

ВЕНТРИКУЛО-СИНУСТРАНСВЕРЗОСТОМИЯ В ЛЕЧЕНИИ ДЕКОМПЕНСИРОВАННОЙ ГИДРОЦЕФАЛИИ У ДЕТЕЙ (Результаты клинической апробации метода)

Хачатрян В.А.¹, Самочерных К.А.¹, Ким А.В.¹, Николаенко М.С.¹,
Сысоев К.В.¹, Дон О.А.¹, Шаповалов А.С.¹, Абрамов К.Б.¹,
Иванов В.П.¹, Кобозев В.В.²

¹ Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт
имени профессора А. Л. Поленова — филиал ФГБУ «СЗФМИЦ

им. В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия
² Федеральное государственное бюджетное учреждение «Сибирский
федеральный биомедицинский исследовательский центр имени
академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения
Российской Федерации, Новосибирск, Россия

Контактная информация:

Хачатрян Вильям Арамович
«РНХИ им. проф. А. Л. Поленова» —
филиал ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А.
Алмазова» Минздрава России
ул. Маяковского, д. 12, Санкт-Петербург,
Россия, 191014
E-mail: wakhns@gmail.com

Статья поступила в редакцию 08.02.2017
и принята к печати 27.03.2017.

Резюме

Проведен анализ результатов имплантации шунтирующей системы между боковым желудочком и поперечным синусом с гидроцефалией у детей, при лечении которых использование других ликворошунтирующих операций оказалось неэффективным или нецелесообразным. **Материалы и методы.** 50 больным, в возрасте от 2 месяцев до 17 лет, с декомпенсированной внутренней гидроцефалией был осуществлен анастомоз между боковым желудочком и поперечным синусом, посредством имплантации клапанной системы низкого давления или программируемой системой с низкими значениями параметров клапана. Результат операции определен путем оценки динамики количественных клинко-интраскопических проявлений гидроцефалии и гипертензионного синдрома. **Результаты.** Во всех случаях речь шла о выраженной вентрикуломегалии и гипертензионном синдроме. Во всех случаях применение вентрикулоатриостомии и вентрикулоперитонеостомии оказалось неэффективным или нецелесообразным. В результате лечения стабилизация состояния больных и регресс проявлений декомпенсированной гидроцефалии достигнут у 38 детей из 50 (76%). У остальных 12 больных на фоне функционирующего шунта сохранились проявления гидроцефалии, состояние расценено как гиподренажное. По нашим данным, проявления гиподренажа чаще наблюдались в тех случаях, когда венозное давление оказалось высоким и равнялось определенным нами величинам ликворного давления у пациента. **Заключение.** Вентрикуло-синустрансверзостомия может оказаться методом выбора для лечения декомпенсированной гидроцефалии в тех случаях, когда применение классических операций нецелесообразно. Считаем целесообразным интраоперационное проведение оценки венозного давления в синусе, а также корреляция с внутрижелудочковым давлением.

Ключевые слова: гидроцефалия, вентрикуло-синустрансверзостомия, ликворошунтирующие операции.

Для цитирования: Трансляционная медицина. 2017; 4 (1): 20–28.

VENTRICULO-SINUS TRANSVERSAL SHUNT IN THE TREATMENT OF DECOMPENSATED HYDROCEPHALUS IN CHILDREN

(The results of clinical testing of the method)

**Khachatryan W.A. ¹, Samochernyh K.A. ¹, Kim A.V. ¹,
Nikolaenko M.S. ¹, Sysoev K.V. ¹, Don O.A. ¹, Shapovalov A.S. ¹,
Abramov K.B. ¹, Ivanov V.P. ¹, Kobozev V.V. ²**

¹ Polenov Russian Scientific Research Institute of Neurosurgery,
Saint Petersburg, Russia

² Meshalkin Siberian Federal biomedical research centre,
Novosibirsk, Russia

Corresponding author:

Wiliam A. Khachatryan
 Polenov Neurosurgical Institute
 Mayakovskaya str. 12, Saint Petersburg,
 Russia, 191014
 E-mail: wakhns@gmail.com

Received 08 February 2017;
 accepted 27 March 2017.

