© О. В. Волкодав, В. А. Хачатрян, 2021
УДК 616.134.9–007.271–07–089
DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2021.16068>
ISSN – 2073-8137

ДЕКОМПЕНСИРОВАННЫЕ НАРУШЕНИЯ ЛИКВОРОДИНАМИКИ У НОВОРОЖДЕННЫХ С ГИДРОЦЕФАЛИЕЙ. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ И НОВОЕ В ЛЕЧЕБНОЙ ТАКТИКЕ

О. В. Волкодав¹, В. А. Хачатрян²

¹ Медицинская академия им. С. И. Георгиевского Крымского федерального университета, Симферополь, Российская Федерация

² Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. А. Л. Поленова – филиал Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

DECOMPENSATED DISORDERS OF CEREBROSPINAL FLUID DYNAMICS IN NEWBORNS WITH HYDROCEPHALUS. EVALUATION CRITERIA AND NEWS IN TREATMENT TACTICS

Volkodav O. V.¹, Khachatryan V. A.²

¹ S. I. Georgievsky Medical Academy of Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation

² Neurosurgical Institute named after A. L. Polenov, branch of Almazov National Medical Research Center, Saint Petersburg, Russian Federation

Проведен ретроспективный анализ 480 новорожденных с постгеморрагической гидроцефалией (ПГГ) за период 2000–2018 гг. При декомпенсации ПГГ у 189 детей с окклюзией желудочков и вторичным снижением перивентрикулярной плотности мозга (ППМ) использовались лечебные опции коронаро-транслябдовидной субарахно-вентрикуло-стомии (КТСВ) и вентрикуло-субарахноидального стентирования (ВСС). Включение опций КТСВ и ВСС в стандартный лечебный протокол позволило обеспечить повышение эффективности компенсации ПГГ ($p < 0,001$) за счет восстановления интракраниальной циркуляции и всасывания ликвора с устранением гипертензионного снижения ППМ. Интеграция системы ВСС с перитонеальным сегментом шунта расширяет восстановительный потенциал шунтирующих систем при лечении ПГГ.

Ключевые слова: новорожденные, гидроцефалия, лечение

A retrospective analysis of 480 newborns with post-hemorrhagic hydrocephalus (PHH) for the period 2000–2018 was carried out. In case of PHH decompensation in 189 children with ventricular occlusion and a secondary decrease in periventricular brain density (PBD), options for coronary-translaboid subarachnoid ventriculostomy (CTSV) and ventriculo-subarachnoid stenting (VSS) were used. The inclusion of the CTSV and VSS options in the standard treatment protocol made it possible to increase the efficiency of the PHH compensation ($p < 0.001$) due to the restoration of intracranial circulation and cerebrospinal fluid absorption with the elimination of the hypertensive decrease in PBD. Integrating of the VSS system with the peritoneal segment of the shunt expands the restore potential of shunt systems for the treatment of PHH.

Keywords: newborns, hydrocephalus, treatment

Для цитирования: Волкодав О. В., Хачатрян В. А. ДЕКОМПЕНСИРОВАННЫЕ НАРУШЕНИЯ ЛИКВОРОДИНАМИКИ У НОВОРОЖДЕННЫХ С ГИДРОЦЕФАЛИЕЙ. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ И НОВОЕ В ЛЕЧЕБНОЙ ТАКТИКЕ. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2021;16(3):290–293. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2021.16068>

For citation: Volkodav O. V., Khachatryan W. A. DECOMPENSATED DISORDERS OF CEREBROSPINAL FLUID DYNAMICS IN NEWBORNS WITH HYDROCEPHALUS. EVALUATION CRITERIA AND NEWS IN TREATMENT TACTICS. *Medical News of North Caucasus*. 2021;16(3):290–293. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2021.16068> (In Russ.)

