

# Тривентрикулоцистерностомия в лечении гидроцефалии (обзор литературы с собственным клиническим наблюдением)

Р. М. Афандиев\*, Н. Е. Захарова, А. Е. Коршунов, А. Ю. Беляев, И. Н. Пронин

ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России

## Third Ventriculostomy in the Treatment of Hydrocephalus ((Case Report and Literature Review)

R. M. Afandiev\*, N. E. Zakharova, A. E. Korshunov, A. Yu. Belyaev, I. N. Pronin

N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery,  
Ministry of Healthcare of Russia

### Реферат

Основной причиной развития обструктивной гидроцефалии является окклюзия ликворных пространств по ходу желудочковой системы. Симптоматика у таких пациентов развивается в зависимости от скорости развития гидроцефалии. Острая обструктивная гидроцефалия вызывает внезапное повышение внутричерепного давления, которое может привести к смерти, тогда как при хронической гидроцефалии симптомы могут прогрессировать медленнее или даже отсутствовать. Одним из основных методов хирургического лечения обструктивной гидроцефалии является эндоскопическая тривентрикулоцистерностомия. Магнитно-резонансная томография, и, в частности, трехмерные последовательности и фазоконтрастная визуализация ликвородинамики, играет важнейшую роль в предоперационной и послеоперационной оценке обструктивной гидроцефалии.

**Ключевые слова:** гидроцефалия, тривентрикулоцистерностомия, магнитно-резонансная томография, фазоконтрастная магнитно-резонансная томография.

### Abstract

Obstructive hydrocephalus develops due to the occlusion of CSF spaces in the ventricular system. Endoscopic third ventriculostomy is the main surgical method of obstructive hydrocephalus treatment

\* **Афандиев Рамин Малик оглы**, аспирант отделения рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко» Минздрава России.  
Адрес: 125047, г. Москва, ул. Тверская-Ямская, д. 16.  
Тел.: +7 (919) 999-88-21. Электронная почта: rafandiev@nsi.ru  
ORCID: 0000-0001-6384-7960

**Afandiev Ramin Malik ogly**, Postgraduate Department of X-ray and radioisotope diagnostic methods, N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Ministry of Healthcare of Russia.  
Address: 16, ul. 4th Tverskaya-Yamskaya, 16, Moscow, 125047, Russia.  
Phone number: +7 (919) 999-88-21. E-mail: rafandiev@nsi.ru  
ORCID: 0000-0001-6384-7960

Magnetic resonance imaging, and in particular three-dimensional sequences and phase-contrast imaging can play a critical role in the preoperative and postoperative assessment of obstructive hydrocephalus.

**Key words:** Hydrocephalus, Third Ventriculostomy, Magnetic Resonance Imaging, Phase-contrast Magnetic Resonance Imaging.

## Актуальность

Гидроцефалия — это расширение желудочков мозга в результате нарушения секреции, циркуляции или резорбции ликвора. Интравентрикулярная обструктивная гидроцефалия возникает чаще в результате обструкции водопровода мозга или выходных отверстий IV желудочка [1]. При остром развитии гидроцефалия создает угрозу жизни за счет повышения внутричерепного давления и риска дислокации и вклинения мозга. Лечение гидроцефалии — хирургическое и может состоять в устранении причин обструкции, шунтировании ликвора за пределы полости черепа либо создании альтернативных путей циркуляции ликвора. К последней категории операций относится эндоскопическая тривентрикулоцистерностомия, которая в последние годы часто применяется для лечения интравентрикулярной обструктивной гидроцефалии как у взрослых, так и у детей старше 6-месячного возраста. Этот вид операции выгодно отличается от ликворшунтирующих операций отсутствием необходимости имплантации механических шунтирующих систем, не отличающихся высокой надежностью (не менее 50 % шунтов прекращают функционировать в течение первых 5 лет после имплантации). Наиболее типичным показанием к эндоскопической тривентрикулоцистерностомии является гидроцефалия, вызванная неопухолевой окклюзией во-

допровода мозга (так называемый идиопатический стеноз водопровода мозга) [2, 12, 15]. Именно описанию такого случая и посвящена данная работа.

