

**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ МР-ПАРАМЕТРЫ
И СИГНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МР-ИССЛЕДОВАНИЯ
ГОЛОВНОГО МОЗГА В ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТА
С АНОМАЛИЕЙ ДЕНДИ-УОКЕРА И ГИДРОЦЕФАЛИЕЙ
(клиническое наблюдение)**

**Дуданов И. П.^{1,4}, Подгорняк М. Ю.⁴, Симещенко П. И.^{2,4},
Щербань А. Е.³, Приц В. В.²**

¹ ФГБОУ ВО Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск,

² СПбГУ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,

³ РНЦ Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика
А. М. Гранова, Санкт-Петербург,

⁴ СПб ГБУЗ Городская Мариинская больница, Санкт-Петербург

**MORPHOMETRIC MR-PARAMETERS AND SIGNAL CHARACTERISTICS
OF MR-STUDY OF THE BRAIN IN ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF OPERATIVE TREATMENT
OF A PATIENT WITH DANDY-WALKER ANOMALY AND HYDROCEPHALIA
(clinical observation)**

Dudanov I. P.^{1,4}, Podgorniyak M. Yu.⁴, Simeshchenko P. I.², Scherban A. E.³, Prits V. V.⁴

¹ Petrozavodsk State University, Petrozavodsk,

² St Petersburg State University, St-Petersburg,

³ Russian Research Center for Radiology and Surgical Technologies, St-Petersburg,

⁴ City Mariinsky Hospital, St-Petersburg

РЕФЕРАТ. Разработка объективных маркеров визуализации эффективности проведённого оперативного лечения является актуальной проблемой и имеет значение для выбора тактики лечения больных с аномалией Денди-Уокера в сочетании с гидроцефалией.

ЦЕЛЬ – демонстрация эффективного использования эндоскопических технологий лечения пациентки с гидроцефалией в стадии субкомпенсации и аномалией Денди-Уокера, оценка возможности применения морфометрических показателей и сигнальных характеристик МР-исследования головного мозга в определении их эффективности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Представлено редкое клиническое наблюдение пациентки, 37 лет, страдающей аномалией Денди-Уокера с гипертензионно-гидроцефальным синдромом в стадии субкомпенсации; выполнена эндоскопически тривентрикулоцистерностомия. Проведено обследование: МРТ головы, фазовоконтрастная магнитно-резонансная томография (ФКМРТ) с кардиосинхронизацией до и после операции через 6 месяцев на магнитно-резонансном томографе «Ingenia» 3 Тесла (Philips). Выполнены измерения показателей вентрикулометрии и морфометрических показателей костно-мозговых структур головного мозга до и после оперативного лечения.

РЕЗУЛЬТАТЫ. После выполненного малоинвазивного вмешательства отмечалось клиническое улучшение состояния пациентки. ФКМРТ с кардиосинхронизацией в динамике через 6 месяцев подтвердили функционирование стомы дна третьего желудочка и незначительное уменьшение ширины третьего желудочка. Из морфометрических показателей отмечено увеличение понтомезенцефального угла с $56,7^\circ$ до $79,7^\circ$ и мамиллопонтинного расстояния с 9,32 мм до 10,3 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. При сочетании аномалии Денди-Уокера с гипертензионно-гидроцефальным синдромом в стадии субкомпенсации первым этапом выполняют тривентрикулоцистерностомию. Использование морфометрических показателей костно-мозговых структур в сочетании с вентрикулометрией и сигнальными характеристиками МРТ исследования является доступным методом в работе многопрофильного городского стационара, не требующим специального программного обеспечения.

ВЫВОДЫ. Наблюдение демонстрирует эффективность тривентрикулоцистерностомии в лечении пациентов с АДУ, сочетающейся с субкомпенсированным гидроцефальным синдромом и возможность использования методов лучевой диагностики для оценки динамики МРТ-картины до- и после операции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: аномалия Денди-Уокера, гидроцефалия, фазовоконтрастная магнитно-резонансная томография, тривентрикулоцистерностомия, морфометрические параметры.

