

ДИНАМИКА КОГНИТИВНЫХ ДИСФУНКЦИЙ ПОСЛЕ КАРОТИДНОЙ ЭНДАРТЕРАКТОМИИ

Марынич А.А.¹, Ахметов В.В.¹, Юдаев С.С.*², Костина Е.В.²

DOI: 10.25881/20728255_2023_18_3_36

¹ ГБУЗ «Городская клиническая больница им. А.К. Ерамишанцева»,
Москва² ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр
им. Н.И. Пирогова», Москва

Резюме. Цель — улучшение результатов хирургического лечения пациентов с атеросклеротическим поражением внутренней сонной артерии путем комплексной оценки корреляции между интраоперационным применением временного внутрипросветного шунта, как возможного источника микроэмболии средней мозговой артерии и динамики когнитивной дисфункции после каротидной реваскуляризации.

Материал и методы. Проанализированы результаты хирургического лечения 110 пациентов с гемодинамически значимыми каротидными стенозами. 75 пациентов перенесли эверсионную, 35 — классическую каротидную эндартерэктомию, 10 из которых выполнялись с использованием временного внутрипросветного шунта.

Результаты анализа доказали эффективность эверсионной и классической методик каротидной эндартерэктомии в отношении регресса когнитивных дисфункций в ближайшем и отдаленном послеоперационном периоде. Напротив, операции с применением временного внутрипросветного шунта не оказывают положительного влияния на регресс когнитивного дефицита, уровень когнитивных дисфункций значительно повышается в раннем послеоперационном периоде и восстанавливается к исходным значениям в течение года наблюдения.

Заключение. Интраоперационным фактором риска проведения каротидной эндартерэктомии, достоверно не уменьшающим риски развития острых неврологических синдромов и снижающим скорость редукции когнитивных нарушений является использование временного внутрипросветного шунта.

Ключевые слова: атеросклеротическая бляшка, стеноз внутренней сонной артерии, каротидная эндартерэктомию, фактор риска, когнитивная дисфункция, временное внутрипросветное шунтирование.

Введение

Ежегодно в мире регистрируется более 6 млн. случаев острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) по ишемическому типу, при этом на долю России приходится около полумиллиона из них [1; 2]. В структуре смертности сосудистые заболевания головного мозга прочно занимают второе место, немного уступая (21,5% против 25,7%) лишь ИБС [3]. Летальность после первого ОНМК, по некоторым данным [4], может достигать 37%, после повторных случаев — 65%. При этом, риск возникновения повторного ОНМК в течение пяти лет может достигать 42%. По данным некоторых исследований, в сроки через полгода от возникновения острого сосудистого события, у 29% больных сохраняются нормальными неврологические функции, 71% имеют нарушение когнитивных функций в различной степени, либо выраженный неврологический дефицит [3; 5].

Частота ОНМК по ишемическому типу преобладает и составляет около 85% от всех инсультов [6]. По разным данным считается, что более половины случаев всех ишеми-

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF COGNITIVE DYSFUNCTION AFTER CAROTID ENDARTERECTOMY

Marynich A.A.¹, Ahmetov V.V.¹, Yudaev S.S.*², Kostina E.V.²¹ Municipal Clinical Hospital named after A.K. Eramishantsev, Moscow² Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow

Abstract. Objective. Improving the results of surgical treatment of patients with atherosclerotic lesions of the internal carotid artery by a comprehensive assessment of the correlation between the intraoperative use of a temporary intraluminal shunt as a possible source of microembolism of the middle cerebral artery and the dynamics of cognitive dysfunction after carotid revascularization.

Material and methods. The article analyzes the results of surgical treatment of 110 patients with hemodynamically significant carotid stenoses. 75 patients underwent eversion, 35 — classical carotid endarterectomy, 10 of which were performed using a temporary intraluminal shunt.

Results. The results of the analysis proved the effectiveness of eversion and classical methods of carotid endarterectomy in relation to the regression of cognitive dysfunction in the immediate and long-term postoperative period. On the contrary, operations with the use of a temporary intraluminal shunt do not have a positive effect on the regression of cognitive deficits, the level of cognitive dysfunction increases significantly in the early postoperative period and is restored to baseline values during the year of follow-up.