Abstract

The analysis of the results of the implantation of a shunt system between the lateral ventricle and the transverse sinus in hydrocephalus in children, the treatment of which the use of other CSF-shunting operations proved ineffective or impractical. **Materials and methods.** 50 patients aged from 2 months to 17 years, with decompensated internal hydrocephalus was performed anastomosis between the lateral ventricle and the transverse sinus, through the implantation of the valve low-pressure system or a programmable system with low values of the valve settings. The result of operations is determined by evaluating the dynamics of quantitative clinical and manifestations of hydrocephaly and hypertensive syndrome. **Results.** In all cases, it was a severe ventriculomegaly and hypertensive syndrome. In all cases, the use of ventriculoatriostomy and ventriculoperitoneostomy proved ineffective or impractical. As a result of the treatment, stabilization of the patients, and the manifestations of decompensated hydrocephalus regression was achieved in 38 of 50 children (76%). In the remaining 12 patients on the background of a functioning shunt preserved manifestations of hydrocephalus, a condition seen as hypodraige. According to our data, hypodraige manifestations were more common in cases where the venous pressure was high and equal to us certain values liquor pressure in the patient. **Conclusion.** Ventriculo-sinus transversal shunt may be the method of choice for the treatment of decompensated hydrocephalus in cases where the application of classical operations is not advisable. We consider it appropriate intraoperative assessment of venous pressure in the sinus, as well as the correlation with intraventricular pressure.

Key words: hydrocephalus, ventriculo-sinus transversal shunt, CSF-shunting operations.

For citation: Translyatsionnaya meditsina = Translational Medicine. 2017; 4 (1): 20–28.

Введение

Ликворошунтирующие операции применяются для коррекции стойких нарушений ликвороциркуляции при невозможности использования этиотропного лечения декомпенсированной гидроцефалии. В мире в год осуществляется более 200 тысяч различных видов шунтирующих вмешательств, при которых избыточный объем цереброспинальной жидкости отводится из желудочков головного мозга во внечерепные пространства и полости организма [1,4,9,14].

В настоящее время наиболее распространенным методом лечения декомпенсированной гидроцефалии является вентрикулоперитонеостомия [1,2,7,9]. В других случаях операцией выбора чаще становится вентрикулоатриостомия [6,8,10]. При неэффективности этих ликворошунтирующих операций лечение больных с гидроцефалией требует применения других способов выведения избыточного количества цереброспинальной жидкости во внечерепные пространства и полости, что и на

Рисунок 1. Вентрикуло-синустрансверзостомия



а — схема локализации шунтирующей системы при имплантации вентрикуло-синустрансверзостомии; б — краниограмма после вентрикуло-синустрансверзостомии расположения шунтирующей системы (1 — боковой желудочек головного мозга; 2 — катетер, установленный в полость бокового желудочка; 3 — клапанное устройство шунтирующей системы; 4 — катетер установленный в поперечный синус; 5 — поперечный синус).

современном этапе по-прежнему остается важной и труднорешаемой проблемой [8,13,15].

За последние десятилетия при лечении гидроцефалии, в случаях, когда применение классических ликворошунтирующих операций было нецелесообразно, применяли вентрикуло-уретральные, вентрикуло-визикальные, вентрикуло-плевральные шунты. Однако эти операции не получили широкого распространения в повседневной нейрохирургической практике ввиду большого количества противопоказаний и возможных осложнений [3,13,15].

Уже в первой половине XX века ведущими специалистами при лечении больных с декомпенсированной гидроцефалией применялись попытки использовать ликворошунтирующие операции, направленные на отведение избыточного объема цереброспинальной жидкости в синусы твердой мозговой оболочки [4,5,11,12]. Подобное решение было обосновано тем, что таким образом повторялся естественный путь ликворорезорбции. Позже для этого стали применять современные клапанные шунтирующие системы [1,5,9,16,17].

В клинике нейрохирургии детского возраста «РНХИ им. проф. А. Л. Поленова» усовершенствована и применяется вентрикуло-синустрансверзостомия, при которой избыточный объем цереброспинальной жидкости отводится в доминантный поперечный синус твердой мозговой оболочки [3,4,8,15].

Материалы и методы.