Рутинная магнитно-резонансная томография (МРТ) недостаточно чувствительна для выявления стеноза водопровода и подтверждения проходимости вентрикулоцистерностомии [5]. Феномен быстрого потока, который демонстрирует свободный ток ликвора, как оказалось, не гарантирует связь между желудочковой системой и субарахноидальным пространством после эндоскопической тривентрикулоцистерностомии [11]. Более того, уменьшение размера желудочковой системы или ударного объема цереброспинальной жидкости в пределах вентрикулоцистерностомии или базальных цистерн не смогло точно определить проходимость послеоперационной стомы [7, 13]. На сегодняшний день двумерная фазоконтрастная МРТ (2D-PC-MRI) с кардиосинхронизацией является признанным методом исследования потока цереброспинальной жидкости [4, 7]. Кроме того, с помощью ФК-МРТ можно количественно оценить амплитудные и объемные показатели ликвородинамики [1, 3]. В дополнение к ФК-МРТ использование импульсных последовательностей FIESTA и T2 CUBE позволяет более детально оценить морфологию ликворных пространств и особенно водопровода мозга и его проходимость.

**Цель:** описание клинической и рентгенологической картины у пациентки с обструктивной гидроцефалией до и после проведения эндоскопической тривентрикулоцистерностомии, а также обзор современной литературы.

### Клиническое наблюдение

Пациентка Э., 16 лет, поступила в «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко» Минздрава России с жалобами на постоянные головные боли, тошноту, рвоту и нарушение зрения.

При осмотре офтальмологом выявлены признаки внутричерепной гипертензии с выраженными застойными дисками зрительных нервов с кровоизлияниями.

Пациентке была выполнена МРТ головного мозга с применением ФК-МРТ с кардиосинхронизацией на томографе 1,5 Тл. По ее результатам выявлено утолщение четверохолмной пластинки,

что препятствовало току ликвора через водопровод и вызывало обструктивную тривентрикулярную гидроцефалию (рис. 1, а). Отмечалось увеличение боковых желудочков с перивентрикулярными изменениями (интерстициальный отек), ширина III желудочка составляла 15 мм. Подоболочечные пространства зрительных нервов были расширены. Выявлялось пролабирование дна III желудочка в направлении межножковой цистерны, что указывало на наличие градиента давления между желудочками и субарахноидальными пространствами.

С учетом клинической симптоматики и данных МРТ было принято решение об оперативном лечении с применением эндоскопической тривентрикулоцистерностомии.

В условиях эндотрахеального наркоза из линейного разреза мягких тканей в правой лобной области через фрезевое

