

Опыт применения ретроградной реканализации хронических окклюзий коронарных артерий

В.В. Верин¹, С.Н. Качалов¹, Е.А. Шубин¹, С.М. Селютин²

¹ Дорожная клиническая больница на станции «Хабаровск I» ОАО «РЖД», Хабаровск, Россия

² Приморская краевая клиническая больницы №1, Владивосток, Россия

С мая 2006 г. по декабрь 2010 г. в двух крупных клиниках Дальневосточного федерального округа были произведены 64 попытки ретроградной реканализации хронических окклюзий коронарных артерий (ХОКА) у 64 пациентов. Использовались методики касающихся разнонаправленных проводников, прямого прохождения ретроградным проводником, CART и ее модификации и методика «изогнутого проводника». В 51 (79,7%) наблюдении удалось восстановить просвет пораженных артерий. Основными причинами неудачи послужили невозможность проведения проводника через коллатерали в дистальное русло артерии (46,1%) и собственно невозможность преодоления ХОКА (46,1%). Интраоперационные жизнеугрожающие осложнения развились у 3 (4,7%) больных, гемодинамически незначимые госпитальные осложнения зарегистрированы в 5 (9,8%) случаях. Через 1 год наблюдения клинически незначимые ангиографически выявленные стенозы реканализированной артерии имели место у 14,5% пациентов.

Ключевые слова: хроническая окклюзия коронарных артерий, ретроградная реканализация, проводники.

Введение

Хроническая окклюзия коронарных артерий (ХОКА) считается наиболее сложным поражением, с которым сталкиваются интервенционные кардиологи. Встречаемость ХОКА составляет от 30 до 50% у пациентов с клинически значимой ишемической болезнью сердца (ИБС), подвергающихся коронарографии (3, 7). Было показано, что успешная реканализация у пациентов с жизнеспособным миокардом приводит к снижению класса стенокардии, уменьшению вероятности последующих хирургических вмешательств, способствует увеличению выживаемости (14). Сложности реканализации ХОКА связаны с относительно низкой частотой успешного прохождения окклюзии катетером, составляющей 50–70% (6, 9, 14), высокой частотой рестенозов или реокклюзий после успешной баллонной ангиопластики или имплантации металлических стентов без покрытия (6).

Развитие новых технологий и методик способствовало увеличению доли успешных попыток чрескожной реваскуляризации ХОКА с увеличением долгосрочной проходимости коронарных артерий (4). Одной из наиболее перспективных и быстроразвивающихся методик является прохождение окклюзии через

дистальный отрезок пораженной артерии – ретроградная реваскуляризация ХОКА (4).

Целью данной работы явилось представление собственного опыта реканализации ХОКА с применением ретроградного подхода.

Материал и методы

С мая 2006 г. по декабрь 2010 г. на базе «Дорожной клинической больницы на станции «Хабаровск I»» ОАО «РЖД» и Приморской краевой клинической больницы №1 (Владивосток) для участия в исследовании были отобраны пациенты, страдавшие ИБС и имевшие, по меньшей мере, одну ХОКА. Поражение считалось ХОКА в том случае, если полностью отсутствовал антеградный кровоток и возраст окклюзии составлял более 3 мес. Возраст окклюзии определяли по дате предшествующего инфаркта миокарда или по времени, прошедшему после первой коронарографии, при которой была выявлена соответствующая окклюзия (1, 12, 14).

Для оценки функционального статуса больных определяли функциональный класс (ФК) стенокардии по Канадской классификации (CCS). Всем пациентам были проведены эхокардиография (ЭхоКГ) покоя с измерением фракции выброса левого желудочка по методике Simpson, стресс-ЭхоКГ. Для уточнения характера поражения окклюзированного сосуда и анатомии коллатералей всем больным была выполнена проекционная коронарография.

Показанием к проведению чрескожного лечения было выявление жизнеспособного

* Адрес для переписки:

Верин В.В.

Россия, 690002, г. Владивосток, ул. Комсомольская д. 29-30.

E-mail: verin-v@mail.ru

Статья получена 15 марта 2012 г.

Принята к публикации 30 марта 2012 г.

