

# ИЗМЕНЕНИЯ УГЛОВ МЕЖДУ ВЕТВЯМИ КОРОНАРНЫХ БИФУРКАЦИЙ ВО ВРЕМЯ ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ КОРРЕКЦИИ

УДК 616.132—089—073.75

Поступила 17.03.2011 г.



**Е.В. Чеботарь**, к.м.н., зав. рентгенохирургическим отделением<sup>1</sup>;  
**Б.Е. Шахов**, д.м.н., профессор, зав. кафедрой лучевой диагностики ФПКВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Специализированная кардиохирургическая клиническая больница, Н. Новгород;

<sup>2</sup>Нижегородская государственная медицинская академия, Н. Новгород

**Цель исследования** — изучить влияние интервенционной коррекции, сопровождающейся имплантацией стентов, на конфигурацию бифуркаций коронарных артерий.

**Материалы и методы.** Изменения взаиморасположения ветвей коронарных бифуркаций в процессе интервенционных вмешательств на основании данных контрастной ангиографии изучены у 49 пациентов (9 женщин и 40 мужчин) с поражением 52 бифуркаций коронарных артерий. Всем больным выполнено условное Т-стентирование. В 36 случаях была проведена одностентовая коррекция, в 16 случаях — двухстентовая.

**Результаты.** Однозначного влияния интервенционного вмешательства на конфигурацию коронарных бифуркаций как при одностентовой, так и при двухстентовой коррекции не установлено. В отдельных случаях при проведении интервенционной коррекции наблюдалось довольно выраженное изменение конфигурации бифуркаций. В то же время при сравнении средних значений углов бифуркации статистически значимого влияния коррекции на их величину не выявлено. Угол между дистальным сегментом главной ветви и боковой ветвью в группе больных с двухстентовой коррекцией был статистически значимо меньше, чем в группе больных с одностентовой коррекцией, как до, так и после интервенционной коррекции бифуркаций.

**Ключевые слова:** коронарный кровоток, бифуркации коронарных артерий, угол между ветвями бифуркации, интервенционная коррекция бифуркаций.

## English

## Variation of angles between the branches of coronary bifurcations during interventional correction

**E.V. Tchebotar**, PhD, the Head of the Department of Interventional Radiology<sup>1</sup>;

**B.E. Shakhov**, D.Med.Sc., Professor, the Head of the Department of Radiodiagnosis, the Faculty of Doctors' Advanced Training<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Specialized Cardiosurgical Clinical Hospital, Nizhny Novgorod;

<sup>2</sup>Nizhny Novgorod State Medical Academy, Nizhny Novgorod

**The aim of the work** is to study the effect of interventional correction accompanied by stents implantation on the configuration of bifurcations of coronary arteries.

**Materials and methods.** There have been studied the variations of configuration of coronary bifurcations branches in the process of intervention based on the contrast angiography findings in 49 patients (9 women and 40 men) with the involvement of 52 bifurcations of coronary arteries. All the patients have undergone conditional T-stenting. In 36 cases a single-stent correction has been performed, in 16 cases — two-stent correction.

**Results.** There has not been stated a unique effect of intervention on the configuration of coronary bifurcations both in a single-stent and two-stent correction. In selected cases, when performing interventional correction, an expressed variation in the configuration of bifurcations has been noted. At the same time, comparing mean values of bifurcation angles, no statistically significant effect of correction on the values

Для контактов: Чеботарь Евгений Викторович, тел. моб. +7 906-352-51-27; e-mail: chebnn@mail.ru.

has been revealed. The angle between a distal segment of the main branch and the lateral branch in patients with two-stent correction has been statistically significantly less than that in patients with a single-stent correction both before and after interventional correction of bifurcations.

**Key words:** coronary blood flow, bifurcations of coronary arteries, an angle between the bifurcation branches, interventional correction of bifurcations.

