

МЕТОД ИНТРАОПЕРАЦИОННОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДОПЛЕРОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ КАВЕРНОЗНОГО СЕКМЕНТА ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ ПРИ ЭНДСКОПИЧЕСКОМ ТРАНССФЕНОИДАЛЬНОМ УДАЛЕНИИ ОПУХОЛЕЙ ЛАТЕРОСЕЛЛЯРНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

О.И. Шарипов, Д.В. Фомичев, М.А. Кутин, П.Л. Калинин

ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России;
Россия, 125047 Москва, 4-я Тверская-Ямская, 16

Контакты: Олег Ильдарович Шарипов osharipov@nsi.ru

Цель исследования — описать методику проведения интраоперационной ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) артерий мозга и определить показания к ее использованию при эндоскопических трансфеноидальных операциях.

Материалы и методы. В исследование включены 100 пациентов с опухолями основания черепа (аденомами гипофиза, невриномами тройничного нерва, хордомиами). Операции проводили с применением стандартного либо расширенного трансфеноидального эндоскопического доступа. При УЗДГ местоположение внутренней сонной артерии (ВСА) относительно поверхности опухоли или твердой мозговой оболочки определяли по изображению красного и/или синего цвета на экране монитора в окне М-режима, появление которого сопровождалось характерным звуковым сигналом.

Результаты. УЗДГ использовали при удалении аденом гипофиза в 95 случаях, невриноме тройничного нерва — в 3, хордом — в 2. С помощью интраоперационной УЗДГ удалось обнаружить местоположение ВСА при удалении латероселлярной части опухоли во всех наблюдениях. Ни в одном из представленных случаев не было ранения ВСА.

Заключение. УЗДГ — безопасный неинвазивный метод, позволяющий в процессе эндоскопических операций определить местоположение ВСА в строме опухоли, что способствует безопасному удалению латероселлярно расположенной опухоли. Адекватное использование метода не несет известных и потенциальных рисков. УЗДГ необходимо проводить при удалении опухоли из полости кавернозного синуса или его проекции через латеральный расширенный трансфеноидальный эндоскопический доступ (с целью определить безопасные границы разреза твердой мозговой оболочки в проекции синуса).

Ключевые слова: ультразвуковая доплерография, эндоскопические операции, трансфеноидальный доступ, внутренняя сонная артерия, опухоли основания черепа, латероселлярные опухоли, интраоперационная визуализация

Для цитирования: Шарипов О.И., Фомичев Д.В., Кутин М.А., Калинин П.Л. Метод интраоперационного ультразвукового доплерографического контроля местоположения кавернозного сегмента внутренней сонной артерии при эндоскопическом трансфеноидальном удалении опухолей латероселлярной локализации. *Нейрохирургия* 2019;21(1):27–34.

DOI: 10.17650/1683-3295-2019-21-1-27-34

Intraoperative Doppler ultrasound of the cavernous part of the internal carotid artery in endoscopic transsphenoidal removal of the laterosellar tumors

O.I. Sharipov, D.V. Fomichev, M.A. Kutin, P.L. Kalinin

N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Ministry of Health of Russia; 16 4th Tverskaya-Yamskaya St., Moscow 125047, Russia

The study objective is to describe the technique of intraoperative Doppler ultrasound (DU) of brain arteries and to determine the indications for its use during endoscopic transsphenoidal operations.

Materials and methods. The study included 100 patients with skull base tumors (pituitary adenomas, trigeminal schwannomas, chordomas), operated via standard or extended transsphenoid endoscopic approaches. For DU, the location of the internal carotid artery (ICA)

relative to the surface of the tumor or dura mater was determined as a red and/or blue color of the monitor screen in the M-mode window, accompanied by a characteristic sound signal.

Results. DU was used to remove pituitary adenomas in 95 cases, trigeminal schwannomas in 3 cases, chordomas in 2 cases. Intraoperative DU helped to locate the ICA during removal of the laterosellar part of the tumor in all observations. In none of the cases presented were no injuries to the ICA.

Conclusion. DU is an effective and non-invasive method for detecting ICA during endoscopic operations which contributes to the safe disposal of laterosellar tumors. Adequate use of the method does not carry well-known and potential risks. DU should be performed when the tumor is removed from the cavernous sinus or its projection via the lateral extended transsphenoidal endoscopic access (to determine the safe boundaries of the dura mater section in the cavernous sinus projection).

Key words: Doppler ultrasound, endoscopic operations, transsphenoidal approach, internal carotid artery, skull base tumors, laterosellar tumors, intraoperative visualization

For citation: Sharipov O.I., Fomichev D.V., Kutin M.A., Kalinin P.L. Intraoperative Doppler ultrasound of the cavernous part of the internal carotid artery in endoscopic transsphenoidal removal of the laterosellar tumors. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2019;21(1):27–34.

