

НОВЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭНДОВАСКУЛЯРНОЙ КОРРЕКЦИИ БИФУРКАЦИЙ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ

УДК 616.132.2–089.81–07

Поступила 5.03.2012 г.



Е.В. Чеботарь, к.м.н., зав. отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения¹;

О.В. Бритвина, ассистент кафедры лучевой диагностики ФПКВ²;

Б.Е. Шахов, д.м.н., профессор, зав. кафедрой лучевой диагностики ФПКВ, ректор²

¹Специализированная кардиохирургическая клиническая больница, Н. Новгород, 603136, ул. Ванеева, 209;

²Нижегородская государственная медицинская академия, Н. Новгород, 603005, пл. Минина и Пожарского, 10/1

Цель исследования — изучить результаты эндоваскулярного лечения больных с поражениями коронарных бифуркаций, проведенного под контролем селективной коронарографии и внутрисосудистой манометрии и на основании их анализа оценить значение данных манометрической оценки кровотока в ветвях бифуркаций при выборе тактики эндоваскулярной коррекции.

Материалы и методы. Анализ особенностей и результатов эндоваскулярной коррекции коронарных бифуркаций проведен у 67 пациентов, которым выполнено условное Т-стентирование. В 1-й группе (n=32) оценка состояния бифуркации проводилась с помощью контрастной ангиографии и измерения фракционного резерва кровотока, во 2-й (n=35) — только по результатам ангиографии. Отдаленные результаты лечения (период наблюдения — 12 мес) изучены у 30 пациентов (93,8%) 1-й и у 33 (94,3%) — 2-й группы.

Результаты. В 11 из 32 случаев ангиографическая оценка стеноза в устье боковой ветви отличалась от манометрической. Между этими данными выявлена средняя степень корреляции (R=0,46; p=0,008). При Y-типе бифуркации корреляция между оценками гемодинамической значимости стеноза в боковой ветви отсутствовала (R=0,21; p=0,464). В отдаленном периоде возврат стенокардии или повышение ее класса отмечены у 3 пациентов (10,0%) 1-й группы и у 11 (33,3%) — 2-й (p=0,035). Рестенозы в боковых ветвях выявлены у 2 пациентов (6,7%) исследуемой группы и у 10 (30,3%) — группы сравнения (p=0,024).

Заключение. Применение комплексного подхода к оценке результатов коррекции коронарных бифуркаций улучшает перспективы вмешательства за счет снижения частоты рестенозов и необходимости в повторной реваскуляризации в отдаленном периоде. Его достоинством является более точная оценка гемодинамических изменений в ветвях бифуркации и, следовательно, возможность выбора оптимальной методики эндоваскулярной коррекции.

Ключевые слова: бифуркация коронарной артерии, коронарное стентирование, фракционный резерв кровотока.

English

A new approach to the assessment of the results of endovascular correction of coronary artery bifurcation

E.V. Chebotar, PhD, Head of the Department of Interventional Radiology¹;

O.V. Britvina, Tutor, the Department of Radiodiagnosis, the Faculty of Doctors' Advanced Training²;

B.E. Shakhov, D.Med.Sc., Professor, Head of the Department of Radiodiagnosis, the Faculty of Doctors' Advanced Training, Rector²

¹Specialized Cardiological Clinical Hospital, Vaneeva St., 209, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603136;

²Nizhny Novgorod State Medical Academy, Minin and Pozharsky Square, 10/1, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603005

The aim of the investigation is to study the results of endovascular treatment of patients with coronary bifurcation disorders performed under the control of selective coronography and intravascular manometry, and to assess on the basis of their analysis the manometric findings of blood flow in bifurcation branches when choosing endovascular correction management.

Для контактов: Чеботарь Евгений Викторович, тел. раб. 8(831)417-68-70, тел. моб. +7 906-352-51-27; e-mail: chebnn@mail.ru

Materials and methods. The analysis of peculiarities and the results of endovascular correction of coronary bifurcations was performed in 67 patients with test T-stenting. The bifurcation state of the 1st group patients (n=32) was assessed by contrast angiography and the measurement of fractional flow reserve, the patients of the 2nd group (n=35) — by angiography findings only. Long-term results (follow-up period is 12 months) were studied in 30 patients (93.8%) of the 1st group, and in 33 patients (94.3%) of the 2nd group.