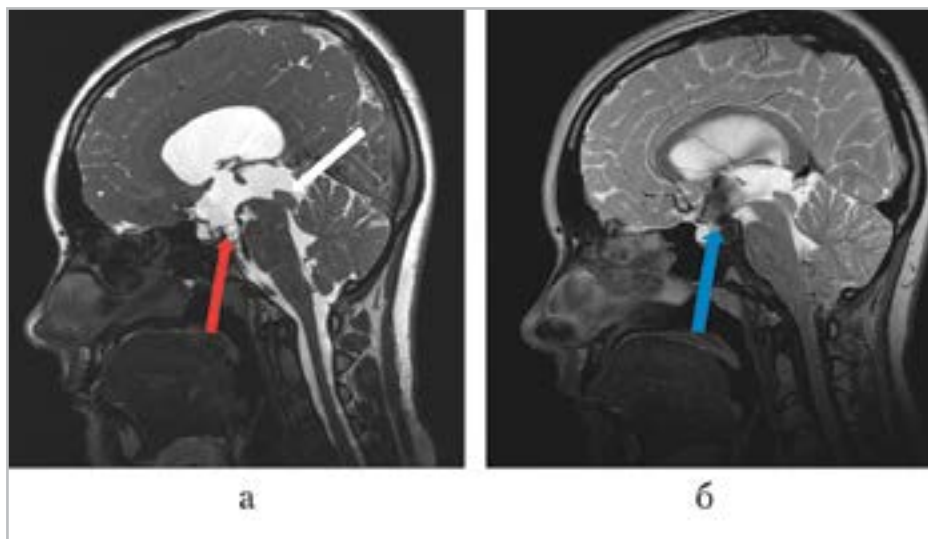


Рис. 1. МР-томограммы головного мозга у пациентки с обструктивной гидроцефалией до и после эндоскопической тривентрикулоцистерностомии: а — FIESTA; б — T2 CUBE. На сагиттальном изображении в режиме FIESTA определяется стеноз водопровода (белая стрелка) и пролапс дна III желудочка (красная стрелка). На сагиттальной МР-томограмме в режиме T2 CUBE визуализируется потеря сигнала в области послеоперационной стомы (синяя стрелка)

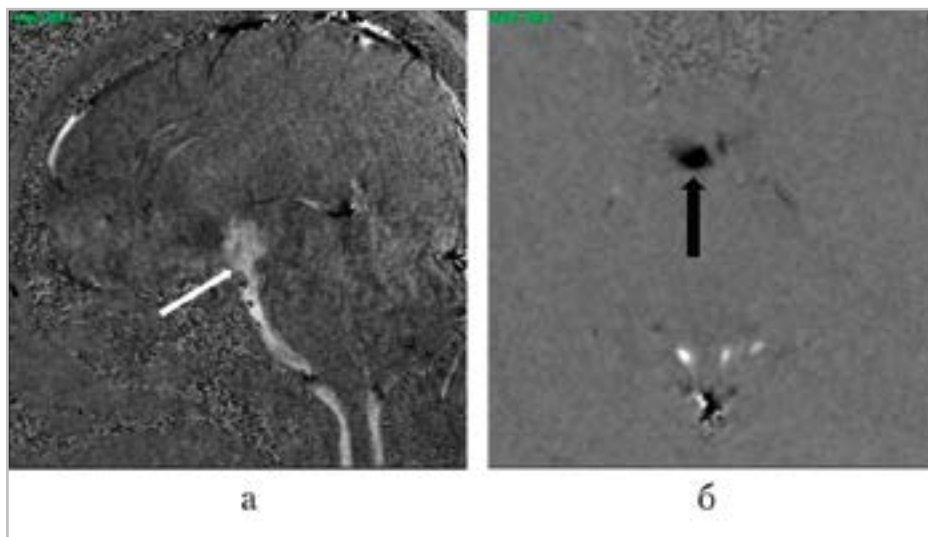


Рис. 2. Фазоконтрастные МР-томограммы: данные ФК-МРТ у пациентки после тривентрикулоцистерностомии: *а* — сагиттальное изображение; *б* — аксиальное изображение. Определяется двунаправленный ток ликвора в области послеоперационной стомы (*белая стрелка* — краниокаудальный поток ликвора, *черная стрелка* — каудокраниальный поток ликвора)

