



КЛИНИЧЕСКИЕ И НЕЙРОРЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНДОСКОПИЧЕСКОЙ ТРИВЕНТРИКУЛОСТОМИИ ПРИ ИДИОПАТИЧЕСКОМ СТЕНОЗЕ ВОДОПРОВОДА МОЗГА

К. В. Шевченко, В. Н. Шиманский, С. В. Тяншин,
М. В. Колычева, В. К. Пошатаев, В. В. Карнаухов, К. Д. Соложенцева,
И. О. Кугушев, Т. Ю. Безбородова

Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

РЕЗЮМЕ. Гидроцефалия вследствие стеноза водопровода мозга является самой частой формой окклюзионной гидроцефалии. По некоторым данным до 75 % случаев причина возникновения окклюзии остается неясной. Эндоскопическая тривентрикулостомия является высоко эффективной малоинвазивной методикой лечения. На практике, оценка эффективности проведенной операции часто вызывает затруднения в виду несоответствия клинических проявлений и нейрорентгенологической семиотики.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ: оценить клинические и рентгенологические результаты лечения пациентов с идиопатической обструкцией водопровода мозга, а также выявить взаимосвязи между динамикой неврологической симптоматики и изменениями нейровизуализационных характеристик в послеоперационном периоде.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. С октября 2011 по март 2021 гг. в Центре нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко прошли хирургическое лечение 290 пациентов, соответствующих критериям идиопатической гидроцефалии взрослых: появление симптомов во взрослом возрасте и отсутствие указаний на этиологию гидроцефалии, а также врожденную гидроцефалию. Из них у 113 (40 %) была обнаружена обструкция водопровод мозга. Возраст пациентов варьировал от 18 до 77 лет, в среднем составил $42 \pm 16,7$ лет, незначительно преобладали мужчины (50,5 %). Основные симптомы заболевания были головные боли (76 %), нарушение походки (64 %), снижение памяти на текущие события (56 %), головокружения (33 %), недержание мочи (33 %) и тошнота (22 %). Функциональное состояние пациентов до операции было оценено по шкалам Kieffer и Rankin и составило $6,43 \pm 3,2$ (0–19) баллов и $2,26 \pm 0,88$ (0–5) баллов соответственно. МРТ головного мозга всех пациентов были оценены на предмет размеров желудочков мозга, состояния водопровода мозга, конвекситальных и базальных ликворных пространств, наличия перивентрикулярного отека, размеров турецкого седла и положения миндалин мозжечка.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Наличие вентральной дислокации преамиллярной мембраны, компрессии конвекситальных субарахноидальных пространств, перивентрикулярного повышения сигнала достоверно связаны с более тяжелым состоянием пациентов ($p < 0,05$). В 88,5 % случаях была выполнена эндоскопическая тривентрикулостомия, в остальных 11,5 % — вентрикулоперитонеальное шунтирование. У 70 % пациентов после эндоскопической операции симптомы полностью регрессировали, в 25 % — значительное улучшение состояния. Среднее значение по шкалам Kieffer и Rankin после операции составило $0,96 \pm 1,82$ (0–13) и $0,52 \pm 0,76$ (0–4) баллов соответственно. После ликворшунтирующей операции у 50 % наблюдался полный регресс симптомов и у 50 % — значительное улучшение состояния. Почти в 60 % случаев после операции отмечалось уменьшение размеров желудочков мозга. Улучшение состояния пациентов достоверно связано с уменьшением размеров желудочков, увеличением просвета конвекситальных ликворных пространств и нормализацией положения преамиллярной мембраны ($p < 0,05$). Репозиция миндалин мозжечка в полость черепа произошла у 62,5 % пациентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Уменьшение размеров желудочковой системы после операции коррелируют с улучшением состояния, но отмечаются далеко не у всех пациентов. Важными факторами являются устранение градиента давления и увеличение выраженности конвекситальных ликворных пространств. Каждый из них отдельно и по совокупности приводит к регрессу симптомов гидроцефалии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гидроцефалия, идиопатическая гидроцефалия, обструктивная гидроцефалия, окклюзионная гидроцефалия, стеноз водопровода, эндоскопическая тривентрикулостомия, вентрикулоперитонеальное шунтирование.

Для цитирования: Шевченко К. В., Шиманский В. Н., Тяншин С. В., Колычева М. В., Пошатаев В. К., Карнаухов В. В., Соложенцева К. Д., Кугушев И. О., Безбородова Т. Ю. Клинические и нейрорентгенологические признаки эффективности эндоскопической тривентрикулостомии при идиопатическом стенозе водопровода мозга. Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2022;14(1-2):118–126

CLINICAL AND RADIOLOGICAL SIGNS OF EFFICIENCY
OF ENDOSCOPIC THIRD VENTRICULOSTOMY IN IDIOPATHIC AQUEDUCTAL STENOSIS

K. V. Shevchenko, V. N. Shimansky, S. V. Tanyashin, M. V. Kolycheva, V. K. Poshataev, V. V. Karnaukhov,
K. D. Solozhentseva, I. O. Kugushev, T. U. Bezborodova

Federal State Autonomous Institution "National Medical Research Center for Neurosurgery named after
Academician N. N. Burdenko" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

SUMMARY. Aqueductal stenosis is the most common form of obstructive hydrocephalus. About 75 % of cases the cause of occlusion is unknown. Endoscopic third ventriculostomy is a highly effective minimally invasive surgical technique. In practice, the assessment of the effectiveness of the surgery performed often causes difficulties due to the discrepancy between dynamics of the clinical symptoms and radiological picture.

PURPOSE OF THE STUDY: to assess the clinical and radiological results of treatment of patients with idiopathic obstruction of the aqueduct of cerebri and to identify the relationship between the dynamics of neurological symptoms and changes of radiological characteristics in the postoperative period.

