

EDN: EYUQRN

DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_1\_148

УДК 616.8-089



## ПЕРЕДНЯЯ КЛИНОИДЭКТОМИЯ В ХИРУРГИИ СЛОЖНЫХ ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ АНЕВРИЗМ: ПОКАЗАНИЯ, МОРФОМЕТРИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ, ТЕХНИКА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

А. Д. Зайцев, Р. С. Джинджихадзе, А. В. Поляков, В. А. Лазарев

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения  
Московской области «Московский областной научно-исследовательский  
клинический институт имени М. Ф. Владимирского»  
(ул. Щепкина, д. 61/2, Москва, Российская Федерация, 129110)

### Резюме

Микрохирургическое лечение сложных церебральных аневризм (СЦА) не теряет своей актуальности. Для клипирования СЦА применяются расширенные базальные доступы, при выполнении которых передний наклоненный отросток (ПНО) в ряде случаев подвергается частичной или полной резекции. В статье проанализированы показания к передней клиноидэктомии в хирургии СЦА. Проведен обзор морфометрических исследований эффективности резекции ПНО. Выполнен анализ эволюции различных техник интранадуральной и экстрадуральной резекций.

Актуальным является проведение дальнейших исследований, направленных на разработку алгоритма определения показаний и индивидуального предоперационного планирования передней клиноидэктомии в микрохирургии СЦА, морфометрическое обоснование эффективности интранадуральной и экстрадуральной резекции ПНО, а также уточнение особенностей техники резекции.

**Ключевые слова:** церебральные аневризмы, сложные аневризмы, клипирование, передняя клиноидэктомия, передний наклоненный отросток

**Для цитирования:** Зайцев А. Д., Джинджихадзе Р. С., Поляков А. В., Лазарев В. А. Передняя клиноидэктомия в хирургии сложных церебральных аневризм: показания, морфометрическое обоснование, техника (обзор литературы) // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 1. С. 148–162. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_1\_148.

## ANTERIOR CLINOIDECTOMY IN COMPLEX CEREBRAL ANEURYSM SURGERY: INDICATIONS, MORPHOMETRIC SUBSTANTIATION, TECHNIQUE (LITERATURE REVIEW)

А. Д. Зайцев, Р. С. Джинджихадзе, А. В. Поляков, В. А. Лазарев

Moscow Regional Research and Clinical Institute  
(61/2 Schepkina street, Moscow, Russian Federation, 129110)

### Abstract

Микрохирургическое лечение сложных церебральных аневризм (СЦА) является актуальным проблемным вопросом. Для клипирования СЦА применяются расширенные базальные доступы, при выполнении которых передний наклоненный отросток (ПНО) в ряде случаев подвергается частичной или полной резекции.

В статье проанализированы показания к передней клиноидэктомии в хирургии СЦА. Проведен обзор морфометрических исследований эффективности резекции ПНО. Выполнен анализ эволюции различных техник интранадуральной и экстрадуральной резекций.

Актуальным является проведение дальнейших исследований, направленных на разработку алгоритма определения показаний и индивидуального предоперационного планирования передней клиноидэктомии в микрохирургии СЦА, морфометрическое обоснование эффективности интранадуральной и экстрадуральной резекции ПНО, а также уточнение особенностей техники резекции.

**Ключевые слова:** церебральные аневризмы, сложные аневризмы, клипирование, передняя клиноидэктомия, передний наклоненный отросток

**For citation:** Zaitsev A. D., Dzhindzhikhadze R. S., Polyakov A. V., Lazarev V. A. Anterior clinoidectomy in complex cerebral aneurysm surgery: indications, morphometric substantiation, technique (literature review). Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(1):148–162. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_1\_148.

## Введение

Аневризмы артерий головного мозга, по данным аутопсийных исследований, встречаются в 0,8–5% наблюдений, частота разрывов составляет 2–20 случаев на 100 000 населения в год [1, 2]. Госпитальная летальность пациентов, перенесших разрыв церебральных аневризм (ЦА), составляет 27–67% [3–5]. Более чем у половины выживших пациентов наблюдаются стойкий неврологический дефицит и снижение качества жизни [6, 7]. Учитывая вышесказанное, ЦА являются актуальной медико-социальной проблемой.

Отдельную группу ЦА, объединенных трудностью выключения из кровотока одним из традиционных методов, представляют сложные церебральные аневризмы (СЦА) [4, 8, 9].

В литературе описаны следующие параметры СЦА: широкая шейка или отсутствие шейки (фузiformные и блистерные аневризмы), выраженное атеросклеротическое поражение шейки, тромбоз полости аневризмы, отхождение функционально значимых ветвей от купола/шейки, расслаивающие и гигантские аневризмы, труднодоступная локализация (интракавернозные, параклиноидные аневризмы, аневризмы артерий вертебро-базилярного бассейна (ВББ)), недостаточность коллатерального кровообращения в зоне эфферентных ветвей, хирургический анамнез аневризмы [8, 9].

СЦА требуют применения междисциплинарного подхода к лечению, а также комплекса дополнительных предоперационных обследований, зачастую доступных только в специализированных центрах [8–10].

В связи с бурным развитием эндоваскулярных технологий, доля СЦА, прооперированных эндоваскулярно, постоянно увеличивается [11–15]. Однако эндоваскулярные техники имеют ряд недостатков, а также могут отмечаться анатомические и клинические противопоказания.

Эндоваскулярные методы обладают меньшей радикальностью. Тотальная окклюзия аневризмы наблюдается лишь в 67–82% наблюдений, в сравнении с 83–94% при микрохирургическом клипировании [16–19].

Риски реканализации аневризмы после эндоваскулярного лечения составляют 12%, что

значительно превышает данный показатель после микрохирургического вмешательства – 1% [19].

Вероятность повторного кровоизлияния после эндоваскулярной эмболизации достигает 2,61% в течение первого года и 5,35% в течение пяти лет, что в 1,83 и в 2,75 раза, соответственно, выше, чем после микрохирургического клипирования [16].

Учитывая вышесказанное, микрохирургическое лечение СЦА не теряет своей актуальности [16, 17, 20, 21]. Для клипирования СЦА применяются расширенные базальные доступы [8, 10, 22–24].

Доступы, дополненные резекцией структур основания черепа, по сравнению с традиционными, обеспечивают визуализацию труднодоступных сегментов сосудов артериального круга большого мозга (АКБМ), способствуют лучшей визуализации шейки и купола аневризмы, а также позволяют уменьшить тракцию мозговой ткани [23, 25–27].

Одними из наиболее часто диагностируемых разорвавшихся ЦА являются аневризмы внутренней сонной артерии (ВСА) – 21,8–35,3% [4]. В ряде случаев они имеют труднодоступную параклиноидную локализацию – 5,4% от всех ЦА, а также достигают крупных и гигантских размеров – 49% от всех параклиноидных аневризм. Крупные и гигантские аневризмы в 13,7–59% наблюдений частично или полностью тромбированы. Кроме этого, для аневризм ВСА характерно наличие атеросклеротического поражения стенок [28, 29]. Учитывая вышесказанное, аневризмы ВСА в значительном числе случаев относятся к категории сложных [4, 8–10].

Отдельную группу сложных аневризм представляют аневризмы БА. Аневризмы верхних отделов БА (ВОБА) составляют 6,6% от всех ЦА и 58% от аневризм задней циркуляции [30, 31]. Учитывая глубинную локализацию, трудности доступа и хирургических манипуляций, все они являются сложными [4, 8–10]. Из всех сложных аневризм СЦА с разрывом на долю аневризм ВББ приходится 43%, где 19% составляют аневризмы ВОБА [10, 32].

При выполнении крациоорбитальных доступов к аневризмам ВСА и ВОБА передний

наклоненный отросток (ПНО) ограничивает маневренность, затрудняет визуализацию купола и шейки аневризмы, проксимальный контроль кровотока и наложение временных и постоянных клипсов. Учитывая вышеизложенное, ПНО в ряде случаев подвергается частичной или полной резекции.

### Показания к передней клиноидэктомии в хирургии сложных церебральных аневризм

Передняя клиноидэктомия (ПК) является важным этапом доступа к параклиноидным аневризмам [33–35]. В литературе описаны различные факторы, определяющие необходимость ПК в хирургии параклиноидных аневризм: крупный и гигантский размер, направление купола, возможность проксимального контроля, конфигурация шейки и др. [29, 36]. Однако до настоящего времени общепринятых показаний к резекции ПНО в хирургии аневризм данной локализации не разработано.

Клипирование аневризм устья задней соединительной артерии (УЗСА) обычно не требует дополнительных технических приемов. Однако в некоторых случаях для безопасного выделения шейки аневризмы и обеспечения проксимального контроля кровотока необходимо выполнение ПК [37–39].

Некоторые авторы предпринимали попытки выявления ангиографических показаний к ПК в хирургии аневризм УЗСА. Основными значимыми критериями являлись низкое расположение аневризмы, а также близость аневризмы к ПНО [38, 39]. Большинство описанных работ представляют небольшие серии наблюдений, а их результаты значительно различаются, что не позволяет сформулировать обоснованные выводы об ангиографических показаниях к резекции ПНО в хирургии аневризм УЗСА.

Существует ряд работ, посвященных микрохирургическому лечению интракавернозных аневризм ВСА [40–43]. Резекция ПНО является ключевым этапом верхнего транскавернозного доступа и показана с целью подхода к дистальному отделам кавернозного сегмента ВСА. В настоящее время микрохирургическое лечение интракавернозных аневризм в значитель-

ной степени утратило свою актуальность, однако остается возможной альтернативой.

ПК также может являться частью доступа к аневризмам ВОБА [32, 44–46]. Yonekawa et al. проводили ПК рутинно [45]. В других работах резекцию ПНО выполняли лишь в некоторых случаях, когда имелись анатомические факторы, осложняющие микрохирургию: крупный размер аневризмы, отхождение значимых ветвей от пришеечной части аневризмы и другие факторы [44, 47]. Единой концепции, определяющей показания к ПК в хирургии аневризм ВОБА, до настоящего времени не разработано.

