

КОМПЛЕКСНАЯ УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ АРТЕРИАЛЬНОГО И ВЕНОЗНОГО КРОВОТОКА У ПАЦИЕНТОВ СО СТЕНОЗОМ БРАХИОЦЕФАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ ДО И ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ КАРОТИДНОЙ ЭНДАРТЕРАКТОМИИ

И.Л. Буховец, А.С. Максимова, М.П. Плотников, М.С. Кузнецов, Б.Н. Козлов, И.Н. Ворожцова, В.Ю. Усов

Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук
E-mail: vorozhcova@cardio.tsu.ru

QUANTIFICATION OF ARTERIAL AND VENOUS BLOOD FLOW PARAMETERS IN PATIENTS WITH CAROTID ATHEROSCLEROSIS BEFORE AND AFTER CAROTID ENDARTERECTOMY

I.L. Bukhovets, A.S. Maksimova, M.P. Plotnikov, M.S. Kuznetsov, B.N. Kozlov, I.N. Vorozhtsova, W.Yu. Ussov

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences

Цель исследования: изучить параметры артериального и венозного кровотока с использованием ультразвуковых методик у пациентов с атеросклерозом каротидных артерий до и после оперативного вмешательства, а также при проведении функциональных нагрузочных проб. В исследование включено 52 пациента с гемодинамически значимым стенозом внутренних сонных артерий (ВСА). Контрольную группу составили 14 здоровых добровольцев. Оценка артериального и венозного церебрального кровотока проводилась до операции, в условиях функциональных тестов, а также в ранние сроки (7–10 дней) после операции каротидной эндартерэктомии (КЭЭ). Показано, что методы ультразвуковой оценки артериального и венозного кровотока являются адекватным средством оценки мозговой гемодинамики и цереброваскулярного резерва на этапах хирургического вмешательства.

Ключевые слова: каротидная эндартерэктомия, каротидный атеросклероз, ультразвуковая диагностика, функциональные пробы.

The aim of the study was to quantify the arterial and venous blood flow parameters by ultrasound in patients with atherosclerosis of the carotid artery before and after carotid surgery, at rest and during stress-tests. The clinical group comprised 52 patients with hemodynamically significant stenoses of internal carotid arteries. The control group included 14 healthy volunteers. The parameters were quantified at rest and during the functional tests, before operation, and in the early period (7–10 days) after carotid endarterectomy. The results suggest that comprehensive arterial and venous ultrasonography provides adequate control of cerebral hemodynamics and cerebrovascular reserve follow-up in the course of carotid endarterectomy.

Key words: carotid endarterectomy, carotid atherosclerosis, ultrasound, functional tests.

Введение

Риск возникновения ишемических нарушений мозгового кровообращения ассоциирован с высокой степенью летальности и инвалидизации больных стенозирующим атеросклерозом сосудов головного мозга [3]. Хирургическая реваскуляризация давно и широко используется при атеросклеротическом поражении различных сосудистых бассейнов. Среди хирургических подходов применяются операции транслюминальной баллонной ангиопластики со стентированием (ТБАС) и КЭЭ. Корректный отбор пациентов является одним из важнейших залогов успешности инвазивной манипуляции. Наиболее часто выполняется КЭЭ – оперативное вмешательство, направленное на удаление атеросклеротической бляшки из сонной артерии, позволяющее устранить гемодинамически значимый стеноз и предотвратить артерио-артериальную эмболию [1, 2, 4, 10]. Однако риск периперационных сосудисто-мозговых осложнений обуславливает повы-

шенные требования к определению показаний для хирургического лечения.

Известно, что стенозирующий атеросклероз сосудов головного мозга является одним из заболеваний, которое наряду с развитием артериальной недостаточности приводит к венозным расстройствам мозгового кровообращения. В настоящее время все большее внимание уделяется роли изменений венозной гемодинамики в патогенезе таких состояний, проводятся исследования с целью объективизации показателей венозного кровотока и выработки критериев лечения [5, 7, 15, 16, 17]. Однако по-прежнему трактовка клинических данных чрезвычайно затруднена вследствие очень значительной вариабельности как анатомических, так и физиологических параметров венозного кровотока сосудов шеи и головного мозга [6, 18].

