

*На правах рукописи*

ШЕВЧЕНКО

Кирилл Викторович

Гидроцефалия при идиопатической обструкции ликворных путей у взрослых:  
клиника, диагностика, хирургическое лечение

3.1.10. Нейрохирургия

3.1.25. Лучевая диагностика

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

доктора медицинских наук

Москва - 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научные консультанты:

доктор медицинских наук, профессор  
академик РАН,  
доктор медицинских наук, профессор

Шиманский Вадим Николаевич  
Пронин Игорь Николаевич

Официальные оппоненты:

Гаврилов Гаспар Владимирович доктор медицинских наук,  
ГБОУ ВПО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России,  
нейрохирургическое отделение N2, руководитель отделения, доцент кафедры  
нейрохирургии

Семенова Жанна Борисовна доктор медицинских наук, ГБУЗ  
«НИИ НДХиТ – Клиника доктора Рошаля», отдел нейрохирургии и  
нейротравмы, руководитель отдела

Синицын Валентин Евгеньевич доктор медицинских наук,  
профессор, МНОИ МГУ (УК МГУ), отдел лучевой диагностики, руководитель  
отдела

Ведущая организация: Государственное бюджетное учреждение  
здравоохранения города Москвы «Научно-исследовательский институт скорой  
помощи им. Н.В. Склифосовского департамента здравоохранения города  
Москвы»

Защита состоится «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 г. в 13.00 час. на заседании  
диссертационного совета 21.1.031.01, созданного на базе ФГАУ «НМИЦ  
нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, по адресу: 125047,  
г. Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д.16.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке  
ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России и на  
сайте Центра <http://www.nsi.ru>

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета 21.1.031.01  
доктор медицинских наук

Яковлев Сергей Борисович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Гидроцефалия при идиопатической обструкции ликворных путей (ГО) является понятием объемлющим, включающим как формы с внутрижелудочковой обструкцией, так и внежелудочковой обструкцией, в том числе нормотензивную гидроцефалию пожилых людей. Идиопатическая обструкция отверстия Монрое (ИООМ) является редкой патологией с неуставленной частотой встречаемости. Описание этого заболевания ограничено единичными случаями [Boruah 2016, Freudenstein 2002, Kalhorn 2011, Krucoff 2015, Mampalam 1991, Mizrahi 2016, Shukla 2016, Vaz-Guimaraes Filho 2011], поэтому и лечение его разнообразное, включает консервативные и хирургические методы.

«Золотым» стандартом лечения гидроцефалии при обструкции водопровода мозга, в том числе идиопатического стеноза водопровода мозга (ИОВМ) является эндоскопическая тривентрикулостомия (ЭТВ) [Cinalli 1999, Hellwing 2005]. Однако, эффективность этой операции не превышает 80% и значительная часть пациентов нуждается в реоперации. [Cinalli 2005, Goumnerova 1997, Kim 2000, Tisell 2002, Cinalli 2011].

Идиопатическая обструкция выходных отверстий IV желудочка (ИОЧЖ) наряду с ИООМ является редкой патологией и обусловлено гидроцефалией и вклиниванием миндалин мозжечка в большое затылочное отверстие (БЗО) [Hashimoto 2014, Hashish 2008, Karachi 2003, Yoshioha 1985, Shimoda 2017, Yoshioha 1985, Bai 2019, Carpentier 2001, Ishi 2015, Kasapas 2015, Longatti 2009, N'da 2017, Duran 2017, Huang 2001, Oertel 2010, Orakdogan 2015, Perez 2019].

Спектр хирургических вмешательств при ИОЧЖ представлен ЭТВ, эндоскопической пластикой отверстия Magendie, ликворошунтирующей операцией (ЛШО), микрохирургической операцией, а также сочетанием различных методик.

Ни одна из перечисленных операций не лишена недостатков и осложнений и не имеет доказательной базы ее эффективности [Bai 2019, Huang 2001, Kasapas

2015, Maloney 1954, Yoshioha 1985, Hashish 2008, Orakdogen 2015, Carpentier 2001, Hashimoto 2014, Ishi 2015, Karachi 2003, Longatti 2009, Mohanty 2008, Perez 2019, Suehiro 2000, Tine 2015, Oertel 2010, Kinouchi 1987, N'da 2017, Shimoda 2017, Duran 2017].

Гидроцефалия при идиопатической обструкции на уровне цистерн основания задней черепной ямки (ИОЦЗЧЯ) – мало изученная форма нарушения ликвородинамики, при которой препятствия току ликвора внутри желудочковой системы не наблюдается. Единого алгоритма лечения пациентов с подобными случаями водянки нет. Встречаются публикации, указывающие на возможность выполнения стандартной ЭТВ [Dincer 2009, Kehler 2011, Kehler 2003, Kandasamy 2013, Fritsch 2014, ReKate 2007]. Но в большинстве случаев применяется ЛШО. Эффективность лечения в обоих случаях не имеет доказательной оценки.

Идиопатическая нормотензивная гидроцефалия (ИНТГ) в настоящее время является самостоятельной нозологической формой. Для нее характерна триада симптомов: шаркающая, «магнитная» (или магнетическая), замедленная походка, недержание мочи и деменция; а также диспропорциональное расширение конвекситальных ликворных пространств.

Основная причина безальтернативного использования ЛШО – это отсутствие доступных для устранения препятствий току ликвора и особенность патогенеза заболевания. Использование ЭТВ у пациентов с ИНТГ может быть подвергнуто сомнению, поскольку, вполне вероятно, что у них подразумевалась обструктивная гидроцефалия без признаков внутричерепной гипертензии (ВЧГ) [Meier 2000, Mitchell 1999, Meier 2003, Gangemi 2004, Nailong 2008].

Внедрение эндоскопической техники в нейрохирургическую практику, в том числе при различных формах гидроцефалии, происходит стремительно с начала XXI века. Однако эффективность эндоскопических операций не изучена за редким исключением. Также, как и не определены нейрорентгенологические критерии эффективности операции.

