АНАТОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ВАРИАНТЫ ТРАНСОРБИТАЛЬНЫХ ЭНДОСКОПИЧЕСКИХ ДОСТУПОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

О.В. Левченко, К.В. Ревазян, А.А. Каландари

ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова»
Минздрава России; Россия, 127473 Москва, ул. Делегатская, 20, стр. 1

Контакты: Карен Валодович Ревазян 7karen7@inbox.ru

Для лечения заболеваний и травм глазницы и основания черепа наиболее часто используют транскраниальные и трансназальные доступы. Однако развитие эндоскопических технологий, микрохирургической техники и малоинвазивных методик способствует усилению интереса к трансорбитальным эндоскопическим доступам, которые позволяют провести манипуляции не только на содержимом орбиты, но и на структурах основания черепа, в частности передней и средней черепных ямок. Выделяют 4 варианта таких доступов: прекарунккулярный, верхний транспальпебральный, латеральный ретрокантальный и нижний пресептальный. В настоящее время точные показания к применению трансорбитальных доступов не определены, а алгоритм выбора того или иного варианта не создан. В статье описаны результаты применения этих доступов при заболеваниях и травмах орбиты и основания черепа.

При травмах и новообразованиях орбиты и основания черепа, ликворее, инфекционных заболеваниях, эндокринной офтальмопатии применение трансорбитальных эндоскопических методов приносит хорошие функциональные и косметические результаты. Преимуществами этих доступов считаются большая площадь орбитотомии и сохранность околоносовых структур, отсутствие крупных нервно-сосудистых пучков на траектории доступа, маленький разрез, минимальная ретракция головного мозга, хороший обзор и освещение структур.

Трансорбитальные эндоскопические доступы к основанию черепа не связаны со значительными неврологическими или сосудистыми осложнениями, кровотечениями, гематомами, инфекциями. Диплопия, птоз, энтропальм встречаются достаточно редко. Не было описано ни одного случая потери зрения и послеоперационной ликвореи.

Ключевые слова: трансорбитальная эндоскопическая хирургия, малоинвазивная хирургия, нейроэндоскопия, глазница, основание черепа

Для цитирования: Левченко О.В., Ревазян К.В., Каландари А.А. Анатомическое обоснование и варианты трансорбитальных эндоскопических доступов (обзор литературы). Нейрохирургия 2020;22(4):123–8.

DOI: 10.17650/1683-3295-2020-22-4-123-128

Anatomical justification and types of transorbital endoscopic approaches (review)

O. V. Levchenko, K. V. Revazyan, A. A. Kalandari

A. I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Ministry of Health of Russia;
Bld. 1, 20 Delegatskaya St., Moscow 127473, Russia

Transcranial and transnasal approaches are the most common techniques for treatment of diseases and injuries of the eye socket and the base of the skull. However, development of endoscopic technology, microsurgical devices and minimally invasive techniques promotes increased interest in transorbital endoscopic approaches which allow to perform manipulations in the eye socket and structures of the base of the skull, namely, the anterior and middle cranial fossa. There are 4 types of such approaches: pre-caruncular, superior transpalpebral, lateral retrocanthal and inferior preseptal. Currently, precise indications for transorbital approaches are not formulated, and there are no algorithms for approach selection. The article describes the results of using these approaches in treatment of diseases and injuries of the orbit and the base of the skull.

In injuries and tumors of the orbit and the base of the skull, cerebrospinal liquid leakage, infectious diseases, endocrine ophthalmopathy, transorbital endoscopic techniques provide good functional and cosmetic results. Among the advantages of these approaches are larger orbitotomy area and preservation of nasal structures, absence of large neurovascular bundles in the way of the approach, small incision, minimal brain retraction, good visibility and illumination of the structures.

Transorbital endoscopic approaches to the base of the skull aren't associated with significant neurological or vascular complications, hemorrhage, hematomas, infections. Diplopia, ptosis, enophthalmia are also quite rare. In literature, there are no descriptions of cases of loss of vision or postoperative cerebrospinal liquid leakage.

Key words: transorbital endoscopic surgery, minimally invasive surgery, neuroendoscopy, eye socket, base of the skull

For citation: Levchenko O.V., Revazyan K.V., Kalandari A.A. Anatomical justification and types of transorbital endoscopic approaches (literature review). *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2020;22(4):123–8. (In Russ.).