ВПШ – вентрикуло-перитонеальное шунтирование
ВСГД – вентрикуло-субгалеальное дренирование
ВСС – вентрикуло-субарахноидальное стентирование
ВЧД – внутричерепное давление
КТСВ – коронаро-транслябдовидная субарахно-вентрикуло-стомия

ЛП – люмбальные пункции
ПГГ – постгеморрагическая гидроцефалия
ППМ – перивентрикулярная плотность мозга
САП – субарахноидальное пространство
ХИСЛ – хирургический индекс стабилизации ликвородинамики

Патофизиологической основой нарушений ликвородинамики при постгеморрагической гидроцефалии (ПГГ) является диспропорция продукции, оттока, всасывания и дренирования ликвора из полости черепа с избыточным увеличением ликворосодержащих полостей и пространств, повышением внутричерепного давления (ВЧД) [1–6]. Органическая или динамическая окклюзия ликворных путей при прогрессирующем увеличении желудочков приводят к сдавлению субарахноидального пространства (САП) при декомпенсации ПГГ, к интерстициальному отеку и снижению перивентрикулярной плотности мозга (ППМ) [7–9]. В качестве рекомендаций рассматривается последовательность лечения ПГГ по «ЛВВ-протоколу», включающему люмбальные пункции (ЛП), вентрикуло-субгалеальное дренирование (ВСГД), а при их неэффективности – вентрикуло-перитонеальное шунтирование (ВПШ) [3]. Актуальность задачи в том, что нет общепринятого мнения относительно лечения при декомпенсации ПГГ [7–14], с необходимостью персонализации лечебной тактики, направленной на восстановление ликвородинамики [3], снижение частоты ВПШ [13, 14].

Цель: изучение эффективности опций коронаро-транслябдовидной субарахно-вентрикулостомии (КТСВ) и вентрикуло-субарахноидального стентирования (ВСС) при лечении ПГГ у новорожденных.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ 480 новорожденных с ПГГ, находившихся на лечении в Крымской республиканской детской клинической больнице и перинатальном центре за период 2000–2018 гг. Из них 327 родились недоношенными и 153 доношенными. При лечении ПГГ «ЛВВ-протокол» использовался у 184 (56,3 %) недоношенных и 107 (69,9 %) доношенных детей. В остальных случаях при декомпенсации ПГГ использовались лечебные опции КТСВ (Патент РФ № 2715535) и ВСС (Патент РФ № 2721455). Осложнения и летальность, связанные с операционной травмой, отсутствовали.

Критериями декомпенсации ПГГ являлось 5–10-кратное повышение ВЧД от возрастного с окклюзией желудочков, снижение ППМ вследствие напряжения трансэндимарного пути всасывания ликвора в watershed-области, на расстоянии 3–10 мм от стенок боковых желудочков. Выделены степени декомпенсации ППМ: 1 степени (17–18 едН), 2 степени (15–16 едН), 3 степени (13–14 едН) и 4 степени (10–12 едН).

КТСВ выполнялось путем пункции из двух точек через коронарный и лямбдовидный швы иглами диаметром 14G передних и затылочных рогов боковых желудочков с их разгрузкой от крови и ликвора и декомпрессией САП. Проводилась санация физиологическим раствором желудочков и САП с арахноэнцефалолизом, при этом формируются дренирующие каналы с оттоком ликвора в САП, устранением окклюзии. Процедуру повторяли с интервалом в 4 дня, чередуя с saniрующими ЛП, до стабилизации ликвородинамики. К преимуществам способа можно отнести простоту технического выполнения (ребенок в кювете), безопасность и эффективность санации ликворных путей от крови.

Система ВСС, изготовленная на базе детского нейрохирургического центра (Киев), обеспечивала возможность дренирования ликвора из желудочков в САП через вентрикулярный дренаж и перфорации основания помпы. Для этого после погружения вентрикулярного дренажа в желудочек с контролем поступления ликвора помпа устанавливается во фрезевом отвер-