Распределение коронарного кровотока по различным зонам миокарда достигается благодаря наличию уникальной сети, создаваемой посредством бифуркаций коронарных артерий различного калибра. Кровоток в области бифуркаций значительно сложнее, чем в небифуркационных участках артерий. Доказано, что в области бифуркаций особым образом меняются направление кровотока и «срезающее давление» на стенку сосуда (**wall shear stress**) — **параметры, по мнению** ряда ученых, влияющие на развитие и локализацию атеросклеротических бляшек. Под термином «срезающее давление», обозначаемым обычно  $\tau$ , понимается давление, которое приложено параллельно или тангенциально к поверхности стенки коронарной артерии, в противоположность нормальному давлению, которое приложено перпендикулярно поверхности.

В экспериментах *in vivo* доказано, что изменение гемодинамических параметров кровотока в артерии приводит к запуску ряда адаптивных процессов, происходящих в сосудистой стенке в определенной последовательности в течение 4—5 сут. Так, воздействие изменившегося «срезающего давления» на интиму артерии в области бифуркации в течение первых суток вызывает существенное увеличение ее проницаемости. В течение того же самого периода в смежных областях эндотелия, подвергшихся стрессу от воздействия полей разделенных потоков, наблюдается раннее и прогрессивно нарастающее увеличение проницаемости. Это сопровождается формированием локального отека и потерей матрикса в интимае, а также развитием желатиноподобных образований в ней, имеющих преатероматозную структуру [1, 2].

Интервенционные вмешательства, выполняемые по поводу бифуркационных поражений, считаются одними из наиболее сложных и сопряжены с повышенным риском осложнений. Несмотря на применение стентов с лекарственным покрытием, уровень рестенозов в области бифуркаций остается высоким и достоверно превышает частоту рестенозов на небифуркационных участках [3—5]. Риск подострых и поздних тромбозов стентов в области бифуркаций также остается повышенным [3, 6—11]. Влияние геометрической формы бифуркации на непосредственный и отдаленный результаты ее эндоваскулярной коррекции до настоящего времени изучено поверхностно. В литературе встречаются единичные указания на зависимость отдаленных результатов коррекции от изменения угла между дистальным сегментом главной ветви и боковой ветвью [12]. Согласно **V. Dzavik с соавт. [13]**, величина угла бифуркации влияет на результат вмешательства. По другим данным, клинический результат коррекции не зависит от того, был ли угол бифуркации малым ( $<60^\circ$ ) или большим ( $\geq 60^\circ$ ) [14]. Оба исследования отличаются определенными ограничениями.

Во-первых, в них анализировались результаты только одной методики коррекции — **crush-стентирования**. Во-вторых, изучалось влияние только одного угла — между боковой ветвью и дистальным сегментом главной ветви. Еще менее изучено обратное влияние: результат интервенционной агрессии на конфигурацию бифуркации. Резонно предположить, что интервенционное воздействие на область измененной патологическим процессом бифуркации (дилатация, имплантация одного или двух стентов) может привести к нарушению ее естественной геометрической формы. Если стентирование изменяет форму бифуркации, в этой области создаются новые гемодинамические условия, которые, в свою очередь, запускают адаптивные процессы, способные влиять на отдаленный результат коррекции. Таким образом, вопросы влияния геометрических особенностей коронарных бифуркаций на результат коррекции, а также интервенционной коррекции на геометрические характеристики бифуркаций требуют своего решения.

**Цель исследования** — изучить влияние интервенционной коррекции, сопровождающейся имплантацией стентов, на конфигурацию бифуркаций коронарных артерий.

**Материалы и методы.** Изучение взаиморасположения ветвей коронарных бифуркаций в процессе эндоваскулярных вмешательств было проведено у 49 пациентов (9 женщин и 40 мужчин) с поражением 52 бифуркаций коронарных артерий. Средний возраст составил  $54,7 \pm 1,2$  года (от 36 до 73 лет). Всем пациентам перед стентированием и после него выполнялась коронарная ангиография в аналогичных проекциях. В исследование не включались больные с поражением бифуркации ствола левой коронарной артерии, аномалиями внутригрудного расположения сердца, а также лица, у которых ангиография до или после стентирования выполнялась в проекциях, отличающихся от принятых в данном исследовании.