миокарда в бассейне окклюзированного сосуда с помощью стресс-ЭхоКГ (13). Ретроградный метод реканализации ХОКА расценивали как целесообразный при наличии трех и более условий из следующих: большая длина окклюзии (≥ 15 –20 мм), крупное дистальное русло окклюзированной артерии, сложная анатомия (неконическая форма проксимальной “культы”, наличие мостовидных коллатералей, отхождение боковой ветви в месте окклюзии), неудачная предшествующая антеградная попытка коронарной ангиопластики, отсутствие стенозов и окклюзий сосуда, бассейну которого принадлежат планируемые для вмешательства коллатерали (1, 9, 10, 12).

Для ретроградного подхода к ХОКА использовали эпикардальные или септальные коллатеральные сосуды. Для прохождения через коллатерали применялись проводники Whisper LS, Whisper MS (Abbott) и проводники семейства Fielder (Asahi) (13). Для поиска септального канала мы применяли коронарный проводник Fielder XT (13). Во всех случаях поддержку коронарного проводника осуществляли OTW баллоном или микрокатетером (5, 12).

Для ретроградной реканализации ХОКА проводником первого выбора в нашей серии являлся проводник Fielder FC (13). При необходимости его меняли на более жесткий из семейства Miracle или Cross-it и далее (в порядке нарастания жесткости) Pilot 200, Conquest 12 и Conquest Pro 12.

После успешного проведения через коллатерали коронарного проводника и поддерживающего катетера для реканализации ХОКА использовали следующие методики.

1. Прямое прохождение ретроградным проводником (“landmark technique”). При применении этого метода ретроградно введенный проводник остается неподвижным и используется в качестве визуального ориентира для манипуляций антеградно введенным проводником (5).

2. Методика касающихся разнонаправленных проводников (“kissing-wire technique”). В данной технике антеградный жесткий и ретроградно введенный проводники постепенно продвигаются по направлению друг к другу (5).

3. При невозможности совместить коронарные проводники в одном ложе предпочтение отдавали технике CART (Controlled Antegrade and Retrograde subintimal Tracking) или ее модификации (9, 10, 12). В этом слу-

чае ретроградный проводник вводят в субадвентициальный слой сосуда, после чего с помощью катетера и баллона производят образование ложного субадвентициального пространства. Затем осуществляют попытки соединения проксимального истинного просвета с ложным субадвентициальным с помощью антеградно вводимого проводника.

4. Методику “изогнутого проводника” (“knuckle-wire technique”) (5) мы использовали после неудачных попыток прямой реканализации ретроградным проводником при условии минимального кальциноза коронарных артерий. При этом в субинтимальном пространстве вокруг артерии создают полость большого объема, в которую затем проводят контралатеральный коронарный проводник.

После успешного проведения ретроградного коронарного проводника через окклюзию осуществляется преддилатация ретроградным баллонным катетером с последующим проведением антеградного проводника. При невозможности проведения ретроградного баллонного катетера по проводнику используют прием создания неполной или полной “коронарной петли”. Неполная “коронарная петля” образуется при зажимании кончика ретроградного проводника баллоном в антеградном катетере с целью усиления фиксации и облегчения прохождения ХОКА ретроградным катетером с последующей преддилатацией и проведением антеградного проводника.

Полную “коронарную петлю” создают, захватывая кончик ретроградного коронарного проводника в аорте с помощью петлеобразной ловушки GooseNeck (ev3), а также путем попадания кончиком ретроградного коронарного проводника в устье антеградного катетера и выведения его из Y-коннектора (1, 9, 12). Далее проводят антеградную баллонную дилатацию и последовательное стентирование окклюзированного сегмента (1, 10).

После антеградного введения проводника коронарную ангиопластику выполняли по общепринятой методике: баллонная дилатация окклюзированного сегмента баллонами нарастающего диаметра, а затем – последовательное стентирование всего дилатированного сегмента (1, 15). Во всех случаях мы использовали только стенты с лекарственным покрытием.

