В. Л. Петраки, А. Г. Притыко, Р. Н. Асадов, Л. Д. Ворона, Ю. Л. Ишутина

ЭНДОСКОПИЧЕСКАЯ КОАГУЛЯЦИЯ/ЭКТОМИЯ СОСУДИСТЫХ СПЛЕТЕНИЙ БОКОВЫХ ЖЕЛУДОЧКОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА У НОВОРОЖДЕННЫХ И ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА: ТЕХНИКА ОПЕРАЦИИ И ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

ГБУЗ «Научно-практический центр специализированной медицинской помощи детям им. В. Ф. Войно-Ясенецкого Департамента здравоохранения города Москвы».
Россия, 119620, Москва, ул. Авиаторов, д. 38

V. L. Petraki, A. G. Prityko, R. N. Asadov, L. D. Vorona, U. L. Ishutina

ENDOSCOPIC COAGULATION/ECTOMY OF THE VASCULAR PLEXUS OF THE LATERAL VENTRICLES OF THE CEREBRAL IN NEWBORN AND INFANT CHILDREN – OPERATIONAL TECHNIQUE AND LITERATURE REVIEW

V. F. Voyno-Yasenetsky Scientific and Practical Center of Specialized Medical Care for Children.
38, Aviatorov str., Moscow, 119620, Russia

Резюме

На основе данных литературы в работе в краткой форме представлены основы, принципы и показания к проведению эндоскопической плексускоагуляции/эктомии. Описан ход оперативного вмешательства и представлен иллюстративный материал.

Ключевые слова: *сосудистые сплетения, гидроцефалия, плексускоагуляция, плексусэктомия, эндоскопия.*

Для цитирования: *Петраки В. Л., Притыко А. Г., Асадов Р. Н., Ворона Л. Д., Ишутина Ю. Л. Эндоскопическая коагуляция/эктомия сосудистых сплетений боковых желудочков головного мозга у новорожденных и детей раннего возраста: техника операции и обзор литературы // Quantum Satis. 2022; 1–2 (5): 47–55.*

Abstract

Based on the literature data, the article briefly presents the basics, principles and indications for endoscopic plexus coagulation/ectomy. The course of surgical intervention is described and illustrative material is presented.

Keywords: *vascular plexuses, hydrocephalus, plexus coagulation, plexusectomy, endoscopy.*

For citation: *Petraki V. L., Prityko A. G., Asadov R. N., Vorona L. D., Ishutina U. L. Endoscopic coagulation/ectomy of the vascular plexus of the lateral ventricles of the cerebral in newborn and infant children – operational technique and literature review // Quantum Satis. 2022; 1–2 (5): 47–55.*

Операции плексускоагуляции (ПК) и плексусэктомии (ПЭ) были разработаны с целью сокращения секреции спинномозговой жидкости (СМЖ), исходя из тезиса о том, что причиной сообщающейся гидроцефалии является гиперсекреция ликвора сосудистыми сплетениями (СС) или нарушение его резорбции. Впервые деструкцию сосудистых сплетений выполнил американский врач Виктор Дарвин Леспинасс (англ. Victor Darwin Lespinasse) в 1910 г., применив в двух случаях педиатрический цистоскоп и электрокоагуляцию [1, 2].

В 1918 г. американский нейрохирург Уолтер Эдвард Денди (англ. Walter Edward Dandy) с помощью щипцов открытым доступом провел четыре операции удаления СС при сообщающейся гидроцефалии, осложнившиеся коллапсом желудочков и сопровождавшиеся высокой смертностью (75%). В 1922 г. тот же Уолтер Денди, автор термина «вентрикулоскопия» (ventriculoscopy), использовал, хотя и безуспешно, цистоскоп Kelly для осмотра желудочков, перфорации стенки третьего желудочка и коагуляции сосудистых сплетений [1, 3, 4–7].

В последующем T. J. Putnam (1934 г.) и J. E. Scarf (1936 г.) усовершенствовали конструкцию эндоскопов и применили метод электрокоагуляции в жидкой среде, что позволило оперировать без опорожнения желудочков от ликвора. Как следствие, операционная летальность снизилась до 5%, а положительные итоги лечения составили в среднем 53% (40–80%) [7–13]. Сопоставимые результаты получены и другими нейрохирургами [14, 15]. Однако недостаточная эффективность по сравнению с ожидаемой, появившиеся сведения об экстрахориоидальной продукции ликвора и широкое внедрение шунтирующих систем привели к существенному сокращению количества ПК/ПЭ в 1950–1960 гг. [16–23]. В начале 2000-х годов интерес к хирургическому методу постепенно возрождается, что обусловлено неутешительными отдаленными последствиями шунтирующих операций, совершенствованием эндоскопических технологий и публикацией обнадеживающих результатов лечения гидроцефалии у младенцев, у которых после сочетания эндоскопической плексускоагуляции (ЭПК) и эндоскопической III-вентрикулоцистерностомии (ЭIIIВЦС) независимость от шунта была выше, чем после традиционной ЭIIIВЦС [23–26].

