

КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ АНАТОМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ ПРИ КАРОТИДНОЙ ЭНДАРТЕРАТОМИИ

CLINICAL SIGNIFICANCE OF CAROTID ANATOMIC FEATURES DURING CAROTID ENDARTERECTOMY

**A. Gavrilenko
V. Nikolenko
Li Zhi**

Summary. Objective: By studying the nerves and blood vessels in the region of the carotid bifurcation in cadavers, we provide a morphological and anatomical basis for the safe and effective performance of carotid endarterectomy.

Methods: We selected the available autopsy materials of 20 cases (40 sides) without definite cardiovascular diseases during their lifetime (11 males and 9 females). The anatomical study of the nerves and blood vessels in the carotid bifurcation region was carried out using carotid endarterectomy, and the morphological and structural characteristics of the vessels and the relationship between the nerves and the blood vessels were investigated.

Results: The bifurcation types of the common carotid artery: type I accounts for 12.5 %; type II accounts for 47.5 %; type III accounts for 40 %. carotid bifurcation height: Above the upper edge of the thyroid cartilage: 55 % on the left and 65 % on the right; Parallel to the superior border of the thyroid cartilage: 35 % on the left and 30 % on the right; Below the upper edge of the thyroid cartilage: 10 % on the left side and 5 % on the right side. The inner diameters of the common carotid artery, internal carotid artery and external carotid artery in males are wider than those in females ($P < 0.05$), and the bifurcation angle of the bilateral carotid arteries is also wider in males than in females ($P < 0.05$).

Conclusion: Anatomical measurements of the nerves and vessels at the carotid bifurcation can not only clarify the relationship between the carotid vessels and nerves, but also provide a morphological basis and anatomical foundation for safe and effective carotid endarterectomy.

Keywords: carotid artery, carotid bifurcation, carotid endarterectomy, human anatomy.

Гавриленко Александр Васильевич

Академик РАН, Профессор, д.м.н,
ФГБНУ Российский научный центр хирургии
имени академика Б.В. Петровского, Москва

Николенко Владимир Николаевич

Профессор, д.м.н, ФГАОУ ВО Первый Московский
государственный медицинский университет
имени И.М. Сеченова Минздрава России
(Сеченовский Университет), Москва

Ли Чжи

Аспирант, ФГАОУ ВО Первый Московский
государственный медицинский университет
имени И.М. Сеченова Минздрава России
(Сеченовский Университет), Москва
li-zhi@mail.ru

Аннотация. Цель: изучить нерв и кровеносные сосуды в области бифуркации сонной артерии у трупов, чтобы обеспечить морфологическую диагностическую и анатомическую основу для безопасного и эффективного выполнения каротидной эндартерэктомии.

Методы: в нашем университете отобрано 20 случаев (40 сторон) аутопсийных материалов с отсутствием ясного сердца и цереброваскулярных заболеваний перед смертью (мужчин 11, женщин 9). Проведено анатомическое исследование нерва и сосудов в области каротидной бифуркации с использованием хирургического доступа каротидной эндартерэктомии, изучены морфо-структурные особенности сосудов, взаимоотношения нерва и сосудов.

Результаты: Типы бифуркации общей сонной артерии: I тип составил 10 %; тип II составил 52,5 %; III тип составил 37,5 %. Высота бифуркации общей сонной артерии: над верхушкой щитовидного хряща: 55 % слева и 62,5 % справа; параллельно верхнему краю щитовидного хряща по верхнему краю: 37,5 % слева и 27,5 % справа; ниже верхнего края щитовидного хряща: слева 7,5 %, справа 10 %. Внутренний диаметр общей, внутренней и наружной сонных артерий самцов был шире, чем у самок ($P < 0,05$), так же как и двусторонний угол бифуркации сонных артерий ($P < 0,05$). Статистически значимой корреляции между внутренними диаметрами общих, внутренних и наружных сонных артерий левой и правой стороны обнаружено не было. Двусторонний угол бифуркации сонных артерий у мужчин был больше, чем у женщин ($P < 0,05$).