MATERIALS AND METHODS. From October 2011 to March 2021 at the Burdenko neurosurgical Institute 290 patients were operated. They met the criteria for adult idiopathic hydrocephalus: the onset of symptoms in adulthood and no indications for the etiology of hydrocephalus, as well as congenital hydrocephalus. In 113 (40 %) cases aqueductal stenosis was identified. The age of patients ranged from 18 to 77 years, averaged 42 ± 16.7 years, there were slightly more men (50.5 %). The main symptoms of the disease were headaches (76 %), gait disturbance (64 %), memory loss (56 %), dizziness (33 %), urinary incontinence (33 %) and nausea (22 %). The condition of patients before surgery was evaluated by the Kiefer and Rankin scales and amounted to 6.43 ± 3.2 (0–19) points and 2.26 ± 0.88 (0–5) points, respectively. Brain MRI of all patients was analyzed for the size of the cerebral ventricles, the condition of the cerebral aqueduct, convexital and basal cerebrospinal fluid spaces, periventricular edema, the size of the sella turcica and the position of the cerebellar tonsils.

RESULTS. The ventral dislocation of the premamillary membrane, compression of the convexital subarachnoid spaces, and hyperintensive periventricular signal are significantly associated with a more severe condition of patients ($p < 0.05$). In 88.5 % cases endoscopic triventriculostomy was performed, other 11.5 % cases — ventriculoperitoneal shunting. In 70 % of patients after endoscopic surgery the symptoms completely regressed, in 25 % cases a significant improvement in the condition was noted. The average meaning of the Kiefer and Rankin scales after surgery was 0.96 ± 1.82 (0–13) and 0.52 ± 0.76 (0–4) points, respectively. After shunt-surgery 50 % patients had a complete regression of symptoms and 50 % had a significant improvement in their condition. Approximately 60 % of cases after surgery had a decrease in the size of the ventricles of the brain. The improvement in the condition of patients was significantly associated with a decrease in the size of the ventricles, an increase of the convexital subarachnoid spaces, and normal position of the premamillary membrane ($p < 0.05$). Reposition of the cerebellar tonsils into the cranial cavity occurred in 62.5 % of patients.

CONCLUSION. Decrease of the size of the ventricles after surgery significantly associated with an improvement of the condition of the patients, but is not observed in all cases. The elimination of the pressure gradient and an increase of convexital subarachnoid spaces are the most important factors for the patients. Each of them individually and collectively leads to a regression of the symptoms of hydrocephalus.

KEY WORDS: hydrocephalus, idiopathic hydrocephalus, obstructive hydrocephalus, occlusive hydrocephalus, aqueductal stenosis, endoscopic third ventriculostomy, ventriculoperitoneal shunting.

For citation: Shevchenko K. V., Shimansky V. N., Tanyashin S. V., Kolycheva M. V., Poshataev V. K., Karnaukhov V. V., Solozhentseva K. D., Kugushev I. O., Bezborodova T. U. Clinical and radiological signs of efficiency of endoscopic third ventriculostomy in idiopathic aqueductal stenosis. *The Russian Neurosurgical Journal named after prof. A. L. Polenov.* 2022;14(1-2):118–126

Список сокращений:

ВД — вентральная дислокация
ВМ — водопровод мозга
ВПШ — вентрикулперитонеальное шунтирование
ВЧГ — внутричерепная гипертензия
ИОВМ — идиопатическая окклюзия водопровода мозга
ЛШО — ликворошунтирующая операция
МЖП — межжелудочковая перегородка
МРТ — магнитно-резонансная томография
ПММ — премамиллярная мембрана

САП-ЗЧЯ — субарахноидальное пространство задней черепной ямки
САП-К — конвексимальное субарахноидальное пространство
ФК-МРТ — фазово-контрастная МРТ
ЭТВ — эндоскопическая тривентрикулостомия

Введение. Под гидроцефалией понимается увеличение объема желудочков в результате расстройства ликворциркуляции. [1, 2] Гидроцефалия может быть осложнением черепно-мозговой травмы, внутричерепного кровоизлияния, а также возникать при на-

личии опухоли, пороков развития нервной системы. При отсутствии анамнестических указаний на причину гидроцефалии, она считается идиопатической. [1, 2] Среди окклюзионных форм гидроцефалии, гидроцефалия из-за обструкции водопровода мозга (ВМ) является самой частой. [3]

У 24,6–75 % пациентов с обструкцией водопровода его этиология неизвестна. [4, 5] В остальных случаях причина формирования обструкции водопровода может быть следующей:

1) Генетическая причина. В 1949 г. Bickers и Adams, а в 1961 г. Edwards описали X-сцепленный генетический синдром, который характеризуется врожденной гидроцефалией вследствие стеноза водопровода мозга, отведением большого пальца и спастическим тетрапарезом (синдром Биккерса-Адамса-Эдвардса);

2) Инфекционно-воспалительная причина: бактериальный менингит или токсоплазмоз;

3) Кровоизлияние с распространением крови в желудочковую систему, в том числе после черепно-мозговой травмы;

4) Интоксикации и дефицит веществ. В экспериментах на животных доказано сочетание введения салицилатов матери и развитие стеноза водопровода у потомства. Существует корреляция между недостатком витаминов А, В и фолиевой кислоты и частотой развития данной формы гидроцефалии;

5) Сочетание с пороками центральной нервной системы, такими как мальформация Киари I и II типов, spina bifida, затылочное энцефалоцеле, мальформация Денди-Уокера, полимикрогирия;

6) Функциональный стеноз водопровода мозга. Впервые было описано Raimondi с соавт. на пациентах, которым была выполнена ликворшунтирующая операция (ЛШО) по поводу мальформации Денди-Уокера;