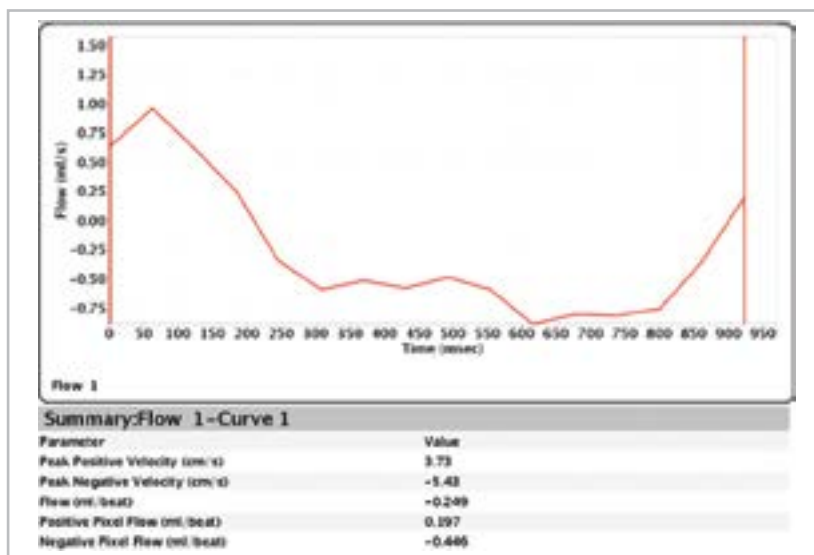


Рис. 3. Фазоконтрастная МР-диаграмма: количественные показатели ликворотока на уровне послеоперационной стомы у пациентки после тривентрикулоцистерностомии. Положительные показатели демонстрируют движение ликвора в краниокаудальном направлении, отрицательные — в каудокраниальном направлении

отверстие троакарном эндоскопа канюлирован правый боковой желудочек. Под прямым визуальным контролем эндоскоп проведен через правое отверстие Монро в III желудочек. Растянутое дно

III желудочка фенестрировано по средней линии кпереди от просвечивавшей через него развилки основной артерии, фенестрирована арахноидальная мембрана Лилиековста, расположенная под

дном III желудочка. Визуализирован ствол основной артерии. Края вентрикулостомы отчетливо запульсировали в такт с сердцебиением. Эндоскоп извлечен, мягкие ткани ушиты.

Через день после операции пациентке была выполнена контрольная МРТ головного мозга с исследованием ликвородинамики, на которой определялась нормально функционирующая послеоперационная вентрикулостома (рис. 1, б; 2, 3), уменьшение подболобочных пространств зрительных нервов и отсутствие пролабирования дна III желудочка, что свидетельствовало о ликвидации окклюзии и снижении внутричерепного давления.

В неврологическом статусе нарастания дефицита не отмечалось. Пациентка была выписана в удовлетворительном состоянии.

### Обсуждение

Самой частой локализацией окклюзии при несообщающейся гидроцефалии является водопровод мозга. Стеноз водопровода можно классифицировать как врожденный или приобретенный. Современные МРТ-методики позволяют с высокой достоверностью диагностировать стеноз водопровода мозга. Одной из таких методик является ФК-МРТ с кардиосинхронизацией, которая позволяет оценить проходимость водопровода до операции и вентрикулостомы после тривентрикулоцистерностомии [1]. Изображения в аксиальной плоскости кодируются в каудокраниальном направлении для количественной оценки ликворотока, а в сагиттальной – для качественной. Кроме того, ФК-МРТ в режиме Cine является полезным методом в предоперационной диагностике окклюзионной гидроцефалии, а также

в отборе пациентов и планировании эндоскопической тривентрикулоцистерностомии.

Использование импульсных последовательностей FIESTA и T2 CUBE (GE Healthcare) позволяет более детально оценить ликворные пространства и анатомические структуры при гидроцефалии.

Для оценки успешности эндоскопической тривентрикулоцистерностомии важной анатомической структурой является мембрана Лилиеквиста. Визуализация этой мембраны затруднена с помощью рутинных методов МРТ, однако важно знать ее индивидуальные вариации и взаимосвязь с соседними структурами. O. Algin et al. (2016) в своей работе сделали вывод, что режим FIESTA является полезной импульсной последовательностью для оценки морфологии, целостности и индивидуальных вариаций мембраны Лилиеквиста [6].

Дополнительную морфологическую информацию при планировании нейроэндоскопической внутрижелудочковой операции может обеспечить виртуальная эндоскопия (рис. 4, а – з) [1].

V. Rohde et al. (2001) обследовали 18 пациентов, сравнивая интраоперационную реальную анатомию и виртуальную МР-эндоскопию этих структур [14]. Они выявили высокую сопоставимость данных виртуальной МРТ с интраоперационной эндоскопией.