Современный этап

Современная техника операции деструкции сосудистых сплетений предполагает совмещение двух первоначальных ее вариантов и заключается в эндоскопической коагуляции и резекции сосудистых сплетений одновременно в обоих боковых желудочках головного мозга. Трансродничковым или трансфрезевым доступом через передний рог бокового желудочка моно- или биполярным током термокоагулируют *a. chorioidea* и ворсины СС на протяжении от отверстия Монро до затылочного или височного рога в зависимости от типа используемого эндоскопа (жесткий или гибкий). Участок коагулированного сплетения (как правило, его гломус) иссекают и удаляют. После перфорации прозрачной перегородки или через имеющийся в ней дефект эндоскоп перемещают в противоположный боковой желудочек, где его сосудистое сплетение подвергают аналогичному воздействию. Нередко при врожденной гидроцефалии СС гиперплазированы, плащевидной или булавообразной формы, подвижны в пределах того же бокового желудочка или смещаются в контралатеральный через дефект перегородки, что привносит изменения в ход операции [27].

Фронтальный доступ позволяет сочетать манипуляции на сосудистых сплетениях с перфорацией дна третьего желудочка. Двусторонние окципитальные или фронтальные инцизии для одно- или поэтапной плексускоагуляции/эктомии применяются избирательно. В послеоперационном периоде целесообразна перфузия желудочков «искусственным ликвором» [9, 28–30]. Успех хирургического вмешательства наиболее вероятен после деструкции (коагуляция + эктомия или только коагуляция) не менее 90% объема сплетений боковых желудочков, сокращающей секрецию СМЖ на 40–50%, однако благоприятного результата можно ожидать и после односторонней ПК. В отдаленном послеоперационном периоде регенерации сосудистых сплетений или существенных изменений в составе ликвора не наблюдалось [7, 24–28, 31, 32–36]. На рис. 1. представлены основные этапы и результат эндоскопической коагуляции/эктомии сосудистых сплетений боковых желудочков при врожденной гидроцефалии.

Показаниями к эндоскопической плексускоагуляции/эктомии (ЭПК/э) являются:

- гиперсекреция ликвора, обусловленная гиперплазией или папилломой сосудистых сплетений;
- идеопатическая гиперсекреция;
- хронические инфекции ликворной системы;
- асцит после ВП-шунтирования (ВПШ).

Даже если не удалось компенсировать водянку мозга эндоскопической коагуляцией гиперплазированных СС, процедура может рассматриваться как адъювантная для дальнейшей открытой резекции, так как существенно снижает кровопотерю за счет их предшествующей коагуляции [36–45].

Плексускоагуляция/эктомия также рекомендуется при некоторых экстремальных или специфических формах гидроцефалии, таких как:

- гидроцефалия крайней степени выраженности с истончением паренхимы мозга до 1 см;
- гидранэнцефалия;
- врожденная гидроцефалия, сопутствующая другим аномалиям развития мозга;
- сообщающаяся медленно прогрессирующая и нормотензивная гидроцефалия.