7) Венозная гипертензия. Повышение давления в венозной системе (особенно в верхнем сагиттальном синусе) приводит к снижению эластичности мозга, в ответ на что может происходить закрытие водопровода мозга. Эта ситуация более характерна для пациентов среднего и старшего возраста и названа «идиопатическим стенозом водопровода с поздним началом» («late onset idiopathic aqueductal stenosis», или LIAS);

8) Опухолевый стеноз водопровода мозга. Наиболее часто приходится дифференцировать с идиопатической обструкцией водопровода. Глиомы четверохолмной пластинки, опухоли пинеальной области и среднего мозга могут вызывать прогрессирующий стеноз водопровода и симптоматику гидроцефалии, при этом наблюдается очаговых симптомов;

9) Пороки развития сосудов. [3, 5–8]

Магнитно-резонансная томография (МРТ) головного мозга является основным методом диагностики идиопатической гидроцефалии, и в том числе, вследствие обструкции водопровода мозга (ИОВМ). Для

ИОВМ характерно расширение боковых и III желудочков головного мозга, а также расширение ВМ, отсутствие признаков движения ликвора по ВМ. [3, 4, 9, 10, 11]

Согласно гистопатологической классификации Russell, неопухолевый стеноз водопровода бывает четырех типов:

1) Стеноз. Просвет водопровода сужен или облитерирован, а эпендима выстилает его просвет без формирования глиоза окружающей нервной ткани;

2) Форкинг (от англ. «fork» — вилка). При этом водопровод разделен на два или более отдельных канала. Эти каналы могут связываться друг с другом, могут открываться в полость желудочков по отдельности или заканчиваться вслепую. При этом просвет водопровода мозга уменьшается и по нему нарушается ламинарный поток ликвора;

3) Формирование перегородки, или мембраны. В этом случае просвет водопровода полностью или частично перекрыт мембраной, представленной глиальной тканью;

4) Глиоз. Глиоз водопровода характеризуется пролиферацией и гиперпродукцией глиальных клеток и глиальных волокон. Данный тип обструкции чаще возникает после попадания крови в желудочки мозга, нейроинфекции. [3, 5]

К концу 1990-х гг. эндоскопическая операция стала основным методом лечения пациентов с гидроцефалией при обструкции ВМ неинфекционной этиологии. [12–18] Подчеркивается, что такие больные являются идеальными кандидатами для эндоскопической тривентрикулостомии (ЭТВ). [13, 14, 16, 19]. Однако, эффективность операции составляет порядка 80 % и значительная часть пациентов нуждается в проведении ЛШО. [3, 4, 9, 15, 20–23]

На практике, оценка эффективности оперативного лечения пациентов с ИОВМ часто вызывает затруднения в виду несоответствия клинических проявлений и нейрорентгенологической семиотики.

Целью исследования была оценка клинических и нейрорентгенологических результатов лечения пациентов с ИОВМ, а также выявление взаимосвязи между динамикой неврологической симптоматики и изменениями МР-характеристик в послеоперационном периоде.

Материалы и методы. В период с октября 2011 по март 2021 гг. в Центре нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко прошли лечение 290 пациентов, соответствующих критериям идиопатической гидроцефалии взрослых: (1) появление симптомов во взрослом возрасте, (2) отсутствие указаний на этиологию гидроцефалии и врожденную гидроцефалию. В исследование включались пациенты, ранее не проходившие лечение по поводу интракраниальной патологии и гидроцефалии за пределами Центра нейрохирургии. База данных проспективно пополнялась в течение всего периода набора материала. Из 290 пациентов у 113 (40 %) была диагностирована ИОВМ.

Возраст пациентов варьировал от 18 до 77 лет, в среднем составил $42 \pm 16,7$ лет. В гендерном соотношении преобладали мужчины (50,5 %).

Клиническая картина заболевания была представлена головными болями (76 %), нарушением походки (64 %), снижением памяти на текущие события (56 %), головокружениями (33 %), недержанием мочи (33 %), тошнотой (22 %), нарушением координации движений и зрения (по 17 %), рвотой (9 %), шумом в ушах (8 %), синкопальными состояниями (7 %), эпилептическими приступами (6 %), нарушением менструального цикла (4 %), пирамидным гемипарезом (3 %), тремором рук (2 %). Полная триада Хакима-Адамса наблюдалась у 12 % пациентов. Признаки внутричерепной гипертензии (ВЧГ) на глазном дне были обнаружены у 15 % пациентов.

Оценка по шкалам Kiefer и Rankin до операции показала средние значения $6,43 \pm 3,2$ (0–19) баллов и $2,26 \pm 0,88$ (0–5) баллов соответственно.

МРТ пациентов, выполненные к моменту госпитализации в Центр нейрохирургии, были проанализированы на предмет состояния различных отделов ликворопроводящих путей головного мозга и изменения положения анатомических структур.

Боковые желудочки считали расширенными, если отношение передних и задних рогов (FOHR) было равно или превышало 0,4 [24], или индекс Evans был более 0,29.

Об ИОВМ говорили при наличии расширения боковых и III желудочков в сочетании с:

- 1) наличием видимых мембран в просвете ВМ на сагиттальных томограммах в режиме FIESTA;
- 2) стенозом просвета ВМ утолщенной четверолистной пластинкой;
- 3) отсутствию опухоли при проведении МРТ с парамагнетиком и гиперинтенсивного сигнала в режиме FLAIR;
- 4) отсутствию движения ликвора в ВМ по данным изображений, чувствительных к току ликвора (T2 3DCUBE, фазово-контрастная (ФК-МРТ));
- 5) гиперпульсации ликвора по данным ФК-МРТ в случае расширения боковых и III желудочков в сочетании с наличием артефакта от пульсации ликвора в ВМ;
- 6) вентральная дислокация премаммиллярной мембраны (ВД ПММ). Этот признак оценивали по сагиттальным МРТ, предпочтительно в режиме МР-цистернографии. Нормальное положение ПММ признается в случае, если она находится на линии, соединяющей мамиллярные тела и зрительный перекрест (хиазму).

