

DOI: 10.33454/1728-1261-2024-3-15-21
УДК 616.133-005-073.43:616.133-007.271-089

Артериальное и венозное кровообращение у пациентов с выраженным стенозом внутренних сонных артерий до и в разные сроки после проведения каротидной эндартерэктомии

М. А. Ловрикова¹, Н. В. Корнеева², К. В. Жмеренецкий²

¹ ОГБУЗ «Онкологический диспансер» Департамента здравоохранения правительства ЕАО, Биробиджан, Россия

² ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет» Минздрава России, Хабаровск, Россия

Arterial and venous circulation in patients with severe stenosis of the internal carotid arteries before and at different periods after carotid endarterectomy

M. A. Lovrikova¹, N. V. Korneyeva², K. V. Zhmerenetsky²

¹Oncology Dispensary of the Health Department of the Government of the Jewish Autonomous Region, Birobidzhan, Russia

²Far Eastern State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Khabarovsk, Russia

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

М. А. Ловрикова – ORCID: 0000-0002-7920-9186; e-mail: marina-salimon@yandex.ru

Н. В. Корнеева – ORCID: 0000-0001-9878-180X; e-mail: gladkova1982@mail.ru

К. В. Жмеренецкий – ORCID: 0000-0002-6790-3146

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

M. A. Lovrikova – ORCID: 0000-0002-7920-9186; e-mail: marina-salimon@yandex.ru

N. V. Korneyeva – ORCID: 0000-0001-9878-180X; e-mail: gladkova1982@mail.ru

K. V. Zhmerenetsky – ORCID: 0000-0002-6790-3146

Резюме

В продолжение более ранних исследований особенностей венозного оттока от головы и шеи у пациентов с различной степенью стеноза внутренних сонных артерий (ВСА) в настоящей работе авторы представляют данные по особенностям артериального притока и венозного оттока у пациентов с высокой степенью стеноза до и в разные сроки после выполнения каротидной эндартерэктомии.

Материал и методы

Обследовано 30 пациентов со стенозом > 60 % до и после операции в сроки 10–14 дней, 6 месяцев и 1 год. Группа контроля состояла из 30 пациентов без стеноза ВСА и признаков системной и регионарной флебогипертензии. Результаты сопоставили с контролем и между группами.

Результаты

Исследования показали, что венозный отток по ПВ в ортостазе в разные сроки после КЭАЭ преобладал над венозным оттоком в клиностазе. Средние значения общего объемного кровотока по ПВ статистически значимо растут после оперативного вмешательства как в клино-, так и в ортостазе.

Выводы

Наличие флебогипертензии при выраженных стенозах ВСА может указывать на взаимосвязь атеросклеротического поражения ВСА с изменением венозного оттока и формированием системной или регионарной флебогипертензии. При восстановлении кровотока по ВСА при стенозе > 60 % после КЭАЭ преобладание венозного оттока сохраняется в горизонтальном положении по системе ЯВВ.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, атеросклероз, венозный отток, внутренние яремные вены, позвоночные вены, клиностаз (горизонтальное положение), ортостаз (вертикальное положение)

Abstract

In continuation of earlier studies of the features of venous outflow from the head and neck in patients with varying degrees of stenosis of the internal carotid arteries (ICA), in this article the authors present data on the features of arterial inflow and venous outflow in patients with a high degree of stenosis before and at different periods after carotid endarterectomy.

Material and methods

30 patients with stenosis > 60%, were examined before and after surgery at 10-14 days, 6 months and 1 year. The control group consisted of 30 patients without ICA stenosis and signs of systemic and regional phlebohypertension. The results were compared with the control and between the groups.

Results

The study has shown that venous outflow through the PV in orthostasis at different times after CEAE prevailed over venous outflow in clinostasis. The average values of the total volumetric blood flow through the PV statistically significantly increase after surgery in both clinostasis and orthostasis.

Conclusions

The presence of phlebohypertension with severe stenosis of the ICA may indicate a relationship between atherosclerotic lesions of the ICA and changes in venous outflow and the formation of systemic or regional phlebohypertension. When restoring blood flow through the ICA with stenosis > 60% after CEAE, the predominance of venous outflow remains in the horizontal position along the IJV system.