В период 2015-2016 гг. проведено в рамках клинической апробации 50 вентрикулосинусных ликворошунтирующих операций, при которых избыточное количество цереброспинальной жидкости выводилось в поперечный (чаще доминантный) синус твердой мозговой оболочки. Из них 35 операций проведено в детских нейрохирургических отделениях ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова», 14 операций — в нейрохирургическом отделении «СФБМИЦ им. ак. Е. Н. Мешалкина» и 1 операция — в «НИИТО имени Я. Л. Цивьяна» (г. Новосибирск).

Методика обследования больных до и после операции включала оценку степени выраженности гидроцефалии посредством вычисления кефало-вентрикулярных коэффициентов и морфометрии ликворосодержащих полостей, доплерографическое исследование параметров кровотока, в том числе, и в синусах мозга. Характер и выраженность нарушения ликворообращения уточняли при помощи ликвородинамических исследований, которые были направлены на измерение сопротивления резорбции ликвора, скорости ликворопродукции и индекса «давление-объем» — соотношения краниоспинальной системы (PVI) [10,17,18].

Также в большинстве наблюдений для оценки морфофункциональных изменений ликворосодержащих полостей и путей ликвороциркуляции при-

меняли современные методы нейровизуализации (3D-СКТ, СКТ/МРТ-ангиография, высокопольная МРТ). Для оценки особенностей церебро-васкулярного сопряжения осуществляли транскраниальную доплерографию, при необходимости применяли ПЭТ головного мозга с глюкозой, а также КТ/МРТ-перфузионное исследование.

Оценивали результат проведенного вмешательства путем оценки клинических, нейровизуализационных, ликвородинамических исследований, проведенных после операции, подробно анализируя структуру, течение и исход интраоперационных составляющих.

Результаты исследования

Возраст больных колебался от 2 месяцев до 17 лет. Во всех случаях до операции была верифицирована выраженная вентрикуломегалия. Оклюзия ликворных путей была установлена в 22% наблюдений. У всех больных было выявлено повышение внутричерепного давления выше возрастной нормы ($PVI > 6-12$ мм рт. ст.), в 83% случаев отмечался гипертензионный синдром, в 12% случаев имели место клинические и нейровизуализационные признаки гидроцефально-гипертензионно-дислокационного синдрома.

Причинами формирования декомпенсированной гидроцефалии были как окклюзия ликворных путей у 11 больных, так и увеличение сопротивления резорбции ликвора у 42 больных; сочетание гиперсекреции и гипорезорбции ликвора было выявлено лишь в 3 наблюдениях, у 15 больных сочетались 2-3 нарушения ликвородинамики.

Комплексная оценка результатов ТКДГ, ПЭТ и КТ/МРТ-перфузии у этих больных показала, что гипоперфузионные изменения головного мозга в дооперационном периоде были более выражены в зонах смешанного кровообращения.

Проведенные ранее вентрикулоатриостомия и вентрикулоперитонеостомия оказались неэффективными в 31% случаев. На нашем материале лишь в 11% наблюдений вентрикулоперитонеостомия оказалась неэффективным методом, а применение вентрикулоатриостомии при этом было невозможным в связи с особенностями строения яремных вен и/или патологии сердечно-сосудистой системы.

В 24% наблюдений проведение вентрикулоперитонеостомии было признано нецелесообразным на фоне патологии органов брюшной полости или выраженной (более 3,0 г/л) гиперпротеинархии, а ранее проведенная вентрикулоатриостомия оказалась неэффективной.

Венозное давление в поперечном синусе при его катетеризации колебалось от 6 до 14 мм рт. ст. В 3/4 наблюдениях давление цереброспинальной жидкости значительно (больше 4 мм рт. ст.) превышало венозное. При снижении давления ликвора в желудочке мозга, посредством парциального выведения цереброспинальной жидкости, у 2/3 больных наблюдалось снижение и венозного давления в поперечном синусе. В итоге в большинстве случаев при ликворном давлении в пределах нижних границ возрастной нормы (5-6 мм рт. ст.) венозное давление составляло 4-5 мм рт. ст., и лишь в 1/3 наблюдений венозное давление в этом случае превышало давление ликвора в желудочке (рис. 2,3,4,5,6).

