

## ПОСТГЕМОМОРРАГИЧЕСКАЯ ГИДРОЦЕФАЛИЯ У НОВОРОЖДЕННЫХ. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ

Волкодав О. В.<sup>1</sup>, Зинченко С. А.<sup>1</sup>, Хачатрян В. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кафедра нервных болезней и нейрохирургии, Медицинская академия имени С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», 295051, бульвар Ленина 5/7, Симферополь, Россия

<sup>2</sup>Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А.Л. Поленова (РНХИ им. проф. А.Л. Поленова), филиал ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова», ул. Маяковского, 12, Санкт-Петербург, Россия

**Для корреспонденции:** Волкодав Олег Владимирович, к.м.н., доцент кафедры нервных болезней и нейрохирургии Медицинской академии имени С. И. Георгиевского, ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского», e-mail: oleg\_vlad.volk@mail.ru

**For correspondence:** Volkodav O.V., PhD, Associate professor of the Department of Nervous Diseases and Neurosurgery, Medical Academy named after S.I. Georgievsky of Vernadsky CFU, e-mail: oleg\_vlad.volk@mail.ru

### Information about authors:3

**Volkodav O. V.**, <http://orcid.org/0000-0001-9662-5731>

**Zinchenko S. A.**, <http://orcid.org/0000-0002-5222-2110>

**Khachatryan W. A.**, <https://orcid.org/0000-0002-1635-662>

### РЕЗЮМЕ

Проведен ретроспективный анализ 480 новорожденных с постгеморрагической гидроцефалией за период 2000-2018 гг. Декомпенсация ликвородинамики отмечалась у 189 детей. Отмечено, что динамика количественных показателей вторичного снижения перивентрикулярной плотности мозга при декомпенсации ликвородинамики может служить критерием объективной оценки в дифференциальном анализе гипертензионного и постгипоксического (ишемического) генеза поражения мозга. Предложенный алгоритм коррекции постгеморрагической гидроцефалии у новорожденных с использованием методик коронаро-трансламбдовидной субарахно-вентрикулостомии и вентрикуло-субарахноидального стентирования расширяет потенциал раннего патогенетического лечения с повышением хирургического индекса стабилизации ликвородинамики, восстановлением интракраниальной циркуляции и всасывания ликвора.

**Ключевые слова:** новорожденные, гидроцефалия, нейрохирургическое лечение

## POST-HEMORRHAGIC HYDROCEPHALUS IN NEWBORNS. ANALYSIS OF TREATMENT RESULTS

Volkodav O. V.<sup>1</sup>, Zinchenko S. A.<sup>1</sup>, Khachatryan W. A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Nervous Diseases and Neurosurgery of the Crimean Federal University

<sup>2</sup>Scientific Research Neurosurgical Institute named after prof. A.L. Polenov, branch of Almazov NMRC

### SUMMARY

A retrospective analysis of 480 newborns with post-hemorrhagic hydrocephalus was carried out for the period 2000-2018 years. Decompensation of cerebrospinal fluid dynamics (CSFD) was observed in 189 children. It is noted that quantitative indicators of dynamic of secondary reduction of periventricular brain density (PBD) in CSFD can serve as criteria for objective evaluation in the differential analysis of hypertensive and posthypoxic (ischemic) genesis of brain damage. The proposed algorithm correction of post-hemorrhagic hydrocephalus using methods of coronary-lambdoid subarachno-ventriculostomy and ventriculo-subarachnoid stenting expands the potential of early pathogenesis treatment with an increase in the surgical index of stabilization of CSFD, restoration of intracranial circulation and absorption of liquor.

**Key words:** newborns, hydrocephalus, neurosurgical treatment

Патофизиологической основой нарушений ликвородинамики (НЛД) при постгеморрагической гидроцефалии является диспропорция продукции, оттока, всасывания и дренирования ликвора из полости черепа с избыточным увеличением ликворосодержащих полостей и пространств, повышением внутричерепного давления (ВЧД) и ликворно-краниального индекса (ЛКИ) [1-8]. Органическая или динамическая окклюзия ликворных путей, при прогрессирующем увеличении желудочков, приводят к изменению объёмно-пространственных взаимоотношений

со сдавливанием – «блокированием» субарахноидального пространства (САП) и декомпенсацией процесса, вентрикулярным застоём ликвора со снижением перивентрикулярной плотности мозга (ППМ) и риском вторичного поражения мозга [9; 10; 11; 12]. Снижение радикальности санации и позднее восстановление циркуляции ликвора приводят к увеличению процента вентрикулоперитонеального шунтирования с шунт-зависимым течением и высоким риском дисфункции шунта, особенно первых месяцев [1-8, 10-17].

2020, том 23, № 1

При этом отмечается, что до настоящего времени нет общепринятого мнения относительно тактики лечения постгеморрагической гидроцефалии [7; 8].