Заключение. Данные анатомического измерения нервов и сосудов в области каротидной бифуркации позволяют не только определить взаимоотношения между сосудами шеи и нервами, но и предоставить морфологическое свидетельство и анатомическую основу для безопасного и эффективного выполнения каротидной эндартерэктомии.

Ключевые слова: общая сонная артерия, область каротидной бифуркации, каротидная эндартерэктомия, исследовательская значимость, анатомия.

Острые нарушения мозгового кровообращения, в том числе ишемический инсульт, являются одной из ведущих причин смерти и инвалидности людей во всем мире. Цереброваскулярные заболевания подразделяются на ишемические и геморрагические цереброваскулярные заболевания, причем ишемические цереброваскулярные заболевания составляют от 70 % от общего числа цереброваскулярных заболеваний [1].

Атеросклеротический стеноз сонных артерий является основной причиной ишемической цереброваскулярной болезни [2]. Большое количество исследований показало, что каротидная бифуркация является предрасположенным местом для каротидных атеросклеротических бляшек, среди которых наиболее распространенным является отек в пределах 2 см внутренней сонной артерии вблизи сонной бифуркации, за которой следует общая сонная артерия [3].

В настоящее время каротидная эндартерэктомия клинически признана эффективным методом лечения ишемической цереброваскулярной болезни, вызванной стенозом сонной артерии, и является «золотым стандартом» лечения симптоматического стеноза сонной артерии [4]. Поэтому большое значение имеет дальнейшее изучение анатомических взаимоотношений между нервами и кровеносными сосудами в области каротидной бифуркации для усовершенствования и развития каротидной эндартерэктомии [5,6].

В этой статье 20 образцов трупного черепа без определенных сердечных и цереброваскулярных заболеваний перед смертью были отобраны в анатомической лаборатории для анатомического измерения нервов и кровеносных сосудов в области сонной артерии, чтобы предоставить более надежную информацию для медицинского применения и клинической безопасности. и эффективная каротидная эндартерэктомия. Основные анатомические данные и справочные материалы помогают уменьшить повреждение сосудов и нервов во время операции.

1. Материалы и методы

1.1. Инструменты и образцы

20 вскрытий были образцами анатомии человека, существующими в анатомической лаборатории, в том числе 11 мужчин и 9 женщин, у всех из которых не было ясного сердца и цереброваскулярных заболеваний перед смертью, и все они принадлежали неоплаченным останкам общества.

Исходный канал является открытым и законным, документы и процедуры завершены и прошли проверку соответствующих ведомств, этические и юридические

вопросы и споры отсутствуют. Процесс подготовки образцов является строгим и научным. Перед препарированием препараты не подвергались гниению, промылись большим количеством воды или искусственно отжимались. Измерения морфологических данных проводились с помощью измерительного оборудования в процессе препарирования.

1.2. Метод приготовления головного образца

Сначала череп фиксировался в поперечном направлении, затем для анатомического исследования используется каротидная эндартерэктомия. Косой разрез обычно делается от передней границы грудино-ключично-сосцевидной мышцы на голове пациента. Длина разреза составляет 7–8 см. Затем послойно рассекаются кожа, фасции и мышечные слои образца, до полного обнажения общей сонной артерии, внутренней сонной артерии, наружной сонной артерии и других шейных сосудов. Затем освобождали каждую артерию.

1.3. Показатели наблюдения и методы измерения

Во-первых, наблюдайте за типом и высотой бифуркации общей сонной артерии, наблюдайте за ходом сонных сосудов и сопровождающих их нервов и взаимоотношениями между ними. Во-вторых, измерить угол бифуркации сонной артерии с помощью гониометра; измерить расстояние от плоскости бифуркации сонной артерии до верхнего края щитовидного хряща штангенциркулем и выполнить статистический анализ. Наконец, каждая часть артерии, которая должна быть выбрана, отсекается, и внутренние диаметры рассеченной общей сонной артерии (OCA), внутренней сонной артерии (ICA) и наружной сонной артерии (ECA) соответственно анатомически измеряются с помощью нониуса, как показано на рисунке ниже (Рисунок 1).