Conclusion. An intraoperative risk factor for carotid endarterectomy that does not significantly reduce the risk of developing acute neurological syndromes and reduces the rate of reduction of cognitive impairment is the use of a temporary intraluminal shunt.

Keywords: atherosclerotic plaque, internal carotid artery stenosis, carotid endarterectomy, risk factor, cognitive dysfunction, temporary intraluminal shunting.

ческих инсультов связаны с атеросклерозом брахиоцефальных артерий (БЦА) [4; 5]. Эффективность хирургического лечения патологии БЦА в отношении первичной и вторичной профилактики ОНМК не вызывает никакого сомнения и подтверждается рядом крупных Американских и Европейских исследований (NASCET, ACAS, ECST). Однако, по данным литературы, частота возникновения нарушений когнитивных функций значительно возрастает после любых хирургических вмешательств. Так, к примеру, частота когнитивных нарушений после малых хирургических вмешательств составляет около 6%, а после больших возрастает до 41%. У больных с сосудистой патологией частота развития когнитивных нарушений может достигать 81% [7].

Существующие риски когнитивных нарушений после операций на каротидном бассейне характерны как для каротидной эндартерэктомии (КЭАЭ), так и для баллонной ангиопластики со стентированием сонных артерий, что по мнению ряда авторов [8] может быть связано с возможными микроэмболиями при установке временного внутрипросветного шунта (ВВШ) во время

* e-mail.ru: angio.torac@mail.ru

выполнения КЭАЭ, а также с микроэмболиями при проведении интервенционных процедур, в том числе с применением противоэмболической защиты.

На сегодняшний день наиболее эффективным методом защиты головного мозга от ишемии во время выполнения КЭАЭ, позволяющим обеспечить антеградное поступление крови, является применение ВВШ. Суть метода заключается в установке временного шунта в просвет общей и внутренней сонной артерий после их пережатия и выполнения артериотомии, по которому сохраняется кровообращение головного мозга на этапе каротидной реконструкции. После выполнения этапа КЭАЭ, непосредственно перед пуском кровотока по внутренней сонной артерии, шунт удаляют [1]. По мнению некоторых авторов [8], целесообразна установка ВВШ после этапа КЭАЭ. В этом случае время ишемии головного мозга увеличивается до 5-10 минут, но исключает возможные осложнения, характерные для операций КЭАЭ с ВВШ — ограничение мобилизации сонных артерий и атеросклеротической бляшки, удлинение времени КЭАЭ, риск отслоения интимы внутренней сонной артерии, материальной и/или воздушной эмболии [9].

До сих пор не существует единого мнения относительно целесообразности применения ВВШ во время выполнения КЭАЭ. Существует ряд работ [10], в которых все КЭАЭ выполнялись с его использованием. В то же время, некоторые хирурги, напротив, никогда его не применяют [11]. Другие рекомендуют применять ВВШ при наличии любых сомнений или невозможности адекватной оценки толерантности головного мозга к ишемии [8]. При наличии технических сложностей установки ВВШ, авторы рекомендуют применять методы фармакологической защиты мозга — введение тиопентала натрия, блокаторов кальциевых каналов.

По данным Л.А. Бокерия и соавт. [2] наиболее предпочтительным является селективное применение ВВШ, однако, не существует убедительной доказательной базы, как в пользу применения, так и в пользу отказа от селективной или рутинной установки ВВШ. Кроме того, не существует научно обоснованных преимуществ применения того или иного метода мониторинга кровотока головного мозга для определения показаний к использованию ВВШ.

Более подробное изучение влияния применения ВВШ во время выполнения КЭАЭ на частоту и тяжесть проявления когнитивных нарушений в послеоперационном периоде позволит улучшить ближайшие и отдаленные результаты реконструктивных вмешательств на сонных артериях, что в конечном итоге может повлиять на качество жизни пациентов после подобных каротидных реконструкций.

