

РАЗВИТИЕ АНЕВРИЗМЫ ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ НА ФОНЕ УСПЕШНОГО КОНСЕРВАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПРОЛАКТИНОМЫ

М.А. Кутин¹, Л.И. Астафьева¹, И.В. Чернов¹, К.Г. Микеладзе¹, С.Б. Яковлев¹, А.Н. Лавренюк², А.Д. Донской¹, П.Л. Калинин¹

¹ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава России; Россия, 125047 Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, 16;

²ГБУЗ Нижегородской области «Городская клиническая больница № 39 Канавинского района Нижнего Новгорода»; Россия, 603028 Нижний Новгород, Московское ш., 144

Контакты: Илья Валерьевич Чернов ichernov@nsi.ru

Введение. Вопрос о сочетании аденом гипофиза и интракраниальных аневризм достаточно широко отражен в современной литературе. По данным различных авторов, распространенность подобного сочетания составляет в среднем 9 %. В основном встречается сочетание гормонально активных аденом гипофиза с аневризмами передней циркуляции: 69 % подобных аневризм происходят из сонной артерии. Работ, представляющих развитие аневризм после лечения пролактином, нами не найдено.

Цель работы – анализ и демонстрация лечения пациентов с развившейся аневризмой внутренних сонных артерий (ВСА) на фоне успешной консервативной терапии пролактиномы.

Материалы и методы. В данной статье проведен обзор литературы и представлены два клинических наблюдения пациентов, у которых развились аневризмы ВСА после успешного консервативного лечения пролактином.

Результаты. В обоих описанных случаях аневризмы ВСА с интраселлярным распространением развились после успешного консервативного лечения крупных инвазивных пролактином. В обоих случаях была выполнена окклюзия ВСА, а в одном случае также был наложен экстра-интракраниальный микроанастомоз.

Заключение. Представленные клинические случаи свидетельствуют о возможном прямом деструктивном воздействии опухолевой ткани на стенки сосудов. В настоящее время всем больным с аденомами, прорастающими в кавернозный синус, целесообразно проводить компьютерную томографическую ангиографию.

Ключевые слова: аденома гипофиза, церебральная аневризма, эндоваскулярная окклюзия аневризмы

Для цитирования: Кутин М.А., Астафьева Л.И., Чернов И.В. и др. Развитие аневризмы внутренней сонной артерии на фоне успешного консервативного лечения пролактиномы. Нейрохирургия 2023;25(2):75–82. DOI: 10.17650/1683-3295-2023-25-2-75-82

Development of internal carotid artery aneurysm after successful conservative treatment of prolactinoma

M.A. Kutin¹, L.I. Astafyeva¹, I.V. Chernov¹, K.G. Mikeladze¹, S.B. Yakovlev¹, A.N. Lavrenyuk², A.D. Donskoy¹, P.L. Kalinin¹

¹N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery of Ministry of Health of Russia; Russia, 125047 Moscow, 4th Tverskaya-Yamskaya St., 16;

²City Clinical Hospital No. 39 of Kanavinsky district of Nizhny Novgorod; Russia, 603028 Nizhny Novgorod, Moskovskoe Hwy, 144

Contacts: Ilya Valeryevich Chernov ichernov@nsi.ru

Background. The problem of concomitant pituitary adenomas and intracranial aneurysms is extensively covered in literature. According to various authors, the prevalence of such a combination of lesions is as high as 9 %, most commonly involving hormone-producing pituitary adenomas and aneurysms of the anterior circulation, up to 69 % of which originate from the carotid artery.

Aim. To analyze and demonstrate the treatment of patients with developed internal carotid artery aneurysm (ICA) against the background of successful conservative therapy of prolactinoma.

Materials and methods. In this article we review the literature and present two clinical cases of patients with development of internal carotid artery (ICA) aneurysms after successful conservative treatment of prolactinomas.

Results. In both of the described cases, ICA aneurysms with intrasellar extension developed after successful conservative treatment of large invasive prolactinomas. In both cases ICA occlusion were performed and in one of them extra-intracranial bypass surgery was performed as well.

Conclusion. The presented clinical cases suggest potential direct destructive effect of tumor tissue on vessel walls. Currently, it seems reasonable to carry out computed tomography angiography in all patients with adenomas invading the cavernous sinus.

Keywords: pituitary adenoma, cerebral aneurysm, endovascular aneurysm occlusion

For citation: Kutin M.A., Astafyeva L.I., Chernov I.V. et al. Development of internal carotid artery aneurysm after successful conservative treatment of prolactinoma. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2023;25(2):75–82. DOI: 10.17650/1683-3295-2023-25-2-75-82

ВВЕДЕНИЕ

Вопрос о сочетании аденом гипофиза и интракраниальных аневризм достаточно широко отражен в современной литературе. По данным различных авторов, распространенность подобного сочетания составляет в среднем 9 % [1–6]. В основном встречается сочетание гормонально активных аденом гипофиза с аневризмами передней циркуляции: 69 % таких аневризм происходят из сонной артерии [1, 2, 6–20]. Реже наблюдаются интраселлярные аневризмы, которые могут быть смежными с опухолью, несмежными и включенными в опухоль [6, 14–16, 21]. Чаще всего удается выявить аневризму одновременно с опухолью гипофиза и с учетом этого определить адекватную тактику лечения. Иногда и опухоль, и аневризма выявляются ввиду разрыва последней, что может привести к кровоизлиянию в опухоль, носовому кровотечению, формированию каротидно-кавернозного соустья или субарахноидальному кровоизлиянию при разрушении структур основания черепа опухолью [3, 22–26]. Чаще всего с аневризмами сочетаются соматотропиномы и пролактиномы [1–6]. Последние составляют около 40 % от всех аденом гипофиза, и методом выбора их лечения является терапия агонистами дофамина (в частности, каберголином 1,8 %), эффективность которых составляет около 80 % [27]. Среди осложнений консервативного лечения пролактином встречаются на-

зальная ликворея, фиброз легких, констриктивный перикардит [28–30].