Цереброваскулярный резерв определяется как способность системы мозгового кровообращения компенсировать гемодинамические нарушения. Для оценки состояния цереброваскулярного резерва при атеросклеротическом

поражении сосудов шеи и головного мозга широко используются методы ультразвуковой диагностики. В литературе мы встретили недостаточное количество исследований, посвященных комплексному изучению параметров артериальной и венозной гемодинамики до и после операции КЭЭ у пациентов со стенозирующим поражением брахиоцефальных артерий. В связи с этим цель нашего исследования – изучение параметров артериального и венозного кровотока с использованием ультразвуковых методик у пациентов с атеросклерозом каротидных артерий до и в ранние сроки после оперативного вмешательства, а также в условиях функциональных тестов.

Материал и методы

В исследование было включено 52 пациента с гемодинамически значимым стенозом ВСА (более 70%), средний возраст составил $62,8 \pm 7,1$ года. Было обследовано 39 (75%) мужчин и 13 (25%) женщин, средний возраст – $61,6 \pm 6,7$ и $66,6 \pm 7,2$ лет соответственно. Показатели кровотока определялись до оперативного вмешательства – в исходном состоянии, при проведении функциональных тестов, а также в ранние сроки (7–10 дней) после операции КЭЭ. Контрольную группу исследования составили 14 здоровых добровольцев.

Состояние церебральной гемодинамики в покое и в условиях функциональных тестов оценивали с помощью ультразвуковых диагностических систем GE Vivid 7 и Vivid E9 в В-режиме, режимах цветного и импульсно-волнового доплеровского картирования с использованием линейного датчика 12L (5,0–12,0 МГц) и секторных датчиков: M5S (1,5–4,5 МГц) и 10S (4,0–11,0 МГц). Ультразвуковое исследование проводилось в положении пациента лежа на спине после пятиминутного отдыха. Оценивали кровотоки в общих сонных (ОСА), ВСА, во внутренней яремной вене (ВЯВ), позвоночных артериях и венах (сегмент V2, V3), средних мозговых артериях (СМА), а также в глазных и надблоковых артериях (НБА). Сонография сосудов проводилась по общепринятой методике. У всех пациентов проводился контроль артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС), ультразвуковое исследование синхронизировалось с работой сердца.

В ходе проведения исследования артериального русла определяли следующие показатели: диаметр сосуда, пиковую систолическую скорость кровотока (V_{ps}), максимальную конечную диастолическую скорость кровотока (V_{ed}), усредненную по времени максимальную скорость кровотока (TAMX), усредненную по времени среднюю скорость кровотока (TAV), индекс периферического сопротивления (RI) и пульсационный индекс (PI). Рассчитывали индекс Линдегарда как отношение пиковых систолических скоростей в СМА и в ВСА, коэффициент асимметрии (КА) кровотока – как отношение пиковых систолических скоростей на контралатеральной стороне и стороне исследования, и суммарный кровотоки головного мозга.

Для оценки цереброваскулярного резерва проводили исследование фоновых параметров кровотока по СМА, определяли показатели кровотока в условиях следующих функциональных тестов: гиперкапническая проба с произвольной задержкой дыхания на максимально возмож-

ное для пациента время, гипокапническая-гипероксическая проба с форсированной гипервентиляцией в течение 60 с, проба с сублингвальным приемом нитроглицерина, надблоковый тест [13].

Рассчитывали усредненную по времени максимальную скорость кровотока в СМА с обеих сторон в исходном состоянии и в условиях функциональных тестов. На основании полученных данных определяли индексы реактивности, отражающие изменения параметра усредненной по времени максимальной скорости кровотока. Так, при проведении теста с задержкой дыхания (вазодилаторной направленности) индекс реактивности (ИР) рассчитывался как отношение показателя усредненной по времени максимальной скорости кровотока после пробы к аналогичному значению до пробы ($ИР = \frac{TAMX_{\text{после}}}{TAMX_{\text{до}}}$).

