



ЭНДОСКОПИЧЕСКОЕ ТРАНСНАЗАЛЬНОЕ УДАЛЕНИЕ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЗУБОВИДНОГО ОТРОСТКА С₂ ПОЗВОНКА

А.Н. Шкарубо¹, И.В. Чернов¹, Д.Н. Андреев¹, К.Г. Чмутин²

¹Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко, Москва, Россия

²Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Цель исследования. Оценка возможностей и преимуществ эндоскопического трансназального удаления патологических процессов области зубовидного отростка С₂ позвонка.

Материал и методы. В исследование включены 3 пациента, которым проведено эндоскопическое трансназальное удаление инвагинированного зубовидного отростка с одномоментным (2 случая) или предварительно (1 случай) выполненным окципитоспондилодезом.

Результаты. Во всех случаях выполнено тотальное удаление патологического очага. В одном наблюдении после операции возникло осложнение — раневая ликворея с последующим развитием менингита, в результате чего потребовалось выполнение пластики ликворной фистулы. При катамнестическом обследовании у всех пациентов наблюдался полный регресс симптоматики.

Заключение. Эндоскопический трансназальный доступ позволяет радикально удалять патологические очаги области краниовертебрального перехода. Полностью заменить трансоральный доступ эндоскопический трансназальный не сможет, однако в опытных руках является разумной альтернативой.

Ключевые слова: инвагинированный зубовидный отросток, эндоскопический трансназальный доступ, трансоральный доступ.

Для цитирования: Шкарубо А.Н., Чернов И.В., Андреев Д.Н., Чмутин К.Г. Эндоскопическое трансназальное удаление патологических процессов зубовидного отростка С₂ позвонка // Хирургия позвоночника. 2019. Т. 16. № 1. С. 17–23.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2019.1.17-23>.

ENDOSCOPIC TRANSNASAL REMOVAL OF THE PATHOLOGICALLY AFFECTED AREAS OF THE C2 ODONTOID PROCESS

A.N. Shkarubo¹, I.V. Chernov¹, D.N. Andreev¹, K.G. Chmutin²

¹The N.N. Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery, Moscow, Russia

²Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

Objective. To assess capabilities and advantages of endoscopic transnasal removal of pathological foci in the region of the C2 odontoid process.

Material and Methods. The study included 3 patients who underwent endoscopic transnasal removal of the invaginated odontoid process accompanied by simultaneously (2 cases) or previously performed (1 case) occipitospindylodesis.

Results. The pathological focus was totally removed in all cases. Postoperative complication occurred in one case — wound liquorhea with subsequent development of meningitis which required performing plastic surgery of the CSF fistula. At follow-up examination, all patients presented with complete regression of symptoms.

Conclusion. Endoscopic transnasal access allows for radical removal of pathological foci of the craniovertebral junction. Endoscopic transnasal approach will not be able to completely replace a transoral one, but it is a reasonable alternative in experienced hands.

Key Words: invaginated odontoid process, endoscopic transnasal approach, transoral approach.

Please cite this paper as: Shkarubo AN, Chernov IV, Andreev DN, Chmutin KG. Endoscopic transnasal removal of the pathologically affected areas of the C2 odontoid process. *Hir. Pozvonoc.* 2019;16(1):17–23. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2019.1.17-23>.

Патологические процессы области краниовертебрального перехода являются крайне трудными как для диагностики, так и для хирургического лечения. Прежде всего, это обусловлено топографо-анатомическими особенностями данной области, близким расположением жизненно важных ствольных структур

и магистральных сосудов головного мозга. Деструкцию костных структур области краниовертебрального перехода и компрессию верхних отделов спинного мозга и ствольных структур наиболее часто вызывают следующие патологические процессы: опухолевые поражения (хордома, гигантоклеточ-

ная опухоль, остеобластома, метастазы), воспалительные процессы (ревматизм) и аномалии развития (платибазия и базилярная импрессия).

Для лечения подобной патологии применяют различные доступы [1–4]. Наиболее распространенными являются следующие типы операций:

Таблица

Характеристика оперированных пациентов

Пациент (пол; возраст)	Диагноз	Клиника до операции	Осложнения	Клиника после операции	Катамнез
1-й (ж; 58 лет)	Постревматоидная инвагинация зубовидного отростка С ₂	Тетрапарез (1 балл)	Нет	Частичный регресс тетрапареза (3 балла)	Через 8 лет клинически без динамики
2-й (м; 27 лет)	Базиллярная импрессия, инвагинация зубовидного отростка, сириномиелитическая киста С ₃ –Th ₇	Тетрапарез (4 балла), бульбарные нарушения	Ликворея, менингит*	Регресс тетрапареза, бульбарные нарушения сохранились	Через 3 мес. полный регресс симптоматики, регресс сириномиелитической кисты
3-й (ж; 22 года)	Платибазия, инвагинация зубовидного отростка С ₂ позвонка	Краниалгия, периодическое нарушение дыхания, онемение пальцев рук	Нет	Легкие бульбарные нарушения	Через 6 мес. полный регресс симптоматики

*На 10-е сут выполнена повторная операция – пластика ликворной фистулы.