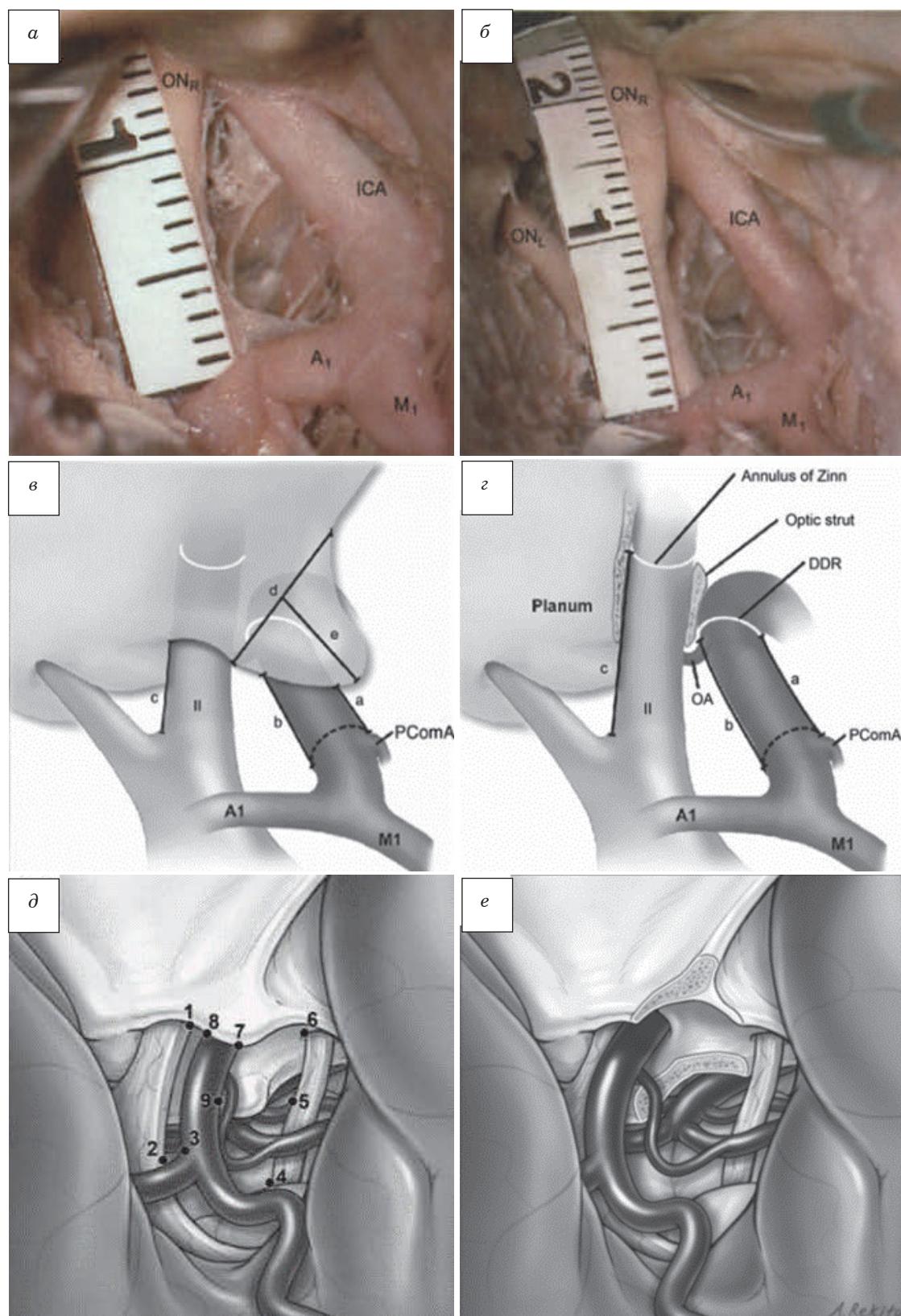
Таким образом, единой концепции определения показаний к резекции ПНО, а также критериев выбора техники резекции в зависимости от особенностей локализации и анатомии аневризмы до настоящего момента не сформировано.

В ситуациях, когда ПК абсолютно показана, например, в хирургии параклиноидных аневризм и аневризм ВОБА, не описаны случаи, когда резекцию ПНО можно избежать с целью минимизации хирургической травмы. И, наоборот, в хирургии аневризм УЗСА, где ПК требуется лишь в небольшом числе случаев, не определены значимые предоперационные критерии ее необходимости.

### Морфометрическое обоснование передней клиноидэктомии

Для доказательства оправданности выполнения той или иной хирургической техники необходимо ее морфометрическое обоснование. Особенno вышеуказанное утверждение касается микрохирургии основания черепа, где небольшое ограничение маневренности или избыточность хирургической агрессии могут обернуться критическим неврологическим дефицитом или жизнеугрожающими осложнениями. ПК, как одна из базовых методик в хирургии основания черепа, не является исключением в данном вопросе.

Первое морфометрическое исследование ПК провел Nutik в 1988 г. [48]. Автор отметил, что резекция ПНО позволяла визуализировать около 6 мм клиноидного сегмента ВСА, что обеспечивало возможность интракрианального



**Рис. 1.** Сравнение интраоперационной картины до и после передней клиноидэктомии: *а, б* – Evans et al., 2000 [49]; *в, г* – Andaluz et al., 2009 [50]; *д, е* – Dogan et al., 2017 [53] (ICA – внутренняя сонная артерия, A1 – A1-сегмент передней мозговой артерии, M1 – M1-сегмент средней мозговой артерии, OA – офтальмическая артерия, PComA – задняя соединительная артерия, ON, II – зрительный нерв, DDR – дистальное дуральное кольцо)  
**Fig. 1.** Comparison of intraoperative pictures before and after anterior clinoidectomy: *a, b* – Evans et al., 2000 [49]; *c, d* – Andaluz et al., 2009 [50]; *d, e* – Dogan et al., 2017 [53] (ICA – internal carotid artery, A1 – A1 segment of anterior cerebral artery, M1 – M1 segment of anterior cerebral artery, OA – ophthalmic artery, PComA – posterior communicating artery, ON, II – optic nerve, DDR – distal dural ring)

проксимального контроля кровотока в хирургии параклиноидных аневризм.

Улучшение визуализации зрительного нерва и проксимальных отделов ВСА позже отметили и другие авторы. В анатомическом исследовании Evans et al. резекция ПНО в 2 раза увеличивала длину видимой части зрительного нерва за счет вскрытия крыши зрительного канала (ЗК) (рис. 1, *a, б*) [49].

По данным Andaluz et al., после резекции ПНО средняя длина видимой части латерального края офтальмического сегмента ВСА увеличилась на 60 %, а медиального – на 113 %. Длина видимой части зрительного нерва после резекции ПНО и рассечения серповидной связки увеличилась на 150 % (рис. 1, *в, г*) [50].

Tripathi et al. при помощи 3D-лазерного сканирования выявили, что ПК обеспечивает визуализацию дополнительных 6–6,15 мм зрительного нерва и 9,86–10,54 мм проксимальных отделов ВСА [51].

Evans et al. отметили значительную мобилизацию ВСА и зрительного нерва после резекции ПНО [49]. Andaluz et al. в своем исследовании отметили, что экстрадуральная ПК, дополненная парциальной диссекцией латеральной стенки кавернозного синуса, позволяла без нарушения кровотока мобилизовать ВСА медиально в среднем на 6,1 мм [52].

Таким образом, по данным литературы, ПК обеспечивает доступ к клиноидному сегменту ВСА и к части зрительного нерва, расположенной в ЗК, а также значительную мобилизацию ВСА и зрительного нерва.

Мобилизация ВСА и зрительного нерва, в свою очередь, позволяет безопасно осуществлять их тракцию с целью расширения традиционных хирургических пространств.

По данным Evans et al., резекция ПНО, тракция ВСА и зрительного нерва обеспечивают 2–4-кратное увеличение площади оптико-каротидного треугольника [49]. Dogan et al. в анатомическом исследовании с использованием нейронавигации на 14 препаратах выявили, что ПК увеличила площадь оптико-каротидного треугольника с 57,1 до 89,7  $\text{мм}^2$ , а вертикальные углы атаки – с 18,7 до 23,6° (рис. 1, *д, е*) [53].

По данным Youssef et al., резекция ПНО и мобилизация ВСА увеличили каротидно-оку-

ломоторный треугольник на 44 % рострально и на 28 % дорсально. Авторы отмечали, что описанные манипуляции облегчают как визуализацию аневризмы, так и возможность проксимального сосудистого контроля в хирургии аневризм базилярной артерии [54].

В анатомическом исследовании Sade et al. на 20 препаратах экстрадуральная ПК увеличивала площадь ретрокаротидного треугольника практически в 2 раза [55].

Целесообразность ПК в хирургии аневризм верхних отделов базилярной артерии также описана рядом авторов. Andaluz et al. в своем исследовании отметили, что ПК обеспечивала широкое рабочее пространство в области ретрокаротидного треугольника. Это позволяло осуществлять безопасный доступ к аневризмам верхушки БА без рисков повреждения ВСА (рис. 2, *а*) [52].

В исследовании Kim et al. резекция ПНО, в совокупности с пересечением дистального дурального кольца и передней петроклиноидной связки, значительно расширяла ретрокаротидное пространство, повышала хирургическую маневренность и улучшала визуализацию перфорирующих артерий [56].

Figueiredo E. et al. представили описание транскавернозного доступа к межножковой и препонтийной цистернам, включающего интрадуральную резекцию ПНО. Описанный доступ позволял мобилизовать ВСА и значительно расширить поле зрения в латерально-медиальном и краинокаудальном направлениях. Длина видимой части базилярной артерии увеличивалась с 11,07 до 18,87 мм, площадь видимой передней поверхности ствола мозга увеличивалась с 198,43 до 376,60 мм. Наибольшее влияние на указанные параметры оказывало пересечение дистального дурального кольца, которое становилось возможным только после резекции ПНО (рис. 2, *б*) [57].