Успех констатировали в том случае, если после вмешательства диаметр стеноза со-

Таблица 1. Клинико-демографические характеристики пациентов

Характеристики	Показатель (n = 64)
Возраст, годы	57,2 ± 3,4
Женщины, абс (%)	2 (3,2)
Класс стенокардии напряжения, абс (%):	
I ФК CCS*	38 (59,4)
II ФК CCS	21 (32,8)
III ФК CCS	5 (7,8)
Фракция выброса левого желудочка, %	47 ± 9,3
Инфаркт миокарда в анамнезе, абс. (%)	63 (98,4)
Факторы риска, абс. (%):	
курение	28 (43,8)
гиперлипидемия	31 (48,4)
артериальная гипертензия	51 (79,7)
сахарный диабет II типа	19 (29,7)
Количество пораженных артерий, абс. (%):	
1	31 (48,4)
2	22 (34,4)
3	11 (17,2)
Стентирование нецелевого сосуда, абс. (%)	23 (35,9)

Примечание. * Canadian Cardiovascular Society (Канадское общество кардиологов)

ставлял менее 30%, был восстановлен нормальный кровоток с полной перфузией и не возникло серьезных осложнений (смерть, инфаркт миокарда, неотложное хирургическое вмешательство на коронарных артериях).

Все пациенты перед вмешательством получали аспирин 100 мг/сут и клопидогрель 75 мг/сут. Непосредственно перед вмешательством вводился гепарин в дозе 10 000 Ед. с последующим введением во время процедуры по 1000–2000 Ед/ч для поддержания уровня АЧТВ более 250 с. После реканализации ХОКА все пациенты продолжали прием аспирина 100 мг/сут длительно и клопидогреля 75 мг/сут до 12 мес и дольше.

В течение 6–12 мес после вмешательства пациенты повторно осматривались кардиологом, уточнялась субъективная оценка состояния самими больными (хорошее, удовлетворительное, плохое), определялся ФК стенокардии по CCS, проводились ЭхоКГ, велоэргометрия, коронарография.

Статистический анализ

Качественные параметры представлены как доли в процентах от общего количества больных, количественные данные – в виде

средних значений ± стандартное отклонение. Для сравнения качественных параметров применялся точный критерий Фишера. Для оценки различий количественных параметров применялся U-метод Манна–Уитни. Различия считались статистически значимыми при значениях $p < 0,05$.

Результаты

В исследование вошли 64 пациента с ИБС в возрасте от 44 до 71 года (средний возраст – 57,2 ± 3,4 года). Клинико-демографические характеристики пациентов представлены в табл. 1.

Всем 64 больным были произведены 64 попытки ретроградной реканализации ХОКА. У 63 (98,4%) пациентов на первом этапе была предпринята попытка антеградной реканализации ХОКА. У 1 (1,6%) пациента с окклюзией, начинающейся от устья правой коронарной артерий, не было возможности установить проводниковый катетер, что определило выбор тактики первичной ретроградной реканализации.

В 51 из 64 (79,7%) попыток ретроградной реканализации ХОКА удалось восстановить просвет сосуда. Успех процедур в зависимости от характеристик окклюзий и коллатеральных сосудов, технических особенностей вмешательства представлен в табл. 2.

При поражении ПКА использование ретроградного подхода при реканализации ХОКА оказалось статистически значимо эффективнее (84,9%), чем при поражении ОВ или ПНА левой коронарной артерии (54,6%; $p = 0,037$).

В 6 (9,4%) случаях не удалось провести коронарный проводник через коллатеральные артерии. У 9 (14,1%) больных после успешного проведения коронарного проводника в дистальное русло целевой артерии не удалось провести катетер. У этих пациентов ретроградный проводник использовали как маркер для антеградной реканализации методом прямого прохождения.

Провести катетер в дистальную часть пораженного сосуда удалось у 49 (76,6%) больных. Попытки проведения проводника и катетера через септальные коллатерали оказались статистически значимо эффективнее, чем через эпикардальные (81,0 против 33,3%; $p = 0,023$).