стии диаметром до 10 мм с расправлением фиксирующей манжеты в САП и фиксацией подшиванием по краям трепанации. Дополнительно осуществляется временный отток ликвора из помпы через фрагмент дистального дренажа в субгалеальный карман, что позволяет сгладить перепады ВЧД в послеоперационном периоде с разгрузкой и санацией ликворных путей. Пунктируется купол помпы и вводится физраствор с контролем его оттока в САП и желудочки. Повторное введение раствора через помпу с санацией САП и желудочков в комплексе с ВСГД и ЛП проводится на 3–5, 7, 10, 14 сутки и в конце 3, 4, 5 и 6 недель после операции. При сохранении диспропорции между нарастающим возрастным объемом продукции ликвора и его всасыванием после 6 недель выполнялась интеграция системы ВСС через дистальный дренаж с перитонеальным сегментом шунта на среднее давление (Codman, Medtronic), включающим камеру с клапаном на среднее давление, регулирующим дозированный сброс ликвора в брюшную полость.

При обработке данных использовалась прикладная программа STATISTICA 6.0 (StatSoft Inc., USA). Для сравнения процентных долей в двух группах использовался точный критерий Фишера. Достоверными изменениями показателей считали такие, при которых вероятность нулевой гипотезы была $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Хирургический индекс стабилизации ликвородинамики (ХИСЛ) отражал процент компенсации ПГГ. Так, компенсация ПГГ на начальном этапе лечения по «ЛВВ-протоколу» после ЛП отмечена у 33 из 184 недоношенных детей, ХИСЛ 17,9 % (табл. 1).

Таблица 1
Сравнительный анализ компенсации гидроцефалии у недоношенных детей

Компенсация гидроцефалии	Кол-во детей	%	p*
После ЛП и ВП (по «ЛВВ-протоколу»)	33	17,9	0,046
После включения КТСВ (в комплексе с ЛП)	49	34,3	
После ВСГД (по «ЛВВ-протоколу»)	19	12,6	<0,001
После включения ВСС (в комплексе с ВСГД)	59	62,8	

* По точному критерию Фишера.

При включении в комплекс лечения опции КТСВ компенсация ПГГ отмечена у 49 из 143 детей, ХИСЛ 34,3 % ($p = 0,046$). Уменьшение выхода в дренирование после включения КТСВ обеспечивало эффективной разгрузкой желудочков от сгустков крови и ликвора иглами 14G, промыванием желудочков и САП физраствором, устранением окклюзии и сокращением времени санации краниоспинальных ликворных путей.

Компенсация гидроцефалии после ВСГД наблюдалась у 19 детей из 151, ХИСЛ 12,6 %, после включения опции ВСС отмечена у 59 детей из 94, ХИСЛ 62,8 % ($p < 0,001$). Суммарный положительный результат с компенсацией гидроцефалии без ВПШ у недоношенных детей после включения в лечебный комплекс опций КТСВ и ВСС достигнут в 75,5 % наблюдений против 28,3 % при «стандартном» протоколе ($p < 0,001$).

Выявленные отличия отмечены и у доношенных детей (табл. 2).

Компенсация ПГГ по «ЛВВ-протоколу» после ЛП отмечена у 17 из 107 детей, ХИСЛ 15,9 %. При включении в комплекс лечения опции КТСВ компенсация ПГГ отмечена у 24 из 46 детей, ХИСЛ 52,2 % ($p = 0,027$).

Таблица 2

Сравнительный анализ компенсации гидроцефалии у доношенных детей

Компенсация гидроцефалии	Кол-во детей	%	p*
После ЛП и ВП (по «ЛВВ-протоколу»)	17	15,9	0,027
После включения КТСВ (в комплексе с ЛП)	24	52,2	
После ВСГД (по «ЛВВ-протоколу»)	5	5,6	<0,001
После включения ВСС (в комплексе с ВСГД)	13	59,1	

* По точному критерию Фишера.

Компенсация ПГГ после ВСГД наблюдалась только у 5 из 90 детей, ХИСЛ 5,6 %, а после включения опции ВСС отмечена у 13 из 22 детей, ХИСЛ 59,1 % ($p < 0,001$). Суммарный положительный результат компенсации ПГГ у доношенных детей после включения лечебных опций КТСВ и ВСС достигнут в 80,4 % наблюдений против 20,6 % при «стандартном» протоколе ($p < 0,001$), что позволило исключить ВПШ.