Рисунок 2. СКТ в 3D-реконструкции + синусография (больная С., 5 месяцев): визуализируется правый доминантный поперечный синус

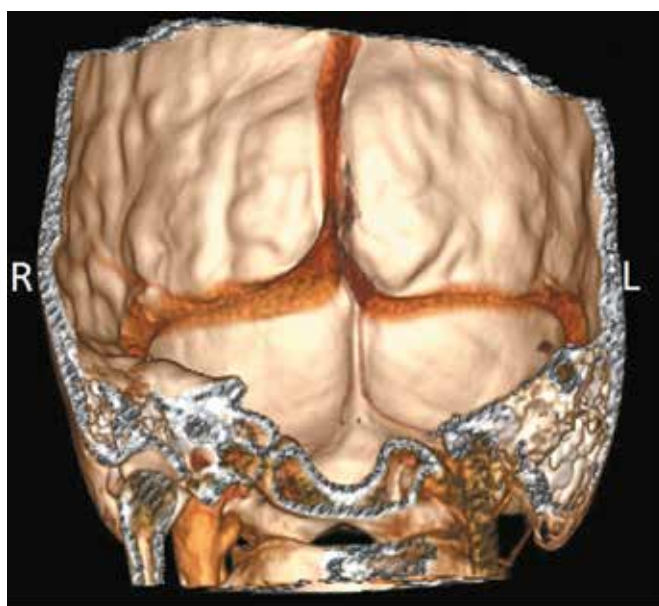


Рисунок 3. Фото ТКДГ (больная С., 5 месяцев). Стрелкой 1 указан лоцированный правый поперечный синус

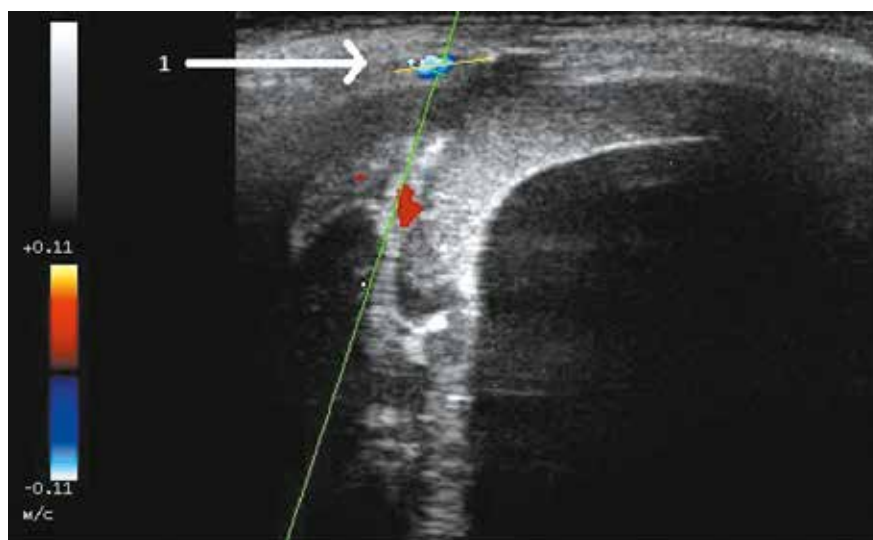


Рисунок 4. Интраоперационная ренген-синусография (больная С., 5 месяцев) («Ультравист 370», 10мл). Локализации синусового катетера в поперечном синусе с контрастным усилением