ВВЕДЕНИЕ

Удаление опухоли из полости кавернозного синуса — сложная задача для хирурга, так как этот синус представляет собой сравнительно небольшое и труднодоступное анатомическое образование, включающее важные нейроваскулярные структуры: кавернозный сегмент внутренней сонной артерии (ВСА), черепные нервы [1].

Латеральный расширенный трансфеноидальный доступ позволяет осуществлять манипуляции во всех отделах кавернозного синуса, а также меккелевой полости, медиальных отделах средней черепной ямки, медиальных отделах орбиты. Опухоли, характеризующиеся латероселлярным ростом, такие как аденомы гипофиза, невриномы, хордомы, могут расти вокруг кавернозного сегмента ВСА или смещать его, затрудняя манипуляции в проекции кавернозного синуса и повышая риск повреждения ВСА.

Повреждение ВСА — потенциально смертельное интраоперационное осложнение, приводящее к формированию ложных аневризм, стенозу или окклюзии ВСА.

Частота ранения ВСА варьирует, по данным разных авторов, от 0 до 3,8 % [2]. Р. Carrabianca и соавт. сообщили о повреждении ВСА у 1 (0,68 %) из 146 оперированных через трансфеноидальный доступ пациентов [3]. А. Табае и соавт. выполнили систематический обзор 9 англоязычных статей разных авторов и метаанализ 821 случая эндоскопической трансфеноидальной операции и выявили 2 летальных исхода, связанных с повреждением ВСА, что составило 0,24 %. К сожалению, авторы не представили сведения о тех случаях ранения ВСА, которые не повлекли за собой смерть пациентов [4]. П.Л. Калинин и соавт. сообщили о повреждении ВСА у 4 (0,13 %) из 3000 пациентов, у которых было проведено трансфеноидальное удаление аденомы гипофиза (при этом летальность достигла 50 %) [5]. В Национальном медицинском исследовательском центре нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко

с 2005 по 2017 г. было выполнено около 4500 эндоскопических трансфеноидальных операций. Повреждение ВСА произошло у 7 (0,16 %) пациентов, среди них летальность составила 28,6 %, частота тяжелой инвалидизации — 14,3 %.

Интраоперационное ранение ВСА представляет собой сложную хирургическую проблему и требует неотложного проведения дорогостоящего эндоваскулярного лечения с участием нескольких хирургических бригад для закрытия дефекта в артерии, а при отсутствии нормального коллатерального кровообращения — для создания экстракраниально-интракраниального анастомоза [6]. Вследствие высокой частоты неврологических нарушений и летальности вопрос о путях предотвращения ранений ВСА в трансфеноидальной хирургии считается достаточно актуальным.

Повреждение ВСА можно предотвратить, применяя различные методы интраоперационной навигации, в частности ультразвуковую доплерографию (УЗДГ), которая в настоящее время широко применяется в нейрохирургической практике и рассматривается как безопасный неинвазивный метод диагностики цереброваскулярных заболеваний [7, 8].

В мировой литературе имеются единичные публикации, посвященные использованию УЗДГ в трансфеноидальной хирургии [2, 9, 10].

Цель исследования — описать методику проведения интраоперационной УЗДГ артерий мозга и определить показания к ее использованию при эндоскопических трансфеноидальных операциях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включены пациенты с аденомами гипофиза ($n = 95$), невринами ($n = 3$), хордомами ($n = 2$).

Критерии включения в исследование: наличие опухолей основания черепа, которые прорастают в кавернозный синус или располагаются в его проекции; необходимость удаления опухолей через латеральный

расширенный или стандартный трансфеноидальный эндоскопический доступ.

Для интраоперационной УЗДГ использовали инновационное комбинированное устройство, основу которого представляет кюретка Clickline (Karl Storz, Германия) и доплеровский датчик 16 МГц.

Для удаления опухолей применяли ригидные эндоскопы диаметром 4 мм с углом обзора 0°, 30°, 45°, 70° (Karl Storz, Германия). Микроскоп, носорасширитель не задействовали.

При стандартном эндоскопическом эндоназальном трансфеноидальном доступе опухоль удаляли из полости кавернозного синуса через дефект в его медиальной стенке. При расширенном трансфеноидальном эндоскопическом доступе дополнительно удаляли костную пластинку (наружную стенку канала ВСА) и, при необходимости, выполняли резекцию костей полости носа и основания черепа (средней носовой раковины, боковой и задней стенки верхнечелюстной кости, задних ячеек решетчатой кости, основания крыловидного отростка), что позволяло проникнуть в латеральные отделы кавернозного синуса и меккелеву полость.

Наличие инвазии опухоли в полость кавернозного синуса определяли по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) головного мозга во фронтальной проекции [11].

ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ

При УЗДГ местоположение ВСА относительно поверхности опухоли или твердой мозговой оболочки (ТМО) определяли по изображению красного или синего цвета, появление которого на экране монитора в окне М-режима сопровождалось характерным звуковым сигналом от датчика (рис. 1).