– задний окципитоспондилодез с одномоментной декомпрессией спинного мозга и последующим удалением патологического очага трансоральным доступом; возможна обратная последовательность этапов хирургического лечения [5–8];

– трансоральное удаление патологического очага и передняя стабилизация, включающая винтовую стабилизацию [9], пластиной типа Harms [10] и индивидуальной стабилизирующей системой [11].

Трансоральный доступ сопровождается достаточно серьезными проблемами (исходная тугоподвижность нижнечелюстного сустава, вследствие чего происходит сокращение размеров операционного поля, уменьшение зоны и угла операционного действия) и возможными осложнениями – несостоятельностью швов в полости рта, созданием значительной раневой поверхности в области ротоглотки [12, 13].

Благодаря расширению показаний к применению эндоскопического трансназального доступа стало возможным его использование в хирургическом лечении различных патологических процессов области С₁–С₂ позвонков, что подтверждено рядом анатомических исследований [14–16].

Представляем наш опыт хирургического лечения трех пациентов с патологией области С₁–С₂ позвонков.

Цель исследования – анализ возможностей и преимуществ эндоскопического трансназального удаления патологических процессов области зубовидного отростка С₂ позвонка.

Материал и методы

В исследование включены три пациента (табл.), которые прошли стандартное клинико-диагностическое обследование, включающее в себя КТ, МРТ и оценку неврологического статуса до операции, сразу после операции и при катамнестическом обследовании (3 мес. после операции). Двигательные функции оценивали по 5-балльной шкале. Во всех случаях отмечена грубая компрессия нижних отделов стволовых структур головного мозга и верхнешейных отделов спинного мозга инвагинированным зубовидным отростком с формированием в одном случае гигантской сириномиелитической кисты. Всем пациентам выполняли тотальное удаление патологического процесса, в качестве стабилизации использовали окципитоспондилодез.

Этапы операции включали в себя эндоскопический эндоназальный доступ к нижним отделам ската черепа и переднему полукольцу С₁ позвонка, резекцию нижних отделов ската черепа и переднего полукольца С₁ позвонка, резекцию зубовидного отростка С₂ позвонка (рис. 1).

Ключевым моментом операции являлась трепанация переднего полукольца С₁ и патологически измененного зубовидного отростка С₂ позвонка. Поэтапно выполнена трепанация зуба, дрелирование при помощи высокооборотной дрели с фрезой с негрубым алмазным напылением изнутри до кортикальной пластинки задней поверхности, которая истончается до толщины яичной скорлупы и может быть фрагментирована кусочками Керрисона или отделена единым блоком от подлежащей твердой мозговой оболочки.

В случае инвагинированного зуба манипуляция по его удалению производится крайне деликатно в связи с выраженным истончением подлежащей твердой мозговой оболочки во избежание ее перфорации, которая могла повлечь за собой ликворею и потребовать пластики образовавшегося дефекта.