Development of objective markers for visualization of the efficacy of surgical treatment is an urgent problem and is important for the choice of further treatment tactics in patients with Dandy-Walker anomaly combined with hydrocephalus.

The aim was to demonstrate the effective use of endoscopic treatment techniques in patients with subcompensated hydrocephalus and Dandy-Walker anomaly and to evaluate the possibility of using morphometric indicators and signal characteristics of the brain MR imaging in determining their effectiveness.

MATERIALS AND METHODS. We present a rare clinical observation of a 37-year-old female patient suffering from Dandy-Walker anomaly with hypertension-hydrocephalus syndrome in the subcompensation stage; endoscopic triventriculocysternostomy was performed. Examination was performed: head MRI, phase-contrast magnetic resonance imaging (PCMRI) with cardiosynchronization before and after surgery 6 months later on “Ingenia” 3 Tesla magnetic resonance imager (Philips). Measurements of ventriculometry and morphometric indicators of bone-brain structures of the brain were performed before and after surgical treatment.

RESULTS. Clinical improvement of the patient’s condition was observed after the performed minimally invasive intervention. FKMRI with cardiosynchronization in dynamics after 6 months confirmed the functioning of the third ventricular floor stoma and a slight decrease in the width of the third ventricle. Of the morphometric indices, an increase in the pontomezecephalic angle from 56.7° to 79.7° and in the mammillopontine distance from 9.32 mm to 10.3 mm were noted.

CONCLUSION. When Dandy-Walker anomaly is combined with hypertension-hydrocephalic syndrome in the subcompensation stage, a triventriculocysternostomy is performed as the first stage. The use of morphometric indicators of the bone-brain structures in combination with ventriculometry and signal characteristics of MRI examination is an accessible method in the work of a multidisciplinary city hospital, which does not require special software. The observation demonstrates the efficacy of triventriculocysternostomy in the treatment of patients with ADS combined with subcompensated hydrocephalus syndrome and the possibility of using radiological diagnostic methods to assess the dynamics of MRI picture before and after surgery.

KEY WORDS: Dandy-Walker anomaly, hydrocephalus, phase-contrast magnetic resonance imaging, triventriculocysternostomy, morphometric parameters.

Введение. Аномалия Денди-Уокера (АДУ) встречается в 1 случае на 25000–35000 новорожденных, чаще у девочек. Из всех пороков развития структур задней черепной ямки она является наиболее распространенной [1,2,3]. Патология характеризуется расширением IV желудочка с формированием ликворной кисты задней черепной ямки, гипоплазией или аплазией червя, полушарий мозжечка, гидроцефалией в той или иной степени выраженности. Аномалия Денди-Уокера может протекать без признаков поражения головного мозга в течение длительного периода времени, но при неблагоприятных факторах (черепно-мозговой травме, обострении или возникновении сопутствующих заболеваний разной этиологии и т.д.) появляются симптомы поражения структур задней черепной ямки и повышенного внутричерепного давления. Существенную роль в выборе способа хирургического лечения играет наличие гипертензионно-гидроцефального синдрома. В настоящее время нет единого протокола лечения больных с аномалией Денди-Уокера в сочетании с гидроцефалией [4]. Субкомпенсация состояния таких пациентов во взрослом работоспособном состоянии приводит к инвалидизации, что делает проблему изучения данной патологии актуальной.

Клиническое наблюдение иллюстрирует эффективность современного хирургического малоинвазивного подхода в лечении пациентов с аномалией Денди-Уокера и гипертензионно-гидроцефальным синдромом, возможности использования методов лучевой диагностики для контроля эффективности проведенной операции.