Из 51 успешно выполненных реканализаций ХОКА в 23 (45,1%) случаях удалось провести антеградный коронарный проводник в истинный дистальный просвет, а в 28

Таблица 2. Результат эндоваскулярного вмешательства в зависимости от характеристик окклюзии и коллатералей и технических особенностей операции

Характеристики	Количество попыток (n = 64)	Количество успешных попыток абс. (%)
Локализация ХОКА*:		
ПКА	53	45 (84,9) ¹
ПНА или ОВ	11	6 (54,6) ¹
Проведение проводника по коллатералям:		
септальные	58	47 (81,0) ²
эпикардальные	6	2 (33,3) ²
Методика прохождения ХОКА:		
прямое прохождение	57	18 (31,6)
касающиеся проводники	40	7 (17,5)
CART-техника	33	22 (66,7)
"изогнутый проводник"	8	4 (50,0)
Проведение антеградного баллонного катетера в истинный дистальный просвет сосуда	57	23 (40,4) ³
Проведение ретроградного баллонного катетера в истинный проксимальный просвет сосуда	36	28 (77,8) ³

Примечание. ^{1,2,3} – различия между указанными группами пациентов статистически значимы – $p = 0,037$, $0,023$ и $0,012$ соответственно.

* ПКА – правая коронарная артерия, ПНА – передняя нисходящая артерия, ОВ – огибающая ветвь.

(54,9%) – ретроградный коронарный проводник в проксимальный сегмент окклюзированной артерии. Доля успешного проведения ретроградного проводника оказалась статистически значимо выше, чем антеградно введенного (77,8 против 40,4%; $p = 0,012$).

В результате выполненных операций было имплантировано 115 коронарных стентов, что составило в среднем 2,7 стента на 1 окклюзированный сосуд.

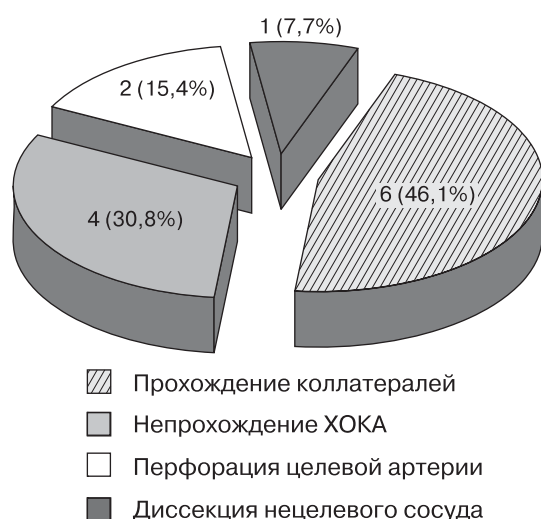
У 13 (20,3%) пациентов попытка реканализации ХОКА была безуспешной. Причины неудачи представлены на рис. 1.

У 3 (23,1%) пациентов реканализация ХОКА была остановлена из-за развития жизне-

угрожающих осложнений. У 1 пациента при установке катетера в теле окклюзии ПКА произошла глубокая интубация ПНА (через которую осуществлялся доступ к коллатеральным артериям) проводниковым катетером с возникновением окклюзирующей диссекции. Было выполнено экстренное стентирование в месте диссекции, что, однако, привело к окклюзии крупной септальной ветви и появлению выраженных клинических и ЭКГ-признаков переднеперегородочного инфаркта миокарда. Это потребовало прекращения процедуры реканализации ПКА.

У 2 пациентов при ретроградной реканализации ПКА с использованием методики CART и обратного CART возникла перфорация коронарной артерии III типа по Elis (5), что потребовало экстренной пункции и дренирования полости перикарда. У 1 больного объем гемоперикарда не превысил 400 мл, кровотечение купировалось самостоятельно. У второго пациента после создания субинтимальной полости антеградным баллонным катетером (обратный CART) развилось массивное кровотечение в полость перикарда. Для борьбы с осложнением были выполнены интубация культи ПКА катетером JR6F и жировая эмболизация источника кровотечения.

Еще у 4 (30,8 %) пациентов процедура реканализации была прекращена после многочисленных неудачных попыток прохождения ХОКА, когда общая продолжительность операции превысила 180 мин и/или общее

**Рис. 1.** Причины неудачи реканализации ХОКА.

количество введенного контрастного вещества достигло 600 мл (1, 5, 9, 10).