Конвексимальные субарахноидальные пространства (САП-К) считали компримированными, если в режиме T2 над извилинами не визуализировался ликвор, в остальных случаях считалось, что они прослеживаются. Субарахноидальные пространства задней черепной ямки (САП-ЗЧЯ) оценивали визуально, не пользуясь объективными параметрами в виду их отсутствия.

Третий желудочек считался расширенным при значении индекса III желудочка (TVWT) более 0,048. Четвертый желудочек считался расширенным при значении индекса IV желудочка (FVWT) более 0,14 и / или передне-заднего размера (FVWAP) более 11,91 мм.

Фиксировалось наличие перивентрикулярного свечения в режимах T2/FLAIR, а также наличие изменений сигнала в этих режимах в подкорковых узлах, белом веществе головного мозга.

Размеры турецкого седла считались увеличенными при значении передне-заднего размера более 15 мм, а высоты — более 13 мм.

ВМ считался нормальным при отсутствии у пациента расширения III желудочка и наличии артефакта от пульсации ликвора в нем. ВМ был нормальным или широким рострально, или же определялся стеноз его просвета (сочетание тривентрикулярной гидроцефалии, наличия артефакта от пульсации ликвора по ВМ и гиперпульсация ликвора в ВМ по ФК-МРТ).

Миндалины мозжечка признавались дистопированными в случае опущения их края ниже линии Mc Ray.

Общие нейрорентгенологические признаки ИОВМ представлены на рисунке 1.

Функциональное состояние пациентов в дооперационном периоде и в периоде послеоперационного наблюдения оценивалось по шкалам Kiefer и Rankin.

Пациентам выполнялось оперативное лечение в виде ЭТВ или ЛШО.

Для сравнения встречаемости качественных признаков использовали точный критерий Фишера (двусторонний вариант). Для сравнения групп по количественным параметрам использовали критерий Манн-Уитни (двусторонний вариант). За уровень статистической значимости приняли значение $p < 0,05$. Средние значения в тексте представлены как «медиана», «стандартное отклонение», «минимум» и «максимум».

Результаты.

Нейровизуализационные данные до операции.

Боковые желудочки были расширены у всех 113 (100 %) пациентов.

Значение индексов Evans, FOHR, FHR и BCR составило $0,36 \pm 0,07$ (0,24–0,85), $0,5 \pm 0,06$ (0,38–0,7), $0,44 \pm 0,08$ (0,29–0,87), $0,27 \pm 0,06$ (0,13–0,69). Значение ни одного из индексов не коррелирует с тяжестью состояния пациентов ($p > 0,05$).

Отсутствие артефакта от пульсации ликвора по ВМ определялось у 99,1 %. Исключение составил 1 пациент с неполным стенозом ВМ, где проходимость была сохранена, но при ФК-МРТ были выявлены признаки стеноза ВМ.

Тип обструкции ВМ не имел значения в определении тактики лечения, в связи с этим частота каждого из них не устанавливалась.

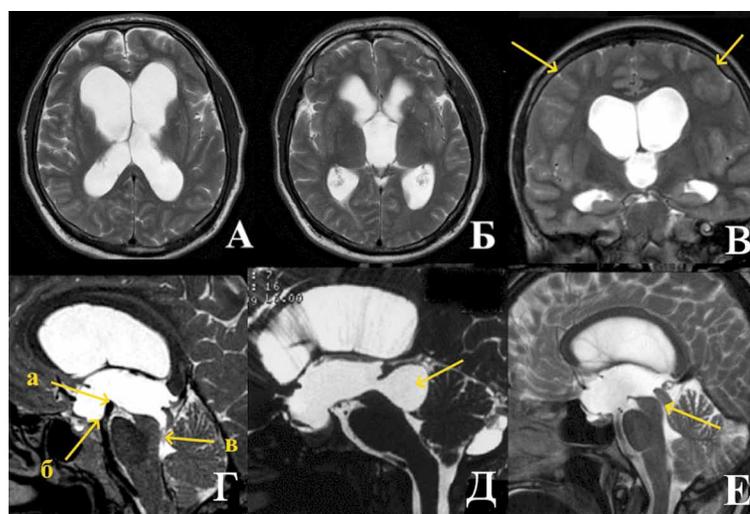


Рисунок 1. Общие характеристики МРТ головного мозга пациентов с идиопатической обструкцией водопровода мозга до операции. А — аксиальная томограмма в T2: расширение боковых желудочков. Б — аксиальная томограмма в T2, демонстрирующая расширение III желудочка. В — фронтальная томограмма в T2: компрессия САП-К (указано стрелками). Г — сагиттальная томограмма в T2 3D CUBE: показывает контакт основной артерии с дном III желудочка (а), ВД ПММ (б), отсутствие артефакта от пульсации ликвора в ВМ (в). Д — расширение заднего кармана III желудочка и ростральных отделов ВМ (указано стрелкой), миндалина мозжечка дистопированы. Е — томограмма, показывающая стеноз просвета водопровода без его полной обструкции.
Figure 1. Common characteristics of brain MRI of patients with idiopathic aqueductal stenosis before surgery.

А — axial T2: enlargement of lateral ventricles. Б — axial T2: enlargement of the III ventricle. В — frontal T2: compression of convexital subarachnoid spaces (narrow). Г — sagittal T2 3D CUBE: contact basilar artery with premamillar membrane (a), ventral dislocation of the premamillar membrane (б), absence of the “flow void” in the aqueduct (в). Д — enlargement of the recessus posterior of the III ventricle and rostral part of the aqueduct (narrow). Е — tomogramm is indicated for incomplete aqueductal stenosis.