Клиническое наблюдение. Больная Г., 37 лет, с аномалией Денди-Уокера и гидроцефалией нахо-

дилась под наблюдением нейрохирургов в течение двух лет. О заболевании известно с 13 летнего возраста, когда после перенесенного менингоэнцефалита было выполнено КТ головы. Дважды лечилась в нейрохирургическом отделении СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница». В первый раз, в 2017 г., госпитализирована с диагнозом: состояние после судорожного припадка, закрытая черепно-мозговая травма (ЗЧМТ), сотрясение головного мозга (СГМ), аномалия Денди-Уокера (АДУ), артероблковая три-вентрикулярная гидроцефалия. Второй раз (через 2 года) больная поступила в стационар с ухудшением состояния, связанным с субкомпенсацией гидроцефального синдрома. При повторной госпитализации (2019 г.) пациентка жаловалась на постоянные головные боли, частые приступы головокружений, неустойчивость при ходьбе, повышенную утомляемость, сонливость и раздражительность, стойкое нарушение менструального цикла, гирсутизм, ожирение II (110 кг при росте 170 см), неконтролируемое повышение АД. По состоянию здоровья больная прекратила свою трудовую деятельность.

Из анамнеза жизни известно, что пациентка всю жизнь страдала от избыточного веса, расстройства менструального цикла по типу аменореи. При проведении тестирования по краткой шкале оценки психологического статуса MMSE за два года амбулаторного лечения отмечалось нарастание интеллектуально-мнестических нарушений с предметно-когнитивных (26 баллов) до деменции легкой степени выраженности (22 балла). При поступлении в стационар состояние было компенсированным по витальным функциям, отмечалось умеренное повышение артериального давления

до 140/90 мм рт. ст., выраженные признаки гирсутизма, избыточный вес (индекс массы тела составил 38,1 кг/м²). В неврологическом статусе – интенция при выполнении пальценосовых проб, покачивание в позе Ромберга. В результате проведенного МРТ-исследования существенных отличий результатов по сравнению с предыдущим не было. Визуализировались МР-признаки аномалии Денди-Уокера с признаками кисты задней черепной ямки, аплазии мозолистого тела, компрессии ствола мозга и четвертого желудочка, внутренняя окклюзионная гидроцефалия, проявляющаяся асимметричным расширением боковых желудочков и расширением третьего желудочка. Отмечались МР-признаки дисциркуляторной энцефалопатии. Субарахноидальные пространства были компремированы. Межполушарная щель отклонялась влево на 4 мм. Данные обследования представлены на рисунках 1 и 2.

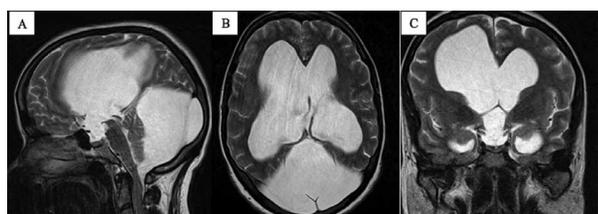


Рис. 1. Магнитно-резонансная томография (МРТ) головы пациентки Г., 37 лет, динамическое наблюдение, 2017 г.: А) сагиттальная проекция; В) аксиальная проекция; С) корональная проекция.

Fig.1. MRI of the head, 2017: A) sagittal projection; B) axial projection; C) coronal projection.

По данным фазовоконтрастной магнитно-резонансной томографии (ФКМРТ) с кардиосинхронизацией (табл. 1) у больной имелось значительное увеличение показателей вентрикулометрии и снижение показателей ликвородинамики на уровне водопровода. Морфометрические показатели существенно отличались от среднестатистических показателей, принятых за стандарт, за исключением понтомезенцефалического угла, величина которого составила 56,7° (норма – 65°±10°), тенториальный угол – 23,8° (норма 27°–52°), мамиллопontiновое расстояние – 9,32 мм до операции (в норме не больше 5,5 мм), угол мозолистого тела – 66,1° (в норме 100–120°).