Для повышения эффективности ВСС был предложен самораскрывающийся вентрикуло-субарахноидальный стент (patent application № US 2018/0071501 A1) с дополнительной герметизирующей манжетой для исключения угрозы ликворреи.

Улучшение показателей ППМ рассматривалось нами как объективный критерий восстановления ликвородинамики в комплексе с открытием САП по данным нейровизуализации и клиническим признакам стабилизации ВЧД. Хорошая динамика наблюдалась при ППМ 17–18 едН с единичными перивентрикулярными кистами, а в неврологическом статусе отмечалось восстановление мышечного тонуса, рефлексов и двигательной активности.

При ППМ 15–16 едН отмечали неполную обратимость процесса с кистозной трансформацией перивентрикулярных структур, наблюдался регресс гиперкинезов и миоклоний с медленным восстановлением

сегментарных и позотонических рефлексов. Характер восстановления ППМ при 13–14 едН и ниже с объемом вовлечения субкортикальных структур определялся сопутствующей церебральной ишемией, что ухудшало прогноз. Полной декомпенсации с критическим снижением ППМ до 10–12 едН сопутствовала церебральная ишемия 2–3 степени с выходом в формирование перивентрикулярно-субкортикальных кист с судорожной готовностью, атрофическими изменениями.

Эффективность компенсации ПГГ при включении опции КТСВ в «ЛВВ-протокол» по ХИСЛ ($p < 0,05$) достигается за счет использования большего диаметра мозговых игл и зон функциональных доступов с устранением окклюзии и вентрикулярного застоя. Этапное включение опции ВСС обеспечивало повышение ХИСЛ ($p < 0,001$) за счет восстановления интракраниальной циркуляции и всасывания ликвора на этапе пролонгированной санации ликворных пространств. Интеграция системы ВСС с перитонеальным сегментом шунта при сохранении дисбаланса ликвородинамики обеспечивала отведение ликвора из желудочков в САП и его дозированный сброс в брюшную полость с адаптацией резорбтивной емкости САП к возрастающему объему продукции ликвора первого года, снижение риска дисфункции системы.

Выводы

1. Показатели ППМ могут служить дополнительным диагностическим критерием объективной оценки степени декомпенсации ПГГ.

2. Включение опций КТСВ и ВСС в стандартный лечебный протокол у новорожденных обеспечивает повышение эффективности компенсации ПГГ ($p < 0,001$) за счет восстановления интракраниальной циркуляции и всасывания ликвора с устранением гипертензионного снижения ППМ.

3. Интеграция системы ВСС с перитонеальным сегментом шунта, сохранением диспропорции продукции – всасывания ликвора расширяет восстановительный потенциал шунтирующих систем при лечении ПГГ.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