Углы между ветвями бифуркации определялись в фазу конечной диастолы по методике, описанной **S. Ramcharitar с соавт. [15]**. Угол, образованный сегментами главной ветви, расположенными проксимальнее и дистальнее точки бифуркации, обозначен как угол 1, угол, образованный проксимальным сегментом главной ветви и боковой ветвью, — угол 2 и угол между дистальным сегментом главной ветви и боковой ветвью — угол 3. Всего проанализировано 37 бифуркаций передней нисходящей артерии и диагональной ветви, 9 бифуркаций огибающей артерии и ветви тупого края и 6 бифуркаций правой коронарной артерии на заднюю нисходящую артерию и заднебоковую ветвь. В анализируемой группе у 2 больных отмечены бифуркации, локализованные в двух бассейнах, и у одного — две бифуркации передней нисходящей артерии и диагональной ветви.

Интервенционная коррекция начиналась с введения в главную и боковую ветви коронарных проводников. При выраженном сужении главной и/или боковой ветвей выполнялась их преддилатация. Первым имплантировался стент в главную ветвь таким образом, что его страты «перекрывали» устье боковой ветви. При этом стент прижимал проводник, введенный в боковую ветвь (методика «проводник за решеткой»). Затем производились обмен проводников, постдилатация устья боковой ветви баллонным катетером и постдилатация главной и боковой ветвей по методике «целующихся баллонов». Дальнейшая тактика зависела от состояния боковой ветви. Если в ней оставалось гемодинамически значимое сужение (более 50% диаметра), или была диагностирована выраженная диссекция интимы, или кровоток в боковой ветви был хуже, чем TIMI-III, производилась имплантация второго стента в боковую ветвь в Т-конфигурации. Вмешательство заканчивалось завершающим формированием бифуркации по методике «целующихся баллонов».

В нашем исследовании в 36 случаях была выполнена одностентовая коррекция бифуркации, в 16 случаях — двухстентовая. Проведен анализ изменения углов между ветвями бифуркаций при одно- и двухстентовой коррекции для бифуркаций различных локализаций. Изучено влияние интервенционной коррекции на величину каждого угла бифуркации.

**Результаты и обсуждение.** Почти у всех пациентов во время интервенционной коррекции наблюдалось изменение углов между ветвями бифуркаций. Угол 1: в 28 случаях наблюдалось его увеличение, в 20 — уменьшение, в 4 случаях он оставался неизменным. Угол 2: в 29 случаях наблюдалось его увеличение, в 22 — уменьшение, у 1 больного он оставался неизменным. Угол 3: в 19 случаях в процессе коррекции увеличился, в 30 — уменьшился и в 3 случаях остался неизменным. Одновременное увеличение угла 1 и угла 2 наблюдалось в 11 случаях, уменьшение — в 5 случаях. Одновременное увеличение угла 2 и угла 3 наблюдалось в 4 случаях, уменьшение — в 6 случаях. Одновременное увеличение угла 1 и угла 3 наблюдалось в 9 случаях, уменьшение — в 10 случаях. Только в 1 случае все три угла в процессе коррекции не изменились. Максимальное увеличение угла 1 составило 37°, угла 2 — 32°, угла 3 — 29°. Наиболее выраженное уменьшение угла

1 составило 22°, угла 2 — 35°, угла 3 — 32°. Средние значения указанных углов всех бифуркаций до и после коррекции сильно не отличались (табл. 1).