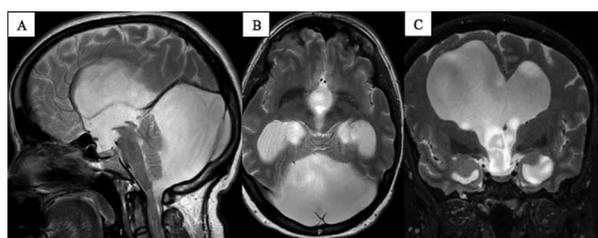


Рис. 2. Магнитно-резонансная томография (МРТ) головы пациентки Г., 39 лет, динамическое наблюдение, 2019 г.: А) сагиттальная проекция; В) аксиальная проекция; С) корональная проекция.

Fig. 2. MRI of the head, 2019: A) sagittal projection; B) axial projection; C) Coronal projection.

Таблица 1. Результаты фазовоконтрастной магнитно-резонансной томографии с кардиосинхронизацией
Table 1. Results of phase-contrast magnetic resonance imaging with cardiosynchronization

Показатели	Данные вентрикулометрии (мм)	Норма (мм)
Индекс желудочков	65	18,4–22,1
Индекс передних рогов	54	24,0–26,3
Индекс III желудочка	18	до 2,9
Индекс IV желудочка	7,5	11,9–14,1
Ширина III желудочка	27,3	

Учитывая отрицательную динамику в состоянии больной и неэффективность консервативного лечения, принято решение о выполнении тривентрикулоцистерностомии, как первого этапа оперативного лечения. Под эндотрахеальным наркозом выполнена тривентрикулоцистерностомия с использованием набора эндоскопических инструментов Gaab. На операции обнаружены атрезия межжелудочковой перегородки, расширенные отверстия Монро с двух сторон (рис. 3). Послеоперационный период протекал без осложнений. Пациентка выписана на амбулаторное лечение с рекомендацией дальнейшего наблюдения у невролога, нейрохирурга и эндокринолога, а также повторного обследования в стационаре через 6 месяцев. В раннем послеоперационном периоде наблюдалось уменьшение головных болей, сонливости.

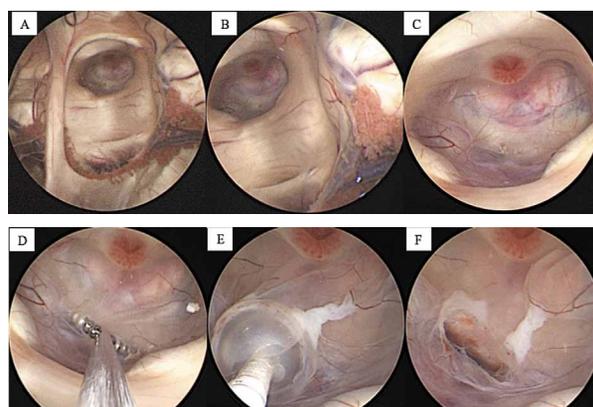


Рис. 3. Эндоскопическая тривентрикулоцистерностомия (этапы операции пациентки Г., 39 лет; А, В) видны атрезия межжелудочковой перегородки, расширенные отверстия Монро с двух сторон; С) дно третьего желудочка; D) перфорация дна третьего желудочка; E) расширение перфорированного отверстия зондом Фогарти; F) окончательный вид вентрикулостомии дна третьего желудочка.

Fig. 3. Endoscopic triventriculocisternostomy: A, B) visible atresia of the interventricular septum, dilated Monroe holes on both sides; C) the bottom of the third ventricle; D) perforation of the bottom of the third ventricle; E) expansion of the perforated hole with a Fogarty probe; F) the final view of ventriculostomy of the fundus of the third ventricle.

Через 6 месяцев после операции пациентка отмечала клиническое улучшение состояния. На контрольной ФКМРТ подтверждено функционирование наложенной стомы в дне третьего желудочка в предпонтинное пространство (рис. 4).