Цвет изображения в окне М-режима указывал на направление кровотока относительно датчика: красный – кровоток в артерии направлен к датчику, синий – от датчика. Появление одновременно красного и синего цветов указывало на кровоток в колене кавернозного сегмента ВСА (рис. 2).

Кавернозный сегмент ВСА разделяет полость синуса на 4 части: верхний (между горизонтальным сегментом сифона ВСА и верхней стенкой синуса), передне-нижний (ниже горизонтального сегмента сифона ВСА), задний (позади вертикального сегмента ВСА) и латеральный: между кавернозным отделом ВСА и латеральной стенкой кавернозного синуса (см. рис. 2) [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ

УЗДГ использовали во всех 100 случаях хирургического лечения опухолей. Удаление опухоли из верхних, передне-нижних и задних отделов синуса из стандартного эндоскопического трансфеноидального доступа

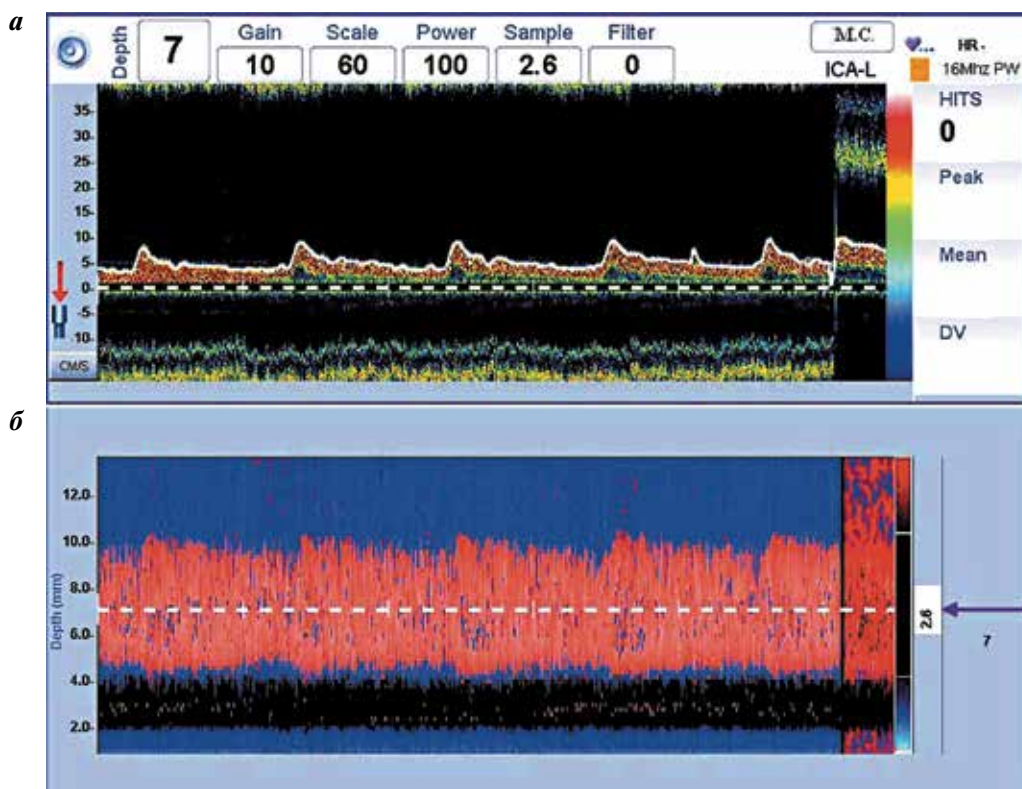


Рис. 1. Ультразвуковая доплерография. Экран монитора (а) и окно М-режима (б)

Fig. 1. Doppler ultrasound. Monitor screen (a) and M-mode window (b)