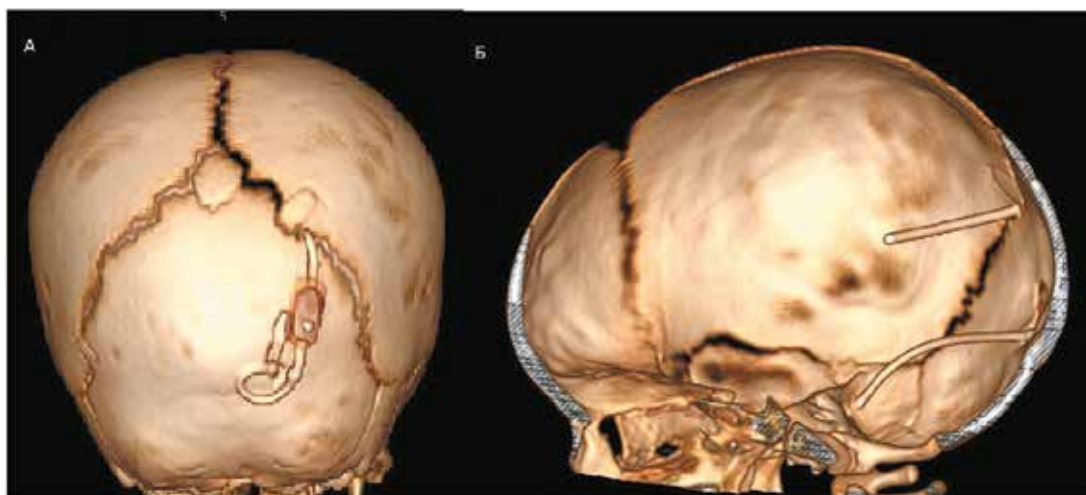


В итоге у всех больных в раннем послеоперационном периоде отмечался регресс клинических, интроскопических (КТ, МРТ, ТКДГ) проявлений гидроцефально-гипертензионного синдрома и стабилизация состояния больных. В 38 наблюдениях из 50 улучшение оказалось стабильным в период всего срока наблюдения. В остальных 12 (24%) случаях отмечено постепенное нарастание проявлений гидроцефалии, при этом манифестация гипертензионного синдрома оказалась более мягкой, чем до операции, а дислокационные проявления отсутствовали. Во всех случаях при этом клинко-нейровизуализационные исследования показали,

что дренажная система функционирует. Данный феномен был идентифицирован как гиподренажное состояние. В 5 случаях речь шла о больных, у которых интраоперационный мониторинг ликворного и венозного давлений установил высокий уровень венозного давления при ликворном давлении на уровне ниже возрастных нормальных значений (табл. 1).

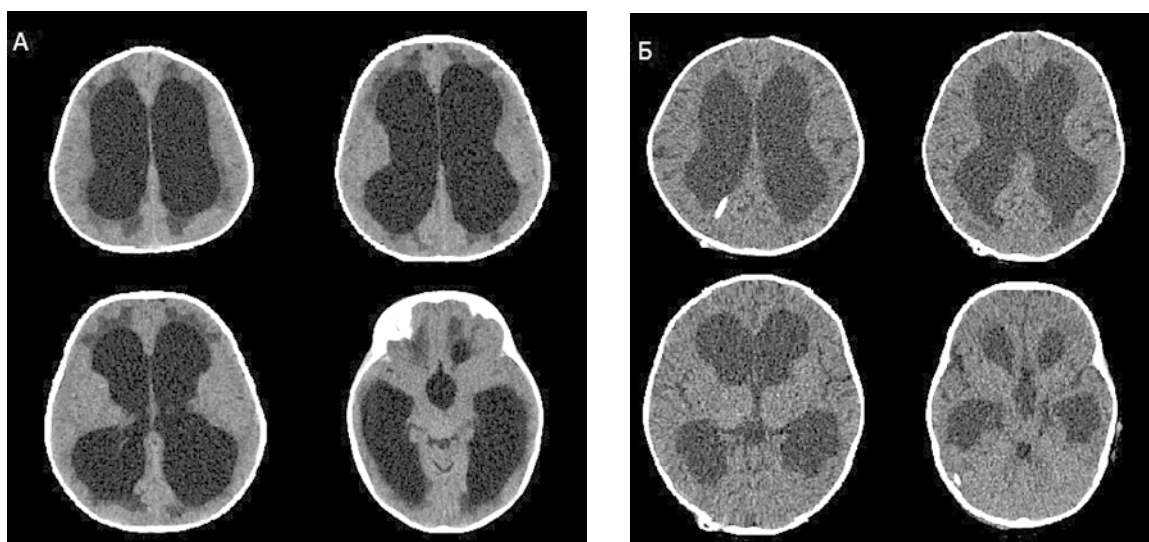
У 7 обследуемых проявления гиподренажного состояния наблюдались в течении первого месяца после операции, у 5 больных — через 1-3 месяца после вмешательства. Раневых и инфекционных осложнений не было. Проявлений тромбозов или