Среди морфометрических показателей костно-мозговых структур и показателей вентрикулометрии отмечалось незначительное уменьшение ширины третьего желудочка с 27,3 мм до 26,6 мм и увеличение понтомезенцефалического угла с $56,7^\circ$ до $79,7^\circ$ и мамиллопонтинного расстояния с 9,32 мм до 10,3 мм (рис. 5, 7).

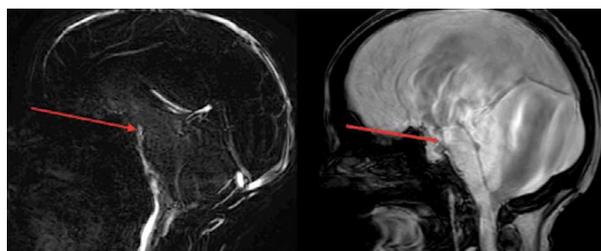


Рис. 4. Данные фазово-контрастной магнитно-резонансной томографии (МРТ) головы пациентки Г., 39 лет, динамическое наблюдение, – стрелкой указана действующая стома дна третьего желудочка.

Fig. 4. Phase-contrast magnetic resonance imaging data – the arrow indicates the active stoma of the fundus of the third ventricle.

Другие морфометрические показатели были без существенной динамики (рис. 6, 8).

Обсуждение.

Сочетание гипоплазии червя и полушарий мозжечка, кисты в задней черепной ямке и гидроцефалии, в той или иной степени выраженности, в литературе называют аномалией, комплексом, синдромом, пороком развития, или мальформацией Денди-Уокера [1,2,3].

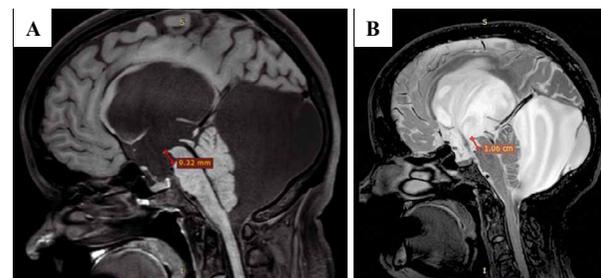


Рис. 7. Мамиллопонтинное расстояние по данным МРТ головы пациентки Г., 39 лет, динамическое наблюдение: А) 9,32 мм до операции; В) 10,6 мм после операции.

Fig. 7. Mamillopontine distance: А) 9.32 mm before surgery; В) 10.6 mm after surgery.

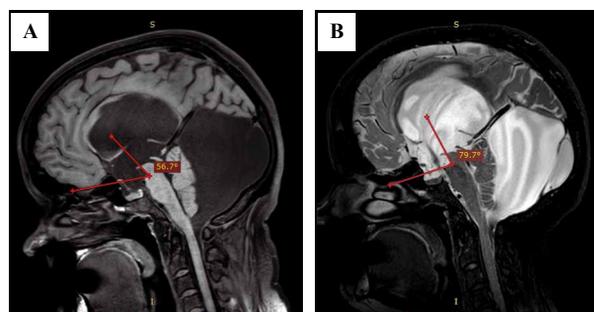


Рис. 5. Понтомезенцефалический угол по данным МРТ головы пациентки Г., 39 лет, динамическое наблюдение: А) до операции $56,7^\circ$; В) после операции $79,7^\circ$.

Fig. 5. Pontomesencephalic angle: А) before surgery 56.7° ; В) after surgery 79.7° .