1.4 Статистические методы

Статистический анализ приведенных выше показателей анатомических измерений был проведен с использованием IBM SPSS Statistics 24, а количественные данные были описаны как среднее значение \pm стандартное отклонение ($x \pm s$),

Для сравнения и анализа различий вышеперечисленных анатомических показателей между мужчинами и женщинами, левой и правой стороной использовали t-критерий и критерий Хи-квадрат. Когда $P < 0,05$, имеется статистическая значимость.

2. Результаты

2.1. Типы каротидной бифуркации

Из 40 случаев мы разделили их на три группы в зависимости от морфологии бифуркации сонной артерии.

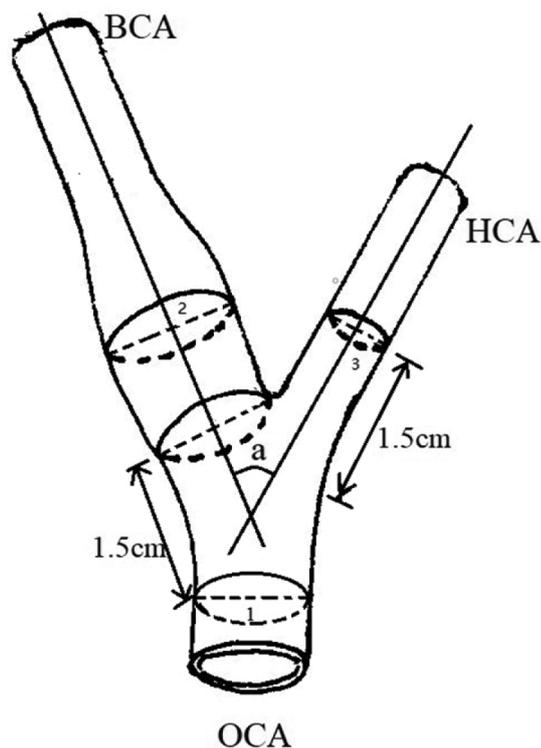


Рис. 1. Анатомия сонной артерии

HCA, наружная сонная артерия; BCA, внутренняя сонная артерия; OCA, общая сонная артерия; α — угол между центральной линией наружной и внутренней сонных артерий;
 1. Внутренний диаметр OCA;
 2. Внутренний диаметр BCA;
 3. Внутренний диаметр HCA

В сорока случаях патологической извитости сонных артерий не обнаружено [19]. (рис. 2);

Тип А. 12.50 % (Внутренняя сонная артерия не имеет изгиба от своего начала до удвоенной длины каротидного синуса);

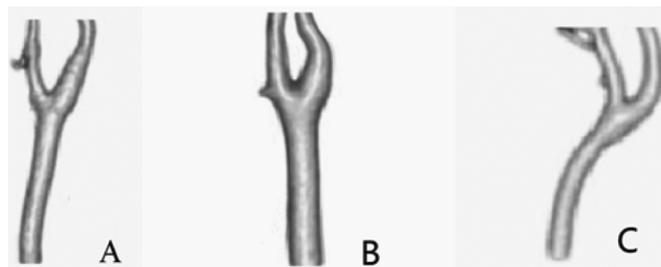


Рис. 2. Схема типов бифуркации сонной артерии

Тип В: 47.50 % (Начинает изгибаться в конце каротидного синуса, при этом сам каротидный синус остается прямым);

Тип С: 40.00 % (Искривление от корня каротидного синуса)

2.2. Высота бифуркации сонной артерии

В настоящем исследовании было установлено, что использование верхнего края щитовидного хряща в качестве базового уровня (Рис. 3). Левая сонная артерия раздваивается, в 55 % случаев располагаясь выше верхней границы щитовидного хряща, в 35 % — у верхней границы щитовидного хряща и в 10 % — ниже верхней границы щитовидного хряща.