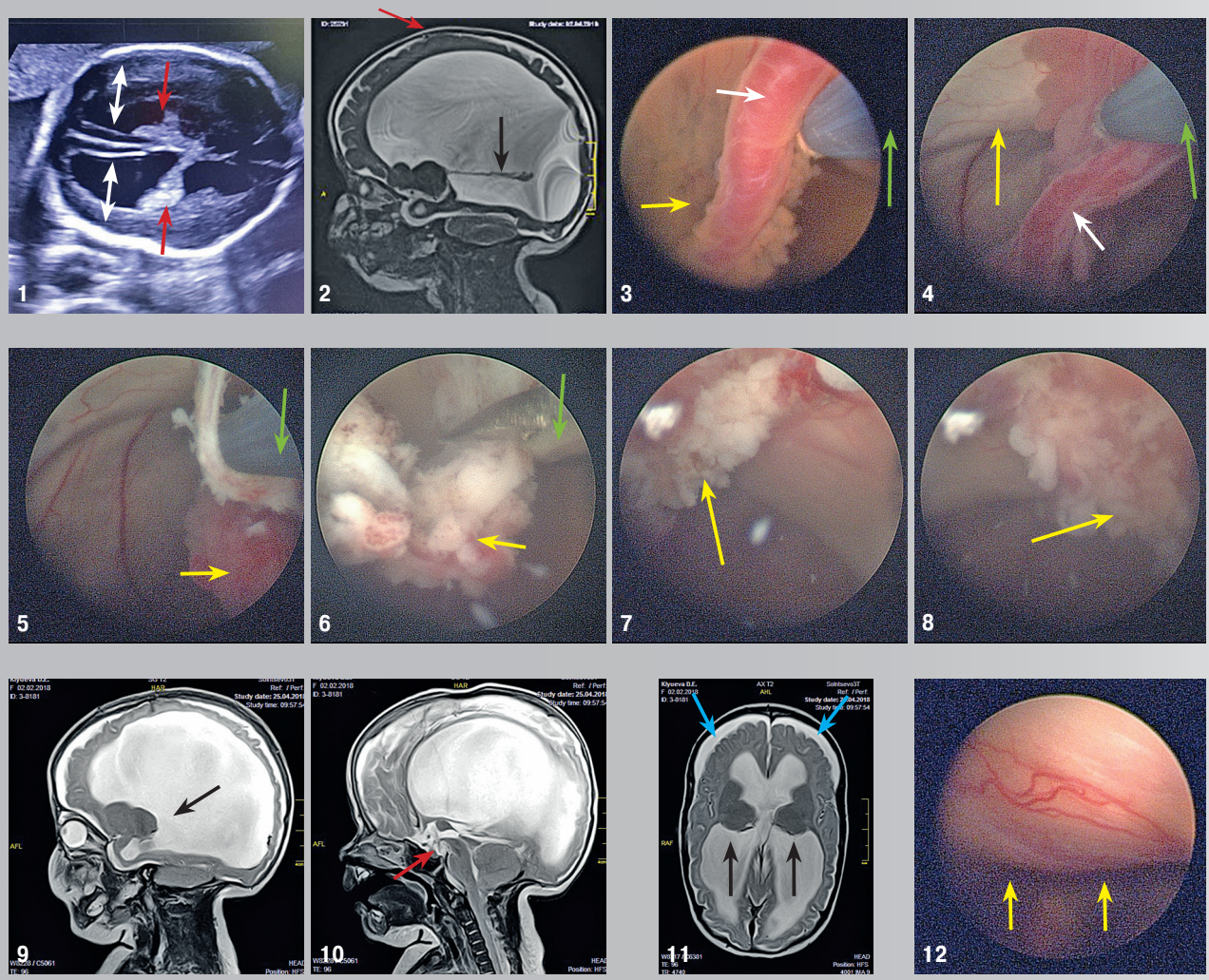

Рис. 1. Эндоскопическая коагуляция/эктомия сосудистых сплетений боковых желудочков головного мозга.
1. Боковые желудочки головного мозга плода увеличены в размерах (двойные белые стрелки), сосудистые сплетения гиперплазированы, булавообразной формы (красные стрелки); УЗИ головного мозга плода, аксиальная плоскость.
2. Врожденная гидроцефалия новорожденного: булавообразное сосудистое сплетение бокового желудочка (черная стрелка), большой родничок выбухает (красная стрелка); МРТ Т2, сагиттальная плоскость.
3. Сосудистое сплетение левого бокового желудочка: *a. chorioidea anterior* (белая стрелка), гломус сплетения (желтая стрелка), коагулятор (зеленая стрелка); эндоскопическое изображение.
4. Сосудистое сплетение правого бокового желудочка, таламус (желтая стрелка), *a. chorioidea anterior* (белая стрелка), коагулятор (зеленая стрелка); эндоскопическое изображение.
5. Коагуляция сосудистого сплетения: монополярный коагулятор (зеленая стрелка), гломус сосудистого сплетения (желтая стрелка); эндоскопическое изображение.
6. Резекция гломуса сосудистого сплетения: ножницы (зеленая стрелка), коагулированный участок сплетения (желтая стрелка); эндоскопическое изображение.
7. Зона коагуляции и иссечения гломуса сосудистого сплетения левого бокового желудочка (желтая стрелка); эндоскопическое изображение.
8. Зона коагуляции и иссечения гломуса сосудистого сплетения правого бокового желудочка (желтая стрелка); эндоскопическое изображение.
9. Тот же случай, состояние после плексускоагуляции/эктомии: зона коагуляции и иссечения сосудистого сплетения бокового желудочка (черная стрелка); МРТ Т2, парасагиттальная плоскость.
10. Тот же случай, поток ликвора через стому дна третьего желудочка (красная стрелка), запавший большой родничок (желтая стрелка); МРТ Т2, сагиттальная плоскость.
11. Тот же случай, субдуральные пространства расширены (синие стрелки), зоны плексускоагуляции/эктомии в боковых желудочках (черные стрелки); МРТ Т2, аксиальная плоскость.
12. Стенка бокового желудочка в зоне коагуляции и эктомии сосудистого сплетения через 6 месяцев после операции (желтые стрелки); эндоскопическое изображение.

Снижение ликворопродукции в данных случаях стабилизирует патологию в 35–80% случаев без имплантации шунта, исключая тем самым высокий риск осложнений после его установки при значительно расширенных желудочках, выраженной макрокрании и существенном истончении кожных покровов [15, 29, 30, 32, 46–53].

Рассматривая показания к ЭПК/э у детей первого года жизни, следует учитывать возрастную специфику ликвороциркуляции. Согласно теории эволюции ликвородинамики [54] у младенцев основные пути абсорбции ликвора еще не развиты, а его дренирование реализуется по второстепенным маршрутам, преимущественно транспаренхимально, что обуславливает относительную недостаточность или неустойчивость резорбции. У детей старше года начинает преобладать отток ликвора по основным путям – арахноидальным ворсинам и пахионовым грануляциям и формируется базисный, более устойчивый, вариант резорбции. Учитывая эволюционный характер процесса, сокращение у младенцев секреции СМЖ (даже временное) призвано уравновесить ликвородинамику и обеспечить благоприятные условия для дальнейшего развития механизмов абсорбции ликвора.

Возможность реализации данного прогноза без использования шунта и незначительное количество осложнений по сравнению с его применением придают ПК/ПЭ статус приоритетной операции, несмотря на оспариваемую или неоднозначную ее результативность. По данным R. J. Edwards (2003 г.), после моно- или билатеральной ПК, проведенной у недоношенных детей (средний гестационный возраст – 29 недель) с постгеморрагической гидроцефалией, ее стойкая компенсация наступила в 30% случаев и временная стабилизация (в среднем в течение 2 лет) – еще в 15% [31]. В другом исследовании у 23 детей грудного возраста ПК была успешной в 12 случаях (52%) при длительности катамнеза 2,3 года, что позволило авторам рекомендовать операцию в качестве «первой линии лечения детской гидроцефалии» [29].

