



Современное состояние проблемы микрохирургии аневризм офтальмического сегмента внутренней сонной артерии

©И.Н. Север¹, Д.В. Литвиненко^{2*}, В.В. Ткачев^{1,2}

¹ Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия

² НИИ – ККБ № 1 им. С.В. Очаповского, Краснодар, Россия

* Д.В. Литвиненко, Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, ул. 1 мая, 167, Краснодар, 350901, Россия, dlmalit73@gmail.com

Поступила в редакцию 26 октября 2023 г. Исправлена 4 декабря 2023 г. Принята к печати 21 декабря 2023 г.

Резюме

В настоящее время наблюдается тенденция к увеличению внутрисосудистых операций на церебральных аневризмах. Однако для части пациентов с разорвавшимися и сложными аневризмами открытые вмешательства остаются методом выбора.

Аневризмы офтальмического сегмента внутренней сонной артерии являются той патологией, при которой оптимальный метод выключения остается предметом научных дискуссий. Большое количество публикаций, посвященных оперативному лечению каротидно-офтальмических аневризм, не дает четких рекомендаций в каких случаях использовать микрохирургические или внутрисосудистые технологии. В отечественной литературе отсутствуют работы сравнения результатов открытых и внутрисосудистых операций, в зависимости от клинического варианта течения заболевания.

В работе выполнен анализ проблемы микрохирургического лечения каротидно-офтальмических аневризм. Приведены данные по эпидемиологии, вариантам клинического течения, топографо-анатомическим особенностям офтальмических аневризм. Обсуждаются возможности современных методов лучевой диагностики, выбор операционного доступа, техника диссекции аневризм и способы проксимального контроля интраоперационного кровотечения. Систематизированы многочисленные классификации аневризм офтальмического сегмента внутренней сонной артерии.

Ключевые слова: офтальмические аневризмы, микрохирургия офтальмических аневризм, параклиноидные аневризмы

Цитировать: Север И.Н., Литвиненко Д.В., Ткачев В.В. Современное состояние проблемы микрохирургии аневризм офтальмического сегмента внутренней сонной артерии. *Инновационная медицина Кубани*. 2024;9(2):115–123. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2024-9-2-115-123>

Current State of Microsurgical Treatment of Aneurysms of the Ophthalmic Segment of the Internal Carotid Artery

©Irina N. Sever¹, Dmitry V. Litvinenko^{2*}, Vyacheslav V. Tkachev^{1,2}

¹ Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

² Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Krasnodar, Russian Federation

* Dmitry V. Litvinenko, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, ulitsa 1 Maya 167, Krasnodar, 350901, Russian Federation, dlmalit73@gmail.com

Received: October 26, 2023. Received in revised form: December 4, 2023. Accepted: December 21, 2023.

Abstract

There is a clear trend towards an increase in the number of endovascular interventions for cerebral aneurysms; however, open surgery remains the method of choice for some patients with ruptured and complex aneurysms.

For example, the best treatment method for aneurysms of the ophthalmic segment of the internal carotid artery (ICA) is still up to debate. A large number of publications on surgical treatment of carotid-ophthalmic aneurysms do not give clear guidelines in which cases microsurgical or endovascular techniques should be used. There are no Russian papers comparing the results of open and endovascular surgery depending on the clinical course of the disease.

We analyze problems of microsurgical treatment of carotid-ophthalmic aneurysms and present data on epidemiology, variations in clinical course, topographic and anatomical features of aneurysms of the ophthalmic segment. The article discusses possibilities of modern diagnostic radiology, the choice of surgical approach, the technique of aneurysm dissection, and methods of proximal control of intraoperative bleeding. Numerous classifications of aneurysms of the ophthalmic segment of the ICA were systematized.

Keywords: aneurysms of the ophthalmic segment, microsurgical treatment, paraclinoid aneurysms

Cite this article as: Sever IN, Litvinenko DV, Tkachev VV. Current state of microsurgical treatment of aneurysms of the ophthalmic segment of the internal carotid artery. *Innovative Medicine of Kuban*. 2024;9(2):115–123. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2024-9-2-115-123>



Введение

Аневризмы офтальмического сегмента внутренней сонной артерии (ВСА), которые также называют каротидно-офтальмическими или параклиноидными, встречаются относительно редко и составляют около 6% от всех внутричерепных аневризм [1]. Количество пациентов с каротидно-офтальмическими аневризмами (КоА) может варьировать в зависимости от включения или исключения в исследование больных с офтальмическими аневризмами в составе множественных; пациентов с транзитными аневризмами, распространяющимися на смежные сегменты, а также от качества лучевого обследования. В экспертных центрах с концентрацией больных, нуждающихся в хирургии сложных аневризм, повторных и ревизионных вмешательствах, доля аневризм офтальмического сегмента достигает 14% [2].

Современное определение анатомическим границам офтальмического сегмента ВСА дал A.L. Rhoton Jr, который определил его как участок супраклиноидного отдела ВСА между твердой мозговой оболочкой, формирующей верхнюю стенку кавернозного синуса, и устьем задней соединительной артерии [3].

Офтальмические аневризмы являются сложными и опасными патологиями для открытой хирургии в связи с плохой визуализацией проксимальных участков интракраниальной части ВСА, ее функционально значимых ветвей и самой аневризмы, поскольку экранированы зрительным нервом, костными (передний наклоненный отросток, зрительный канал) и оболочечными структурами. В силу анатомических особенностей данной области рутинное наложение временных клипсов проксимальнее аневризмы с целью профилактики и остановки кровотечения, легко выполняемое при лечении аневризм каротидного бассейна другой локализации, при выключении параклиноидных аневризм невозможно.

Установлено, что значительная часть параклиноидных аневризм (ПкЛА) может быть отнесена к категории «сложных» по критериям N. Andaluz и соавт. [4], причем сразу по нескольким критериям. И это означает, что их радикальное выключение может представлять технические трудности не только для микрохирургических, но и внутрисосудистых вмешательств.