Актуальность поставленной задачи в том, что до 75% случаев отмечаются неудовлетворительные результаты и отсутствует единый метод, отвечающий всем критериям эффективности и безопасности лечения с необходимостью разработки тактики, основанной на анализе возможных преимуществ и недостатков каждого метода [3].

Цель исследования: оптимизация лечения новорожденных с постгеморрагической гидроцефалией при декомпенсации ликвородинамики.

Задачи исследования: изучение критериев объективной диагностики и повышения эффективно-

сти лечебной тактики при постгеморрагической гидроцефалии.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведен ретроспективный анализ 480 случаев НЛД у новорожденных с постгеморрагической гидроцефалией, находившихся на лечении в Крымской республиканской детской клинической больнице и Перинатальном Центре за период 2000-2018 гг. С учетом выявленных факторов патогенеза НЛД были выделены 3 группы: 200 недоношенных детей после первичных ПИВК; 127 недоношенных детей с НЛД смешанного генеза и 153 доношенных детей с гидроцефалией (табл.1).

Таблица 1

**Выделенные группы новорожденных с постгеморрагической гидроцефалией**

Факторы патогенеза нарушений ликвородинамики	Количество детей		
	1 группа	2 группа	3 группа
ПИВК (с плеоцитозом до 100 клеток)	200		
ПИВК 3-4 (с плеоцитозом больше 100 клеток)		54	
САК с нарушением системных факторов гемостаза: тромбоцитопения, коагулопатия, др.		18	31
Неонатальный геморрагический инсульт: геморрагическая трансформация артериальных инфарктов, идиопатические фокальные кровоизлияния, венозные тромбозы, др.		27	38
ВЧК/САК при TORCH инфекции (данные ИФА, ПЦР)		28	19
ВЧК/САК (родовая травма)			65
Всего больных	200	127	153

Масса тела детей на момент лечения составляла от 560 до 2500 г (Me 1246±578г).

Декомпенсация ликвородинамики отмечалась у 189 новорожденных.

Критериями НЛД являлись показатели ЛКИ на фоне 3-5 кратного повышения ВЧД от возрастного физиологического при сообщающейся гидроцефалии и 5-10 кратного при окклюзии ликворных путей (с тестами инфузионно-гидродинамической нагрузки).

Для НЛД с компенсацией ЛКИ было характерно расширение САП до 5-8 мм с компенсирующим диастазом по швам. НЛД с субкомпенсацией ЛКИ сопровождалось увеличением желудочков и САП, снижением резервного объема, нарастающим диастазом. При декомпенсации ЛКИ отмечался блок САП с вентрикулярным застоём ликвора и вторичным снижением показателей ППМ, вследствие напряжения трансэпендимарного пути всасывания ликвора в так называемой watershed-области, на расстоянии 3-10 мм от стенок боковых желудочков, характерного для ребенка первого года.

Критериями объективной оценки степени декомпенсации ликвородинамики являлись количественные показатели вторичного снижения ППМ (едН), что позволило нам выделить 4 степени декомпенсации процесса с учетом срока гестации новорожденных и возрастных переходных периодов, что отражено в таблице 2.

При лечении субкомпенсированных НЛД использовался «ЛВВ-протокол» [2], что составило в 1 группе 43%, во второй группе 77%, в 3 группе 70% (табл. 3).

В остальных случаях, с учетом декомпенсации ликвородинамики у 189 новорожденных, на дооперационном этапе использовался способ лечения постгеморрагической гидроцефалии методом коронаро-транслямбдовидной субарахно-вентрикулостомии – КТСВ [18] (рис.1).

При прогрессировании гидроцефалии на хирургическом этапе выполнялся способ лечения с прямым и непрямым дренированием желудочков в САП с использованием силиконового трубчатого

Таблица 2

## Прогностическое значение снижения ППМ у детей с гидроцефалией

Показатели ППМ (едН) при декомпенсации ликвородинамики	Гестационный возраст (недели)				
	до 33	34-35	36-37	38-39	40-41
Плотность белого вещества в норме	>16 едН			26,3 едН	
Снижение ППМ 1 степени (52% детей)	16	16	16	17-18	17-18
				Единичные перивентрикулярные кисты	
Снижение ППМ 2 степени (24% детей)	15	15	15	15-16	15-16
	Кистозная трансформация перивентрикулярных структур				
Снижение ППМ 3 степени (18% детей)	13-14	13-14	13-14	13-14	13-14
	Множественные перивентрикулярные кисты			Единичные субкортикальные кисты	
Снижение ППМ 4 степени (6% детей)	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12
	Лейкомаляция с множественными перивентрикулярно-субкортикальными кистами (судорожная готовность)				