Martínez-Pérez et al. в анатомическом исследовании с использованием нейронавигации на 5 препаратах (10 сторон) продемонстрировали двухкратное увеличение площади визуализации параклиноидного пространства с 92,8 до 184,1  $\text{мм}^2$ , улучшение визуализации ЗСА, офтальмической артерии, а также прехиазмальной цистерны (рис. 3) [58].

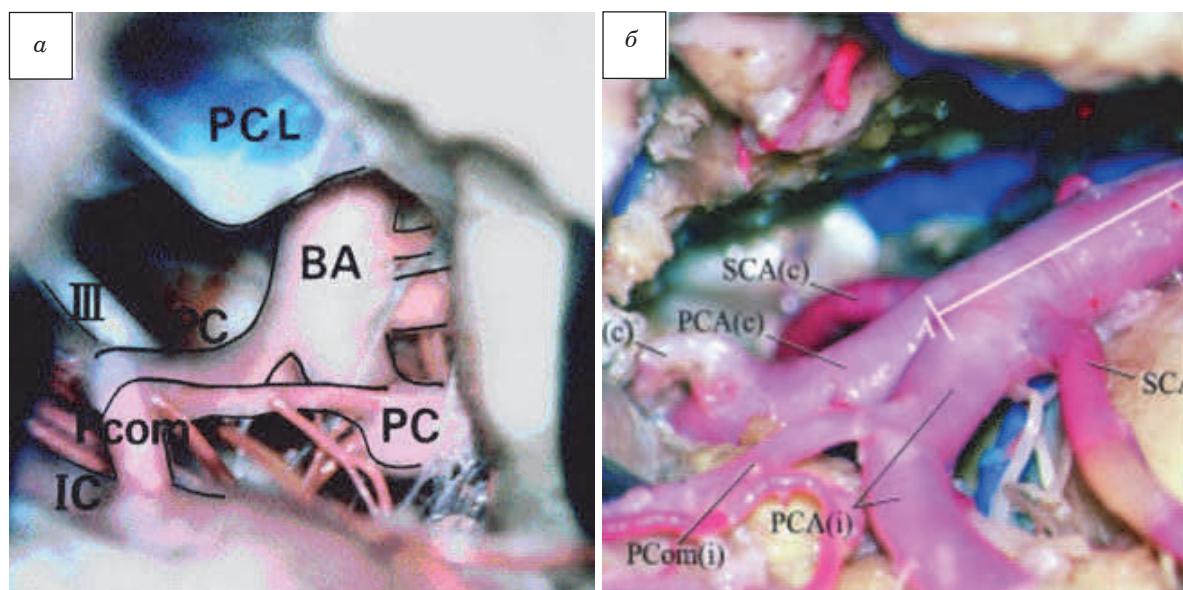


Рис. 2. Визуализация верхних отделов базилярной артерии после проведения передней клиноидэктомии, Andaluz et al., 2001 [52] (а); транскавернозный доступ к межножковой и препонтийной цистернам, включающий интрандуральную резекцию переднего наклоненного отростка, Figueiredo E. et al., 2006 [57] (б) (III – глазодвигательный нерв, BA – базилярная артерия, PCA – задняя мозговая артерия, Pcom – задняя соединительная артерия, IC – внутренняя сонная артерия, SCA – верхняя мозжечковая артерия, PCL – задний наклоненный отросток)

Fig. 2. Exposure of the upper basilar artery after anterior clinoidectomy, Andaluz et al., 2001 [52] (a); transcavernous approach for interpeduncular and prepontine cisterns with intradural resection of the anterior clinoid process, Figueiredo E. et al., 2006 [57] (b) (III – oculomotor nerve, BA – basilar artery, PCA – posterior cerebral artery, Pcom – posterior communicating artery, IC – internal carotid artery, SCA – superior cerebellar artery, PCL – posterior clinoid process)

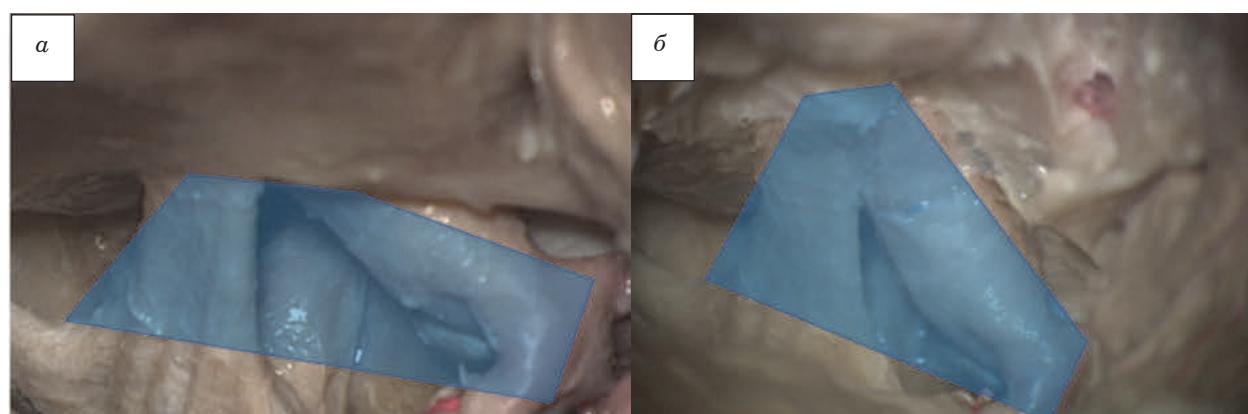


Рис. 3. Площадь визуализации параклиноидного пространства до (а) и после (б) резекции переднего наклоненного отростка, Martínez-Pérez et al., 2020 [58]  
Fig. 3. The area of exposure of the paraclinoid region before (a) and after (b) anterior clinoid process resection, Martínez-Pérez et al., 2020 [58]

Таким образом, в литературе описан ряд преимуществ, который обеспечивает ПК в ходе выполнения доступов к сосудистым патологиям как каротидного, так и вертебро-базилярного бассейнов. Однако представленные данные отличаются от автора к автору и требуют уточнения с целью формирования полного представления об эффективности интрандуральной

и экстрадуральной резекции ПНО в хирургии СЦА.

### Эволюция техники интрандуральной передней клиноидэктомии

Первое упоминание о резекции ПНО встречается в работе Walter E. Dandy 1944 г. В ходе доступа к аневризмам ВСА автор выполнял

интрадуральную переднюю клиноидэктомию (ИПК), а также парциальную резекцию крыши орбиты. В своей работе автор уделил большее внимание непосредственно технике выключения аневризм из кровотока и функциональным исходам. Ход выполнения резекции ПНО детально описан не был (рис. 4, *a*) [59].

В статье 1983 г. Vinko V. Dolenc описал технику ИПК в ходе доступа к интракавернозным аневризмам. Описанный доступ предполагал полную резекцию малого крыла клиновидной кости и широкое вскрытие ТМО вдоль клиновидного гребня через ПНО и зрительный нерв. После аспирации ликвора из базальных цистерн автор интрадурально бором резецировал ПНО, а также верхнюю и латеральную стенки ЗК [43].

Менее травматичные сходные техники описаны в ряде последующих работ [60–62]. Отличительной особенностью являлось вскрытие ТМО, непосредственно покрывающей ПНО. Далее ПНО, а также крышу и латеральную стенку ЗК резецировали бором (рис. 4, *b–г*).

Hadeishi et al. в 2003 г. впервые описали применение ультразвукового (УЗ) костного скальпеля для резекции ПНО. Клиноидэктомию выполняли интрадурально, после вскрытия ТМО, покрывающей ПНО и ЗК. Сначала вскрывали крышу ЗК, после чего субтотально резецировали ПНО. Оставшуюся часть зрительной распорки (ЗР) удалили с помощью костных кусачек [63].

Takahashi et al. в 2004 г. впервые представили технику интрадуральной резекции ПНО единственным блоком. Авторы выполняли два пропила алмазным 1-мм бором: первый – через малое крыло клиновидной кости над верхней глазничной щели (ВГЩ), второй – по медиальному краю ЗК. Далее выпиленный фрагмент, включающий ПНО и крышу ЗК, отламывали от ЗР и удаляли единственным блоком (рис. 4, *д*) [64].

В 2013 г. Sai Kiran et al. для ИПК предложили технику «ограниченного дриллинга», в ходе которой крышу ЗК вскрывали 1-мм кусачками Керрисона. Далее основной объем ПНО резецировали бором, оставляя тонкий фрагмент кортикального слоя, который отделяли от ТМО диссектором (рис. 4, *е*) [65].

В отечественной литературе применение ИПК в хирургии параклиноидных аневризм

описали Шехтман и др. в 2017 г. [29]. Авторы использовали традиционную технику ТМО, покрывающую ПНО и ЗК, вскрывали дугообразно и отделяли от кости. В большинстве случаев выполняли фрагментарное удаление, иногда выполняли резекцию единственным блоком.

Meybodi et al. предприняли попытку совместить преимущество интра- и экстрадуральной резекции и предложили «гибридную» технику [66]. Первым этапом экстрадурально бором резецировали основание ПНО и часть ЗР. Вторым этапом, после проведения интрадурального доступа к базальным цистернам, вскрывали ТМО, покрывающую ПНО, и бором резецировали оставшуюся часть ЗР. После чего ПНО удаляли единственным блоком (рис. 5).

До настоящего момента нерешенным остается ряд вопросов, касающихся ИПК. Интрадуральная парциальная резекция ПНО является единственной возможной альтернативой в ситуациях, когда ПНО пневматизирован, а отказ от ПК невозможен в связи с особенностями локализации или анатомии аневризмы. Однако нюансы техники ИПК при пневматизированном ПНО в литературе не описаны.