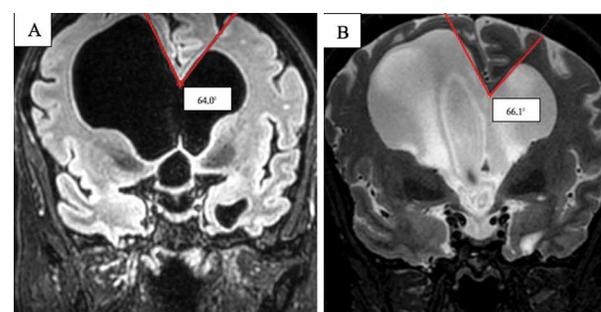


Рис. 8. Вентрикулярный или каллозальный угол по данным МРТ головы пациентки Г., 39 лет, динамическое наблюдение: А) до операции – $66,1^\circ$; В) после операции – $66,1^\circ$.

Fig. 8. Ventricular or callosal angle: (А) before surgery, 66.1° ; (В) after surgery, 66.1° .

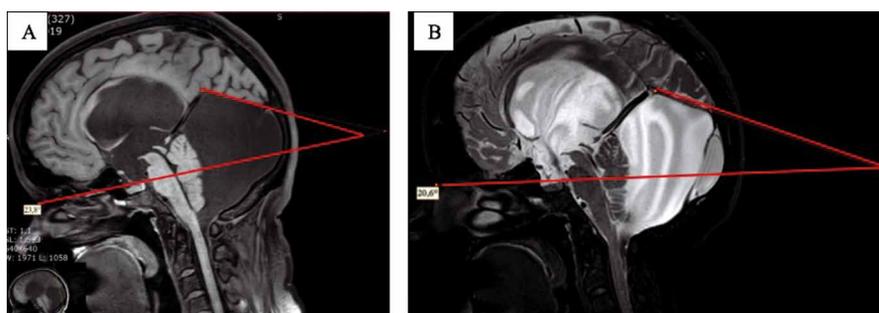


Рис. 6. Тенториальный угол по данным МРТ головы пациентки Г., 39 лет, динамическое наблюдение: А) до операции $23,8^\circ$; В) после операции $20,8^\circ$.

Fig. 6. Tentorial angle: А) before surgery 23.8° ; В) after surgery 20.8° .

Проблема лечения больных с аномалией Денди-Уокера в настоящее время до конца не решена. Консервативные мероприятия малоэффективны, не существует единого подхода к ведению таких пациентов. Большинство публикаций посвящено обследованию и лечению детей с данной патологией, реже – взрослых. Во взрослом состоянии АДУ может проявляться неврологической симптоматикой, нередко психическими нарушениями, что приводит к нетрудоспособности и инвалидизации [2,4,5].

По данным литературы в 70–90 % случаев киста в ЗЧЯ сопровождается гидроцефалией [6]. В редких случаях сочетается с сирингомиелией шейного и грудного отделов спинного мозга [6]. Впервые это заболевание описали W.E. Dandy и K.D. Blackfan в 1914 году. В 1942 г. о клинических и морфологических особенностях этой патологии сообщили Т.К. Taggan и А.Е. Walker, а в 1954 г. Bonda С.Е. и соавт. назвали ее «аномалия Денди-Уокера». Hart M. N. и соавт. дополнили морфологическую триаду симптомов аномалии Денди-Уокера еще одним признаком – увеличением размеров задней черепной ямки с высоким расположением поперечного синуса и намета мозжечка [3,6].

Причинами возникновения аномалии Денди-Уокера являются наследственные факторы (хромосомные и генные) и экзогенные факторы. К последним относятся тератогены, а именно, вирусные инфекции – ЦМВ, краснуха, алкоголь, диабет беременной [6,7]. В 1/2–1/3 случаев аномалия Денди-Уокера сочетается с различными врожденными синдромами: сердечно-сосудистыми, психические заболеваниями и тяжелыми нарушениями умственного развития [1,4,5,8]. Аномалия Денди-Уокера может протекать бессимптомно и проявляться во взрослом возрасте симптомами поражения структур ЗЧЯ и в ряде случаев психическими нарушениями. Хотя до 75 % пациентов имеют нормальный интеллект, наличие гидроцефалии и связанных с ней церебральных аномалий определяет различные степени когнитивных изменений. Были описаны нарушения слуха и зрения, а также судороги [2,5,9].