ВД ПММ была зафиксирована у 97 (85 %) пациентов. Нормальное положение ПММ имела у 11 (9,7 %) больных. В 4 случаях (3,5 %) наличие ВД ПММ было под сомнением. Степень ее прогиба никак не градуировалась, поскольку это не имело значения для определения тактики лечения. ВД ПММ достоверно связана с более тяжелым состоянием пациентов и большим многообразием симптомов ($p = 0,032$).

САП-К были компримированы у 79 (69,9 %), прослеживались у 31 (27,4 %), по 1 (по 0,9 %) было расширение пространств и DESH-симптом (диспропорциональное расширение субарахноидальных пространств). Компрессия САП-К достоверно связано с худшим состоянием пациентов до операции ($p = 0,024$).

Третий желудочек был расширен у всех пациентов, TVWT составил $0,13 \pm 0,02$ (0,07–0,23). Расширение IV желудочка (FVWT) наблюдалось у 42 (37,1 %). Все пациенты, имевшие расширение IV желудочка, были старше 60 лет или имели хроническую длительно существующую гидроцефалию, т. е. имели признаки атрофии (уменьшения объема мозгового вещества). Функциональное состояние пациентов не зависит от размеров III и IV желудочков до операции ($p = 0,074$).

САП-ЗЧЯ были нормальными у 100 (88,5 %), расширены у 1 (0,9 %) и компримированы у 12 (10,6 %) больных. Статистически значимой связи между этим параметром и клиническим состоянием пациентов не было выявлено.

Наличие перивентрикулярного свечения в режимах T2/FLAIR, а также наличие изменений сигнала в этих режимах в подкорковых узлах, белом веществе головного мозга встречалось у 46 (40,7 %) пациентов. Наличие этого признака достоверно связано с более тяжелым состоянием пациентов в дооперационном периоде ($p = 0,003$).

Увеличение размеров турецкого седла чаще отмечалось у 34 (30 %), что достоверно сочеталось с хроническим длительным анамнезом заболевания ($p = 0,037$).

ВМ был широкий только рострально у 107 (94,7 %), в остальных случаях он был нормальных размеров или сужен. Опущение миндалин мозжечка в большое затылочное отверстие наблюдалось у 11 (9,7 %) пациентов. Эти показатели достоверно не отражались на функциональном состоянии пациентов.

Хирургическое лечение

У 100 (88,5 %) пациентов была выполнена ЭТВ. В 20 (18,2 %) случаях в межжелудочковой перегородке (МЖП) имелись естественно сформированные дефекты, что говорило о длительном развитии гидроцефалии. В 24 (21,6 %) случаев под ПММ были обнаружены единичные редкие арахноидальные трабекулы, а в 5 (4,5 %) — множественные трабекулы. В остальных 70,4 % случаев ликворные пространства вдоль вентральной поверхности ствола были свободны. В 8 (7 %) случаях была короткая ПММ, а в 3 (2,6 %) — основная артерия вклинивалась в дно III желудочка,

что создало технические сложности в проведении операции, но ЭТВ была произведена. Никакой из интраоперационных параметров достоверно не влиял на степень регресса симптомов после операции ($p > 0,05$). Летальных исходов не отмечалось.

Осложнение в виде массивного кровоизлияния в желудочковую систему в результате ранения вены межжелудочковой перегородки произошло в 1 случае. На фоне наружного вентрикулярного дренажа в течение 21 дня кровь лизировалась, ликвор санировался и ЭТВ была произведена.

Наличие дефектов МЖП, истончение ПММ достоверно зависели от длительности анамнеза и показателя TVWT ($p = 0,001$, $p = 0,002$ соответственно).

У большинства пациентов (88 %) в послеоперационном периоде в течение 1 года отмечалось улучшение состояния по шкалам Kiefer и Rankin. В 70 % случаев симптомы полностью регрессировали. Улучшение состояния наблюдалось у 25 % пациентов. Стабилизация состояния и отсутствие прогрессии заболевания зафиксированы в 4 % случаев, а прогрессирование болезни — у 1 %. Среднее значение по шкалам Kiefer и Rankin в катмнезе было $0,96 \pm 1,82$ (0–13) и $0,52 \pm 0,76$ (0–4) баллов соответственно.

Повторная ЭТВ в связи с закрытием вентрикулостомы была выполнена у 3 % пациентов.

Послеоперационное состояние пациентов по шкалам Kiefer и Rankin достоверно не зависело от значения по этим шкалам до операции ($p = 0,078$). Наблюдалась прямая зависимость между длительностью анамнеза заболевания и степенью восстановления функционального состояния пациентов ($p = 0,015$). Значение индексов желудочков мозга не влияло на регресс симптомов после операции (все значения $p > 0,05$).

У всех пациентов, кому вентрикулоперитонеальное шунтирование (ВПШ), было выполнено в качестве первичной операции (10 %), было отмечено улучшение состояния: полный регресс симптомов (50 %) и улучшение состояния (50 %).

Нейрорентгенологические данные после операции

У пациентов после ЭТВ в катмнестическом наблюдении уменьшение размеров боковых желудочков было зафиксировано у 58 % пациентов, а III желудочка — у 84 % пациентов. Нормализация выраженности САП-К наблюдалась у 83 % больных. По сагиттальным срезам в режиме FIESTA ПММ вернулась в нормальное положение, а форма III желудочка нормализовалась во всех случаях. В ПММ определялся дефект у всех пациентов. Артефакт от пульсации на сагиттальных срезах в T2 наблюдался во всех случаях функционирующей стомы. Расширенная ростральная часть водопровода мозга уменьшилась во всех случаях. Томограммы с признаками эффективности ЭТВ представлены на рисунке 2.

Улучшение функционального состояния пациентов достоверно связано с уменьшением размеров желудочков мозга, увеличением просвета САП-К и нормализацией положения ПММ ($p = 0,003$, $p = 0,015$, $p < 0,001$ соответственно).