При оценке ИР после вазоконстрикторной нагрузки (проба с форсированным дыханием и проба с нитроглицерином) рассчитывалось отношение показателя усредненной по времени максимальной скорости кровотока до пробы к соответствующему показателю после пробы ($ИР = \frac{TAMX_{\text{до}}}{TAMX_{\text{после}}}$).

Для оценки типа реакции кровотока на проводимую стимуляцию и последующего анализа активности ауторегуляторных механизмов использовалась следующая классификация [8]:

- положительная реакция (индекс реактивности 1,1–1,4);
- отрицательная реакция (индекс реактивности 0,9–1,1);
- парадоксальная реакция (индекс реактивности менее 0,9).

Изучение параметров венозного кровотока проводили при задержке дыхания на выдохе. Измеряли диаметр сосуда, определяли основные пики, соответствующие определенным фазам сердечного цикла: Б-пик, S-пик, Т-пик, также оценивались TAMX и TAV. Для ВЯВ все параметры оценивались на трех уровнях, начиная от нижней луковичи ВЯВ по направлению вверх, диаметр измерялся в продольном сечении, максимальный и минимальный размер просвета в поперечном сечении в период систолы и диастолы.

Для всех сосудов рассчитывалась объемная скорость кровотока (ОСК) по формуле: $ОСК = \pi \cdot d^2 / 4 \cdot TAV \cdot 60$, где d – диаметр сосуда, TAV – усредненная по времени средняя скорость кровотока.

Статистическая обработка результатов проведена с использованием параметрических (t-критерий Стьюдента) и непараметрических критериев (критерий Манна-Уитни, критерий Вилкоксона). Результаты представлены в виде $M \pm SD$ для нормально распределенных данных и в виде квартилей для данных, не подчиняющихся нормальному закону распределения. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты

При сравнении основной группы исследования и контрольной группы получены статистически значимые различия скоростных показателей во ВСА (V_{ps} , V_{ed} , TAMX, TAV); во всех остальных исследуемых сосудах показатели отличались незначимо.

В ходе исследования проводилась оценка изменений показателей кровотока в СМА при проведении функциональных тестов у пациентов с гемодинамически значимым стенозом. Были найдены следующие различия, которые принимались как статистически значимые при $p < 0,05$.

При проведении гиперкапнической пробы с задержкой дыхания на максимально возможное для пациента время значимое увеличение скоростных показателей наблюдалось на контралатеральной к стенозу стороне. Зарегистрировано увеличение Vps с 69,09 (51,54; 92,89) до 79,34 (58,66; 104,10) см/с, Ved с 28,96 (14,64; 39,26) до 37,80 (28,82; 44,56) см/с, TAMX 44,78 (25,80; 61,87) до 54,28 (41,05; 67,18) см/с и TAV с 26,00 (14,28; 34,34) до 30,52 (20,91; 37,34) см/с. При гипероксической нагрузке (пробе с форсированным дыханием) было зарегистрировано значимое снижение скоростных показателей кровотока на стороне стеноза: Vps с 59,98 (42,02; 84,78) до 59,31 (48,31; 79,00) см/с, Ved с 28,96 (14,64; 39,26) до 26,37 (16,18; 30,75) см/с, TAMX 42,69 (24,20; 57,30) до 38,62 (25,10; 50,44) см/с и TAV с 22,10 (13,54; 31,41) до 21,55 (13,29; 29,69) см/с. На контралатеральной к стенозу стороне отмечалось снижение диастолической скорости с 28,96 (14,64; 39,26) до 26,37 (16,18; 30,75) см/с и увеличение индекса периферического сопротивления с $0,57 \pm 0,09$ до $0,62 \pm 0,10$. При нагрузочном тестировании с сублингвальным приемом нитроглицерина скоростные показатели в СМА статистически значимо уменьшились, как на стороне стеноза, так и на контралатеральной стороне. На стороне стеноза уменьшилась Vps с 59,98 (42,02; 84,78) до 48,70 (32,69; 61,65) см/с, RI с $0,60 \pm 0,12$ до $0,55 \pm 0,14$ и TAMX с 42,69 (24,20; 57,30) до 29,09 (18,74; 45,44) см/с. На контралатеральной стенозу стороне уменьшились: Vps с 69,09 (51,54; 92,89) до 52,96 (43,20; 64,48) см/с, Ved с 28,96 (14,64; 39,26) до 17,68 (12,53; 35,22) см/с, TAMX с 44,78 (25,80; 61,87) до 26,97 (18,87; 46,96) см/с и TAV с 26,00 (14,28; 34,34) до 15,31 (10,63; 26,43) см/с.