Results. In 11 of 32 cases angiographic assessment of stenosis in the lateral branch mouth was different from that of manometric one. There was determined an average degree of correlation (R=0.46; p=0.008). In Y-type bifurcation there was no correlation between the assessments of hemodynamic significance of stenosis in the lateral branch (R=0.21; p=0.464). In a follow-up period, angina recurrence or the increase of its degree was revealed in 3 patients (10.0%) of the 1st group, and in 11 patients (33.3%) of the 2nd one (p=0.035). Restenoses in lateral branches were found in 2 patients (6.7%) of the group under study and in 10 patients (30.3%) in the control group (p=0.024).

Conclusion. The use of complex approach to the assessment of the results of coronary bifurcation correction improves the results of surgeries due to the decrease of restenoses rate and the necessity of re-revascularization in the follow-up. The advantage of the approach is more accurate assessment of hemodynamic changes in bifurcation branches and, therefore, the possibility to choose an optimal technique of endovascular correction.

Key words: coronary artery bifurcation, coronary stenting, fractional flow reserve.

Сложность рентгеноэндоваскулярной коррекции коронарных бифуркаций определяется вариабельностью анатомических особенностей бифуркационных поражений, множеством подходов к их коррекции, трудностями оценки физиологической значимости изменений в ветвях бифуркации, высокой частотой развития рестенозов [1–5]. При проведении подавляющего большинства чрескожных коронарных вмешательств контроль за состоянием коронарной артерии осуществляется с помощью коронарной ангиографии. Этот замечательный метод, в свое время совершивший революцию в кардиологии, позволяет получить объективную информацию об исходном состоянии пораженной артерии, морфологических изменениях в процессе коррекции и оценить результаты проведенного вмешательства [6]. Тем не менее коронарография имеет ряд ограничений. Они касаются прежде всего оценки физиологической значимости стенозов коронарных артерий. В последние годы в клиническую практику внедрен относительно простой и доступный метод оценки коронарного кровотока, основанный на внутрисосудистой манометрии (ВСМ). Основным показателем является фракционный резерв кровотока (ФРК). При изучении кровотока в ветвях бифуркации установлено, что далеко не все стенозы в устьях боковых ветвей, возникающие после стентирования главной ветви, функционально значимы [7–10]. Значительная вариабельность значений ФРК обнаружена даже при стентировании устьев боковых ветвей более чем на 75% диаметра (по данным ангиографии). На основании этого рядом авторов сделано заключение, что в некоторых случаях существует несоответствие между функциональной значимостью стеноза в устье боковой ветви и его выраженностью, оцененной с помощью количественной коронарной ангиографии [10–12]. Вполне обоснованно можно предположить, что дополнение ангиографического изображения коронарной бифуркации данными о состоянии кровотока в ее ветвях позволит оптимизировать тактику эндоваскулярного вмешательства и улучшить его результаты.

Цель исследования — изучить результаты эндоваскулярного лечения больных с поражениями коронарных бифуркаций, проведенного под контролем коронарографии и внутрисосудистой манометрии, и на

основании их анализа оценить значение данных манометрической оценки кровотока в ветвях бифуркаций при выборе тактики эндоваскулярной коррекции.

Материалы и методы. Проведен анализ особенностей эндоваскулярной коррекции пораженных нестволовых коронарных бифуркаций и ее результатов у 67 пациентов, которым выполнено условное Т-стентирование стентами с лекарственным покрытием. У 32 из них (1-я группа) на различных этапах коррекции оценка кровотока в ветвях бифуркаций, а также изучение морфологической и гемодинамической эффективности коррекции проводились не только с помощью общепринятой контрастной ангиографии, но и с помощью ВСМ (измерение ФРК). В группу сравнения (2-я группа) были включены 35 пациентов, у которых оценка состояния бифуркаций коронарных артерий и кровотока в них выполнялась традиционно — на основании результатов контрастной коронарографии. Статистически значимых различий в клинической характеристике больных между группами не выявлено (табл. 1).