Таблица 3

## Этапы коррекции гидроцефалии по «ЛВВ – протоколу»

Этапы коррекции гидроцефалии по «ЛВВ - протоколу» (по Е.Ю. Крюкову и соавт., 2017)	Количество детей		
	1 группа	2 группа	3 группа
Люмбальные пункции (из них в сочетании с вентрикулярными пункциями)	86 (45)	98 (56)	107 (39)
Наружное вентрикулярное дренирование		16	56
Резервуар Оммая		5	
Вентрикуло-субгалеальное дренирование	61	69	34
Вентрикуло-перитонеальное шунтирование	58	73	85
Всего больных	86	98	107

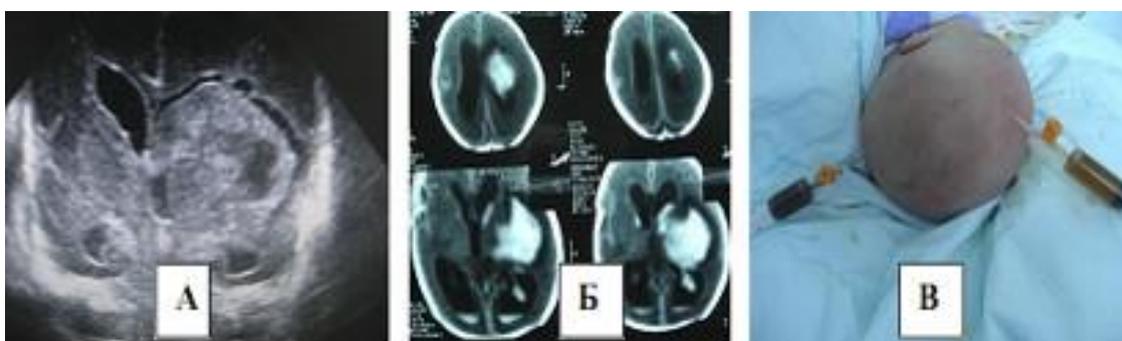


Рис.1. (А-Б-В) КТСВ на предоперационном этапе коррекции декомпенсации НЛД

стента и системы вентрикуло-субарахноидального стентирования – ВСС [19].

Объем выполненной хирургической помощи отражен в таблице 4.

КТСВ выполняется пункционно из двух точек через коронарный и лямбовидный швы иглами диаметром 14G передних и затылочных рогов боковых желудочков с их разгрузкой от крови и лик-

Таблица 4

## Патогенетическая коррекция гидроцефалии по предложенному алгоритму

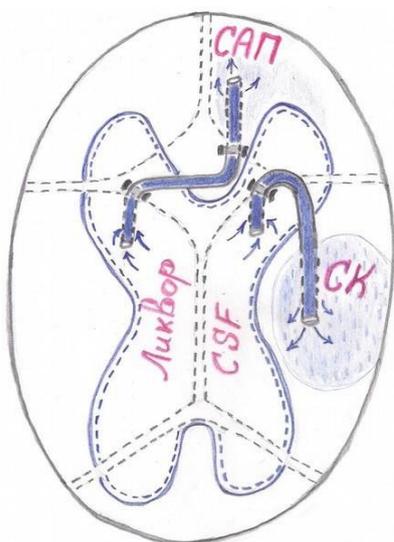
Комплексная патогенетическая коррекция гидроцефалии при декомпенсации ликвородинамики (по предложенному алгоритму)	Количество детей		
	1 группа	2 группа	3 группа
Коронаро-транслямбдовидная субарахно-вентрикулостомия иглой 14 G 3-хкратно с арахноэнцефалолизом в чередовании с люмбальными пункциями, тестами Rcsf и Rout	114	29	46
Вентрикуло-субарахноидальное стентирование с 5-9 кратным арахноэнцефалолизом в чередовании с люмбальными пункциями, тестами Rcsf и Rout	74	20	22
Резервная интеграция стента с перитонеальным шунтом (у детей с ПКВ после 37 недели)	23	12	9
Всего больных	114	29	46

Примечание: Осложнения и летальность, связанные с операционной травмой отсутствовали.

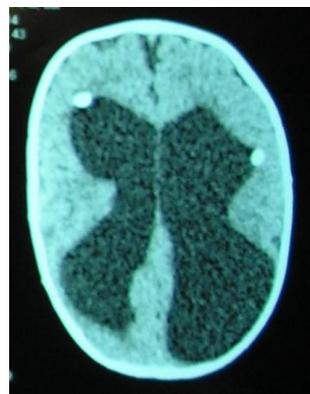
вора и декомпрессией САП. Проводится санация физиологическим раствором желудочков с арахноэнцефалолизом при выведении иглы в открытое САП. Формируются между желудочками и САП дренирующие каналы с коллатеральным оттоком ликвора и устранением окклюзии. Повторяют процедуру 3-хкратно с интервалом в 4 дня, чередуя с санацией краниоспинальных ликворных путей повторными люмбальными пункциями, до стабилизации ликвородинамики с восстановлением отто-

ка и всасывания ликвора клинически и по данным нейровизуализации: нейросонография с контролем компьютерной томографии (рис.1).