Знание топографо-анатомических особенностей проксимальных участков интракраниальной части ВСА является залогом успешного микрохирургического и внутрисосудистого лечения аневризм офтальмического сегмента. При изучении данного вопроса важно учитывать то, что номенклатура интракраниальной части ВСА и структур ее «анатомического окружения» противоречива и не общепризнана. Наиболее удобной и анатомически обоснованной, на наш взгляд, является классификация Bouthillier-Keller, в которой внутренняя сонная артерия подразделяется

на 7 сегментов: шейный, петрозальный, «рванный», кавернозный, клиноидный, офтальмический и коммуникантный. Положительной стороной данной классификации является цифровая нумерация сегментов ВСА «по току крови», что унифицирует ее с классификациями, описывающими другие церебральные артерии [5].

Клиническая картина аневризм офтальмического сегмента ВСА определяется типом течения заболевания, размерами и местом отхождения купола аневризмы. Отечественные исследователи по-разному систематизировали клинические варианты течения аневризматической болезни головного мозга [6]. Развитие неинвазивных методов лучевой диагностики, их широкая доступность для населения развитых стран, позволяют выделить 4 клинических варианта ее течения:

1) бессимптомный – аневризма является случайной находкой;

2) псевдоинфарктный – манифестация заболевания симптомами острого ишемического инсульта в бассейне несущей аневризму артерии при отсутствии клинических признаков объемного поражения головного мозга или кровоизлияния;

3) псевдотуморозный (паралитический) – манифестация заболевания симптомами объемного поражения головного мозга при отсутствии клинических признаков перенесенного ишемического инфаркта мозга или кровоизлияния;

4) геморрагический – клиническая и инструментальная картина острого или перенесенного кровоизлияния, даже при наличии симптомов объемного поражения головного мозга или острого нарушения мозгового кровообращения по ишемическому типу.

Выделяемый ранее «неклассифицируемый тип течения заболевания» на сегодняшний день утратил свое значение. У пациентов с КоА чаще встречаются бессимптомный и геморрагический варианты течения аневризматической болезни [7].

Аневризмы, манифестирующие только зрительными симптомами, встречаются относительно редко, и у совсем небольшого числа пациентов зрительные нарушения развиваются в результате разрыва аневризмы – нарушения остроты и полей зрения сопутствуют симптомам кровоизлияния. В опубликованных клинических сериях доля пациентов с разрывами КоА составляет 23–45% [8].

Принято считать, что КоА достоверно чаще выявляются у женщин и почти у каждого второго пациента сочетаются с аневризмами других локализаций. По данным некоторых клинических серий наблюдений, КоА чаще поражают артерии левого каротидного бассейна. Относительно размеров КоА сведения исследователей существенно расходятся, что связано с различием критериев стратификации, применяемой

авторами. Частота выявления гигантских аневризм (свыше 25 мм) составляет от 5 до 24% [9].

В отличие от аневризм других локализаций, потенциальная возможность выявления нейроофтальмологических симптомов повышает клиническую значимость и диагностическую ценность детального неврологического и нейроофтальмологического осмотров именно у пациентов с КоА. Помимо этого, при геморрагическом и псевдоинфарктном типе течения заболевания пациенты с КоА должны оцениваться по формализованным шкалам неврологического статуса и тяжести САК с доказанной прогностической значимостью [10].

Неинвазивные методы лучевой диагностики занимают сегодня ведущее место в верификации церебральных аневризм (ЦА), установлении размеров и точного места их расположения, оценке характера и тяжести внутричерепного кровоизлияния, а также в определении выраженности нарушений церебральной перфузии и ликвородинамики.

Среди методов лучевой диагностики особое место занимает компьютерная томография (КТ) в нативном и ангиографическом режимах. Роль КТ особенно высока в остром периоде разрыва аневризмы. Анализ нативного исследования позволяет в кратчайшее время установить факт кровоизлияния, определить его клинико-анатомическую форму, выявить такие угрожающие жизни осложнения, требующие немедленных оперативных вмешательств, как окклюзионная гидроцефалия и дислокационный синдром [11].

Непосредственная визуализация аневризмы осуществляется в ходе компьютерной (КТ-АГ) или магнитно-резонансной ангиографии (МРТ-АГ). Данные, получаемые в ходе КТ-АГ, обладают особой ценностью при планировании микрохирургических вмешательств на ПкЛА, так как обеспечивают оперирующего хирурга исчерпывающей информацией о положении аневризматического комплекса относительно костных структур основания черепа. Возможность определения анатомических взаимоотношений параклиноидных, клиноидных и интракавернозных аневризм с дуральными структурами основания черепа в настоящее время изучается [12].

Послеоперационная КТ является основным методом контроля качества клипирования, а также инструментом диагностики осложнений, связанных с течением аневризматической болезни (вторичная ишемия, гидроцефалия) и выполненным оперативным вмешательством.

Магнитно-резонансная ангиография, которой до недавнего времени отводилась роль скринингового метода диагностики ЦА, в настоящее время пересматривается в связи с разработкой новых режимов сканирования, позволяющих более точно идентифицировать сосудистые структуры головного мозга, в том

числе после открытого и внутрисосудистого лечения. Роль МРТ трудно переоценить при выработке стратегии лечения у пациентов с множественными аневризмами, так как в ряде случаев анализ МРТ может стать решающим в определении разорвавшейся аневризмы в составе множественных [13].

Дигитальная субтракционная ангиография (ДСА) остается «золотым стандартом» в верификации аневризм, хотя частота ее применения по мере совершенствования компьютерных и магнитно-резонансных томографов неуклонно сокращается. В настоящее время ДСА применяется во всех диагностически сложных случаях, в том числе тогда, когда выявить аневризму при КТ-АГ и МРТ-АГ не удалось. К достоинствам ДСА следует отнести: более высокую чувствительность при верификации блистерных и малых аневризм, более качественную визуализацию перфорирующих артерий, а также возможность детально оценивать вазоспазм и коллатеральное кровообращение, в том числе в ходе баллон-окклюзионных тестов [14].