По данным коронарографии, у пациентов, включенных в исследование, диагностированы 4 типа бифуркационных поражений по классификации А. Medina [13]. Статистически значимых различий между группами по частоте их встречаемости не было (табл. 2).

Таблица 1
Сравнительная характеристика пациентов 1-й и 2-й групп (M±m), абс. число/%

Показатель	1-я группа (n=32)	2-я группа (n=35)	p
Возраст, лет	56,3±5,2	54,2±6,3	0,800
Мужчины	19/59,4	23/65,7	0,777
Женщины	13/40,6	12/34,3	0,777
Функциональный класс стенокардии:			
II	9/28,1	11/31,4	0,978
III	20/62,5	19/54,3	0,665
IV	3/9,4	5/14,3	0,809
Фракция выброса левого желудочка, %	54,4±11,4	55,3±10,2	0,953
Артериальная гипертензия	15/46,9	18/51,4	0,898
Курение	10/31,3	13/37,1	0,803

Таблица 2

Распределение пациентов групп в зависимости от типа бифуркационного поражения, абс. число/%

Тип поражения (A. Medina)	1-я группа (n=32)	2-я группа (n=35)	p
Тип 1.1.1	19/59,4	20/57,1	0,950
Тип 1.0.1	3/9,4	7/20	0,381
Тип 0.1.1	5/15,6	3/8,6	0,608
Тип 1.1.0	5/15,6	5/14,3	0,850

Таблица 3

Локализация бифуркационных поражений у пациентов 1-й и 2-й групп, абс. число/%

Локализация поражения	1-я группа (n=32)	2-я группа (n=35)	p
ПНА–ДВ	21/65,6	19/54,3	0,487
ОА–ВТК	8/25,0	9/25,7	0,831
ПКА–ЗНА–ЗБВ	3/9,4	7/20,0	0,381

Примечание: ПНА–ДВ — передняя нисходящая артерия–диагональная ветвь; ОА–ВТК — огибающая артерия–ветвь тупого края; ПКА–ЗНА–ЗБВ — правая коронарная артерия–задняя нисходящая артерия–задняя боковая ветвь.

По частоте встречаемости различных локализаций бифуркационных поражений группы также не отличались друг от друга (табл. 3).

Измерение ФРК с целью оценки функциональной значимости стенозов коронарных артерий, а также эффективности эндоваскулярной коррекции проводилось с помощью аппарата Radi Analyzer (RADI, Швеция). Для этого через внутренний просвет проводникового катетера в пораженную коронарную артерию вводился коронарный проводник с датчиком измерения давления. Кончик проводника с датчиком устанавливался дистальнее пораженного участка (стента). Для создания искусственной гиперемии миокарда в исследуемую артерию вводился раствор папаверина (15 мг — в левую,

10 мг — в правую коронарную артерию). В условиях смоделированной гиперемии миокарда ФРК измерялся до и после коррекции. Гемодинамически значимым стенозом коронарной артерии считался стеноз, дистальнее которого ФРК был менее 0,75 [14].

У пациентов 1-й группы гемодинамическая значимость стенозов коронарных артерий определялась на основании комплексного анализа результатов ангиографического и манометрического исследований. В результате такого анализа каждый стеноз мог быть отнесен в одну из трех групп:

гемодинамически незначимый — стеноз I степени по данным контрастной коронарографии, значение ФРК — не менее 0,9;

пограничный — стеноз II степени по данным коронарографии и/или значение ФРК больше 0,75, но меньше 0,9;

гемодинамически значимый — стеноз III степени по результатам коронарографии и/или значение ФРК менее 0,75.

У пациентов группы сравнения гемодинамическая значимость поражений коронарных артерий оценивалась только на основании данных контрастной коронарографии. При этом стеноз I степени считался гемодинамически незначимым, стеноз II степени — пограничным и стеноз III степени — гемодинамически значимым.