При проведении надблокового теста на стороне стеноза в НБА уменьшилась Vps с 46,12 (37,93; 52,90) до 28,71 (25,09; 37,93) см/с и TAMX с 25,37 (20,61; 28,05) до 17,60 (13,65; 20,81) см/с. На контралатеральной стенозу стороне увеличился диаметр с $0,16 \pm 0,03$ до $0,24 \pm 0,09$ см, а также скоростные показатели: Vps с 39,97 (36,90; 50,56) до 36,56 (33,14; 45,45) см/с, Ved с 11,97 (9,93; 16,37) до 9,93 (7,20; 12,66) см/с и TAV с 14,38 (12,89; 17,02) до 11,97 (8,99; 13,16) см/с.

ИР у пациентов с гемодинамически значимым стенозом в условиях пробы с задержкой дыхания в сравнении с контрольной группой статистически значимо изменился

на стороне стеноза, при проведении гипервентиляционного теста и пробы с сублингвальным приемом нитроглицерина значимых различий обнаружено не было (табл. 1). Показатели АД и ЧСС у пациентов основной группы статистически значимо не изменились в ходе проведения функциональных тестов.

Исследование цереброваскулярного резерва на дооперационном этапе дает дополнительную возможность правильно спланировать объем операции, ведение пациента в раннем послеоперационном периоде, а также имеет значение для тактики дальнейшего лечения. В частности, пациенты с отрицательной либо парадоксальной реакцией кровотока должны находиться под более пристальным вниманием ввиду истощенности функционального резерва мозгового кровотока, способствующей развитию осложнений во время проведения и в ранние сроки после КЭЭ.

Было установлено, что после хирургического вмешательства на стороне гемодинамически значимого стеноза значимых изменений в общей сонной артерии (ОСА) в сравнении с дооперационными показателями нет. В шейном сегменте ВСА наблюдалось статистически значимое уменьшение всех скоростных показателей (табл. 2).

После операции на контралатеральной стороне в ОСА и в шейном сегменте ВСА наблюдалось уменьшение всех показателей. Так, значимо уменьшился диаметр с $0,71 \pm 0,10$ до $0,68 \pm 0,10$ см ($p < 0,05$), снизилась ОСК с 368,38 (298,60–471,18) до 348,54 (265,47–462,91) мл/мин ($p < 0,05$); в шейном сегменте ВСА значимо уменьшился диаметр, снизилась усредненная по времени максимальная и средняя скорость кровотока (табл. 3). В позвоночной артерии на контралатеральной стороне снизилась Vps с $58,90 \pm 19,83$ до $51,49 \pm 15,46$ см/с ($p < 0,05$) и TAV с $17,86 \pm 6,36$ до $15,87 \pm 5,66$ см/с ($p < 0,05$), рисунок 1 (см. 3-ю стр. обложки). В каменистом сегменте ВСА, позвоночной, СМА, глазной, НБА, а также в ВЯВ и позвоночных венах на контралатеральной стороне скоростные показатели статистически значимо не изменились.

Практически целесообразен анализ не только абсолютных значений показателей кровотока с каждой стороны, но и степени их различий (процентной асимметрии) в парных магистральных стволах. В ходе нашего исследования было установлено, что исходно КА линейного кровотока в ВСА достоверно различался в группе пациентов со стенозом и составил 55%, тогда как в контрольной группе данный показатель был равен 31%. После операции КЭЭ у пациентов основной группы КА нормализовался и составил 36%. Суммарный кровоток по ВСА и позвоночным артериям с обеих сторон значимо не изменился. Значение

Таблица 1

Показатели ИР СМА в условиях функциональных тестов с задержкой дыхания, гипервентиляцией и сублингвальным приемом нитроглицерина в группе исследования и в контрольной группе