Напротив, высота бифуркации правой сонной артерии была различной. Бифуркация правой сонной артерии над верхней границей щитовидного хряща была обнаружена в 65 % случаев. 30 % на той же высоте, что и верхняя граница щитовидного хряща. 5 % — ниже верхней границы щитовидного хряща.

2.3. Различия показателей анатомического измерения различных сосудов в области каротидной бифуркации у мужчин и женщин

Независимо от угла бифуркации сонной артерии или внутреннего диаметра общей сонной артерии, внутрен-

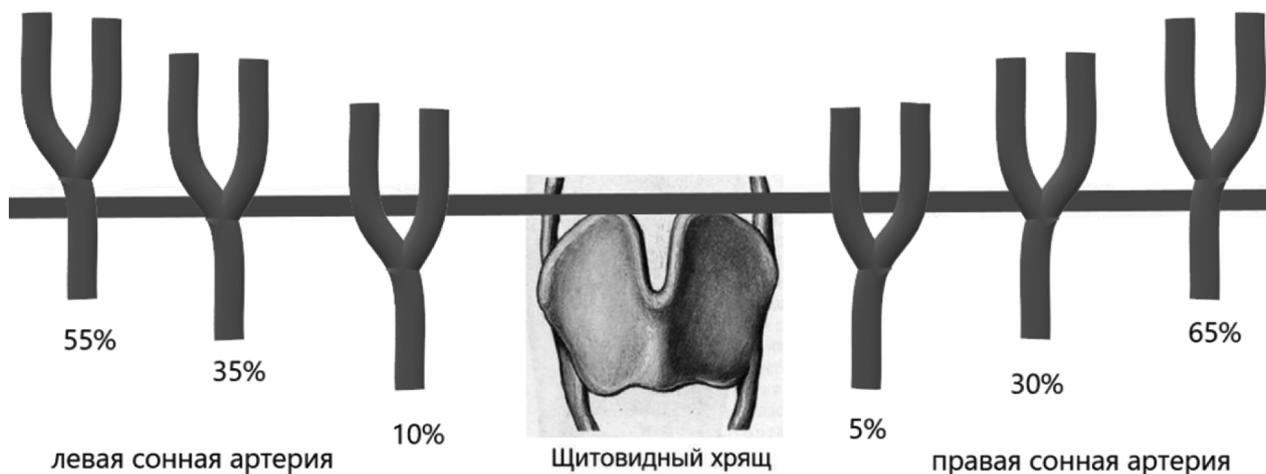


Рис. 3. Схема распределения высоты правой и левой сонных артерий

него диаметра внутренней сонной артерии и внутреннего диаметра наружной сонной артерии между мужчинами и женщинами были значительные различия, $P < 0,05$, что было статистически значимым (табл. 1).

Tab.1.

The differences of internal diameters and angle of common, internal and external carotid arteries between male and female (Mean±SD, mm)

| Group | Case | Inner diameter of CCA | Inner diameter of ICA | Inner diameter of ECA | Angle of CB |
|--------|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| Male | 11 | 6.93±0.77 | 5.93±0.66 | 4.82±0.81 | 38.19±11.62 |
| Female | 9 | 6.74±0.57 | 5.24±0.44 | 4.57±0.57 | 33.56±12.85 |
| t | | 2.58 | 2.43 | 3.25 | 2.18 |
| P | | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |

2.4. Различия показателей анатомических измерений сосудов в левой и правой области каротидной бифуркации

На основании сосудистой анатомии 40 областей бифуркации сонных артерий были выявлены значительные различия в углах бифуркации сонных артерий. Углы бифуркации сонных артерий составили $(37,79 \pm 12,66)^\circ$ и $(32,53 \pm 12,83)^\circ$ ($P < 0,05$), соответственно. Разница во внутреннем диаметре общей сонной артерии, внутренней сонной артерии и наружной сонной артерии не была статистически значимой ($P > 0,05$) (табл. 2).

Tab.2.

