

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ МАММАРОКОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ НА РАЗВИТИЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ ДИАФРАГМАЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ СО СТОРОНЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ГРУДНОЙ АРТЕРИИ

В.В. Базылев – д.м.н., главный врач, сердечно-сосудистый хирург

***Т.И. Парамонова** – к.м.н., зав. отд. лучевой диагностики

А.В. Вдовкин – врач-рентгенолог

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии»
Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Пенза)
440071 Российская Федерация, г. Пенза, ул. Стасова, 6

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- дисфункция диафрагмы
- послеоперационная диафрагмальная дисфункция
- маммарокоронарное шунтирование

АННОТАЦИЯ:

Цель исследования: оценить шансы развития послеоперационной диафрагмальной дисфункции (ДД) в зависимости от способов маммарокоронарного шунтирования (МКШ) установив вероятность развития дисфункции купола диафрагмы со стороны выделения внутренней грудной артерии (ВГА).

Материалы и методы: проведено ретроспективное исследование подвижности куполов диафрагмы в раннем периоде после 3051 операции МКШ. Контрольная группа включала пациентов с нормальной подвижностью диафрагмы. Группы исследования включали пациентов с правосторонней, левосторонней и двухсторонней ДД. С помощью модели логистической регрессии оценивали влияние способа МКШ на развитие ДД со стороны выделения ВГА. В модель включили два способа МКШ: «*in situ*» и аутотрансплантатом.

Результаты: установлено различие шансов развития унилатеральной и двухсторонней ДД в зависимости от способов МКШ и их сочетания. Высокая вероятность развития ДД со стороны выделения ПВГА наблюдалась после шунтирования «*in situ*» (OR 5,4; CI 4,3–6,8) и меньшая после шунтирования трансплантатом (OR 1,8; CI 1,4–2,3). Высокая вероятность ДД со стороны выделения ЛВГА отмечалась после шунтирования трансплантатом (OR 3,5; CI 2,2–5,6), а после шунтирования вероятность развития дисфункции отсутствовала.

Выводы: способы МКШ, «*in situ*» и аутотрансплантатом, разнонаправлено влияют на подвижность диафрагмы со стороны хирургической манипуляции. Результаты исследования указывают на высокую вероятность развития диафрагмальной дисфункции со стороны шунтирования левой ВГА трансплантатом и правой ВГА «*in situ*». Установлено, что вероятность развития диафрагмальной дисфункции была низкой со стороны шунтирования правой ВГА трансплантатом и отсутствовала со стороны шунтирования левой ВГА «*in situ*».

Для цитирования: Базылев В.В., Парамонова Т.И., Вдовкин А.В. «ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ МАММАРОКОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ НА РАЗВИТИЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ ДИАФРАГМАЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ СО СТОРОНЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ГРУДНОЙ АРТЕРИИ». Журнал «Диагностическая и интервенционная радиология». 2018;12(3):11–19.

INFLUENCE OF METHODS OF CABG ON THE DEVELOPMENT OF POSTOPERATIVE DIAPHRAGMATIC DYSFUNCTION ON THE SIDE OF THE INTERNAL THORACIC ARTERY HARVEST

Bazylev V.V. – MD, PhD, professor

***Paramonova T. I.** – MD, PhD

Vdovkin A.V. – MD

The Federal Center for Cardiovascular Surgery
of the Ministry of Health of the Russian Federation (Penza, Russia)
6, Stasova str., Penza, Russian Federation, 440071

KEY-WORDS:

- dysfunction of the diaphragm
- postoperative diaphragmatic dysfunction
- CABG with use of internal thoracic artery

ABSTRACT:

Aim: was to assess chances of the development of postoperative diaphragmatic dysfunction (DD), depending on methods of coronary artery bypass graft (CABG), by estimation the probability of development of DD according to the side of internal thoracic artery (ITA) harvest.

Materials and methods: evaluation of the mobility of domes of the diaphragm in the early period after 3051 CABG operations (with use of ITA) was made. Control group included patients with normal mobility of the diaphragm. Study group included patients with right-sided, left-sided and bilateral DD. Using a logistic regression model we evaluated the influence of the method of CABG

(with use of ITA) in the development of DD from the side of the ITA harvest. The model included two ways of CABG – «*in situ*» and autograft.

Results: there are differences in chances of development of unilateral and bilateral DD, depending on the method of CABG (with use of ITA) and combinations thereof. High possibility of developing DD after CABG with right ITA was observed after CABG «*in situ*» (OR 5,4; CI 4,3–6,8), and smaller after CABG with ITA autograft (OR 1,8; CI 1,4–2,3). High possibility of DD was observed after CABG with left ITA autograft (OR 3,5; CI 2,2–5,6); after CABG «*in situ*», there was no DD.

Conclusion: methods of CABG using ITA, «*in situ*» and autograft, differently affect the mobility of the diaphragm from the side of surgical procedure. Results of the study indicate a high probability of DD after CABG with left ITA autograft and right ITA «*in situ*». It is established that possibility of DD was low in case of CABG with right ITA as autograft and was absent in left ITA «*in situ*».