Показатели	Группа исследования		Контрольная группа (n=15)	
	Страна стеноза	Контралат. страна	Правая страна	Левая страна
Проба с нитроглицерином, n=5	$1,15 \pm 0,21$ $p > 0,05$	$1,40 \pm 0,55$ $p > 0,05$	$1,06 \pm 0,19$	$1,23 \pm 0,21$
Проба с гиперкапнией, n=21	$0,98 \pm 0,20$ $p < 0,005$	$1,16 \pm 0,35$ $p > 0,05$	$1,28 \pm 0,13$	$1,10 \pm 0,22$
Проба с гипероксией, n=16	$1,28 \pm 0,28$ $p > 0,05$	$1,18 \pm 0,35$ $p > 0,05$	$1,14 \pm 0,20$	$1,33 \pm 0,15$

Примечание: * – уровень статистической значимости различий p – по сравнению с контрольной группой.

Таблица 2

Параметры кровотока ВСА на стороне поражения до и после операции КЭЭ

Показатели	До операции	После операции
Диаметр, см	0,27±0,12*	0,54±0,17
Vps, см/с	269,74 (186,87; 399,69) *	81,45 (51,57; 113,57)
Ved, см/с	85,45 (50,30; 160,33) *	18,78 (11,80; 27,42)
TAMX, см/с	151,05 (92,22; 244,92) *	36,86 (28,09; 47,81)
TAV, см/с	84,08 (50,84; 145,16) *	20,35 (14,63; 26,77)
RI	0,65±0,10 *	0,73±0,11
PI	1,23±0,45 *	1,64±0,67

Примечание: * – уровень значимости $p < 0,05$. Vps – пиковая систолическая скорость кровотока, Ved – максимальная конечная диастолическая скорость кровотока, TAMX – усредненная по времени максимальная скорость кровотока, TAV – усредненная по времени средняя скорость кровотока, RI – индекс периферического сопротивления, PI – пульсационный индекс.

Таблица 3

Параметры кровотока ВСА на контралатеральной стороне до и после операции КЭЭ

Показатели	До операции	После операции
Диаметр, см	0,41±0,13*	0,47±0,13
Vps, см/с	107,42 (73,34; 151,35)	96,33 (75,61; 127,23)
Ved, см/с	28,33 (20,09; 40,50)	25,25 (16,18; 35,71)
TAMX, см/с	54,33 (35,81; 76,35)*	48,64 (32,32; 64,60)
TAV, см/с	29,81 (19,36; 40,42)*	25,07 (17,98; 34,97)
RI	0,70±0,11	0,73±0,10
PI	1,40±0,56	1,55±0,53

индекса Линдегарда, характеризующего наличие церебрального вазоспазма, не превышало нормальное значение до и после оперативного вмешательства.

Для целостной картины гемодинамических реакций со стороны сосудов головного мозга оценка изучения артериального звена может быть дополнена исследованием венозной системы. Для этого было проведено сравнение показателей кровотока в ВЯВ и позвоночных венах до и после операции КЭЭ. Как отмечено выше, измерения параметров кровотока в ВЯВ проводились на трех уровнях, начиная от нижней луковичи по направлению вверх. Скоростные показатели в позвоночных венах определялись в сегменте V2 как более доступном для визуализации. При проведении статистического анализа статистически значимые изменения были выявлены только на контралатеральной стороне – увеличилась скорость, соответствующая пику S с 24,21 (20,42; 34,24) до 28,94 (20,63; 41,37) см/с, а также пику T с 16,47 (13,17; 25,07) до 21,94 (17,50; 30,13) см/с во ВЯВ на втором уровне (рис. 2 – см. 3-ю стр. обложки). На других уровнях ВЯВ и в позвоночных венах статистически значимых изменений после операции выявлено не было.

Обсуждение

Реактивность церебральных сосудов отражает функциональную устойчивость системы кровообращения сосудов головного мозга, позволяет оценить ее резервные

возможности и является одним из важных факторов, влияющих на прогноз оперативного вмешательства [9]. Цель нашего исследования: совместная оценка параметров артериального и венозного кровотока у пациентов с атеросклерозом брахиоцефальных артерий, до и после оперативного лечения. Известно, что абсолютные параметры кровотока в состоянии покоя не могут служить адекватным критерием оценки состоятельности мозгового кровотока из-за невозможности определения его резервных возможностей [8]. В связи с этим была оценена реактивность церебрального кровотока в условиях функциональных тестов, которые позволяют зарегистрировать локальные или генерализованные нарушения цереброваскулярной гемодинамики.