Церебральная ангиография остается методом выбора при оценке качества выключения аневризм из кровотока, если используемые в ходе лечения расходные материалы (клипсы из кобальтовых сплавов, микроспирали) вызывают множественные артефакты при КТ-АГ. В ряде случаев ДСА бывает абсолютно необходима для планирования внутрисосудистых операций, особенно деконструктивных.

Недостатками метода являются: возможность повторного кровотечения из аневризмы во время проведения исследования и диссекции артерий по ходу внутрисосудистого доступа. К прогнозируемым осложнениям ЦАГ также относятся вазоконстрикция и ишемические осложнения во время и после процедуры, формирование тканевых гематом, ложных аневризм и артериовенозных соустьев в месте пункционного доступа; тромбоз лучевой артерии (при использовании лучевого доступа), возможность аллергических реакций на введение контрастных препаратов [15].

Таким образом, современные неинвазивные методы лучевой диагностики позволяют выстраивать стратегию лечения, планировать внутрисосудистые операции и выполнять микрохирургические вмешательства у значительного числа пациентов с ПкЛА аневризмами без проведения ДСА. При этом, сокращаются время обследования пациента, лучевая нагрузка и экономические затраты на лечение [16].

Тактика и техника оперативного лечения пациентов с КоА в значительной степени определяется местом ее непосредственного отхождения от ствола ВСА, связью с функционально значимыми ветвями, взаимоотношением с дуральными структурами основания черепа, направлением и размерами купола аневризмы, и ее связью со зрительными путями. В связи со значительной вариабельностью строения

КоА единая, общепризнанная классификация данной патологии не разработана.

Принято считать, что первая классификация каротидно-офтальмических аневризм была предложена в 1971 г. Р. Kothandaram и соавт. [17]. В последующем зарубежными и отечественными авторами предложено свыше 10 классификаций [8]. Анализ классификаций показал, что несмотря на их многообразие, в них больше сходства, чем различий. В подавляющем большинстве выделяют три ключевых типа аневризм: 1) дорсальной (верхней) поверхности ВСА, связанные с устьем глазной артерии, 2) медиальной поверхности ВСА, связанные с устьем верхней гипофизарной артерии, 3) вентральной (нижней) поверхностей ВСА. Помимо этого, ряд авторов внесли в свои классификационные схемы под собственными номинациями особые типы аневризм: «ствола ВСА», «каротидной пещеры», «субклиноидные» и «переходные» аневризмы [18, 19].

Аневризмы «ствола ВСА» были выделены в 2000 г. как отдельная группа аневризм супраклиноидного отдела ВСА, располагающиеся вне бифуркации ВСА и устьев ее боковых ветвей. У большинства пациентов такие аневризмы были выявлены на дорсальной и медиальной поверхностях ВСА. В ходе открытых операций лишь у 17% больных были верифицированы типичные мешотчатые аневризмы, а у оставшихся 83% – аневризмы блистерного и диссекционного типа [20].

Термин аневризмы «каротидной пещеры» впервые ввели S. Kobayashi и соавт. (1989) для небольшой подгруппы аневризм, располагающихся в небольшом углублении ТМО на вентромедиальной поверхности наиболее проксимальной интрадуральной части ВСА, получившем название «каротидной пещеры». Эти аневризмы могут располагаться как интрадурально, так и частично интракавернозно и «всегда создают проблемы во время операции» [21].

Группа «субклиноидных» аневризм впервые выделена в 1992 г. как редкий вариант мешотчатых аневризм проксимальной части латеральной поверхности ВСА, прилегающей к переднему наклоненному отростку [22]. Шейка «субклиноидных» аневризм частично или полностью располагается в клиноидном сегменте, а лежащий интрадурально купол частично или полностью экранирован передним наклоненным отростком. Отличительной особенностью этих аневризм является отсутствие связи шейки с устьем глазной артерии.

В 1993 г. вышла работа N.R. al-Rodhan и соавт., в которой на основании анализа большого клинического материала клиники Мейо предложена классификация «аневризм клиноидной области внутренней сонной артерии». В рамках этой классификации была выделена особая группа «переходных» аневризм,

шейка которых располагается интракавернозно, а купол интрадурально [19]. Несколько позже Т. Ohmoto и соавт. (1997) предложили к переходным аневризмам относить все случаи «частично интракавернозных аневризм», в том числе, когда шейка располагается интрадурально, а купол распространяется интракавернозно [7].

При подобной трактовке в группу «переходных» аневризм могут быть отнесены отходящие от медиальной поверхности ВСА «аневризмы каротидной пещеры», от латеральной поверхности ВСА – «субклиноидные» аневризмы, а также наиболее проксимальные аневризмы вентральной (задней) поверхности ВСА, купол и шейка которых нередко располагаются экстрадурально, что, на наш взгляд, рационально.

Вопрос классификации аневризм на является «схематическим», так как каждый из выделяемых подтипов аневризм определяет объем необходимой диссекции структур основания черепа, технику клипирования, целесообразность выполнения превентивного обходного шунтирования, риск развития зрительных нарушений и вынужденного треппинга внутренней сонной артерии и даже выбор метода исключения аневризмы.

Лечение аневризм офтальмического сегмента ВСА, как и других ЦА – оперативное. Причем как микрохирургическое, так и внутрисосудистое лечение пациентов с аневризмами офтальмического и смежного с ним клиноидного и кавернозного сегментов ВСА принято считать хирургией «повышенного риска». Это объясняется сложной анатомией и труднодоступностью этих участков ВСА для открытых вмешательств; ограниченной возможностью радикального исключения аневризм указанной локализации из кровообращения и высоким риском развития интра- и послеоперационных осложнений, в том числе со стороны зрительного анализатора.

В настоящее время исключение аневризм кавернозного и клиноидного отделов ВСА выполняется преимущественно внутрисосудистым методом. Для аневризм офтальмического сегмента, в том числе транзитных (частично располагающихся в клиноидном или кавернозном отделах), микрохирургические вмешательства остаются методом выбора, так как исключение таких аневризм внутрисосудистым методом в остром периоде кровоизлияния имеет ограничения.