Введение

Пациенты, перенесшие различные кардиохирургические вмешательства, имеют статистически значимое снижение подвижности диафрагмы и, как следствие, увеличение частоты вентиляционных нарушений [1–3]. В научной литературе отмечается, что приобретенная диафрагмальная дисфункция наиболее часто развивается после проведения маммарокоронарного шунтирования (МКШ) [2–4]. Установлено, что сам факт выделения внутренней грудной артерии (ВГА) несет в себе риск снижения функции внешнего дыхания [5, 6].

Однако, в научной литературе имеются противоречивые данные о влиянии того или иного метода выделения ВГА на функцию внешнего дыхания. Одни исследователи при оценке влияния на показатели дыхания шунтирования левой ВГА «*in situ*» установили увеличение частоты послеоперационной легочной дисфункции, другие не наблюдали ее увеличения [7, 8]. Выявлено также, что уменьшение вентиляционных нарушений наблюдалось только после экстраплеврального выделения ВГА [9]. К тому же, результаты ряда исследований не корректно отражают функцию диафрагмы, так как авторы оценивали жизненную емкость вдоха, которая при одностороннем поражении диафрагмы может сохраняться нормальной. В доступной литературе мы не нашли работ, анализирующих влияние способов маммарокоронарного шунтирования, «*in situ*» или трансплантатом, непосредственно на подвижность диафрагмы со стороны хирургической манипуляции. Также практически нет исследований о влиянии выделения правой ВГА на послеоперационную диафрагмальную дисфункцию или вентиляционные нарушения [4]. Это показывает необходимость количественной оценки подвижности диафрагмы и актуальность анализа причин послеоперационной диафрагмальной дисфункции.

Особенность нашей работы в том, что выявлена частота разных видов диафрагмальной дисфункции и шансы их развития в раннем послеоперационном периоде

после МКШ. Также установлены способы маммарокоронарного шунтирования, при которых увеличивается потенциальный риск развития дисфункции диафрагмы со стороны выделения ВГА.

Цель исследования: оценить шансы развития послеоперационной диафрагмальной дисфункции в зависимости от способа маммарокоронарного шунтирования и установить вероятность развития дисфункции купола диафрагмы со стороны выделения внутренней грудной артерии.

Материалы и методы

Проведено ретроспективное исследование после 3051 операции МКШ произведенных с июня 2014г. по декабрь 2017 г. В исследование включили пациентов, у которых в протоколе операции были указаны способы выделения ВГА и проведенного маммарокоронарного шунтирования. Взятые результаты оценки подвижности куполов диафрагмы в раннем послеоперационном периоде (от 2 до 8 суток). Пациенты были в возрасте от 31 до 81 года, в среднем $59,8 \pm 7,0$ лет. Преобладали мужчины – 2543 человека (83,3%).

Подвижность куполов диафрагмы определялась путем измерения амплитуды их движения на двух последовательных рентгеновских снимках – с глубоким вдохом и полным выдохом (**рис. 1**).

Цифровая рентгенография органов грудной клетки осуществлялась на аппарате Siemens Axiom Iconos R200 в вертикальном положении в прямой задней проекции. Измерения проводили на рабочей станции Siemens Syngo Imaging XS. Исследование выполняли при переводе из отделения реанимации в стационар, в среднем через $3,0 \pm 1,2$ дня после операций.

Выборочная совокупность была разделена на 4 группы. Контрольная группа пациентов с нормальной подвижностью куполов диафрагмы после операций МКШ включала 2129 (69,8%) пациентов.