С помощью нейронавигации можно выбрать наиболее безопасную траекторию при планировании операции, избегая какого-либо контакта со структурами, расположенными в проекции межножковой цистерны. G. Broggi et al. (2000) подчеркнули, что нейроэндоскопия и нейронавигация дополняют друг

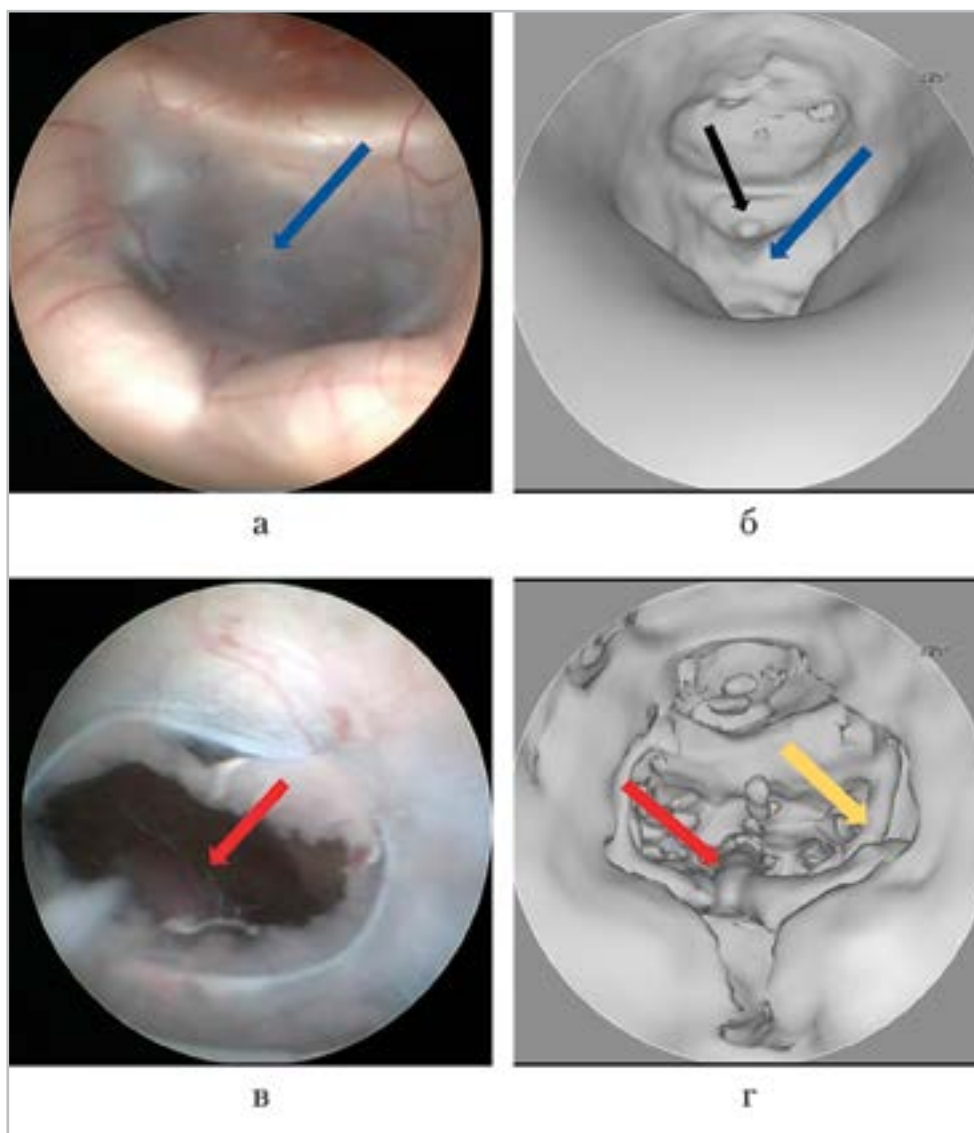


Рис. 4. Интраоперационная эндоскопия и виртуальная МР-навигация у пациентки с obstructивной гидроцефалией до (а, б) и после эндоскопической тривентрикулоцистерностомии (в, г): синие стрелки — дно III желудочка; черная стрелка — углубление воронки; красные стрелки указывают на верхушку базиллярной артерии через тривентрикулярное постоперационное отверстие; желтая стрелка — глазодвигательный нерв (III пара ЧМН)