## Степень разработанности темы

Среди отечественных нейрохирургов существенный вклад в развитие диагностики гидроцефалии и лечение пациентов с гидроцефалией внесли Ростоцкая В.И., Виноградова И.Н., Вознесенский С.Л., Салазкин М.А., Семерницкий Б.П., Меликян А.Г., Коршунов А.Е., Шахнович А.Р., Гаврилов Г.В., Хачатрян В.А. Их работы были связаны как освоением новых операций на ликворной системе мозга, так и с изучением патофизиологии гидроцефалии, некоторые ученые продолжают изучение проблемы нарушений ликвороциркуляции. Работы позволили улучшить отбор пациентов как для хирургических вмешательств в целом, так и дифференцированно подходить к хирургическому лечению некоторых форм гидроцефалии [Ростоцкая 1964, Ростоцкая 1969, Виноградова 1986, Вознесенский 1910, Салазкин 1956, Семерницкий 1974, Меликян 1999, Меликян 2002, Меликян 2012, Коршунов 2010, Шахнович 2009, Хачатрян 1998, Гаврилов 2009-2020].

В зарубежной литературе внимание также уделяется как изучению физиологии и патофизиологии ликвороциркуляции, так и совершенствованию диагностики, объективизации показаний к хирургическому лечению [Oi 1985-2011, Boon 1997-1999, Cinalli 1999-2011, ReKate 2007, ReKate 2008, Cinalli 1999-2011].

За последние 15 лет была открыта и описана глимфатическая система головного мозга, внесены существенные изменения в понимание ликвородинамики [Oi 2011, Al-Masri 2024, Iliff 2012, Iliff 2014, Louveau 2015, Louveau 2017, Wang 2020, Zhou 2020].

Особое внимание уделяется изучению идиопатической нормотензивной гидроцефалии, как самостоятельной нозологической единицы [Adams 1965, Гаврилов 2009-2020, Fritsh 2014, Kehler 2003, Mori 2012, Marmarou 2005, Boon 1987, Boon 1998, Boon 1999]. Исследований, объединяющих различные формы водянки головного мозга, в результате идиопатической обструкции ликворных путей, нет.

## Цель исследования

Определить и обосновать дифференцированную тактику хирургического лечения взрослых пациентов с идиопатической обструкцией ликворных путей на основании предложенной классификации, анализа неврологических симптомов, нейрорентгенологических данных, функционального статуса пациентов в послеоперационном периоде.

## Задачи исследования:

1. Определение нейрорентгенологических особенностей различных форм идиопатической обструкции ликворных путей у взрослых, роли различных режимов магнитно-резонансной томографии в диагностике идиопатической гидроцефалии взрослых;
2. Создание классификации гидроцефалии при идиопатической обструкции ликворных путей у взрослых с учетом специфических диагностических признаков и их сочетаний;
3. Оптимизация вида эндоскопического вмешательства в зависимости от классификационной группы, определить место ликворошунтирующей операции при идиопатической обструкции ликворных путей у взрослых;
4. Анализ результатов хирургического лечения взрослых пациентов с идиопатической обструкцией ликворных путей в раннем и отдаленном послеоперационном периодах в зависимости от используемого метода лечения (эндоскопическая операция или ликворошунтирующая операция);
5. Определение исходов лечения пациентов с гидроцефалией при идиопатической обструкции ликворных путей в зависимости от нейрорентгенологических особенностей заболевания, метода хирургического лечения;
6. Создание автоматизированной электронной системы поддержки принятия решений по тактике хирургического лечения пациентов с гидроцефалией при идиопатической обструкции ликворных путей у взрослых.

## Научная новизна

Впервые, на основании принципов доказательной медицины и с учетом выявленных патогномоничных нейрорентгенологических признаков создана классификация гидроцефалии при идиопатической обструкции ликворных путей у взрослых пациентов. Впервые понятие «идиопатической нормотензивной гидроцефалии» интегрировано в классификацию гидроцефалии при идиопатической обструкции ликворных путей.

Впервые представлены клинические и нейрорентгенологические критерии эффективности хирургического лечения пациентов с гидроцефалией при идиопатической обструкции ликворных путей на основании статистического анализа данных о пациенте в дооперационном и послеоперационном периодах.

Впервые проведено ретроспективное и проспективное когортное исследование, которое позволило проанализировать функциональные исходы хирургического лечения пациентов с гидроцефалией при идиопатической обструкции ликворных путей у взрослых в зависимости от данных анамнеза, динамики нейрорентгенологических данных, вида и особенностей оперативных вмешательств.

Впервые определено понятие экстравентрикулярной идиопатической обструкции ликворных путей и представлена высокая эффективность эндоскопической операции в ее лечении.

Впервые предложен алгоритм диагностических мероприятий при обращении пациента с гидроцефалией при идиопатической обструкции ликворных путей у взрослых пациентов.

## Теоретическая и практическая значимость

Определен объем предоперационного нейровизуализационного обследования, с необходимыми режимами магнитно-резонансной томографии.

Разработаны показания к эндоскопическим и ликворошунтирующим операциям на основании разделения пациентов на классификационные группы.

Определен объем выполнения эндоскопических вмешательств при гидроцефалии в зависимости от уровня обструкции (внутрижелудочковая или цистернальная). Определено место ликворошунтирующих операций при этих формах гидроцефалии.

Предложенное хирургическое лечение пациентов с идиопатической обструкцией ликворных путей позволило повысить функциональный статус пациентов в послеоперационном периоде, ускорить и упростить социальную и трудовую реабилитацию после операции, снизить необходимость связи «пациент-врач» за счет сокращения потребности в консультациях.

Результаты исследования позволили выработать алгоритм определения тактики ведения пациентов с идиопатической обструкцией ликворных путей на основании методов диагностики и лечения.

Основные результаты, положения и выводы диссертации используются в лекционных курсах и практических занятиях для подготовки ординаторов и аспирантов, а также курсах повышения квалификации специалистов.

#### Методология исследования

Методологической основой диссертационного исследования является анализ пациентов с гидроцефалией при идиопатической обструкции ликворных путей, проходивших хирургическое лечение в ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России с 2007 по 2023 гг. В исследование вошли как проспективные, так и ретроспективные данные. Для удобства анализа пациенты разделены на 6 групп в зависимости от уровня обструкции ликворных путей. В ходе исследования применялись общенаучные методы обобщения, дедукции, статистического и сравнительного анализов, табличные и графические приемы визуализации данных.

#### Положения, выносимые на защиту

1. Пациенты с гидроцефалией при идиопатической обструкции ликворных путей имеют неврологические проявления различной степени тяжести.

2. Инвазивный мониторинг внутричерепного давления показал наличие отклонений во внутричерепных взаимоотношениях даже у пациентов с бессимптомным течением заболевания, что позволяет рекомендовать применение эндоскопических операций у пациентов с внутрижелудочковой и экстравентрикулярной цистернальной обструкцией ликворных путей в качестве профилактических с учетом минимального риска их выполнения.