ВВЕДЕНИЕ

В структуре заболеваний краниоорбитальной области на долю опухолей приходится 20 % [1]. Распространенность эндокринной офтальмопатии среди женщин составляет 16 случаев на 100 тыс. человек, среди мужчин – 2,9 случая [2]. Приблизительно 20 % пациентов с эндокринной офтальмопатией требуется хирургическое вмешательство. Кумулятивная вероятность хирургического вмешательства составляет 5 % к концу 1-го года с момента постановки диагноза эндокринной офтальмопатии, увеличиваясь до 9,3 % к концу 2-го года, до 15,9 % к концу 5-го года и до 21,8 % к концу 10-го года [3]. В структуре черепно-мозговых травм доля краниоорбитальных повреждений достигает 11,4 % [4].

Для лечения заболеваний и травм глазницы и основания черепа наиболее часто используют транскраниальные и трансназальные доступы [5–11]. Однако хирургические доступы к орбите и основанию черепа значительно изменились в последнее десятилетие. Это связано с внедрением микрохирургической техники, развитием эндоскопических и малоинвазивных методик. Эндоскопические доступы позволили значительно снизить частоту осложнений по сравнению с открытыми доступами, а преимуществами трансназального эндоскопического доступа считаются отсутствие внешних разрезов, безопасность, возможность проведения манипуляций на пазухах, медиальных отделах орбит и основании черепа [12]. Трансназальный доступ имеет и ряд недостатков: ограниченность пространства для манипуляций при синхронной работе хирургов, невозможность доступа ко всем стенкам орбиты и латеральным отделам основания черепа. Открытые доступы, напротив, обеспечивают обширное пространство для манипуляций, но после них остаются внешние рубцы, а кроме того, они требуют рассечения здоровой ткани, сопряжены с дополнительной ретракцией мозга, несут риск повреждения нервно-сосудистых структур и увеличивают период восстановления [13].

Поскольку передняя и средняя черепные ямки представляют собой верхнюю и заднюю стенки глазницы, в последние годы она рассматривается не только как операционное пространство, но и как коридор для достижения более глубоко расположенных анатомических структур. Трансорбитальные нейроэндоскопические вмешательства представляют собой относительно новый метод лечения, который позволяет получить доступ не только к содержимому орбиты, но и к основанию черепа, в частности к передней и средней черепным ямкам.

РАЗВИТИЕ ТРАНСОРБИТАЛЬНОЙ ЭНДОСКОПИИ

Впервые об использовании эндоскопа в ходе операций на орбите упоминается в научной литературе в 1981 г. [14]. J.L. Norris и G.W. Cleasby применили эндоскоп для удаления новообразований и инородных тел орбиты. Несмотря на это, эндоскопический доступ не получил широкого распространения из-за отсутствия в то время адекватного хирургического инструментария, нейронавигационных систем и полноценных анатомических данных. С другой стороны, все большую популярность набирал трансназальный эндоскопический доступ, благодаря чему улучшались анатомические знания и практические навыки, совершенствовалось эндоскопическое оборудование. Все эти факторы привели к расширению хирургических горизонтов и новому всплеску интереса к трансорбитальным эндоскопическим доступам: были описаны различные подходы к орбите для лечения ее повреждений и методики прохождения через орбиту для лечения поражений основания черепа без ущерба для орбитальных структур [15]. Выделяют 4 классических варианта таких доступов: прекарунккулярный, верхний транспальпебральный, латеральный ретрокантальный и нижний пресептальный.

В 2011 г. K. Balakrishnan, K.S. Мое классифицировали такие доступы в соответствии с основной целью хирурга. Они выделили орбитальные эндоскопические операции, в ходе которых осуществляется доступ к содержимому орбиты, трансорбитальные эндоскопические операции, в ходе которых манипуляции проводятся на смежных с орбитой отделах основания черепа, и трансорбитальные нейроэндоскопические операции, в ходе которых основной оперативной целью являются внутричерепные структуры [16].