Нередко окклюзионной гидроцефалии сопутствует компрессия или частичная облитерация субарахноидальных пространств, что негативно отражается на резорбции ликвора и соответственно – на результатах эндоскопической III-вентрикулоцистерностомии. Для их улучшения ЭIIIВЦС была дополнена коагуляцией сосудистых сплетений, чтобы уравновесить гипорезорбцию, в то время как субарахноидальные пространства смогут адаптироваться к изменению потока ликвора после перфорации дна III желудочка. Как и предполагалось, эти «две основные и простые физиологические операции для лечения гидроцефалии» [7] продемонстрировали более весомый суммарный положительный эффект, чем после традиционной ЭIIIВЦС, превысив его на 11–41% у детей первого года жизни [23, 26, 55, 56]. Это послужило стимулом для их включения в схемы хирургической коррекции многих форм гидроцефалии:

- гидроцефалия, сочетающаяся с аномалиями Dandy – Walker;
- s*pina bifida*;
- синдром Walker – Warburg;
- идиопатическая нормотензивная гидроцефалия или сопутствующая врожденным кистам головного мозга;
- постгеморрагическая или поствоспалительная гидроцефалия;
- сообщающаяся гидроцефалия или окклюзионная, вызванная идиопатической обструкцией водопровода.

Наилучшие показатели были достигнуты при врожденной гидроцефалии, обусловленнной окклюзией водопровода (70%) или миеломенингоцеле (76%), более скромные – при постгеморрагической гидроцефалии недоношенных, предварительно шунтированной гидроцефалии или сочетавшейся с базальным арахноидитом [23–27, 31, 33, 53, 56–65].

По данным P. Chamiraju (2014 г.), плексусдеструкция, выполненная у 27 недоношенных новорожденных с постгеморрагической гидроцефалией, способствовала излечению 10 детей (37%) без экстракраниального отведения ликвора и позволила существенно отсрочить установку шунта у остальных [58]. В другом исследовании из оперированного данным методом 91-го пациента с гидроцефалией различной этиологии 57% не нуждались в ее терапии уже через год, а 65% детей не потребовалось шунтирование на протяжении четырех лет [61]. У младенцев с медленными или умеренными темпами прогрессирования сообщающейся гидроцефалии сочетание ЭПК + ЭIIIВЦС достигло цели в 64% случаев (18 из 28 оперированных), оказавшись более действенным методом, чем изолированная ЭПК в подобных же ситуациях [23, 53, 66].

Согласно обзору четырех электронных баз данных, у 524 младенцев средний показатель успеха ЭПК + ЭIIIВЦС на сроках от 6 месяцев до 8 лет был равен 63%, что примерно на 20% выше, чем после стандартной ЭIIIВЦС [25, 67]. Среди детей старше года эффективность ЭПК + ЭIIIВЦС составила 80% [64]. Таким образом, комплекс операций ЭПК/э + ЭIIIВЦС стал реальной альтернативой традиционной ЭIIIВЦС или изолированной эндоскопической плексускоагуляции/эктомии.

Сравнительная оценка методов хирургических вмешательств у младенцев показала, что контроль гидроцефалии после ВПШ и ЭПК + ЭIIIВЦС имел место соответственно в 88,5% и 68,2% случаев при трехлетнем периоде наблюдения. В то же время недостатков ЭПК + ЭIIIВЦС по сравнению с шунтированием не выявлено, также как и различий когнитивных функций у паци-

ентов, что в совокупности характеризует методы как конкурирующие [23–25, 33, 60, 61, 68–70].

В сложных случаях гидроцефалии с множественными окклюзиями самой плексускоагуляции/эктомии отводится вспомогательная роль среди других совместно проводимых эндоскопических операций [23, 27, 53, 71, 72].

После имплантации шунтирующих систем ЭПК/э целесообразна в качестве альтернативы ревизии шунта при его дисфункции и совместима с процедурой его удаления, а также применима при синдроме щелевидных желудочков. Допустимо сочетание коагуляции/эктомии гипертрофированных сосудистых сплетений с первичой имплантацией шунта или реимплантацией перитонеального катетера ранее установленного шунта [30, 32, 45, 68, 73–75].

Осложнения встречаются в 3,7% случаев, связаны с оперативной техникой и проявляются в виде внутрижелудочкового кровоизлияния, ликвореи, субдуральных гематом, судорог, инфекции, вторичной обструкции ликворных путей, коллапса полушарий мозга, дыхательных нарушений. Необходимо подчеркнуть, что эндоскопическая методика плексусдеструкции исключает осложнения шунтирующих операций и сопровождается меньшим риском кровотечения, более свойственным открытому или микрохирургическому доступам. Операционная летальность сократилась до 0–0,4% [7, 30, 31, 37, 39, 41, 66].

Заключение

Таким образом, эндоскопическая плексускоагуляция/эктомия приемлема, безопасна, эффективна и предпочтительна перед ВПШ в лечении гиперсекреторной гидроцефалии, экстремально выраженной гидроцефалии и гидранэнцефалии. Плексускоагуляция/эктомия благоприятствует эволюции механизмов резорбции ликвора у младенцев и способствует адаптации субарахноидальных пространств к изменившейся ликвороциркуляции после эндоскопической III-вентрикулоцистерностомии. Сочетание ЭПК/э + ЭШВЦС является альтернативой традиционным ЭПК/э и ЭШВЦС и конкурирует с ВП-шунтированием. В условиях многоуровневой окклюзионной гидроцефалии, синдрома щелевидных желудочков и дисфункции шунта плексускоагуляция/эктомия проводится адъювантно совместно с другими эндоскопическими и/или шунтирующими операциями.