3. Возможности современной магнитно-резонансной томографии с использованием ликворографических (T2 3D CUBE и FIESTA / CISS) и ликвородинамических (фазово-контрастная магнитно-резонансная томография) режимов позволяют корректно установить уровень обструкции ликворных путей и распределить пациентов в различные классификационные группы. При этом показатели ASL-перфузии не коррелируют с функциональными исходами оперативного лечения.

4. Магнитно-резонансная томография и пробы с эвакуацией ликвора позволяют свести к минимуму инвазивный мониторинг при определении показаний к ликворошунтирующей операции.

5. Разработанная классификация гидроцефалии при идиопатической обструкции ликворных путей проста, логична и многообъемлющая, на ее основании возможно определение показаний к различным видам эндоскопических вмешательств или ликворошунтирующим операциям. В ней также предусмотрена позиция, предусматривающая случаи, при которых локализовать уровень обструкции в настоящее время невозможно.

6. При гидроцефалии в результате интравентрикулярной и экстравентрикулярной цистернальной обструкции предпочтение стоит отдавать эндоскопическим вмешательствам, а ликворошунтирующие операции применять только при их неэффективности, предварительно выполнив пробу с эвакуацией ликвора (tap-тест). У пациентов с обструкцией на уровне конвексимальных ликворных пространств и тех, у кого не было найдено признаков обструкции, единственным видом хирургического вмешательства является ликворошунтирующая операция.

7. Отдаленные результаты лечения показывают, что у большинства пациентов наступает регресс неврологической симптоматики, позволяющий вернуться к прежней трудовой и социальной жизни.

8. Хирургическое вмешательство у пациентов с гидроцефалией при идиопатической обструкции ликворных путей является единственным эффективным методом лечения.

#### Степень достоверности результатов

Достоверность, обоснованность результатов и выводов данного исследования подтверждается их соответствием, адекватно поставленным целям и задачам и подтвержденных статистической достоверностью данных.

#### Апробация работы

Основные положения и результаты диссертации доложены и обсуждены на: Основные положения и результаты диссертации доложены и обсуждены на: I Российско-Китайском конгрессе нейрохирургов (Уфа, 18 – 20 октября 2017 г.), VIII Всероссийском съезде нейрохирургов (Санкт-Петербург, 18–22 сентября 2018 г.), The 2nd meeting of neurosurgical academic committee of association of Sino-Russia Medical Universities (г. Харбин, Китай, 5-7 июля 2019 г.), XVIII Всероссийской научно-практической конференции «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург, 15 по 18 апреля 2019 г.), IX Всероссийском съезде нейрохирургов (Москва, 15—18 июня 2021 г.), Всероссийской научно-практической конференции «Периоперационные осложнения в нейрохирургии и травматологии. Как я с этим справился.» (Красноярск, 25-26 сентября 2021 г.), конференции «Современная нейрохирургия в Южном Федеральном округе» (Ялта, 14–15 октября 2021 г.), Конференции нейрохирургов Северо-Кавказского Федерального округа (Махачкала, 28–29 октября 2021 г.), XXI научно-практической конференции «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург, 26 по 28 апреля 2022 г.), Третьем Сибирском Нейрохирургическом Конгрессе (Новосибирск, 11 по 16 июля 2022 г.), Всероссийской научно-практической

конференции «Осложнения и ошибки в нейрохирургической практике» (Красноярск, 30 сентября — 1 октября 2023 г.), Конференции нейрохирургов Северо-Кавказского Федерального округа (Нальчик, 5 декабря 2023 г.); X Всероссийском съезде нейрохирургов (Нижний Новгород, 10-13 сентября 2024 г.), Всероссийском нейрохирургическом форуме (Москва, 18-20 июня 2025 г.); на расширенном заседании проблемной комиссии «Хирургия основания черепа» ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России 15.08.2025 года.

#### Внедрение результатов в практику

Результаты работы внедрены в практическую работу 5 нейрохирургического отделения (околостволовые опухоли) ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, а также в учебный процесс кафедры Нейрохирургии с курсами нейронаук ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России.

#### Личное участие автора в получении результатов

Исследование осуществлялось автором лично: определены цель и задачи исследования, изучены данные литературы, выполнен сбор материалов, проведен анализ полученных результатов хирургического лечения взрослых пациентов с гидроцефалией при идиопатической обструкции ликворных путей, сформулированы выводы и практические рекомендации; автор непосредственно принимал участие в лечении пациентов (автором проведены оперативные вмешательства 294 из 392 пациентов, в 18 операциях участвовал в качестве ассистента, выполнил сбор катамнеза; принимал непосредственное участие в подготовке публикаций по теме диссертационной работы. Самостоятельно написал текст диссертации и автореферата.

#### Публикации

По материалам диссертации опубликовано 30 печатных работ, в которых

полностью отражены основные положения, результаты и выводы диссертационного исследования. Из них 16 статей в научных рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК при Минобрнауки РФ, 11 работ - в виде статей и тезисов в материалах отечественных и зарубежных съездов, конгрессов и конференций, 1 глава в учебном пособии, зарегистрировано 2 патента РФ на изобретение (№ 2023105776, № 2789524) – в официальном Бюллетене Федеральной службы по интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ).

### Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 355 страницах текста, содержит 28 таблиц, 99 рисунков. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений, списка литературы и 5 приложений. Список литературы включает 376 источников, из них 39 отечественных и 337 зарубежных.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Материал и методы исследования

В исследование вошли 392 пациента, оперированных в ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России с октября 2011 года по декабрь 2023 года.

Критерии включения: появление симптомов заболевания во взрослом возрасте у людей, ранее считавших себя здоровыми; отсутствуют указания на этиологию гидроцефалии или обструкции ликворных путей (опухоль, черепно-мозговую травму, субарахноидальное кровоизлияние, неонатальное внутрижелудочковое кровоизлияние, менингит, менингомиелоцеле или энцефалоцеле, а также отсутствие указаний на врожденную гидроцефалию).

Критерии исключения из исследования:

1. операции или проведение лучевого лечения по поводу заболеваний центральной нервной системы в анамнезе;

2. ранее пациент был оперирован по поводу гидроцефалии за пределами ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России.