Представленные данные показывают, что статистически значимого изменения углов бифуркации в процессе интервенционной коррекции не происходит. Это относится как к одностентовой, так и к двухстентовой коррекции. В то же время в отдельных случаях при проведении интервенционной коррекции наблюдается довольно выраженное изменение конфигурации бифуркаций. Такое кажущееся несоответствие может быть логично объяснено, если вернуться к материалам и методам, используемым в нашем исследовании. Мы анализировали ангиографическое изображение бифуркации, т.е. изображение просвета артерии, свободного от атероматозных и тромботических масс. Но на изменение его конфигурации в процессе интервенционного вмешательства оказывают влияние, с одной стороны, патоморфологические особенности поражения, с другой — воздействующие на пораженную сосудистую стенку инструменты (баллонный катетер, стент, проводник). Распределение вещества атеросклеротической бляшки и плотность его очень переменны, а использованные нами методики расширения просвета артерии не предполагали удаления вещества бляшки. Как известно, увеличение просвета артерии достигается в результате уплотнения вещества бляшки и вдавления его в окружающие ткани. При равномерном распределении вещества бляшки и относительно мягкой его консистенции воздействие расширяющего просвет артерии инструмента, скорее всего, вызовет равномерное уплотнение вещества бляшки. В такой ситуации трудно ожидать значительного нарушения исходной геометрической формы бифуркации. Экцентричное расположение вещества бляшки и/или наличие в ней отдельных, более плотных участков может привести к тому, что расширение просвета артерии будет происходить не столько за счет уплотнения вещества бляшки, сколько за счет растяжения противоположной, более податливой стенки. В этом случае изменение конфигурации бифуркации становится более вероятным.

Вторая задача, решаемая в нашем исследовании, — сравнение значений углов бифуркаций в двух группах: у больных, которым выполнена одностентовая коррекция, и у больных, подвергшихся двух-

Таблица 1

Средние значения углов бифуркаций до и после коррекции, градусы

Углы	До коррекции	После коррекции	p	
Угол 1	1 стент	158,3±2,8	159,8±1,9	0,390
	2 стента	161,3±3,0	163,4±2,4	0,311
Угол 2	1 стент	147,2±3,3	148,6±2,8	0,569
	2 стента	157,2±4,0	155,4±2,9	0,629
Угол 3	1 стент	54,8±2,6	51,7±2,9	0,136
	2 стента	41,4±3,5	41,2±3,3	0,927

Таблица 2

Средние значения углов бифуркаций в группах больных с одностентовой и двухстентовой коррекцией, градусы

Углы	Одностентовая коррекция (n=36)	Двухстентовая коррекция (n=16)	p	
Угол 1	до коррекции	158,3±2,8	161,3±3,0	0,523
	после коррекции	159,8±1,9	163,4±2,4	0,277
Угол 2	до коррекции	147,2±3,3	157,2±4,0	0,082
	после коррекции	148,6±2,8	155,4±2,9	0,149
Угол 3	до коррекции	54,8±2,6	41,4±3,5	<b>0,005</b>
	после коррекции	51,7±2,9	41,2±3,3	<b>0,036</b>

стенновой коррекции (табл. 2). Сравнение средних значений не выявило достоверных различий между группами по величинам углов 1 и 2. В то же время угол 3 в группе больных с двухстенновой коррекцией был достоверно меньше, чем в группе с одностенновой коррекцией. Различие значений между группами было отмечено как до коррекции, так и после нее.

Учитывая, что в нашем исследовании имплантация второго стента была обусловлена необходимостью (выраженный остаточный стеноз или диссекция, вызывающие нарушение кровотока по боковой ветви и т.п.), можно предполагать, что чем меньше величина угла между дистальным сегментом главной ветви и боковой ветвью, тем более вероятно стентирование боковой ветви. С другой стороны, Т-стентирование при малой величине угла 3 — далеко не идеальная методика коррекции бифуркаций, поскольку при имплантации второго стента часть стенки боковой ветви, непосредственно прилегающей к бифуркации, остается неприкрытой стентом. Применение Т-стентирования более оправдано в ситуации, когда боковая ветвь отходит под углом, близким к 90° [16]. На основании этого вполне вероятно предположение, что при малых значениях угла между дистальным сегментом главной ветви и боковой ветвью целесообразнее использовать другие двухстенновые методики коррекции бифуркаций (*crush*, *culotte*). Для его подтверждения, несомненно, требуются дальнейшие исследования.