Выполнение открытых операций на разорвавшихся ЦА сопряжено с повышенным риском развития интраоперационных кровотечений при контакте с куполом и выделении шейки аневризмы. В этой связи вопросы профилактики и контроля возникшего кровотечения из аневризм проксимальных участков интрадуральной части ВСА имеют особое значение, так как рутинное наложение временных клипсов проксимальнее аневризм, применяемое при лечении ЦА

других локализациях, в силу анатомических условий невозможно. Таким образом, основными техническими проблемами микрохирургических вмешательств на КоА являются:

- обеспечение адекватной визуализации аневризматического комплекса, который экранирован костными, дуральными, невральными структурами хиазмально-селлярной области;
- обеспечение раннего проксимального контроля возможного кровотечения из аневризмы,
- создание оптимальных условий для корректного позиционирования клипсов в сложных анатомических условиях, обеспечивающее радикальное выключение аневризмы, проходимость функционально значимых артерий и сохранность структур зрительного анализатора.

Для улучшения визуализации офтальмического сегмента ВСА при открытых операциях предложено несколько технических приемов: рассечение мембранозной части зрительного канала, резекция верхней стенки зрительного канала, резекция переднего наклоненного отростка, диссекция и мобилизация ВСА из дистального дурального кольца [23].

Технически наиболее простым приемом является рассечение «полулунной связки», формирующей мембранозную часть зрительного канала, что позволяет дополнительно визуализировать зрительный нерв на протяжении 2–3 мм [24]. Данная манипуляция позволяет в ограниченном числе случаев визуализировать устье глазной артерии и мобилизовать проксимальную часть шейки аневризмы, достаточную для позиционирования клипсы. Однако данной манипуляции часто бывает недостаточно для хорошей визуализации аневризматического комплекса и выполнения клипирования.

В таких случаях возможно дополнительно выполнить резекцию верхней стенки зрительного канала, или как ее еще называют, «оптическую фенестрацию» [25]. Принято считать, что впервые данный прием с целью декомпрессии зрительного нерва, сдавленного офтальмической аневризмой, не подлежащей клипированию, применили M.J. Hauser, H. Gass в 1952 г. [26]. В последующем собственную модификацию данной методики описали T. Iwabuchi и соавт. (1978). Оптическая фенестрация традиционно выполняется интрадуральным подходом и позволяет почти в два раза увеличить длину визуализируемой части ипсилатерального зрительного нерва, а также сделать доступными для микрохирургических манипуляций наиболее проксимальные участки дорсальной (верхней) поверхности офтальмического сегмента ВСА и устье глазной артерии [27].

Первые описания удаления наклоненного отростка при клипировании офтальмических аневризм датируются концом 60-х годов прошлого века. На сегод-

няшний день резекция переднего наклоненного отростка (ПНО) является рутинной краниобазальной процедурой. Предложено несколько вариантов ее технического исполнения: экстрадуральный [28], интрадуральный [29]. В ряде случаев производится комбинированная экстра-интрадуральная резекция ПНО, выполняемая при наличии у пациента костного сращения переднего и среднего наклоненных отростков, переднего и заднего наклоненных отростков посредством межклиноидного костного мостика, а также при большом размере отростка [30]. Удаление ПНО у пациентов с КоА сопряжено с риском кровотечения или разрыва аневризмы, особенно в случаях «субклиноидных аневризм». Также потенциально возможны: кровотечение из просвета кавернозного синуса, назальная ликворея, повреждение внутренней сонной артерии, зрительного и глазодвигательных нервов.

Удаление ПНО существенно увеличивает площадь дорсальной и латеральной поверхностей ВСА, визуализируемых при ипсилатеральном подходе. Однако данный прием не позволяет в достаточной мере улучшить визуализацию вентральной и медиальной поверхностей ВСА. Данная проблема может быть решена путем диссекции кавернозного синуса с мобилизацией внутренней сонной артерии из дистального, а при необходимости и из проксимального дурального кольца или путем применения контралатерального доступа [31].

Вопрос обеспечения проксимального контроля возможного кровотечения при лечении КоА до настоящего времени остается актуальным. Теоретически временное прекращение кровотока по офтальмическому сегменту может быть достигнуто путем пережатия ВСА в любом более проксимально расположенном ее участке или путем остановки кровообращения. В связи с этим в разное время для профилактики кровотечения из офтальмических аневризм предлагалось использовать: аппарат искусственного кровообращения, аденозин индуцированную асистолию, внутрисосудистую баллонокклюзию, пережатие ВСА в сонном канале, пережатие ВСА в клиноидном и кавернозном сегментах, пережатие ВСА на шее [32–35].

Каждая из перечисленных методик имеет достоинства и ограничения. Временное пережатие сонной артерии на шее как метод проксимального контроля начал применяться одним из первых и до настоящего времени остается «методом выбора». Интересно, что пережатие ВСА на шее длительное время была абсолютно легитимным методом лечения офтальмических аневризм, при этом, как не парадоксально, внутричерепные вмешательства на этих аневризмах выполнялись без проксимального контроля. Лишь в 1979 г. в работе Mineura K. и соавт. выделение сонной артерии на шее было постулировано, как абсолютно необходимая процедура при клипировании офтальмических

аневризм [36]. Существенный вклад в совершенствование данной методики внесли Н.Н. Batjer и D.S. Samson, предложившие в 1990 г. технику внутрисосудистой аспирации крови из аневризмы [37].

Следующим важным вопросом оперативной микрохирургии каротидно-офтальмических аневризм является выбор оптимального операционного доступа, который должен в сложных анатомических условиях создавать условия для безопасного подхода и качественной визуализации аневризматического комплекса с минимальной тракцией мозгового вещества и зрительных путей; обеспечивать радикальное клипирование аневризмы с сохранением проходимости функционально значимых артерий и вен, а также функций зрительного анализатора.