В ходе анализа данных магнитно-резонансной томографии (МРТ) головного мозга были отмечены места наиболее частой интравентрикулярной и экстравентрикулярной обструкции ликворных путей. Это были: отверстие Монрое (Г1), водопровод мозга (Г2а), выходные отверстия IV желудочка (Г2б), область предмостовой цистерны (Г3), конвекситальные ликворные щели (Г4). Кроме этого, были обнаружены случаи вентрикуломегалии без вышеуказанных и каких-либо иных видимых локусов обструкции (Г5).

Самой частой формой гидроцефалии при идиопатической обструкции ликворных путей (Г0) была Г2а - 154 (39,3% случаев). Г2б, Г3, Г4 и Г5 встречались в 26 (6,6%), 95 (24,2%), 64 (16,3%) и 34 (8,7%) случаев соответственно. Самой редкой формой Г0 была Г1 - 17 (4,4%) случаев. При этом в 2 случаях встретилась комбинация двух форм: 1 (0,3%) случай - Г1 в комбинации с Г2а, 1 (0,3%) случай Г1 в комбинации с Г2б (Рисунок 1).

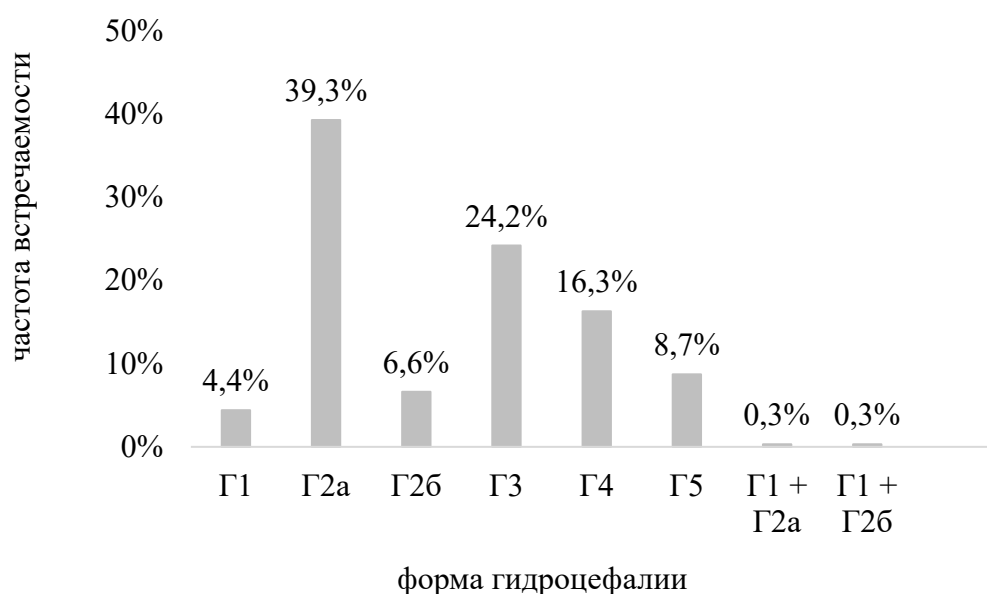


Рисунок 1 – Частота встречаемости различных форм Г0

Возраст пациентов всей выборки варьировал от 18 до 85 лет. Средний возраст пациентов составил  $51,01 \pm 18,05$  лет, а медиана была 54.00 [34.00, 67.00]

лет. При этом в возрасте до 60 лет включительно заболевание зарегистрировано у 235 (59,9%) пациентов, а старше 60 лет – у 157 (40,1%) пациентов ( $p < 0,001$ ).

Распределение пациентов по возрасту при всех формах Г0 представлено на рисунке 2 ( $p < 0,001$ ).

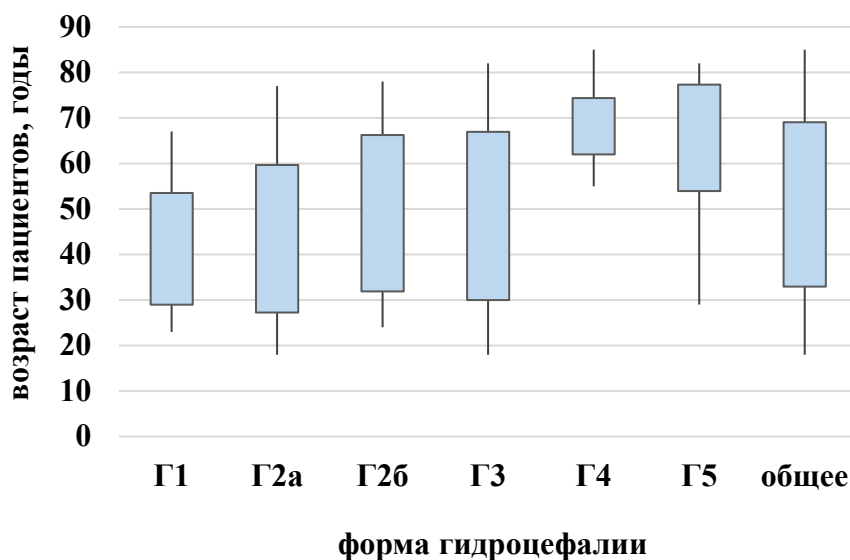


Рисунок 2 – Распределение пациентов по возрасту при различных формах Г0

Общее распределение пациентов по полу представилось, как 180 (45,9%) мужчин и 212 (54,1%) женщин. В каждой из классификационных групп преобладали женщины, за исключением группы Г5, где было малозначительное преобладание мужчин, но выявленное гендерное распределение статистически недостоверно ( $p = 0,532$ ) (Рисунок 3).