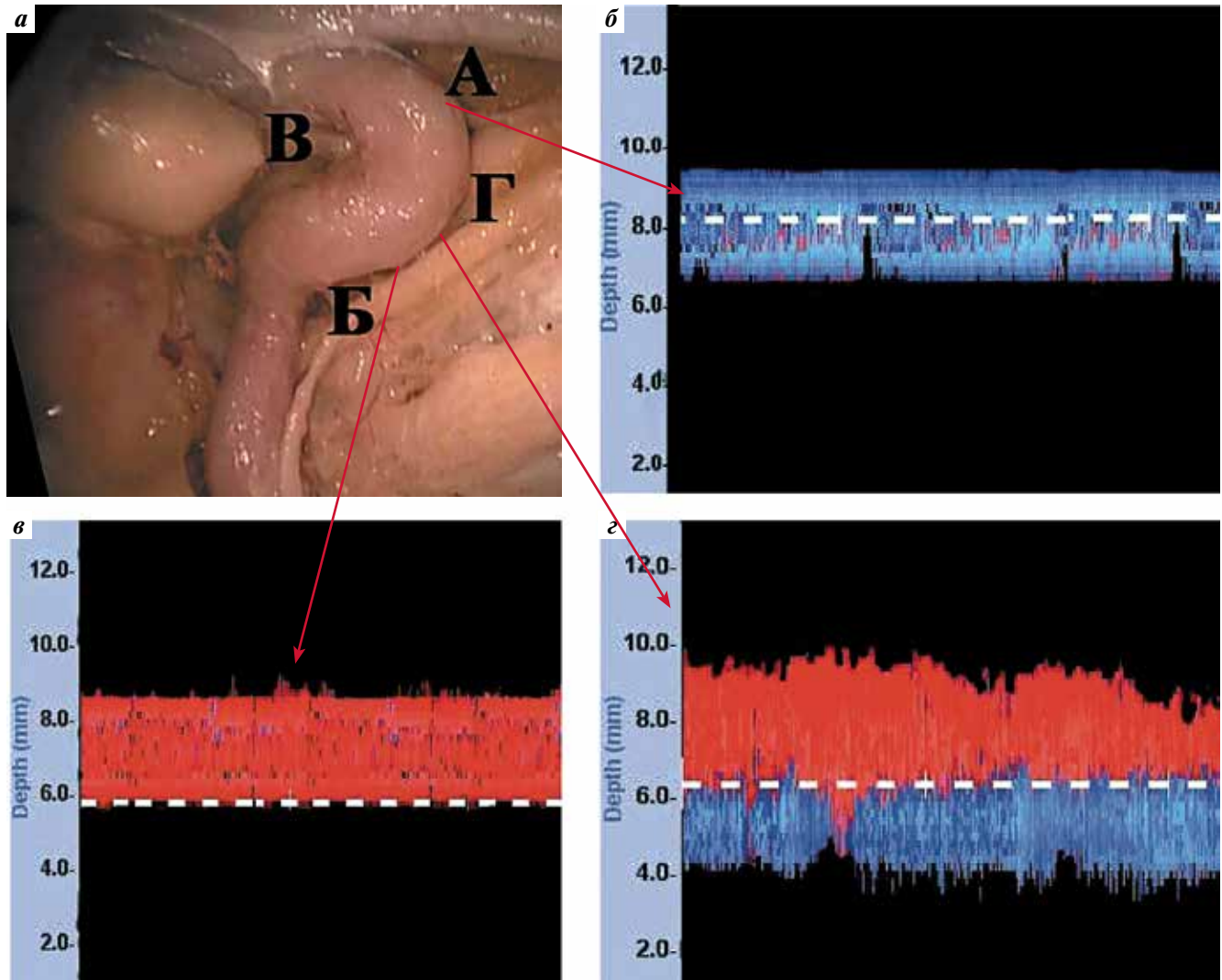


Рис. 2. Ультразвуковая доплерография внутренней сонной артерии: а – отделы кавернозного синуса (А – верхний, Б – переднижний, В – задний, Г – латеральный); б – синий цвет указывает на направление кровотока от датчика; в – красный цвет свидетельствует о направлении кровотока к датчику; г – одновременно красный и синий цвета отражают разнонаправленный кровоток в колене внутренней сонной артерии. Белая пунктирная линия указывает глубину залегания сосуда относительно датчика

Fig. 2. Doppler ultrasound of the internal carotid artery: а – portions of the cavernous sinus (А – superior, Б – anteroinferior, В – posterior, Г – lateral); б – blue indicates blood flow directed away from the transducer; в – red indicates blood flow directed toward the transducer; г – red and blue indicate multidirectional blood flow in the internal carotid artery. White dotted line shows the distance between the transducer and the internal carotid artery

через дефект в медиальной стенке синуса провели в 93 случаях. Латеральный расширенный доступ сформировали в 7 случаях, чтобы удалить опухоль, расположенную в латеральных отделах синуса ($n = 4$) и в меккелевой полости ($n = 3$).

С помощью интраоперационной УЗДГ удалось обнаружить местоположение ВСА при удалении латероселлярной части опухоли во всех наблюдениях. Стоит отметить, что в 18 (18,9 %) случаях аденомы гипофиза не прорастали в синус, а смещали его латерально. В таких ситуациях УЗДГ позволила подтвердить отсутствие сонной артерии в латероселлярной области (не обнаруживалось характерного звукового сигнала и появления изображения в окне М-режима). После удаления латероселлярной части опухоли обнаруживался

интактный кавернозный синус, смещенный опухолью латерально.

При использовании латерального расширенного трансфеноидального эндоскопического доступа УЗДГ помогла определить границы разреза ТМО в области кавернозного синуса и меккелевой полости и безопасно манипулировать в латероселлярном пространстве при невриномах тройничного нерва.