К преимуществам способа можно отнести простоту технического выполнения (ребенок в кювете), безопасность и эффективность санации ликворных путей от крови. При сохранении НЛД после КТСВ для прямого дренирования желудочков в САП у 34 глубоко недоношенных детей использовался силиконовый трубчатый стент (рис. 2).



Б



В



А

Рис.2. Ребенок Б. с постгеморрагической гидроцефалией, ПКВ 26 нед., масса 890 грамм. (А) Разметка перед операцией. (Б) Схема прямого стентирования силиконовым трубчатым дренажом в комплексе с ВСГД. (В) Компьютерная томография после операции (положение дренажей в желудочках указано стрелками).

Система ВСС, изготовленная на базе Детского Нейрохирургического Центра, Киев, обеспечивала возможность непрямого дренирования ликвора из желудочков в САП путем оттока через вентрикулярный дренаж в помпу и затем через перфорации основания помпы в САП (рис. 3-А). Для этого помпа с перфорированным основанием устанавливалась во фрезевом отверстии с расправлением фиксирующей манжеты в САП и ее фиксации подшиванием по краям трепанации. Далее вводится физ.раствор через купол помпы с контролем его оттока в САП и желудочки по данным интраоперационной нейросонографии. Дополнительно осуществлялся временный отток ликвора из помпы через фрагмент дистального дренажа в субгалеальный карман. Повторное введение физиологического раствора через помпу с активной санацией САП и желудочков и пассивным выведением ликвора через субгалеальный карман в комплексе с люмбальными пункциями проводилось 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 недели выполнялась интеграция системы ВСС с перитонеальным шунтом через дистальный дренаж. Эффективность функционирования системы, в этом случае, достигается за счет двух уровней регуляции – физиологического отведения ликвора из желудочков в САП через вентрикулярный дренаж и перфорированное ос-

нование помпы и дозированного сброса избыточного ликвора в брюшную полость через перитонеальный шунт. Это обеспечивало мягкую поддержку ликвора в САП для стимуляции формирования арахноидальных ворсин и грануляций с адаптацией резорбтивной емкости к нарастающему объему продукции ликвора первого года, без дальнейшей замены и переустановки системы.

Статистический анализ проводился с использованием прикладных программ STATISTICA 6.0 (StatSoft Inc., USA). Для обработки изображений НСГ, КТ и МРТ применялась программа Adobe®, Photoshop® 5.0, Adobe Systems Incorporated.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ

Структура неонатальных НЛД определяла динамику процесса с выделением 3 вариантов клинического течения: мягко-прогрессиентного при компенсированном ЛКИ, средне-прогрессиентного при субкомпенсированном ЛКИ и быстро-прогрессиентного или стремительного при декомпенсированном ЛКИ с окклюзией ликворных путей, что определило поиск путей повышения эффективности лечебной тактики для снижения риска вторичного повреждения мозга.

Эффективность нейрохирургической коррекции постгеморрагической гидроцефалии на раннем и операционном этапах по «ЛВВ-протоколу»

[2] и предложенному алгоритму КТСВ и ВСС (при декомпенсации ликвородинамики) отражена в таблице 5.

Таблица 5

#### Эффективность нейрохирургической коррекции гидроцефалии

Этапная хирургическая коррекция при прогрессирующей постгеморрагической гидроцефалии	Процентные показатели		
	1 группа	2 группа	3 группа
Выход по «ЛВВ - протоколу» в дренирование	70,9	91,8	84,1
Выход по «ЛВВ - протоколу» в перитонеальный шунт	95,1	93,6	94,4
Выход после КТСВ в ВСС (с учетом начальной декомпенсации ликвородинамики)	64,9	68,9	47,8
Выход из ВСС в интеграцию с перитонеальным шунтом	31,1	60,0	40,9

Процент стабилизации ликвородинамики на этапах коррекции гидроцефалии мы обозначали как хирургический индекс стабилизации ликвородинамики (ХИСЛ).

Восстановление оттока ликвора с прямым дренированием желудочков в САП обеспечивалось выполнением КТСВ и установкой силиконового трубчатого стента.

При КТСВ формировался первичный пункционный дренирующий канал с коллатеральным оттоком ликвора из желудочков в САП и устранением окклюзии, что расширяло показания для санирующих люмбальных пункций в комплексе с

активным промыванием желудочков и САП физиологическим раствором. ХИСЛ после КТСВ составил в 1 группе 35,1%, во второй группе 31,1%, в третьей группе 52,2%.