Первая ангиографическая и манометрическая оценка состояния бифуркации проводилась до начала коррекции, повторная коронарография и измерение ФРК — после стентирования главной ветви. На основании данных ангиографии в сочетании с результатами измерений ФРК (в 1-й группе) и данных только ангиографии (во 2-й группе) выполнялась оценка гемодинамической значимости стеноза в боковой ветви бифуркации. В зависимости от результатов этой оценки выбирался один из вариантов продолжения коррекции. Для выбора варианта на этом этапе коррекции мы руководствовались следующим алгоритмом действий: 1) если в боковой ветви имелся гемодинамически не-



Варианты эндоваскулярной коррекции боковой ветви в группах в зависимости от гемодинамической значимости стеноза

значимый стеноз (стеноз I степени по данным ангиографии, $\text{ФРК} \geq 0,9$), коррекция боковой ветви не проводилась; 2) в случае выявления пограничного стеноза боковой ветви (стеноз II степени по данным ангиографии, $0,75 < \text{ФРК} < 0,9$) выполнялась постдилатация главной и боковой ветвей по методике «целующихся баллонов»; 3) если в боковой ветви после стентирования главной ветви определялся гемодинамически значимый стеноз (стеноз III степени по данным ангиографии, $\text{ФРК} \leq 0,75$), проводилось стентирование боковой ветви с имплантацией стента от ее устья, т.е. в этом случае коррекция заканчивалась Т-стентированием бифуркации (см. рисунок).

Критерии достижения хорошего непосредственного результата вмешательства: 1-я группа — выраженность резидуального стеноза $< 20\%$, кровоток TIMI 3, отсутствие диссекций по краям стента, $\text{ФРК} > 0,9$; 2-я группа — выраженность резидуального стеноза $< 20\%$, кровоток TIMI 3, отсутствие диссекций по краям стента.

Клиническими критериями хорошего результата вмешательства в госпитальном периоде мы считали: отсутствие осложнений, относящихся к группе MACCE (ANA, CSHA), повышение толерантности к физической нагрузке на 2 функциональных класса и более или полное исчезновение стенокардии и/или объективных признаков ишемии.

Отдаленные результаты вмешательства были прослежены у 63 пациентов: у 30 (93,8%) из 1-й группы и у 33 (94,3%) — из 2-й группы. Контрольной точкой отдаленного периода наблюдения являлся 12-й месяц исследования. Результаты определяли на основании совокупной оценки неблагоприятных событий, объединенного критерия клинической эффективности с учетом отсутствия стенокардии и частоты повторной реваскуляризации целевого стеноза. Оценка результатов проводилась при плановом и повторном обращении больных, а также по данным анкетирования и телефонного опроса.

Результаты и обсуждение. При сопоставлении ангиографической и манометрической оценок состояния главной ветви до начала коррекции установлено, что между данными контрастной ангиографии и результатами внутрисосудистой манометрии имеется сильная степень корреляции ($R=0,85$; $p < 0,001$).

После проведения первого этапа коррекции (стентирования главной ветви) у всех пациентов в отношении главной ветви был достигнут хороший ангиографический результат, в то же время усугубление стеноза устья боковой ветви, по данным ангиографии, отмечено в 41 из 67 бифуркаций (61,2%). При этом сравнение результатов селективной коронарографии и ВСМ показало, что в 11 случаях из 32 ангиографическая оценка гемодинамической значимости стеноза устья боковой ветви отличалась от манометрической оценки. Между данными ангиографии и ВСМ выявлена средняя степень корреляции ($R=0,46$; $p=0,008$). Таким образом, ангиография с меньшей точностью позволяла оценить нарушения коронарного кровотока в боковой ветви, чем в более прямолинейной главной ветви. Исходя из

этого, логично предположить, что при различных геометрических типах бифуркации достоверность ангиографической оценки изменений в боковой ветви будет различной.

Для проверки этого предположения мы разделили пациентов 1-й группы на подгруппы в зависимости от угла отхождения боковой ветви согласно классификации Т. Lefevre с соавт. [15]. Первую подгруппу составили 14 пациентов с Т-типом бифуркации, вторую — 18 пациентов, имеющих Y-тип бифуркации. Сравнение результатов ангиографии и ВСМ в первой подгруппе показало, что между этими данными имеется статистически значимая связь средней степени силы ($R=0,49$; $p=0,037$). При сравнении результатов ангиографии и ВСМ во второй подгруппе (Y-тип бифуркации) установлено, что в большинстве случаев результаты ангиографической оценки степени нарушения кровотока в боковой ветви не совпадали с результатами оценки кровотока при проведении ВСМ. Корреляция между ангиографической и манометрической оценками гемодинамической значимости стеноза в боковой ветви в этой подгруппе отсутствовала ($R=0,21$; $p=0,464$).