Мы описываем 2 клинических случая развития аневризм кавернозного сегмента внутренней сонной артерии (ВСА) после успешного консервативного лечения пролактином. Истинные причины формирования подобных аневризм неизвестны. Нам не встречались публикации, описывающие подобное сочетание или обсуждавшие возможное частичное разрушение стенки сосуда опухолью в области формирования аневризмы.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ 1

Пациентка К., 65 лет, с 2009 г. получает каберголин в максимальной дозе 2 мг/нед по поводу гигантской пролактиномы (исходный уровень пролактина крови 289 656 мЕд/л (40–530)), выявленной ввиду головных болей и зрительных нарушений (OD (oculus dexter) — счет пальцев, OS (oculus sinister) — 0,9; поле зрения: OD — в узком поле в носовой половине, центральное зрение нарушено, OS — сужение в височной половине на все цвета) (рис. 1).

В течение 4 мес после начала терапии пролактиномы отмечены нормализация уровня пролактина в крови (410 мЕд/мл) и уменьшение размеров опухоли. К 2013 г. опухоль практически полностью регрессировала, сформировалось вторично пустое турецкое седло, острота зрения улучшилась до 0,6 справа и 0,7 слева при нормальном поле зрения (рис. 2).

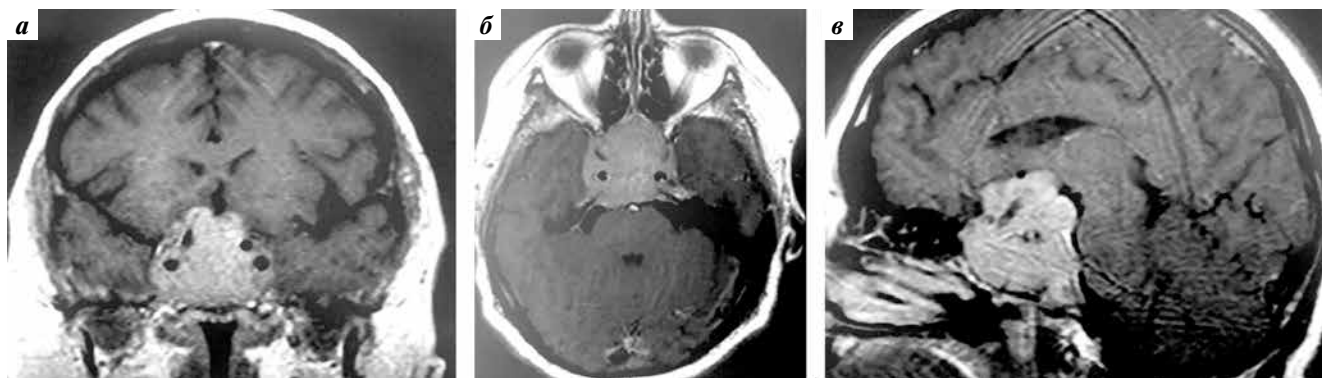


Рис. 1. Магнитно-резонансные томограммы головного мозга пациентки К. до начала терапии агонистами дофамина во фронтальной (а), аксиальной (б) и сагиттальной (в) проекциях. Определяется инвазивно растущая опухоль гипофиза крупных размеров

Fig. 1. Magnetic resonance imaging of the brain of patient K. before the start of therapy with dopamine agonists in frontal (a), axial (b) and sagittal (c) projections. An invasively growing pituitary tumor of large size is determined