Рисунок 5. СКТ/3D головного мозга после операции (больная С., 5 месяцев)



А — экстракраниальное расположение шунтирующей системы, Б — визуализация вентрикулярного и синусового катетеров

Рисунок 6. СКТ головного мозга, аксиальные срезы (больная С., 5 месяцев)



А — СКТ до операции, Б — СКТ после вентрикуло-синустрансверзостомии

тромбоэмболических осложнений также не отмечено. Признаков коагулопатии за весь период наблюдения не установлено. Отсутствовали также проявления эндокардита, нарушения ритма и проводимости сердца или другие гемодинамические расстройства.

Постоперационный койко-день колебался от 6 до 16 дней.

Обсуждение

Применение вентрикуло-синустрансверзостомии для лечения 50 больных с декомпенсированной гидроцефалией позволило стабилизировать состояние всех больных и достигнуть стабильного контроля гидроцефалии в 38 наблюдениях. Учитывая,

что речь идет о случаях, когда использование распространенных методов коррекции гидроцефалии невозможно, применение вентрикуло-синустрансверзостомии становится единственно возможным, а полученные результаты позволяют считать методику эффективной. Верифицированные нами явления согласуются с принципом «параллелизма» между ликворным и венозным давлением, установленным также другими исследованиями [1,5,9,16,17].

За период наблюдения отмечались только гиподренажные осложнения у 24% больных. Имеется основание считать, что этот феномен обусловлен высоким венозным давлением в поперечном

Таблица 1. Частота развития гиподренажного состояния в зависимости от значений венозного и ликворного давлений при нормальных величинах ликворного давления

Исход	Градиент давления ликворного вентрикулярного и синусового венозного давлений		Всего
	$LV_{CSF}P - L_{sin}VP$ ≤ 30 мм.водн.ст	$LV_{CSF}P - L_{sin}VP$ ≥ 50 мм.водн.ст	
Гиподренаж	5 (83,3%) (71,4%)	1 (16,7%) (7%)	6 (100%) (27,3%)
Норма	2 (15,5%) (28,6%)	14 (87,5%) (93%)	16 (100%) (72,7%)
Итого	7 (31,8%) (100%)	15 (68,2%) (100%)	22 (100%) (100%)

синусе. Этот фактор имеет большое значение, так как речь идет о безальтернативном методе лечения тяжелого контингента больных.

Ранее нами был установлен факт снижения давления в системе «верхний сагиттальный синус — яремная вена» по ходу кровотока [2,3]. Смещение катетера из поперечного синуса в яремную вену и далее, поэтапная регистрация венозного давления в каждом конкретном участке венозной системы позволяет выбрать локализацию рабочего конца катетера, которая будет правильной для адекватного контроля гидроцефалии.

Сравнение технических аспектов вентрикуло-синустрасверзостомии с другими распространенными ликворошунтирующими операциями показывает, что при данной технике не формируются длинные подкожные туннели, не требуется выделение сосудисто-нервного пучка шеи или вскрытие брюшной полости, что укорачивает длительность вмешательства, возможную кровопотерю и площадь раневой поверхности. Вероятность развития постоперационных инфекционных осложнений также уменьшается. Наряду с этими преимуществами вентрикуло-синустрасверзостомия, несомненно, присутствует и требует учета вероятности синус-тромбоза, несмотря на то, что в нашей группе больных и по данным литературы не выявляются тромбоэмболические осложнения [8,9,16,17].

Предложенный подход, на наш взгляд, может быть перспективным при решении проблемы выбора метода лечения декомпенсированной гидроцефалии, когда выполнение классических ликворошунтирующих операций нецелесообразно и вентрикулосинусные шунтирующие операции становятся безальтернативными.

Выводы

1. Анастомоз между боковым желудочком и поперечным синусом является эффективным и малотравматичным способом хирургического лечения декомпенсированной гидроцефалии.