Неинвазивными методами визуализации и изучения ликворной системы являются – магнитно-резонансная цистернография (венрикулография) (МРЦГ/ВГ), магнитно-резонансная миелография (МРМГ), фазовоконтрастная магнитно-резонансная томография (ФКМРТ) с кардиосинхронизацией. Последняя является функциональным методом, основанным на эффектах потока, возникающих в магнитном резонансе, позволяет не только визуализировать движение ликвора, но и количественно оценить основные ликвородинамические параметры в зонах интереса: линейный и объёмный ликвороток, ударный объём, взаимосвязь изменения амплитуд внутривентрикулярного давления и т.д. [9].

Для оценки степени гидроцефалии используют показатели венрикулометрии и морфометрические

показатели костно-мозговых структур, а именно: понтомезенцефалический угол (образован линиями, проходящими параллельно передней части среднего мозга и передне-верхнему отделу моста, в норме составляет 55° – 75°), тенториальный угол (угол, образованный между линиями, проходящими через назион, бугорок турецкого седла и линией соответствующей проекции прямого синуса на сагиттальной проекции, норма при этом – 27° – 52°), мамиллопонтинное расстояние (расстояние между нижней поверхностью мамиллярных тел и верхней поверхностью моста, измеряемой в сагиттальной проекции, в норме не больше 5,5 мм), венрикулярный или угол мозолистого тела (угол, измеряемый в корональной проекции на уровне задней спайки, в норме 100 – 120°). Они достаточно широко применяются и являются информативными у пациентов с гидроцефалией без АДУ [11,12,13].

Тактика лечения больных с аномалией Денди-Уокера зависит от наличия гидроцефалии, которая требует ликворшунтирующих операций [12]. В последние годы широко применяется тривенрикулостерностомия, которая выполняется первым этапом и, в случае ее неэффективности, дополняется комбинацией цистоперитонеального и венрикулоперитонеального шунтирования с V-коннектором. При отсутствии гидроцефалии стандартной рекомендацией является дренирование кисты в большую затылочную цистерну и базолатеральные цистерны [14,15].

Заключение.

В приведенном наблюдении выполнено малоинвазивное оперативное вмешательство – тривенрикулостерностомия. В результате достигнуто клиническое улучшение, стабилизация состояния, разрешение субкомпенсированной формы гидроцефалии.

Фазовоконтрастная магнитно-резонансная томография (ФКМРТ) с кардиосинхронизацией, выполненная в динамике через 6 мес., подтвердила функционирование наложенной стомы дна третьего желудочка и незначительное уменьшение ширины 3 желудочка. Из морфометрических показателей костно-мозговых структур отмечалось незначительное сужение 3 желудочка и увеличение понтомезенцефального угла с $56,7^{\circ}$ до $79,7^{\circ}$.

Предложенная тактика лечения позволила достичь улучшения в состоянии пациентки. Измерение морфометрических показателей до и после операции через 6 месяцев показали уменьшение ширины третьего желудочка и увеличение понтомезенцефального угла.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях. Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать. Все авторы принимали участие в разработке концепции статьи, написания рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами.