друга в достижении простых, безопасных и успешных результатов при лечении гидроцефалии различного происхождения [9].

### Заключение

На сегодняшний день МРТ является незаменимым инструментом как для

планирования тривентрикулоцистерностомии, так и для послеоперационного ее наблюдения. Использование современных технологий позволяет визуализировать сосудисто-нервные структуры под дном III желудочка и повысить безопасность шунтирующей операции. Нейронавигационное планирование

траектории, а также навигационное поддержание траектории во время эндоскопии снижают риск случайного повреждения жизненно важных структур.

### Список литературы

1. Корниенко В. Н., Пронин И. Н. Диагностическая нейрорадиология. 2-е изд., перераб. и доп. Т. 3. И. П. «Т. М. Андреева», 2009. 103 с.
2. Коршунов А. Е., Шахнович А. Р., Меликян А. Г. и др. Ликвородинамика при хронической обструктивной гидроцефалии до и после успешной эндоскопической вентрикулостомии III желудочка // Вопросы нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко. 2008. № 4. С. 17–23.
3. Тулюпов А. А. Совершенствование МР-томографической визуализации кровотока и ликворотока в области головы и шеи: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2006. 26 с.
4. Abbey P., Singh P., Khandetwal N., Mukherjee K. Shunt surgery effects on cerebrospinal fluid flow across the aqueduct of Sylvius in patients with communicating hydrocephalus // J. Clin. Neurosci. 2009. V. 16. № 4. P. 514–518.
5. Algin O., Hakyemez B., Parlak M. Phase-contrast MRI and 3D-CISS versus contrast-enhanced MR cisternography on the evaluation of the aqueductal stenosis // Neuroradiol. 2010. V. 52. № 2. P. 99–108.
6. Algin O., Kilin M., Ozmen E., Ocaoglu G. Assessment of Liliequist membrane by 3D SPACE technique at 3 T // Neuroradiol. 2016. V. 58. № 7. P. 637–647.
7. Bargall N., Olondo L., Garcia A. et al. Functional analysis of third ventriculostomy patency by quantification of CSF stroke volume by using cine phase-contrast MR imaging // AJNR. Am. J. Neuroradiol. 2005. V. 26. № 10. P. 2514–2521.
8. Borbjerg B., Gjerris F., Albeck M. et al. Frequency and causes of shunt revisions in different cerebrospinal fluid shunt types // Acta Neurochir. (Wien). 1995. V. 136. № 3. P. 189–194.
9. Broggi G., Dones I., Ferroli P. et al. Image-guided neuroendoscopy for third ventriculostomy // Acta Neurochir. (Wien). 2000. V. 142. № 8. P. 893–899.
10. Höglund M., Tisell M., Wikkels C. Incidence of surgery for hydrocephalus in adults surveyed: same number afflicted by hydrocephalus as by multiple sclerosis // Lakartidningen. 2001. V. 98. № 14. P. 1681–1685.
11. Hopf N., Grunert P., Fries G. et al. Endoscopic third ventriculostomy: outcome analysis of 100 consecutive procedures // Neurosurgery. 1999. V. 44. № 4. P. 795–804.
12. Lam S., Harris D., Rocque B., Ham S. Pediatric endoscopic third ventriculostomy: a population-based study // J. of Neurosurg.: Pediatrics PED. 2019. V. 14. № 5. P. 455–464.
13. Lev S., Bhadelia R., Estin D. et al. Functional analysis of third ventriculostomy patency with phase-contrast MRI velocity measurements // Neuroradiol. 1997. V. 39. № 3. P. 175–179.
14. Rohde V., Krombach G., Struffert T., Gilsbach J. Virtual MRI endoscopy: detection of anomalies of the ventricular anatomy and its possible role as a presurgical planning tool for endoscopic third ventriculostomy // Acta Neurochir. (Wien). 2001. V. 143. № 11. P. 1085–1091.
15. Stovell M., Zakaria R., Ellenbogen J. et al. Long-term follow-up of endoscopic third ventriculostomy performed in the pediatric population // J. of Neurosurgery: Pediatrics PED. 2019. V. 17. № 6. P. 734–738.