Не описаны особенности ИПК в других сложных клинических ситуациях, например, при спаянности купола аневризмы с ТМО, покрывающей ПНО, а также при компрессии зрительного нерва аневризмой.

## Эволюция техники экстрадуральной передней клиноидэктомии

Технику ЭПК впервые в 1985 г. предложил Vinko V. Dolenc в статье, посвященной комбинированному эпи-субдуральному доступу к параклиноидным аневризмам. После птериональной краниотомии автор резецировал крышу орбиты и малое крыло клиновидной кости вплоть до ПНО и наружного отверстия ЗК. Далее алмазным бором резецировали медиальную часть ПНО, чем отделяли последний от латеральной стенки ЗК. После этого ПНО отламывали от ЗР и удаляли единственным блоком (рис. 6, *а*) [67].

Yonekawa et al. впервые описали селективную ЭПК. Резекцию основания ПНО начинали в области клиновидного гребня. Далее вскрывали крышу ЗК в медиально-латеральном на-

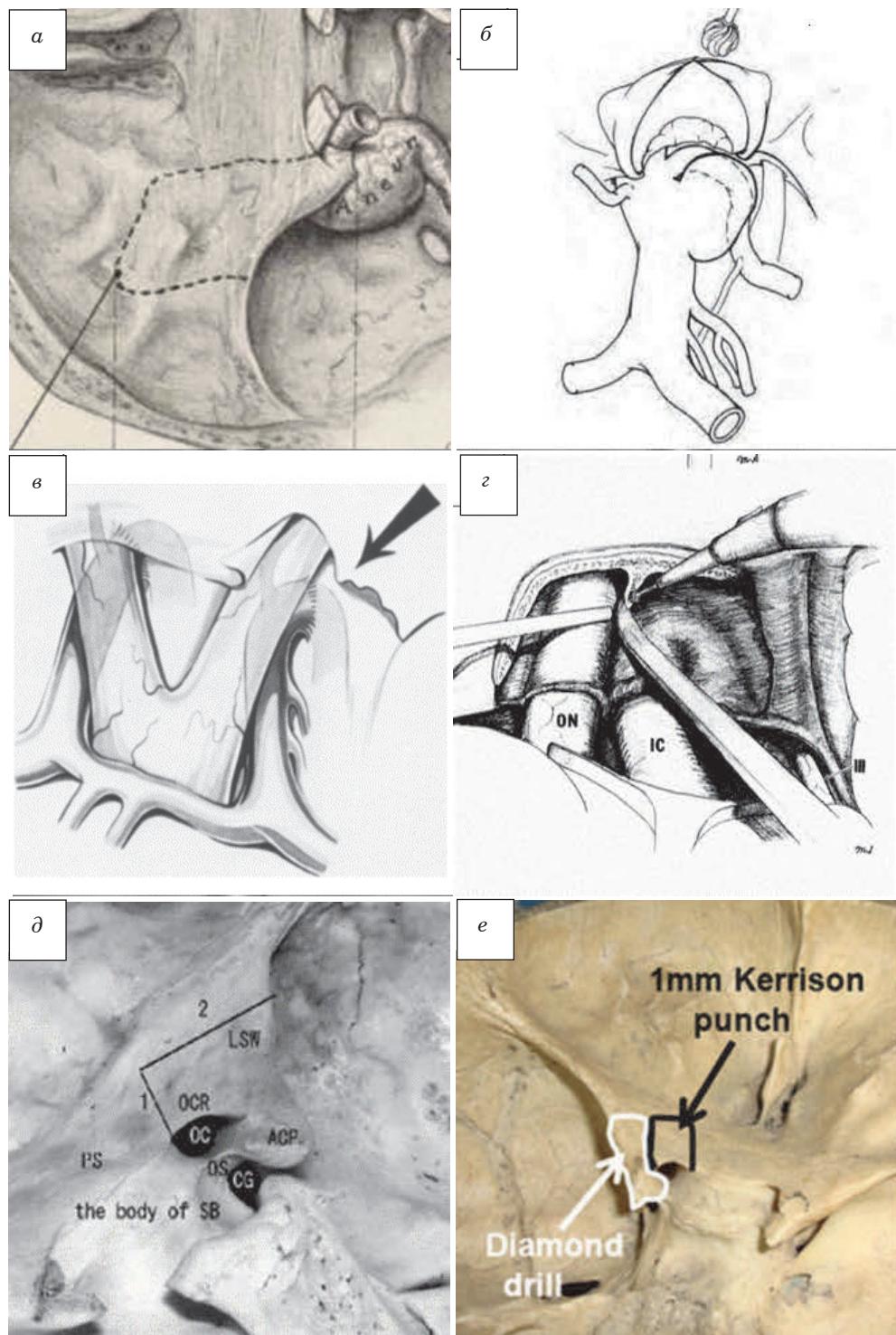


Рис. 4. Эволюция техники интрануральной передней клиноидэктомии: *а* – первая резекция ПНО, Walter E. Dandy, 1944 [59]; *б* – доступ к аневризмам устья задней соединительной артерии, Yasargil M., 1984 [61]; *в* – « ipsилатеральный доступ» к инфраклиноидным аневризмам, Pernezsky et al., 1985 [60]; *г* – доступ к интракавернозным отделам внутренней сонной артерии, Ohmoto et al., 1991 [48] (ON – зрительный нерв, IC – внутренняя сонная артерия); *д* – способ резекции ПНО единым блоком, Takahashi et al., 2004 [64] (1, 2 – линии первого и второго пропилов, OC – зрительный канал, ACP – передний наклоненный отросток, OS – зрительная распорка, ICA – внутренняя сонная артерия, LSW – малое крыло клиновидной кости); *е* – техника «ограниченного дриллинга», Sai Kiran et al., 2013 [65]

Fig. 4. Intradural anterior clinoidectomy technique evolution; *a* – first anterior clinoid process resection, Walter E. Dandy, 1944 [59]; *b* – posterior communicating artery aneurysm exposure, Yasargil M., 1984 [61]; *c* – «ipsilateral approach» to infraclinoidal aneurysms, Pernezsky et al., 1985 [60]; *d* – approach to the intracavernous segment of the internal carotid artery, Ohmoto et al., 1991 [48] (ON – optic nerve, IC – internal carotid artery); *d* – intradural en-bloc removal of the anterior clinoid process, Takahashi et al., 2004 [64] (1, 2 – lines 1 and 2 trace the drilling area, OC – optic canal, ACP – anterior clinoid process, OS – optic strut, ICA – internal carotid artery, LSW – lesser sphenoid wing); *e* – «limited drill» technique, Sai Kiran et al., 2013 [65]

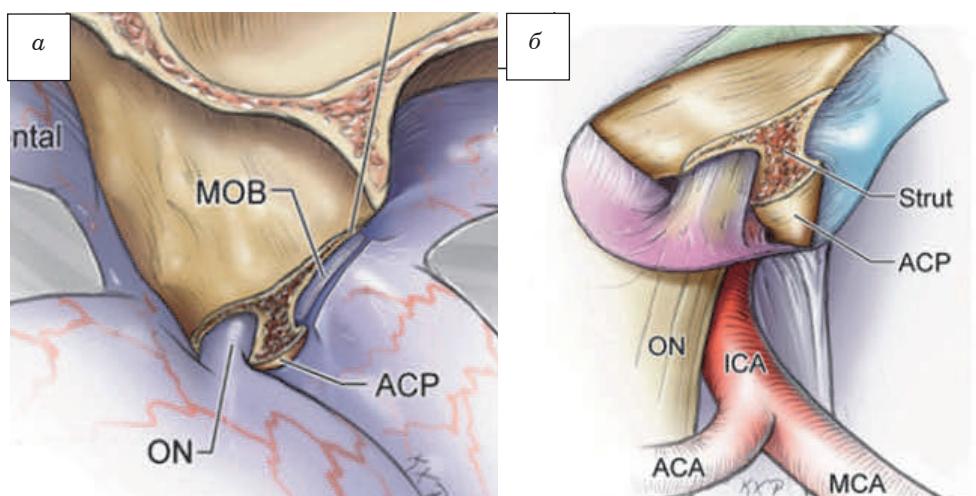


Рис. 5. «Гибридная техника» резекции переднего наклоненного отростка, Meybodi et al., 2019 [66]: а – экстрадуральный этап; б – интрануральный этап (ON – зрительный нерв, ACP – передний наклоненный отросток, MOB – менинго-орбитальный пучок, Strut – зрительная распорка, ICA – внутренняя сонная артерия, ACA – передняя мозговая артерия, MCA – средняя мозговая артерия)

Fig. 5. “Hybrid technique” of anterior clinoidectomy, Meybodi et al., 2019 [66]: а – extradural step; б – intradural step (ON – optic nerve, ACP – anterior clinoid process, MOB – meningo-orbital band, Strut – optic strut, ICA – internal carotid artery, ACA – anterior cerebral artery, MCA – middle cerebral artery)

правлении и удаляли его латеральную стенку, в том числе ЗР. После чего микродиссектором отделяли ПНО от твердой мозговой оболочки (ТМО) и удаляли единым блоком. Таким образом, крыша орбиты оставалась интактной (рис. 6, б) [68].

Отличительной особенностью описанных техник являлась узость хирургического коридора за счет фиксации ТМО, покрывающей височную долю, к надкостнице орбиты через ВГЩ. Это ограничивало маневренность и сопровождалось рисками повреждения соседних структур.

Дальнейшее развитие техники требовало принципиально нового подхода, который описан в ряде последующих работ [69–72]. Ключевой особенностью являлось выполнение латерального субтемпорального доступа к ПНО, парциальной диссекции латеральной стенки КС и пересечения менинго-орбитального пучка (МОП). Плоскость диссекции формировали между круглым отверстием и ВГЩ, после чего отслаивали собственный листок ТМО от надкостницы в медиальном направлении до латеральной поверхности ПНО. Далее пересекали МОП. Описанные техники предполагали значительную диссекцию базальной ТМО и КС. Кроме этого, III и IV и 1-ю ветвь V черепно-мозгового нерва (ЧМН) обнажались на значи-

тельном протяжении и могли быть повреждены в ходе последующих этапов операции.