Клинический пример. Пациентка С., 22 лет, 18.06.18 г. поступила в Нацио-

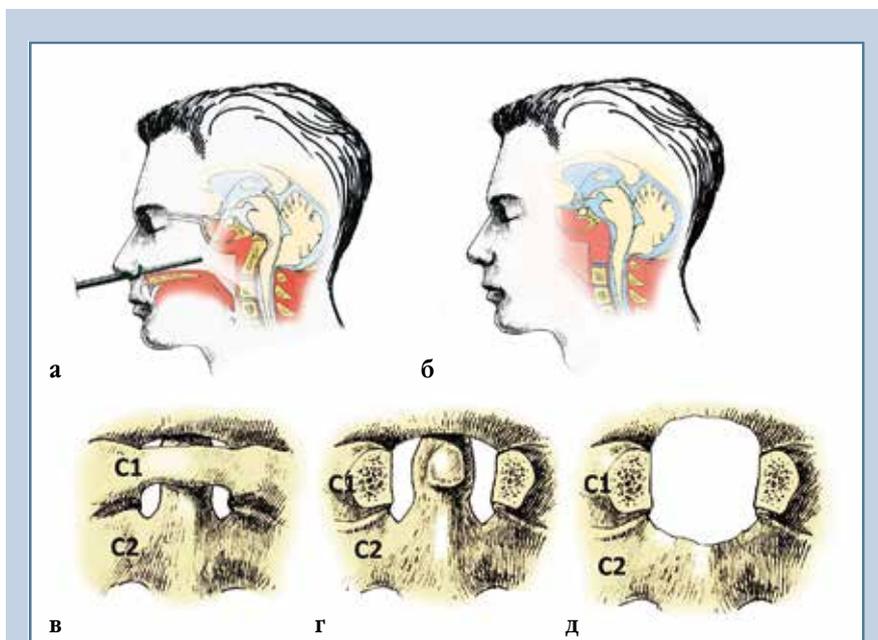


Рис. 1

Схема операции: **а** – эндоскопический эндоназальный доступ к области краниовертебрального перехода при инвагинированном зубовидном отростке, компримирующем ствольные структуры головного мозга; **б** – состояние после эндоскопической трансназальной резекции инвагинированного зубовидного отростка и декомпрессии ствольных структур; **в** – костные структуры области краниовертебрального перехода; **г** – резекция переднего полукольца С₁ позвонка; **д** – резекция зубовидного отростка С₂ позвонка, части тела С₂ позвонка и нижних отделов ската (автор рисунка Д.Н. Андреев)

нальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко с диагнозом «платибазия, инвагинация зубовидного отростка С₂ позвонка, компрессия продолговатого мозга» после окципитоспондилодеза, выполненного в марте 2018 г. в качестве первого этапа лечения. В клинической картине заболевания периодическое затруднение дыхания, онемение пальцев кистей, выраженная краниалгия. Выполнены трансназальное эндоскопическое удаление инвагинированного зубовидного отростка С₂ позвонка, декомпрессия ствольных структур (рис. 2).

После операции отмечено появление легких преходящих бульбарных нарушений. Пациентка в удовлетворительном состоянии выписана на 12-е сутки после операции без трахеостомы.

При катamnестическом обследовании через 6 мес. после операции симптоматика полностью регрессировала.

Результаты и их обсуждение

У двух пациентов произвели одномоментную операцию: окципитоспондилодез и эндоскопическое эндоназальное удаление зубовидного отростка С₂ позвонка с декомпрессией продолговатого мозга и верхних шейных сегментов спинного мозга. В третьем случае оперативное лечение было разбито на два этапа (первый – окципитоспондилодез, второй – трансназальное удаление патологического очага). Использованы 0° и 30° ригидные 4 мм эндоскопы. Во всех трех случаях тотальное удаление патологического очага сопровождалось в послеоперационном пе-

риод полным регрессом клинической симптоматики.

В одном наблюдении после операции возникло осложнение – раневая ликворея с последующим развитием менингита, в результате чего потребовалось выполнение пластики ликворной фистулы.

До недавнего времени пациенты с подобными заболеваниями считались радикально неоперабельными, им проводили исключительно паллиативные операции (заднюю декомпрессию или заднюю декомпрессию с задней стабилизацией). С учетом расположения процесса выше горизонтальной линии твердого неба в представленных клинических случаях трансоральный доступ не обеспечил бы радикального удаления патологического очага.

Трансоральное микрохирургическое удаление патологического процесса краниовертебральной области является традиционным, проверенным многолетним опытом, надежным и широко применяемым в нейрохирургической практике методом, однако более травматичным по сравнению с эндоскопическим эндоназальным, так как при трансоральном доступе на большем протяжении пересекается область ротоглотки, а также мягкое небо [17]. Кроме того, наличие тугоподвижности нижнечелюстного сустава в связи с анатомическими особенностями или вследствие сопутствующих заболеваний ведет к уменьшению размеров операционного поля, угла и зоны операционного действия, что ограничивает использование трансорального доступа. В послеоперационном периоде возможны несостоятельность швов в полости рта и на мягком небе, воспалительные осложнения полости рта. Также при трансоральном доступе в послеоперационном периоде в течение 1–3 дней питание осуществляется при помощи желудочного зонда либо парентерально [13, 18]. При трансоральном доступе возможно использование всех трех видов интубации (трахеостомии, оротрахеальной и назотрахеальной интубации), но, по нашему мнению, наибо-

лее оптимальной является трахеостомия, которая не всегда требуется при эндоскопическом трансназальном доступе [19].

Пионером в использовании эндоскопического трансназального доступа в хирургии патологических процессов С₂ позвонка является американский нейрохирург Kassam, который в 2005 г. впервые в мире провел подобную операцию [18]. В России аналогичную операцию впервые выполнил нейрохирург А.Н. Шкарубо в 2010 г. [19]. Самая большая серия из 34 подобных операций представлена Zwagerman et al. в 2018 г. [20]. Большинство публикаций мировой литературы включает 1–3 клинических наблюдения, а общее их количество – около 170 [21–40].