Ни в одном из представленных наблюдений не было ранения ВСА.

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время в трансфеноидальной хирургии все чаще применяют эндоскопические расширенные доступы. Латеральный расширенный трансфеноидальный

доступ удобен для удаления опухолей, расположенных в непосредственной близости от ВСА, позволяет резецировать аденомы гипофиза с массивной инвазией в кавернозный синус (grade 3 и grade 4 по шкале E. Knosp и соавт. (Knosp Scale) [11]) с меньшим количеством послеоперационных осложнений [12].

О. Solheim и соавт. предложили выполнять интраоперационную УЗДГ для обнаружения важных нейроваскулярных структур в процессе формирования доступа и осуществления контроля за безопасным удалением опухоли из латероселлярной области [10].

Используемые в трансфеноидальной хирургии датчики являются ригидными, они неспособны изменять угол лоцирования, который имеет большое значение при работе в узкой и глубокой ране. Для обследования операционного поля мы задействовали комбинированное устройство, имеющее улучшенную конструкцию: его дистальный конец подвижен, способен сгибаться и разгибаться в вертикальной и горизонтальной плоскостях под углом от 0° до 90°, что обеспечивает хорошее лоцирование всей поверхности операционного поля в разных направлениях и возможность обнаружения местоположения ВСА в условиях узкой и глубокой раны.

Лоцирование операционного поля должно производиться перед вскрытием ТМО в латероселлярной области (над кавернозным синусом или в меккелевой полости) в процессе осуществления латерального расширенного доступа, а также при удалении опухоли из латероселлярной области.

Адекватное использование метода интраоперационной УЗДГ с целью обнаружения кавернозного сегмента ВСА при удалении опухолей основания черепа, прорастающих в кавернозный синус или располагающихся в его проекции, не несет известных и потенциальных рисков. Приводим клинический пример, иллюстрирующий данные положения.

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Пациентка К., 37 лет, поступила в Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко с диагнозом эндолатероселлярной аденомы гипофиза, секретирующей соматотропный гормон (СТГ). Диагноз установлен на основании данных МРТ (рис. 3). В анализе крови до операции: уровень СТГ — 50,1 нг/мл (в норме <8 нг/мл), инсулиноподобного фактора роста 1 — 846,0 нг/мл (в норме 109,0—284,0 нг/мл).

Выполнили эндоскопическое эндоназальное трансфеноидальное удаление опухоли. Во время операции после удаления эндоселлярной части опухоли с помощью ультразвукового датчика определили местоположение ВСА в полости правого кавернозного синуса (рис. 4а, б). Из полости синуса латероселлярную часть аденомы гипофиза удалили сзади от ВСА. После этого, зная расположение ВСА относительно ТМО кавернозного синуса, вскрыли его переднюю стенку, провели осмотр передних

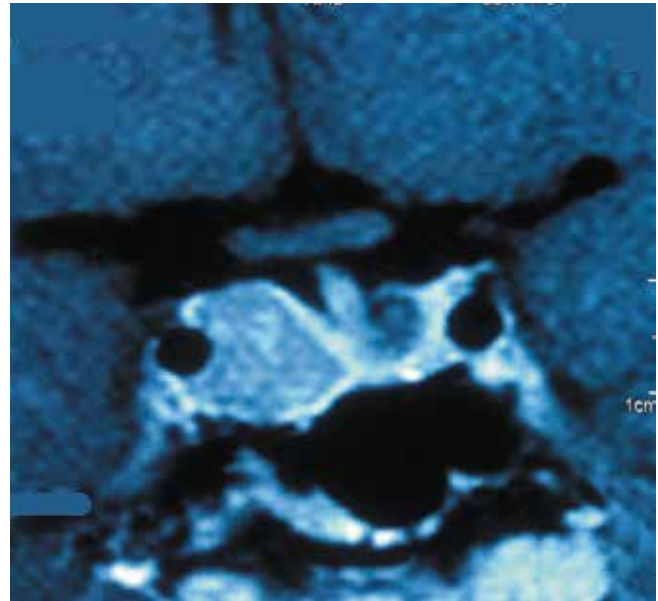


Рис. 3. Магнитно-резонансная томография головного мозга пациентки К. с контрастным усилением, фронтальная проекция. Эндолатероселлярная опухоль гипофиза, растущая вправо

Fig. 3. Patient K. Contrast-enhanced magnetic resonance image of the brain, frontal projection. Endolateralocellar pituitary tumor, growing towards the right side

отделов синуса и удалили небольшие фрагменты опухоли (рис. 4в, г).

В послеоперационном периоде развился транзиторный парез отводящего нерва справа. На контрольной МРТ головного мозга наблюдалась картина полного удаления аденомы гипофиза (рис. 5). По данным анализа крови после операции подтверждена ремиссия акромегалии: уровень СТГ — 0,65 нг/мл, СТГ в ходе орального глюкозотолерантного теста <0,4 нг/мл, инсулиноподобного фактора роста 1 — 169 нг/мл (<244 нг/мл).