**Заключение.** Изменения углов бифуркаций в процессе интервенционной коррекции отличаются вариабельностью и в отдельных случаях весьма выражены. В то же время не установлено однозначного влияния интервенционного вмешательства на конфигурацию коронарных бифуркаций как при одностенновой, так и при двухстенновой коррекции. Как до, так и после интервенционной коррекции бифуркаций угол между дистальным сегментом главной ветви и боковой ветвью в группе больных с двухстенновой коррекцией был достоверно меньше, чем в группе больных с одностенновой коррекцией.

## Литература

1. Fry D.L. Arterial intimal-medial permeability and coevolving structural responses to defined shear-stress exposures. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2002; 283(6): H2341—H2355.
2. Himburg H.A., Grzybowski D.M., Hazel A.L. et al. Spatial comparison between wall shear stress measures and porcine arterial endothelial permeability. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2004; 286(5): H1916—H1922.
3. Colombo A., Moses J.W., Morice M.C. et al. Randomized study to evaluate sirolimus-eluting stents implanted at coronary bifurcation lesions. *Circulations* 2004 Mar 16; 109(10): 1244—1249.
4. Pan M., de Lezo J.S., Medina A. et al. Rapamycin-eluting stents for the treatment of bifurcated coronary lesions: a randomized comparison of a simple versus complex strategy. *Am Heart J* 2004; 148(5): 857—864.
5. Sharma S.K., Choudhury A., Lee J. et al. Simultaneous kissing stents (SKS) technique for treating bifurcation lesions in medium-to-large size coronary arteries. *Am J Cardiol* 2004; 94(7): 913—917.
6. Vigna C., Biondi-Zoccai G., Amico et al. Provisional T-drug-eluting stenting technique for the treatment of bifurcation lesions: clinical, myocardial scintigraphy and (late) coronary angiographic results. *J Invasive Cardiol* 2007; 19: 92—97.
7. Jim M.N., Ho H.H., Chan A.O. et al. Stenting of coronary bifurcations lesions by using modified crush technique with double kissing balloon inflation (sleeve technique): Immediate procedure result and short-term clinical outcomes. *Catheter Cardiovasc Interv* 2007; 69: 969—975.
8. Iakovou I., Schmidt T., Bonizzoni E. et al. Incidence, predictors and outcome of thrombosis after successful implantation of drug-eluting stents. *JAMA* 2005; 293: 2126—2130.
9. Lefevre T., Louvard Y., Morice M.C. et al. Stenting of bifurcation lesions: classification, treatments and results. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000 Mar; 49(3): 274—283.
10. Movahed M.R., Vu J., Ahsan C. Simultaneous subacute stent thrombosis of two drug-eluting stents in the left anterior descending and the circumflex coronary arteries. Case report and review of the literature. *J Invasive Cardiol* 2006; 18: E198—E202.
11. Ormiston J.A., Currie E., Webster M.W. et al. Drug-eluting stents for coronary bifurcations: insights into the crush technique. *Catheter Cardiovasc Interv* 2004; 63: 332—336.
12. Dvir D., Assali A., Lev E. et al. Bifurcation lesions in the coronary arteries: association between geometric changes after intervention and clinical results. *Transcatheter Cardiovascular Therapeutics* 2008 Oct; 7: 174—179.
13. Dzavik V., Kharbada R., Ivanov J. et al. Predictors of long-term outcome after crush stenting of coronary bifurcation lesions: importance of the bifurcation angle. *Am Heart J* 2006; 152: 762—759.
14. Chen S.-L., Zhang J.J., Ye F. et al. Effect of coronary bifurcation angle on clinical outcomes in Chinese patients treated with crush stenting: a subgroup analysis from DKCRUSH-1 bifurcation study. *Chin Med J* 2009; 122(4): 396—402.
15. Ramcharitar S., Onuma Y., Aben J.P. et al. A novel dedicated quantitative coronary analysis methodology for bifurcation lesion. *Eurointervention* 2008; 3(5): 553—557.
16. Carison T.A., Guarneri E.M., Stevens K.M. et al. "T-stenting": the answer to bifurcation lesions? *Circulation* 1996; 94: I-86—I-87.