Ранний послеоперационный период

У 5 (9,8%) пациентов после успешной реканализации ХОКА в раннем послеоперационном периоде развились осложнения. У 2 (3,9%) больных зарегистрирована фибрилляция предсердий, потребовавшая терапии кордароном в ближайшие 2 дня. У обоих пациентов удалось восстановить синусовый ритм. У 3 (5,9%) пациентов при контрольной коронарографии были отмечены гематомы межжелудочковой перегородки, не отразившиеся на гемодинамике пациентов, и все они были выписаны в плановом порядке.

После успешной реканализации ХОКА в ближайшем послеоперационном периоде 45 (88,2%) пациентов отмечали улучшение самочувствия, 6 (11,8%) больных не отметили его изменения. У 17 (33,3%) пациентов произошло снижение ФК стенокардии.

У 3 больных с интраоперационно развившимися осложнениями было отмечено ухудшение ФК стенокардии напряжения, что потребовало усиления консервативной медикаментозной терапии. 5 пациентам (4 – с окклюзией ПНА и 1 – с окклюзией ПКА) было выполнено аортокоронарное шунтирование (без осложнений).

Отдаленные сроки после реваскуляризации

У 48 (94,1%) больных после успешной реканализации ХОКА была проведена оценка результатов вмешательства в сроки от 6 мес до 1,5 лет ($10,2 \pm 4,3$ месяца). При осмотре кардиологом у 13 пациентов (27,0%) отмечено возникновение стенокардии II ФК, из них у 11 (22,9%) были выявлены ишемические изменения при велоэргометрии на 75–100 Вт. Остальные 35 (72,9 %) пациентов субъективно оценивали свое состояние как “хорошее”, вели активный образ жизни, не ограничивая физические нагрузки. В отдаленном периоде всем пациентам проводилась ЭхоКГ с измерением фракции выброса левого желудочка. При сравнении послеоперационных значений с дооперационными статистически значимой разницы получено не было.

Всего в отдаленном периоде наблюдения рестеноз реканализированной коронарной артерии был документирован у 7 (14,5%) пациентов; в 5 (10,4%) случаях отмечался рестеноз участков артерии вокруг стента,

в 2 (4,2%) – внутри стента. Все 7 пациентов повторно прошли эндоваскулярное лечение с коррекцией патологии (стентирование).

Обсуждение

Метод ретроградной реканализации ХОКА основан на том, что дистальная часть капсулы ХОКА может быть более мягкой, тонкой или отсутствовать вообще, что может значительно облегчить прохождение окклюзии оронарным проводником (9). В недавних исследованиях продемонстрировано увеличение частоты успешных чрескожных вмешательств по реваскуляризации ХОКА при использовании ретроградного подхода до 57–79% и выше (10, 11).

В данной работе мы представляем результаты применения методики ретроградного подхода к реканализации ХОКА. Эффективность применения данной методики на нашей группе больных составила 79,7% (51 из 64). Наш результат сопоставим с результатами других исследователей. Так, G.G. Biondi-Zoccai и соавт. (2) при применении ретроградного подхода к реканализации ХОКА достигли успеха в 71% у 17 пациентов. В работе S.H. Chung и соавт. (3) у 31 больного с ХОКА эффективность ретроградного подхода составила 78,8%.

В крупном исследовании M. Kimura и соавт. (8) при применении ретроградного подхода к реканализации ХОКА из 224 попыток 90,6% оказались успешными, что несколько выше, чем в нашей работе. Различия могут быть связаны с особенностями отбора больных, техническими характеристиками вмешательств. Так, M. Kimura и соавт. (8) всем больным проводили реваскуляризацию ХОКА с помощью методики CART и ее модификаций, тогда как в нашем исследовании эта методика применялась лишь у половины больных (33 из 64) и продемонстрировала наибольшую эффективность из всех других методик (66,7%).