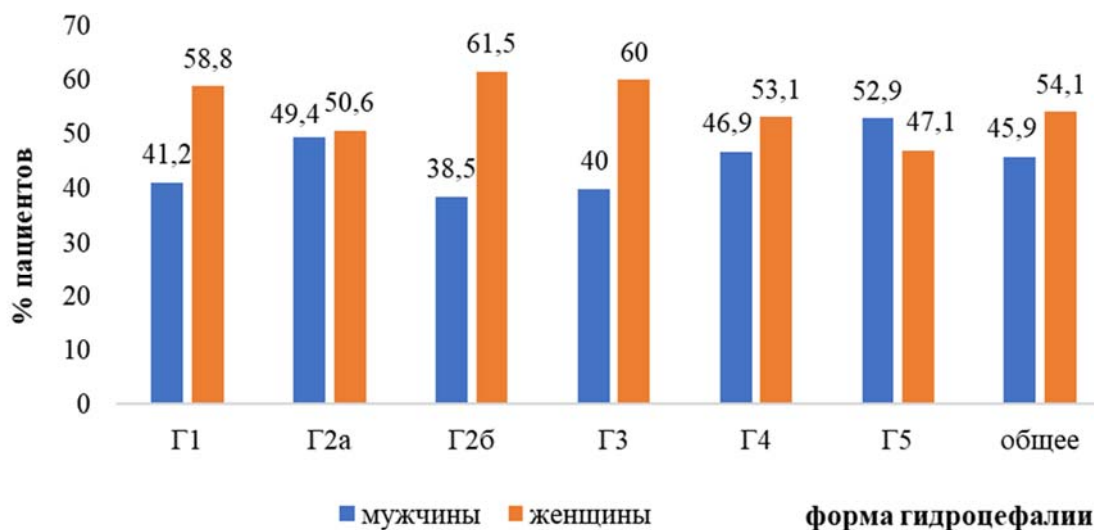


Рисунок 3 – Распределение пациентов по полу при всех формах Г0

Обследование пациентов включало сбор жалоб, анамнеза заболевания, анамнеза жизни, физикальный осмотр, оценку неврологического и функционального статуса пациентов (шкала Kiefer, модифицированная шкала Rankin, шкала MMSE, шкала коморбидности Kiefer), МРТ головного мозга. У здорового человека значение по шкалам Kiefer и Rankin равно 0. Особое внимание уделялось выявлению этиологического фактора гидроцефалии.

### **Нейровизуалиционное обследование**

Для оценки МРТ головного мозга, помимо стандартного протокола исследования, пациентам в обязательном порядке выполнялись аксиальные срезы в режимах T2, FLAIR и FIESTA (CISS), сагиттальные срезы в режимах T2 и FIESTA (CISS), фронтальные срезы в режимах T2, FIESTA (CISS).

#### *Оценка аксиальных магнитно-резонансных томограмм*

По аксиальным срезам в режимах T2, FLAIR и FIESTA (CISS) оценивались размеры желудочков головного мозга, проводился подсчет индексов (Evans, FOHR, FHR, BCR, 3VSFR, TVWT, FVWAP, FVWT). Желудочки считались расширенными, если индекс FOHR был  $\geq 0,4$  [O'Hayon 1998, Reinard 2015, Fritch 2014, Rigamonti 2014] и / или Evans был  $\geq 0,3$  [Ishikawa 2008, Klinge 2005, Relkin 2005, Fritch 2014, Rigamonti 2014]. По режимам T2 и FLAIR оценивалось изменение сигнала в перивентрикулярных областях больших полушарий мозга (лейкоареоз, отек), наличие очагов изменений сигнала в веществе мозга на отдалении от желудочков. За изменения сигнала в веществе мозга принимались очаги изоинтенсивного или слегка гипоинтенсивного сигнала в режиме T2 и очаги гиперинтенсивного сигнала в режиме FLAIR. По срезам в режиме FIESTA определялось наличие мембран в просвете отверстий Monroe. Положение межжелудочковой перегородки (МЖП) считалось нормальным, когда она проходила вдоль средней линии или по средней линии и не имела инвагинации в сторону. Отклонение МЖП в сторону свидетельствовало о наличии градиента давления между боковыми желудочками мозга.

### *Оценка сагиттальных магнитно-резонансных томограмм*

По сагиттальным изображениям в режиме T2 определялся артефакт от пульсации ликвора в просвете водопровода мозга и на выходе из IV желудочка. Его наличие считалось признаком проходимости указанных образований.

Сагиттальные томограммы в режиме FIESTA позволяли визуализировать препятствие в просвете водопровода мозга и в области отверстия Magendie, положение преамиллярной мембраны (ПММ) и форму III желудочка, положение крыши III желудочка, расширение водопровода мозга, положение ПММ положение бифуркации основной артерии (ОА), размеры турецкого седла, состояние большой затылочной цистерны (БЗЦ).

### *Оценка фронтальных магнитно-резонансных томограмм*

Фронтальные томограммы в режиме T2 позволяли определить артефакт от пульсации ликвора по отверстиям Монрое, что свидетельствовало о их проходимости. В режиме FIESTA верифицировался характер обструкции отверстия Монрое (стеноз или мембрана). В режимах T2 и FIESTA оценивалось положение МЖП, наличие в ней дефектов. На уровне задней спайки проводилось измерение угла мозолистого тела.

### *Фазово-контрастная магнитно-резонансная томография головного мозга*

Фазово-контрастная МРТ головного мозга с кардиосинхронизацией (ФКМРТ) заключалась в оценке косоугольного аксиального среза перпендикулярно водопроводу мозга с количественным исследованием параметров движения ликвора в нем. ФКМРТ была выполнена в части случаев, но, фактически, ее значение было велико при подозрении на стеноз водопровода мозга без полной его обструкции (т.е. при наличии артефакта от пульсации ликвора и расширении боковых и III желудочков).

### **Методы инвазивной диагностики**

Инвазивные методы исследования ликвородинамики применялись в 39 наблюдениях (9,94%), Длительный мониторинг внутричерепного давления

(ВЧД) использовали у 36 пациентов, исследования ВЧД при ортостатической нагрузке были выполнены в 32 случаях, а инфузионный тест – в 9 случаях.

Во время исследования протокол применения инвазивных методов диагностики изменился: отказ от инвазивного мониторинга ВЧД в пользу неинвазивной диагностики по МРТ головного мозга и проб с эвакуацией ликвора.

Перед проведением люмбальной пункции, через 1,5 – 2 часа и 12 – 24 часа после пункции у пациентов оценивались и регистрировались на видео следующие показатели: ходьба на 10 метров в спокойном темпе, ходьба на 10 метров с одновременным обратным счетом вслух от 50 к 0, поворот на месте вокруг своей оси на 360°, «3 метра up and go» (TUG-тест), Grooved pegboard test, оценка когнитивных функций.

Все операции выполнялись под общей анестезией. Всего было выполнено 237 (60,5%) эндоскопических операций и 131 (33,4%) ЛШО в качестве первичных операций. В 1 (0,3%) случае были выполнены эндоскопическая операция и ЛШО одновременно. В 23 (5,9%) случаях операция не проводилась.

Оценка состояния пациента после операции проводилась в плановом порядке через 2 и 12 месяцев после операции. В дальнейшем пациенты осматривались в случае ухудшения состояния.