Литература

1. Titlić M, Alfrević S, Kolić K, Tripalol B. Morphological manifestations of the Dandy-Walker syndrom in female members of a family. *Coll Antropol.* 2015; Mar;39(1): 225–8.
2. Correa GG1, Amaral LF, Vedolin LM. Neuroimaging of Dandy-Walker malformation: new concepts. *Top Magn Reson Imaging.* 2011; Dec; 22(6): 303–12. doi: 10.1097/RMR.0b013 e3182a2ca77.
3. Reith W1, Haussmann A. Dandy-Walker malformation *Radiologe.* 2018; Jul; 58(7): 629–635. doi: 10.1007/s00117-018-0403-7.
4. Treviño Alanís MG, González Cantú N, Montes Cruz JV, García Flores JB, Martínez Menchaca HR, Rivera Silva G. Dandy Walker malformation. *Arch Argent Pediatr.* 2014; Feb; 112(1): 103–4.
5. Jurcă M. C., Kozma K., Petcheși C. D., Bembea M., Pop O. L., Muțiu G, Coroi MC, Jurcă AD, Dobjanschi L. Anatomic variants in Dandy-Walker complex. *Rom J. Morphol Embryol.* 2017; 58 (3):1051–1055.
6. Евзиков Г. Ю., Бышлячев М. Г., Белозерских К. А., Парфёнов В. А. Аномалия Денди-Уокера – редкая причина синрингомиелии у взрослых. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика.* 2017; 9(3): 62–67. Evzikov G. Y., Byshlachev M. G., Belozersky K. A., Parfyonov V. A. Dandy-Walker anomaly is a rare cause of syringomyelia in adults. *Neurology, neuropsychiatry, and psychosomatics.* 2017; 9(3): 62–67.
7. Titlić M, Alfrević S, Kolić K, Soldo A, Tripalol AB. Morphological manifestations of the Dandy-Walker syndrom in female members of a family. *Coll Antropol.* 2015; Mar;39(1): 225–8.
8. Stambolliu E., Ioakeim-Ioannidou M., Kontokostas K., Dakoutrou M., Kousoulis A. The Most Common Comorbidities in Dandy-Walker Syndrome Patients: A Systematic Review of Case Reports. *J. Child Neurol.* 2017; Sep;32(10): 886–902.
9. Claudia Cotes, Eliana Bonfante, Jillian Lazor, Siddharth Jadhav, Maria Caldas, Leonard Swischuk, I and Roy Riascos. Congenital basis of posterior fossa anomalies. *Neuroradiol J.* 2015; Jun; 28(3): 238–253. doi: 10.1177/1971400915576665.
10. Kariev G. M., Asadullaev U. M., Duschanov T. A., Rasulov S. O., Nayimovich Khodjimetov D. N. The Importance of Measuring Mamilopontine Distance as a Diagnostic Criterion of Hydrocephalus Degrees. *Asian Journal of Neurosurgery.* 2019; 14: 166–171. doi: 10.4103/ajns.AJNS_79_18.
11. Tian W., Zhang J., Chen J., Liu Y., Xiaoyun Chen X., Wang N. A quantitative study of intracranial hypotensive syndrome by magnetic resonance. *Affiliations expand. Clin Neurol Neurosurg.* 2015; 2(14):71–76. doi: 10.1016 / j.clineuro.2015.12.014.
12. Aslan K., Gunbey H. P., Tomak L., Ozmen Z., Incesu L. Magnetic Resonance Imaging of Intracranial Hypotension: Diagnostic Value of Combined Qualitative Signs and Quantitative Metrics *J Comput Assist Tomogr.* 2018; 42(1): 92–99. doi 10.1097/RCT.0000000000000646.
13. Арутюнов Н. В., Корниенко В. Н., Фадеева Л. Н., Мамедов Ф. Р. Современные методы исследования патологии ликворной системы. *Технологии.* 2010; 4 (1): 34–40. Arutyunov N. V., Kornienko V. N., Fadeeva L. N., Mamedov F. R. Modern methods of research of pathology of the cerebrospinal system. *Technologies.* 2010; 4 (1): 34–40
14. Bokhari I., Rehman L., Hassan S., Hashim M. S. Dandy-Walker Malformation: A Clinical and Surgical Outcome Analysis *J. Coll. Physicians Surg. Pak.* 2015; Jun; 25 (6): 431–33. doi: 06.2015/JCPSP.431433.
15. Mohanty A., Biswas A., Satish S., Praharaj S., Sastry K. V. Treatment options for Dandy-Walker malformation. *J. Neurosurg.* 2006; 105 (5): 348–56.