Австрийский нейрохирург E. Knosp и соавт. разработали шкалу оценки инвазии аденом гипофиза в полость кавернозного синуса по данным МРТ головного мозга во фронтальной проекции (Knosp Scale). Согласно этой шкале распространение опухоли латероселлярно имеет 4 степени [11]. Однако наличие истинной инвазии опухоли в полость кавернозного синуса (подтвержденной интраоперационно) не всегда соответствует данным МРТ. По сведениям M. Koutourousiou и соавт., рентгенологические признаки инвазии кавернозных синусов имелись у 236, а истинное распространение опухоли в полость синуса интраоперационно обнаружено в 198 случаях [13].

Различие между рентгенологическими и интраоперационными данными объясняется тем, что в некоторых случаях аденомы гипофиза не прорастают в кавернозный синус, а смещают его латерально. Такие опухоли, по данным МРТ головного мозга, имеют латероселлярный рост, однако после их удаления медиальная стенка синуса остается интактной. УЗДГ позволяет определить отсутствие сонной артерии в латероселлярной области

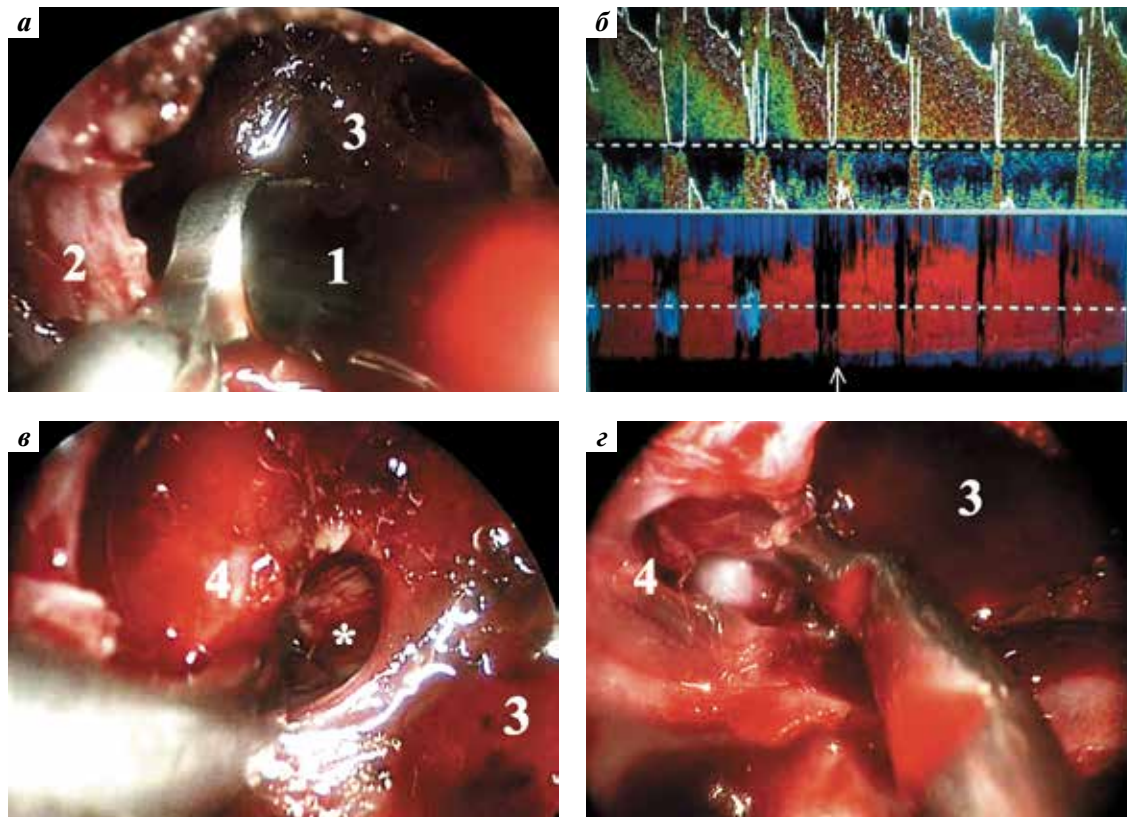


Рис. 4. Этапы удаления опухоли из полости кавернозного синуса: а – определение локализации внутренней сонной артерии (ВСА); б – ультразвуковое исследование в М-режиме: красный цвет сигнализирует о кровотоке, направленном в сторону от кавернозного сегмента ВСА (белой стрелкой указано расстояние от дистального конца датчика до ВСА); в – удаление опухоли из полости кавернозного синуса; г – вскрыта передняя стенка кавернозного синуса. 1 – ультразвуковой доплеровский датчик; 2 – передняя стенка кавернозного синуса; 3 – полость удаленной эндоселлярной части опухоли; 4 – медиальная стенка кавернозного синуса, за которой расположена ВСА; звездочкой обозначен дефект в медиальной стенке кавернозного синуса