Поскольку элементы диссекции основания черепа применяются для адекватной визуализации, безопасного выделения и клипирования практически всех офтальмических аневризм, речь в данном случае идет о выборе метода краниотомии. Для доступа к офтальмическим аневризмам традиционно применяются переднебоковые краниоконвекситальные или краниоорбитальные краниотомии в стандартном, расширенном или «key-hole» исполнении.

На сегодняшний день такие «краниобазальные процедуры», как: резекция верхней стенки зрительного канала и ПНО, диссекция кавернозного синуса и мобилизация ВСА из «дуральных колец» исполнима из стандартной птериональной краниотомии [38]. Тем не менее, трудно не согласиться с тем, что использованием краниоорбитальных доступов создает предпосылки для выполнения операции с меньшей тракцией мозга.

Также принято считать, что операционное поле при использовании расширенных доступов обеспечивает наилучший полипроекционный обзор зоны вмешательства, более удобную диссекцию структур основания черепа; позволяет накладывать нескольких клипсов сложной конфигурации, в том числе фенестрированных и «больших клипсов» с увеличенной силой сжатия, по различным хирургическим траекториям [39]. Обратной стороной использования краниобазальных доступов является трудоемкость их исполнения, травматичность; облигатная разгерметизация орбиты и вскрытие придаточных пазух носа, что увеличивает частоту осложнений и ухудшает эстетические результаты операции.

В этой связи актуальным вопросом оперативной нейрохирургии является разработка технологий, позволяющих уменьшить травматичность открытых операций. На наш взгляд, основных путей «хирургического» решения данной проблемы три: уменьшение размеров краниотомии и операционной раны; выполнение проксимального контроля методами, не требующими доступа на шею; использование альтернативных

оперативных доступов к офтальмическим аневризмам и методов реваскуляризации.

Вопрос применения малых и сверхмалых краниотомий для лечения параклиноидных аневризм изучается давно. На сегодняшний день разработаны самые разнообразные варианты краниоконвекситальных и краниоорбитальных «key-hole» доступов к ПкЛА [40]. Недостатком данной стратегии является отсутствие универсальности – большинство авторов указывают на необходимость использования таких доступов по очень строгим показаниям. Некоторые эксперты высказывают сомнения в «безопасности» и целесообразности выполнения оперативных вмешательств на аневризмах с использованием сверхмалых краниотомий.

Вторым направлением, как уже было сказано, является осуществление проксимального контроля возможного кровотечения из основного операционного доступа путем мобилизации ВСА в клиноидном, кавернозном и петрозальном сегментах. Без сомнения, данные технические приемы избавляют пациента «от разреза на шее», что улучшают косметичность операции; однако все указанные методики сопряжены с риском развития других осложнений, связанных с поражением черепно-мозговых нервов, поэтому эффективность, безопасность и функциональные исходы этих приемов требуют дальнейшего изучения.

Третьим направлением является использование по особым показаниям нестандартных операционных доступов, например, контралатерального, который позволяет радикально выключать некоторые анатомические варианты каротидно-офтальмических аневризм без выполнения краниобазальных диссекций и контакта со зрительными путями. Одной из последних инноваций в данной области является разработка и внедрение трансназальной-транзбазальной хирургии церебральных аневризм и технологий церебральной реваскуляризации [41, 42].

В настоящее время серьезной альтернативой открытым операциям на аневризмах являются внутрисосудистые вмешательства. Их абсолютное число и доля среди всех выполняемых операций на разорвавшихся и интактных параклиноидных аневризмах неуклонно возрастают [43]. Во всех актуальных клинических рекомендациях постулируется приоритетность выключения разорвавшихся аневризм внутрисосудистым методом в случаях технической возможности выполнения пациенту обоих видов лечения. Вместе с тем, нельзя забывать то, что внутрисосудистые операции на параклиноидных аневризмах также как и микрохирургические, сопряжены с целым рядом технических сложностей и ограничений.

Во-первых, значительная доля КоА обладают неоптимальной для селективной внутрисосудистой окклюзии геометрией аневризматического комплекса и для их безопасного и радикального выключения

необходимо применение ассистирующих-технологий. Однако использование баллон и стент-ассистенции в остром периоде кровоизлияния сопровождается достоверно большим числом периоперационных осложнений [44]. Кроме того, в РФ имеются юридические ограничения, связанные с назначением двойной антиагрегантной терапии больным с ЦА, абсолютно необходимой для выполнения баллон и стент-ассистенции и имплантации потокотклоняющих устройств.

Во-вторых, не редки технические сложности, связанные с необходимостью сохранения кровотока по глазной артерии в случаях, когда ее устье частично или полностью исходит из купола аневризмы [45].

В-третьих, даже самые передовые внутрисосудистые технологии и имеют ограниченные возможности по устранению компрессии зрительных путей куполом больших, гигантских и, особенно, тромбированных и склерозированных аневризм; хотя в отдельных сериях улучшение зрительных функций у пациентов данного контингента возможно [46].

В-четвертых, радикальность выключения аневризм внутрисосудистым методом и частота рецидивов остается выше, чем у пациентов оперированных открыто, что имеет особое значение для пациентов молодого возраста [47].

В-пятых, у ряда больных внутрисосудистый доступ к аневризме и ее окклюзия по анатомическим или другим причинам ограничены или невозможны и, таким образом, микрохирургия на сегодняшний день остается методом выбора у значительной части больных данного контингента.

Функциональные результаты лечения пациентов с офтальмическими аневризмами в больших (более 50 наблюдений) клинических сериях не однозначны, летальность – от 0 до 15%, хороший результат – от 75 до 100%, плохие результаты – от 0 до 18% [48].

И это не удивительно, так как несмотря на обилие работ по данной проблематике, с позиций доказательной медицины специалисты да настоящего времени не имеют ответа на вопрос: «Какой метод лечения при данной патологии лучший?» При изучении данной проблемы приходится констатировать, что значительная часть публикаций «де факто» представляет собой анализ персональных клинических серий, малочисленных по числу наблюдений и трудно сопоставимых друг с другом, особенно когда речь идет о пациентах с разорвавшимися аневризмами [49].