В основные группы исследования включили пациентов

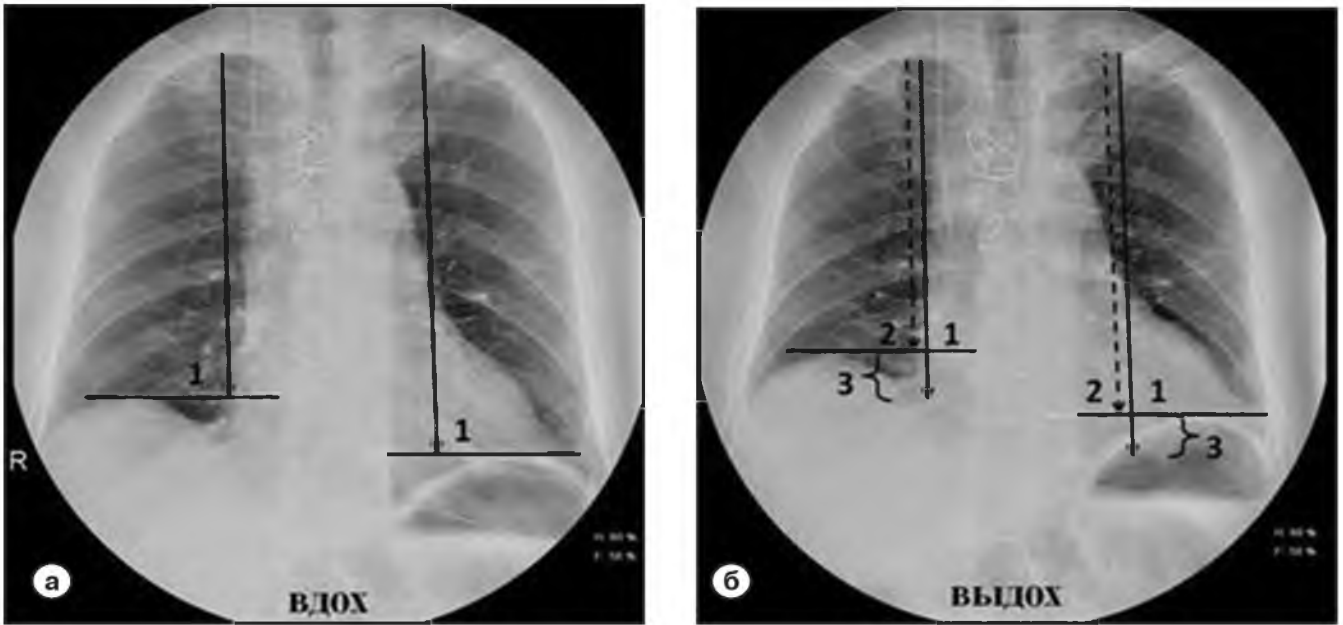


Рис. 1. Измерение положения и подвижности куполов диафрагмы.

Цифровая рентгенография органов грудной клетки в вертикальном положении в прямой задней проекции. Измерение подвижности на двух последовательных снимках, с глубоким вдохом (а) и полным выдохом (б). 1 – положение купола диафрагмы при вдохе; 2 – положение купола диафрагмы при выдохе; 3 – подвижность (амплитуда движения) купола диафрагмы.

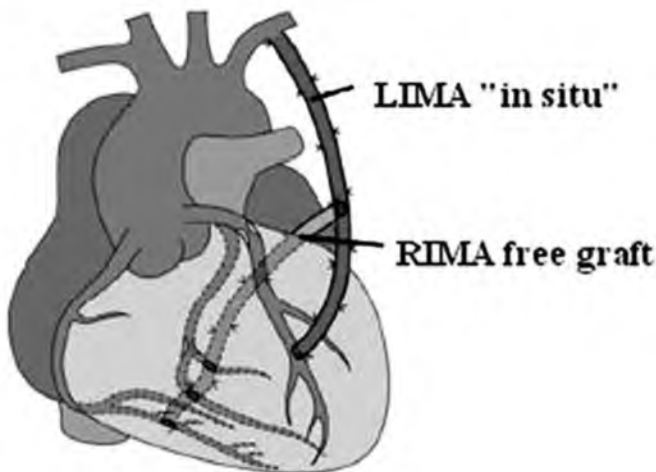


Рис. 2. Схематическое изображение способов маммарокоронарного шунтирования на примере использования левой ВГА «in situ» и правой ВГА трансплантатом.

с послеоперационной диафрагмальной дисфункцией. Критерием отбора в группы с диафрагмальной дисфункцией была величина амплитуды движения диафрагмы меньше 10 мм [4]. Группы с правосторонней, левосторонней и двухсторонней послеоперационной диафрагмальной дисфункцией включали соответственно 177(5,8%), 541(17,7%) и 204(6,7%) пациентов.

Построена математическая модель логистической регрессии, на основании которой изучали влияние способа маммарокоронарного шунтирования на

шансы развития диафрагмальной дисфункции в зависимости от способа МКШ со стороны выделения ВГА. В модель включили два способа шунтирования правой и левой ВГА: «in situ» (с сохранением естественного кровоснабжения из подключичной артерии, т.е. с отсечением ВГА дистально) и трансплантатом (свободным графтом, т.е. с отсечением ВГА дистально и проксимально) (рис. 2).

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью программного обеспечения Microsoft Office Excel 2007 (Microsoft, США), SPSS Statistics V21 (IBM Corp., 2012). Для сравнения межгрупповых различий количественных данных использовался однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). Статистически достоверными считали различия при уровне $p < 0,05$. Для сравнения межгрупповых различий качественных данных использовали критерий χ^2 с поправкой Бонферони ($p = 0,05 / \text{число сравнений}$). В нашем случае при сравнении четырех групп необходимо было сделать шесть сравнений, поэтому критический уровень значимости различий с поправкой Бонферони был $p < 0,008$. Взаимосвязь между изучаемыми факторами риска (способы МКШ) и исходом (развитием диафрагмальной дисфункции) устанавливали при анализе таблиц сопряженности. Проводился множественный логистический регрессионный анализ методом включения комплекса переменных. На первом этапе оценили влияние способов МКШ на шансы развития диафрагмальной дисфункции в группах с унилатеральным и двухсторонним поражением. Вторым этапом установили вероятность развития диафрагмальной дисфункции со стороны выделения ВГА в зависимости