Прямое дренирование желудочков в САП с установкой силиконового трубчатого стента было выполнено у 34 глубоко недоношенных детей, одновременно с субгалеальным дренированием. При этом активная санация желудочков и САП через стент физиологическим раствором была затруднена, что приводило в ряде случаев к дисфункции с окклюзией дренажа кровью и фибриновыми сгустками и ограничивало лечебный объем только

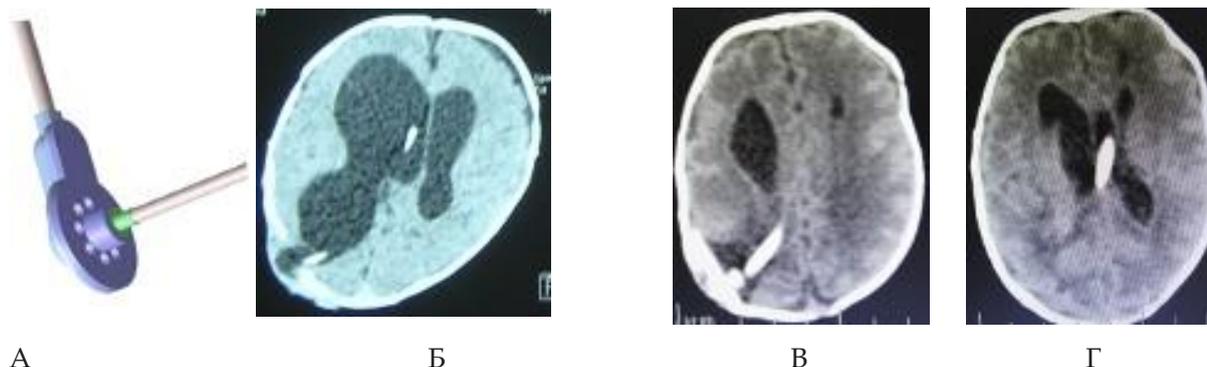
2020, том 23, № 1

пассивной разгрузкой желудочков через субгалеальный карман с санирующими люмбальными пункциями. Несмотря на это, отмечалось повышение показателей ХИСЛ по сравнению с ВСГД, что составило в 1 группе 15,6% (4,9% после ВСГД), во 2 группе 11,2% (6,4% после ВСГД), в 3 группе 13,7% (5,6% после ВСГД).

При непрямом дренировании желудочков в САП через систему ВСС обеспечивается возможность их санации физ.раствором с пролонгирован-

ным арахноэнцефалолизом через помпу стента, что дополнительно уменьшало риск дисфункции системы и позволяло повысить ХИСЛ в 1 группе до 68,9%, во 2 группе до 40% и в 3 группе до 59,1%.

При этом, выход в перитонеальное шунтирование после ВСС был заметно ниже по сравнению с ВСГД, что составило в 1 группе 31,1% против 95,1%, во 2 группе 60% против 93,6% и в 3 группе 40,9% против 94,4%. Динамика после непрямого дренирования системой ВСС представлена на рис. 3.



**Рис.3. Ребенок С. с постгеморрагической гидроцефалией, ПКВ 30 недель, масса 1350 грамм. (А) Система ВСС. (Б) КТ в 38 недель после непрямого дренирования желудочков в САП системой ВСС. (В-Г) КТ контроль через 3 месяца после ВСС.**

Для повышения эффективности функционирования системы ВСС, с исключением ее провисания с формированием ликворной подушки над помпой (отмечалось в 15% случаев), была предложена перспективная модель с непрямым дренированием желудочков в САП – герметизирующий самораскрывающийся вентрикуло-субарахноидальный стент (Patent application publication № US 2018/0071501 A1) с дополнительной герметизирующей манжетой, что позволяет надежно устанавливать стент во фрезевом отверстии без подшивания и исключает угрозу подтекания ликвора.

Отмечено, что динамика восстановления показателей ППМ и неврологического статуса при коррекции декомпенсированных НЛД зависела от сопутствующей церебральной ишемии и морфофункциональной зрелости ребенка.

Так, у 75 детей до 37 недели гестации с показателями ППМ 16 едН отмечалась хорошая динамика восстановления мышечного тонуса, рефлексов и двигательной активности ребенка. При ППМ 17-18 едН у 23 детей после 37 недели нами отмечались единичные перивентрикулярные кисты.

При снижении ППМ до 15 едН (у 34 детей до 37 недели гестации) и 15-16 едН (11 детей после 37 недели гестации) мы отмечали неполную обратимость процесса с кистозной трансформацией перивентрикулярных структур. После стабилизации ликвородинамики наблюдался регресс гиперкине-

зов и миоклоний с медленным восстановлением сегментарных и позотонических рефлексов.