The differences of internal diameters and angle of common, internal and external carotid arteries between left side and right side (Mean±SD, mm)

| Group | Case | Inner diameter of CCA | Inner diameter of ICA | Inner diameter of ECA | Angle of CB |
|-------|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| Left | 20 | 6.94±0.52 | 5.86±0.65 | 4.76±0.81 | 37.79±12.66 |
| Right | 20 | 6.92±0.48 | 5.82±0.54 | 4.69±0.74 | 32.53±12.83 |
| t | | 2.58 | 2.43 | 3.25 | 2.18 |
| P | | >0.05 | >0.05 | >0.05 | >0.05 |

2.5 Наблюдение за ходом внутренней яремной вены и нерва

Внутреннюю яремную вену можно увидеть при полойном разрезе тканей препарата. Большая его часть прикрыта грудино-ключично-сосцевидной мышцей. Начинается от яремного отверстия у основания черепа, прикрепляется к владалищу сонной артерии и заканчивается подключичной веной у ключицы и грудины. Ветви включают лицевую вену, язычную вену, верхнюю щитовидную вену и среднюю вену, сопровождающие внутреннюю сонную артерию и общую сонную артерию снаружи, а сзади находятся такие ткани, как прямая

мышца головы и шеи и поднимающая лопатку. Блуждающий нерв проходит внутри, а задняя ушная артерия и добавочная артерия Нерв пересекает внутреннюю яремную вену, перекрывается или отделяется от общей сонной артерии у корня шеи и собирает большую часть венозной крови в области головы и шеи. В процессе отделения фасции и каждого мышечного слоя препарата можно увидеть последовательно:

Большой ушной нерв (проходит медиально у переднего края грудино-ключично-сосцевидной мышцы), поперечный шейный нерв (проходит спереди медиально у переднего края грудино-ключично-сосцевидной мышцы), краевая нижнечелюстная ветвь лицевого нерва и шейная ветвь (проходит у переднего края грудино-ключично-сосцевидной мышцы медиально), подъязычный нерв (под задним брюшком двубрюшной мышцы), блуждающий нерв (преимущественно проходит на заднелатеральной стороне общей сонной-внутренней сонной артерии, небольшая часть проходит на переднемедиальной стороне общей сонной-внутренней сонной артерии), верхний гортанный нерв (в основном идет по задней части сонной артерии, большая часть бифуркации верхнего гортанного нерва находится выше бифуркации сонной артерии, а несколько ниже бифуркации сонной артерии).

Результаты анатомического наблюдения за образцами в этом исследовании согласуются с результатами многих авторитетных движений шеи. В соответствии с исследованиями артериальной анатомии, явных специфических аномальных кровеносных сосудов обнаружено не было.

3. Обсуждение

В большом количестве литературы показано, что атеросклероз сонных артерий является основной причиной ишемической цереброваскулярной болезни, и около 3/4 ишемических цереброваскулярных заболеваний вызваны стенозом сонных артерий [7]. При ишемической цереброваскулярной болезни, вызванной каротидным стенозом, каротидная эндартерэктомия имеет значительный клинический эффект. и может дополнительно предотвращать тяжелые церебральные ишемические события [8].

Однако с ростом клинического применения каротидная эндартерэктомия также выявила множество проблем, часто из-за того, что хирург не понимает анатомии кровеносных сосудов в области сонной артерии или хода нервов, а также взаимоотношений между кровеносными сосудами и их сопутствующими нервы, тем самым вызывая повреждение нервов и кровеносных сосудов или вызывая различные осложнения и другие проблемы [16].

В данной работе исследована сосудисто-нервная анатомия области каротидной бифуркации на черепках 20 трупных образцов. Рассекают слой за слоем от мелко-го к глубокому, и внимательно наблюдают за кровеносными сосудами и нервами в области бифуркации сонной артерии и взаимосвязью между ними, кроме того, выясняется направление кровеносных сосудов и нервов и их соответствующие структурные характеристики, чтобы обеспечить анатомическая основа для лучшей защиты нервов и сосудов во время операции.