Случаи использования эндоскопического трансназального доступа в хирургии патологических процессов уровня С₁–С₂ неуклонно растут с 2005 г. [27], что подтверждается проведенным Aldahak et al. [41] метаанализом и обусловлено меньшим количеством осложнений в послеоперационном периоде. Это связано с тем, что эндоскопический эндоназальный доступ, по сравнению со стандартным трансоральным, имеет определенные преимущества: значительно снижается объем травматизации мягких тканей. При эндоназальном доступе хирург ограничен твердым нёбом и избегает повреждения нервного сплетения в орофарингеальной стенке, а также меньше повреждаются орофарингеальная мускулатура, что, возможно,

объясняет сниженную частоту послеоперационной дисфагии [42]. Однако в некоторых случаях для расширения угла операционного действия целесообразно выполнять трепанацию задних отделов твердого нёба. Также в некоторых случаях целесообразной является и трепанация ската для достижения тех же целей [18].

В своем исследовании Ponce-Gómez et al. [43] показали, что экстубирование пациентов при эндоназальном доступе происходит значительно раньше, что обеспечивает возможность раннего орального питания (не считая случаи с бульбарными нарушениями). Также сокращаются сроки госпитализации, становится возможной более ранняя реабилитация [44], что склоняет хирургов к выбору трансна-