Анализ полученных результатов позволил сделать вывод: при Т-типе бифуркации ангиографическая оценка нарушений коронарного кровотока является более достоверной, чем при Y-типе. Вероятнее всего, это связано с трудностями и несовершенством объективной оценки ангиографического изображения просвета ветвей бифуркации. Так, при локальном коротком сужении устья боковой ветви, которое чаще всего развивается после стентирования главной ветви, это сужение будет хорошо визуализироваться только в строго определенной проекции. Направление рентгеновского луча в этой проекции должно быть строго перпендикулярно плоскости бифуркации. Если оператор использует во время вмешательства проекцию, которая отличается от оптимальной даже на $10\text{--}15^\circ$, он может не получить информации об истинной выраженности сужения в устье боковой ветви. Следовательно, гемодинамическая значимость этого сужения будет недооценена. Описанный эффект более выражен при Y-типе бифуркации. Острый угол между ветвями бифуркации способствует тому, что «наложение» одной ветви на другую наблюдается на большем протяжении, чем при Т-типе. Поэтому при Y-типе более вероятна ситуация, когда выбранная оператором неоптимальная (но близкая к оптимальной) проекция не позволит оценить истинную выраженность стеноза боковой ветви. На практике необходимость ограничения количества контрастного вещества и дозы рентгеновского излучения не позволяет каждый раз эмпирически подбирать такую проекцию. В этой ситуации использование ВСМ для оценки гемодинамической значимости сужения в устье боковой ветви представляется очень полезным, особенно при Y-типе бифуркации.

На госпитальном этапе наблюдения в обеих исследуемых группах пациентов не отмечено летальных исходов, случаев острых инфарктов миокарда, острых и подострых тромбозов стентов, повторных вмешательств, цереброваскулярных осложнений (табл. 4). В течение

Таблица 4

Динамика уровня ишемии миокарда в послеоперационном периоде, абс. число/%

Показатели	1-я группа	2-я группа	p
Повышение на 2 ФК и более	31/96,9	33/94,3	0,937
Повышение на 1 ФК	1/3,1	2/5,7	0,937
Прежняя симптоматика стенокардии	0	0	—

12 мес после вмешательства в обеих группах не случилось летальных исходов, инсультов, не выполнялось коронарное шунтирование, возврат стенокардии или повышение ее класса отмечены у 3 пациентов (10,0%) 1-й группы и у 11 (33,3%) — 2-й группы ($p=0,035$), повторное чрескожное коронарное вмешательство — также у 3 и 11 человек соответственно.

Двое пациентов (6,1%) 2-й группы перенесли неQ-инфаркт миокарда в бассейне артерий, ранее подвергшихся вмешательству, хотя статистически значимых различий между группами по этому признаку не получено. Среди больных 1-й группы не отмечено неблагоприятных событий, относящихся к MACE.

Выполненная в отдаленном периоде коронарография показала, что в обеих группах преобладали пациенты, имеющие рестенозы в боковых ветвях бифуркационных поражений: в исследуемой группе — 2 пациента (6,7%), в группе сравнения — 10 (30,3%). Различия между группами пациентов по этому признаку было статистически значимым ($p=0,024$). У 1 пациента (3,3%) 1-й группы и у 1 (3,0%) — 2-й группы выявлены рестенозы, захватывающие и главную, и боковую ветви бифуркаций.

Заключение. При оценке стенозирования главной ветви бифуркации между результатами селективной коронарографии и внутрисосудистой манометрии имеется высокая степень корреляции ($R=0,85$; $p<0,001$). При оценке состояния боковой ветви бифуркации между данными селективной коронарографии и внутрисосудистой манометрии наблюдаются довольно значительные различия ($R=0,46$; $p=0,008$). Эти различия максимально выражены при Y-типе бифуркации ($R=0,21$; $p=0,464$). Учитывая, что в отношении боковой ветви между данными ангиографии и внутрисосудистой манометрии имеется корреляция средней силы (при T-типе) или корреляция отсутствует (при Y-типе), решение о необходимости и типе коррекции боковой ветви целесообразно принимать на основании комплексной оценки (ангиографической и манометрической) состояния боковой ветви.