Что же касается рандомизированных исследований, то в International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) из 2143 исследованных больных с параклиноидными аневризмами было всего 30, что недостаточно для того, чтобы считать данный вопрос окончательно решенным. Последние метаанализы, сравнивающие функциональные исходы пациентов с разорвавшимися и интактными офтальмическими аневризмами,

не выявляют достоверной разницы результатов клипирования и внутрисосудистой окклюзии микроспиралями, хотя имеется тенденция к лучшим результатам при имплантации потокотклоняющих устройств, особенно у пациентов с интактными аневризмами [50].

Таким образом, несмотря на значительное число публикаций, касающихся оперативного лечения КоА, в литературе недостаточно отражено в каких случаях предпочтительно использование микрохирургических и внутрисосудистых технологий. В отечественной литературе отсутствуют данные, сравнивающие технические результаты открытых и внутрисосудистых операций на ПклА; анализ осложнений, информация о ближайших и отдаленных результатах, в зависимости от варианта клинического течения заболевания. Учитывая большую медико-социальную значимость аневризматической болезни головного мозга, вышеизложенное вызывает необходимость дальнейших сравнительных исследований по проблеме лечения пациентов с аневризмами офтальмического сегмента внутренней сонной артерии с учетом реалий регионального здравоохранения.

Вклад авторов

Концепция и дизайн исследования: В.В. Ткачев

Написание статьи: И.Н. Север

Исправление статьи: Д.В. Литвиненко

Утверждение окончательной версии: В.В. Ткачев

Author contributions

Concept and design: Tkachev

Manuscript drafting: Sever

Manuscript revising: Litvinenko

Final approval of the version to be published: Tkachev

Литература/References

- Locksley HB. Natural history of subarachnoid hemorrhage, intracranial aneurysms and arteriovenous malformations. Based on 6368 cases in the cooperative study. *J Neurosurg.* 1966;25(2):219–239. PMID: 5911370. <https://doi.org/10.3171/jns.1966.25.2.0219>
- Hoh BL, Carter BS, Budzik RF, Putman CM, Ogilvy CS. Results after surgical and endovascular treatment of paraclinoid aneurysms by a combined neurovascular team. *Neurosurgery.* 2001;48(1):78–90. PMID: 11152364. <https://doi.org/10.1097/00006123-200101000-00014>
- Gibo H, Lenkey C, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of the supraclinoid portion of the internal carotid artery. *J Neurosurg.* 1981;55(4):560–574. PMID: 7277004. <https://doi.org/10.3171/jns.1981.55.4.0560>
- Andaluz N, Zuccarello M. Treatment strategies for complex intracranial aneurysms: review of a 12-year experience at the University of Cincinnati. *Skull Base.* 2011;21(4):233–242. PMID: 22470266. PMCID: PMC3312119. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1280685>
- Bouthillier A, van Loveren HR, Keller JT. Segments of the internal carotid artery: a new classification. *Neurosurgery.* 1996;38(3):425–433. PMID: 8837792. <https://doi.org/10.1097/00006123-199603000-00001>
- Коновалов А.Н. Хирургическое лечение артериальных аневризм головного мозга. Медицина; 1973.