Таблица 1. Клинико-демографическая характеристика групп исследования

	Нормальная подвижность диафрагмы, n=2129	Правосторонняя диафрагмальная дисфункция, n=177	Левосторонняя диафрагмальная дисфункция, n=541	Двухсторонняя диафрагмальная дисфункция, n=204	ANOVA, величина p	критерий χ^2 , величина p*
Срок исследования, сутки	3,0±1,3	2,9±0,9	2,9±1,0	2,9±0,9	0,389	
Возраст, лет	59,6±7,0	60,4 ± 6,8	60,3 ± 7,1	59,9 ± 7,2	0,137	
Мужчины	1825(85,7%)	142(80,2%)	413(76,3%)	163(79,9%)		>0,01
ИМТ, кг/м ²	29,3 ± 4,4	30,1 ± 4,1	29,2 ± 4,7	29,9 ± 4,7	0,029	
ХОБЛ	64(3,0%)	6(3,4%)	19(3,5%)	6(3,0%)		>0,05
Подвижность правого купола диафрагмы, мм	20,8 ± 7,5	6,6±2,2	18,9±8,7	5,8±2,3	<0,001	
Подвижность левого купола диафрагмы, мм	21,9±8,9	19,3±8,9	6,5±1,9	5,9±2,2	<0,001	

Примечание: *критический уровень значимости различий с поправкой Бонферони: p < 0,008

Таблица 2. Распространенность различных видов и способов МКШ в группах исследования

Виды и способы МКШ	Нормальная подвижность диафрагмы, n=2129	Правосторонняя диафрагмальная дисфункция, n=177	Левосторонняя диафрагмальная дисфункция, n=541	Двухсторонняя диафрагмальная дисфункция, n=204	критерий χ^2 , величина p*
Правостороннее МКШ	54 2,5%	6 3,4%	0	0	<0,001
Левостороннее МКШ	1021 48,0%	0	358 66,2%	0	<0,001
Двухстороннее МКШ	1054 49,5%	171 96,6%	183 33,8%	204 100%	<0,001
ПВГА «in situ»	613 28,8%	115 65,0%	89 16,5%	136 66,7%	<0,001
ПВГА трансплантатом	495 23,3%	62 35,0%	94 17,4%	68 33,3%	<0,001
ЛВГА «in situ»	2040 95,8%	171 96,6%	514 95,0%	193 94,6%	>0,05
ЛВГА трансплантатом	35 1,6%	0	27 5,0%	11 5,4%	<0,001

Примечание: *критический уровень значимости различий с поправкой Бонферони: p < 0,008

от способа МКШ. В итоговых расчетах представлена величина отношения шансов (OR) с указанием 95% доверительного интервала (CI) и критического уровня значимости (величина p).

Результаты

Правостороннее мамарокоронарное шунтирование было проведено у 60(2,0%) пациентов, левостороннее у 1379(45,2%) и двухстороннее у 1612(52,8%) пациентов. Правую ВГА шунтировали в 953(31,2%) случаях

«in situ» и в 719(23,6%) трансплантатом. Левую ВГА шунтировали «in situ» в 2918(95,6%) случаях и трансплантатом в 73(2,4%). При этом у 922(30,2%) пациентов выявлена послеоперационная диафрагмальная дисфункция, которая наблюдалась в 381(12,5%) случае после выделения правой ВГА и в 745(24,4%) случаях после выделения левой ВГА. Чаще, у 541(17,7%) пациентов, отмечалась левосторонняя диафрагмальная дисфункция. Реже наблюдалась двухсторонняя и правосторонняя диафрагмальная дисфункция, соответственно у 204 (6,7%) и 177 (5,8%) пациентов.

Таблица 3. **Результаты логистического регрессионного анализа влияния способов МКШ на шансы развития унилатеральной и двухсторонней диафрагмальной дисфункции**

Предикторы диафрагмальной дисфункции (способ шунтирования)	отношение шансов (OR)	95% доверительный интервал (CI)	величина p
Правосторонняя диафрагмальная дисфункция			
Правая ВГА «in situ»	4,5	3,3; 6,2	<0,001
Правая ВГА трансплантатом	1,8	1,3; 2,5	<0,001
Левосторонняя диафрагмальная дисфункция			
Левая ВГА «in situ»	0,84	0,54; 1,3	0,428
Левая ВГА трансплантатом	2,8	1,7; 4,6	<0,001
Двухсторонняя диафрагмальная дисфункция			
Правая ВГА «in situ» и левая ВГА трансплантатом	5,9	2,7; 13,1	<0,001
Правая и левая ВГА «in situ»	4,6	3,4; 6,2	<0,001
Правая ВГА трансплантатом и левая ВГА «in situ»	1,7	1,3; 2,3	0,001
Правая и левая ВГА трансплантатом	1,7	0,38; 7,2	0,506

Таблица 4. **Результаты логистического регрессионного анализа вероятности развития диафрагмальной дисфункции со стороны выделения ВГА в зависимости от способа МКШ**

Предикторы диафрагмальной дисфункции	отношение шансов (OR)	95% доверительный интервал (CI)	величина p
Диафрагмальная дисфункция со стороны выделения правой ВГА			
Шунтирование правой ВГА «in situ»	5,4	4,3; 6,8	<0,001
Шунтирование правой ВГА трансплантатом	1,8	1,4; 2,3	<0,001
Диафрагмальная дисфункция со стороны выделения левой ВГА			
Шунтирование левой ВГА «in situ»	0,80	0,54; 1,2	0,254
Шунтирование левой ВГА трансплантатом	3,5	2,2; 5,6	<0,001

При анализе клинично-демографических данных статистически значимые межгрупповые различия отмечались только для показателей подвижности куполов диафрагмы. Срок исследования, возраст, пол, ИМТ и частота ХОБЛ не имели статистически значимых межгрупповых различий (табл. 1).