Цель исследования: улучшить результаты хирургического лечения больных с атеросклеротическим поражением внутренней сонной артерии (ВСА) путем комплексной оценки корреляции между интраоперационным приме-

нением ВВШ, как возможного источника микроэмболий средней мозговой артерии (СМА) и динамикой когнитивных дисфункций после каротидной реваскуляризации.

Материал и методы

В исследование включено 110 пациентов, находившихся на стационарном лечении и прооперированных в плановом порядке по поводу гемодинамически значимых атеросклеротических стенозов сонных артерий в период с сентября 2018 г. по август 2020 г. в городской клинической больнице им. А.К. Ерамишанцева.

Основным критерием включения в исследование были пациенты с атеросклеротическими гемодинамически значимыми стенозами ВСА, требующие хирургического лечения в соответствии с Национальными рекомендациями по лечению заболеваний экстракраниальных артерий. В исследование не включались пациенты с нестабильной стенокардией, инфарктом миокарда, перенесенном менее 6 месяцев назад, тяжелыми нарушениями ритма и проводимости сердца, декомпенсированной сердечной недостаточностью, гемодинамически значимыми пороками сердца, грубым очаговым поражением головного мозга, с острыми психическими и неврологическими заболеваниями, а также с тяжелым ОНМК, перенесенном менее 6 месяцев назад, с тяжелой почечной и печеночной недостаточностью, новообразованиями головного мозга, тромбозом сонных артерий, гемодинамически незначимыми стенозами, окклюзиями сонных артерий, рестенозами сонных артерий или перенесшие хирургические вмешательства на стороне поражения.

В исследовании лица мужского пола ($n = 60, 54,5\%$) преобладали над женским ($n = 50, 45,5\%$). Возраст больных находился в пределах от 45 до 80 лет. Средний возраст составил $68,5 \pm 12,4$, у мужчин — $70,4 \pm 14,8$, у женщин — $65,8 \pm 11,6$. Из сопутствующей патологии и факторов риска (табл. 1), которые могли бы повлиять на результаты хирургического лечения, преобладала гипертоническая болезнь, регистрируемая в 95 случаях (86,4%). Подавляющее большинство пациентов (80; 72,7%) были курящими, в 75 случаях (68,2%) выявлено нарушение липидного обмена. ИБС зарегистрирована в 44 наблюдениях (40%). Из них, 28 пациентов (25,5%) страдали стенокардией, 14 (12,7%) перенесли инфаркт миокарда в анамнезе, в 16 случаях (14,5%) диагностированы различные формы нарушения ритма и проводимости сердца. Сахарный диабет наблюдался у 32 (29,1%), язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки — у 16 (14,5%), хроническая обструктивная болезнь легких — у 12 (10,9%), бронхиальная астма — у 8 (7,3%) больных. Высоким оказался процент атеросклеротического поражения других артериальных бассейнов, преимущественно атеросклероз артерий нижних конечностей, частота которого составила 68 случаев (61,8%), что еще раз подтверждает мультифокальный характер заболевания. Учитывая вышеуказанный факт, этапность и первоочередность артериальных реконструкций выработывали коллегиально, согласно

Табл. 1. Распределение пациентов по наличию сопутствующей патологии и факторов риска

Сопутствующая патология и факторы риска	Кол-во больных (n)	%
Гипертоническая болезнь	95	86,4
ИБС, в том числе:	44	40
- Стенокардия	28	25,5
- Инфаркт в анамнезе	14	12,7
- Нарушения ритма	16	14,5
Сахарный диабет	32	29,1
Язвенная болезнь желудка и 12пк	16	14,5
Хроническая обструктивная болезнь легких	12	10,9
Бронхиальная астма	8	7,3
Курение	80	72,7
Дислипидемия	75	68,2
Атеросклероз других локализаций	68	61,8

общепринятым принципам и стандартам сердечно-сосудистой хирургии.