В группе больных, которым эндоваскулярная коррекция бифуркационных поражений выполнялась под контролем ангиографии и внутрисосудистой манометрии, частота развития рестенозов в зоне коррекции была статистически значимо ниже. Большинство рестенозов в обеих группах локализовались в устье боковой ветви, но частота их развития в исследуемой группе была статистически значимо ниже, чем в контрольной. Частота развития рестенозов в главной ветви в исследуемой и контрольной группах статистически значимо не различалась.

Применение комплексного подхода к оценке результатов коррекции коронарных бифуркаций улучшает перспективы вмешательства за счет снижения частоты рестенозов и необходимости в повторной реваскуляризации в отдаленном периоде. Его достоинством является более точная оценка гемодинамических изменений в ветвях бифуркации и, следовательно, возможность выбора оптимальной методики эндоваскулярной коррекции.

Литература

1. Бабунашвили А.М., Карташов Д.С., Кавтеладзе З.А. и др. Лечение бифуркационных стенозов: ближайшие и отдаленные результаты. *Международный журнал интервенционной кардиологии* 2008; 14: 16.
2. Ганюков В.И., Тарасов Р.С., Сусоев Н.И. и др. Сравнительный анализ коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий в зависимости от методики стентирования и применения стентов с лекарственным покрытием. *Международный журнал интервенционной кардиологии* 2008; 14: 23–24.
3. Hoyer A., van Mieghem C.A., Ong A.T. et al. Treatment of de novo bifurcation lesions: comparison of Sirolimus- and Paclitaxel-eluting stents. *Eurointervention* 2005; 1(1): 24–30.
4. Steigen T.K., Maeng M., Wiseth R. et al. Randomized study on simple versus complex stenting of coronary artery bifurcation lesions: Nordic bifurcation study. *Circulation* 2006; 114: 1955–1963.
5. Morice M.-C. Bifurcation lesions: a never-ending challenge. *European Heart Journal* 2009; 29(23): 2831–2832.
6. Алеян Б.Г., Стаферов А.В. Селективная коронарография. В кн.: *Руководство по рентгеноэндоваскулярной хирургии сердца и сосудов. Том 3. Рентгеноэндоваскулярная хирургия ишемической болезни сердца.* Под ред. Бокерия Л.А., Алеяна Б.Г. М: Издательство НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН; 2008; с. 18–62.
7. Pijls N.H., Bruyne B., Peels K. et al. Measurement of fractional flow reserve to assess the functional severity of coronary artery stenosis. *N Engl J Med* 1996; 334: 1703–1708.
8. Koo B.-K., Kang H.J., Youn T.J. et al. Physiologic assessment of jailed side branch lesions using fractional flow reserve. *J Am Coll Cardiol* 2005; 46(4): 633–637.
9. Koo B.-K., Park K.-W., Kang H.J. et al. Physiological evaluation of the provisional side-branch intervention strategy for bifurcation lesions using fractional flow reserve. *Eur Heart J* 2008; 29(6): 726–732.
10. Koo B.-K., Waseda K., Kang H.J. et al. Anatomic and functional evaluation of bifurcation lesions undergoing percutaneous coronary intervention. *Circulation: Cardiovascular Interventions* 2010; 3: 113–119.
11. Иванов В.А., Мовсисянц М.Ю., Бобков Ю.А. и др. Влияние результатов внутрисосудистой манометрии на тактику рентгенохирургических вмешательств при бифуркационных поражениях коронарного русла. *Международный журнал интервенционной кардиологии* 2008; 14: 38–39.
12. Иванов В.А., Мовсисянц М.Ю., Трунин И.В. Измерение интракоронарного давления. В кн.: *Внутрисосудистые методы исследования в интервенционной кардиологии.* Науч. ред. Иванов В.А. М: Медпрактика; 2008; с. 139–172.
13. Lefevre T., Louvard Y., Morice M.C. et al. Stenting of bifurcation lesions: classification, treatments and results. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000; 49(3): 274–283.
14. Medina A., Surez de Lezo J., Pan M. A new classification of coronary bifurcation lesions. *Rev Esp Cardiol* 2006; 59(2): 183–184.
15. Escaned J. Pressure wire: technical considerations. Basic principles of fractional flow reserve. In: *Intracoronary diagnostic techniques.* Alfonso F., Botas J. (editors). McGraw-Hill/Interamericana, Madrid; 2003; p. 337.