Все эти доступы постепенно развивались в течение последних нескольких лет благодаря своим основным преимуществам: во-первых, частота осложнений и косметической деформации ниже, чем при традиционных наружных транскраниальных и краниофациальных доступах, а во-вторых, бригада хирургов может синхронно оперировать в широком коридоре, идущем к основанию черепа. В связи с этим было предложено понятие «синокраниоорбитальный интерфейс», чтобы подчеркнуть потенциал и универсальность таких доступов, которые можно комбинировать с другими эндоскопическими хирургическими коридорами [17]. Эта концепция была подробно описана в 2015 г. I. Dallan и соавт., которые сообщили о клиническом опыте объединения трансназального и трансорбитального эндоскопических доступов для обеспечения

оптимальной экспозиции и адекватного угла атаки [18]. В ограниченных пространствах орбиты и основания черепа эндоскопы обеспечивают лучшую освещенность и увеличение по сравнению с обычной прямой визуализацией. Эндоскопические изображения можно проецировать на несколько мониторов, позволяющих каждому члену хирургической бригады наблюдать операцию и участвовать в ней в большей степени, чем это возможно при открытой орбитальной хирургии [16].

Очевидно, что при предложении трансорбитальных доступов должны быть учтены не только преимущества, но и риски, так как некоторые орбитальные осложнения могут привести к катастрофическим для пациента последствиям. Ввиду этого хирургическую стратегию следует выбирать после тщательного ее обсуждения с пациентом. Более того, каждый пациент должен быть уведомлен о вероятности перехода к традиционному транскраниальному доступу с целью контроля нервно-сосудистых осложнений, которые могут возникнуть во время операции. Другое осложнение может быть связано с длительным сдавлением глазного яблока и, как следствие, его ишемией во время процедуры. Однако опыт проведения орбитальной декомпрессии при эндокринной офтальмопатии свидетельствует об отсутствии серьезных проблем при использовании данной техники благодаря периодической релаксации глазного яблока [19, 20]. Кроме того, безопасность трансорбитальных доступов была подтверждена при эндоскопических операциях, когда содержимое орбиты намного более управляемо благодаря вскрытию периорбиты и поэтапной внутриорбитальной диссекции [18, 21, 22]. Среди возможных недостатков этого подхода можно отметить незнание большинства хирургов с трансорбитальными эндоскопическими доступами (а следовательно, им требуется некоторое время, чтобы овладеть новыми практическими навыками), а также необходимость ориентироваться в двухмерном эндоскопическом пространстве. Однако надлежащая доклиническая анатомическая подготовка и использование трехмерной эндоскопии может уменьшить значимость таких ограничений [23, 24].

ВАРИАНТЫ ТРАНСОРБИТАЛЬНЫХ ДОСТУПОВ

Трансорбитальная эндоскопическая техника позволяет получить доступ к различным анатомическим структурам. Так, верхний транспальпебральный доступ позволяет выполнять манипуляции на передней черепной ямке и крыше орбиты, прекарунккулярный — на передней черепной ямке, боковых стенках носовой полости, кавернозном синусе и зрительном нерве, нижний пресептальный — на нижней стенке орбиты, подглазничном нерве, нижней глазничной щели и средней черепной ямке, в том числе *foramen rotundum*. Латеральный ретрокантальный доступ ведет к вершине

орбиты, кавернозному синусу, средней черепной и подвисочной ямкам. В соответствии с данными доступами орбиту условно разделяют на 4 квадранта: медиальный, латеральный, верхний и нижний. В сочетании с трансназальными подходами или даже при изолированном применении трансорбитальные эндоскопические доступы являются минимально инвазивными и позволяют избежать пересечения важных нервно-сосудистых структур.

В 2011 г. K. Balakrishnan, K.S. Мое выполнили трансорбитальные эндоскопические вмешательства у достаточно большой группы пациентов ($n = 107$), из которых у большинства были травмы орбиты и основания черепа (другие патологии: новообразования орбиты и основания черепа, ликворея, инфекционные заболевания). Оперативные цели были достигнуты в 99 % случаев без перехода к трансназальному или открытому доступу [16].