1. Robinson S. Neonatal posthemorrhagic hydrocephalus from prematurity: pathophysiology and current treatment concepts. *J. Neurosurg. Pediatr.* 2012;9(3):242-258. <https://doi.org/10.3171/2011.12.PEDS11136>
2. Miyajima M., Arai H. Evaluation of the Production and Absorption of Cerebrospinal Fluid. *Neurol. Med. Chir. (Tokyo)*. 2015;55(8):647-656. <https://doi.org/10.2176/nmc.ra.2015-0003>
3. Крюков Е. Ю., Иова А. С., Андрущенко Н. В., Крюкова И. А., Усенко И. Н. Персонализация лечения постгеморрагической гидроцефалии у новорожденных. *Нейрохирургия и неврология детского возраста*. 2017;3(17):58-62. [Kryukov E. Yu., Iova A. S., Andrushchenko N. V., Kryukova I. A., Usenko I. N. Personalization of treatment of posthemorrhagic hydrocephalus in newborns. *Neurokhirurgiya i neurologiya detskogo vozrasta*. 2017;3(17):58-62. (In Russ.)]. https://doi.org/neurobaby.ru/files_pdf/Neuro-53L
4. Wright Z., Larrew T. W., Eskandari R. Pediatric Hydrocephalus: Current State of Diagnosis and Treatment. *Pediatr. Rev.* 2016;37(11):478-490. <https://doi.org/10.1542/pir.2015-0134>
5. Melo J. R. T., Passos R. K., Carvalho M. L. C. Cerebrospinal fluid drainage options for posthemorrhagic hydrocephalus in premature neonates. *Arq. Neuropsiquiatr.* 2017;75(7):433-438. <https://doi.org/10.1590/0004-282X20170060>
6. Tan A. P., Svrcakova P., Cowan F. Intracranial hemorrhage in neonates: A review of etiologies, patterns and predicted clinical outcomes. *Eur. J. Paediatr. Neurol.* 2018; 22(4):690-717. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2018.04.008>
7. Хачатрян В. А., Самочерных К. А., Ким А. В., Николаенко М. С., Сысоев К. В. [и др.]. Вентрикуло-синустрансверзостомия в лечении декомпенсированной гидроцефалии у детей (результаты клинической апробации метода). *Трансляционная медицина*. 2017;4(1):20-28. [Khachatryan W. A., Samochernyh K. A., Kim A. V., Nikolaenko M. S., Sysoev K. V., Don O. A. [et al.]. Ventriculo-sinus transversal hunt in the treatment of decompensated hydrocephalus in children (the results of clinical testing of the method). *Translyatsionnaya meditsina*. – *Translational Medicine*. 2017;4(1):20-28. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2017-4-1-20-28>
8. Wellons J. C., Shannon C. N., Holubkov R. Hydrocephalus Clinical Research Network. Shunting outcomes in posthemorrhagic hydrocephalus: prospective cohort study. *J. Neurosurg. Pediatr.* 2017;20(1):19-29. <https://doi.org/10.3171/2017.1.PEDS16496>
9. Ahya K. P., Suryawanshi P. Neonatal periventricular leukomalacia: current perspectives. *Res. Rep. Neonatol.* 2018;8:1-8. <https://doi.org/10.2147/RRN.S125575>
10. Whitelaw A., Lee-Kelland R. Repeated lumbar or ventricular punctures in newborns with intraventricular haemorrhage. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2017;6:4:CD000216. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000216.pub2>
11. Kim H. M., Kim K. H. Clinical Experience of Infantile Posthemorrhagic Hydrocephalus Treated with Ventriculo-Peritoneal Shunt. *Korean J. Neurotrauma*. 2015;11(2):106-111. <https://doi.org/10.13004/kjnt.2015.11.2.106>
12. Zaben M., Finnigan A., Bhatti M. I., Leach P. The initial neurosurgical interventions for the treatment of

- posthaemorrhagic hydrocephalus in preterm infants: A focused review. *Br. J. Neurosurg.* 2016;30(1):7-10. <https://doi.org/10.3109/02688697.2015.1096911>
13. Christian E. A., Melamed E. F., Peck E. Surgical management of hydrocephalus secondary to intraventricular hemorrhage in the preterm infant. *J. Neurosurg. Pediatr.* 2016;17(3):278-284. <https://doi.org/10.3171/2015.6.PEDS15132>
14. Kulkarni A. V., Sgouros S., Leitner Y. International Infant Hydrocephalus Study (IIHS): 5-year health outcome results of a prospective, multicenter comparison of endoscopic third ventriculostomy (ETV) and shunt for infant hydrocephalus. *Childs Nerv. Syst.* 2018;34(12):2391-2397. <https://doi.org/10.1007/s00381-018-3896-5>

Сведения об авторах:

Волкодав Олег Владимирович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры нервных болезней и нейрохирургии; тел.: 89787781328; e-mail: oleg_vlad.volk@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9662-5731>

Хачатрян Вильям Арамович, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, руководитель отделения нейрохирургии детского возраста, президент ассоциации детских нейрохирургов РФ; тел.: 89052719715; e-mail: wakhns@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1635-662>