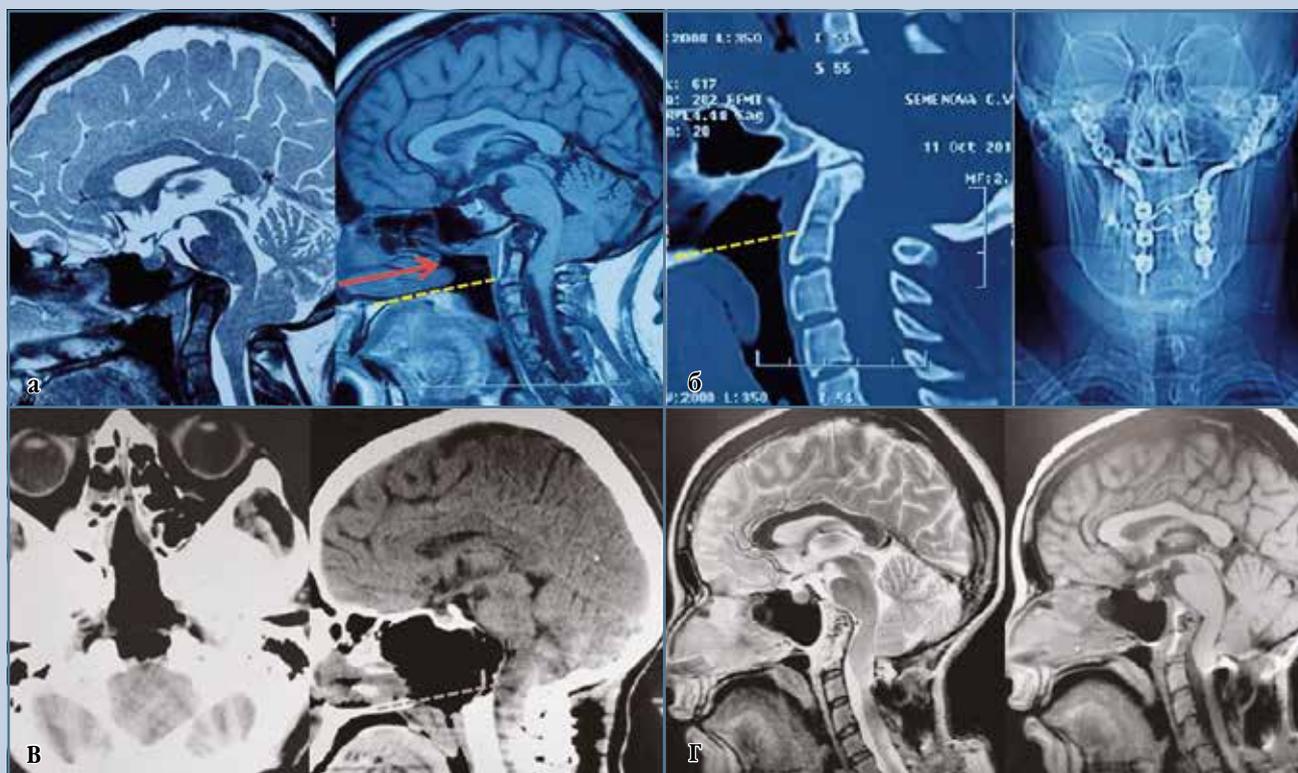


Рис. 2

Данные пациентки С., 22 лет: **а** – МРТ до операции: платибазия, инвагинация зубовидного отростка С₂ позвонка, компрессия продолговатого мозга, красная стрелка – направление доступа, желтый пунктир – горизонтальная линия твердого нёба; **б** – КТ и рентгенография до операции: выполнен окципитоспондилодез, желтый пунктир – горизонтальная линия твердого нёба; **в** – КТ после операции: полная декомпрессия ствола головного мозга, желтый пунктир – горизонтальная линия твердого нёба; **г** – МРТ в T2- и T1-режимах на 9-е сут после операции

зального доступа. Однако отмечается значительное увеличение времени оперативного вмешательства при использовании эндоскопической трансназальной техники (эндоскопические эндоназальные операции выполняются в среднем 238 мин, а микроскопические трансоральные операции – в среднем 141 мин) [43].

В настоящее время рассматриваемый доступ является значительно более редким, чем классический трансоральный. Это связано с высокой трудоемкостью операции и необходимостью опыта эндоскопических трансназальных операций у нейрохирурга. Однако анализ мировой литературы показал, что количество выполнения подобных операций неуклонно растет.

Заключение

Метод эндоскопического эндоназального удаления патологических процессов C₁–C₂ позвонков позволяет выполнить радикальную операцию и при этом уменьшить инвазивность оперативного вмешательства, по сравнению с традиционным трансоральным доступом, и начать более раннюю реабилитацию, что актуально у тяжелых и ослабленных пациентов. Это подтверждает и наш клинический опыт.

Безусловно, эндоскопический трансназальный доступ не сможет полностью заменить трансоральный, однако в опытных руках может стать единственно возможным методом радикального излечения пациентов

с патологическими процессами зубовидного отростка C₂ позвонка.

Для выполнения подобных операций полезным может стать использование 3D-эндоскопа, также важным является совершенствование инструментов для резекции костных структур области краниовертебрального перехода.

Проводить эндоскопические эндоназальные операции должны опытные хирурги в высокоспециализированных лечебных учреждениях.