### **Статистическая обработка материала**

Статистический анализ данных проведен с помощью языка статистического программирования и среды R (версия 3.6.1) в IDE RStudio (версия 1.3.1093). Распределение непрерывных и дискретных количественных переменных в выборке представлены как среднее арифметическое и стандартное отклонение ( $M \pm SD$ ) для нормально распределенных случайных величин, медиана и квартили ( $Me [Q1; Q3]$ ) для величин, распределение которых отличается от нормального. Категориальные показатели представлены как абсолютное число и процентное соотношение ( $n (\%)$ ).

Соответствие выборки нормальному распределению определялось с помощью теста Шапиро-Уилка. Тестирование статистических гипотез о различии в распределении количественных переменных в независимых выборках проводили с помощью метода Манна-Уитни, для зависимых выборок использовался критерий Уилкоксона для парных сравнений. Корреляцию между количественными величинами оценивали с помощью коэффициента корреляции Спирмена. Различия в распределениях категориальных переменных в независимых выборках тестировали с помощью критерия Хи-квадрат и точного критерия Фишера, для зависимых выборок использовался критерий Мак-Немара. Для оценки взаимосвязи между исходами и их предикторами проводили многомерный анализ с помощью бинарной логистической регрессии.

Для оценки динамики параметров ВЧД при ортостатической нагрузке и после операции использовали парный критерий Стьюдента, при этом контролировали нормальное распределение значений параметров ликвородинамики до и после ортостатической нагрузки. Для исследования связи параметров ликвородинамики с качественными признаками использовали критерий Стьюдента. Для оценки связи параметров ликвородинамики с другими количественными параметрами (возраст, окружность головы, индекс передних и задних рогов) использовали непараметрический коэффициент корреляции Спирмена.

Для оценки связи исходов лечения с качественными признаками использовали точный критерий Фишера (двусторонний вариант). Для оценки связи исходов лечения с количественными параметрами использовали критерий Стьюдента.

За уровень статистической значимости было принято значение  $p < 0,05$ .

В настоящем исследовании для разработки моделей прогноза формы гидроцефалии применялись методы машинного обучения с использованием предикторов. Прогнозируемый исход включал оценку формы гидроцефалии без сторонности и формы гидроцефалии по сформулированной классификации.

На этапе предварительной обработки данных были удалены наблюдения с пропущенными значениями и проверено количество уникальных значений по каждому предиктору. Прогнозирование исходов решали, как задачу классификации. Для обучения математических моделей использовали семейство библиотек `mlr3verse` на языке R версия 4.4.1 в IDE RStudio (версия 1.3.1093).

Была проведена оценка 45 моделей классификации, доступных в библиотеке `mlr3` и способных обрабатывать переменные как числовые, так и типа «фактор». Набор данных был разделён на обучающую и тестовую выборки в отношении 3:2. Оценку качества обучения проводили с применением стратегии 10-кратной перекрестной проверки. Для оценки и сравнения качества разных моделей использовали следующие метрики: точность, сбалансированную точность, F-меру и площадь под кривой (AUC-ROC).

Согласно результатам, наилучшие показатели качества классификации были достигнуты при использовании модели классификационной нейронной сети (`classif.nnet`). Для всех целевых показателей, за исключением формы гидроцефалии без сторонности, предел превысил 90%. Для формы гидроцефалии без сторонности точность составила 89%.

### **Клиническая картина гидроцефалии при идиопатической обструкции ликворных путей**

Длительность анамнеза заболевания у пациентов была  $44,88 \pm 51,26$  (0,5 – 312) месяцев, медиана 24,00 [12,00, 60,00] месяцев. При анализе клинических проявлений Г0 были выявлены гипертензионные симптомы, триада гидроцефалии в виде нарушения походки, краткосрочной памяти и недержания мочи, а также другие проявления.

Для пациентов с каждой формой гидроцефалии был учтен соматический статус: отмечено наличие всех хронических заболеваний и выполнена оценка по шкале коморбидности Kiefer. Среднее значение по шкале коморбидности Kiefer составило  $0,71 \pm 1,29$  (0 – 8) баллов, а медиана – 0,00 [0,00 – 1,00]. Наиболее коморбидными были пациенты с Г4.

При всех формах Г0 для пациентов более молодого возраста (до 60 лет) достоверно ( $p < 0,001$ ) характерны общемозговые, гипертензионные симптомы, а также легкие нарушения походки (шаткость), мочеиспускания (ложные позывы) и когнитивных функций (забывчивость, нарушение концентрации внимания). В противоположность этому у пациентов старше 60 лет в клинической картине заболевания доминирует симптоматика триады Hakim-Adams, а общемозговые и гипертензионные симптомы встречаются крайне редко ( $p < 0,001$ ).

В случаях Г2а худший показатель по шкале MMSE до операции достоверно зависел от большего дооперационного значения индексов FOHR ( $p < 0,001$ ,  $r = -0,33$ ), FHR ( $p = 0,012$ ,  $r = -0,24$ ) и TVWT ( $p = 0,012$ ,  $r = -0,25$ ). Была получена зависимость между наличием признаков ВЧГ на глазном дне и изменением сигнала в перивентрикулярном мозговом веществе в T2 и FLAIR ( $p = 0,002$ ). Была найдена зависимость между более тяжелым дооперационным состоянием пациентов по шкале Rankin и дооперационными значениями индексов 3VSFR ( $p = 0,04$ ,  $r = -0,17$ ) и FVWT ( $p = 0,012$ ,  $r = 0,22$ ), а также взаимосвязь между более тяжелым дооперационным состоянием пациентов по шкале Kiefer и изменениями сигнала в режимах T2 и FLAIR в области подкорковых ядер по MPT ( $p = 0,015$ ).

При Г2б с увеличением размеров IV желудочка и повышением сигнала вокруг желудочков в режимах T2 и FLAIR, функциональное состояние пациентов ухудшалось ( $p < 0,001$  и  $p = 0,037$  соответственно).

У пациентов с Г3 был самый длительный анамнез заболевания и не было ни одного случая признаков ВЧГ на глазном дне ( $p < 0,001$ ).

При Г4 и Г5 клиническая картина заболевания характеризуется триадой симптомов Hakim-Adams (атаксия, недержание мочи и деменция) в различных комбинациях ( $p < 0,001$ ) (Рисунок 4).

При Г1, Г2а, Г2б чаще встречаются признаки ВЧГ ( $p < 0,05$ ), чего почти не встречается при формах Г0 без внутрижелудочковой обструкции (Рисунок 5).