При анализе межгрупповых различий установили, что при сравнении различных видов и способов МКШ наблюдался статистически значимый уровень различий, кроме шунтирования левой ВГА «in situ» которое не имело статистически значимых межгрупповых различий (табл. 2).

В результате проведенного множественного логистического регрессионного анализа установили, что имеется различие шансов развития ДД в зависимости от способов МКШ. Наиболее высокие шансы развития правосторонней дисфункции диафрагмы наблюдались после шунтирования правой ВГА «in situ» (OR 4,5; CI 3,3–6,2). Меньшие шансы развития дисфункции правого купола диафрагмы отмечались после шунтирования правой ВГА трансплантатом (OR 1,8; CI 1,3 – 2,5) (табл. 3). Высокие шансы левосторонней дисфункции диафрагмы отмечались только после шунтирования левой ВГА трансплантатом (OR 2,8; CI 1,7–4,6). Шансы развития унилатеральной диафрагмальной дисфункции после шунтирования левой ВГА «in situ» были статистически незначимыми (OR 0,71; CI 0,51–0,97) (табл. 3). Шансы развития двухсторонней диафрагмальной дисфункции были

высокими после сочетания шунтирования правой ВГА «in situ» и левой ВГА трансплантатом (OR 5,9; CI 2,7–13,1) и после комбинации правой и левой ВГА «in situ» (OR 4,6; CI 3,4–6,2). Статистически значимые низкие шансы развития двухсторонней дисфункции диафрагмы отмечались после сочетания шунтирования правой ВГА трансплантатом и левой ВГА «in situ» (OR 1,7; CI 1,3–2,3). Низкими, но статистически незначимыми (OR 1,7; CI 0,38–7,2) были шансы развития двухсторонней дисфункции диафрагмы при комбинации правой и левой ВГА трансплантатом (табл. 3).

При оценке вероятности развития диафрагмальной дисфункции со стороны выделения правой ВГА установили, что наиболее высокая вероятность наблюдались после шунтирования «in situ» (OR 5,4; CI 4,3–6,8) и меньшие после ее шунтирования трансплантатом (OR 1,8; CI 1,4–2,3) (табл. 4). Высокая вероятность дисфункции со стороны выделения левой ВГА отмечалась после шунтирования трансплантатом (OR 3,5; CI 2,2–5,6), а после ее шунтировании «in situ» она отсутствовала (OR 0,80; CI 0,54–1,2) (табл. 4).

Обсуждение

Установлено, что ВГА, используемая в качестве маммарокоронарного шунта, является более предпочтительным сосудом для реваскуляризации миокарда в сравнении с венозными графтами [10, 11]. Шунты

из обеих ВГА имеют высокие показатели проходимости даже в отдаленном послеоперационном периоде [12, 13]. Логично, что артериальные графты стали использовать для тотальной артериальной реваскуляризации, чтобы избежать гиперплазии интимы и дальнейшей окклюзии, которые развиваются в венозных шунтах [13, 14]. Наряду с этим у ВГА тоже существуют определенные недостатки, основным

из которых считается травматичность доступа. Исследователи установили, что развитие дисфункции диафрагмы со стороны выделения ВГА может быть вызвано не только компрессионно – травматическим повреждением диафрагмального нерва, но и развитием острой ишемической нейропатии обусловленной функционально значимым нарушением кровоснабжения со стороны выделения ВГА [15, 16]. Было выявлено, что после высокого выделения левой ВГА на 71% уменьшается перфузия левого диафрагмального нерва с вытекающими отсюда нарушениями нервной проводимости [15]. Хотелось бы также отметить, что обе ВГА вносят вклад в кровоснабжение диафрагмы. На уровне VII ребра они делятся на мышечно-диафрагмальную артерию (a.musculophrenica) и верхнюю надчревную артерию. Мышечно-диафрагмальная артерия снабжает диафрагму, мышцы пяти-шести нижних межреберных промежутков и поперечную мышцу живота, которые активно участвуют в акте дыхания. После выделения ВГА страдает кровоснабжение этих мышц, что, безусловно, вносит свой вклад в развитие дисфункции диафрагмы. Исследованиями установлено, что после различных кардиохирургических вмешательств диафрагмальная дисфункция отмечается в 9,5% случаев справа, в 10,1% слева и в 2,3% случаев с двух сторон [1]. Однако, по сравнению с другими кардиохирургическими вмешательствами, риск послеоперационной дисфункции диафрагмы возрастал в 3,4 раза после двухстороннего выделения ВГА. Односторонняя дисфункция диафрагмы имела в 2,7 раза больше шансов развития со стороны выделения левой ВГА и в 2 раза больше со стороны выделения правой ВГА [2]. К тому же было определено, что проведение искусственного кровообращения, длительность ИВЛ не оказывали статистически значимого влияния на развитие диафрагмальной дисфункции [2]. Хотелось бы отметить, что во время кардиохирургических вмешательств левый и правый диафрагмальные нервы в равной степени подвержены влиянию искусственного кровообращения и многих других факторов, кроме одного рассматриваемого в ходе нашего исследования отличия – различие в заборе ВГА со стороны поражения. В нашем исследовании после операций МКШ выявлена диафрагмальная дисфункция у 30,2% пациентов. Наиболее часто, в 17,7% случаях, отмечалась левосторонняя дисфункция диафрагмы. Реже наблюдалась двухсторонняя и пра-

восторонняя диафрагмальная дисфункция, соответственно в 6,7% и в 5,8% случаях.