Опыт лечения пациентов с эндокринной офтальмопатией с помощью малоинвазивных трансорбитальных эндоскопических доступов свидетельствует об эффективности такого подхода, высокой частоте хороших функциональных и косметических результатов и низком риске развития осложнений [20, 25]. При сравнении трансназального и трансорбитального эндоскопических доступов установлено, что они обеспечивают равные возможности для выполнения медиальной орбитотомии и декомпрессии зрительного нерва у пациентов с эндокринной офтальмопатией. Однако некоторые преимущества, в частности большая площадь орбитотомии и лучшая сохранность околоносовых структур, позволяют отдать предпочтение трансорбитальным эндоскопическим доступам к медиальной стенке глазницы и каналу зрительного нерва [26]. Проведено также сравнение достоинств и недостатков трансорбитальных нейроэндоскопических и транскраниальных доступов к опухолям основания мозга [27, 28]. Среди достоинств авторы называют короткую дистанцию до цели, отсутствие крупных нервно-сосудистых пучков на траектории доступа, маленький разрез, минимальную ретракцию головного мозга, хороший обзор и освещение интракраниальных структур, среди недостатков — ограниченную доступность наиболее латеральных и задних отделов основания мозга.

АНАЛИЗ ОСЛОЖНЕНИЙ

По данным клинических исследований, рассматриваемых в настоящем обзоре, трансорбитальный эндоскопический подход к основанию черепа не приводит к серьезным неврологическим или сосудистым осложнениям. Ни у одного из пациентов не было кровотечения, гематомы (интраорбитальной или экстраорбитальной) или инфекции. Такое осложнение, как диплопия, при данных доступах может развиваться по нескольким причинам, включая смещение окончательного

положения глаза и повреждение нервов или мышц. Тем не менее в научной литературе описано лишь несколько случаев диплопии при применении трансорбитальных доступов. Н.И. Chen и соавт. сообщили о случае диплопии у 1 из 2 прооперированных пациентов, причем ее точный патогенез не был определен, но она спонтанно регрессировала через 3 мес после операции [29]. Еще один случай диплопии выявили S.M. Raza и соавт. у 1 (17 %) из 6 пациентов. Диплопия была связана с интраоперационной тракцией нервно-сосудистого пучка, и пациент полностью выздоровел примерно через 8 нед после операции [30]. В другой работе проанализированы результаты операций с использованием трансорбитальных эндоскопических доступов у 107 пациентов; диплопия наблюдалась в 14 (13 %) случаях [16]. Не было описано ни одного случая потери зрения.

Птоз был задокументирован у 1 (2,5 %) из 40 пациентов, прооперированных R. Ramakrishna и соавт. [27]. Это осложнение может быть связано с травмой мышцы Мюллера или с повреждением леватора апоневроза. Таких случаев можно избежать, ограничивая медиальную тракцию при прекарунккулярном и верхнем транспальпебральном доступах. Эти авторы сообщили также о случае эпифоры из-за повреждения слезного мешка, потребовавшей конъюнктивориностомии или дакриоцисториностомии.

Косметические изменения могут произойти при удалении стенок орбиты. Энтропий был зарегистрирован в 1 (5 %) случае [15], однако функциональных нарушений не наблюдалось.

Не выявлено случаев послеоперационной ликвореи. Отчасти это может быть обусловлено малым числом операций, проведенных с использованием трансорбитальных доступов, но также может объясняться и с технической точки зрения: благодаря орбитальному содержимому обеспечена дополнительная герметичность твердой мозговой оболочки.

АНАТОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Помимо внедрения в практику классических трансорбитальных доступов, активно разрабатываются доступы к различным анатомическим структурам и рассчитываются оптимальная площадь трепанационного отверстия и величина его границ. Так, в одном из анатомических исследований авторы, используя верхний транспальпебральный доступ, выделили 4 вида коридоров: 3 латеральных и 1 медиальный. Данное деление в большей степени было основано на расположении трепанационного отверстия по отношению к верхней и нижней глазничной щели. Один из латеральных коридоров обеспечивал доступ к передней черепной ямке, второй — к средней черепной ямке, а третий (комбинированный) позволял достичь анатомических структур как передней, так и средней черепных ямок. Медиальный же коридор давал доступ к оптикока-

ротидной области. Авторы определили оптимальные границы трепанационного отверстия для каждого коридора и его площадь. Так, оптимальная площадь при доступе к средней черепной ямке составила $490,24 \pm 76,94 \text{ мм}^2$, при доступе к передней черепной ямке — $620,47 \pm 73,46 \text{ мм}^2$, при комбинированном доступе — $1110,71 \pm 131,89$, при медиальном доступе — $115,41 \pm 52,43 \text{ мм}^2$ [31].