Keywords: ultrasound diagnostics, atherosclerosis, venous outflow, internal jugular veins, vertebral veins, clinostasis (horizontal position), orthostasis (vertical position)

Введение

При восстановлении кровотока у пациентов с выраженным стенозом (> 60 %) ВСА в литературе большое внимание уделяется ранним (1–7-й день) послеоперационным осложнениям, например синдрому церебральной гиперперфузии [1, 2, 3, 4]. Клинические проявления СЦГ характеризуются триадой симптомов: неврологическим дефицитом, фокальными припадками, ипсилатеральной головной болью, отсутствовавшей ранее, реже – транзиторными психическими нарушениями [5], кровоизлияниями, в том числе фатальными [6]. При СЦГ происходит увеличение кровотока в бассейне стенозированной или окклюзированной артерии после реконструкции или реваскуляризации, превышающее метаболические потребности головного мозга [4].

Современные подходы к ранней диагностике церебральных нарушений и развивающаяся практика интервенционной ангионеврологии диктуют необходимость комплексной оценки кровообращения в сосудах (венах и артериях) брахиоцефального бассейна (БЦБ) перед реконструктивными вмешательствами и в различные сроки после них. Работ по исследованию венозного оттока по венам экстракраниального отдела в различные сроки после операции КЭАЭ на ВСА в отечественной и зарубежной литературе крайне мало [7, 8, 9].

Цель исследования

Оценить динамику артериального и венозного кровообращения у пациентов с атеросклеротическим поражением ВСА более 60 % до и в различные сроки после проведения КЭАЭ.

Материал и методы

В исследование включили 30 пациентов (21 мужчина и 9 женщин) в возрасте от 55 до 69 лет (средний возраст $61,9 \pm 0,63$ года) с выраженным атеросклеротическим поражением (средняя степень стеноза $68 \pm 3,01$ %). Критериями невключения были: наличие грубой сочетанной патологии, тандемные стенозы, инсульт и транзиторные ишемические атаки в анамнезе, значимая кардиальная патология и эндокринные заболевания. Продолжительность заболевания составляла в среднем

$7,4 \pm 2,9$ года. Все обследованные находились на лечении в региональном сосудистом центре ГБУЗ «Сахалинская областная клиническая больница» Южно-Сахалинска.

Всем пациентам до и после операции в сроки 10–14 дней, 6 и 12 месяцев проводили измерение артериального и венозного давления. АД измеряли в плечевой вене по методу, предложенному М. В. Шумиловой (патент РФ 2480149). Дуплексное сканирование с цветным доплеровским картированием артерий и вен БЦБ проводили на аппарате экспертного класса General Electric (GE) Vivid 9 и Epiq 5,7 (Philips). В артериальном русле фиксировали диаметр, площадь и УВСС по общей сонной артерии (ОСА) для расчета общего объемного кровотока и определения фокусного артериовенозного баланса. Позвоночные артерии (ПА) не были включены в оценку артериального притока, так как на уровне шейного отдела ПА отдают ветви, питающие спинной мозг, что обуславливает потерю объема крови. При патологии шейного отдела позвоночника ПА могут иметь различный диаметр на всех сегментах и иметь гемодинамически значимые извитости. Данные обстоятельства могут приводить к существенной разнице показателей на всех уровнях по ходу ПА. Это делает затруднительной объективную оценку полученных данных.

Венозное русло исследовали через толстый слой геля, который позволял исключить компрессию вен датчиком. Оценивали ход и наличие компрессии ВЯВ и ПВ окружающими структурами. Обращали внимание на особенности спектральной составляющей кровотока в венах. Измеряли площадь поперечного сечения ВЯВ и УВСС в проекции нижнего края лопаточно-подъязычной мышцы. Диаметр ПВ и УВСС измеряли между поперечными отростками С5–С6. Вышеперечисленные вены исследовали для расчета общего объемного кровотока и определения фокусного артериовенозного баланса.

Учитывая, что все пациенты со стенозами ВСА > 60 % имели повышенное венозное давление, необходима была группа контроля для объективной оценки полученных в ходе иссле-

дования данных и их корректной интерпретации. В группу контроля входили лица с нормальным венозным давлением и идеальным состоянием артериального притока (без стенозов и гемодинамически значимых извитостей БЦА). Контрольная группа состояла из 30 человек, средний возраст которых был $42,9 \pm 1,0$ года. Критерии включения: оптимальный тип строения венозной системы, при котором у пациента обе ВЯВ были с незначительной разницей по площади поперечного сечения. В большинстве случаев правая ВЯВ была доминантной, что соответствовало норме. Площадь ВЯВ должна была превышать площадь ОСА не более чем в 2–2,5 раза. Критериями исключения были: наличие в анамнезе симптомов венозной патологии и аномалий брахиоцефальных вен, наличие стенозов, извитостей, аномалий строения брахиоцефальных артерий, значимая кардиальная патология и эндокринные заболевания.