References

1. Babunashvili A.M., Kartashov D.S., Kavteladze Z.A. et al. *Mezhdunar Z Interv Kardioangiol — International Journal of Interventional Cardiology* 2008; 14: 16.

2. Ganyukov V.I., Tarasov R.S., Susoev N.I. et al. *Mezdunar Z Interv Kardioangiol — International Journal of Interventional Cardiology* 2008; 14: 23–24.
3. Hoye A., van Mieghem C.A., Ong A.T. et al. Treatment of de novo bifurcation lesions: comparison of Sirolimus- and Paclitaxel-eluting stents. *Eurointervention* 2005; 1(1): 24–30.
4. Steigen T.K., Maeng M., Wiseth R. et al. Randomized study on simple versus complex stenting of coronary artery bifurcation lesions: the Nordic bifurcation study. *Circulation* 2006; 114: 1955–1963.
5. Morice M.-C. Bifurcation lesions: a never-ending challenge. *European Heart Journal* 2009; 29(23): 2831–2832.
6. Alekhan B.G., Staferov A.V. Selektivnaya koronarografiya. V kn.: *Rukovodstvo po rentgenoendovaskulyarnoy khirurgii serdtsa i sosudov. Tom 3. Rentgenoendovaskulyarnaya khirurgiya ishemicheskoy bolezni serdtsa* [Selective coronography. In: Guide to X-ray endovascular surgery of heart and vessels. Volume 3. X-ray endovascular surgery of coronary heart disease]. Pod red. Bokeriya L.A., Alekyana B.G. [Bokeriya L.A., Alekyana B.G. (editors)]. Moscow: Izdatel'stvo NTsSSKh im. A.N. Bakuleva RAMN; 2008; p. 18–62.
7. Pijls N.H., Bruyne B., Peels K. et al. Measurement of fractional flow reserve to assess the functional severity of coronary artery stenosis. *N Engl J Med* 1996; 334: 1703–1708.
8. Koo B.-K., Kang H.J., Youn T.J. et al. Physiologic assessment of jailed side branch lesions using fractional flow reserve. *J Am Coll Cardiol* 2005; 46(4): 633–637.
9. Koo B.-K., Park K.-W., Kang H.J. et al. Physiological evaluation of the provisional side-branch intervention strategy for bifurcation lesions using fractional flow reserve. *Eur Heart J* 2008; 29(6): 726–732.
10. Koo B.-K., Waseda K., Kang H.J. et al. Anatomic and functional evaluation of bifurcation lesions undergoing percutaneous coronary intervention. *Circulation: Cardiovascular Interventions* 2010; 3: 113–119.
11. Ivanov V.A., Movsesyants M.Yu., Bobkov Yu.A. et al. *Mezdunar Z Interv Kardioangiol — International Journal of Interventional Cardiology* 2008; 14: 38–39.
12. Ivanov V.A., Movsesyants M.Yu., Trunin I.V. Izmerenie intrakoronarnogo davleniya. V kn.: *Vnutrisosudistye metody issledovaniya v intervensionnoy kardiologii* [Intracoronary pressure measurement In: Intravascular techniques in interventional cardiology]. Nauch. red. Ivanov V.A. [Ivanov V.A. (editor)]. Moscow: Medpraktika; 2008; p. 139–172.
13. Lefevre T., Louvard Y., Morice M.C. et al. Stenting of bifurcation lesions: classification, treatments, and results. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000; 49(3): 274–283.
14. Medina A., Surez de Lezo J., Pan M. A new classification of coronary bifurcation lesions. *Rev Esp Cardiol* 2006; 59(2): 183–184.
15. Escaned J. Pressure wire: technical considerations. Basic principles of fractional flow reserve. In: *Intracoronary diagnostic techniques*. Alfonso F., Botas J. (editors). McGraw-Hill/Interamericana, Madrid; 2003; p. 337.