В другом анатомическом исследовании трансорбитальный эндоскопический доступ применен для достижения латеральной части кавернозного синуса [32]. Учитывая возможные осложнения открытых доступов [33–36] и невозможность безопасно достичь латеральных отделов кавернозного синуса при использовании трансназальных доступов [37, 38], авторы выбрали латеральный ретрокантальный доступ, предварительно загрузив данные компьютерной томографии в нейронавигационную станцию. Использование нейронавигации и компьютерного планирования позволило более точно определить границы трепанационного отверстия и уменьшить величину интраоперационной ретракции глазного яблока. По полученным морфометрическим данным, среднее расстояние от входа до цели составило 61,5 мм, средняя величина ретракции содержимого орбиты — 8,2 мм, средняя площадь трепанационного отверстия — $127,2 \text{ мм}^2$, средний объем орбитальной части данного коридора — $2,75 \text{ см}^3$ (лишь 40 % всего объема хирургического коридора, что также обусловлено меньшей медиальной ретракцией глазного яблока). Несомненным достоинством данного доступа по сравнению с трансназальным является меньшее расстояние до цели (6,1 и $>9,5 \text{ см}$ соответственно) [39].

Проведено сравнительное исследование латерального трансорбитального эндоскопического доступа и латеральной орбитотомии с удалением орбитального ободка при доступе к кавернозному синусу. При стереотаксическом измерении зоны воздействия было выявлено, что при латеральной орбитотомии площадь воздействия больше, чем при трансорбитальном эндоскопическом доступе (5,3 и 2,6 см соответственно). При латеральной орбитотомии также была большей степень хирургической свободы по отношению к оперативной цели (172,5 % против 106,6 % при трансорбитальной эндоскопии). Не было обнаружено существенных различий между вертикальными углами атаки, однако горизонтальный угол атаки был больше при латеральной орбитотомии; несмотря на это, применение латерального трансорбитального эндоскопического доступа также позволяло эффективно достичь цели хирургического вмешательства. Ввиду этого, а также с учетом косметического дефекта, который возникает при удалении латерального края орбиты, сформировалась тенденция к ограниченному проведению латеральной орбитотомии с удалением края латеральной стенки [40].

Продemonстрирована также возможность применения трансорбитальных эндоскопических доступов при хирургическом лечении эпилепсии. В анатомическом исследовании на трупном материале было предложено выполнение аминдагиппокампеэтомии с использованием данного доступа. Степень резекции гиппокампа достигла 97 % [41]. Размер костного окна при этом составил $10,2 \times 12,2$ мм, максимальная величина ретракции глазного яблока — 7 мм, медиально-латеральный угол атаки — $42 \pm 4^\circ$; верхненижний угол — $64 \pm 5^\circ$.

Таким образом, трансорбитальная эндоскопическая хирургия позволяет получить широкий доступ к внутричерепным структурам вплоть до ствола головного мозга, медиальных отделов мозга, латеральных отделов передней и средней черепной ямки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многообразие заболеваний и травм краниоорбитальной области определяет наличие разных хирургических методов лечения. Патологии орбиты и основания черепа требуют междисциплинарного подхода,