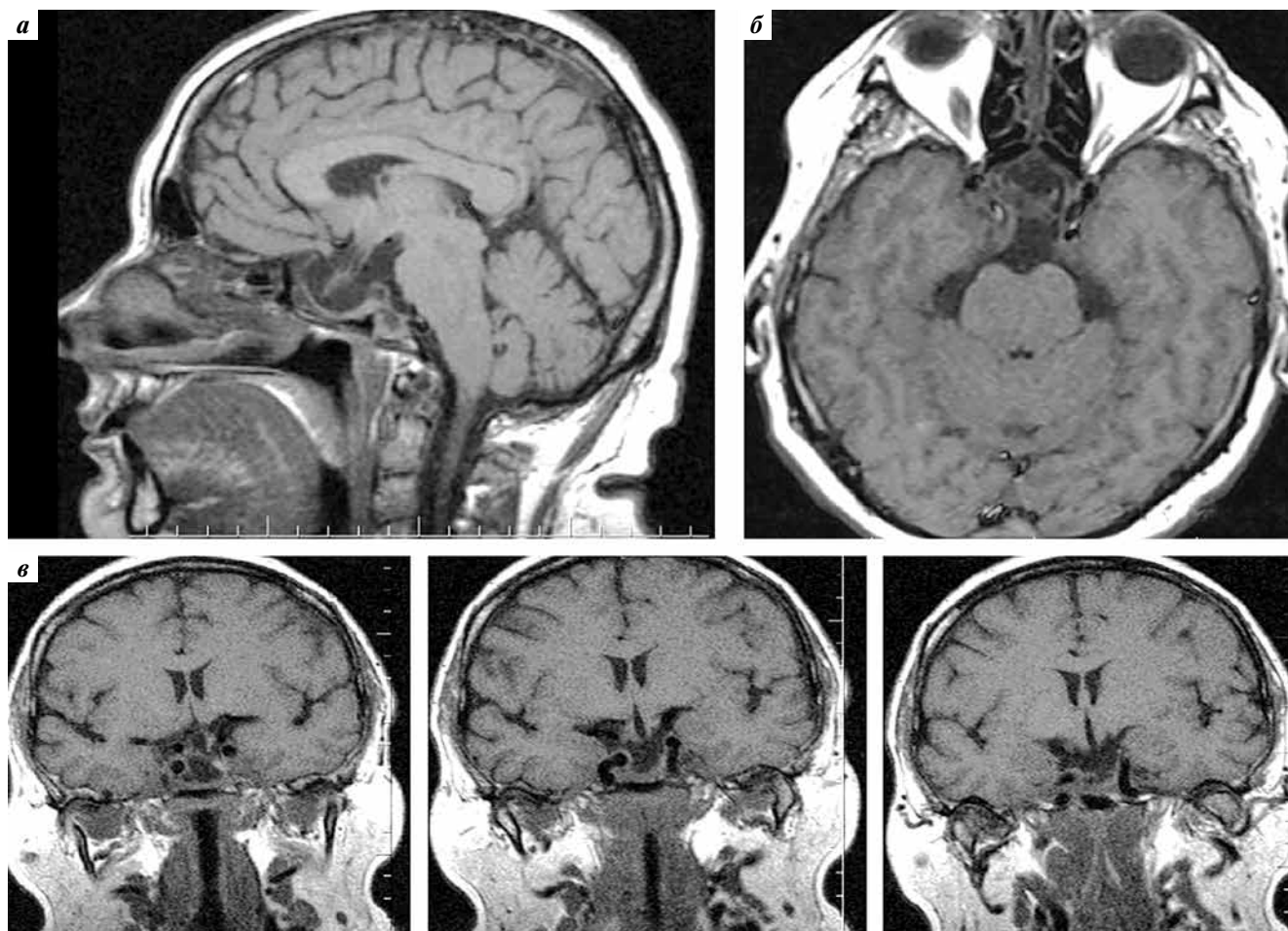


Рис. 2. Магнитно-резонансные томограммы головного мозга пациентки К. через 4 года после начала терапии каберголином в сагиттальной (а), аксиальной (б) и фронтальных (в) проекциях

Fig. 2. Magnetic resonance tomograms of the brain of patient K. 4 years after the start of cabergoline therapy in sagittal (a), axial (b) and frontal (c) projections

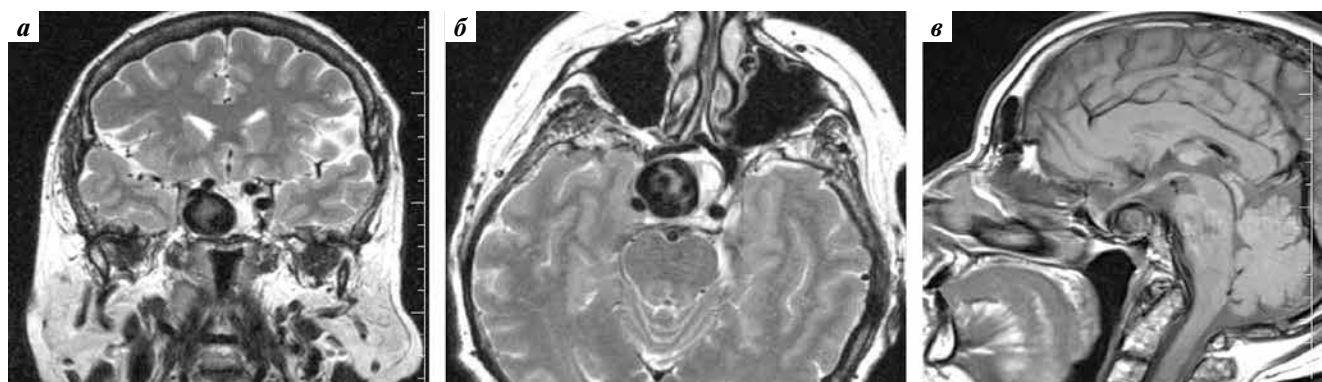


Рис. 3. Магнитно-резонансные томограммы головного мозга пациентки К. от 2019 г. во фронтальной (а), аксиальной (б) и сагиттальной (в) проекциях. Определяется эндо-супралатероселлярное образование

Fig. 3. Magnetic resonance tomograms of the brain of patient K. from 2019 in frontal (a), axial (b) and sagittal (c) projections. Determined by endosupratentorial formation

В 2019 г. (весь предыдущий период пациентка принимала каберголин и наблюдалась по месту жительства) при плановом обследовании на МРТ по месту жительства выявлено эндо-супралатероселлярное образование, расцененное как прогрессия опухоли, в связи с чем паци-

ентке была увеличена дозировка каберголина при нормальных значениях пролактина (рис. 3).

В конце 2020 г. пациентке из-за прогрессирующего снижения зрения (OD — счет пальцев у лица на ограниченном участке в височной половине парацентрально,

ОС — 0,9) была выполнена спиральная компьютерная томографическая ангиография (СКТ-АГ), при которой выявлена гигантская аневризма кавернозного сегмента правой ВСА (рис. 4), с которой пациентка поступила в НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко для эндоваскулярного лечения.

Пациентке планировалась установка поток-перенаправляющего стента, однако попытки катетеризации правой ВСА дистальнее гигантской аневризмы в ходе двух операций не увенчались успехом из-за сложных анатомических характеристик аневризмы и несущей артерии. При этом определена недостаточность коллатерального кровотока по задней соединительной артерии. На фоне консервативной гормональной терапии гидрокортизоном после второй неудачной попытки эндоваскулярного лечения у пациентки развился острый психоз с бредовой симптоматикой. С интервалом 2 нед после стабилизации состояния пациентке проведены превентивное наложение экстра-интракраниального микроанастомоза и окклюзия ВСА на уровне аневризмы (рис. 5). После операции пациентка находится в удовлетворительном состоянии без динамики в неврологическом статусе.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ 2

Пациенту М., 58 лет, в 2007 г. на фоне зрительных нарушений и гипопитуитаризма была выполнена МРТ, при которой выявлена крупная инвазивно растущая аденома гипофиза (рис. 6).

Ввиду повышенного уровня пролактина (более 5000 мЕд/л, точные цифры неизвестны) пациенту назначен каберголин 1 мг/нед с положительным эффектом в виде уменьшения размеров опухоли и нормализации уровня пролактина в крови (рис. 7).

С 2020 г. (через 13 лет непрерывной терапии каберголином, с 2008 г. пациент не наблюдался) у пациента развился амавроз справа и снизилось зрение слева до 0,6

(с коррекцией) с выпадением височной половины поля. При СКТ-АГ выявлена гигантская частично тромбированная аневризма кавернозного сегмента правой ВСА (рис. 8).