Показания к хирургической реваскуляризации определяли на основании степени стеноза сонных артерий, характера атеросклеротической бляшки и наличия симптоматики заболевания. Таким образом, реконструкция каротидных стенозов была показана всем асимптомным пациентам со стенозами ВСА >70% и всем симптомным пациентам со стенозами >60%, а также асимптомным пациентам со стенозами >60% и симптомным пациентам со стенозами >50% при наличии осложненной атеросклеротической бляшки. Степень стеноза определяли по данным дуплексного сканирования БЦА на основе критериев ECST. Распределение пациентов по степени стеноза представлено в табл. 2. Наибольшая часть пациентов имели стенозы от 70 до 79% (38,2%) и от 80 до 89% (28,2%).

В 82 случаях (74,5%) атеросклеротическая бляшка локализовалась в области бифуркации общей с переходом на устье ВСА, в 28 случаях (25,5%) бляшка находилась непосредственно в ВСА. Выбор метода хирургической коррекции каротидных стенозов зависел от характера атеросклеротической бляшки и ее протяженности. Необходимость применения ВВШ определяли интраоперационно по результатам пробного пережатия на основе данных транскраниальной доплерографии. Распределение пациентов по методу хирургического вмешательства представлено в табл. 3.

Распределение пациентов по наличию исходных неврологических синдромов нарушения мозгового кровообращения представлено в табл. 4.

Основным методом исследования, подтверждающим наличие гемодинамически значимого поражения сонных артерий, являлось цветное дуплексное сканирование БЦА. КТ выполняли для уточнения диагноза, подтверждения стеноза сонных артерий, выявленного при дуплексном сканировании, оценки анатомического хода ВСА, наличие или отсутствия высоких извитостей, получения дополнительной информации о структуре атеросклеротической бляшки.

Табл. 2. Распределение пациентов по степени стеноза

Степень стеноза по ECST	Кол-во больных (n)	%
50–59%	11	10
60–69%	16	14,5
70–79%	42	38,2
80–89%	31	28,2
90–99%	10	9,1

Табл. 3. Распределение пациентов по методу хирургического вмешательства

Метод хирургического вмешательства	Кол-во больных (n)	%
Эверсионная КЭАЭ	75	68,2
Классическая КЭАЭ	25	22,7
Классическая КЭАЭ с ВВШ	10	9,1

Табл. 4. Распределение пациентов по наличию исходных неврологических синдромов нарушения мозгового кровообращения

Неврологические синдромы нарушения мозгового кровообращения	Кол-во больных (n)	%
Отсутствие неврологических синдромов	58	52,7
Транзиторная ишемическая атака	30	27,3
Малый инсульт	15	13,6
Завершенный или полный инсульт	7	6,4

При наличии ультразвукового окна, всем больным интраоперационно выполняли транскраниальную доплерографию с проведением пробного пережатия. Оценивали линейную скорость кровотока по СМА на оперируемой стороне и ее изменение при выполнении пробного пережатия сонных артерий. Методика является универсальной в плане возможности интраоперационной регистрации микроэмболий, источником которых является атеросклеротическая бляшка сонных артерий. Кроме того, применение транскраниальной доплерографии позволяло оценить состояние коллатерального кровообращения и принять решение о необходимости использования ВВШ.

Статистическую обработку данных, полученных в ходе исследования, выполняли с помощью стандартной статистической программы Statistica 6, StatSoft, Inc, USA. Для оценки достоверности различий количественных признаков применяли критерий Стьюдента. Для оценки достоверности различий качественных признаков применяли критерий χ -квадрат. Различия считали достоверными при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

Среднее время операции у больных, перенесших эверсионную КЭАЭ оказалось наименьшим и составило 60 ± 20 мин. против 80 ± 30 мин. у пациентов после классической и 85 ± 35 мин. среди больных после классической КЭАЭ с использованием ВВШ. Среднее время пережатия сонных артерий коррелировало со средним временем

операции и составило 16 ± 4 мин., 20 ± 7 мин., 26 ± 9 мин., соответственно. Подобные результаты мы связываем с продолжительностью основного этапа операции — большая продолжительность операций классической КЭАЭ связана необходимостью пластики артерии синтетической заплатой. Кровопотеря во всех 110 случаях оказалась минимальной и не превышала 50 мл.