Известно, что в норме при проведении пробы с задержкой дыхания происходит общее снижение периферического сопротивления и увеличение скоростных параметров кровотока в крупных интракраниальных артериях [12]. Происходит это за счет увеличения содержания углекислого газа в плазме крови, что в свою очередь приводит к раздражению рецепторов синокаротидной зоны и гладкомышечных элементов сосудистой стенки [14]. Гипероксическая проба в противоположность гиперкапнии вызывает сужение артериол и приводит к соответствующим изменениям кровотока в крупных артериях [11]. В контрольной группе при проведении пробы с гиперкапнией и гипероксией получены положительные реакции, что свидетельствует о сохранности ауторегуляторных механизмов. В основной группе больных с атеросклерозом сонных артерий гиперкапническая нагрузка выявила нарушения реактивности сосудов на стороне стеноза. Наиболее вероятно, что нарушение чувствительности церебральных сосудов к нагрузочным тестам, определяемое при функциональной пробе с гиперкапнией, свидетельствует о напряжении ауторегуляторных механизмов, снижении или исчерпании церебрального резерва, что может способствовать увеличению риска развития инсульта у данной категории пациентов. Следовательно, оценка цереброваскулярного резерва до операции важна в первую очередь в аспекте прогноза, и при обнаружении у пациента отрицательной либо парадоксальной реакции кровотока должны быть предприняты все меры по предотвращению осложнений во время проведения КЭЭ и в раннем послеоперационном периоде.

У пациентов основной группы в покое установлено значимое снижение скорости кровотока в ВСА на стороне стеноза после операции, что является ожидаемым исходом успешной хирургической коррекции гемодинамически значимого стеноза. Уменьшение скоростных показателей в вертебральной артерии на стороне, контралатеральной стенозированию ВСА, позволяет считать, что после удаления атеросклеротической бляшки из ВСА и восстановления в ней кровотока происходит перераспределение крови по сосудам со значительным уменьшением дополнительной нагрузки, приходившейся до операции на позвоночную артерию. Увеличение скорости кровотока в ВЯВ на контралатеральной стороне стенозу также свидетельствует о функциональном перераспределении кровотока после операции КЭЭ.

Таким образом, методы ультразвуковой оценки арте-

риального и венозного кровотока являются адекватным способом оценки мозговой гемодинамики и цереброваскулярного резерва на этапах хирургического вмешательства. При этом изменение показателей реактивности церебральных сосудов характеризует функциональное состояние мозгового кровообращения и является важным диагностическим признаком. Использование гиперкапнической нагрузки позволяет оценить состояние системы мозгового кровообращения и цереброваскулярного резерва, что является одним из важных факторов в определении тактики хирургического вмешательства.

Выводы

1. Одновременная оценка состояния артериального и венозного кровотока головного мозга на этапах хирургического лечения атеросклеротического стеноза сонных артерий может быть адекватно оценена в первую очередь ультразвуковыми методами.
2. Отрицательная или парадоксальная реакция мозгового кровотока на пробу с гипоксией свидетельствует об исчерпании функционального резерва в стеноззависимом бассейне и является дополнительным показателем к КЭЭ.