При реваскуляризации миокарда для шунтирования левой коронарной артерии, а именно ее передней нисходящей ветви, кондуитом, используемым по умолчанию, является левая ВГА «in situ» [17]. Использование левой ВГА свободным трансплантатом чаще вынужденное и основными причинами служат стеноз или окклюзия первого сегмента подключичной артерии, травма или диссекция при выделении, поражение атеросклерозом самой ВГА [18]. В нашем исследовании установлено, что вероятность развития дисфункции левого купола диафрагмы была более высокой после шунтирования левой ВГА трансплантатом (OR 3,5) и отсутствовала после шунтирования «in situ» (OR 0,80) (рис. 3).

Для шунтирования бассейна не только правой, но и левой коронарной артерии многие хирурги используют правую ВГА, что имеет широкую доказательную базу [12, 13]. Правая ВГА «in situ» является шунтом, позволяющим избежать манипуляций на восходящей аорте [13, 19].

Однако существует проблема недостаточности длины шунта из правой ВГА «in situ» для достижения дистальных отделов правой и левой коронарных артерий, вследствие чего рекомендуется использовать правую ВГА в виде свободного кондуита, формируя проксимальный анастомоз с аортой или Т-графт [12, 20, 21]. В нашем исследовании установлено, что после выделения правой ВГА дисфункция правого купола диафрагмы отмечалась в 12,5% случаев. При этом преобладало шунтирование «in situ» (31,2%), и

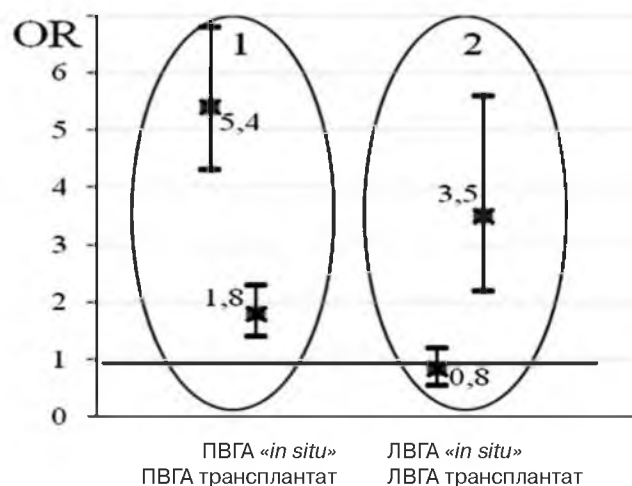


Рис. 3. Графические результаты логистического регрессионного анализа вероятности развития диафрагмальной дисфункции со стороны выделения ВГА. 1 – дисфункция правого купола диафрагмы, 2 – дисфункция левого купола диафрагмы. ПВГА – правая внутренняя грудная артерия. ЛВГА – левая внутренняя грудная артерия. Значения отношения шансов (OR) указаны с 95% доверительным интервалом.

реже производилась шунтирование трансплантатом (23,6%). В нашем исследовании установлено, что вероятность дисфункции правого купола диафрагмы после шунтирования «*in situ*» (OR 5,4) была более высокой, чем после шунтирования трансплантатом (OR 1,8) (рис. 3).

Для бимаммарного шунтирования до сих пор не сложилось единого мнения о том, как использовать правую ВГА: «*in situ*» или свободным трансплантатом, и какую конфигурацию использования обеих ВГА предпочесть в той или иной ситуации [22, 23]. Считается, что наиболее перспективным направлением бимаммаро-коронарного шунтирования является использование У-образных конструкций из левой ВГА «*in situ*» и свободного трансплантата из правой ВГА (рис. 2) [24]. Таким образом, результаты нашего исследования дают возможность предполагать, что использование комби-

нации шунтирования правой ВГА трансплантатом и левой ВГА «*in situ*» предпочтительнее для бимаммарного шунтирования с позиции уменьшения вероятности развития диафрагмальной дисфункции (рис. 3).

Выводы

Способы МКШ, «*in situ*» и ауто-трансплантатом, разнонаправлено влияют на подвижность диафрагмы со стороны хирургической манипуляции. Результаты исследования указывают на высокую вероятность развития диафрагмальной дисфункции со стороны шунтирования левой ВГА трансплантатом и правой ВГА «*in situ*». Установлено, что вероятность развития диафрагмальной дисфункции была низкой со стороны шунтирования правой ВГА трансплантатом и левой ВГА «*in situ*». ■