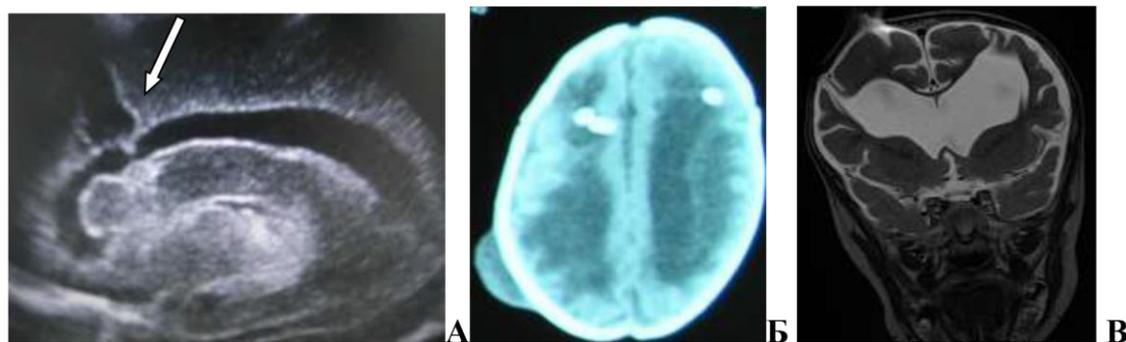
Снижение ППМ до 13-14 едН сопровождалось кистозной трансформацией перивентрикулярных структур. Раннее восстановление ликвородинамики с устранением вентрикулярного застоя первые 2 недели обеспечивало улучшение показателей ППМ до 15-16 едН, без распространения процесса на субкортикальные отделы (рис.4).

Отмечено, что снижение ППМ при постгеморрагической гидроцефалии протекало в сочетании с церебральной ишемией у 54,7% недоношенных и 48,4% доношенных детей, что ухудшало прогноз и не позволяло улучшить показатели ППМ после стабилизации ликвородинамики выше 1-2 едН, а в остальных случаях зависело, во многом, от своевременности и адекватности коррекции гидроцефалии, сроков гестации ребенка.

Полной декомпенсации с критическим снижением ППМ до 10 – 12 едН (у 11 детей), как правило, сопутствовала церебральная ишемия 2-3 степени с перивентрикулярно-субкортикальными ликворными кистами, судорожной готовностью. В течение 2-3 месяцев у них отмечались атрофические изменения с компенсаторной вентрикуломегалией.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Декомпенсация НЛД со снижением ППМ при постгеморрагической гидроцефалии у новорожденных определяет необходимость совершенство-



**Рис.4.** Ребенок Д. с постгеморрагической гидроцефалией, ПКВ 28 нед., масса 940 грамм. (А) Нейросонография после КТСВ (первичный дренирующий канал указан стрелкой). (Б) Компьютерная томография в 37 недель (после прямого стентирования в комплексе с ВСГД, ППМ 13-14 едН). (В) МРТ контроль через 3 месяца после операции.

вания лечебной тактики, направленной на снижение риска вторичного поражения мозга, что обеспечивается интеграцией предложенных методик в современный лечебный алгоритм.

Повышение эффективности раннего патогенетического лечения постгеморрагической гидроцефалии на дооперационном этапе при КТСВ достигается за счет использования большего диаметра мозговых игл и зон пункционных доступов с формированием между желудочками и САП дренирующих каналов с коллатеральным оттоком ликвора, устранением окклюзии, расширением показаний для люмбальных пункций. Обеспечивается активная санация физиологическим раствором желудочков от сгустков крови, а краниоспинальных ликворных пространств от продуктов ее распада. Тем самым, уменьшается риск спаечного процесса с восстановлением всасывания ликвора и повышением процента стабилизации ликвородинамики без операции.

При прогрессировании гидроцефалии, повышение радикальности хирургического лечения постгеморрагической гидроцефалии достигается за счет восстановления интракраниальной циркуляции и всасывания ликвора после стентирования системой ВСС на этапе пролонгированной санации краниоспинальных ликворных пространств с активным промыванием физиологическим раствором желудочков и САП в комплексе с субгалеальным дренированием и санирующими люмбальными пункциями.

Улучшение показателей ППМ рассматривалось нами как дополнительный объективный критерий восстановления ликвородинамики в комплексе с открытием САП после уменьшения размеров желудочков по данным нейровизуализации и клиническими признаками стабилизации ВЧД (отсутствие напряжения большого родничка и прогрессирующего диастаза с увеличением окружности головы более 4 мм за двое суток).

Отмечено, что сопутствующая церебральная ишемия с критическим снижением ППМ до 10–12 едН не позволяла улучшить показатели ППМ после стабилизации ликвородинамики выше 1-2 едН с кистозной трансформацией перивентрикулярных структур первые 2 недели после критического снижения ППМ. В последующем отмечалось спадение ликворных псевдокист с формированием глиальных рубцов и атрофией мозговой ткани (до 2-5 месяцев), что отражено в современных работах [9-14].

Основной причиной сохранения НЛД после стентирования была диспропорция между продукцией и всасыванием ликвора, связанная с патофизиологическими и физиологическими факторами.