Fig. 4. Stages of tumor removal from the cavernous sinus: а – determining the location of the internal carotid artery (ICA); б – M-mode ultrasound: red indicates blood flow directed away from the cavernous portion of the ICA (white arrow shows the distance between the distal end of the transducer and the ICA); в – tumor removal from the cavernous sinus; г – anterior wall of the cavernous sinus is opened. 1 – Doppler ultrasound transducer; 2 – anterior wall of the cavernous sinus; 3 – cavity after the removal of the endocellar part of the tumor; 4 – medial wall of the cavernous sinus with the ICA located behind it; the asterisk indicates the defect in the medial wall of the cavernous sinus

и способствует более безопасному удалению таких опухолей из проекции кавернозного синуса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

УЗДГ является эффективным и неинвазивным методом обнаружения ВСА в процессе эндоскопических операций, способствует безопасному трансфеноидальному удалению новообразований латероселлярной локализации (в проекции кавернозного синуса, медиальных отделов средней черепной ямки, меккелевой полости, крылонебной ямки). Ясное понимание местоположения артерии в процессе резекции опухоли из полости и проекции кавернозного синуса позволяет уверенно проводить манипуляции в латероселлярной области и тем самым обеспечивает более радикальное удаление опухоли, что ведет к ремиссии заболевания.

Основными критериями обнаружения ВСА служат появление характерного звукового сигнала и изображения красного или синего цвета на экране монитора,

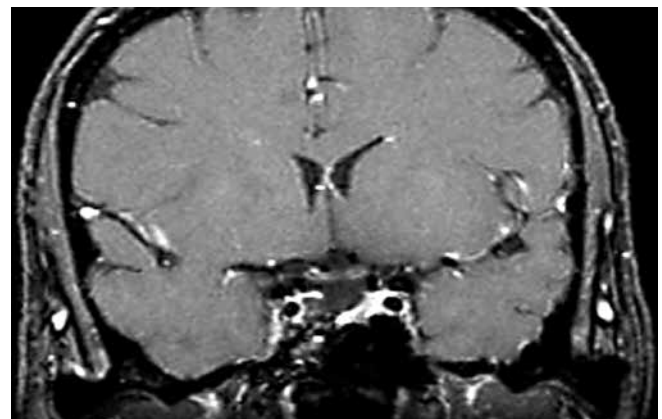


Рис. 5. Магнитно-резонансная томография головного мозга пациентки К. через 12 мес после операции, фронтальная проекция. На фоне послеоперационных изменений признаков опухоли нет; гипофиз располагается в левой половине турецкого седла

Fig. 5. Patient K. Magnetic resonance image of the brain 12 months postoperatively, frontal projection. Postoperative changes with no signs of tumor; the pituitary gland is located in the left portion of the sella turcica

на котором также показана глубина залегания сосуда относительно датчика.

Ультразвуковое лоцирование ВСА необходимо проводить при удалении опухоли из полости или про-