Список литературы

1. Базылев В.В., Парамонова Т.И., Вдовкин А.В. Анализ положения и подвижности диафрагмы у взрослых с нормальной функцией легких до и после кардиохирургических операций. *Лучевая диагностика и терапия*. 2017;(1):53-63.
2. Парамонова Т.И., Вдовкин А.В., Палькова В.А. Факторы, влияющие на развитие диафрагмальной дисфункции в раннем послеоперационном периоде после кардиохирургических вмешательств. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2016; 10(2):11-16.
3. Canbaz S., Turgut N., Halici U., et al. Electrophysiological evaluation of phrenic nerve injury during cardiac surgery – a prospective, controlled, clinical study. *BMC Surgery*. 2004, 4:2
4. Deng Y., Byth K., Paterson H.S. Phrenic nerve injury associated with high free right internal mammary artery harvesting. *Ann Thorac Surg*. 2003; 76(2):459-463.
5. Базылев В.В., Парамонова Т.И., Вдовкин А.В., и соавт. Оценка факторов, влияющих на развитие диспноэ в раннем послеоперационном периоде после кардиохирургических вмешательств. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2016; 10(4):19-27.
6. Bonacchi M, Prifti E, Giunti G, et al. Respiratory dysfunction after coronary artery bypass grafting employing bilateral internal mammary arteries: the influence of intact pleura. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2001; 19:827-833.
7. Matsumoto M., Konishi Y., Miwa S., et al. Effect of different methods of internal thoracic artery harvest on pulmonary function. *Ann Thorac Surg*. 1997; 63:653-655.
8. Uzun K., Kara H., U urlu D. The Effects Of Internal Mammary Artery Harvesting Techniques On Pulmonary Functions. *Ko uyolu Kalp Dergisi*. 2011;14(3):76-78.
9. Ozkara A., Hatemi A., Mert M., et al. The effects of internal thoracic artery preparation with intact pleura on respiratory function and patients' early outcomes. *Anadolu Kardiyol Derg*. 2008;8:368-373.
10. Базылев В.В., Немченко Е.В., Карнахин В.А., и соавт. Флуометрическая оценка коронарных шунтов в условиях искусственного кровообращения и на работающем сердце. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2016; 22(1):67-72.
11. Rankin J.S., Tuttle R.H., Wechsler A.S. et al. Techniques and benefit of multiple internal mammary artery bypass at 20 year of follow up. *Ann Thorac Surg*. 2007; 83:1008–1015.
12. Buxton B.F., Tatoulis J., Fuller J.A. The right internal thoracic artery: the forgotten conduit – 5,766 patients and 991 angiograms. *The Annals of Cardiothoracic Surgery*. 2011; 92: 9-17.
13. Lytle B.W., Blackstone E.H., Sabik J.F. et al. The effect of bilateral internal thoracic artery grafting on survival during 20 postoperative years. *Ann Thorac Surg* 2004;78(6):2005-2014
14. Tatoulis J. Total arterial coronary revascularization patient selection, stenoses, conduits, targets. *The Annals of Cardiothoracic Surgery*. 2013; 2: 499-506.
15. O'Brien J.W., Johnson S.H., VanSteyn S.J., et al. Effects of internal mammary artery dissection on phrenic nerve perfusion and function. *Ann Thorac Surg*. 1991; 52: 182-188.
16. Sharma A.D., Parmley C.L., Sreeram G., et al. Peripheral nerve injuries during cardiac surgery: risk factors, diagnosis, prognosis, and prevention. *Anesth Analg*. 2000; 91(6):1358
17. Calafiore A.M., Di Giammarco G., Teodori G., et al.

Bilateral internal thoracic artery grafting with and without cardiopulmonary bypass: six-year clinical outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;130(2):340-345.

18. Цыгельников С.А. Внутренняя грудная артерия в хирургическом лечении ишемической болезни сердца: варианты и тактика использования, результаты. Автореферат Дис. док. мед. наук. М., 2010; 49.

19. Buxton B.F., Ruengskulrach P., Fuller J., et al. The right internal thoracic artery graft – benefits of grafting the left coronary system and native vessels with a high-grade stenosis. *The European Journal of Cardio-Thoracic Surgery.* 2000; 18: 255-261.

20. Базылев В.В., Немченко Е.В., Павлов А.А., и соавт. Сравнительные результаты реваскуляризации бассейна правой коронарной артерии с использованием бимаммарного Y-графта и аутовены. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия.* 2014; 5:11-18.

21. Вечерский Ю.Ю., Андреев С.Л., Затолокин В.В. Тактика использования правой внутренней грудной артерии «in situ» при коронарном шунтировании. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2015; 1(21): 148–154.

22. Buxton B.F., Hayward P.A. The art of arterial revascularization – total arterial revascularization in patients with triple vessel coronary artery disease. *The Annals of Cardiothoracic Surgery.* 2013;2: 543–551.

23. Paterson H.S., Naidoo R., Byth K., et al. Full myocardial revascularization with bilateral internal mammary artery Y grafts. *The Annals of Cardiothoracic Surgery.* 2013; 2: 444-452.

24. Акчурин Р. С., Ширяев А. А., Бранд Я. Б., и соавт. Хирургия коронарных артерий – крайности и алгоритмы реваскуляризации. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия.* 2001; 2:13-17.

References

1. Bazylev V.V., Paramonova T.I., Vdovkin A.V. Analysis of position and mobility of the diaphragm in adults with normal lung function before and after cardiac surgery. *Lučevaya diagnostika i terapiya.* 2017;(1):53-63. [In Russ].