В 2007 г. Froelich et al. описали менее травматичный и более безопасный способ диссекции латеральной стенки КС. Дуральную диссекцию начинали с пересечения МОП в области латеральной части ВГЩ, вдоль клиновидного гребня. Продвигаясь по выделенному слою, в медиальной части ВГЩ визуализировали III, 1-ю ветвь V, а в ряде случаев и IV ЧМН без рисков их повреждения. Далее под прямым визуальным контролем нервов ВГЩ отделяли наружный листок ТМО от внутреннего слоя латеральной стенки КС, мобилизовали височную долю и визуализировали латеральную и верхнюю поверхности тела ПНО (рис. 6, в) [73].

В 2009 г. Dongwoo John Chang впервые описал технику ЭПК без использования высокоскоростного бора [74]. Автор резецировал латеральную и заднюю части крыши орбиты вплоть до ЗК, за счет чего ПНО оставался фиксированным к клиновидной кости только небольшим фрагментом крыши ЗК и ЗР. Это позволяло удалить ПНО кусачками без рисков повреждения окружающих структур (рис. 6, г).

Развитие малоинвазивной нейрохирургии нашло свое отражение в новых техниках ЭПК. Komatsu et al. в анатомическом исследовании продемонстрировали возможность ЭПК из

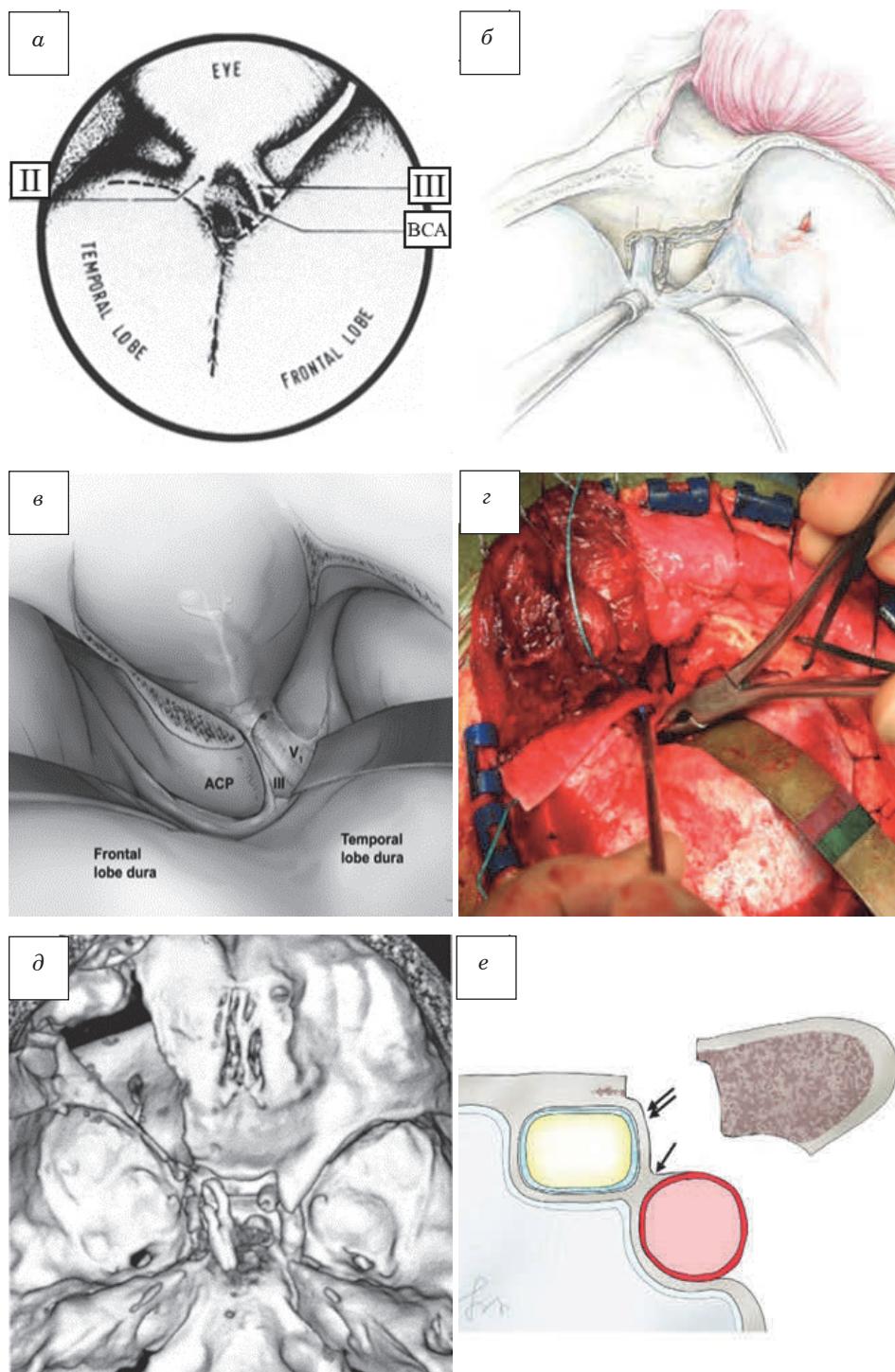


Рис. 6. Эволюция техники ЭПК: *а* – комбинированный эпи-субдуральный доступ, Vinko V. Dolenc, 1985 [67]; *б* – селективная экстрадуральная передняя клиноидэктомия, Yonekawa et al., 1997 [68]; *в* – пересечение менинго-орбитального пучка с последующим доступом к переднему наклоненному отростку, Froelich et al., 2007 [73]; *г* – экстрадуральная передняя клиноидэктомия без использования высокоскоростного бора, Dongwoo John Chang, 2009 [74]; *д* – малотравматичный трансорбитальный доступ с экстрадуральной резекцией переднего наклоненного отростка, Джинджихадзе и др., 2019 [22]; *е* – селективная передняя клиноидэктомия без вскрытия зрительного канала, Kimura et al., 2023 [80] (ACP – передний наклоненный отросток, V1 – глазная ветвь тройничного нерва, II – зрительный нерв, III – глазодвигательный нерв, BCA – внутренняя сонная артерия)

Fig. 6. Extradural anterior clinoidectomy technique evolution: *a* – combined epi- and subdural approach, Vinko V. Dolenc, 1985 [67]; *b* – selective extradural anterior clinoidectomy, Yonekawa et al., 1997 [68]; *c* – “No-drill” technique of anterior clinoidectomy, Dongwoo John Chang, 2009 [74]; *d* – Low-traumatic transorbital approach with an extradural resection of the anterior clinoid process, Dzhindzhikhadze 2019 [22]; *e* – Selective extradural anterior clinoidectomy leaving the optic canal unopened, Kimura et al., 2023 [80] (ACP – anterior clinoid process, V1 – ophthalmic branch of the trigeminal nerve, II – optic nerve, III – oculomotor nerve, BCA – internal carotid artery)

keyhole-супраорбитального доступа [75]. Beerg-Furlan et al. в анатомическом исследовании описали способ выполнения эндоскопической ЭПК через трефинационное отверстие [76].

Джинджихадзе и др. впервые описали способ экстрадуральной резекции ПНО из минимально инвазивного трансорбитального (keyhole) доступа [22]. Описанная техника позволяла снизить травматичность доступа, сократить длительность операции и сроки восстановления пациентов. Несколько позже Lim et al. представили клиническую серию пациентов, успешно перенесших хирургическое вмешательство из описанного доступа с эндоскопической ассистенцией (рис. 6, д) [77].

Xiao et al. описали технику эндоскопической эндоназальной ПК [78]. Учитывая выполнение в ряде случаев эндоскопических эндоназальных доступов к ЦА, описанный способ может быть вполне применим. López et al. в анатомическом исследовании описали эндоскопический способ ЭПК через трансорбитальный доступ [79]. Описанный доступ не может быть рутинно использован, однако является интересной альтернативой.

Kimura et al. продемонстрировали возможность выполнения ЭПК без вскрытия крыши ЗК [80]. Указанная техника может использоваться в ситуациях, когда декомпрессия зрительного нерва не требуется (рис. 6, е).

Таким образом, до настоящего времени единого мнения о наиболее оптимальном способе экстрадуральной резекции ПНО в литературе не представлено. Авторы описывают техники, значительно отличающиеся как в плане доступов к ПНО, так и нюансами его резекции.

Объем и техника диссекции базальных дуральных структур, предшествующей костной резекции, значительно варьируют в работах разных авторов. Вопрос о наиболее оптимальном способе, обладающем наибольшей эффективностью и минимальной травматичностью, остается открытым.

Единого мнения о необходимом объеме базальной костной резекции до настоящего времени также не сформулировано. Одни авторы проводили полную резекцию крыши орбиты, малого крыла клиновидной кости и ПНО, в то

время как другие ограничивались селективной ПК.

## Заключение

Резекция ПНО является одной из базовых техник в хирургии передней, средней черепных ямок и параселлярного пространства. Особый интерес представляет ПК, выполняемая в ходе доступа к СЦА.

До настоящего времени нерешенным остается вопрос предоперационного определения показаний к ПК. Для параклиноидных аневризм и аневризм ВОБА не описаны случаи, когда резекции ПНО можно избежать с целью минимизации хирургической травмы. И, наоборот, для аневризм УЗСА не определены предоперационные нейровизуализационные критерии ее необходимости.

Кроме этого, не разработан алгоритм индивидуального планирования резекции ПНО в хирургии СЦА, учитывающий особенности строения аневризматического комплекса, а также костной анатомии ПНО и соседних структур основания черепа.

Представленные в литературе морфометрические исследования не позволяют сформировать полного представления об эффективности резекции ПНО в хирургии СЦА. До настоящего времени не проведено сравнительных морфометрических исследований эффективности интрадуральной и экстрадуральной резекции ПНО.