Литература

1. *Самочерных К. А., Хачатрян В. А.* История развития эндоскопической нейрохирургии // Научно-практический журнал «Неврология и Нейрохирургия детского возраста». 2015; 1 (43): 8–17.
2. *Cohen A. L.* The history of neuroendoscopy. In: Manwaring K. H., Crone K. R., Dante M. D. (eds). Neuroendoscopy. Vol. 1. New York: Mary Ann Liebert, 1992. Pp. 3–8.
3. *Abbott R.* History of neuroendoscopy // Neurosurg. Clin. N. 2004; 15 (1): 1–7.
4. *Dandy W. E.* An operative procedure for hydrocephalus // Johns Hopkins Hosp. Bull. 1922; 33: 189–190.
5. *Dandy W. E.* Cerebral ventriculoscopy // Johns Hopkins Hosp. Bull. 1922; (33): 181.
6. *Dandy W. E.* Extirpation of the choroid plexus of the lateral ventricles in communicating hydrocephalus // Ann. Surg. 1918; 68 (6): 569–579. DOI: 10.1097/00000658-191812000-00001.
7. *Scarf J. E.* Treatment of hydrocephalus: an historical and critical review of methods and results // J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. 1963; 26: 1–26.
8. *Putnam T. J.* Results of treatment of hydrocephalus by endoscopic coagulation of choroid plexus // Arch. Pediat. 1935; 52: 676–785.
9. *Putnam T. J.* Treatment of hydrocephalus by endoscopic coagulation of choroid plexus: description of new instrument and preliminary report of results // N. Engl. J. Med. 1934, 210: 1373–1376.
10. *Scarf J. E.* Endoscopic treatment of hydrocephalus: Description of ventriculoscope and preliminary report of cases // Arch. Neurol. Rsychiatry. 1936, 35: 853–860.
11. *Scarf J. E.* Nonobstructive hydrocephalus; treatment by endoscopic cauterization of the choroid plexus; long term results // J. Neurosurg. 1952; 9 (2): 164–76. DOI: 10.3171/jns.1952.9.2.0164.
12. *Scarff J. E.* The treatment of nonobstructive (communicating) hydrocephalus by endoscopic cauterization of the choroid plexuses // J. Neuosurg. 1970; 33 (1): 1–18. DOI: 10.3171/jns.1970.33.1.0001.
13. *Enchev Y., Oi S.* Historical trends of neuroendoscopic surgical techniques in the treatment of hydrocephalus // Neurosurg. Rev. 2008, 31: 249–262.
14. *Dereymaeker A., Vandenbergh R., Stroobandt G.* Experience personelle dans le traitment d,une centaine d,enfants hydrocephalus // Acta Neurol. Psychiatr. Belgica. 1961, 61: 373–382.
15. *Feld M.* Coagulation of choroid plexus by direct ventriculoscopy in non-obstructive infantile hydrocephalus // Neurochirurgie. 1957; 3: 70–79.