Литература

1. Ghogawala Z., Amin-Hanjani S., Curran J. et al. The effect of carotid endarterectomy on cerebral blood flow and cognitive function // J. Stroke Cerebrovasc. Dis. – 2013. – No. 7. – P. 1029–1037.
2. Naqvi J., Hooi Yap K., Ahmad G. et al. transcranial doppler ultrasound: a review of the physical principles and major applications in critical care // Int. J. Vasc. Medicine. – 2013. – Vol. 2013. – ID 629378.
3. Kleindorfer D., Panagos P., Pancioli A. et al. Incidence and short-term prognosis of transient ischemic attack in a population-based study // Stroke. – 2005. – Vol. 36. – P. 720–723.
4. Vriens E.M., Wieneke G.H., Hellen B. et al. Flow redistribution in the major cerebral arteries after carotid endarterectomy: a study with transcranial Doppler scan // J. Vasc. Surg. – 2001. – Vol. 33, No. 1. – P. 139–147.
5. Белова Л.А. Венозная церебральная дисциркуляция при хронической ишемии мозга: клиника, диагностика, лечение // Неврологический вестник. Журнал им. В.М. Бехтерева. – 2010. – Т. 42, № 2. – С. 62–67.
6. Бокерия Л.А., Гудкова Р.Г. Сердечно-сосудистая хирургия – 2005. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения // Медицинский журнал НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. – 2006. – 114 с.
7. Дическул М.Л., Куликов В.П. Показатели кровотока в проксимальном и дистальном участках внутренней яремной вены в норме и при артериальной гипертензии // Сибирский медицинский журнал (Томск). – 2011. – Т. 26, № 4(1). – С. 34–36.
8. Карпов Р.С., Дудко В.А. Атеросклероз: патогенез, клиника, функциональная диагностика, лечение. – Томск: STT, 1998. – 656 с.
9. Кривенко Л.Е., Кузьменко Е.А., Вуд Т.Г. и др. Оценка цереброваскулярной реактивности и функционального резерва мозгового кровообращения по данным функциональных проб у больных гипертонической болезнью // Дальневосточный медицинский журнал. – 2013. – № 1. – С. 9–13.
10. Кузнецов А.Н. Современные принципы лечения мультифо-

кального атеросклероза // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2008. – Т. 3, №1. – С. 78–83.

11. Лелюк В.Г., Лелюк С.Э. Ультразвуковая ангиология. – М.: Реальное время, 2003. – 324 с.
12. Морман Д., Хеллер Л. Физиология сердечно-сосудистой системы. – СПб.: Питер, 2000. – 256 с.
13. Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями брахиоцефальных артерий. – М., 2013. – 72 с.
14. Черток В.М., Коцюба А.Е. Эндотелиальный (интимальный) механизм регуляции мозговой гемодинамики: трансформация взглядов // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2012. – № 2. – С. 17–26.
15. Чуканова Е.И., Чуканова А.С., Даниялова Н.Д. Церебральные венозные нарушения: диагностика, клинические особенности // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2014. – № 1. – С. 89–94.
16. Шахнович В.А., Бехтерева Т.Л., Серова Н.К. Нарушения венозного кровообращения головного мозга при внутричерепной гипертензии // Нейрохирургия. – 1999. – № 3. – С. 34–37.
17. Шевченко Ю.Л., Батрашов В.А., Сергеев О.Г. и др. Хирургическое лечение больных с окклюзирующими поражениями сонных артерий // Болезни сердца и сосудов. – 2007. – № 3. – С. 24–32.
18. Шемагонов А.В. Синдром хронической церебральной венозной дисциркуляции // Украинский медицинский журнал. – 2007. – № 5(61). – С. 33–37.

Поступила 27.06.2016

Сведения об авторах

Буховец Ирина Львовна, докт. мед. наук, старший научный сотрудник отделения рентгеновских и томографических методов диагностики Научно-исследовательского института кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: vorozhcova@cardio.tsu.ru.

Максимова Александра Сергеевна, аспирант отделения рентгеновских и томографических методов диагностики Научно-исследовательского института кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: asmaximova@yandex.ru.

Плотников Михаил Павлович, канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения сердечно-сосудистой хирургии Научно-исследовательского института кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: pmp@cardio-tomsk.ru.

Кузнецов Михаил Сергеевич, канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения сердечно-сосудистой хирургии Научно-исследовательского института кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: kms@cardio.tsu.ru.

Козлов Борис Николаевич, докт. мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения сердечно-сосудистой хирургии Научно-исследовательского института кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук.
Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.
E-mail: bnkozlov@yandex.ru.

Ворожцова Ирина Николаевна, докт. мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник отделения ультразвуковой и функциональной диагностики Научно-исследовательского института кардиологии, Томский

национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

Усов Владимир Юрьевич, докт. мед. наук, профессор, руководитель отделения рентгеновских и томографических методов диагностики Научно-исследовательского института кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: ussov1962@yandex.ru.