екции кавернозного синуса через латеральный расширенный трансфеноидальный эндоскопический доступ с целью определить безопасные границы разреза ТМО в проекции кавернозного синуса.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Kassam A.B., Gardner P., Snyderman C. et al. Expanded endonasal approach: fully endoscopic, completely transnasal approach to the middle third of the clivus, petrous bone, middle cranial fossa, and infratemporal fossa. *Neurosurg Focus* 2005;19(1):E6. PMID: 16078820.
- Dusick J.R., Esposito F., Malkasian D., Kelly D.F. Avoidance of carotid artery injuries in transsphenoidal surgery with the Doppler probe and micro-hook blades. *Neurosurgery* 2007;60(4 Suppl 2):322–8. DOI: 10.1227/01.NEU.0000255408.84269.A8. PMID: 17415170.
- Cappabianca P, Cavallo LM, Colao A, de Divitiis E. Surgical complications associated with the endoscopic endonasal transsphenoidal approach for pituitary adenomas. *J Neurosurg* 2002;97(2):293–8. DOI: 10.3171/jns.2002.97.2.0293. PMID: 12186456.
- Tabaei A., Anand V.K., Barrón Y. et al. Endoscopic pituitary surgery: a systematic review and meta-analysis. *J Neurosurg* 2009;111(3):545–54. DOI: 10.3171/2007.12.17635. PMID: 19199461.
- Калинин П.Л., Шарипов О.И., Шкарубо А.Н. и др. Повреждение кавернозного отдела внутренней сонной артерии при трансфеноидальном эндоскопическом удалении аденомы гипофиза (4 случая из собственной практики). *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко* 2013;77(6):28–38. [Kalinin P.L., Sharipov O.I., Shkarubo A.N. et al. Damage to the cavernous segment of internal carotid artery in transsphenoidal endoscopic removal of pituitary adenomas (report of 4 cases). *Voprosy neyrokhirurgii im. N.N. Burdenko = Problems of Neurosurgery n. a. N.N. Burdenko* 2013;77(6):28–38. (In Russ.)].
- Усачев Д.Ю., Лукшин В.А., Яковлев С.Б. и др. Комбинированное хирургическое лечение ложной аневризмы кавернозного отдела внутренней сонной артерии. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко* 2016;80(5):116–23. [Usachev D.Yu., Lukshin V.A., Yakovlev S.B. et al. Combined surgical treatment of cavernous internal carotid artery pseudoaneurysm. *Voprosy neyrokhirurgii im. N.N. Burdenko = Problems of Neurosurgery n. a. N.N. Burdenko* 2016;80(5):116–23. (In Russ.)].
- Элиава Ш.Ш., Шехтман О.Д., Золотухин С.П. и др. Интраоперационная контактная доплерография в хирургии аневризм сосудов головного мозга. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко* 2006;(2):42–8. [Eliava Sh.Sh., Shekhman O.D., Zolotukhin S.P. et al. Intraoperative contact Doppler study in the surgery of cerebral aneurysm. *Voprosy neyrokhirurgii im. N.N. Burdenko = Problems of Neurosurgery n. a. N.N. Burdenko* 2006;(2):42–7. (In Russ.)].
- Хирургия аневризм головного мозга. Под ред. В.В. Крылова. Т. 1. М., 2011. С. 126–165. [Brain aneurysm surgery. Ed. by V.V. Krylov. Vol. 1. Moscow, 2011. Pp. 126–165. (In Russ.)].
- Yamasaki T., Moritake K., Nagai H., Kimura Y. Integration of ultrasonography and endoscopy into transsphenoidal surgery with a “picture-in-picture” viewing system – technical note. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2002;42(6):275–7. PMID: 12116536.
- Solheim O., Selbekk T., Lovstakken L. et al. Intracellar ultrasound in transsphenoidal surgery: a novel technique. *Neurosurgery* 2010;66(1):173–85. DOI: 10.1227/01.NEU.0000360571.11582.4F. PMID: 20023548.
- Knosp E., Steiner E., Kitz K., Matula C. Pituitary adenomas with invasion of the cavernous sinus space: a magnetic resonance imaging classification compared with surgical findings. *Neurosurgery* 1993;33(4):610–7. DOI: 10.1097/00006123-199310000-00008. PMID: 8232800.
- Калинин П.Л., Шарипов О.И., Пронин И.Н. и др. Эндоскопическое трансфеноидальное удаление аденомы гипофиза, растущих в кавернозный синус. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко* 2016;80(4):63–74. [Kalinin P.L., Sharipov O.I., Pronin I.N. et al. Endoscopic transsphenoidal resection of pituitary adenomas invading the cavernous sinus. *Voprosy neyrokhirurgii im. N.N. Burdenko = Problems of Neurosurgery n. a. N.N. Burdenko* 2016;80(4):63–74. (In Russ.)].
- Koutourousiou M., Vaz Guimaraes Filho F., Fernandez-Miranda J.C. et al. Endoscopic endonasal surgery for tumors of the cavernous sinus: a series of 234 patients. *World Neurosurg* 2017;103:713–2. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.04.096. PMID: 28450229.

Вклад авторов

О.И. Шарипов: проведение операций, обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных, написание текста статьи;
Д.В. Фомичев: проведение операций, получение данных для анализа, редактирование статьи;
М.А. Кутин: проведение операций, получение данных для анализа, редактирование статьи;
П.Л. Калинин: проведение операций, разработка дизайна исследования, редактирование статьи.

Authors' contributions

O.I. Sharipov: performing surgery, reviewing of publications of the article's theme, analysis of the obtained data, article writing;
D.V. Fomichev: performing surgery, obtaining data for analysis, article editing;
M.A. Kutin: performing surgery, obtaining data for analysis, article editing;
P.L. Kalinin: performing surgery, developing the research design, article editing.

ORCID авторов/ORCID of authors

О.И. Шарипов/O.I. Sharipov: <https://orcid.org/0000-0003-3777-5662>
Д.В. Фомичев/D.V. Fomichev: <https://orcid.org/0000-0002-5323-1000>
М.А. Кутин/M.A. Kutin: <https://orcid.org/0000-0002-6520-4296>
П.Л. Калинин/P.L. Kalinin: <https://orcid.org/0000-0001-9333-9473>

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.

Информированное согласие. Пациент подписал информированное согласие на публикацию своих данных.
Informed consent. The patient gave written informed consent to the publication of his data.

Статья поступила: 25.08.2018. **Принята к публикации:** 20.11.2018.
Article received: 25.08.2018. **Accepted for publication:** 20.11.2018.