Статистическую обработку выполняли с использованием программы Statistica 10, считая значимыми различия при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

ВД на плечевой вене в контрольной группе составляло $17,1 \pm 1,5$ мм рт. ст., расчетный показатель центрального венозного давления (ЦВД) – $3,8 \pm 0,33$ мм рт. ст. Средние значения ВД и ЦВД до и в различные сроки после операции представлены в таблице 1.

Данные таблицы 1 показывают наличие флебогипертензии у пациентов до операции: ВД – $28,2 \pm 1,36$ мм рт. ст. и статистически значимое его увеличение после выполнения КЭАЭ, начиная с 10–14-го дня – $30,7 \pm 1,7$ мм рт. ст. Через год после КЭАЭ средние значения ВД возрастали до $32,3 \pm 1,59$ мм рт. ст.

Средние значения объемных кровотоков в контрольной группе были следующими: в клиностазе по ОСА – $7,48 \pm 0,35$ мл/с, в клиностазе по ВЯВ – $12,07 \pm 1,42$ мл/с, в ортостазе по ВЯВ – $2,52 \pm 0,47$ мл/с, в клиностазе по ПВ – $1,39 \pm 0,32$ мл/с, в ортостазе по ПВ – $3,6 \pm 0,4$ мл/с. Средние значения, характеризующие артериальный приток и венозный отток у пациентов до и в различные сроки после операции, представлены в таблице 2.

Таблица 1

Средние значения венозного давления и расчетного центрального венозного давления

Параметры	Стенозы 60 % до операции	Стенозы 60 % 10–14 дней после операции	Стенозы 60 % 6 мес после операции	Стенозы 60 % 12 мес после операции	Статистическая значимость «р»
ВД на плечевой вене (мм рт. ст.)	$28,2 \pm 1,63$	$30,7 \pm 1,7$	$30,8 \pm 2,12$	$32,3 \pm 1,59$	p1, p2 0,05 p3 0,01
ЦВД (мм рт. ст.)	$6,3 \pm 0,36$	$6,8 \pm 0,53$	$6,8 \pm 0,47$	$7,2 \pm 0,35$	p1, p2 0,05 p3 0,01

Примечание:

здесь и дальше p1 – сравнение параметров до операции с 10–14 днями после операции,

p2 – сравнение параметров до операции с 6 месяцами после операции,

p3 – сравнение параметров до операции с 12 месяцами после операции.

Таблица 2

Средние значения общего объемного кровотока по обемм ОСА в клиностазе, ВЯВ и ПВ в клиностазе и ортостазе (мл/с)

Параметры	Стенозы 60 % до операции (n = 30)	Стенозы 60 % 10–14 дней после операции (n = 30)	Стенозы 60 % 6 мес после операции (n = 30)	Стенозы 60 % 12 мес после операции (n = 30)	Статистическая значимость «р»
Объемный кровоток ОСА гор., мл/с	$22,8 \pm 0,5$	$26,03 \pm 0,41$	$26,7 \pm 0,71$	$26,1 \pm 0,49$	p1, p2, p3 0,01
Объемный кровоток ВЯВ гор., мл/с	$29,5 \pm 1,7$	$27,67 \pm 1,34$	$27,87 \pm 1,97$	$31,06 \pm 0,8$	p1, p2, p3 0,05
Объемный кровоток ВЯВ верт., мл/с	$8,5 \pm 0,3$	$7,66 \pm 0,27$	$4,71 \pm 0,2$	$7,09 \pm 0,41$	p1 0,05 p2, p3 0,01
Объемный кровоток ПВ гор., мл/с	$0,9 \pm 0,2$	$1,06 \pm 0,22$	$2,63 \pm 0,35$	$2,67 \pm 0,38$	p1, p2, p3 0,01
Объемный кровоток ПВ верт., мл/с	$1,9 \pm 0,5$	$2,08 \pm 0,46$	$4,34 \pm 0,59$	$4,29 \pm 0,61$	p1 0,05 p2, p3 0,01

В клиностазе общий объемный кровоток по обеим ОСА до операции составлял $22,8 \pm 0,5$ мл/с. После выполнения КЭАЭ этот показатель статистически значимо увеличивался на 10–14-й день после операции до $26,03 \pm 0,41$ мл/с ($p < 0,01$) и сохранялся примерно на одном уровне через 6 ($26,7 \pm 0,71$ мл/с) и 12 месяцев ($26,1 \pm 0,49$) после оперативного вмешательства.