Рисунок 4 – Частота встречаемости и сочетания симптомов триады Hakim-Adams у пациентов с Г4

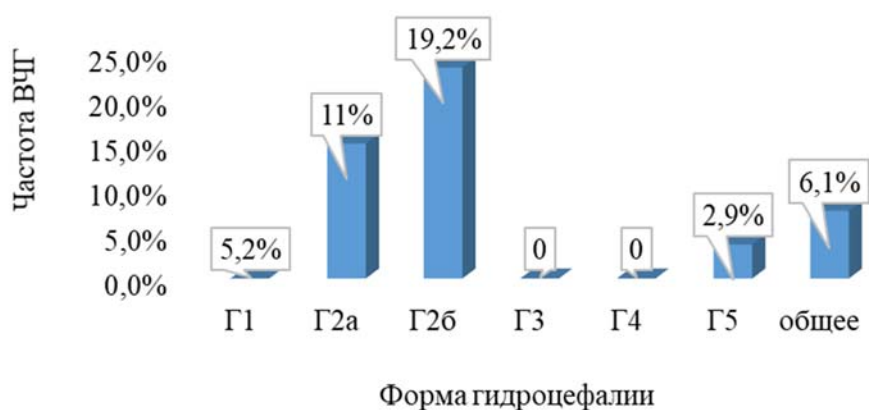


Рисунок 5 – Частота внутричерепной гипертензии у пациентов с различными формами Г0

Пациенты старшего возраста намного чаще страдают формами Г4 и Г5, при этом у них редко выявляются формы с внутрижелудочковой и цистернальной обструкцией ( $p < 0,001$ ) (Рисунок 6). Функциональное состояние пожилых пациентов перед операцией было существенно хуже, чем у молодых ( $p < 0,001$ ).

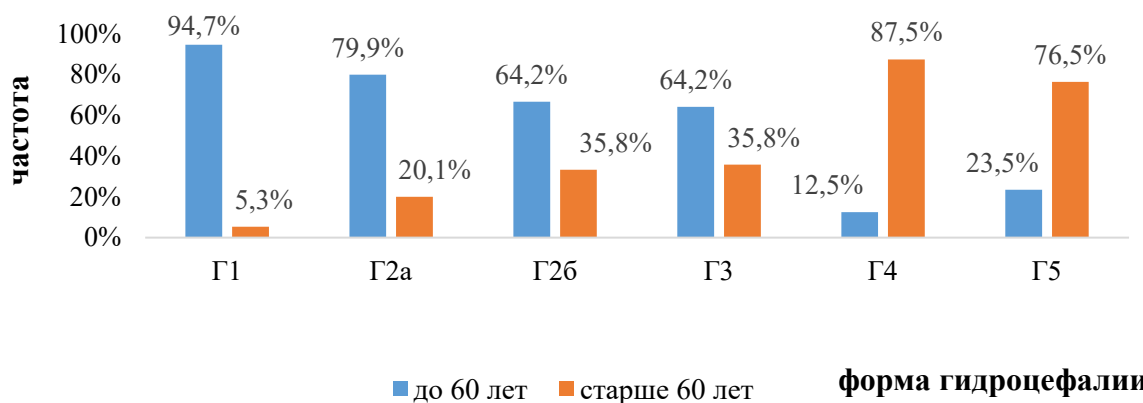


Рисунок 6 – Встречаемость различных форм Г0 у пациентов до 60 лет и после 60 лет

## **Нейрорентгенологическая картина гидроцефалии при идиопатической обструкции ликворных путей**

Степень расширения желудочков очень вариабельна. При форме Г1 изменения охватывают только боковые желудочки мозга, между ними градиент давления присутствует или отсутствует в зависимости от сторонности поражения отверстия Монрое. Для Г2а характерно расширение боковых и III желудочков. При Г2б и Г3 расширяются все желудочки мозга. При Г4 и Г5, как правило, наблюдается тривентрикулярная гидроцефалия, в случаях атрофии мозговых структур задней черепной ямки (ЗЧЯ) также может расширяться и IV желудочек ( $p < 0,05$ ). Форму Г3 отличает самые высокие показатели размеров боковых желудочков мозга ( $p < 0,05$ ).

Обструктивные формы Г2а, Г2б и Г3 характеризуются сочетанием расширения желудочковой системы мозга с формированием градиента давления между желудочками и цистернами основания ЗЧЯ, о чем свидетельствует вентральная дислокация (ВД) ПММ. В некоторых случаях при двусторонней обструкции отверстия Монрое можно наблюдать уплощение крыши III желудочка. Перивентрикулярное повышение сигнала на аксиальных срезах МРТ в режимах T2 и FLAIR характеризует формы Г4 и Г5 ( $p < 0,001$ ), не встречается при Г3 и сочетается с признаками ВЧГ при формах Г1, Г2а и Г2б. Очаги патологического изменения сигнала в подкорковой области на МРТ в режимах FLAIR и T2 характеризуют формы Г4 и Г5 ( $p < 0,05$ ).

Сдавление конвекситальных субарахноидальных пространств (САП-К) характерно для Г1, Г2а, Г2б, существенно реже встречается при Г3. Для пациентов с Г4 патогномичным симптомом является «диспропорциональное расширение субарахноидальных пространств» (DESH). Для случаев Г5 характерно расширение всех ликворных пространств. Субарахноидальные пространства задней черепной ямки (САП-ЗЧЯ) при формах Г1, Г2а, Г2б, как правило, выражены нормально, в некоторых случаях наблюдается их сдавление (при Г2б) ( $p < 0,05$ ). При Г3, Г4 и Г5 САП-ЗЧЯ чаще расширены.

Дислокация МЖП характерна исключительно для Г1 с односторонней

обструкцией. ВД ПММ характеризует формы Г2а, Г2б и Г3. Формы гидроцефалии Г4 и Г5 не проявляются градиентом давления между желудочковой системой мозга и цистернами основания ЗЧЯ. Изменение угла мозолистого тела в сторону острого (т.е. менее 90 градусов), характерно для всех форм Г0.

Отсутствие артефакт от пульсации ликвора по водопроводу мозга на сагиттальных срезах МРТ в режиме T2 патогномично характеризует форму Г2а. В случаях неполной обструкции водопровода мозга и при всех других формах Г0 артефакт от пульсации ликвора присутствует. Аналогичная визуализационная картина наблюдается в области отверстия Magendie при Г2б.

На сагиттальных изображениях МРТ в режиме FIESTA (CISS) при Г2а определяется препятствие в водопровode мозга. Форма Г3 характеризуется наличием дополнительной мембраны между скатом и стволом мозга на уровне предмостовой цистерны. Фронтальные срезы МРТ в режиме FIESTA (CISS) могут продемонстрировать стеноз или мембранозную окклюзию отверстия Monroe.