У пациентов, у которых на дооперационных МРТ головного мозга наблюдалось опущение миндалин мозжечка ниже линии Мак Рея (8 %), в 5 (62,5 %) случаях после операции структуры мозжечка вернулись в нормальное положение или выраженность этих изменений стала меньше. При этом симптомы со стороны кранио-verteбрального перехода полностью регрессировали во всех случаях.

После ЛШО у всех пациентов отмечалась положительная динамика нейровизуализационных данных, аналогичная таковой после ЭТВ.

Обсуждение.

Гидроцефалия вследствие обструкции ВМ является самой изученной и частой из всех форм гидроцефалии. [3, 5] Ее причинами являются опухоли pineальной области, четверохолмной пластинки и среднего мозга, формирование глиоза после внутричерепного кровоизлияния, либо инфекционного процесса. При отсутствии в анамнезе указаний

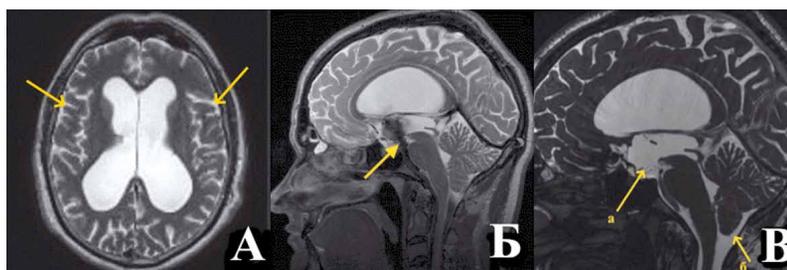


Рисунок 2. Общие характеристики МРТ головного мозга пациентов с идиопатической обструкцией водопровода мозга после операции. А — аксиальная томограмма в T2: желудочки мозга по-прежнему расширены, но стали четко выражены САП-К (указано стрелками). Б — сагиттальная томограмма в T23D CUBE: артефакт от пульсации ликвора по вентрикулостоме (указано стрелкой). В — сагиттальная томограмма в режиме FIESTA: дефект в ПММ (а), миндалины мозжечка репонировались в полость черепа (б).

Figure 2. Common characteristics of brain MRI of patients with idiopathic aqueductal stenosis after surgery. A — axial T2: the lateral ventricles of the brane are still enlarged, but convexital subarachnoid spaces has become clearly defined (narrows). Б — sagittal T23D CUBE: “flow void” in ventriculostoma (narrow). В — sagittal FIESTA: stoma of the third ventricle (a), tonsilles of the cerebellum are repositioned into the skull (b).

на внутричерепную патологию, гидроцефалия считается идиопатической. [1, 2]

Существует несколько форм стеноза ВМ: истинный стеноз, форкинг, мембрана и глиоз. Глиоз обычно встречается после кровоизлияния или инфекционного процесса [3, 5], остальные три формы стеноза характерны для идиопатической гидроцефалии [3, 5, 25, 26]. По сути, форма стеноза не имеет значения, поскольку оперативное лечение направлено не на ликвидацию обструктивного процесса, а на создание альтернативного пути ликвороциркуляции при помощи перфорации дна III желудочка. Более важно знание этиологии заболевания. Известно, что после черепно-мозговой травмы, кровоизлияния или воспалительного процесса, помимо обструкции ликворных путей, возникает нарушение резорбции ликвора. Следовательно, эндоскопическая операция, направленная на нормализацию ликвороциркуляции, в значительной доле случаев неэффективна.

Клиническая картина гидроцефалии при ИОВМ многообразна. Достоверно известно, что для молодых пациентов (до 60 лет) более характерны общемозговые и гипертензионные симптомы [3, 27], при этом, что элементы триады Хакима-Адама выражены в легкой степени, либо отсутствуют. У пациентов старше 60 лет напротив: не встречаются признаки внутричерепной гипертензии и превалирует выраженная симптоматика нормотензивной гидроцефалии.

Сочетание расширения боковых и III желудочков мозга с признаками обструкции ВМ и ВД ПММ надежно предсказывают эффективность ЭТВ. [28] Наиболее важно положение ПММ, поскольку ее ВД свидетельствует о наличии градиента давления между различными отделами ликворной системы — одного из ключевых признаков, определяющих симптоматику.

В литературе подчеркивается, что пациенты с обструкцией ВМ являются идеальными кандидатами для ЭТВ. [13, 14, 16] В ходе операции под ПММ не обнаруживалось препятствий ликворотоку, или определялись единичные или множественные арахноидальные трабекулы, не препятствующие току ликвора. Это позволяет утверждать, что манипуляции при ИОВМ можно ограничить перфорацией ПММ и подлежащего листка мембраны Лилликовиста. [3, 29]

О функционировании вентрикулостомы после операции достоверно свидетельствует артефакт от пульсации ликвора сквозь ПММ в Т2 и наличие в ней дефекта в режиме цистернографии. [30] Эти признаки являются ключевыми в оценке эффективности проведенной операции и в определении тактики лечения при сохранении клинических проявлений.

Уменьшение размеров боковых и III желудочков головного мозга встречается в большом количестве случаев. Однако, в общей группе оно не коррелирует с клиническим состоянием пациентов. Устранение градиента давления, т.е. нормализация положения ПММ достоверно связана с клиническим улучше-

нием у пациентов, также, как и восстановление нормальной выраженности САП-К.

Отсутствие градиента давления между III желудочком и цистернами основания задней черепной ямки (нормальное положение ПММ) в сочетании с симптомами гидроцефалии свидетельствует о том, что заболевание протекает по типу нормотензивной гидроцефалии, и ЭТВ вряд ли будет эффективна. В этих случаях следует выполнять ЛШО без проведения пробы с эвакуацией ликвора, в определении показаний к операции опираться только на клинические проявления и рентгенологическую картину.