2. Paramonova T.I., Vdovkin A.V., Pal'kova V.A. Factors, influencing the development of diaphragmatic dysfunction in the early postoperative period after cardiac surgery. *Diagnosticheskaya i intervencionnaya radiologiya.* 2016; 10(2):11-16. [In Russ].

3. Canbaz S., Turgut N., Halici U., et al. Electrophysiological evaluation of phrenic nerve injury during cardiac surgery – a prospective, controlled, clinical study. *BMC Surgery.* 2004, 4:2

4. Deng Y., Byth K., Paterson H.S. Phrenic nerve injury associated with high free right internal mammary artery harvesting. *Ann Thorac Surg.* 2003; 76(2):459-463.

5. Bazylev V.V., Paramonova T.I., Vdovkin A.V., et al. Factors affecting the development of dyspnea in the early postoperative period after cardiac surgery. *Diagnosticheskaya i intervencionnaya radiologiya.* 2016; 10(4):19-27. [In Russ].

6. Bonacchi M, Prifti E, Giunti G, et al. Respiratory dysfunction after coronary artery bypass grafting employing bilateral internal mammary arteries: the influence of intact pleura. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2001; 19:827-833.

7. Matsumoto M., Konishi Y., Miwa S., et al. Effect of different methods of internal thoracic artery harvest on pulmonary function. *Ann Thorac Surg.* 1997; 63:653-655.

8. Uzun K., Kara H., Uğurlu D. The Effects Of Internal Mammary Artery Harvesting Techniques On Pulmonary Functions. *Koşuyolu Kalp Dergisi.* 2011; 14(3):76-78.

9. Ozkara A., Hatemi A., Mert M., et al. The effects of internal thoracic artery preparation with intact pleura on

respiratory function and patients' early outcomes. *Anadolu Kardiyol Derg.* 2008; 8: 368-373.

10. Bazylev V.V., Nemchenko E.V., Karnahin V.A., et al. Flowmetric estimation of coronary bypass grafts in conditions of extracorporeal circulation and on a working heart. *Angiologiya i sosudistaya hirurgiya.* 2016;22(1): 67-72. [In Russ].

11. Rankin J.S., Tuttle R.H., Wechsler A.S. et al. Techniques and benefit of multiple internal mammary artery bypass at 20 year of follow up. *Ann Thorac Surg.* 2007; 83:1008–1015.

12. Buxton B.F., Tatoulis J., Fuller J.A. The right internal thoracic artery: the forgotten conduit – 5,766 patients and 991 angiograms. *The Annals of Cardiothoracic Surgery.* 2011; 92: 9-17.

13. Lytle B.W., Blackstone E.H., Sabik J.F. et al. The effect of bilateral internal thoracic artery grafting on survival during 20 postoperative years. *Ann Thorac Surg* 2004;78(6):2005-2014

14. Tatoulis J. Total arterial coronary revascularization– patient selection, stenoses, conduits, targets. *The Annals Cardiothoracic Surgery.* 2013;2:499-506.

15. O'Brien J.W., Johnson S.H., VanSteyn S.J., et al. Effects of internal mammary artery dissection on phrenic nerve perfusion and function. *Ann Thorac Surg.* 1991; 52: 182-188.

16. Sharma A.D., Parmley C.L., Sreeram G., et al. Peripheral nerve injuries during cardiac surgery: risk factors, diagnosis, prognosis, and prevention. *Anesth Analg.* 2000; 91(6):1358

17. Calafiore A.M., Di Giammarco G., Teodori G., et al. Bilateral internal thoracic artery grafting with and without cardiopulmonary bypass: six-year clinical outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005; 130(2):340-345.

18. Cygel'nikov S.A. Internal thoracic artery in the surgical treatment of ischemic heart disease: options and tactics of use, results. Avtoreferat Dis. dok. med. nauk. M., 2010; 49. [In Russ].

19. Buxton B.F., Ruengskulrach P., Fuller J., et al. The right internal thoracic artery graft – benefits of grafting the left coronary system and native vessels with a high-grade stenosis. *The European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2000; 18: 255–261.

20. Bazylev V.V., Nemchenko E.V., Pavlov A.A., et al. Comparative results of revascularization of right coronary artery basin using bimammary Y-graft and autovein. *Grudnaya i serdechno-sosudistaya hirurgiya*. 2014; 5: 11-18. [In Russ].

21. Vecherskij YU.YU., Andreev S.L., Zatolokin V.V.

Tactics of using the right internal thoracic artery «*in situ*» in CABG surgery.] *Angiologiya i sosudistaya hirurgiya*. 2015;1(21):148–154. [In Russ].

22. Buxton B.F., Hayward P.A. The art of arterial revascularization – total arterial revascularization in patients with triple vessel coronary artery disease. *The Annals of Cardiothoracic Surgery*. 2013;2:543–551.

23. Paterson H.S., Naidoo R., Byth K., et al. Full myocardial revascularization with bilateral internal mammary artery Y grafts. *The Annals of Cardiothoracic Surgery*. 2013;2:444-452.

24. Akchurin R. S., Shiryayev A. A., Brand YA. B., et al. Surgery of coronary arteries - extremes and algorithms of revascularization. *Grudnaya i serdechno-sosudistaya hirurgiya*. 2001; 2:13-17. [In Russ].