В нашей работе частота достижения успеха при подходе к дистальному руслу пораженной артерии была статистически значимо выше при выборе септальных коллатеральных сосудов по сравнению с эпикардиальными (81,0 против 33,3%; $p = 0,023$). Считается, что у септальных коллатералей имеется ряд преимуществ: эпикардиальные каналы нередко обладают сложной анатомией и бывают изогнутыми (9), имеют тенденцию к более частому разрыву, а при их разрыве имеется большой риск развития гемопе-

рикарда и тампонады сердца (12). Более того, длина септальных каналов, как правило, оказывается короче, чем эпикардиальных. Однако при использовании септальных каналов больше риск развития мелкоочагового инфаркта миокарда. Ряд авторов рекомендуют в первую очередь принимать во внимание характер хода сосуда, извитость, а не диаметр его просвета (9, 13).

В нашей серии больных ХОКА чаще была локализована в ПКА (53 из 64 (82,8%)); наибольшая доля успешных попыток ретроградной реканализации также имела место именно при поражении этой артерии (45 из 53, 84,5%). Частая встречаемость ХОКА в ПКА описывалась и в других работах. Так, в работе G.G. Biondi-Zoccai и соавт. (2) окклюзия локализовалась в ПКА в 65% наблюдений, а в исследовании M. Kimura и соавт. (8) – в 69,8%. S.H. Chung и соавт. (3) зафиксировали локализацию ХОКА в ПКА у несколько меньшей доли больных (45,2%). Во всех этих работах, к сожалению, не приведена доля успешных попыток ретроградной реканализации ХОКА в зависимости от пораженной артерии.

Причинами неудачи при реканализации ХОКА в нашей работе оказались невозможность проведения проводника по коллатеральным сосудам в дистальное русло целевого сосуда (46,1%) и сложности при преодолении собственно ХОКА (46,1%, в том числе 15,4% – перфорация стенки сосуда). О прохождении проводником и катетером ХОКА как наиболее технически сложном этапе реканализации сообщалось и ранее (2, 8). Высокая частота трудностей при прохождении проводником коллатералей может быть связано с особенностями подбора больных со сложной анатомией коллатерального русла.

Из интраоперационных осложнений мы наблюдали перфорацию пораженной артерии (3,1%) и диссекцию нецелевого сосуда, повлекшую за собой, несмотря на экстренное стентирование, развитие инфаркта миокарда (1,6%). В исследовании M. Kimura и соавт. (8) частота перфорации идентична наблюдаемой нами (3,1%), а диссекция нецелевого (донорского) сосуда встречалась в 0,4% случаев – у 1 пациента. Поскольку в работе M. Kimura и соавт. авторы анализировали результаты реканализации большего количества ХОКА, были зарегистрированы и другие осложнения: смерть – в 0,4% случаев, Q-образующий

инфаркт – в 0,9% и не Q-образующий инфаркт миокарда – в 3,6% наблюдений.

В отдаленном периоде наблюдения в нашем исследовании ангиографически значимый рестеноз успешно реканализированной артерии развился у 14,5% пациентов, что значительно не отличается от данных литературы по реканализации ХОКА с помощью антеградного подхода и имплантацией стентов с лекарственным покрытием. Так, в крупном исследовании R. Valenti и соавт. (14) необходимость в повторном чрескожном эндоваскулярном вмешательстве через 1 год возникла у 12% больных (40 из 344).

Выводы

1. Эффективность ретроградного подхода к реканализации составила 79,7% (51 из 64). Наибольшие показатели эффективности имели место при локализации ХОКА в ПКА – 45 из 53 (84,9%) и при подходе к дистальному руслу пораженной артерии через септальные коллатерали – 47 из 58 (81%).

2. Частыми причинами неудачи явились невозможность проникновения проводником в дистальное русло сосуда через коллатерали – 6 из 13 (46,1%) и сложности при непосредственном прохождении ХОКА – 6 из 13 (46,1%).

3. Частота возникновения жизнеугрожающих интраоперационных осложнений составила 4,7% (3 из 64), среди них имели место перфорация пораженной артерии и диссекция нецелевого сосуда, приведшая к инфаркту миокарда. Гемодинамически незначимые госпитальные осложнения возникли у 9,8% больных (5 из 51), среди них фибрилляция предсердий – 2 из 51 (3,9%) и гематомы межжелудочковой перегородки – 3 из 51 (5,9%).