## References

1. Kornienko V. N., Pronin I. N. Diagnostic Neuroradiology. Second edition V. III. In 3 V. I. E. «T. M. Andreeva», 2009. 103 p. (in Russian).
2. Korshunov A. E., Shakhnovich A. R., Melikian A. G. et. al. Cerebrospinal fluid dynamics in chronic obstructive hydrocephalus before and after successful endoscopic third ventriculostomy. Voprosy neyrokhirurgii im. N. N. Burdenko. 2008. No. 4. C. 17–24 (in Russian).
3. Tulupov A. A. Improvement of MR tomographic imaging of blood flow and CSF in the head and neck area: Autoref. M., 2006. P. 26 (in Russian).
4. Abbey P., Singh P., Khandekwal N., Mukherjee K. Shunt surgery effects on cerebrospinal fluid flow across the aqueduct of Sylvius in patients with communicating hydrocephalus. J. Clin. Neurosci. 2009. V. 16. No. 4. P. 514–518.
5. Algin O., Hakyemez B., Parlak M. Phase-contrast MRI and 3D-CISS versus contrast-enhanced MR cisternography on the evaluation of the aqueductal stenosis. Neuroradiol. 2010. V. 52. No. 2. P. 99–108.
6. Algin O., Kilm, M., Ozmen, E., Ocakoglu G. Assessment of Lilliequist membrane by 3D SPACE technique at 3 T. Neuroradiol. 2016. V. 58. No. 7. P. 637–647.
7. Bargall N., Olondo L., Garcia A., Capurro S., Caral L., Rumia J. Functional analysis of third ventriculostomy patency by quantification of CSF stroke volume by using cine phase-contrast MR imaging. AJNR. Am. J. Neuroradiol. 2005. V. 26. No. 10. P. 2514–2521.
8. Borgbjerg B., Gjerris F., Albeck M., Hauerberg J., Børgesen S. Frequency and causes of shunt revisions in different cerebrospinal fluid shunt types. Acta Neurochir. (Wien). 1995. V. 136. No. 3. P. 189–194.
9. Broggi G., Dones I., Ferroli P., Franzini A., Servello D., Duca S. Image-guided neuroendoscopy for third ventriculostomy. Acta Neurochir. (Wien). 2000. V. 142. No. 8. P. 893–899.
10. Höglund M., Tisell M., Wikkels C. Incidence of surgery for hydrocephalus in adults surveyed: same number afflicted by hydrocephalus as by multiple sclerosis. Lakartidningen. 2001. V. 98. No. 14. P. 1681–1685.
11. Hopf N., Grunert P., Fries G., Resch K., Perneczky A. Endoscopic third ventriculostomy: outcome analysis of 100 consecutive procedures. Neurosurg. 1999. V. 44. No. 4. P. 795–804.
12. Lam S., Harris, D., Rocque, B., Ham, S. Pediatric endoscopic third ventriculostomy: a population-based study. Journal of Neurosurg: Pediatrics PED. 2019. V. 14. No. 5. P. 455–464.
13. Lev S., Bhadelia R., Estin D., Heilman C., Wolpert S. Functional analysis of third ventriculostomy patency with phase-contrast MRI velocity measurements. Neuro-radiol. 1997. V. 39. No. 3. P. 175–179.
14. Rohde V., Krombach G., Struffert T., Gilsbach J. Virtual MRI endoscopy: detection of anomalies of the ventricular anatomy and its possible role as a presurgical planning tool for endoscopic third ventriculostomy. Acta Neurochir. (Wien). 2001. V. 143. No. 11. P. 1085–1091.
15. Stovell, M., Zakaria R., Ellenbogen J., Gallagher M., Jenkinson M., Hayhurst C., Mallucci C. Long-term follow-up of endoscopic third ventriculostomy performed in the pediatric population. Journal of Neurosurgery. Pediatrics PED. 2019. V. 17. No. 6. P. 734–738.