Технические нюансы резекции ПНО освещены в литературе недостаточно. Не определен оптимальный объем дуральной диссекции и базальной костной резекции в ходе ЭПК. Не описаны особенности ИПК в сложных клинических ситуациях, например, при спаянности купола аневризмы с ТМО, покрывающей ПНО, а также при грубой компрессии зрительного нерва аневризмой.

Таким образом, актуальным является проведение дальнейших исследований, направленных на разработку алгоритма индивидуального предоперационного планирования и определения показаний к ПК в микрохирургии СЦА, морфометрическое обоснование интрадуральной и экстрадуральной резекции ПНО, а также уточнение особенностей техники резекции.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки. **Financing.** The study was performed without external funding.

#### ORCID авторов / ORCID of authors

Зайцев Андрей Дмитриевич /  
Zaitsev Andrew Dmitrievich  
<https://orcid.org/0000-0002-0987-3436>

Джинджихадзе Реваз Семенович /  
Dzhindzhikhadze Revaz Semenovich  
<https://orcid.org/0000-0003-3283-9524>

Поляков Андрей Викторович /  
Polyakov Andrey Viktorovich  
<https://orcid.org/0000-0001-7413-1968>

Лазарев Валерий Александрович /  
Lazarev Valeriy Alexandrovich  
<https://orcid.org/0000-0001-9663-0960>

## Литература / References

1. Bederson J. B., Connolly E. S., Batjer H. H., Dacey R. G., Dion J. E., Diringer M. N., Duldner J. E., Harbaugh R. E., Patel A. B., Rosenwasser R. H. Guidelines for the management of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a statement for healthcare professionals from a special writing group of the Stroke Council, American Heart Association. *Stroke*. 2009;40(3):994–1025. Doi: <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.108.191395>.
2. Juvela S. Natural history of unruptured intracranial aneurysms: risks for aneurysm formation, growth, and rupture. *Acta Neurochirurgica. Supplement*. 2002;82(82):27–30. Doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-7091-6736-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-7091-6736-6_5).
3. Steiner T., Juvela S., Unterberg A., Jung C., Forsting M., Rinkel G. European Stroke Organization guidelines for the management of intracranial aneurysms and subarachnoid haemorrhage. *Cerebrovascular diseases (Basel, Switzerland)*. 2013;35(2):93–112. Doi: <https://doi.org/10.1159/000346087>.
4. Хирургия аневризм головного мозга. Т. 1 / под ред. В. В. Крылова. М.: ИП «Т. А. Алексеева». 2011. [Khirurgiya anevrizm golovnogo mozga. Vol. 1; eds by V. V. Krylov. Moscow: IP «T. A. Alekseeva»; 2011. (In Russ.)].
5. Хирургическое лечение аневризм головного мозга в остром периоде кровоизлияния / под ред. Ш. Ш. Элиавы. М.: ИП «Т. А. Алексеева», 2019. [Khirurgicheskoe lechenie anevrizm golovnogo mozga v ostrom periode krovoizliyaniya; eds by S. S. Eliava. Moscow: IP «T. A. Alekseeva»; 2019. (In Russ.)].
6. Lawton M. T., Vates G. E. Subarachnoid Hemorrhage. *The New England journal of medicine*. 2017;377(3):257–266. Doi: <https://doi.org/10.1056/NEJMCP1605827>.
7. Taufique Z., May T., Meyers E., Falo C., Mayer S. A., Agarwal S., Park S., Connolly E. S., Claassen J., Schmidt J. M. Predictors of Poor Quality of Life 1 Year After Subarachnoid Hemorrhage. *Neurosurgery*. 2016;78(2):256–263. Doi: <https://doi.org/10.1227/NEU.0000000000001042>.
8. Hanel R. A., Spetzler R. F. Surgical treatment of complex intracranial aneurysms. *Neurosurgery*. 2008;62(6 Suppl 3):1289–1299. Doi: <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000333794.13844.D9>.
9. Sekhar L. N., Natarajan S. K., Ellenbogen R. G., Ghodke B. Cerebral revascularization for ischemia, aneurysms, and cranial base tumors. *Neurosurgery*. 2008;62(6) (Suppl 3):1373–1410. Doi: <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000333803.97703.C6>.
10. Andaluz N., Zuccarello M. Treatment strategies for complex intracranial aneurysms: review of a 12-year experience at the university of Cincinnati. *Skull base: official journal of North American Skull Base Society*. 2011;21(4):233–241. Doi: <https://doi.org/10.1055/S-0031-1280685>.
11. Sun Y., Wan B., Li Q., Li T., Huang G., Zhang W., Yang J., Tong X. Endovascular Treatment for Cavernous Carotid Aneurysms: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases: the official journal of National Stroke Association*. 2020;29(6). Doi: <https://doi.org/10.1016/J.JSTROKECEREBROVASCIS.2020.104808>.
12. Wang Y., Yu J. Endovascular treatment of aneurysms of the paraophthalmic segment of the internal carotid artery: Current status. *Frontiers in neurology*. 2022;13. Doi: <https://doi.org/10.3389/FNEUR.2022.913704>.
13. Яковлев С. Б., Арутюнян С. Р., Дорохов П. С. и др. Эндоваскулярное лечение крупных и гигантских интракраниальных аневризм с использованием потокопреренаправляющих стентов // Вопросы нейрохирургии: Журнал им. Н. Н. Бурденко. 2015. Т. 79, № 4. С. 19–27. [Yakovlev S. B., Arustamyan S. R., Dorokhov P. S., Bocharov A. V., Bukharin E. Y., Arkhangel'skaya Y. N., Aref'eva I. A. Endovascular treatment of large and giant intracranial aneurysms using flow-diverting stents. Voprosy Neirokhirurgii: Zhurnal Imeni N. N. Burdenko. 2015;79(4):19–27. Doi: <https://doi.org/10.17116/neiro201579419-27> (In Russ.)].
14. Олейник А. А., Иванова Н. Е., Горощенко С. А. и др. Качество жизни пациентов с разорвавшимися множественными церебральными аневризмами после эндоваскулярной операции // Мед. вестн. Северного Кавказа. 2020. Т. 15, № 3. С. 400–404. [Oleynik A. A., Ivanova N. E., Goroshchenko S. A., Ivanov A. A., Oleynik E. A., Ulitin A. U., Ivanov A. U. The quality of life in patients with ruptured multiple cerebral aneurysms after endovascular treatment. Medical News of North Caucasus. 2020;15(3):400–404. Doi: <https://doi.org/10.14300/MNNC.2020.15095> (In Russ.)].
15. Кандыба Д. В., Бабичев К. Н., Савелло А. В. и др. Внутрисосудистые реконструкции с применением изолирующих стентов в нейрохирургии. *Нейрохирургия*. 2016. № 1. С. 17–27. [Kandyba D. V., Babichev K. N., Savello A. V., Landik S. A., Svitov D. V., Chesnokov A. A., Dolgi V. N. Endovascular reconstruction using covered stents in neurosurgery. Medical Russian journal of neurosurgery. 2016;1(17–27. (In Russ.)]. Doi: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26727609>.
16. Lindgren A., Vergouwen M. Di, Schaaf I., Algra A., Wermer M., Clarke M. J., Rinkel G. J. Endovascular coiling versus neurosurgical clipping for people with aneurysmal subarachnoid haemorrhage. The Cochrane database of systematic reviews. 2018;8(8). Doi: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003085.PUB3>.
17. McDougall C. G., Spetzler R. F., Zabramski J. M., Partovi S., Hills N. K., Nakaji P., Albuquerque F. C. The barrow ruptured aneurysm trial: Clinical article. *Journal of Neurosurgery*. 2012;116(1):135–144. Doi: <https://doi.org/10.3171/2011.8.JNS101767>.
18. Falk Delgado A., Andersson T., Falk Delgado A. Ruptured carotid-ophthalmic aneurysm treatment: a non-