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

- Cavallo LM, Cappabianca P, Messina A, Esposito F, Stella L, de Divitiis E, Tschabitscher M. The extended endoscopic endonasal approach to the clivus and cranio-vertebral junction: anatomical study. Childs Nerv Syst. 2007;23:665–671. DOI: 10.1007/s00381-007-0332-7.
- Crockard HA, Sen CN. The transoral approach for the management of intradural lesions at the craniovertebral junction: review of 7 cases. Neurosurgery. 1991;28:88–97. DOI: 10.1097/00006123-199101000-00014.
- Kawashima M, Tanriover N, Rhoton AL Jr, Ulm AJ, Matsushima T. Comparison of the far lateral and extreme lateral variants of the atlanto-occipital transarticular approach to anterior extradural lesions of the craniovertebral junction. Neurosurgery. 2003;53:662–674. DOI: 10.1227/01.NEU.0000080070.16099.BB.
- Rhoton AL, Jr. The foramen magnum. Neurosurgery. 2000;47(3 Suppl):S155–193.
- Crockard HA. Transoral surgery: some lessons learned. Br J Neurosurg. 1995;9:283–293. DOI: 10.1080/02688699550041304.
- Magerl F, Seemann PS. Stable posterior fusion of the atlas and axis by transarticular screw fixation. In: Kehr P, Weidner A (eds). Cervical Spine I. Springer Verlag, Wien, 1987:322–327. DOI: 10.1007/978-3-7091-8882-8_59.
- Pait TG, Al-Mefty O, Boop FA, Arnautovic KI, Rahman S, Ceola W. Inside-outside technique for posterior occipitocervical spine instrumentation and stabilization: preliminary results. J Neurosurg. 1999;90(1 Suppl):1–7. DOI: 10.3171/spi.1999.90.1.0001.
- Shkarubo AN, Andreev DN, Konovalov NA, Zelenkov PV, Lubnin AJ, Chernov IV, Koval KV. Surgical treatment of skull base tumors, extending to craniovertebral junction. World Neurosurg. 2017;99:47–58. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.11.147.
- Shkarubo AN, Kuleshov AA, Chernov IV, Vetrile MS, Lisyansky IN, Makarov SN, Spyrou M. Transoral decompression and stabilization of the upper cervical segments of the spine using custom-made implants in various pathologic conditions of the craniovertebral junction. World Neurosurg. 2018;109:e155–e163. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.09.124.
- Schmelzle R, Harms J, Stoltze D. Osteosynthesenim occipito-cervicalem Übergang vom transoralen Zugang. In: XVII SICOT World Congress Abstract book. Munich: Demeter-Verlag, 1987:27–28.
- Shkarubo AN, Kuleshov AA, Chernov IV, Vetrile MS. Transoral decompression and anterior stabilization of atlantoaxial joint in patients with basilar impression and Chiari malformation type I: a technical report of 2 clinical cases. World Neurosurg. 2017;102:181–190. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.02.113.
- Раткин И.К., Луцк А.А. Использование трансорального доступа для хирургического лечения краниовертебральных аномалий // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 1993. № 2. С. 3–5. [Ratkin IK, Lutsyk AA. The use of transoral access surgical treatment craniovertebral anomalies. Zh Vopr Neirokhir Im N N Burdenko. 1993;(2):3–5. In Russian].
- Шкарубо А.Н., Казначеев В.М., Фомин Б.В., Пахомов Г.А., Бочаров О.В., Буланова Т.В. Трансоральное удаление хордомы основания черепа с предварительным окципитоспондилодезом // Нейрохирургия. 2002. № 1. С. 48–52. [Shkarubo AN, Kaznacheev VM, Fomin BV, Pakhomov GA, Bocharov OV, Bulanova TV. Transoral removal of skull base chordoma with preliminary occipitospindylodesis. Neurosurgery. 2002;(1):48–52. In Russian].
- Alfieri A, Jho HD, Tschabitscher M. Endoscopic endonasal approach to the ventral cranio-cervical junction: anatomical study. Acta Neurochir (Wien). 2002;144:219–225. DOI: 10.1007/s007010200029.
- De Divitiis O, Conti A, Angileri FF, Cardali S, La Torre D, Tschabitscher M. Endoscopic transoral-transclival approach to the brainstem and surrounding cisternal space: anatomic study. Neurosurgery. 2004;54:125–130. DOI: 10.1227/01.neu.0000097271.55741.60.
- Seker A, Inoue K, Osawa S, Akakin A, Kilic T, Rhoton AL Jr. Comparison of endoscopic transnasal and transoral approaches to the craniovertebral junction. World Neurosurg. 2010;74:583–602. DOI: 10.1016/j.wneu.2010.06.033.
- Shriver MF, Kshetry VR, Sindwani R, Woodard T, Benzel EC, Recinos PF. Transoral and transnasal odontoidectomy complications: A systematic review and meta-analysis. Clin Neurol Neurosurg. 2016;148:121–129. DOI:10.1016/j.clineuro.2016.07.019.
- Kassam AB, Snyderman C, Gardner P, Carrau R, Spiro R. The expanded endonasal approach: a fully endoscopic transnasal approach and resection of the odontoid