- Konovalov AN. *Surgical Treatment of Cerebral Aneurysms*. Meditsina; 1973. (In Russ.).
7. Date I, Asari S, Ohmoto T. Cerebral aneurysms causing visual symptoms: their features and surgical outcome. *Clin Neurol Neurosurg*. 1998;100(4):259–267. PMID: 9879851. [https://doi.org/10.1016/s0303-8467\(98\)00047-x](https://doi.org/10.1016/s0303-8467(98)00047-x)
8. Andaluz N, Beretta F, Keller JT, Zuccarello M. Aneurysms of the ophthalmic (C6) segment of the internal carotid artery: clinical experience, treatment options, and strategies (part 2). *Neurosurgery Quarterly*. 2005;15(2):91–102. <https://doi.org/10.1097/01.wnq.0000162817.04741.bf>
9. Chen L, Kato Y, Karagiozov KL, et al. Usefulness of a simplified management scheme for paraclinoid aneurysms based on a modified classification. *Cerebrovasc Dis*. 2008;26(4):388–396. PMID: 18753744. <https://doi.org/10.1159/000151679>
10. van Heuven AW, Dorhout Mees SM, Algra A, Rinkel GJ. Validation of a prognostic subarachnoid hemorrhage grading scale derived directly from the Glasgow Coma Scale. *Stroke*. 2008;39(4):1347–1348. PMID: 18309166. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.107.498345>
11. Крылов В.В., Григорьева Е.В. *КТ-ангиография аневризм головного мозга*. ООО «Принт-Студио»; 2020.
- Krylov VV, Grigorieva EV. *CT Angiography of Cerebral Aneurysms*. ООО «Print-Studio»; 2020. (In Russ.).
12. Крылов В.В., Винокуров А.Г., Дашьян В.Г., Лукьянчиков В.А., Полунина Н.А., Природов А.В. *Микрохирургия аневризм сосудов головного мозга*. АБС-пресс; 2022.
- Krylov VV, Vinokurov AG, Dashyan VG, Lukyanchikov VA, Polunina NA, Prirodov AV. *Microsurgery for Cerebral Aneurysms*. ABS-press; 2022. (In Russ.).
13. Под ред. Ш.Ш. Элиава. *Хирургическое лечение аневризм головного мозга в остром периоде кровоизлияния*. Издательство «ИП Т.А. Алексеева»; 2019.
- Eliava ShSh, ed. *Surgical Treatment of Cerebral Aneurysms in the Acute Stage of Hemorrhage*. Izdatelstvo “IP T.A. Alekseeva”; 2019. (In Russ.).
14. Sebök M, Dufour JP, Cenzato M, et al. When is diagnostic subtraction angiography indicated before clipping of unruptured and ruptured intracranial aneurysms? An international survey of current practice. In: Esposito G, Regli L, Cenzato M, Kaku Y, Tanaka M, Tsukahara T, eds. *Trends in Cerebrovascular Surgery and Interventions*. Springer; 2021:9–17. PMID: 35853120.
15. Alkhars H, Haq W, Al-Tayeb A, Sigounas D. Feasibility and safety of transradial aneurysm embolization: a systematic review and meta-analysis. *World Neurosurg*. 2022;165:e110–e127. PMID: 35654332. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2022.05.112>
16. Hoh BL, Cheung AC, Rabinov JD, Pryor JC, Carter BS, Ogilvy CS. Results of a prospective protocol of computed tomographic angiography in place of catheter angiography as the only diagnostic and pretreatment planning study for cerebral aneurysms by a combined neurovascular team. *Neurosurgery*. 2004;54(6):1329–1342. PMID: 15157289. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000125325.22576.83>
17. Kothandaram P, Dawson BH, Krut RC. Carotid-ophthalmic aneurysms. A study of 19 patients. *J Neurosurg*. 1971;34(4):544–548. PMID: 5554360. <https://doi.org/10.3171/jns.1971.34.4.0544>
18. Tanaka Y, Hongo K, Tada T, et al. Radiometric analysis of paraclinoid carotid artery aneurysms. *J Neurosurg*. 2002;96(4):649–653. PMID: 11990802. <https://doi.org/10.3171/jns.2002.96.4.0649>
19. al-Rodhan NR, Piepgras DG, Sundt TM Jr. Transitional cavernous aneurysms of the internal carotid artery. *Neurosurgery*. 1993;33(6):993–998. PMID: 8134013. <https://doi.org/10.1227/00006123-199312000-00006>
20. Ogawa A, Suzuki M, Ogasawara K. Aneurysms at nonbranching sites in the supraclinoid portion of the internal carotid artery: internal carotid artery trunk aneurysms. *Neurosurgery*. 2000;47(3):578–586. PMID: 10981744. <https://doi.org/10.1097/00006123-200009000-00008>
21. Kobayashi S, Kyoshima K, Gibo H, Hegde SA, Take-mae T, Sugita K. Carotid cave aneurysms of the internal carotid artery. *J Neurosurg*. 1989;70(2):216–221. PMID: 2913220. <https://doi.org/10.3171/jns.1989.70.2.0216>
22. Korosue K, Heros RC. “Subclinoid” carotid aneurysm with erosion of the anterior clinoid process and fatal intraoperative rupture. *Neurosurgery*. 1992;31(2):356–360. PMID: 1513443. <https://doi.org/10.1227/00006123-199208000-00024>
23. Dolenc VV. A combined epi- and subdural direct approach to carotid-ophthalmic artery aneurysms. *J Neurosurg*. 1985;62(5):667–672. PMID: 3989589. <https://doi.org/10.3171/jns.1985.62.5.0667>
24. Altafulla JJ, Iwanaga J, Kikuta S, et al. The falciform ligament: anatomical study with microsurgical implications. *Clin Neurol Neurosurg*. 2020;195:106049. PMID: 32652394. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2020.106049>
25. Baldoncini M, Luzzi S, Giotta Lucifero A, et al. Optic foraminotomy for clipping of superior carotid-ophthalmic aneurysms. *Front Surg*. 2021;8:681115. PMID: 34957196. PMCID: PMC8695686. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2021.681115>
26. Hauser MJ, Gass H. Optic nerve pressure by aneurysm relieved by decompression of optic nerve; report of a case. *AMA Arch Ophthalmol*. 1952;48(5):627–631. PMID: 12984895. <https://doi.org/10.1001/archoph.1952.00920010638011>
27. Iwabuchi T, Suzuki S, Sobata E. Intracranial direct operation for carotid-ophthalmic aneurysm by unroofing of the optic canal. *Acta Neurochir (Wien)*. 1978;43(3–4):163–169. PMID: 707174. <https://doi.org/10.1007/BF01587952>
28. Acioly MA, Hendricks BK, Cohen-Gadol A. Extradural clinoidectomy: an efficient technique for expanding the operative corridor toward the central skull base. *World Neurosurg*. 2021;145:557–566. PMID: 33348521. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.09.173>
29. Alejandro SA, Carrasco-Hernández JP, da Costa MDS, et al. Anterior clinoidectomy: intradural step-by-step en bloc removal technique. *World Neurosurg*. 2021;146:217–231. PMID: 33248309. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.11.002>
30. Tayebi Meybodi A, Lawton MT, Yousef S, et al. Anterior clinoidectomy using an extradural and intradural 2-step hybrid technique. *J Neurosurg*. 2018;130(1):238–247. PMID: 29473783. <https://doi.org/10.3171/2017.8.JNS171522>
31. Fries G, Perneczky A, van Lindert E, Bahadori-Mortasawi F. Contralateral and ipsilateral microsurgical approaches to carotid-ophthalmic aneurysms. *Neurosurgery*. 1997;41(2):333–343. PMID: 9257300. <https://doi.org/10.1097/00006123-199708000-00001>
32. Mack WJ, Ducruet AF, Angevine PD, et al. Deep hypothermic circulatory arrest for complex cerebral aneurysms: lessons learned. *Neurosurgery*. 2007;60(5):815–827. PMID: 17460516. <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000255452.20602.C9>
33. Desai VR, Rosas AL, Britz GW. Adenosine to facilitate the clipping of cerebral aneurysms: literature review. *Stroke Vasc Neurol*. 2017;2(4):204–209. PMID: 29507781. PMCID: PMC5829927. <https://doi.org/10.1136/svn-2017-000082>
34. Shucart WA, Kwan ES, Heilman CB. Temporary balloon occlusion of a proximal vessel as an aid to clipping aneurysms of the basilar and paraclinoid internal carotid arteries: technical note. *Neurosurgery*. 1990;27(1):116–119. PMID: 2377267. <https://doi.org/10.1097/00006123-199007000-00017>
35. Wascher TM, Spetzler RF, Zabramski JM. Improved transdural exposure and temporary occlusion of the petrous internal carotid artery for cavernous sinus surgery. Technical note.