16. *Matson D. D.* Neurosurgery of infancy and childhood, second edition. Springfield, IL: Charles C. Thomas, 1969.
17. *Milhorat T. H.* Failure of chorid as treatment for hydrocephalus // Surg. Gynecol. Obstet. 1974; 139: 505–508.
18. *Milhorat T. H., Hammock M. K., Chien T., Davis D. A.* Normal rate of cerebrospinal fluid formation five years after bilateral choroid plexectomy // Case report. J. Neurosurg. 1976; 44 (6): 735–739.
19. *Milhorat T. H., Hammock M. K., Fenstermacher J. D., Rall D. P., Levin V. A.* Cerebrospinal fluid production by the choroid plexus and brain // Science. 1971; 173: 330–332.
20. *Pollay M., Curl F.* Secretion of cerebrospinal fluid by the ventricular ependymal on the rabbit // Am. J. Physiol. 1967; 213 (4): 1031–1038.
21. *Sato O., Bering E. A.* Extra-ventricular formation of the cerebrospinal fluid // No To Shinkei. 1967; 19 (9): 883–885. PMID: 5630703.
22. *Torack R. M.* Historical aspects of normal and abnormal brain fluids. II. Hydrocephalus // Asrh. Neurol. 1982; 5 (39): 276–279.
23. *Zhu X., Di Rocco C.* Choroid plexus coagulation for hydrocephalus not due to CSF overproduction: a review // Childs Nerv. Syst. 2013; 29 (1): 35–42. DOI: 10.1007/s00381-012-1960-0.
24. *Coulter I. C., Dewan M. C., Tailor J., Ibrahim G. M., Kulkarni A. V.* Endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization (ETV/CPC) for hydrocephalus of infancy: a technical review // Childs Nerv. Syst. 2021 May 15. DOI: 10.1007/s00381-021-05209-5.
25. *Dewan M. C., Naftel R. P.* The Global Rise of Endoscopic Third Ventriculostomy with Choroid Plexus Cauterization in Pediatric Hydrocephalus // Pediatr. Neurosurg. 2017; 52 (6): 401–408. DOI: 10. 1159/000452809.
26. *Warf B. C.* Comparison of endoscopic third ventriculostomy alone and combined with choroid plexus cauterization in infants younger 1 year of age: a prospective study in 550 African children // J. Neurosurg. 2005; 103 (6 Suppl): 475–481. DOI: 10.3171/ped.2005.103.6.0475.
27. *Петараки В. Л., Притыко А. Г., Симерницкий Б. П.* Рациональная хирургия гидроцефалии у детей. М.: РадиоСофт. С. 2019–248. ISBN 978-5-93274-260-0. УДК 617.51-007.2-053.1.
28. *Goldstein H. E., Kennedy B. C., Santos J., Anderson R. C. E., Feldstein N. A.* Bilateral occipital endoscopic choroid plexus cauterization for persistent hydrocephalus following frontal endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization – the «bowling ball» technique // Childs Nerv. Syst. 2016; 32 (4): 697–701. DOI: 10.1007/s00381-015-2925-x.
29. *Griffith H. B., Jamjoom A. B.* The treatment of childhood hydrocephalus by choroid plexus coagulation and artificial cerebrospinal fluid perfusion // Br. J. Neurosurg. 1990; 4 (2): 95–100. DOI: 10.3109/02688699008992706.
30. *Sandberg D. I., Chamiraju P., Zoeller G., Bhatia S., Ragheb J.* Endoscopic Choroid Plexus Coagulation in Infants with hydranencephaly or hydrocephalus with a minimal cortical mantle // Pediatr. Neurosurg. 2012; 48: 6–12. DOI: 10.1159/000339850.
31. *Edwards R. J., Pople I. K.* Long-term efficacy of endoscopic choroid plexus coagulation in the treatment of neonatal post-hemorrhagic hydrocephalus. Second World Conference of the International Study Group on Neuroendoscopy (ISGNE), ABSTRACTS. Castel dell'Ovo, Naples, Italy, 11–13 September 2003 // Child's Nerv. Syst. 2003; 19: 687–709.
32. *Gomes F. L., Loduca R. D., Homa M. N., Collange N. Z.* Endoscopic coagulation of choroid plexus in three children with severely advanced forms of hydrocephalus // J. Neurol. Surg. A Cent. Eur. Neurosurg. 2015; 76 (1): 25–29. DOI: 10.1055/s-0033-1345096
33. *Kulkarni A. V., Riva-Cambrin J., Browd S. R., Drake J. M., Holubkov R., Kestle J. R., Limbrick D. D., Rozzelle C. J., Simon T. D., Tamber M. S., Wellons J. C 3rd, Whitehead W. E.* Hydrocephalus Clinical Research Network. Endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization in infants with hydrocephalus: a retrospective Hydrocephalus Clinical Research Network study // J. Neurosurg. Pediatr. 2014; 14 (3): 224–229. DOI: 10.3171/2014.6.
34. *Ogiwara H., Uematsu K., Morota N.* Obliteration of the choroid plexus after endoscopic coagulation // J. Neurosurg. Pediatr. 2014; 14 (3): 230–233. DOI: 10.3171/2014.6.
35. *Wang S., Stone S., Weil A. G., Fallah A., Warf B. C., Ragheb J., Bhatia S., Kulkarni A. V.* Comparative effectiveness of flexible versus rigid neuroendoscopy for endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization: a propensity score-matched cohort and survival analysis // J. Neurosurg. Pediatr. 2017; 19 (5): 585–591. DOI: 10.3171/2016.12.
36. *Warren D. T., Hendson G., Cochrane D. D.* Bilateral choroid plexus hyperplasia: a case report and management strategies // Childs Nerv. Syst. 2009; 25 (12): 1617–1622.
37. *Семенов В. Н.* О хирургическом лечении гиперсекреторных форм гидроцефалии у детей по способу Денди // Вестн. хир. им. Грекова. 1973; 2: 87–91.
38. *Fujimoto Y., Matsushita H., Plese J. P., Marino R. Jr.* Hydrocephalus due to diffuse villous hyperplasia of the choroid plexus. Case report and review of the literature // Pediatr. Neurosurg. 2004; 40 (1): 32–36. DOI: 10.1159/000076575.
39. *Hallaert G. G., Vanhauwaert D. J., Logghe K., Van den Broecke C., Baert E., Van Roost D., Caemaert J.* Endoscopic coagulation of choroid plexus hyperplasia. Case report // J. Neurosurg. Pediatr. 2012; 9 (2): 169–177. DOI: 10.3171/2011.11.