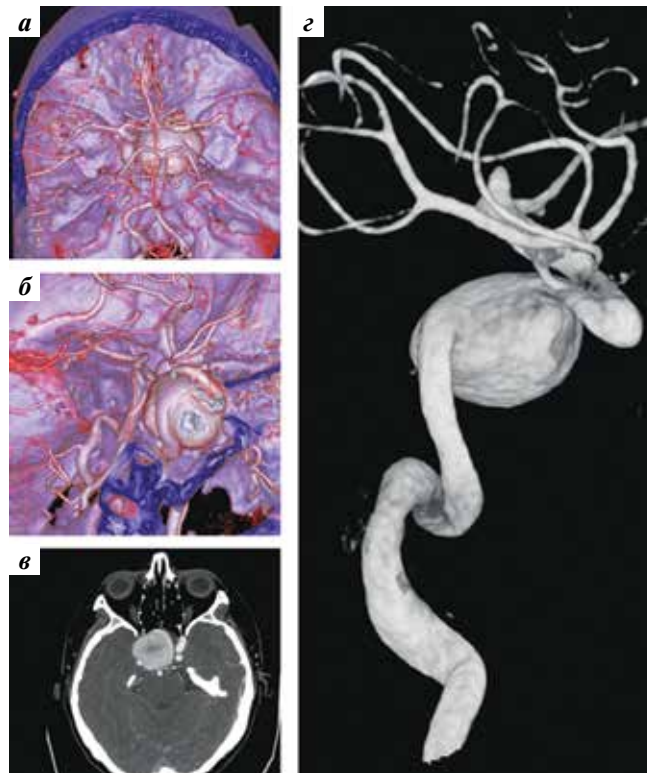


Рис. 4. Гигантская аневризма кавернозного сегмента правой ВСА, выявленная у пациентки К.: а–в — спиральные компьютерные томографические ангиограммы; г — 3D-ангиограммы правой внутренней сонной артерии

Fig. 4. Giant aneurysm of the cavernous segment of the right ICA detected in patient K.: а–в — spiral computed tomography angiograms; г — 3D angiography of the right internal carotid artery

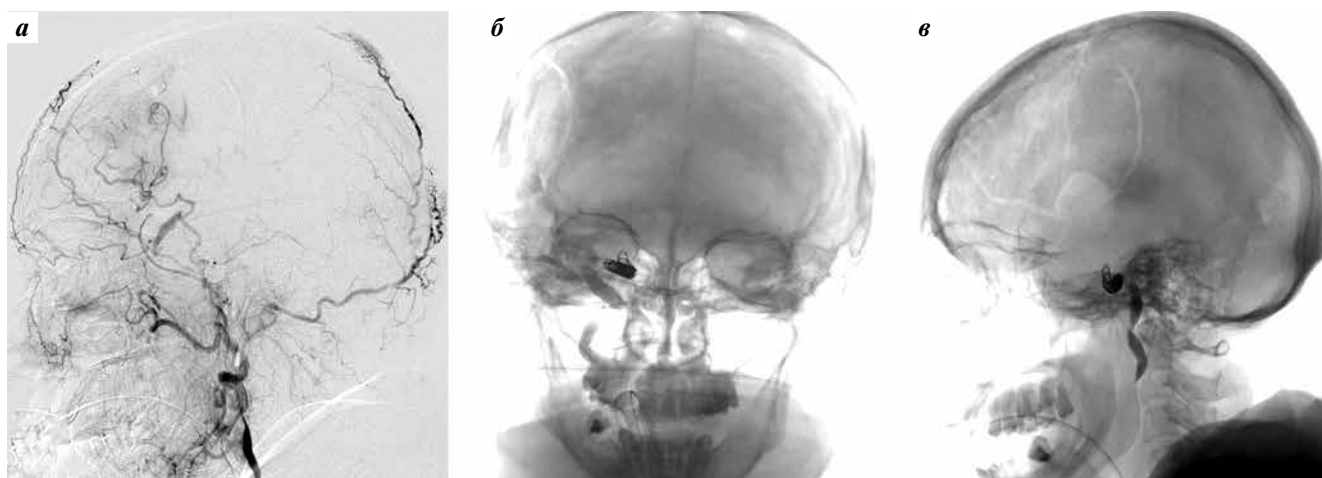


Рис. 5. Ангиограммы сосудов головного мозга пациентки К.: а — правой общей и наружной сонных артерий после наложения экстра-интракраниального микроанастомоза; б, в — правой внутренней сонной артерии после проведения деконструктивной операции (окклюзия микроспиралями)

Fig. 5. Angiograms of the cerebral vessels of patient K.: а — the right common and external carotid arteries after extra-intracranial bypass; б, в — the right internal carotid artery after deconstructive surgery (occlusion with microspirals)

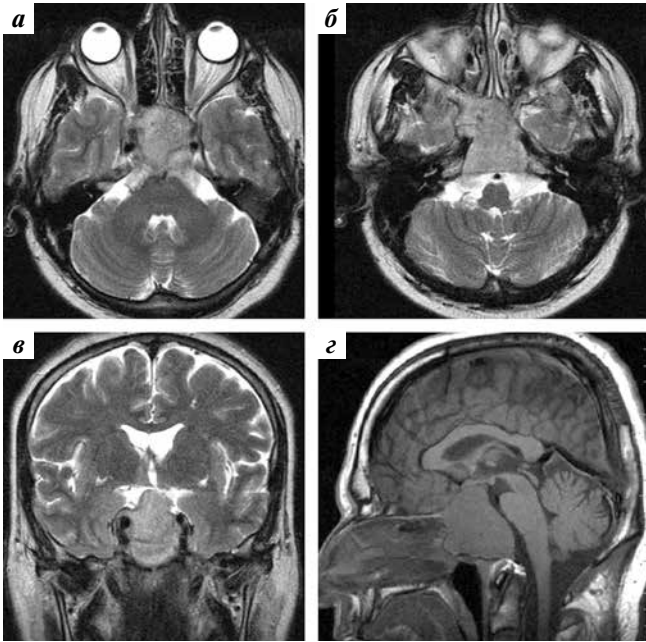


Рис. 6. Магнитно-резонансные томограммы головного мозга пациента М. до начала терапии каберголином в аксиальной (а, б), фронтальной (в) и сагиттальной (г) проекциях. Определяется инвазивно растущая опухоль гипофиза крупных размеров