В клиностазе средний общий объемный кровоток по обеим ВЯВ до операции составлял $29,5 \pm 1,7$ мл/с, в различные сроки после КЭАЭ незначительно снижался (на 10–14-й день – $27,67 \pm 1,34$ мл/с, через 6 месяцев – $27,87 \pm 1,97$ мл/с), к 12 месяцам несколько возрастал (до $31,06 \pm 0,8$ мл/с). Эти колебания не имели статистически значимых различий с дооперационными показателями.

В ортостазе средний общий объемный кровоток по обеим ВЯВ до операции составлял $8,5 \pm 0,3$ мл/с, после оперативного вмешательства происходило статистически значимое его снижение во всех наблюдаемых периодах, с минимальным значением через 6 месяцев после операции ($4,71 \pm 0,2$ мл/с, $p < 0,01$).

В клиностазе средний общий объемный кровоток по обеим ПВ до операции составлял $0,9 \pm 0,2$ мл/с. После оперативного вмешательства отмечалось статистически значимое увеличение этого показателя с $1,06 \pm 0,22$ мл/с ($p < 0,01$) на 10–14-й день и до $2,67 \pm 0,38$ мл/с ($p < 0,01$) через 1 год.

В ортостазе средний общий объемный кровоток по обеим ПВ до КЭАЭ составлял $1,9 \pm 0,5$ мл/с. После операции отмечался статистически значимый прирост с $2,08 \pm 0,46$ мл/с ($p < 0,01$) на 10–14-й день до $4,29 \pm 0,61$ мл/с ($p < 0,01$) через 1 год.

Таким образом, в ортостазе происходит активизация венозного оттока по ПВ в различные сроки после КЭАЭ.

Для наглядности распределения кровотока по артериальному и венозному руслам у пациентов со стенозом ВСА $> 60\%$ до и в различные сроки после операции приводим сведения, представленные в таблице 2, в виде графика на рисунке 1.

Данные рисунка 1 показывают, что после восстановления артериального притока в клино- и ортостазе венозный отток осуществляется преимущественно через систему ВЯВ. В клиностазе венозный отток до и в различные послеоперационные периоды преобладает над ортостатическим положением по ВЯВ.

Для понимания перераспределения венозной крови через ВЯВ и ПВ при изменении положения тела от 0 до 90° до операции и в различные сроки после КЭАЭ рассчитывали со-

отношения объемных кровотоков в клиноста- тическом положении к ортостатическому по ВЯВ и ПВ. Приводим их на рисунке 2.

Данные рисунка 2 показывают, что дооперационный показатель соотношения объемных кровотоков по ВЯВ в клиностазе к ортостазу составлял 3,47. После операции происходило его увеличение, которое достигало максимальных значений через 6 месяцев (5,93). Через 1 год показатель достигал значения 4,38 и оставался выше в сравнении с дооперационными значениями. Полученные данные доказывают объективное увеличение оттока по ВЯВ в клиностазе после КЭАЭ. Соотношения объемных кровотоков в клиностазе к ортостазу по ПВ до операции (0,47) и в различные сроки после (на 10–14-й день – 0,51, через 6 месяцев – 0,61 и через 1 год – 0,62) демонстрируют рост венозного оттока после КЭАЭ по ПВ в ортостазе.

В основной группе для оценки динамики притока (объемный кровоток по ОСА) и оттока (сумма объемных кровотоков по ВЯВ и ПВ) до и в различные сроки после операции исследовали объемный кровоток по ОСА только в клиностазе. В контрольной группе оценивали приток и отток в клино- и в ортостазе. Выяснили, что артериальный приток, т.е. объемный кровоток по ОСА, статистически значимо не меняется в положении клиностаза, составляя 7,48 мл/с, а в положении ортостаза составляя 6,95 мл/с ($p > 0,05$). В контрольной группе венозный отток по ВЯВ и ПВ существенно снижался при переходе пациентов из положения клино- в положение ортостаза с 13,46 мл/с до 6,1 мл/с ($p < 0,001$). Данные пациентов по притоку и оттоку в клино- и ортостазе до и в разные сроки после операции приведены на рисунке 3.