40. *Lapras C., Mertens P., Guilburd J. N., Lapras C. Jr., Pialat J., Patet J. D.* Choroid plexectomy for the treatment of chronic infected hydrocephalus // Childs Nerv. Syst. 1988; 4 (3): 139–143.
41. *Pittman T., Bucholz R. D.* Endoscopic choroid plexectomy. In: Neuroendoscipy. Manwaring K. H., Crone K. R., Dante M. D. (eds). Lieber, New York, 1992.
42. *Philips M. F., Shanno G., Duhaime A. C.* Treatment of villous hypertrophy of the choroid plexus by endoscopic contact coagulation // Pediatr. Neurosurg. 1998; 28 (5): 252–256. DOI: 10.1159/000028660.
43. *Sufianov A., Iakimov I., Sufianova G., Belik A., Zaitcev M. P.* 145 Endoscopic treatment of communicating (non-obstructive) hypersecretory hydrocephalus // Clinical Neurology and Neurosurgery. 2008; 1 (110): S39. DOI: 10.1016/S0303-8467(08)70150-1.
44. *Tamburrini G., Caldarelli M., Di Rocco F., Massimi L., D'Angelo L., Fasano T., Di Rocco C.* The role of endoscopic choroid plexus coagulation in the surgical management of bilateral choroid plexuses hyperplasia // Childs Nerv. Syst. 2006; 22 (6): 605–608. DOI: 10. 1007/s00381-006-0070-2.
45. *Zima L. A., Belal A. M., Sandberg D. I.* Choroid plexus cauterization to treat inadequate abdominal cerebrospinal fluid absorption: case report // Child's Nervous System. July 2021. DOI: 10.1007/s00381-021-05298-2.
46. *Albright L.* Percutaneous choroid plexus coagulation in hydranencephaly // Childs Brain. 1981; 8 (2): 134–137. DOI: 10.1159/000119974.
47. *Malheiros J. A., Trivelato F. P., Oliveira M. M., Gusmão S., Cochrane D. D., Steinbok P.* Endoscopic choroid plexus cauterization versus ventriculoperitoneal shunt for hydranencephaly and near hydranencephaly: a prospective study // Neurosurgery. 2010; 66 (3): 459–464.
48. *Morota N., Fujiyama Y.* Endoscopic coagulation of choroid plexus as treatment for hydrocephalus: indication and surgical technique // Childs Nerv. Syst. 2004; 20 (11–12): 816–820. DOI: 10. 1007/s00381-004-0936-0.
49. *Pedrosa H. A. R., Lemos S. P., Vieira C., Amaral L. C., Malheiros J. A., Oliveira M. M., Gomez R. S., Giannetti A. V.* Choroid plexus cauterization on treatment of hydranencephaly and maximal hydrocephalus // Childs Nerv. Syst. 2017; 33 (9): 1509–1516. DOI: 10.1007/s00381-017-3470-6.
50. *Scarff J. E.* Treatment of nonobstructive (communicating) hydrocephalus by cauterization of the choroid plexuses: longterm follow-up study // Acta Psychiatr. Scand. 1959; 34 (3): 354–374. PMID: 14442236.
51. S*hitsama S., Wittayanakorn N., Okechi H., Albright A. L.* Choroid plexus coagulation in infants with extreme hydrocephalus or hydranencephaly // J. Neurosurg. Pediatr. 2014; 14 (1): 55–57. DOI: 10.3171/2014.3.
52. *Wellons J. C. 3rd, Tubbs R. S., Levequ J.-C. A., Blount J. P., Oakes W. J.* Choroid plexectomy reduces neurosurgical intervention in patients with hydranencephaly // Pediatr. Neurosurg. 2002; 36 (3): 148–152. DOI: 10.1159/000048370.
53. *Dezena R. A., Pereira C. U.* Choroid plexus coagulation for pediatric hydrocephalus: review of historical aspects and rebirth // Rev. Chil. Neurocirugía. 2016; 42: 15–18.
54. *Oi S., Di Rocco C.* Proposal of «evolution theory in cerebro-spinal fluid dynamics» and minor pathway hydrocephalus in developing immature brain // Childs Nerv. Syst. 2006, 22 (7): 662–669, DOI: 10.1007/s00381-005-0020-4.
55. *Warf B. C.* Neuroendoscopic management of hydrocephalus in African children. Results from 1000 ventriculoscopic procedures // Childs Nerv. Syst. 2005; 21: 507.
56. *Zandian A., Haffner M., Johnson J., Rozzelle C. J., Tubbs R. S., Loukas M.* Endoscopic third ventriculostomy with/without choroid plexus cauterization for hydrocephalus due to hemorrhage, infection, Dandy – Walker malformation, and neural tube defect: a meta-analysis // Childs Nerv. Syst. 2014; 30 (4): 571–578. DOI: 10.1007/s00381-013-2344-9.
57. *Петраки В. Л., Симерницкий Б. П., Притыко А. Г., Асадов Р. Н., Ишутин А. А.* «Эндоскопическая III-вентрикулоцистерностомия в комбинации с коагуляцией сосудистых сплетений как метод лечения гидроцефалии ассоциированной с аномалией Chiari II и *spina bifida* у детей грудного возраста» XIII Всероссийская научно-практическая конференция «Поленовские чтения» // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А. Л. Поленова. 2014, Том VI. Специальный выпуск, с. 212.
58. *Chamiraju P., Bhatia S., Sandberg D. I., Ragheb J.* Endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization in posthemorrhagic hydrocephalus of prematurity // J. Neurosurg. Pediatr. 2014; 13 (4): 433–439. DOI: 10.3171/2013.12. PEDS13219. PubMed PMID: 24527862.
59. *Kulkarni A. V., Schiff S. J., Mbabazi-Kabachelor E., Mugamba J., Ssenyonga P., Donnelly R., Levenbach J., Monga V., Peterson M., MacDonald M., Cherukuri V., Warf B. C.* Endoscopic Treatment versus Shunting for Infant Hydrocephalus in Uganda // N. Engl. J. Med. 2017; 377 (25): 2456–2464. DOI: 10.1056/NEJMoa1707568.
60. *Navaei A. A., Hanaei S., Habibi Z., Jouibari M. F., Heidari V., Naderi S., Nejat F.* Controlled Trial to Compare Therapeutic Efficacy of Endoscopic Third Ventriculostomy Plus Choroid Plexus Cauterization with Ventriculoperitoneal Shunt in Infants with Obstructive Hydrocephalus // Asian J. Neurosurg. 2018; 13 (4): 1042–1047. DOI: 10.4103/ajns.AJNS_63_17.
61. *Stone S. S. D., Warf B. C.* Combined endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization as primary treatment for infant hydrocephalus: a prospective North American series // Journal of Neurosurgery. DOI link: https://doi.org/10. 3171/2014.7.