Fig. 6. Magnetic resonance tomograms of the brain of patient M. prior to cabergoline therapy in axial (a, б), frontal (в) and sagittal (г) projections. An invasively growing pituitary tumor of large size is determined

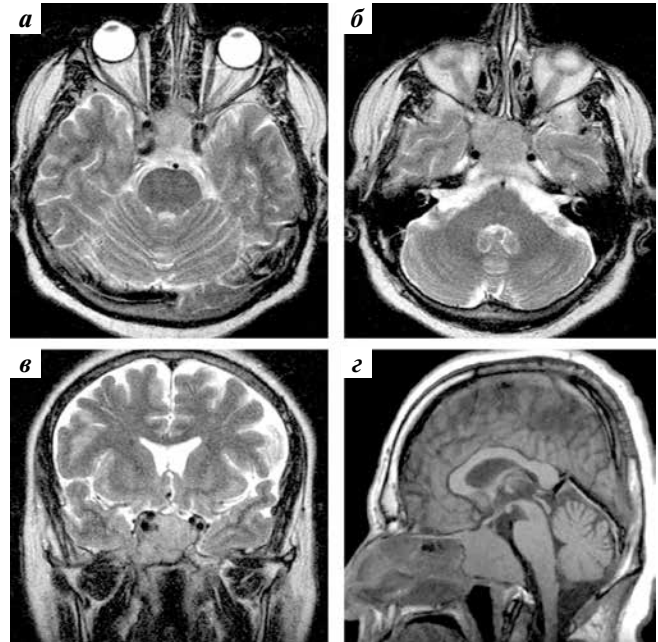


Рис. 7. Магнитно-резонансные томограммы головного мозга пациента М. через 3 мес после начала терапии каберголином в аксиальной (а, б), фронтальной (в) и сагиттальной (г) проекциях. Отмечается уменьшение размеров опухоли

Fig. 7. Magnetic resonance tomograms of the brain of patient M. 3 months after the start of cabergoline therapy in axial (a, б), frontal (в) and sagittal (г) projections. There is a decrease in the size of the tumor

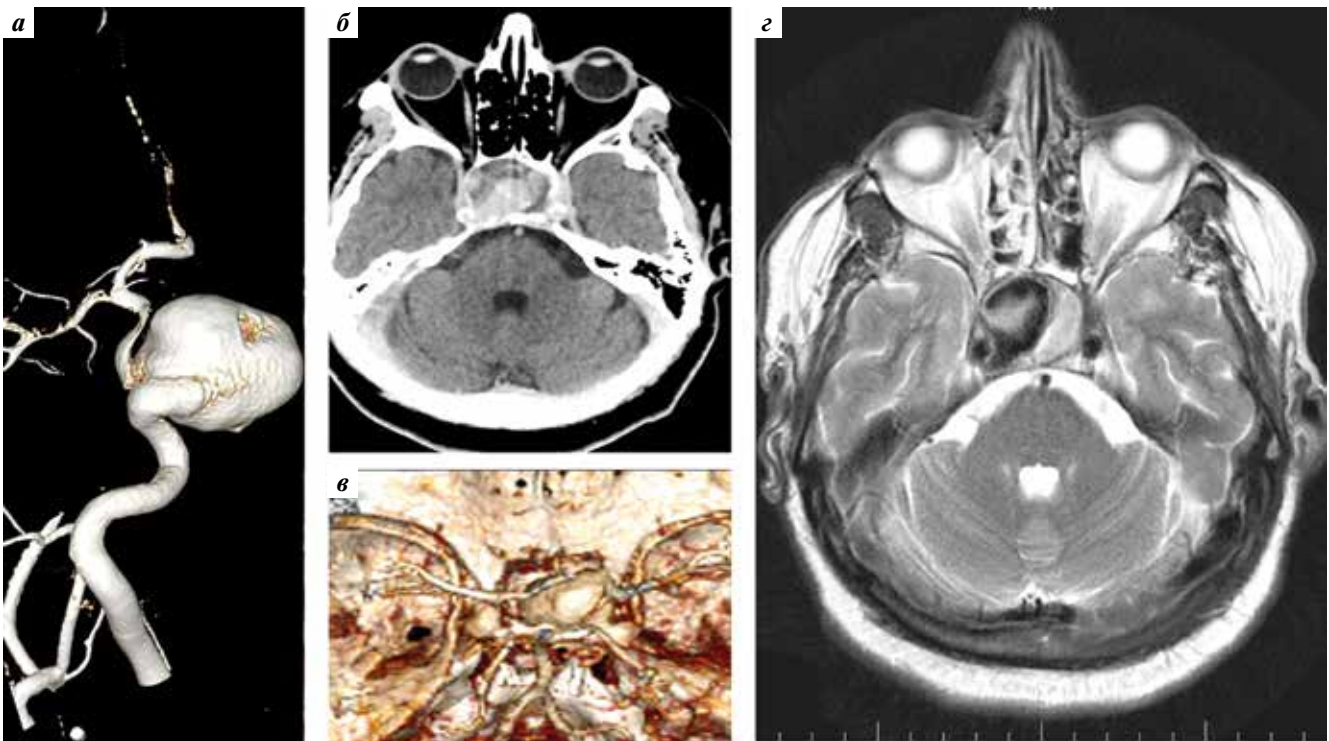


Рис. 8. Гигантская частично тромбированная аневризма кавернозного сегмента правой внутренней сонной артерии, выявленная у пациента М.: а — 3D-ангиограммы правой внутренней сонной артерии; б, в — спиральные компьютерные томографические ангиограммы; г — магнитно-резонансная томограмма в режиме T2 в аксиальной проекции

Fig. 8. Giant partially thrombosed aneurysm of the cavernous segment of the right internal carotid artery, detected in patient M.: а — 3D angiograms of the right internal carotid artery; б, в — spiral computed tomographic angiograms; г — magnetic resonance tomogram in T2 mode in axial projection



Рис. 9. Ангиограмма правой внутренней сонной артерии после проведения деконструктивной операции (окклюзия микроспиралями)

Fig. 9. Angiogram of the right internal carotid artery after reconstructive surgery (microspiral occlusion)

Учитывая анатомо-топографические особенности аневризмы (практически полную дисплазию стенки сосуда, острый угол отхождения ВСА дистальнее аневризмы), выполнить реконструктивную операцию с использованием поток-перенаправляющего стента не удалось, в связи с чем решено провести деконструктивную операцию. Функциональные пробы — передняя и задняя соединительные артерии развиты хорошо. Произведена деконструкция с помощью микроспиралей (рис. 9).