Данные рисунка 3 показывают преобладание венозного оттока над притоком в клиностазе при значительном ограничении оттока в ортостазе. Через 12 месяцев венозный отток по ВЯВ и ПВ умеренно возрастает.

Обсуждение результатов

В предыдущих наших исследованиях мы отмечали наличие флебогипертензии у пациентов с различной выраженностью стеноза ВСА. Полученные результаты показали, что с увеличением процента стеноза ВСА происходит значимое изменение венозного оттока [10].

В настоящем исследовании мы проследили, как меняется венозный кровоток в клино- и ортостазе в различные сроки после операции КЭАЭ.

Нами получено статистически значимое увеличение ВД в различные сроки после операции. В работе А. В. Кошкина с соавт. (2018) авторы подробно описывают СЦГ, развиваю-

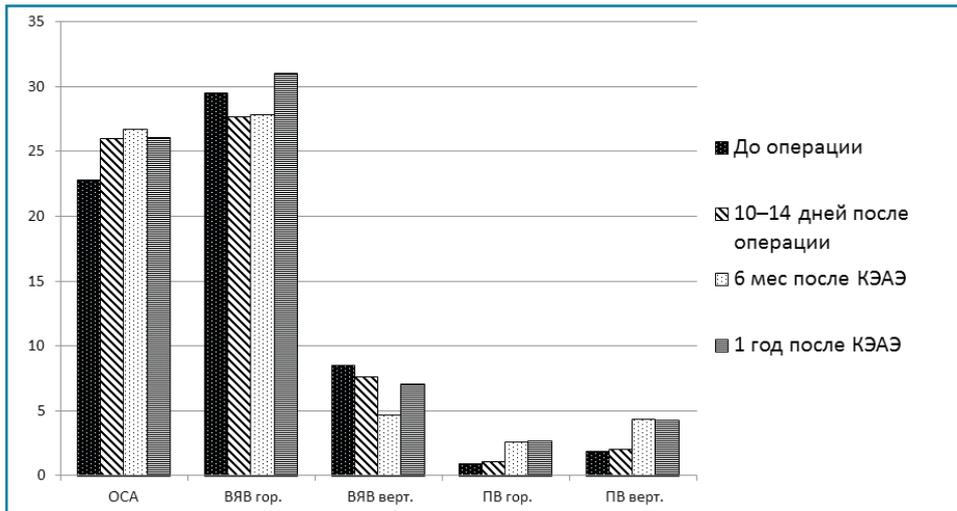


Рис. 1. Динамика средних значений общих объемных кровотоков по обему ОСА в клиностазе, обему ВЯВ и обему ПВ в клиностазе и ортостазе (мл/с)

Примечание:

ОСА – общие сонные артерии, ВЯВ гор. (верт.) – внутренние яремные вены горизонтально (вертикально), ПВ гор. (верт.) – позвоночные вены горизонтально (вертикально).

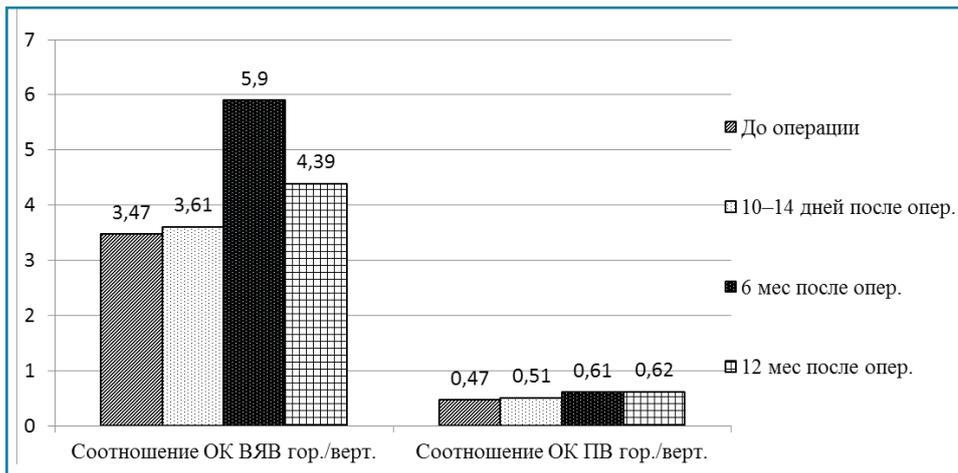


Рис. 2. Соотношение оттока по ВЯВ и ПВ в горизонтальном положении к вертикальному в разные сроки после операции

Примечание:

ОК – объемный кровоток.