Таким образом, определяющим моментом в лечении пациентов с обструктивной гидроцефалией, а в частности, с ИОВМ, является не достижение нормальных размеров желудочков мозга, а устранения градиента давления и восстановление комплекса внутричерепных взаимоотношений и, как следствие, восстановление адекватной перфузии мозговой ткани, которая нарушается при окклюзионной гидроцефалии. Рентгенологически это характеризуется нормализацией выраженности САП, подтягиванием миндалин мозжечка в полость черепа при их опущении на дооперационном этапе. Низкий риск осложнений ЭТВ позволяет рекомендовать выполнение операции в качестве профилактической у пациентов с ИОВМ при отсутствии явных клинических проявлений.

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.
В публикации представлены обезличенные данные пациентов. *The article presents anonymized patient data.*

ORCID авторов/ORCID of authors:

Шевченко Кирилл Викторович / Shevchenko Kirill Victorovich — <https://orcid.org/0000-0003-3732-6664>

Шиманский Вадим Николаевич / Shimansky Vadim Nikolaevich — <https://orcid.org/0000-0002-3816-847X>

Таняшин Сергей Владимирович / Tanyashin Sergey Vladimirovich — <https://orcid.org/0000-0001-8351-5074>

Кольчева Мария Владимировна / Kolycheva Mariya Vladimirovna — <https://orcid.org/0000-0002-7741-6616>

Пашатаев Владимир Кириллович / Poshataev Vladimir Kirillovich — <https://orcid.org/0000-0002-3279-3733>

Карнаухов Василий Витальевич / Karnaukhov Vasily Vitalevich — <https://orcid.org/0000-0002-2581-8648>

Соложенцева Кристина Дмитриевна / Solozhentseva Kristina Dmitrievna — <https://orcid.org/0000-0001-9984-9327>

Кугушев Иван Олегович / Kugushev Ivan Olegovich — <https://orcid.org/0000-0001-8542-0060>

Безбородова Татьяна Юрьевна / Bezborodova Tatyana Urievna — <https://orcid.org/0000-0003-2490-1682>