Протезирование ВСА не потребовалось ни в одном случае. Фиксация интимы в дистальном направлении выполнена в 2 случаях (2,7%) у пациентов, перенесших эверсионную КЭАЭ, в 2 (8%) после классической и в 1 (10%) с использованием ВВШ.

В 22 случаях (29,3%) при выполнении эверсионной, в 8 случаях (32%) классической и в 2 случаях (20%) классической КЭАЭ с использованием ВВШ атеросклеротическая бляшка была плотная и кальцинированная. В 14 случаях (18,7%) при выполнении эверсионной, в 5 случаях (20%) классической и в 2 случаях (20%) классической КЭАЭ с использованием ВВШ обнаружены осложненные, мягкие, эмболоопасные атеросклеротические бляшки с детритом, атероматозом и тромбозом. В остальных случаях — у 39 (52%), 12 (48%) и 6 (60%), соответственно, в устье ВСА наблюдалась стабильная неосложненная атеросклеротическая бляшка.

В 1 случае (4%) после классической КЭАЭ и в 1 (10%) с использованием ВВШ в раннем послеоперационном периоде отмечено ОНМК, а у 3 пациентов преходящее нарушение мозгового кровообращения, у 1 (10%) из них после классической КЭАЭ с применением ВВШ и у 2 (2,7) — после эверсионной. Таким образом, общая частота развития неврологических синдромов нарушения мозгового кровообращения среди больных, перенесших эндартерэктомию с ВВШ, оказалась высокой и составила 20%. По нашему мнению, высокая частота неврологических нарушений после КЭАЭ с использованием ВВШ может быть обусловлена интраоперационной эмболией СМА во время основного этапа операции.

Нами был проведен анализ динамики нейрокогнитивных дисфункций по результатам теста Спилбергера-Ханина в зависимости от метода каротидной реваскуляризации и применения ВВШ. С этой целью все больные были распределены в 3 группы — пациенты, перенесшие эверсионную КЭАЭ, классическую и классическую с использованием ВВШ. Исходный уровень когнитивных дисфункций (Табл. 5) во всех группах оказался сопоставим ($p > 0,05$).

В ближайшем послеоперационном периоде, на 3-и сутки после каротидной реваскуляризации, было отмечено незначительное повышение уровня когнитивных дисфункций в группе эверсионной (6,1%) и классической (5,7%) каротидной эндартерэктомии (Рис. 1). В группе больных, перенесших классическую КЭАЭ с ВВШ отмечено значимое повышение уровня когнитивного дефицита на 26,7%. Усугубление когнитивных нарушений в ближайшем послеоперационном периоде после каротидной эндартерэктомии описано у большинства авторов, из-

Табл. 5. Исходный уровень когнитивного дефицита у исследуемых пациентов по результатам теста Спилбергера-Ханина в зависимости от типа каротидной реваскуляризации

Операции	До операции
Эверсионная КЭАЭ (n = 75)	33
Классическая КЭАЭ (n = 25)	35
Классическая КЭАЭ и ВВШ (n = 10)	30

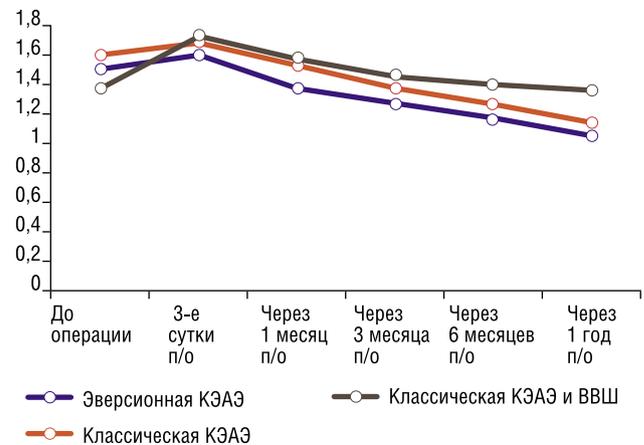


Рис. 1. Уровень когнитивного дефицита у исследуемых пациентов в до- и послеоперационном периоде по результатам теста Спилбергера-Ханина в зависимости от типа каротидной реваскуляризации.