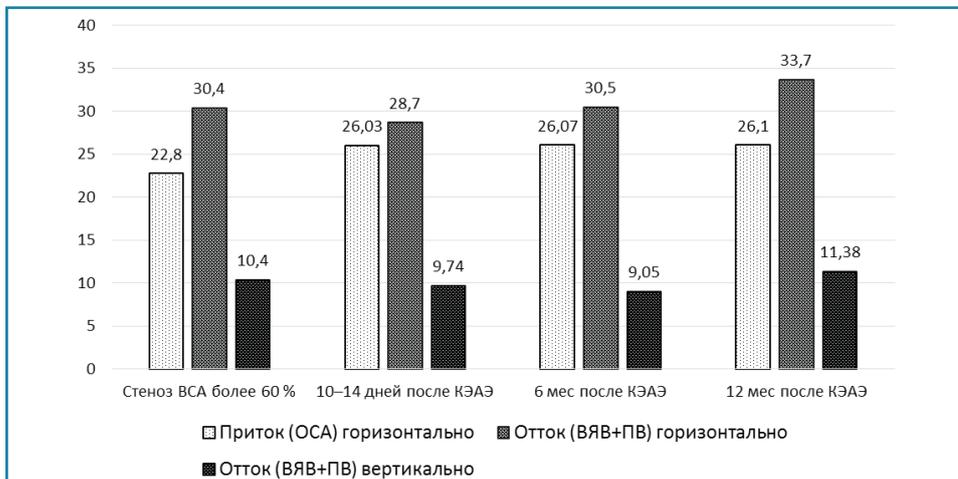


Рис. 3. Сравнительная характеристика притока по ОСА в клиностазе и оттока по ВЯВ и ПВ в клино- и ортостазе у пациентов до и в различные сроки после выполнения операции КЭАЭ

щийся у пациентов после хирургической коррекции при окклюзии ВСА [1]. По мнению авторов, данное осложнение обусловлено превышением метаболических потребностей головного мозга, который адаптируется к ишемии в условиях атеросклероза ВСА. Классическими неврологическими симптомами проявления СЦГ считаются: головная боль с ипсилатеральной стороны, боль в глазницах, напоминающая мигренозную боль, эпилептиформные приступы, изменение сознания (от угнетения сознания до психоза). В нашем исследовании ни у одного прооперированного пациента указанные симптомы выявлены не были. Мы считаем, что увеличение ВД и связанная с ним флебогипертензия, зафиксированные нами на 10–14-й день, были недостаточными для развития СЦГ. Вероятнее всего, у пациентов с более выраженным атеросклеротическим поражением брахиоцефальных артерий, с наличием высоких тандем-стенозов, с присутствием в анамнезе транзиторных ишемических атак и при более позднем оперативном вмешательстве чаще возникают осложнения в виде СЦГ, так как головному мозгу сложнее адаптироваться после резкого восстановления артериального притока. В исследовании В. И. Шмырева с соавт. (2015) подробно описаны ранние осложнения после КЭАЭ (от первых суток до 1 месяца) и поздние, в основном связанные с различными вариантами возникновения рестенозов [11]. Однако венозный отток и варианты осложнений, связанных с ним, авторы не изучали.

По мнению ряда авторов, после КЭАЭ изменения происходят не только в артериальном русле, но и в венозной системе. При исследовании венозного оттока и артериального притока Буховец и соавт. (2016) проводили оценку пиковых и средних скоростных показателей у пациентов со стенозами ВСА более 70 % в горизонтальном положении до и в ранние сроки (7–10-й день) после операции с каждой из сторон. Они фиксировали увеличение скорости кровотока в ВЯВ по противоположной от прооперированного стеноза стороне, что свидетельствовало, по их мнению, о функциональном перераспределении кровотока после операции КЭАЭ [12]. С нашей точки зрения, перераспределение кровотока после операции

свидетельствует о компенсаторных и адаптивных механизмах внутричерепного кровотока.