УДК 616.71.124.2.127-007.253

ОЦЕНКА АНАТОМИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ КОРРЕКЦИИ ТЕТРАДЫ ФАЛЛО

А.Ю. Омельченко, Ю.Н. Горбатов, И.А. Соинов, А.В. Войтов, Ю.Ю. Кулябин, И.А. Корнилов, А.В. Горбатов, А.В. Богачев-Прокофьев

Федеральное государственное бюджетное учреждение "Новосибирский научно-исследовательский институт патологии кровообращения им. акад. Е.Н. Мешалкина" Министерства здравоохранения Российской Федерации
E-mail: a_omelchenko@meshalkin.ru

ASSESSMENT OF ANATOMICAL PARTS OF THE RIGHT VENTRICLE IN PATIENTS AFTER TETRALOGY OF FALLOT REPAIR

A.Y. Omelchenko, Y.N. Gorbatykh, I.A. Soynov, A.V. Voitov, Y.Y. Kulyabin, I.A. Kornilov, A.V. Gorbatykh, A.V. Bogachev-Prokofiyev

Federal State Budgetary Institution "Novosibirsk Research Institute of Circulation Pathology n.a. acad. E.N. Meshalkin"

Цель исследования: определить влияние главных анатомических компонентов правого желудочка (ПЖ) на его глобальную функцию с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ) у пациентов после различных реконструктивных операций при тетраде Фалло. Материал и методы. Мы провели ретроспективный обзор 52 асимптоматичных, клинически стабильных пациентов (28 мальчиков и 24 девочки) после хирургической реконструкции при тетраде Фалло в возрасте 7,5 (5,5; 9,5) лет, для оценки дисфункции ПЖ на базе центра детской кардиохирургии и хирургии новорожденных детей ННИИПК им. акад. Е.Н. Мешалкина Минздрава России. Все дети были разделены на две группы по способу хирургической коррекции тетрады Фалло: трансаннулярная пластика (I группа, 26 человек) или с сохранением кольца клапана легочной артерии (II группа, 26 человек). Результаты. Фракция выброса ПЖ как в целом, так и в разных его частях была достоверно выше во II группе, в то время как конечный диастолический объем ПЖ как в целом, так и в разных его частях и ударный объем были достоверно выше в I группе. Легочная регургитация также была значительно выше в I группе: 36,7 (32; 44) против 13,2 (3; 14), $p > 0,01$. Отношение шансов (ОШ) для легочной регургитации было значительно ниже во II группе по сравнению с I группой, ОШ (95%-й доверительный интервал, ДИ) 0,19 (0,04–0,72), $p = 0,02$. Выводы. После реконструкции тетрады Фалло функция ПЖ зависит от вида реконструкции выходного отдела правого желудочка (ВОПЖ). С помощью отдельных функциональных анализов анатомических компонентов ПЖ наше исследование показало, что глобальная функция ПЖ снижена в группе пациентов с трансаннулярной пластикой. Нарушения функции ПЖ в отдаленном периоде в группе трансаннулярной пластики связаны с наличием более выраженной легочной регургитации и наличием выключенного участка ПЖ в области ВОПЖ, вовлекая в контрактильные свойства синусовую часть.

Ключевые слова: тетрада Фалло, МРТ, легочная регургитация, дисфункция правого желудочка.

Objectives. The objective of the study was to investigate the influence of the main right ventricular (RV) anatomical components on global RV function by using CMRI after tetralogy of Fallot (TOF) repair based on various surgical approaches. Materials and Methods. A total of 52 asymptomatic, clinically stable patients (28 boys and 24 girls) aged 7.5 (5.5; 9.5) years were retrospectively examined after TOF repair to assess RV dysfunction in the Pediatric Cardiac Surgery Department of the Novosibirsk Research Institute of Circulation Pathology n.a. acad. E.N. Meshalkin. All patients were divided into 2 groups depending on surgery technique of TOF repair: transannular plasty (group I, 26 pts) or TOF repair with pulmonary