- process: technical case report. *Neurosurgery*. 2005;57(1 Suppl):E213. DOI: 10.1227/01.neu.0000163687.64774.e4.
19. **Шкарубо А.Н., Коновалов Н.А., Зеленков П.В., Мазаев В.А., Андреев Д.Н., Чернов И.В.** Эндоскопическое эндоназальное удаление инвагинированного зубовидного отростка C₂ позвонка // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2015. № 79(5). С. 82–90. [Shkarubo AN, Kononov NA, Zelenkov PV, Mazaev VA, Andreev DN, Chernov IV. Endoscopic endonasal removal of the invaginated odontoid process of the C₂ vertebra. *Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko*. 2015;79(5):82–90. In Russian]. DOI: 10.17116/neiro201579582-90.
 20. **Zwagerman NT, Tormenti MJ, Tempel ZJ, Wang EW, Snyderman CH, Fernandez-Miranda JC, Gardner PA.** Endoscopic endonasal resection of the odontoid process: clinical outcomes in 34 adults. *J Neurosurg*. 2018;126:923–931. DOI: 10.3171/2016.11.jns16637.
 21. **Choudhri O, Mindea SA, Feroze A, Soudry E, Chang SD, Nayak JV.** Experience with intraoperative navigation and imaging during endoscopic transnasal spinal approaches to the foramen magnum and odontoid. *Neurosurg Focus*. 2014;36:E4. DOI: 10.3171/2014.1.FOCUS13533.
 22. **El-Sayed IH, Wu JC, Dhillon N, Ames CP, Mummaneni P.** The importance of platybasia and the palatine line in patient selection for endonasal surgery of the craniocervical junction: a radiographic study of 12 patients. *World Neurosurg*. 2011;76:183–188. DOI: 10.1016/j.wneu.2011.02.018.
 23. **Gempt J, Lehmbert J, Grams AE, Berends I, Meyer B, Stoffel M.** Endoscopic transnasal resection of the odontoid: case series and clinical course. *Eur Spine J*. 2011;20:661–666. DOI: 10.1007/s00586-010-1629-x.
 24. **Gladi M, Iacoangeli M, Specchia N, Re M, Dobran M, Alvaro L, Moriconi E, Scerrati M.** Endoscopic transnasal odontoid resection to decompress the bulbo-medullary junction: a reliable anterior minimally invasive technique without posterior fusion. *Eur Spine J*. 2012;21 Suppl 1:S55–S60. DOI: 10.1007/s00586-012-2220-4.
 25. **Goldschlager T, Hartl R, Greenfield JP, Anand VK, Schwartz TH.** The endoscopic endonasal approach to the odontoid and its impact on early extubation and feeding. *J Neurosurg*. 2015;122:511–518. DOI: 10.3171/2014.9.JNS14733.
 26. **Grammatica A, Bonali M, Ruscitti F, Marchioni D, Pinna G, Cunsolo EM, Presutti L.** Transnasal endoscopic removal of malformation of the odontoid process in a patient with type I Arnold-Chiari malformation: a case report. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2011;31:248–252.
 27. **Grin A, Lvov I, Godkov I, Sytnik A, Kordonskiy A, Smirnov V.** Endoscopic endonasal resection of the odontoid process in a patient with chronic injury of the C1 transverse ligament. *Asian J Neurosurg*. 2018;13:1179–1181. DOI: 10.4103/ajns.AJNS_366_16.
 28. **Hankinson TC, Grunstein E, Gardner P, Spinks TJ, Anderson RC.** Transnasal odontoid resection followed by posterior decompression and occipitocervical fusion in children with Chiari malformation type I and ventral brainstem compression. *J Neurosurg Pediatr*. 2010;5:549–553. DOI: 10.3171/2010.2.PEDS09362.
 29. **Joaquim AF, Patel AA.** Surgical treatment of type II odontoid fractures: anterior odontoid screw fixation or posterior cervical instrumented fusion? *Neurosurg Focus*. 2015;38:E11. DOI: 10.3171/2015.1.FOCUS14781.
 30. **Tormenti MJ, Madhok R, Carrau R, Snyderman CH, Kassam AB, Gardner PA.** Endoscopic endonasal resection of the odontoid process - clinical outcomes. Abstracts of the AANS Annual Meeting. Philadelphia, May 1–5, 2010.
 31. **Leng LZ, Anand VK, Hartl R, Schwartz TH.** Endonasal endoscopic resection of an os odontoideum to decompress the cervicomedullary junction: a minimal access surgical technique. *Spine*. 2009;34:E139–E143. DOI: 10.1097/brs.0b013e31818e344d.
 32. **Nagpal T.** Transnasal endoscopic removal of malformation of the odontoid process in craniocervical anomaly: a case report. *Kulak Burun Bogaz Ihtis Derg*. 2013;23:123–126. DOI: 10.5606/kbbihtisas.2013.80958.
 33. **Nayak JV, Gardner PA, Vescan AD, Carrau RL, Kassam AB, Snyderman CH.** Experience with the expanded endonasal approach for resection of the odontoid process in rheumatoid disease. *Am J Rhinol*. 2007;21:601–606. DOI: 10.2500/ajr.2007.21.3089.
 34. **Patel AJ, Boatey J, Muns J, Bollo RJ, Whitehead WE, Giannoni CM, Jea A.** Endoscopic endonasal odontoidectomy in a child with chronic type 3 atlantoaxial rotatory fixation: case report and literature review. *Childs Nerv Syst*. 2012;28:1971–1975. DOI: 10.1007/s00381-012-1818-5.
 35. **Scholtes F, Signorelli F, McLaughlin N, Lavigne F, Bojanowski MW.** Endoscopic endonasal resection of the odontoid process as a standalone decompressive procedure for basilar invagination in Chiari type I malformation. *Minim Invasive Neurosurg*. 2011;54:179–182. DOI: 10.1055/s-0031-1283168.
 36. **Tomazic PV, Stammberger H, Mokry M, Gerstenberger C, Habermann W.** Endoscopic resection of odontoid process in Arnold Chiari malformation type II. *B-ENT*. 2011;7:209–213.
 37. **Wu JC, Huang WC, Cheng H, Liang ML, Ho CY, Wong TT, Shih YH, Yen YS.** Endoscopic transnasal transclival odontoidectomy: a new approach to decompression: technical case report. *Neurosurgery*. 2008;63(1 Suppl 1):ONSE92–ONSE94. DOI: 10.1227/01.neu.0000335020.06488.c8.
 38. **Yen YS, Chang PY, Huang WC, Wu JC, Liang ML, Tu TH, Cheng H.** Endoscopic transnasal odontoidectomy without resection of nasal turbinates: clinical outcomes of 13 patients. *J Neurosurg Spine*. 2014;21:929–937. DOI: 10.3171/2014.8.SPINE13504.
 39. **Yu Y, Hu F, Zhang X, Ge J, Sun C.** Endoscopic transnasal odontoidectomy combined with posterior reduction to treat basilar invagination: technical note. *J Neurosurg Spine*. 2013;19:637–643. DOI: 10.3171/2013.8.SPINE13120.
 40. **Yu Y, Wang X, Zhang X, Hu F, Gu Y, Xie T, Jiang X, Jiang C.** Endoscopic transnasal odontoidectomy to treat basilar invagination with congenital osseous malformations. *Eur Spine J*. 2013;22:1127–1136. DOI: 10.1007/s00586-012-2605-4.
 41. **Aldahak N, Richter B, Bemora JS, Keller JT, Froelich S, Abdel KM.** The endoscopic endonasal approach to craniocervical junction: the complete panel. *Pan Afr Med J*. 2017;27:277. DOI: 10.11604/pamj.2017.27.277.12220.
 42. **Van Abel KM, Mallory GW, Kasperbauer JL, Price DL, O'Brien EK, Olsen KD, Krauss WE, Clarke MJ, Jentoft ME, Van Gompel JJ.** Transnasal odontoid resection: is there an anatomic explanation for differing swallowing outcomes? *Neurosurg Focus*. 2014;37:E16. DOI: 10.3171/2014.7.FOCUS14338.
 43. **Ponce-Gomez JA, Ortega-Porcayo LA, Soriano-Baron HE, Sotomayor-Gonzalez A, Arriada-Mendicoa N, Gomez-Amador JL, Palma-Diaz M, Barges-Coll J.** Evolution from microscopic transoral to endoscopic endonasal odontoidectomy. *Neurosurg Focus*. 2014;37:E15. DOI: 10.3171/2014.7.FOCUS14301.
 44. **Laufer I, Greenfield JP, Anand VK, Hartl R, Schwartz TH.** Endonasal endoscopic resection of the odontoid process in a nonachondroplastic drarf with juvenile rheumatoid arthritis: feasibility of the approach and utility of the intraoperative Iso-C three-dimensional navigation. *J Neurosurg Spine*. 2008;8:376–380. DOI: 10.3171/spi.2008.8/4/376.