поэтому адекватное хирургическое лечение возможно благодаря сотрудничеству нейрохирургов, оториноларингологов, челюстно-лицевых хирургов и офтальмологов. Несмотря на это, в настоящее время нет четких рекомендаций по выбору оптимального вида хирургического лечения и не выработан алгоритм выбора трансорбитальных эндоскопических доступов. Трансорбитальные эндоскопические доступы могут безопасно и эффективно применяться в лечении пациентов с поражениями орбиты и основания черепа. Трансорбитальные эндоскопические доступы должны рассматриваться в качестве дополнительного коридора, использование которого может улучшить исходы и минимизировать частоту развития осложнений. Несмотря на положительные результаты применения данных доступов, необходимо продолжение исследований с целью уточнения показаний к их использованию, ограничений и преимуществ данных доступов. Таким образом, вопрос хирургического лечения больных с заболеваниями и травмами глазницы с помощью трансорбитальных эндоскопических методик остается открытым и требует дальнейшего изучения.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Clinical ophthalmic oncology. Ed. by J.D. Perry, A.D. Singh. Springer Science & Business Media, 2014. 222 p.
2. Бровкина А.Ф. Болезни орбиты. М.: Медицина, 1993. 238 с. [Brovkina A.F. Diseases of the orbit. Moscow: Meditsina, 1993. 238 p. (In Russ.)].
3. Bartley G.B., Fatourehchi V., Kadrmas E.F. et al. The treatment of Graves' ophthalmopathy in an incidence cohort. *Am J Ophthalmol* 1996;121(2):200–6. DOI: 10.1016/s0002-9394(14)70585-9.
4. Крылов В.В., Левченко О.В., Шалумов А.З., Кутровская Н.Ю. Хирургическое лечение краниоорбитальных повреждений в остром периоде черепно-мозговой травмы. *Нейрохирургия и неврология детского возраста* 2012;2–3:119–29. [Krylov V.V., Levchenko O.V., Shalumov A.Z., Kutrovskaya N.Yu. Surgical treatment of cranioorbital injuries in the acute period of traumatic brain injury. *Neurokhirurgiya i neurologiya detskogo vozrasta = Pediatric Neurosurgery and Neurology* 2012; 2–3:119–29. (In Russ.)].
5. Dave S.P., Bared A., Casiano R.R. Surgical outcomes and safety of transnasal endoscopic resection for anterior skull tumors. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;136(6):920–7. DOI: 10.1016/j.otohns.2007.01.012.
6. Kassam A. Endoscopic techniques in skull base surgery. *Neurosurg Focus* 2005;19(1):1. DOI: 10.3171/foc.2005.19.1.1.
7. Kassam A., Snyderman C.H., Mintz A. et al. Expanded endonasal approach: the rostrocaudal axis. Part I. Crista galli to the sella turcica. *Neurosurg Focus* 2005;19(1):E3.
8. Kassam A., Snyderman C., Mintz A. et al. Expanded endonasal approach: the rostrocaudal axis. Part II. Posterior clinoids to the foramen magnum. *Neurosurg Focus* 2005;19(1):E4.
9. Maroon J. Skull base surgery: past, present, and future trends. *Neurosurg Focus* 2005;19(1):E1. DOI: 10.3171/foc.2005.19.1.2.
10. Nicolai P., Battaglia P., Bignami M. et al. Endoscopic surgery for malignant tumors of the sinonasal tract and adjacent skull base: a 10-year experience. *Am J Rhinol* 2008;22(3):308–16. DOI: 10.2500/ajr.2008.22.3170.
11. Snyderman C.H., Kassam A.B. Endoscopic techniques for pathology of the anterior cranial fossa and ventral skull base. *J Am Coll Surg* 2006;202(3):563. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2005.11.019.
12. Castelnovo P., Lepora D., Turri-Zanoni M. et al. Quality of life following endoscopic endonasal resection of anterior skull base cancers. *J Neurosurg* 2013;119(6):1401–9. DOI: 10.3171/2013.8.JNS13296.
13. Al-Mety O. Supraorbital-pterional approach to skull base lesions. *Neurosurgery* 1987;21(4):474–7. DOI: 10.1227/00006123-198710000-00006.
14. Norris J.L., Cleasby G.W. Endoscopic orbital surgery. *Am J Ophthalmol* 1981;91(2):249–52. DOI: 10.1016/0002-9394(81)90183-5.
15. Moe K.S., Bergeron C.M., Ellenbogen R.G. Transorbital neuroendoscopic surgery. *Neurosurgery* 2010;67(3 Suppl Operative):ons16–28. DOI: 10.1227/01.NEU.0000373431.08464.43.
16. Balakrishnan K., Moe K.S. Applications and outcomes of orbital and transorbital endoscopic surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2011;144(5):815–20. DOI: 10.1177/0194599810397285.
17. Ciporen J.N., Moe K.S., Ramanathan D. et al. Multiportal endoscopic approaches to the central skull base: a cadaveric study. *World Neurosurg* 2010;73(6):705–12. DOI: 10.1016/j.wneu.2010.03.033.
18. Dallan I., Castelnovo P., de Notaris M. et al. Endoscopic endonasal anatomy of superior orbital fissure and orbital apex regions: critical considerations for clinical applications. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2013;270(5):1643–9. DOI: 10.1007/s00405-012-2281-3.
19. Sellari-Franceschini S., Berrettini S., Santoro A. et al. Orbital decompression in Graves' ophthalmopathy by medial and lateral wall removal. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;133(2):185–9. DOI: 10.1016/j.otohns.2005.02.006.
20. Левченко О.В., Каландари А.А., Кутровская Н.Ю. и др. Результаты хирургического лечения пациентов с эндокринной офтальмопатией