На 3-и сутки после операции пациент выписан в удовлетворительном состоянии без динамики в неврологическом статусе.

ОБСУЖДЕНИЕ

В обоих описанных случаях интраселлярно распространяющаяся аневризма ВСА развивалась после успешного медикаментозного лечения инвазивно растущих крупных пролактином. Механизм действия агонистов дофамина основан на прямом связывании препарата с рецепторами дофамина 2-го типа лактотрофных опухолевых клеток, приводя к подавлению клеточной пролиферации [31–33], уменьшению размеров опухоли и снижению уровня пролактина в крови [34, 35]. В 40 % случаев аденомы гипофиза, в частности пролактиномы, обладают инвазивным ростом — опухоли могут прорасти в любом направлении из турецкого седла, поражая кавернозный синус, кости и твердую мозговую оболочку [36, 37]. Инвазия в окружающие структуры обусловлена влиянием таких факторов, как наличие дизинтегрин и металлопротеиназы, трансформирующих фактор роста опухоли, эндотелиальный

фактор роста сосудов и др., ввиду чего теоретически существует возможность поражения опухолью стенки ВСА, что является одной из теорий возникновения единовременно сочетающихся интраселлярных аневризм и аденом гипофиза наравне с такими факторами, как местный циркуляторный стресс, эндокринное воздействие и механический эффект [3, 38, 39]. В случаях, представленных в статье, вероятнее всего, аденома гипофиза частично разрушила стенку ВСА, а после уменьшения опухоли исчезла ее каркасная функция, в результате чего возникла предрасположенность для возникновения аневризмы.

В подобных случаях крайне актуальным становится верная интерпретация объемного процесса хиазмально-селлярной области, поскольку специфический анамнез сразу наводит на мысль о приобретении фармакорезистентности и продолженном росте опухоли или о кровоизлиянии в остатки опухоли. Отличить аневризму от опухоли по МРТ позволяет наличие симптома потери сигнала (flow void) от кровотока на T1- и T2-взвешенных изображениях, однако при наличии тромбоза аневризмы дифференциальный диагноз может быть затруднен и в таких случаях оптимально выполнить СКТ-АГ.

Тактика лечения интраселлярных аневризм зависит от их размера и формы. Возможны как деконструктивные операции при адекватном коллатеральном кровотоке [25, 26, 40], так и сосудосохраняющие операции в виде койлинга или установки поток-перенаправляющего стента при условии подходящих анатомических особенностей [41]. В описанных нами случаях при проведении селективной ангиографии интраоперационно обращали на себя внимание практически полная дисплазия ВСА на уровне аневризм, крайне неблагоприятные анатомические характеристики аневризмы, включая угол отхождения ВСА дистальнее аневризм, что, в свою очередь, не позволило провести реконструктивную операцию с использованием поток-перенаправляющих стентов, и в результате были выполнены деконструктивные операции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные клинические случаи позволяют предполагать непосредственное деструктивное воздействие ткани опухоли на стенку сосуда. Два наблюдения не позволяют с уверенностью судить о том, характерно ли это только для пролактина, либо это возможно при любой гормональной активности опухоли, что, в свою очередь, заставляет очередной раз задуматься о механизмах формирования аневризм кавернозного сегмента ВСА при инвазии аденом гипофиза в кавернозный синус. Возможно, строение стенки подобных аневризм отличается от аневризм, вызванных другими причинами. Также эти два клинических наблюдения позволяют предполагать наличие истончений стенок ВСА при инвазии опухоли в кавернозный синус

и отсутствии изменений ВСА по МРТ и СКТ-АГ, что, в свою очередь, повышает риск разрыва стенки ВСА при удалении опухолей из кавернозного синуса.

На настоящем этапе представляется обоснованным проводить СКТ-АГ всем пациентам с инвазией