2. Применение вентрикуло-синустрасверзостомии возможно в тех случаях, когда применение классических ликворошунтирующих операций нецелесообразно и позволяет достигнуть адекватного контроля над декомпенсированной гидроцефалией у 76% больных.

3. Объем, травматичность, длительность и кровопотеря при вентрикуло-синустрасверзостомии меньше, чем при распространенных ликворошунтирующих операциях.

4. После вентрикуло-синустрасверзостомии у 24% больных отмечено развитие гиподренажных состояний, которое обусловлено, в первую очередь, высоким венозным давлением в поперечном синусе.

5. С целью исключения развития гиподренажного состояния измерение давления в венозных синусах является обязательным. В случаях высокого давления в поперечном, сигмовидном синусах и в яремной вене целесообразна установка дистального катетера в правое предсердие.

6. Постоперационные гипердренажные состояния, инфекционные осложнения, тромбозы синусов и развитие эпилептических припадков не отмечались.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Список литературы / References

1. Khachatryan WA, Bersnev VP, Safin ShM, Orlov YuA, Trofimova TN. The hydrocephalus. Pathogenesis, diagnosis, surgical treatment. SPb.: Meditsinskoe izdatel'stvo, 1998. p. 234. In Russian [Хачатрян В.А., Берснев В.П., Сафин Ш.М., Орлов Ю.А., Трофимова Т.Н. Гидроцефалия. Патогенез, диагностика, хирургическое лечение. СПб.: Медицинское издательство, 1998. с. 234].
2. Khachatryan WA. The hydrocephalus. Pathogenesis and pathogenetic treatment. Russian Neurosurgical J named after professor A.L. Polenov. 2014; 2: 60–68. In Russian [Хачатрян В.А. Гидроцефалия. Патогенез и патогенетическое лечение. Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова. 2014; 2:60–68].
3. Khachatryan WA, Mojaev SV, Zoloteiko IS. The Dural sinus venous pressure in patients with hydrocephalus. Problems of cerebral blood flow pathology in neurosurgical clinic. 1988; 69-72. In Russian [Хачатрян В.А., Можавев С.В., Золотейко И.О.. Венозное давление в синусах твердой мозговой оболочки у больных гидроцефалией. Вопросы патолого-мозгового кровообращения в нейрохирургической клинике. 1987; 69-72].
4. Khachatryan WA. Anastomosis between the lateral ventricle and transverse sinus (ventriculo-sinuostomy) in the treatment of hydrocephalus. Problems of Pediatric Neurosurgery. 1985; 126-129. In Russian [Хачатрян В.А. Анастомоз между боковым желудочком и поперечным синусом (вентрикуло-синустрансверзостомия) в лечении гидроцефалии. Проблемы детской нейрохирургии. 1985; 126-129].
5. Khachatryan WA, Bersnev VP, Olyushin VE. Ventriculo-sinuostomy. Guidelines. SPb.: 1992. p. 9. In Russian [Хачатрян В.А., Берснев В.П., Олюшин В.Е. Вентрикуло-синустрансверзостомия. Методические рекомендации. СПб. 1992. с. 9].
6. Bersnev V, Khachatryan W, Oliushin V. The treatment of hydrocephalus by ventriculo-sinuostomy. J. Problems of Neurosurgery named after N.N. Burdenko. 1989; 4:17–19.
7. Cushing H. The cerebral envelopes. Surgery: its principles and practice. 1989; 3:111.
8. Joung HL, Park T. Ventriculo-atrial shunt via the transverse sinus for hydrocephalus. Abst. Meeting of American Association of Neurological surgeon. 1990; s.386.
9. Khachatryan W. Ventriculo-sinus operations in the treatment of hydrocephalus (critical analysis and results). S.I. Jahrestagu der deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie. 2000; s.49.
10. Mathews G, Osterholm J. Ventriculosagittal sinus shunting in adult hydrocephalus. Congr. Neurol Surg. Exp. Med. 1973; s.135.
11. Pieri A, Cantini R. Shunting in the transverse sinus: the ultimate site of shunting in hydrocephalus. 12th European Congress of Neurosurgery. 2003; s.76.
12. Pudenz R. The surgical treatment of hydrocephalus — an historical review. Surg. Neurol. 1981; 5:15–27.
13. Pudenz R. The ventriculo-atrial shunt. J. Neurosurg. 1966; 25:602–608.
14. Sainte-Rose Ch., Hooven M., Hirsch J. A new approach in the treatment of hydrocephalus. J. Neurosurg. 1987; 66:213–226.
15. Toma A., Tarnairis A., Kitchen N. Ventriculo-sinus shunt. Neurosurg. Rev. 2010; 33(2):147–152.
16. Khachatryan W. Ventriculo-Sinus transversal shunt in the treatment of hydrocephalus. Pediatric neurosurgery and neurology. 2015; 43:70-79.
17. Ransohoff J, Shulman K, Fishman R. Hydrocephalus: A review of etiology and treatment. J Pediatr 1960; 56:499-511.
18. Sainte-Rouse Ch. Intracranial venous sinus hypertension, cause of consequence of hydrocephalus in infants. J neurosurg. 1984; 60:727-736.