- с применением минимально инвазивных методов. Нейрохирургия 2018;20(3):31–8. [Levchenko O.V., Kalandari A.A., Kutrovskaya N.Yu. et al. Results of surgical treatment using minimally invasive methods in patients with endocrine ophthalmopathy. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2018;20(3):31–8. (In Russ.)]. DOI: 10.17650/1683-3295-2018-20-3-31-38.
21. Castelnovo P., Turri-Zanoni M., Battaglia P. et al. Endoscopic endonasal management of orbital pathologies. *Neurosurg Clin N Am* 2015;26:463–72. DOI: 10.1016/j.nec.2015.03.001.
 22. Dallan I., Locatelli D., Turri-Zanoni M. et al. Transorbital endoscopic assisted resection of a superior orbital fissure cavernous haemangioma: a technical case report. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2015;272(12):3851–6. DOI: 10.1007/s00405-015-3556-2.
 23. Alqahtani A., Padoan G., Segnini G. et al. Transorbital transnasal endoscopic combined approach to the anterior and middle skull base: a laboratory investigation. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2015;35(3):173–9.
 24. Castelnovo P., Battaglia P., Bignami M. et al. Endoscopic transnasal resection of anterior skull base malignancy with a novel 3D endoscope and neuronavigation. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2012;32(3):189–91.
 25. Левченко О.В., Каландари А.А., Григорьев А.Ю. и др. Миниинвазивные методы хирургического лечения эндокринной офтальмопатии. Офтальмология 2017;14(2):163–9. [Levchenko O.V., Kalandari A.A., Grigoriev A.Yu. Minimally invasive methods of surgical treatment of endocrine ophthalmopathy. *Oftalmologiya = Ophthalmology in Russia* 2017;14(2):163–9. (In Russ.)].
 26. Каландари А.А., Левченко О.В., Закондырин Д.Е., Кутровская Н.Ю. Анатомическое исследование возможностей эндоскопической трансназальной и эндоскопической трансорбитальной медиальной орбитотомии и декомпрессии зрительного нерва. Нейрохирургия 2019;21(3):52–7. [Kalandari A.A., Levchenko O.V., Zakondyryin D.E., Kutrovskaya N.Yu. Anatomical study of the possibilities of endoscopic transnasal and endoscopic transorbital medial orbitotomy and decompression of the optic nerve. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2019;21(3):52–7. (In Russ.)]. DOI: 10.17650/1683-3295-2019-21-3-52-57.
 27. Ramakrishna R., Kim L.J., Bly R.A. et al. Transorbital neuroendoscopic surgery for the treatment of skull base lesions. *J Clin Neurosci* 2016;24:99–104. DOI: 10.1016/j.jocn.2015.07.021.
 28. Dallan I., Caniglia M., Turri-Zanoni M. et al. Transorbital superior eyelid endoscopic approach to the temporal lobe. *J Neurosurg Sci* 2018;62(3):369–72. DOI: 10.23736/S0390-5616.16.03850-9.
 29. Chen H.I., Bohman L.E., Emery L. et al. Lateral transorbital endoscopic access to the hippocampus, amygdala, and entorhinal cortex: initial clinical experience. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2015;77(6):321–32. DOI: 10.1159/000438762.
 30. Raza S.M., Quinones-Hinojosa A., Lim M., Boahene K.D. The transconjunctival transorbital approach: a keyhole approach to the midline anterior skull base. *World Neurosurg* 2013;80(6):864–71. DOI: 10.1016/j.wneu.2012.06.027.