Патофизиологическим фактором является снижение резорбтивной емкости САП на фоне спаечного процесса. Физиологические факторы включают кроссинг вектора ликвородинамики к 6-12 месяцу жизни ребенка с формированием арахноидальных ворсин в проекции верхнего сагиттального синуса на фоне закрытия большого родничка, физиологический прирост размеров головы, объема продукции ликвора, возрастного внутричерепного давления [4; 5].

Для устранения диспропорции между нарастающим возрастным объемом продукции ликвора и его всасыванием предложена резервная интеграция системы ВСС с перитонеальным шунтом. После интеграции системы ВСС в перитонеальный шунт повторное введение физиологического раствора через помпу ВСС с активной санацией САП и желудочков обеспечивало надежное функционирование системы с устранением дисфункции вентрикулярного сегмента и помпы, без замены и переустановки системы.

Предпосылкой восстановлению ликвородинамики в этом случае является активное формирование арахноидальных ворсин и грануляций первого года жизни ребенка. В этот период отмечается переключение нисходящего вектора ликвородина-

мики (80-90% объема всасывания ликвора первых месяцев в спинном САП) на восходящий вектор (нарастающая резорбция ликвора в конвексительном САП к 6-12 месяцу). Это определяет необходимость минимизации риска спаечного процесса с сохранением и восстановлением резорбтивной емкости краниоспинальных ликворных пространств. В наших наблюдениях при прямом дренировании желудочков в САП силиконовым трубчатый стентом средний показатель ХИСЛ по трем группам составил 13,5%, а при непрямом системой ВСС в комплексе с ПА, люмбальными пункциями и ВСГД уже 62,1%, с резервным перитонеальным шунтированием только в 37,9%, что расширяет потенциал хирургического лечения постгеморрагической гидроцефалии. Использование активной и пассивной санации ликворных пространств через систему ВСС позволяет устранить риск дисфункции, без дальнейшей замены и переустановки системы. Это подчеркивает, на наш взгляд, актуальность повышения радикальности санации краниоспинальных ликворных пространств, особенно при выполнении восстановительных дренирующих операций.

#### ВЫВОДЫ

1. Количественные показатели вторичного снижения ППМ при декомпенсации ликвородинамики и их восстановление первые недели после устранения НДД могут служить критериями объективной оценки в дифференциальном анализе гипертензионного и постгипоксического (ишемического) снижения ППМ.
2. Предложенный алгоритм коррекции декомпенсированных НДД у новорожденных с использованием методик КТСВ и ВСС расширяет потенциал раннего патогенетического лечения с повышением хирургического индекса стабилизации ликвородинамики.
3. Повышение радикальности хирургического лечения НДД после стентирования предложенной системой ВСС достигается за счет восстановления интракраниальной циркуляции и всасывания ликвора. Резервная интеграция системы ВСС с перитонеальным шунтом снижает риск дисфункции и расширяет потенциал использования шунтирующих систем для лечения постгеморрагической гидроцефалии.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
Conflict of interest. The authors have no conflict of interests to declare.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Внутрижелудочковые кровоизлияния, постгеморрагическая гидроцефалия у новорожденных детей, принципы оказания медицинской

помощи. Метод. рекомендации. Под ред. Володина Н. Н., Горельшева С. К., Попова В. Е. М.; 2014.

2. 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.

3. Хачатрян В. А., Самочерных К. А., Ким А. В., Николаенко М. С., Сысоев К. В., Дон О. А., Шаповалов А. С., Абрамов К. Б., Иванов В. П., Кобозев В. В. Вентрикуло-синустрансверзостомия в лечении декомпенсированной гидроцефалии у детей (результаты клинической апробации метода). Трансляционная медицина. 2017;4(1):20-28. doi:10.18705/2311-4495-2017-4-1-20-28

4. Miyajima M., Arai H. Evaluation of the Production and Absorption of Cerebrospinal Fluid. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2015;55(8):647-56. doi:10.2176/nmc.ra.2015-0003

5. Melo J.R.T., Passos R.K., Carvalho M.L.C.M. Cerebrospinal fluid drainage options for posthemorrhagic hydrocephalus in premature neonates. *Arq Neuropsiquiatr*. 2017;75(7): 433-438. doi:10.1590/0004-282X20170060

6. Whitelaw A., Lee-Kelland R. Repeated lumbar or ventricular punctures in newborns with intraventricular haemorrhage. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017; 6; 4: CD000216. doi: 10.1002/14651858.CD000216.pub2

7. Wellons J. C. 3rd, Shannon C. N., Holubkov R. Hydrocephalus Clinical Research Network. Shunting outcomes in posthemorrhagic hydrocephalus: results of a Hydrocephalus Clinical Research Network prospective cohort study. *J Neurosurg Pediatr*. 2017; 20(1): 19-29. doi: 10.3171/2017.1.PEDS16496

8. 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. doi:10.1007/s00381-018-3896-5

9. Власюк В. В. Перивентрикулярная лейкомаляция у детей. СПб, «Гликон Плюс». 2009: 218. [https:// ISBN 978-5-93682-540-8](https://ISBN978-5-93682-540-8).