62. *Tanaka T., Harris C. J., Barnett S. S., Litofsky N. S.* A Successful Treatment of Endoscopic Third Ventriculostomy with Choroid Plexus Cauterization for Hydrocephalus in Walker – Warburg Syndrome // Case Rep. Neurol Med. 2016: 7627289. DOI: 10.1155/2016/7627289.
63. *Warf B. C., Campbell J. W.* Combined endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization as primary treatment of hydrocephalus for infants with myelomeningocele: long-term results of a prospective intent-to-treat study in 115 East African infants. Clinical article // J. Neurosurg. Pediatrics. 2008. 2: 310–316.
64. *Warf B. C.* The impact of combined endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus coauterization on the management of pediatric hydrocephalus in develoring countres // World neurosurg. 2013; 79 (2): Suppl: 523.
65. *Warf B. C., Tracy S., Mugamba J.* Long-term outcome for endoscopic third ventriculostomy alone or in combination with choroid plexus cauterization for congenital aqueductal stenosis in African infants // J. Neurosurg. Pediatr. 2012; 10 (2): 108–111. DOI: 10.3171/2012.4.
66. *Pople I. K., Ettles D.* The role of endoscopic choroid plexus coagulation in the management of hydrocephalus // Neurosurgery. 1995: 36; 698–701. DOI: 10.1097/00006123-199504000-00009.
67. *Weil A. G., Parthasarathi A. F., Ragheb C J., Bhatia S.* Endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization with a rigid neuroendoscope in infants with hydrocephalus // Journal of Neurosurgery Pediatrics, 2015, 17 (2): 1–11. DOI: 10.3171/2015.5.
68. *Brisman R., McMurtry J., Kenaudin J., Hogan P. A.* Treatment of hydrocephalus, shunts and choroid plexectomy // N. State J. Med. 1972; 72: 2045–2047.
69. *Navaei A. A., Hanaei S., Habibi Z., Jouibari M. F., Heidari V., Naderi S., Nejat F.* Controlled Trial to Compare Therapeutic Efficacy of Endoscopic Third Ventriculostomy Plus Choroid Plexus Cauterization with Ventriculoperitoneal Shunt in Infants with Obstructive Hydrocephalus // Asian J. Neurosurg. 2018; 13 (4): 1042–1047. DOI: 10.4103/ajns.AJNS_63_17.
70. *Okano A., Ogiwara H.* Long-term follow-up for patients with infantile hydrocephalus treated by choroid plexus coagulation // J. Neurosurg. Pediatr. 2018; 22 (6): 63–645. DOI: 10.3171/2018.6.
71. *Stan H., Kiss P. A., Stan A., Florian I. St.* Neuroendoscopic surgery in hydrocephalus // Romanian Neurosurgery. 2012; XIX 4: 264–271. DOI: 10.2478/v10282-012-0013-2.
72. *Zuccaro G., Ramos J. G.* Multiloculated hydrocephalus // Childs Nerv. Syst.: ChNS: J. of the Int. Soc. for Pediatr. Neurosurg. 2011; 27: 1609–1619.
73. *Петраки В. Л., Притыко А. Г., Симерницкий Б. П., Плешко А. А., Асадов Р. Н.* Эндоскопические операции при дисфункции шунта у детей с гидроцефалией // Научно-практический журнал «Нейрохирургия и неврология детского возраста», СПб. 2016; 3: 57–67.
74. *Суфианов А. А., Рустамов Р. Р., Якимов Ю. А., Суфианов Р. А., Альзехрани А. А., Борбаз Л. А., Мастронарди Л., Балёл И. А.* Эндоскопия для достижения шунтнезависимого состояния при лечении синдрома щелевидных желудочков // Вестник Авицены. 2020; 1 (22): 45–55. DOI: 10.25005/2074-0581-2020-22-1-45-55.
75. T*revisi G., Frassanito P., Di Rocco C.* Idiopathic cerebrospinal fluid overproduction: case-based review of the pathophysiological mechanism implied in the cerebrospinal fluid production // Croat. Med. J. 2014; 55 (4): 377–387.

Авторы

Виктор Леонович ПЕТРАКИ	Кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник ГБУЗ «НПЦ специализированной медицинской помощи детям им. В. Ф. Войно-Ясенецкого Департамента здравоохранения города Москвы». ORCID: 0000-0003-4098-6794. E-mail: petrakiviktor61@mail.ru
ПРИТЫКО Андрей Георгиевич	Доктор медицинских наук, профессор, академик РАЕН, заслуженный врач РФ, директор ГБУЗ «НПЦ специализированной медицинской помощи детям им. В. Ф. Войно-Ясенецкого Департамента здравоохранения города Москвы». ORCID: 0000-0001-8899-4107. E-mail: npcprakt@mail.ru

АСАДОВ *Руслан Низамиевич*	Кандидат медицинских наук, нейрохирург ГБУЗ «НПЦ специализированной медицинской помощи детям им. В. Ф. Войно-Ясенецкого Департамента здравоохранения города Москвы». ORCID: 0000-0001-7848-1658. E-mail: r.asadov@mail.ru
ВОРОНА *Любовь Дмитриевна*	Кандидат медицинских наук, неонатолог, ведущий научный сотрудник научного отдела ГБУЗ «НПЦ специализированной медицинской помощи детям им. В. Ф. Войно-Ясенецкого Департамента здравоохранения города Москвы». Ассистент кафедры госпитальной педиатрии им. академика В. А. Таболина РНИМУ им. Н. И. Пирогова. ORCID: 0000-0003-0336-5761. E-mail: ldvorona@mail.ru
ИШУТИНА *Юлия Леонидовна*	Неонатолог, заведующая отделением патологии новорожденных и недоношенных детей ГБУЗ «НПЦ специализированной медицинской помощи детям им. В. Ф. Войно-Ясенецкого Департамента здравоохранения города Москвы». ORCID: 0000-0002-2561-7491. E-mail: ishutina.yuliya@mail.ru