- inferiority meta-analysis comparing endovascular coiling and surgical clipping. *British journal of neurosurgery*. 2017;31(3):345–349. Doi: <https://doi.org/10.1080/02688697.2017.1297371>.
19. Rodriguez-Calienes A., Borjas-Calderón N. F., Vivanco-Suarez J., Zila-Velasque J. P., Chavez-Malpartida S. S., Terry F., Grados-Espinoza P., Saal-Zapata G. Endovascular Treatment and Microsurgical Clipping for the Management of Paraclinoid Intracranial Aneurysms: A Systematic Review and Meta-Analysis. *World Neurosurgery*. 2023;178:e489–e509. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2023.07.108>.
20. Hoh B. L., Ko N. U., Amin-Hanjani S., Hsiang-Yi Chou S., Cruz-Flores S., Dangayach N. S., Derdeyn C. P., Du R., Hänggi D., Hetts S. W., Ifejika N. L., Johnson R., Keigher K. M., Leslie-Mazwi T. M., Lucke-Wold B., Rabinstein A. A., Robicsek S. A., Stapleton C. J., Suarez J. I., Tjoumakaris S. I., Welch B. G. Guideline for the Management of Patients With Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: A Guideline From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2023;54(7). Doi: <https://doi.org/10.1161/str.0000000000000436>.
21. Бобинов В. В., Горощенко С. А., Рожченко Л. В. и др. Исторические аспекты микрохирургического лечения церебральных аневризм // История медицины. 2021. Т. 7, № 2. [Bobinov V., Goroshchenko S., Rozhchenko L., Samochernykh K., Petrov A. Historical aspects of microsurgical treatment of brain aneurysms. *Istoriya meditsiny*. 2021;7(2) (In Russ.)]. Doi: <https://doi.org/10.17720/2409-5583.t7.2.2021.08h>.
22. Патент РФ на изобретение № 2704883 / 28.09.18. Джинджихадзе Р. С., Древаль О. Н., Лазарев В. А., Поляков А. В., Салимова Э. И. Малотравматичный трансортитальный доступ с экстрадуральной резекцией переднего наклоненного отростка в хирургии аневризм верхних отделов базилярной артерии. Бюл. № 31. Ссылка активна на . URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_41323229\\_35474221.PDF](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_41323229_35474221.PDF) (дата обращения: 24.09.2023). [Russian Federation invention No. 2704883 / 28.09.18. Dzhindzhikhadze R. S., Dreval O. N., Lazarev V. A., Polyakov A. V., Salyamova E. I. Low-traumatic transorbital approach with an extradural resection of an anterior inclined process in an aneurism of an upper basilar artery. Bull. No 31. (In Russ.). Available from: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_41323229\\_35474221.PDF](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_41323229_35474221.PDF) (Accessed 24 September 2023)].
23. Хирургия сложных аневризм головного мозга / под ред. В. В. Крылова. М.: АБВ-пресс, 2019. С. 95–168. [Khirurgiya slozhnykh anevrizm golovnogo mozga; eds by V. V. Krylov. Moscow: ABV-press; 2019, pp. 95–168. (In Russ.)].
24. Мельченко С. А., Черекаев В. А., Суфянов А. А. и др. Топографо-анатомическое сравнение площади костной резекции чешуи височной кости и большого крыла клиновидной кости до дна средней черепной ямки при выполнении двухлоскутного и трехлоскутного орбитоизгоматических доступов // Рос. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2023. Т. 15, № 2. С. 66–74. [Melchenko S. A., Cherekaev V. A., Sufianov A. A., Nikolenko V. N., Golodnev G. E., Gizatullin M. R., Lasunin N. V., Sheliagin I. S., Surikov A. A., Senko I. V. Topographic and anatomical comparison of the area of bone resection of petrosal squamosa and greater sphenoid wing down to the floor of middle cranial fossa in two-piece and three-piece orbitozygomatic approaches. *Russian Journal of Neurosurgery*. 2023;15(2):66–74. (In Russ.)]. Doi: [https://doi.org/10.56618/2071-2693\\_2023\\_15\\_2\\_66](https://doi.org/10.56618/2071-2693_2023_15_2_66).
25. Tanriover N., Ulm A. J., Rhoton A. L., Kawashima M., Yoshioka N., Lewis S. B. One-piece versus two-piece orbitozygomatic craniotomy: Quantitative and qualitative considerations. *Neurosurgery*. 2006;58(suppl 2). Doi: <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000210010.46680.B4>.
26. Figueiredo E. G., Zabramski J. M., Deshmukh P., Crawford N. R., Spetzler R. F., Preul M. C. Comparative analysis of anterior petrosectomy and transcavernous approaches to retrosellar and upper clival basilar artery aneurysms. *Neurosurgery*. 2006;58(suppl 1). Doi: <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000193921.17628.6F>.
27. D'Ambrosio A. L., Mocco J., Hankinson T. C., Bruce J. N., Van Loveren H. R. Quantification of the frontotemporal orbitozygomatic approach using a three-dimensional visualization and modeling application. *Neurosurgery*. 2008;62(3)(Suppl 1). Doi: <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000317401.38960.F6>.
28. Flores B. C., White J. A., Hunt Batjer H., Samson D. S. The 25th anniversary of the retrograde suction decompression technique (Dallas technique) for the surgical management of paraclinoid aneurysms: Historical background, systematic review, and pooled analysis of the literature. *Journal of Neurosurgery*. 2019;130(3):902–916. Doi: <https://doi.org/10.3171/2017.11.JNS17546>.
29. Микрохирургическое лечение крупных и гигантских аневризм внутренней сонной артерии / под ред. Ш. Ш. Элиавы. М.: ИП «Т. А. Алексеева», 2017. [Mikrokhirurgicheskoe lechenie krupnykh i gigantskikh anevrizm vnutrennei sonnoi arterii; eds by S. S. Eliava. Moscow: IP «T.A. Alekseeva»; 2017. (In Russ.)].
30. Wiebers D. O. Unruptured intracranial aneurysms: natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *The Lancet*. 2003;362(9378):103–110. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(03\)13860-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)13860-3).
31. Luzzi S., Del Maestro M., Galzio R. Posterior Circulation Aneurysms: A Critical Appraisal of a Surgical Series in Endovascular Era. *Acta Neurochirurgica, Supplementum*. 2021;(132):39–45. Doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-63453-7\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-63453-7_6).
32. Люнькова Р. Н., Крылов В. В. Хирургия аневризм базилярной артерии. *Нейрохирургия*. 2017. № 1. С. 80–92. [Krylov V. V., Lyun'Kova R. N. Surgery of basilar aneurysms. *Russian journal of neurosurgery*. 2017;(1):80–92. (In Russ.)].
33. Kamide T., Tabani H., Safaee M. M., Burkhardt J. K., Lawton M. T. Microsurgical clipping of ophthalmic artery aneurysms: Surgical results and visual outcomes with 208 aneurysms. *Journal of Neurosurgery*. 2018;129(6):1511–1521. Doi: <https://doi.org/10.3171/2017.7.JNS17673>.
34. Yamada Y., Ansari A., Sae-Ngow T., Tanaka R., Kawase T., Kalyan S., Kato Y. Microsurgical treatment of paraclinoid aneurysms by extradural anterior clinoidectomy: The Fujita experience. *Asian Journal of Neurosurgery*. 2019;14(03):868–872. Doi: [https://doi.org/10.4103/ajns.ajns\\_130\\_17](https://doi.org/10.4103/ajns.ajns_130_17).
35. Otani N., Toyooka T., Wada K., Mori K. Modified extradural temporopolar approach with suction decompression for clipping of large paraclinoid aneurysm: Technical note. *Surgical Neurology International*. 2017;8(1). Doi: [https://doi.org/10.4103/sni.sni\\_377\\_16](https://doi.org/10.4103/sni.sni_377_16).
36. Choque-Velasquez J., Hernesniemi J. Anterior clinoidectomy for paraclinoid aneurysms in Helsinki Neurosurgery. *Surgical neurology international*. 2018;9(1):185. Doi: [https://doi.org/10.4103/SNI.SNI\\_261\\_18](https://doi.org/10.4103/SNI.SNI_261_18).
37. Sanai N., Caldwell N., Englot D. J., Lawton M. T. Advanced technical skills are required for microsurgical clipping of posterior communicating artery aneurysms in the endovascular era. *Neurosurgery*. 2012;71(2):285–294. Doi: <https://doi.org/10.1227/NEU.0b013e318256c3eb>.
38. Kamide T., Burkhardt J. K., Tabani H., Safaee M. M., Lawton M. T. Preoperative Prediction of the Necessity for Anterior Clinoidectomy During Microsurgical Clipping of Ruptured Posterior Communicating Artery Aneurysms. *World Neurosurgery*. 2018;109:e493–e501. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.10.007>.
39. Park S. K., Shin Y. S., Lim Y. C., Chung J. Preoperative predictive value of the necessity for anterior clinoidectomy