**Сведения об авторах**

**Афандиев Рамин Малик оглы**, аспирант отделения рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко» Минздрава России.  
 Адрес: 125047, г. Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д.16.  
 Тел.: +7 (919) 999-88-21. Электронная почта: rafandiev@nsi.ru  
 ORCID: 0000-0001-6384-7960

**Afandiev Ramin Malik ogly**, Postgraduate of Department of X-ray and Radioisotope Diagnostic methods, N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Ministry of Healthcare of Russia.  
 Address: 16, ul. 4th Tverskaya-Yamskaya, Moscow, 125047, Russia.  
 Phone number: +7 (919) 999-88-21. E-mail: rafandiev@nsi.ru  
 ORCID: 0000-0001-6384-7960

**Захарова Наталья Евгеньевна**, доктор медицинских наук, профессор РАН, ведущий научный сотрудник, отделение рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко» Минздрава России.  
 Адрес: 125047, г. Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д.16.  
 Электронная почта: nzakharova@nsi.ru  
 ORCID: 0000-0002-0516-3613

**Zakharova Natal'ya Evgen'evna**, M. D. Med., Professor of the Russian Academy of Sciences, Leading Research Fellow, Department of X-ray and Radioisotope Diagnostic Methods, N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Ministry of Healthcare of Russia.  
 Address: 16, ul. 4th Tverskaya-Yamskaya, Moscow, 125047, Russia.  
 E-mail: nzakharova@nsi.ru  
 ORCID: 0000-0002-0516-3613

**Коршунов Антон Евгеньевич**, кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко» Минздрава России.  
 Адрес: 125047, г. Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16.  
 Электронная почта: akorsh@nsi.ru  
 ORCID: 0000-0001-5605-4938

**Korshunov Anton Evgen'evich**, Ph. D. Med., Neurosurgeon, N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Ministry of Healthcare of Russia.  
 Address: 16, ul. 4th Tverskaya-Yamskaya, Moscow, 125047, Russia.  
 E-mail: akorsh@nsi.ru  
 ORCID: 0000-0001-5605-4938

**Беляев Артем Юрьевич**, кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко» Минздрава России.  
 Адрес: 125047, г. Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16.  
 Электронная почта: Belyaev@nsi.ru  
 ORCID 0000-0002-2337-6495

**Belyaev Artem Yur'evich**, Ph. D. Med., Neurosurgeon, N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Ministry of Healthcare of Russia.  
 Address: 16, ul. 4th Tverskaya-Yamskaya, Moscow, 125047, Russia.  
 E-mail: Belyaev@nsi.ru  
 ORCID 0000-0002-2337-6495

**Пронин Игорь Николаевич**, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, заведующий отделением рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко» Минздрава России.  
 Адрес: 125047, г. Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д.16.  
 Электронная почта: pronin@nsi.ru  
 ORCID: 0000-0002-4480-0275

**Pronin Igor' Nikolaevich**, M. D. Med., Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of Department of X-ray and Radioisotope Diagnostic Methods, N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Ministry of Healthcare of Russia.  
 Address: 16, ul. 4th Tverskaya-Yamskaya, Moscow, 125047, Russia.  
 E-mail: pronin@nsi.ru  
 ORCID: 0000-0002-4480-0275

**Финансирование исследования и конфликт интересов.**

*Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.*