meshalkin National Medical Research Center, Novosibirsk, Russian Federation

**Corresponding author.** Dmitrii Khelimskii, [dkhelim@mail.ru](mailto:dkhelim@mail.ru)

Chronic coronary total occlusions (CTOs) represent the most complex group of lesions in interventional cardiology, and technical success in their treatment depends on not only the characteristics of the lesions themselves but also the experience of the operator.

Over the past few years, many CTO recanalisation techniques have been proposed, leading to the need for standardisation to achieve a higher success rate. As a result, a number of algorithms that allow the surgeon to choose one or another recanalisation technique depending on the angiographic features of the vessel have been proposed.

This article provides an overview of the main algorithms for choosing a CTO recanalisation strategy and considers the clinical and angiographic characteristics that form the basis of the algorithms. The possibility of their use in clinical practice has also been evaluated.

**Keywords:** algorithm; antegrade recanalisation; chronic total occlusion; percutaneous coronary intervention; technical success

Received 7 April 2020. Revised 27 April 2020. Accepted 27 April 2020.

**Funding:** The study did not have sponsorship.

**Conflict of interest:** Authors declare no conflict of interest.

### Author contributions

Conception and design: O.V. Krestyaninov, D.A. Khelimskii

Drafting the article: O.V. Krestyaninov, D.A. Khelimskii, A.G. Badoian, R.A. Naydenov, R.U. Ibragimov

Critical revision of the article: R.A. Naydenov, R.U. Ibragimov

Final approval of the version to be published: O.V. Krestyaninov, D.A. Khelimskii, A.G. Badoian, R.A. Naydenov, R.U. Ibragimov

### ORCID ID

O.V. Krestyaninov, <https://orcid.org/0000-0001-5214-8996>

D.A. Khelimskii, <https://orcid.org/0000-0001-5419-913X>

A.G. Badoian, <https://orcid.org/0000-0003-4480-2585>

**Copyright:** © 2020 Krestyaninov et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

**How to cite:** Krestyaninov O.V., Khelimskii D.A., Badoian A.G., Ibragimov R.U., Naydenov R.A. Current algorithms for the treatment of chronic coronary total occlusions. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2020;24(2):9-15. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2020-2-9-15>