Литература/References

- Mori E, Ishikawa M, Kato T, Kazui H, Miyake H, Miyajima M, Nakajima M, Hashimoto M, Kuriyama N, Tokuda T, Ishii K, Kaijima M, Hirata Y, Saito M, Arai H; Japanese Society of Normal Pressure Hydrocephalus. Guidelines for management of idiopathic normal pressure hydrocephalus: second edition. *Neurologia Medico-Chirurgica (Tokyo)*. 2012;52(11):775–809. PubMed PMID: 23183074. DOI: 10.2176/nmc.52.775
- Mori K, Shimada J, Kurisaka M, Sato K, Watanabe K. Classification of hydrocephalus and outcome of treatment. *Brain and Development*. 1995 Sep-Oct;17(5):338–48. DOI: 10.1016/0387-7604(95)00070-r
- Cinalli G, Spennato P, Nastro A, Allberti F, Trischitta V, Ruggiero C, Mirone G, Cianciulli E. Hydrocephalus in aqueductal stenosis. *Child's Nervous System*. 2011;27:1621–1642. DOI: 10.1007/s00381-011-1546-2
- Гаврилов ГВ, Черebilло ВЮ, Легздайн МА, Свистов ДВ. Лечение окклюзионной гидроцефалии. *Нейрохирургия*, 2010(2):52–57. [Gavrilov GV, Cherebillo VYu, Legzdain MA, Svistov DV. Treatment of obstructive hydrocephalus. *Russian Journal of Neurosurgery* 2010(2):52–57. (In Russ.)]
- Jellinger G. Anatomopathology of nontumoral aqueductal stenosis. *Journal of Neurosurgical Sciences*. 1986;30:1–16.
- Cinalli G, Spennato P, Del Basso De Caro ML, Buonocore MC (2004) Hydrocephalus and Dandy–Walker malformation. In: Cinalli C, Maixner WJ, Sainte-Rose C. *Pediatric hydrocephalus*. Springer, Milan. 2004:259–277.
- Bateman GA (2007) Magnetic resonance imaging quantification of compliance and collateral flow in late-onset idiopathic aqueductal stenosis: venous pathophysiology revisited. *J Neurosurg*. 2007;107:951–958.
- Vulcu S, Eickele L, Cinalli G, Wagner W, Oertel J. Long-term results of endoscopic third ventriculostomy: an outcome analysis. *J Neurosurg* 2015;123:1456–1462.
- Гаврилов ГВ, Черebilло ВЮ, Легздайн МА, Свистов ДВ. Результаты лечения окклюзионной гидроцефалии методом эндоскопической тривентрикулоцистерностомии. *Нейрохирургия и неврология детского возраста*, 2009;19(1):19–29. [Gavrilov GV, Cherebillo VYu, Legzdain MA, Svistov DV. [Results of treatment of obstructive hydrocephalus by endoscopic third ventriculostomy]. *Neirokhirurgiya i neurologiya detskogo vozrasta*. 2009;19(1):19–29. (In Russ.)]
- Brunelle F. Modern imaging of hydrocephalus. *Pediatric hydrocephalus*. 2004:79–93.
- McConachie. The CISS sequence in the pre-operative assessment of neuroendoscopic third ventriculostomy. *Pediatric hydrocephalus*. 2004:405–410.
- Brockmeyer D, Abtin K, Carey L, Walker M. Endoscopic third ventriculostomy: an outcome analysis. *Pediatric Neurosurgery*. 1998;28:236–240. DOI: 10.1159/000028657
- Cinalli G, Sainte-Rose C, Simon I, Lot G, Sgouros S. Sylvian aqueduct syndrome and global rostral midbrain dysfunction associated to shunt malfunction. *Journal of Neurosurgery*. 1999;90:227–236. DOI: 10.3171/jns.1999.90.2.0227
- Cinalli G, Sainte-Rose C, Chumas P, Zerah M, Brunelle F, Lot G, Pierre-Kahn A, Renier D. Failure of third ventriculostomy in the treatment of aqueductal stenosis in children. *Journal of Neurosurgery*. 1999;90:448–454/ DOI: 10.3171/jns.1999.90.3.0448
- Goumnerova LC, Frim D. Treatment of hydrocephalus with third ventriculostomy: outcome and CSF flow patterns. *Pediatric Neurosurgery*. 1997;27:149–152. DOI: 10.1159/000121242
- Hellwig D, Grotenhuis JA, Tirakotai W, Riegel T, Schulte DM, Bauer BL, Bertalanffy H. Endoscopic third ventriculostomy for obstructive hydrocephalus. *Neurosurgical Review*. 2005;28:1–34. DOI: 10.1007/s10143-004-0365-2
- Hopf NJ, Grunert P, Fries G, Resch KD, Pernecky A. Endoscopic third ventriculostomy: outcome analysis of 100 consecutive procedures. *Neurosurgery*. 1999;44:795–804. DOI: 10.1097/00006123-199904000-00062
- Teo C. Third ventriculostomy in the treatment of hydrocephalus: experience with more than 120 cases. Minimally invasive techniques for neurosurgery. 1998:73–76. DOI: 10.1007/978-3-642-58731-3_11
- Tisell M, Almstrom O, Stephensen H, Tullberg M, Wikkelso C. How effective is endoscopic third ventriculostomy in treating adult hydrocephalus caused by primary aqueductal stenosis? *Neurosurgery*. 2000;46(1):104–10; discussion 10–11.
- Гаврилов ГВ, Черebilло ВЮ, Легздайн МА, Свистов ДВ. Сравнительный анализ лечения окклюзионной гидроцефалии. *Российский нейрохирургический журнал имени проф. А. Л. Поленова*, 2009;1(3):50–60. [Gavrilov GV, Cherebillo VYu, Legzdain MA, Svistov DV. Comparative analysis of treatment of obstructive hydrocephalus. *Rossiiskii neirokhirurgicheskii zhurnal imeni professora A L Polenova*, 2009;1(3):50–60. (In Russ.)]
- Cinalli G, Cappabianca P, de Falco R, Spennato P, Cianciulli E, Cavallo LM, Esposito F, Ruggiero C, Maggi G, de Divitiis E. Current state and future development of intracranial neuroendoscopic surgery. *Expert Review of Medical Devices*. 2005;2:351–373.
- Kim S-K, Wang K-C, Cho B-K. Surgical outcome of pediatric hydrocephalus treated by endoscopic III ventriculostomy: prognostic factors and interpretation of postoperative neuroimaging. *Child's Nervous System*. 2000;16:161–169. DOI: 10.1007/s003810050485
- Tisell M, Edsbacke M, Stephenson H, Czosnyka M, Wikkelso. Elastance correlates with outcome after endoscopic third ventriculostomy in adults with hydrocephalus caused by primary aqueductal stenosis. *Neurosurgery*. 2002;50:70–77. DOI: 10.1097/00006123-200201000-00013
- O'Hayon BB, Drake JM, Ossip MG, Tuli S, Clarke M. Frontal and occipital horn ratio: A linear estimate of ventricular size for multiple imaging modalities in pediatric hydrocephalus. *Pediatric Neurosurgery*. 1998 Nov;29(5):245–9. DOI: 10.1159/000028730
- Russell DS. Observations on the pathology of hydrocephalus. *Ulster Medical Journal*. 1949 May;18(1):107–108
- Turnbull IM, Drake CG. Membranous occlusion of the aqueduct of Sylvius. *Journal of Neurosurgery*. 1966;24:24–33.
- Шевченко КВ, Шиманский ВН, Тяняшин СВ, Колычева МВ, Пошатаев ВК, Карнаухов ВВ, Соложенцева КД, Афандиев РМ. Идиопатическая гидроцефалия взрослых: современное состояние проблемы. *Сибирское медицинское обозрение*. 2021;(1):20–33. DOI: 10.20333/2500136-2021-1-20-33. [Shevchenko KV, Shimansky VN, Tanyashin SV, Kolycheva MV, Poshataev VK, Karnaukhov VV, Solozhentseva KD, Afandiev RM. Adult idiopathic hydrocephalus: current state of the problem. *Siberian Medical Review*. 2021;(1):20–33. DOI: 10.20333/2500136-2021-1-20-33. (In Russ.)]

28. Dlouhy BJ, Capuano AW, Madhavan K, Torner JC, Greenlee JD. Preoperative third ventricular bowing as a predictor of endoscopic third ventriculostomy success. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*. 2012 Feb;9(2):182–90. DOI: 10.3171/2011.11.PEDS 11495.
29. Di Rocco C, Cinalli G, Massimi L, Spennato P, Cianciulli E, Tamburrini G. Endoscopic third ventriculostomy in the treatment of hydrocephalus in pediatric patients. *Advances and Technical Standards in Neurosurgery*. 2006;31:119–219. DOI: 10.1007/3–211–32234–5_4
30. Коршунов АЕ, Шахнович АР, Меликян АГ, Арутюнов НВ, Кудрявцев ИЮ. Ликвородинамика при хронической обструктивной гидроцефалии до и после успешной эндоскопической вентрикулостомии III желудочка. *Журнал Вопросы Нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко*. 2008(4):17–23. [Korshunov AE, Shakhnovich AR, Melikyan AG, Arutiunov NV, Kudriavtsev IYu. [Cerebrospinal fluid dynamics in chronic obstructive hydrocephalus before and after successful endoscopic third ventriculostomy]. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N N Burdenko*. 2008 Oct-Dec;(4):17–23. (In Russ.).]