 31. Di Somma A., Andaluz N., Cavallo L.M. et al. Endoscopic transorbital superior eyelid approach: anatomical study from a neurosurgical perspective. *J Neurosurg* 2018;129(5):1203–16. DOI: 10.3171/2017.4.JNS162749.
 32. Bly R.A., Ramakrishna R., Ferreira M., Moe K.S. Lateral transorbital neuroendoscopic approach to the lateral cavernous sinus. *J Neurol Surg B Skull Base* 2014;75(1):11–7. DOI: 10.1055/s-0033-1353363.
 33. Altay T., Patel B., Couldwell W. Lateral orbital wall approach to the cavernous sinus. *J Neurosurg* 2012;116(4):755–63. DOI: 10.3171/2011.12.JNS111251.
 34. Goldberg R.A., Shorr N., Arnold A.C., Garcia G.H. Deep transorbital approach to the apex and cavernous sinus. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 1998;14(5):336–41. DOI: 10.1097/00002341-199809000-00006.
 35. Komatsu F., Komatsu M., Inoue T., Tschabitscher M. Endoscopic supraorbital extradural approach to the cavernous sinus: a cadaver study. *J Neurosurg* 2011;114(5):1331–7. DOI: 10.3171/2010.10.JNS101242.
 36. Murchison A.P., Rosen M.R., Evans J.J., Bilyk J.R. Endoscopic approach to the orbital apex and periorbital skull base. *Laryngoscope* 2011;121(3):463–7. DOI: 10.1002/lary.21357.
 37. Ceylan S., Koc K., Anik I. Endoscopic endonasal transsphenoidal approach for pituitary adenomas invading the cavernous sinus. *J Neurosurg* 2010;112(1):99–107. DOI: 10.3171/2009.4.JNS09182.
 38. Doglietto F., Lauretti L., Frank G. et al. Microscopic and endoscopic extracranial approaches to the cavernous sinus: anatomic study. *Neurosurgery* 2009;64(5 Suppl 2):413–21. DOI: 10.1227/01.NEU.0000338943.08985.73.
 39. Bly R.A., Su D., Hannaford B. et al. Computer modeled multiportal approaches to the skull base. *J Neurol Surg B Skull Base* 2012;73(6):415–23. DOI: 10.1055/s-0032-1329623.
 40. Noiphithak R., Yanez-Siller J.C., Revuelta Barbero J.M. et al. Comparative analysis between lateral orbital rim preservation and osteotomy for transorbital endoscopic approaches to the cavernous sinus: an anatomic study. *Oper Neurosurg (Hagerstown)* 2019;16(1):86–93. DOI: 10.1093/ons/opy054.
 41. Chen H.I., Bohman L.E., Loevner L.A., Lucas T.H. Transorbital endoscopic amygdalohippocampectomy: a feasibility investigation. *J Neurosurg* 2014;120(6):1428–36. DOI: 10.3171/2014.2.JNS131060.

Вклад авторов

К.В. Ревязан: обзор публикаций по теме статьи, получение данных для анализа, анализ полученных данных, написание текста статьи; О.В. Левченко, А.А. Каландари: научное редактирование, научное консультирование, получение данных для анализа.

Authors' contributions

K.V. Revazyan: reviewing of publications on the article's theme, obtaining data for analysis, analysis of the obtained data, article writing; O.V. Levchenko, A.A. Kalandari: scientific editing, scientific advice, obtaining data for analysis.

ORCID авторов / ORCID of authors

К.В. Ревязан / K.V. Revazyan: <https://orcid.org/0000-0003-0399-2909>
О.В. Левченко / O.V. Levchenko: <https://orcid.org/0000-0003-0857-9398>
А.А. Каландари / A.A. Kalandari: <https://orcid.org/0000-0003-4161-0940>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Financing. The work was performed without external funding.

Статья поступила: 20.12.2019. **Принята к публикации:** 20.10.2020.

Article submitted: 20.12.2019. **Accepted for publication:** 20.10.2020.