В нашем исследовании объемный кровоток по ВЯВ в ортостазе статистически значимо снижается во все анализируемые сроки после операции КЭАЭ в сравнении с дооперационными значениями. Мы полагаем, что умеренное снижение этого показателя по обеим ВЯВ на 10–14-й день после КЭАЭ может быть связано с компрессией вены окружающими тканями из-за послеоперационного отека. А в более поздние периоды, вероятнее всего, в компенсацию включаются другие механизмы и пути оттока венозной крови.

После оперативного вмешательства на ВСА мы наблюдаем статистически значимое увеличение общего объемного кровотока по ПВ как в клино-, так и в ортостазе, с преобладанием оттока по ПВ в ортостатическом положении над клиностатическим.

Установлено, что у пациентов до операции и в различные сроки после выполнения КЭАЭ остается преобладание венозного оттока в клиностазе над ортостазом по ВЯВ. Через 12 месяцев послеоперационного наблюдения показатели оттока по ВЯВ и ПВ умеренно возрастают по отношению к дооперационным значениям как следствие увеличения притока.

Выводы

1. После КЭАЭ в клиностазе отмечается значимое увеличение венозного оттока в системе ВЯВ.

2. Осложнения в виде СЦГ в раннем послеоперационном периоде возникают чаще у пациентов с более выраженным атеросклеротическим поражением брахиоцефальных артерий, с наличием высоких тандем-стенозов, с наличием в анамнезе транзиторных ишемических атак и при более позднем оперативном вмешательстве, так как головному мозгу сложнее адаптироваться после резкого восстановления артериального притока.

3. Длительное существование флебогипертензии приводит к снижению перфузионного давления и нарушению кровоснабжения головного мозга. Поэтому изменение венозного кровотока и флебогипертензия могут являться одной из причин развития и прогрессирования атеросклеротического процесса.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Кокшин А. В., Немировский А. М., Данилов В. И. Синдром церебральной гиперперфузии у пациентов со стенозирующими и окклюзирующими поражениями внутренних сонных артерий после хирургического лечения. Обзор литературы // *Неврол. вестн.* 2018. № 4. С. 44–51. DOI 10.17816/nb14144

Kokshin AV, Nemirovsky AM, Danilov VI. Cerebral hyperperfusion syndrome in patients with stenotic and occlusive

lesions of the internal carotid arteries after surgical treatment. Literature review. *Neurologicheskij Vestnik.* 2018;4:44–51. DOI 10.17816/nb14144. (In Russ.).

2. Кокшин А. В., Данилов В. И., Немировский А. М. Синдром церебральной гиперперфузии после операции реваскуляризации головного мозга у пациентов с атеросклеротической окклюзией внутренней сонной артерии. // *Сборник тезисов 92-й Всероссийской научно-*

практической конференции студентов и молодых ученых. Казань, 2018. С. 290.

Kokshin AV, Danilov VI, Nemirovsky AM. Cerebral hyperperfusion syndrome after cerebral revascularization surgery in patients with atherosclerotic occlusion of the internal carotid artery. Collection of abstracts of the 92nd All-Russian scientific and practical conference of students and young scientists. Kazan, 2018;290. (In Russ.).

3. Возможности ранней диагностики и коррекции синдрома церебральной гиперперфузии как осложнения каротидной эндартерэктомии / Д. Ю. Усачев и др. // Поленовские чтения: материалы X Юбилейной науч.-практ. конф., г. Санкт-Петербург, 19–22 апр. 2011 г. СПб., 2011.

Possibilities of early diagnosis and correction of cerebral hyperperfusion syndrome as a complication of carotid endarterectomy. Usachev DYU. et al. Polenov readings: materials of the X Anniversary scientific and practical. conf., St. Petersburg, April 19-22, 2011. St. Petersburg, 2011.

4. Синдром церебральной гиперперфузии после каротидной эндартерэктомии / А. Ю. Беляев и др. // Вopr. нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко. 2011. № 3. С. 35–42.

Cerebral hyperperfusion syndrome after carotid endarterectomy. Belyaev AYU et al. Voprosy Neurokhirurgii Imeni Akademika NN Burdenko. 2011;3:35-42. (In Russ.).

5. Экстра-интракраниальный микрососудистый анастомоз в лечении больных с хронической церебральной ишемией, обусловленной окклюзией магистральных артерий головного мозга / Д. Ю. Усачев и др. // Клиническая физиология кровообращения. 2009. № 4. С. 83–88.