Адрес для переписки:

Шкарубо Алексей Николаевич
125047, Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, 16,
НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко,
ashkarubo@nsi.ru

Статья поступила в редакцию 22.01.2019

Рецензирование пройдено 20.05.2019

Подписано в печать 27.05.2019

Address correspondence to:

Shkarubo Aleksey Nikolaevich
N.N. Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery
4-ya Tverskaya-Yamskaya, 16, Moscow 125047, Russia,
ashkarubo@nsi.ru

Received 22.01.2019

Review completed 20.05.2019

Passed for printing 27.05.2019

Алексей Николаевич Шкарубо, д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник, Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко, Россия, 125047, Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, 16, ORCID: 0000-0003-3445-3115, ashkarubo@nsi.ru;

Илья Валерьевич Чернов, аспирант, Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко, Россия, 125047, Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, 16, ORCID: 0000-0002-9789-3452, ichernov@nsi.ru;

Дмитрий Николаевич Андреев, канд. мед. наук, младший научный сотрудник, Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко, Россия, 125047, Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, 16, ORCID: 0000-0001-5473-4905, dandreev@nsi.ru;

Кирилл Геннадьевич Чмутин, аспирант, Российский университет дружбы народов, Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6, cbkg27@gmail.com.

Aleksey Nikolayevich Shkarubo, DMSc, leading researcher, N.N. Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery, 4-ya Tverskaya-Yamskaya str., 16, Moscow, 125047, Russia, ORCID: 0000-0003-3445-3115, ashkarubo@nsi.ru;

Ilya Valeryevich Chernov, postgraduate student, N.N. Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery, 4-ya Tverskaya-Yamskaya str., 16, Moscow, 125047, Russia, ORCID: 0000-0002-9789-3452, ichernov@nsi.ru;

Dmitry Nikolayevich Andreev, MD, PhD, junior researcher, N.N. Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery, 4-ya Tverskaya-Yamskaya str., 16, Moscow, 125047, Russia, ORCID: 0000-0001-5473-4905, dandreev@nsi.ru;

Kirill Genmadyevich Chmutin, postgraduate student, Peoples' Friendship University of Russia, Miklukho-Maklaya str., 6 Moscow, 117198, Russia, cbkg27@gmail.com.