Тщательная и полная анатомическая основа кровеносных сосудов и нервов имеет решающее значение для точного предоперационного позиционирования. Каротидная эндартерэктомия берет бифуркацию сонной артерии в качестве центра хирургического разреза. В связи с многочисленностью периферических нервов и их сложным ходом краевые нижнечелюстные и шейные ветви лицевого нерва легко повреждаются во время операции [9]; блуждающий нерв легко растягивается на стороне сонной артерии или даже разрывается [10]; шум в ушах или снижение слуха при поражении большого ушного нерва [11]; Самые высокие показатели интраоперационного повреждения верхнего гортанного нерва и подъязычного нерва составляют 4,5 % [12,13] и 3,7 % [14,15] соответственно.

Возникновение вышеуказанных осложнений значительно увеличит частоту неудач операции, снизит приемлемость каротидной эндартерэктомии пациентами и серьезно повлияет на популярность и развитие операции. Поэтому для каротидной эндартерэктомии особенно важно провести анатомическое исследование нервов и сосудов в области каротидной бифуркации и проанализировать его клиническое значение.

Из результатов этого исследования можно узнать, что бифуркация общей сонной артерии относится к типу прямой изогнутой бифуркации 2 типа, что составляет 47,5 %; Высота бифуркации общей сонной артерии большей частью располагается выше верхнего края щитовидного хряща;

Выявлены достоверные различия внутренних диаметров общей сонной, внутренней сонной и наружной сонных артерий и угла бифуркации сонных артерий между мужчинами и женщинами, $p < 0,05$, причем мужчины крупнее женщин, разница статистически достоверна.

С одной стороны, это может быть связано с большими размерами мужчин по сравнению с женщинами. С дру-

гой стороны, учитывая, что основные энергозатраты мужчин относительно велики, соответственно увеличивается и потребность в кровоснабжении головного мозга. Выводы, сделанные в это исследование в основном согласуются с теми, о которых сообщается в литературе [17,18]. То есть при выполнении каротидной эндартерэктомии у больных с ишемической цереброваскулярной болезнью хирургическая операция должна трактоваться по-разному для пациентов разного пола. У пациенток женского пола следует обращать внимание на размер разреза, который не должен быть слишком большим во избежание повреждения сосудов и периферических нервов.

В то же время было обнаружено, что измерения общей сонной артерии, внутренней сонной артерии и наружной сонной артерии левой и правой сонных артерий не сильно отличаются, $P > 0,05$, что не является статистически значимым. Однако наблюдалась разница в угле бифуркации сонной артерии между левой и правой сторонами, причем угол бифуркации левой стороны был больше, чем правой, при статистически значимой разнице $P < 0,05$. Причина его специфичности должна быть определена в ходе дальнейших исследований.

При послойном вскрытии трупных препаратов мы также можем наблюдать, что взаимоотношения и строение сосудов и нервов относительно сложны и изменчивы, с индивидуальными различиями. Уточнить анатомическое положение нервов и кровеносных сосудов в области бифуркации сонной артерии. Его цель в основном состоит в том, чтобы защитить все виды нервов во время операции. Согласно измеренным значениям в различных исследованиях, соответствующее положение пересечения хода нерва а разрез кожи можно определить как разрез., и все это основано на знакомстве с распределением и ходом нервов и сосудов в области каротидной бифуркации, что дает гарантию каротидной эндартерэктомии.

Таким образом, провести дальнейшее анатомическое исследование нервов и кровеносных сосудов в области бифуркации сонной артерии. Это может обеспечить надежную основу морфологического диагноза и анатомические справочные данные для медицинского применения и клинически более безопасной и эффективной каротидной эндартерэктомии. В свою очередь, это позволяет эффективно избежать травм нервов и сосудов и возникновения различных осложнений во время операции.