4. В отдаленном послеоперационном периоде (в среднем 10,2 месяца) результаты успешной реканализации ХОКА были изучены у 48 (94,1%) пациентов: у 13 (27,0%) больных имела место стенокардия напряжения II ФК, у 35 (72,9%) пациентов – I ФК или полное отсутствие симптомов стенокардии. Ангиографически рестеноз реканализированной артерии был выявлен у 14,5% (7 из 48) больных.

Таким образом, высокий процент успешных результатов проведенных нами ретроградных реканализаций ХОКА, сопоставимость описанных нами данных с данными современной литературы позволяют рекомендовать используемый нами алгоритм выбора методик и техники проведения опера-

ций для широкого применения в отделениях интервенционной кардиологии.

Список литературы

1. Бирюков А. В. Эндоваскулярная ретроградная реканализация хронических окклюзий коронарных артерий. Дисс. канд. мед. наук, Новосибирск, 2010 г.
2. Biondi-Zoccai G.G., Bollati M., Moretti C., et al. Retrograde percutaneous recanalization of coronary chronic total occlusions: outcomes from 17 patients. *Int. J. Cardiol.*, 2008, 130, 1, 118–120.
3. Chung S.H., Kim M.H., Yu L.H., et al. Initial experience of retrograde wire approach in coronary chronic total occlusion intervention. *Korean. Circ. J.*, 2009, 39, 6, 228–235.
4. Ge J., Ge L., Qian J., et al. Retrograde wire technique for recanalization of a left main chronic total occlusion. *Chin. J. Intervent. Cardiol. (Chin.)*, 2006, 14, 55–56.
5. Godino C., Sharp A.S.P., Carlino M. et al. Crossing CTOs: the tips, tricks, and specialist kit that can mean the difference between success and failure. *Catheteriz. Cardiovasc. Interv.*, 2009, 74, 1019–1046.
6. Hoyer A., Tanabe K., Lemos P.A., et al. Significant reduction in restenosis after the use of sirolimus-eluting stents in the treatment of chronic total occlusions. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2004, 43, 1954–1958.
7. Hoyer A., van Domburg R.T., Sonnenschein K., et al. Percutaneous coronary intervention for chronic total occlusions: the Thoraxcenter experience 1992–2002. *Eur. Heart J.*, 2005, 26, 2630–2636.
8. Kimura M., Katoh O., Tsuchikane E., et al. The efficacy of a bilateral approach for treating lesions with chronic total occlusions the CART (controlled antegrade and retrograde subintimal tracking) registry. *JACC Cardiovasc. Interv.*, 2009, 2, 11, 1135–1141.
9. Ozawa N. A new understanding of chronic total occlusion from a novel PCI technique that involves a retrograde approach to the right coronary artery via a septal branch and passing of the guidewire to a guiding catheter on the other side of the lesion. *Catheteriz. Cardiovasc. Interv.*, 2006, 68, 907–913.
10. Saito S. Different strategies of retrograde approach in coronary angioplasty for chronic total occlusion. *Catheteriz. Cardiovasc. Interv.*, 2008, 71, 8–19.
11. Surmely J.F., Tsuchikane E., Katoh O., et al. New concept for CTO recanalization using controlled antegrade and retrograde subintimal tracking: the CART technique. *J. Invasive. Cardiol.*, 2006, 18, 334–338.
12. Surmely J., Katoh O., Tsuchikane E. et al. Coronary septal collaterals as an access for the retrograde approach in the percutaneous treatment of coronary chronic total occlusions. *Catheteriz. Cardiovasc. Interv.*, 2007, 69, 826–832.
13. Takano M., Mizuno K. Retrograde crossing for chronic total occlusion lesions: the Japanese way. *Indian. Heart J.*, 2008, 60, 6, 514–518.
14. Valenti R., Migliorini A., Signorini U. et al. Impact of complete revascularization with percutaneous coronary intervention on survival in patients with at least one chronic total occlusion. *Eur. Heart J.*, 2008, 29, 2336–2342.
15. Weisz G., Moses W.J. New percutaneous approaches for chronic total occlusion of coronary arteries. *Expert Rev. Cardiovasc. Ther.*, 2007, (5) 2, 231–241.