- in posterior communicating artery aneurysm clipping. *Neurosurgery*. 2009;65(2):281–285. Doi: <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000348296.09722.2F>.
40. Hakuba A., Matsuoka Y., Suzuki T., Komiyama M., Jin T. B., Inoue Y. Direct approaches to vascular lesions in the cavernous sinus via the medial triangle. Dolenc V. V., ed. *The Cavernous Sinus*. Vienna. Springer Vienna; 1987:272–284.
41. Inoue T., Rhiton A. L., Theele D., Barry M. E. Surgical approaches to the cavernous sinus: a microsurgical study. *Neurosurgery*. 1990;26(6):903. Doi: <https://doi.org/10.1097/00006123-199006000-00001>.
42. Nutik S. Carotid paraclinoid aneurysms with intradural origin and intracavernous location. *Journal of neurosurgery*. 1978;48(4):526–533. Doi: <https://doi.org/10.3171/JNS.1978.48.4.0526>.
43. Dolenc V. V. Direct microsurgical repair of intracavernous vascular lesions. *Journal of neurosurgery*. 1983;58(6):824–831. Doi: <https://doi.org/10.3171/JNS.1983.58.6.0824>.
44. Spiessberger A., Strange F., Fandino J., Marbacher S. Microsurgical Clipping of Basilar Apex Aneurysms: A Systematic Historical Review of Approaches and their Results. *World neurosurgery*. 2018;(114):305–316. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.03.141>.
45. Yonekawa Y., Khan N., Imhof H. G., Roth P. Basilar bifurcation aneurysms. Lessons learnt from 40 consecutive cases. *Acta Neurochirurgica. Supplement*. 2005;(94):39–44. Doi: [https://doi.org/10.1007/s-211-27911-3\\_7](https://doi.org/10.1007/s-211-27911-3_7).
46. Dzhindzhikhadze R. S., Dreval O. N., Lazarev V. A., Polyakov A. V., Kambiev R. L., Salyamova E. I. Transpalpebral approach for microsurgical clipping of an unruptured basilar apex aneurysm: case report and literature review. *British journal of neurosurgery*. 2020. Doi: <https://doi.org/10.1080/02688697.2020.1849543>.
47. Krish A. F., Kadri P. A. S. Surgical clipping of complex basilar apex aneurysms: a strategy for successful outcome using the pretemporal transzygomatic transcavernous approach. *Neurosurgery*. 2005;56(suppl 2). Doi: <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000156785.63530.4E>.
48. Nutik S. L. Removal of the anterior clinoid process for exposure of the proximal intracranial carotid artery. *Journal of neurosurgery*. 1988;69(4):529–534. Doi: <https://doi.org/10.3171/JNS.1988.69.4.0529>.
49. Evans J. J., Hwang Y. S., Lee J. H. Pre- versus post-anterior clinoidectomy measurements of the optic nerve, internal carotid artery, and opticocarotid triangle: a cadaveric morphometric study. *Neurosurgery*. 2000;46(4):1018–21. Doi: <https://doi.org/10.1097/00006123-200004000-00054>.
50. Andaluz N., Beretta F., Bernucci C., Keller J. T., Zuccarello M. Evidence for the improved exposure of the ophthalmic segment of the internal carotid artery after anterior clinoidectomy: Morphometric analysis. *Acta Neurochirurgica*. 2006;148(9):971–975. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00701-006-0862-x>.
51. Tripathi M., Deo R. C., Damodaran N., Suri A., Srivastav V., Baby B., Singh R., Kumar S., Kalra P., Banerjee S., Prasad S., Paul K., Roy T. S., Lalwani S., Sharma B.S. Quantitative analysis of variable extent of anterior clinoidectomy with intradural and extradural approaches: 3-dimensional analysis and cadaver dissection. *Operative Neurosurgery*. 2015;11(1):160. Doi: <https://doi.org/10.1227/NEU.0000000000000599>.
52. Andaluz N., Beretta F., Bernucci C., Keller J. T., Zuccarello M. Removal of anterior clinoid process for basilar tip aneurysm: clinical and cadaveric analysis. *Neurological research*. 2001;23(4):298–303. Doi: <https://doi.org/10.1179/016164101101198523>.
53. Dogan A., Cetas J. S., Anderson G. J., Rekito A., Delashaw J. B. Quantitative Anterior and Posterior Clinoidectomy Analysis and Mobilization of the Oculomotor Nerve during Surgical Exposure of the Basilar Apex Using Frameless Stereotaxis. *Journal of Neurological Surgery, Part B: Skull Base*. 2017;78(4):295–300. Doi: <https://doi.org/10.1055/s-0036-1597813>.
54. Youssef A. S., Aziz K. M. A., Kim E. Y., Keller J. T., Zuccarello M., van Loveren H. R., Batjer H. H., Gore P. A., Spetzler R. F., Dolenc V. V., Day A. L., Theodosopoulos P. V. The Carotid-oculomotor Window in Exposure of Upper Basilar Artery Aneurysms: A Cadaveric Morphometric Study. *Neurosurgery*. 2004;54(5):1181–1189. Doi: <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000119757.28390.98>.
55. Sade B., Kweon C. Y., Evans J. J., Lee J. H. Enhanced exposure of carotico-oculomotor triangle following extradural anterior clinoidectomy: A comparative anatomical study. *Skull Base*. 2005;15(3):157–161. Doi: <https://doi.org/10.1055/s-2005-871523>.
56. Kim M., Evans A. I., Fukuda H., Kim N., Stieg P. E., Bernardo A. Surgical Management of Posterior Communicating Artery Aneurysms in the Presence of a Low-Coursing Internal Carotid Artery and Narrowed Retrocarotid Window. *World Neurosurgery*. Doi: <https://doi.org/2020;139:558–566.10.1016/j.wneu.2020.04.200>.
57. Figueiredo E. G., Zabramski J. M., Deshmukh P., Crawford N. R., Preul M. C., Spetzler R. F. Anatomical and quantitative description of the transcavernous approach to interpeduncular and preoptine cisterns. Technical note. *Journal of neurosurgery*. 2006;104(6):957–964. Doi: <https://doi.org/10.3171/JNS.2006.104.6.957>.
58. Martínez-Pérez R., Albonette-Felicio T., Zachariah M. A., Hardesty D. A., Carrau R. L., Prevedello D. M. Quantitative Anatomic Study of the Minipterional Craniotomy in the Paracarotid Region: Benefits of Extradural Anterior Clinoidectomy. *World Neurosurgery*. 2020;(135):221–229. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.11.120>.
59. Dandy W. E. Aneurysms in the Carotid Canal. Dandy W. E., ed. *Intracranial arterial aneurysms*. Ithaca, N.Y. Comstock Publishing Company, inc., Cornell University; 1944, pp. 103–111.
60. Perneczky A., Knosp E., Vorkapic P., Czech T. Direct surgical approach to infracarotid aneurysms. *Acta Neurochirurgica*. 1985;76(1–2):36–44. Doi: <https://doi.org/10.1007/BF01403827>.
61. Yasargil M. G. Carotid-Posterior Communicating Aneurysms. Yasargil M.G., Smith R. D., eds. *Microneurosurgery*. Vol. 2. N. Y.: Georg Thieme; 1984, pp. 71–98.
62. Ohmoto T., Nagao S., Mino S., Ito T., Honma Y., Fujiwara T. Exposure of the intracavernous carotid artery in aneurysm surgery. *Neurosurgery*. 1991;28(2):317. Doi: <https://doi.org/10.1097/00006123-199102000-00026>.
63. Hadeishi H., Suzuki A., Yasui N., Satou Y., Kawase T., Sekhar L. N., Stimac D., Hakuba A. Anterior clinoidectomy and opening of the internal auditory canal using an ultrasonic bone curette. *Neurosurgery*. 2003;52(4):867–871. Doi: <https://doi.org/10.1227/01.NEU.000053147.67715.58>.
64. Takahashi J. A., Kawarazaki A., Hashimoto N., Yonekawa Y. Intradural en-bloc removal of the anterior clinoid process. *Acta Neurochirurgica*. 2004;146(5):505–509. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00701-004-0249-9>.
65. Sai Kiran N. A., Furtado S. V., Hegde A. S. How i do it: Anterior clinoidectomy and optic canal unroofing for microneurosurgical management of ophthalmic segment aneurysms. *Acta Neurochirurgica*. 2013;155(6):1025–1029. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00701-013-1685-1>.
66. Meybodi A. T., Lawton M. T., Yousef S., Guo X., Sánchez J. J. G., Tabani H., García S., Burkhardt J. K., Benet A. Anterior clinoidectomy using an extradural and intradural 2-step hybrid technique. *Journal of Neurosurgery*. 2019;130(1):238–247. Doi: <https://doi.org/10.3171/2017.8.JNS171522>.
67. Dolenc V. V. A combined epi- and subdural direct approach to carotid-ophthalmic artery aneurysms. *J Neurosurg*. 1985. Doi: <https://doi.org/10.3171/jns.1985.62.5.0667>.

68. Yonekawa Y., Ogata N., Imhof H. G., Olivecrona M., Strommer K., Kwak T. E., Roth P., Groscurth P. Selective extradural anterior clinoidectomy for supra- and parasellar processes. Technical note. *Journal of neurosurgery.* 1997;87(4):636–642. Doi: <https://doi.org/10.3171/JNS.1997.87.4.0636>.
69. Coscarella E., Bakaya M. K., Morcos J. J., Rosenblatt S., Ceric I. S., Sekhar L. N., Day J. D., Zubay G., Spetzler R. F., George B. An alternative extradural exposure to the anterior clinoid process: The superior orbital fissure as a surgical corridor. *Neurosurgery.* 2003;53(1):162–167. Doi: <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000068866.22176.07>.
70. Noguchi A., Shiokawa Y., Mcmenomey S. O., Delashaw J.B. Extradural anterior clinoidectomy. Technical note. *Journal of neurosurgery.* 2005;102(5):945–950. Doi: <https://doi.org/10.3171/jns.2005.102.5.0945>.
71. Avci E., Bademci G., Ozturk A. Microsurgical landmarks for safe removal of anterior clinoid process. Minimally invasive neurosurgery. 2005;48(5):268–272. Doi: <https://doi.org/10.1055/S-2005-915595>.
72. Seoane E., Tedeschi H., De Oliveira E., Wen H. T., Rhoton A. L. The pretemporal transcaavernous approach to the interpeduncular and prepontine cisterns: microsurgical anatomy and technique application. *Neurosurgery.* 2000;46(4):891–899. Doi: <https://doi.org/10.1097/00006123-200004000-00021>.
73. Froelich S. C., Aziz K. M. A., Levine N. B., Theodosopoulos P. V., van Loveren H. R., Keller J. T. Refinement of the extradural anterior clinoidectomy: surgical anatomy of the orbitotemporal periosteal fold. *Neurosurgery.* 2007;61(5)(suppl 2). Doi: <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000303215.76477.CD>.
74. Chang D. J. The “no-drill” technique of anterior clinoidectomy: A cranial base approach to the paraclinoid and parasellar region. *Neurosurgery.* 2009;64(suppl 3). Doi: <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000335172.68267.01>.
75. Komatsu F., Komatsu M., Inoue T., Tschaibitscher M. Endoscopic extradural anterior clinoidectomy via supraorbital keyhole: A cadaveric study. *Neurosurgery.* 2011;68(suppl 2):334–337. Doi: <https://doi.org/10.1227/NEU.0b013e31821144e5>.
76. Beer-Furlan A., Ewins A. I., Rigante L., Burrell J. C., Anichini G., Stieg P. E., Bernardo A. Endoscopic extradural anterior clinoidectomy and optic nerve decompression through a pterional port. *Journal of Clinical Neuroscience.* 2014;21(5):836–840. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2013.10.006>.
77. Lim J., Sung K. S., Yoo J., Oh J., Moon J. H. Endoscopic transorbital extradural anterior clinoidectomy: A stepwise surgical technique and case series study. *Frontiers in Oncology.* 2022;12(12). Doi: <https://doi.org/10.3389/fonc.2022.991065>.
78. Xiao L., Xie S., Tang B., Hu J., Hong T. Endoscopic endonasal anterior clinoidectomy: surgical anatomy, technique nuance, and case series. *Journal of Neurosurgery.* 2020;133(2):451–461. Doi: <https://doi.org/10.3171/2019.4.JNS183213>.
79. López C. B., Di Somma A., Cepeda S., Arrese I., Sarabia R., Agustín J. H., Topczewski T. E., Enseñat J., Prats-Galino A. Extradural anterior clinoidectomy through endoscopic transorbital approach: laboratory investigation for surgical perspective. *Acta Neurochirurgica.* 2021;163(8):2177–2188. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00701-021-04896-y>.
80. Kimura T., Takeda Y., Ichi S. Modified extradural selective anterior clinoidectomy leaving the optic canal unopened for internal carotid aneurysms: A technical note. *World Neurosurgery.* 2023;18. Doi: <https://doi.org/10.1016/J.WNSX.2023.100154>.