учающих данную проблему. Вероятной причиной этого является хирургическая агрессия, стресс и негативное влияние наркоза на центральную нервную систему.

Через 1 месяц в группах эверсионной и классической КЭАЭ уровень когнитивных дисфункций снизился ниже исходного — на 9,1% и 2,9%, соответственно. В группе больных, перенесших каротидную реваскуляризацию с использованием ВВШ, отмечено снижение, однако исходных значений когнитивных дисфункций достигнуто не было (+ 16,7% по сравнению с дооперационным уровнем). Полученные результаты коррелируют с данными литературы, сроки восстановления когнитивных функций на дооперационный уровень составляют в среднем от 1 до 3 месяцев.

Через 3 месяца во всех группах больных продолжалось снижение уровня когнитивного дефицита, однако, в группе больных после КЭАЭ с ВВШ исходные значения достигнуты не были. Таким образом, по сравнению с исходным уровнем дефицита, у больных после эверсионной КЭАЭ он составил — 15%, после классической — 14,3%, после классической с применением ВВШ — 6,7%.

Через 6 месяцев после операции наблюдалась прежняя динамика — снижение когнитивного дефицита во всех группах, но исходный уровень когнитивных дисфункций в группе каротидной эндартерэктомии с ВВШ не достигнут. По сравнению с исходным уровнем дефицита,

у больных после эверсионной он составил — 21,2%, после классической — 20%, после классической с применением ВВШ + 3,3%.

При анализе уровня когнитивных дисфункций через 1 год после операции у больных после классической КЭАЭ с использованием ВВШ они вернулись к исходным дооперационным значениям, в других группах было отмечено значимое снижение когнитивного дефицита — после эверсионной каротидной эндартерэктомии на 30,3%, после классической — на 28,6%.

Обсуждение

В нашем исследовании эверсионная и классическая каротидная эндартерэктомия показали себя с хорошей стороны в отношении регресса когнитивных дисфункций. Интерпретировать полученные результаты можно по-разному. Ряд авторов считает, что регресс когнитивных нарушений после эндартерэктомии существенно не зависит от методики ее выполнения. Другие же, напротив, придерживаются точки зрения, что при выполнении классической каротидной эндартерэктомии когнитивные функции восстанавливаются медленнее по причине более длительного пережатия ВСА. В литературе встречаются единичные работы, посвященные анализу влияния КЭАЭ с использованием ВВШ на уровень когнитивных дисфункций и результаты в них неоднозначны и противоречивы, однако, настоящее исследование демонстрирует негативное влияние операции КЭАЭ с применением ВВШ на когнитивные функции больных с каротидным атеросклерозом. Более того, применение временного внутрипросветного шунта, как показывает исследование, является предиктором послеоперационных неврологических осложнений.

Заключение

Таким образом, результаты анализа доказали эффективность эверсионной и классической методик каротидной эндартерэктомии в отношении регресса когнитивных дисфункций в ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах. Напротив, каротидная эндартерэктомия с использованием ВВШ не оказывает положительного влияния на регресс когнитивного дефицита. Уровень когнитивных дисфункций значительно повышается в раннем послеоперационном периоде и восстанавливается к исходным значениям в течение года наблюдения. Подобные результаты можно связать с высокими рисками эмболизации средней мозговой артерии во время установки ВВШ при выполнении каротидной эндартерэктомии, в особенности, при наличии мягких, эмбологенных атеросклеротических бляшек.

Методики проведения каротидной эндартерэктомии (классическая или эверсионная) не имеют статистически значимых различий в развитии периоперационных осложнений, скорости регресса когнитивных дисфункций и улучшения качества жизни пациентов в ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах и могут равно-

правно применяться в зависимости от клинической ситуации и результатов предоперационных обследований.

Интраоперационным фактором риска проведения каротидной эндартерэктомии является использование ВВШ, который достоверно не уменьшает развитие острых неврологических синдромов и не снижает скорость регресса когнитивных нарушений.