Extra-intracranial microvascular anastomosis in the treatment of patients with chronic cerebral ischemia caused by occlusion of the main arteries of the brain. Usachev DYU et al. Klinicheskaya Fysiologiya Krovoobrashcheniya. 2009; 4:83-88. (In Russ.).

6. Лукшин В. А. Хирургическое лечение хронической церебральной ишемии, вызванной окклюзиями артерий каротидного бассейна: дис. на соиск. учен. степ. д-ра мед. наук: 14.01.18 – нейрохирургия / Лукшин Василий Андреевич; Нац. мед. исслед. центр нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко МЗ России. М., 2017. 377 с.

Lukshin VA. Surgical treatment of chronic cerebral ischemia caused by occlusions of the arteries of the carotid basin: dissertation for the postgraduate degree of Doctor of Medical Sciences: 14.01.18 – neurosurgery / Lukshin Vasily Andreevich; Burdenko National Medical Research Center for Neurosurgery, Ministry of Health of the Russian Federation. Moscow, 2017. (In Russ.).

7. Шумилина М. В. Сосудистая патология и отек мозга // Бюл. НИЦСХ им. А. Н. Бакулева РАМН. 2008. Т. 9, № S6. С. 50–69.

Shumilina MV. Vascular pathology and cerebral edema. Bulletin of the A. N. Bakulev Scientific Center of Cardiovascular Surgery, Russian Academy of Medical Sciences. 2008;9(S6): 50–69. (In Russ.).

8. Шумилина М. В., Горбунова Е. В. Комплексная ультразвуковая диагностика нарушений венозного оттока // Клиническая физиология кровообращения. 2009. № 3. С. 21–29.

Shumilina MV, Gorbunova EV. Comprehensive ultrasound diagnostics of venous outflow disorders. Klinicheskaya Fysiologiya Krovoobrashcheniya. 2009;3:21-29. (In Russ.).

9. Венозный отток по внутренним яремным венам при различной степени стеноза внутренних сонных артерий по данным ультразвукового исследования / И. А. Буховец и др. DOI 10.33029/1027-6661-2023-29-3-15-23 // Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал им. акад. А. В. Покровского. 2023. Т. 29, № 3. С. 15–23.

Venous outflow through the internal jugular veins with varying degrees of stenosis of the internal carotid arteries according to ultrasound data. Bukhovets IL. et al. Angiologiya i Sosudistaya Khirurgiya. Zhurnal Imeni Akademika A. V. Pokrovskogo. 2023;29:3:15-23. DOI 10.33029/1027-6661-2023-29-3-15-23 (In Russ.).

10. Корнеева Н. В., Ловрикова М. А., Жмеренецкий К. В. Методология оценки венозного оттока при проведении ультразвукового сканирования брахиоцефальных сосудов: состояние проблемы // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2024. Т. 23, № 6. С. 92–100. DOI 10.15829/1728-8800-2024-3913

Korneeva NV, Lovrikova MA, Zhmerenetsky KV. Methodology for assessing venous outflow during ultrasound scanning of the brachiocephalic vessels: state of the problem. Kardiovaskulnaya Terapiya i Profilaktika. 2024;23(6):92-100. DOI 10.15829/1728-8800-2024-3913 (In Russ.).

11. Клинические и ультразвуковые маркеры осложненного каротидной эндартерэктомии в послеоперационном периоде у больных с сосудистой мозговой недостаточностью / В. И. Шмырев и др. DOI 10.17116/hirurgia2015213-24 // Хирургия. 2015. № 2. С. 13–24.

Clinical and ultrasound markers of complications of carotid endarterectomy in the postoperative period in patients with cerebrovascular insufficiency. Shmyrev VI et al. DOI 10.17116/hirurgia2015213-24. Khirurgiya. 2015;2:13-24. (In Russ.).

12. Буховец И. А., Максимова А. С. Комплексная ультразвуковая оценка параметров артериального и венозного кровотока у пациентов со стенозом брахиоцефальных артерий до и после операции каротидной эндартерэктомии // Сиб. мед. журн. 2016. Т. 31, № 3. С. 44–49.

Bukhovets IL, Maksimova AS. Comprehensive ultrasound assessment of arterial and venous blood flow parameters in patients with brachiocephalic artery stenosis before and after carotid endarterectomy. Sibirskij Meditsinskij Zhurnal. 2016;(31)3:44-49. (In Russ.).