10. Ahya K. P., Suryawanshi P. Neonatal periventricular leukomalacia: current perspectives. *Research and Reports in Neonatology* 2018; 8: 1-8. doi: 10.2147/RRN.S125575

11. Robinson S. Neonatal posthemorrhagic hydrocephalus from prematurity: pathophysiology and current treatment concepts. *J Neurosurg Pediatr*. 2012;9(3):242-58. doi:10.3171/2011.12.PEDS11136

12. Tan A. P., Svrckova 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. doi:10.1016/j.ejpn.2018.04.008

13. Kim H. M., Kim K. H. Clinical Experience of Infantile Posthemorrhagic Hydrocephalus Treated with Ventriculo-Peritoneal Shunt. *Korean J Neurotrauma*. 2015; 11(2): 106-11. doi: 10.13004/kjnt.2015.11.2.106
14. 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. doi:10.3109/02688697.2015.1096911
15. 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): 278-84. DOI:10.3171/2015.6.PEDS15132
16. Wright Z., Larrew T.W., Eskandari R. Pediatric Hydrocephalus: Current State of Diagnosis and Treatment. *Pediatr Rev*. 2016;37(11):478-490. doi:10.1542/pir.2015-0134
17. Di Rocco C., Turgut M., Jallo G., Martínez-Lage J. (eds) *Complications of CSF Shunting in Hydrocephalus: Prevention, Identification, and Management*. Springer IP. 2015:322.
18. Патент № 2715535. RU. Способ лечения постгеморрагической окклюзионной гидроцефалии у новорожденных / Волкодав О.В. - Опубл. 26.02.2020. - Бюл №7.
19. Патент № 2721455. RU. Способ лечения прогрессирующей гидроцефалии у детей // Волкодав О.В. - Опубл. 19.05.2020. - Бюл. №14.
20. neonates. *Arq Neuropsiquiatr*. 2017; 75(7): 433-438. doi:10.1590/0004-282X20170060
6. Whitelaw A., Lee-Kelland R. Repeated lumbar or ventricular punctures in newborns with intraventricular haemorrhage. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017; 6; 4: CD000216. doi: 10.1002/14651858.CD000216.pub2
7. Wellons J.C. 3rd, Shannon C.N., Holubkov R. Hydrocephalus Clinical Research Network. Shunting outcomes in posthemorrhagic hydrocephalus: results of a Hydrocephalus Clinical Research Network prospective cohort study. *J Neurosurg Pediatr*. 2017; 20(1): 19-29. doi: 10.3171/2017.1.PEDS16496
8. Kulkarni A.V., Sgouros S., Leitner Y. International Infant Hydrocephalus Study (IHS): 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. doi: 10.1007/s00381-018-3896-5
9. Власюк В. В. Перивентрикулярная лейкомаляция у детей. СПб, «Гликон Плюс». 2009: 218. [https:// ISBN 978-5-93682-540-8](https://ISBN978-5-93682-540-8).
10. Ahya K.P., Suryawanshi P. Neonatal periventricular leukomalacia: current perspectives. *Research and Reports in Neonatology* 2018; 8: 1-8. <https://doi.org/10.2147/RRN.S125575>
11. Robinson S. Neonatal posthemorrhagic hydrocephalus from prematurity: pathophysiology and current treatment concepts. *J Neurosurg Pediatr*. 2012; 9(3): 242-58. doi: 10.3171/2011.12.PEDS11136
12. Tan A.P., Svrckova 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. doi: 10.1016/j.ejpn.2018.04.008
13. Kim H.M., Kim K.H. Clinical Experience of Infantile Posthemorrhagic Hydrocephalus Treated with Ventriculo-Peritoneal Shunt. *Korean J Neurotrauma*. 2015; 11(2): 106-11. doi: 10.13004/kjnt.2015.11.2.106
14. 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. doi: 10.3109/02688697.2015.1096911
15. 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): 278-84. DOI:10.3171/2015.6.PEDS15132
16. Wright Z., Larrew T.W., Eskandari R. Pediatric Hydrocephalus: Current State of Diagnosis and Treatment. *Pediatr Rev*. 2016; 37(11): 478-490. doi: 10.1542/pir.2015-0134
17. Di Rocco C., Turgut M., Jallo G., Martínez-Lage J. (eds) *Complications of CSF Shunting in Hydrocephalus: Prevention, Identification, and Management*. Springer IP. 2015: 322.

## REFERENCES

18. Patent № 2715535. RU. Method for the treatment of post-hemorrhagic occlusive hydrocephalus in newborns / Volkodav O.V. - Publ. 26.02.2020. - Bul. №7.

19. Patent № 2721455. RU. Method for the treatment of progressive hydrocephalus in children / Volkodav O.V. – Publ. 19.05.2020. - Bul. №14.