После перенесенной каротидной эндартерэктомии восстановление когнитивных нарушений значительно хуже у пациентов с нестабильными, осложненными атеросклеротическими бляшками, а также у пациентов, которым требовалось применить ВВШ во время операции, что связано с интраоперационной эмболизацией СМА.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Покровский А.В. Клиническая ангиология. Т.1. — М: Медицина, 2004. — С. 808. [Pokrovsky AV. Clinical angiology. V.1. M: Medicine. 2004. P. 808. (In Russ.)]
2. Бокерия Л.А., Покровский А.В., Сокурено Г.Ю. и др. Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями брахиоцефальных артерий // Российский согласительный документ. — 2013. — С.72. [Bokeria LA, Pokrovsky AV, Sokurenko GYu, et al. National recommendations on the management of patients with brachiocephalic artery diseases. Russian Conciliation document. 2013. P.72. (In Russ.)]
3. Alkire MT, Haier RJ, Fallon JH. Toward a unified theory of narcosis: brain imaging evidence for a thalamocortical switch as the neurophysiological basis of anesthetic-induced unconsciousness. *Conscious. Cogn.* 2000; 9: 370-386. doi: 10.1006/ccog.1999.0423.
4. Mathiesen EB, Waterloo K, Joakimsen O. Reduced neuropsychological test performance in asymptomatic carotid stenosis. The Tromso Study. *Neurology.* 2004; 62(5): 695-701. doi: 10.1212/01.WNL.0000113759.80877.1F.
5. Mckevitt FM, Sivaguru A, Venables GS. Effect of treatment of carotid artery stenosis on blood pressure: a comparison of hemodynamic disturbances after carotid endarterectomy and endovascular treatment. *Stroke.* 2003; 34: 2576-2581. doi: 10.1161/01.STR.0000097490.88015.3A.
6. Schneider JR, Droste JS, Schindler N. Carotid endarterectomy with routine electroencephalography and selective shunting: influence of contralateral internal carotid artery occlusion and utility in prevention of perioperative strokes. *J. Vasc. Surg.* 2002; 35: 1114-1122. doi: 10.1067/mva.2002.124376.
7. Ochi N, Tabara Y, Igase M. Silent cerebral microbleeds associated with arterial stiffness in an apparently healthy subject. *Hypertens. Res.* 2009; 32: 255-260. doi: 10.1038/hr.2009.13.
8. Лысенко А.В., Белов Ю.В., Стоногин А.В. Временное внутрипросветное шунтирование при реконструктивных операциях на брахиоцефальных артериях // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. — 2015. — 8(4). — С.26-29. [Lysenko AV, Belov YuV, Stonogin AV. Temporary intraluminal bypass surgery during reconstructive operations on brachycephalic arteries. *Cardiology and cardiovascular surgery.* 2015; 8(4): 26-29. (In Russ.)]
9. Каменская О.В., Карпенко А.А., Логинова И.Ю., Стародубцев В.Б., Кужугет П.А. Алгоритм определения показаний к применению временного шунта при каротидной эндартерэктомии с позиции оценки обеспеченности кислородом головного мозга // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. — 2013. — №6(4). — С.24-26. [Kamenskaya OV, Karpenko AA, Loginova IYu, Starodubtsev VB, Kuzhuguet RA. Algorithm for determining indications for the use of a temporary shunt in carotid endarterectomy from the standpoint of assessing the oxygen supply of the brain. *Cardiology and cardiovascular surgery.* 2013; 6(4): 24-26. (In Russ.)]
10. Benichou H, Bergeron P, Ferdani M. Pre- and intraoperative transcranial Doppler: prediction and surveillance of tolerance to carotid clamping. *Ann Vase Surg.* 1991; 5(1): 21-25. doi: 10.1007/BF02021772.
11. Mommertz G, Das M, Langer S, et al. Early control of distal internal carotid artery during carotid endarterectomy does it reduce cerebral microemboli. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2010; 51(3): 369-75.