ЛИТЕРАТУРА

1. GBD 2019 Ageing Collaborators et al. Global, regional, and national burden of diseases and injuries for adults 70 years and older: systematic analysis for the Global Burden of Disease 2019 Study // *bmj*. — 2022. — Т. 376.
2. Jusufovic M, Skagen K, Krohg-Sørensen K, Skjelland M. Current Medical and Surgical Stroke Prevention Therapies for Patients with Carotid Artery Stenosis. *Curr Neurovasc Res*. 2019;16(1): 96–103. doi: 10.2174/1567202616666190131162811 PMID: 30706783
3. Friedman MH, Deters OJ, Mark FF, et al. Arterial geometry affects hemodynamics. A potential risk factor for atherosclerosis [J] *Atherosclerosis*, 1983, 46(2) : 225–231.
4. Dumont TM, Rughani AI. National trends in carotid artery revascularization surgery [J]. *J Neurosurg*, 2012, 116(6) : 1251–1257.
5. Гавриленко А.В., Сандриков В.А., Скрылев С.И., Галкин П.В., и др. Тактика лечения больных с атеросклеротическим поражением сонных артерий в зависимости от ультразвуковых характеристик бляшки. *Анналы хирургии*, 2001. — N 4. — С.49–56.
6. Гавриленко А.В. и др. Корреляция между морфологическими и биомеханическими особенностями и атеросклерозом сонных артерий // *Наука и инновации в медицине*. — 2022. — Т. 7. — №. 3. — С. 160–163.
7. Zachrisson H, Fouladi M, Blomstrand C, et al. Functional assessment of high — grade ICA stenosis with duplex ultrasound and transcranial Doppler [J]. *Clin Physiol Funct Imaging*, 2012, 32(3): 241–246.
8. Leseche G, Alsac JM, Houbalah R, et al. Carotid endarterectomy in the acute phase of stroke-in-evolution is safe and effective in selected patients [J]. *J Vasc Surg*, 2012, 55(3):701–707.
9. Assadian A, Senekowitsch C, Pfaffelmeyer N, et al. Incidence of cranial nerve injuries after carotid eversion endarterectomy with a transverse skin incision under regional anaesthesia [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2004, 28(4) : 421–424.
10. Kochilas X, Bibas A, Xenellis J, et al. Surgical anatomy of the external branch of the superior laryngeal nerve and its clinical significance in head and neck surgery [J]. *Clin Anat*, 2008, 21(2): 99–105.
11. AbuRahma AF, Choueiri MA. Cranial and cervical nerve injuries after repeat carotid endarterectomy [J]. *J Vasc Surg*, 2000, 32(4): 649–654.
12. Rogers W, Root HD. Cranial nerve injuries after carotid artery endarterectomy [J]. *South Med J*, 1998, 81(8): 1006–1009.
13. Beasley WD, Gibbons CP. Cranial nerve injuries and the retrojugular approach in carotid endarterectomy [J]. *Ann R Coll Surg Engl*, 2008, 90 : 685–688.
14. Barnett HJ, Taylor DW, Eliasziw M, et al. Benefit of carotid endarterectomy in patients with symptomatic moderate or severe stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators [J]. *N Engl J Med*, 1998, 339(20): 1415–1425.
15. Ferguson GG, Eliasziw M, Barr HW, et al. The North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial: surgical results in 1415 patients [J]. *Stroke*, 1999, 30(9): 1751–1758
16. Beasley W. D., Gibbons C. P. Cranial nerve injuries and the retrojugular approach in carotid endarterectomy // *The Annals of The Royal College of Surgeons of England*. — 2008. — Т. 90. — №. 8. — С. 685–688.
17. Saleh T. M. et al. Estrogen attenuates neuronal excitability in the insular cortex following middle cerebral artery occlusion // *Brain research*. — 2004. — Т. 1018. — №. 1. — С. 119–129.
18. Xue Y. J. et al. Preliminary study of hemodynamic distribution in patient-specific stenotic carotid bifurcation by image-based computational fluid dynamics // *Acta radiologica*. — 2008. — Т. 49. — №. 5. — С. 558–565.
19. Kamide T. et al. Simple classification of carotid bifurcation: is it possible to predict twisted carotid artery during carotid endarterectomy? // *Acta neurochirurgica*. — 2016. — Т. 158. — С. 2393–2397.

© Гавриленко Александр Васильевич; Николенко Владимир Николаевич; Ли Чжи (li-zhi@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»