аденом в кавернозный синус, при удалении опухолей из кавернозного синуса подразумевать возможность разрыва стенки ВСА после удаления опухоли, выполняющей «каркасную» функцию, или формирования аневризмы в послеоперационном периоде.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Pant B., Arita K., Kurisu K. et al. Incidence of intracranial aneurysm associated with pituitary adenoma. *Neurosurg Rev* 1997;20(1):13–7. DOI: 10.1007/BF01390519
- Housepian E.M., Pool J.L. A systematic analysis of intracranial aneurysms from the autopsy file of the Presbyterian Hospital, 1914 to 1956. *J Neuropathol Exp Neurol* 1958;17(3):409–23. DOI: 10.1097/00005072-195807000-00001
- Imamura J., Okuzono T., Okuzono Y. Fatal epistaxis caused by rupture of an intratumoral aneurysm enclosed by a large prolactinoma – case report. *Neurol Med Chir* 1998;38(10):654–6. DOI: 10.2176/nmc.38.654
- Manara R., Maffei P., Citton V. et al. Increased rate of intracranial saccular aneurysms in acromegaly: an MR angiography study and review of the literature. *J Clin Endocrinol Metab* 2011;96(5):1292–300. DOI: 10.1210/jc.2010-2721
- Onishi H., Ito H., Kuroda E. et al. Intracranial mycotic aneurysm associated with transsphenoidal surgery to the pituitary adenoma. *Surg Neurol* 1989;31(2):149–54. DOI: 10.1016/0090-3019(89)90330-3
- Oh M.C., Kim E.H., Kim S.H. Coexistence of intracranial aneurysm in 800 patients with surgically confirmed pituitary adenoma. *J Neurosurg* 2012;116(5):942–7. DOI: 10.3171/2011.12.JNS11875
- Xia X., Ramanathan M., Orr B.A. et al. Expanded endonasal endoscopic approach for resection of a growth hormone-secreting pituitary macroadenoma coexistent with a cavernous carotid artery aneurysm. *J Clin Neurosci* 2012;19(10):1437–41. DOI: 10.1016/j.jocn.2011.11.032
- Berker M., Aghayev K., Saatci I. et al. Overview of vascular complications of pituitary surgery with special emphasis on unexpected abnormality. *Pituitary* 2010;13(2):160–7. DOI: 10.1007/s11102-009-0198-7
- Bulsara K., Karavadia S., Powers C., Paullus W. Association between pituitary adenomas and intracranial aneurysms: an illustrative case and review of the literature. *Neurol India* 2007;55(4):410. DOI: 10.4103/0028-3886.33307
- Curto L., Squadrato S., Almoto B. et al. MRI finding of simultaneous coexistence of growth hormone-secreting pituitary adenoma with intracranial meningioma and carotid artery aneurysms: report of a case. *Pituitary* 2007;10(3):299–305. DOI: 10.1007/s11102-007-0011-4
- Fujiwara S., Fujii K., Nishio S., Fukui M. Diagnosis and treatment of pituitary adenoma with adjacent carotid artery aneurysm. *J Neurosurg Sci* 1991;35(1):41–6.
- Hori T., Muraoka K., Hokama Y. et al. A growth-hormone-producing pituitary adenoma and an internal carotid artery aneurysm. *Surg Neurol* 1982;18(2):108–11. DOI: 10.1016/0090-3019(82)90366-4
- Revuelta R., Arriada-Mendicoa N., Ramirez-Alba J., Soto-Hernandez J.L. Simultaneous treatment of a pituitary adenoma and an internal carotid artery aneurysm through a supraorbital keyhole approach. *Minim Invasive Neurosurg* 2002;45(2):109–11. DOI: 10.1055/s-2002-32488
- Seda Jr L., Cukiert A., Nogueira K.C. et al. Intracavernous internal carotid aneurysm coexisting with GH-secreting pituitary adenoma in an acromegalic patient. *Arq Neuropsiquiatr* 2008;66(1):99–100. DOI: 10.1590/S0004-282X2008000100026
- Yamada S., Yamada S.M., Hirohata T. et al. Endoscopic extracapsular removal of pituitary adenoma: the importance of pretreatment of an adjacent unruptured internal carotid artery aneurysm. *Case Rep Neurol Med* 2012;2012:1–3. DOI: 10.1155/2012/891847
- Sade B., Mohr G., Tampieri D., Rizzo A. Intracavernous aneurysm and a growth hormone-secreting pituitary macroadenoma. *J Neurosurg* 2004;100(3):557–9. DOI: 10.3171/jns.2004.100.3.0557
- Salpietro F.M., Longo M., Alafaci C. et al. Co-existing pituitary tumour and intracavernous asymptomatic aneurysm: management implications. *Acta Neurochir (Wien)* 1997;139(8):791–2. DOI: 10.1007/BF01420056
- Tsuchida T., Tanaka R., Yokoyama M., Sato H. Rupture of anterior communicating artery aneurysm during transsphenoidal surgery for pituitary adenoma. *Surg Neurol* 1983;20(1):67–70. DOI: 10.1016/0090-3019(83)90110-6
- Li M.-H., Cheng Y.-S., Li Y.-D. et al. Large-cohort comparison between three-dimensional time-of-flight magnetic resonance and rotational digital subtraction angiographies in intracranial aneurysm detection. *Stroke* 2009;40(9):3127–9. DOI: 10.1161/STROKEAHA.109.553800
- Wanke I., Doerfler A., Stolke D., Forsting M. Carotid cavernous fistula due to a ruptured intracavernous aneurysm of the internal carotid artery: treatment with selective endovascular occlusion of the aneurysm. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2001;71(6):784–7. DOI: 10.1136/jnnp.71.6.784
- Sasagawa Y., Tachibana O., Shiraga S. et al. [A clinical feature and therapeutic strategy in pituitary adenomas associated with intracranial aneurysms.] *No Shinkei Geka* 2012;40(1):15–21 (in Japanese). DOI: 22223518
- Nakahara M., Uozumi Y., Chiba Y. et al. Direct carotid cavernous fistula due to rupture of a cavernous carotid aneurysm embedded within a prolactinoma after cabergoline administration. *World Neurosurg* 2019;122:495–9. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.11.071
- Peng Z., Tian D., Wang H. et al. Epistaxis and pituitary apoplexy due to ruptured internal carotid artery aneurysm embedded within pituitary adenoma. *Int J Clin Exp Pathol* 2015;8(11):14189–97.
- Khalsa S.S., Hollon T.C., Shastri R. et al. Spontaneous subarachnoid hemorrhage due to ruptured cavernous internal carotid artery aneurysm after medical prolactinoma treatment. *BMJ Case Rep* 2016;2016:bcr2016012446. DOI: 10.1136/bcr-2016-012446
- Suzuki H., Muramatsu M., Murao K. et al. Pituitary apoplexy caused by ruptured internal carotid artery aneurysm. *Stroke* 2001;32(2):567–9. DOI: 10.1161/01.STR.32.2.567
- Khalsa S.S., Hollon T.C., Shastri R. et al. Spontaneous subarachnoid hemorrhage due to ruptured cavernous internal carotid artery aneurysm after medical prolactinoma treatment. *J Neurointerv Surg* 2017;9(3):e9. DOI: 10.1136/neurintsurg-2016-012446.rep
- Gillam M.P., Molitch M.E., Lombardi G., Colao A. Advances in the treatment of prolactinomas. *Endocr Rev* 2006;27(5):485–534. DOI: 10.1210/er.2005-9998
- Bhatt M.H., Keenan S.P., Fleetham J.A., Calne D.B. Pleuropulmonary disease associated with dopamine agonist therapy. *Ann Neurol* 1991;30(4):613–6. DOI: 10.1002/ana.410300416
- Delgrange E., Daems T., Verhelst J. et al. Characterization of resistance to the prolactin-lowering effects of cabergoline in macroprolactinomas: a study in 122 patients. *Eur J Endocrinol* 2009;160(5):747–52. DOI: 10.1530/EJE-09-0012