Информация об авторах:

Хачатрян Вильям Арамович, доктор медицинских наук, профессор, нейрохирург высшей категории, руководитель отделения нейрохирургии детского возраста ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Самочерных Константин Александрович, кандидат медицинских наук, нейрохирург высшей категории, заведующий отделением нейрохирургии №2 для детей «РНХИ им. проф. А. Л. Поленова»;

Ким Александр Вонгиевич, кандидат медицинских наук, нейрохирург высшей категории, заведующий детским нейрохирургическим отделением №7 ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Николаенко Михаил Сергеевич, врач-нейрохирург отделения нейрохирургии №2 для детей «РНХИ им. проф. А.Л. Поленова»;

Сысоев Кирилл Владимирович, врач-нейрохирург отделения нейрохирургии №2 для детей «РНХИ им. проф. А. Л. Поленова»;

Дон Олег Анатольевич, врач-нейрохирург детского нейрохирургического отделения №7 ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Шаповалов Александр Сергеевич, врач-нейрохирург детского нейрохирургического отделения №7 ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Абрамов Константин Борисович, аспирант, врач-нейрохирург отделения нейрохирургии №2 для детей «РНХИ им. проф. А. Л. Поленова»;

Иванов Вадим Петрович, аспирант, врач-нейрохирург детского нейрохирургического отделения №7 ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Кобозев Вячеслав Витальевич, кандидат медицинских наук, нейрохирург высшей категории, врач-нейрохирург нейрохирургического отделения ФГБУ

«Сибирский федеральный биомедицинский исследовательский центр имени академика Е. Н. Мешалкина».

Author information:

William A. Khachatryan, MD, professor, neurosurgeon of the highest category, head of the Department of pediatric neurosurgery, Federal Almazov North-West Medical Research Centre;

Konstantin A. Samochernyh, PhD, neurosurgeon of the highest category, head of the Department of pediatric neurosurgery №2, Polenov Russian Scientific Research Institute of Neurosurgery;

Alexander V. Kim, PhD, neurosurgeon of the highest category, head of the Department of pediatric neurosurgery №7, Federal Almazov North-West Medical Research Centre;

Mikhail S. Nikolaenko, neurosurgeon of the Department of pediatric neurosurgery №2, Polenov Russian Scientific Research Institute of Neurosurgery;

Kirill V. Sysoev, neurosurgeon of the Department of pediatric neurosurgery №2, Polenov Russian Scientific Research Institute of Neurosurgery;

Oleg A. Don, neurosurgeon of the Department of pediatric neurosurgery №7, Federal Almazov North-West Medical Research Centre;

Aleksandr S. Shapovalov, neurosurgeon of the Department of pediatric neurosurgery №7, Federal Almazov North-West Medical Research Centre;

Konstantin B. Abramov, postgraduate student, neurosurgeon of the Department of pediatric neurosurgery №2, Polenov Russian Scientific Research Institute of Neurosurgery;

Vadim P. Ivanov, postgraduate student, neurosurgeon of the Department of pediatric neurosurgery №7, Federal Almazov North-West Medical Research Centre;

Vyacheslav V. Kobozev, PhD, neurosurgeon of the highest category, neurosurgeon of the neurosurgery Department, Meshalkin Siberian Federal biomedical research centre.