J Neurosurg. 1993;78(5):834–837. PMID: 8468617. <https://doi.org/10.3171/jns.1993.78.5.0834>

36. Mineura K, Kodama N, Suzuki J. Surgical treatment of the carotid-ophthalmic aneurysms (author's transl). *No Shinkei Geka.* 1979;7(3):233–237. (In Japanese). PMID: 440522.

37. Batjer HH, Samson DS. Retrograde suction decompression of giant paraclinoid aneurysms. Technical note. *J Neurosurg.* 1990;73(2):305–306. PMID: 2366090. <https://doi.org/10.3171/jns.1990.73.2.0305>

38. Ткачев В.В., Музлаев Г.Г., Порханов В.А. *Микрохирургия церебральных аневризм. Опыт регионального здравоохранения.* ГрейтПринт; 2019.

Tkachev VV, Muzlaev GG, Porhanov VA. *Microsurgery for Cerebral Aneurysms. Experience of Regional Health Care.* Greit-Print; 2019. (In Russ.).

39. Fukushima T, Inoue G, Zomorodi A, et al. Vascular lesions of the skull base. In: König A, Spetzger U, eds. *Surgery of the Skull Base.* Springer Cham; 2017:243–300.

40. Nathal E, Serrano-Rubio A, Benavides-Burbano CA, Rodríguez-Rubio HA. Paraclinoid aneurysms clipping through an extradural sphenoid ridge keyhole approach. *Acta Neurochir (Wien).* 2023;165(10):2837–2841. PMID: 37676506. PMCID: PMC10541827. <https://doi.org/10.1007/s00701-023-05760-x>

41. Tayebi Meybodi A, Borba Moreira L, Little AS, Lawton MT, Preul MC. Anatomical assessment of the endoscopic endonasal approach for the treatment of paraclinoid aneurysms. *J Neurosurg.* 2018;131(6):1734–1742. PMID: 30579271. <https://doi.org/10.3171/2018.6.JNS18800>

42. Kamide T, Misaki K, Uno T, Yoshikawa A, Uchiyama N, Nakada M. Extracranial-intracranial high-flow bypass as a rescue therapy for incomplete cerebral aneurysm occlusion after flow diversion: a case report. *Surg Neurol Int.* 2021;12:57. PMID: 33654560. PMCID: PMC7911044. https://doi.org/10.25259/SNI_836_2020

43. Rodriguez-Calienes A, Borjas-Calderón NF, Vivanco-Suarez J, et al. Endovascular treatment and microsurgical clipping for the management of paraclinoid intracranial aneurysms: a systematic review and meta-analysis. *World Neurosurg.* 2023;178:e489–e509. PMID: 37516140. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2023.07.108>

44. Zhang X, Zuo Q, Tang H, et al. Stent assisted coiling versus non-stent assisted coiling for the management of ruptured intracranial aneurysms: a meta-analysis and systematic review. *J Neurointerv Surg.* 2019;11(5):489–496. PMID: 30842307. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2018-014388>

45. Michishita S, Ishibashi T, Yuki I, et al. Visual complications after coil embolization of internal carotid artery aneurysms at the ophthalmic segment. *Interv Neuroradiol.* 2021;27(5):622–630. PMID: 33615875. PMCID: PMC8493353. <https://doi.org/10.1177/1591019921996886>

46. Moon E, Park W, Song Y, Lee DH, Ahn JS, Park JC. Mass effect after flow diversion for unruptured large and giant cavernous or paraclinoid internal carotid artery aneurysm. *World Neurosurg.* 2023;180:e108–e116. PMID: 37690582. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2023.08.129>

47. Catapano JS, Koester SW, Srinivasan VM, et al. A comparative propensity-adjusted analysis of microsurgical versus endovascular treatment of unruptured ophthalmic artery aneurysms. *J Neurosurg.* 2021;136(5):1245–1250. PMID: 34653974. <https://doi.org/10.3171/2021.5.JNS211149>

48. Matano F, Tanikawa R, Kamiyama H, et al. Surgical treatment of 127 paraclinoid aneurysms with multifarious strategy: factors related with outcome. *World Neurosurg.* 2016;85:169–176. PMID: 26344635. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2015.08.068>

49. Nanda A, Javalkar V. Microneurosurgical management of ophthalmic segment of the internal carotid artery aneurysms: single-surgeon operative experience from Louisiana State University, Shreveport. *Neurosurgery.* 2011;68(2):355–371. PMID: 21135716. <https://doi.org/10.1227/NEU.0b013e3182039819>

50. Silva MA, See AP, Dasenbrock HH, Patel NJ, Aziz-Sultan MA. Vision outcomes in patients with paraclinoid aneurysms treated with clipping, coiling, or flow diversion: a systematic review and meta-analysis. *Neurosurg Focus.* 2017;42(6):E15. PMID: 28565983. <https://doi.org/10.3171/2017.3.FOCUS1718>

Сведения об авторах

Север Ирина Николаевна, аспирантка кафедры нервных болезней и нейрохирургии, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0009-0001-2039-7629>

Литвиненко Дмитрий Викторович, к. м. н., врач-нейрохирург нейрохирургического отделения № 2, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-4831-1874>

Ткачев Вячеслав Валерьевич, д. м. н., заведующий нейрохирургическим отделением № 2, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского; доцент кафедры хирургии, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-5600-329X>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Irina N. Sever, Postgraduate Student, Department of Nervous Diseases and Neurosurgery, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0001-2039-7629>

Dmitry V. Litvinenko, Cand. Sci. (Med.), Neurosurgeon, Neurosurgery Unit No. 2, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-4831-1874>

Vyacheslav V. Tkachev, Dr. Sci. (Med.), Head of the Neurosurgery Unit No. 2, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1; Associate Professor at the Surgery Department, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-5600-329X>

Conflict of interest: none declared.