30. Ling L.H., Ahlskog J.E., Munger T.M. et al. Constrictive pericarditis and pleuropulmonary disease linked to ergot dopamine agonist therapy (Cabergoline) for Parkinson's disease. *Mayo Clin Proc* 1999;74(4):371–5. DOI: 10.4065/74.4.371
31. Usiello A., Baik J.-H., Rougé-Pont F. et al. Distinct functions of the two isoforms of dopamine D2 receptors. *Nature* 2000;408(6809):199–203. DOI: 10.1038/35041572
32. Lin S., Zhang A., Zhang X., Wu Z.B. Treatment of pituitary and other tumours with cabergoline: new mechanisms and potential broader applications. *Neuroendocrinology* 2020;110(6):477–88. DOI: 10.1159/000504000
33. Spada A., Nicosia S., Cortelazzi L. et al. In vitro studies on prolactin release and adenylate cyclase activity in human prolactin-secreting pituitary adenomas. Different sensitivity of macro- and microadenomas to dopamine and vasoactive intestinal polypeptide. *J Clin Endocrinol Metab* 1983;56(1):1–10. DOI: 10.1210/jcem-56-1-1
34. Lin S.J., Leng Z.G., Guo Y.H. et al. Suppression of mTOR pathway and induction of autophagy-dependent cell death by cabergoline. *Oncotarget* 2015;6(36):39329–41. DOI: 10.18632/oncotarget.5744
35. Leng Z.G., Lin S.J., Wu Z.R. et al. Activation of DRD5 (dopamine receptor D5) inhibits tumor growth by autophagic cell death. *Autophagy* 2017;13(8):1404–19. DOI: 10.1080/15548627.2017.1328347
36. Yang Q., Li X. Molecular network basis of invasive pituitary adenoma: a review. *Front Endocrinol (Lausanne)* 2019;10:7. DOI: 10.3389/fendo.2019.00007
37. Wang J., Zhang Z., Li R. et al. ADAM12 induces EMT and promotes cell migration, invasion and proliferation in pituitary adenomas via EGFR/ERK signaling pathway. *Biomed Pharmacother* 2018;97:1066–77. DOI: 10.1016/j.biopha.2017.11.034
38. Soni A., De Silva S.R., Allen K. et al. A case of macroprolactinoma encasing an internal carotid artery aneurysm, presenting as pituitary apoplexy. *Pituitary* 2008;11(3):307–11. DOI: 10.1007/s11102-007-0063-5
39. Chuang C.C., Chen Y.L., Pai P.C. A giant intracavernous carotid artery aneurysm embedded in pituitary macroadenoma presenting with pituitary apoplexy. *Cerebrovasc Dis* 2006;21(1-2):142–4. DOI: 10.1159/000090450
40. Peng Z., Tian D., Wang H. et al. Epistaxis and pituitary apoplexy due to ruptured internal carotid artery aneurysm embedded within pituitary adenoma. *Int J Clin Exp Pathol* 2015;8(11):14189–97. DOI: 26823732
41. Sun Y., Wan B., Li Q. et al. Endovascular treatment for cavernous carotid aneurysms: a systematic review and meta-analysis. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2020;29(6):104808. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.104808

Вклад авторов

М.А. Кутин: концептуализация, написание методологии, рецензирование, редактирование;
 Л.И. Астафьева: написание статьи, рецензирование, редактирование;
 И.В. Чернов: концептуализация, методология, написание и подготовка первоначальной статьи, визуализация, исследование литературы;
 К.Г. Микеладзе: программное обеспечение, визуализация, исследование литературы;
 С.Б. Яковлев: написание статьи, рецензирование, редактирование;
 А.Н. Лавренюк: написание статьи, рецензирование и редактирование;
 А.Д. Донской: написание и подготовка первоначальной статьи, исследование литературы;
 П.Л. Калинин: концептуализация, методология, супервайзинг, написание, рецензирование, редактирование.

Author's contribution

M.A. Kutin: conceptualization, methodology writing, reviewing, editing;
 L.I. Astafyeva: writing an article, reviewing, editing;
 I.V. Chernov: conceptualization, methodology, writing and preparation of the initial article, visualization, literature research;
 K.G. Mikeladze: software, visualization, literature research;
 S.B. Yakovlev: writing an article, reviewing, editing;
 A.N. Lavrenyuk: writing an article, reviewing and editing;
 A.D. Donskoy: writing and preparation of the initial article, literature research;
 P.L. Kalinin: conceptualization, methodology, supervision, writing, reviewing, editing.

ORCID авторов/ ORCID of authors

М.А. Кутин / M.A. Kutin: <https://orcid.org/0000-0002-6520-4296>
 Л.И. Астафьева / L.I. Astafyeva: <https://orcid.org/0000-0003-4480-1902>
 И.В. Чернов / I.V. Chernov: <https://orcid.org/0000-0002-9789-3452>
 К.Г. Микеладзе / K.G. Mikeladze: <https://orcid.org/0000-0002-4721-9320>
 С.Б. Яковлев / S.B. Yakovlev: <https://orcid.org/0000-0002-0798-2604>
 А.Д. Донской / A.D. Donskoy: <https://orcid.org/0000-0002-0719-5168>
 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. Работы выполнялись без внешнего финансирования.

Funding. The work was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Данные всех пациентов анонимизированы. Пациенты подписали информированное согласие на публикацию данных.

Compliance with patient rights and principles of bioethics. The data of all patients is anonymized. The patients signed an informed consent to the publication of the data.

Статья поступила: 17.04.2022. **Принята к публикации:** 26.01.2023.

Article submitted: 17.04.2022. **Accepted for publication:** 26.01.2023.