Признаки, аналогичные мальформации Chiari 1 типа, в виде заполнения БЗЦ каудальными отделами гемисфер мозжечка, пролабирование миндалин мозжечка в БЗО и формирование сирингомиелии характерно для Г2б гидроцефалии, в меньшей степени для Г2а и Г1 гидроцефалии и не характерно для Г3, Г4 и Г5.

У 22 (5,6%) пациентов в качестве предоперационной диагностики была проведена бесконтрастная МРТ-ASL-перфузия головного мозга. Не выявлено зависимости между показателями ASL-перфузии и рентгенологическими признаками гидроцефалии, а также тяжестью состояния пациентов перед операцией ( $p > 0,05$ ). В ходе данного исследования на доказательной основе определена встречаемость нейрорентгенологических признаков гидроцефалии, а идентификация наиболее частых и характерных из них, как по отдельности, так и в совокупности, позволила сформулировать классификацию Г0, позволившей изменить привычную тактику лечения пациентов (Таблица 2).

Таблица 2 - Предлагаемая классификация гидроцефалии при идиопатической обструкции ликворных путей

Форма гидроцефалии	Название	Локализация обструкции
Г1 Сторона: D S DS Тип А Тип В Тип С	Гидроцефалия при обструкции отверстий Монгое - справа - слева - с обеих сторон стеноз мембранозная окклюзия функциональный стеноз	Отверстия Монгое
Г2а	Гидроцефалия при стенозе водопровода мозга	Водопровод мозга
Г2б	Гидроцефалия при обструкции выходных отверстий 4 желудочка	Отверстия Magendie и Lushka
Г3: А В	Гидроцефалия при экстравентрикулярной обструкции: - узкие цистерны ЗЧЯ - широкие цистерны ЗЧЯ	Цистерны задней черепной ямки
Г4	Гидроцефалия с диспропорциональным расширением субарахноидальных пространств	Конвекситальные субарахноидальные пространства
Г5	Гидроцефалия без признаков обструкции ликворных путей	Обструкция отсутствует / не верифицируется

На основании этого был разработан алгоритм оценки нейрорентгенологических признаков Г0 (Рисунки 8 и 9) и разработана компьютерная модель диагностики Г0 (<http://10.4.1.98:3838/HydroApp/>).

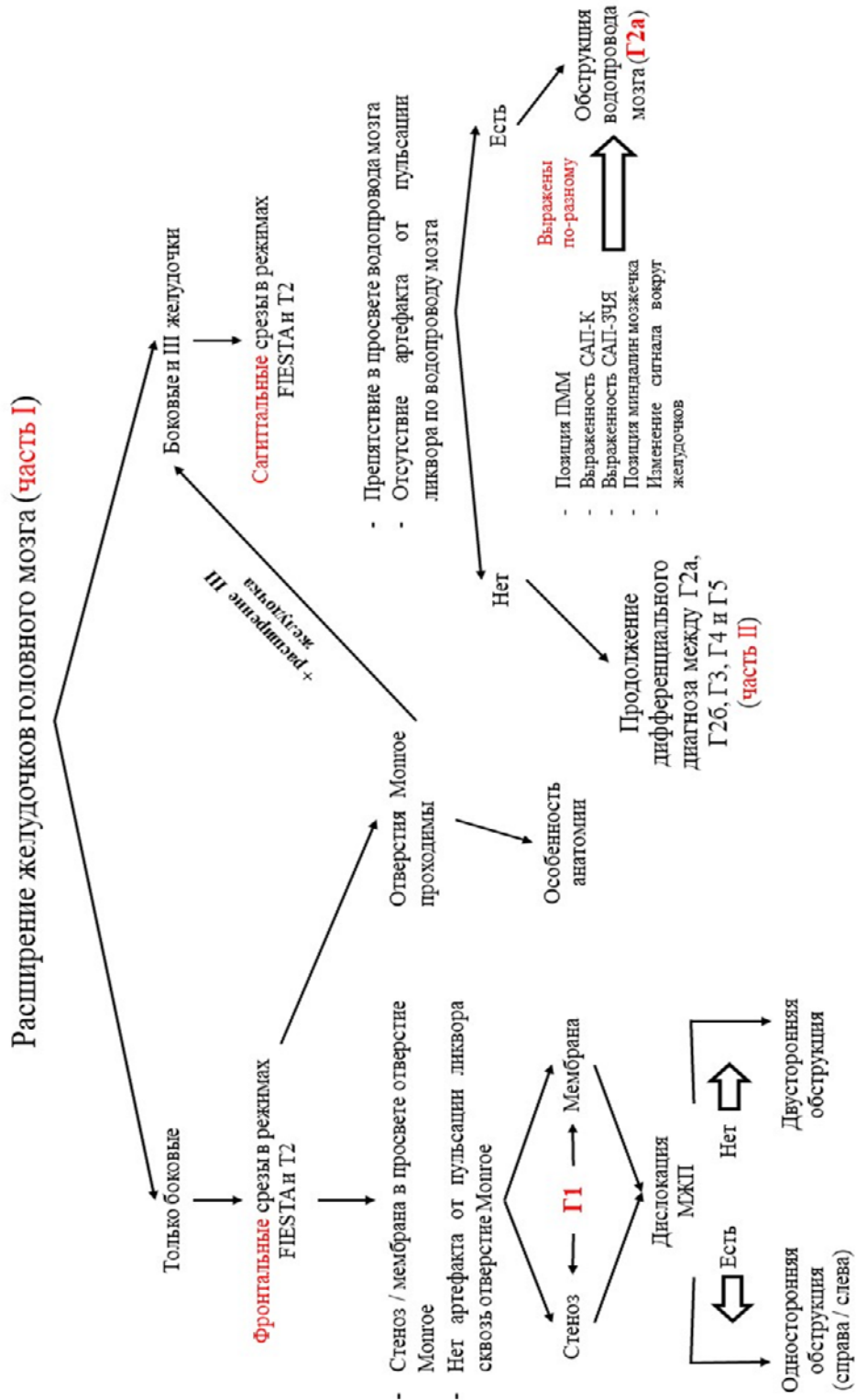


Рисунок 8 – Последовательность оценки рентгенологических признаков и выявление гидроцефалии при идиопатической обструкции отверстия Монгое (Г1) и водопровода мозга (Г2а)

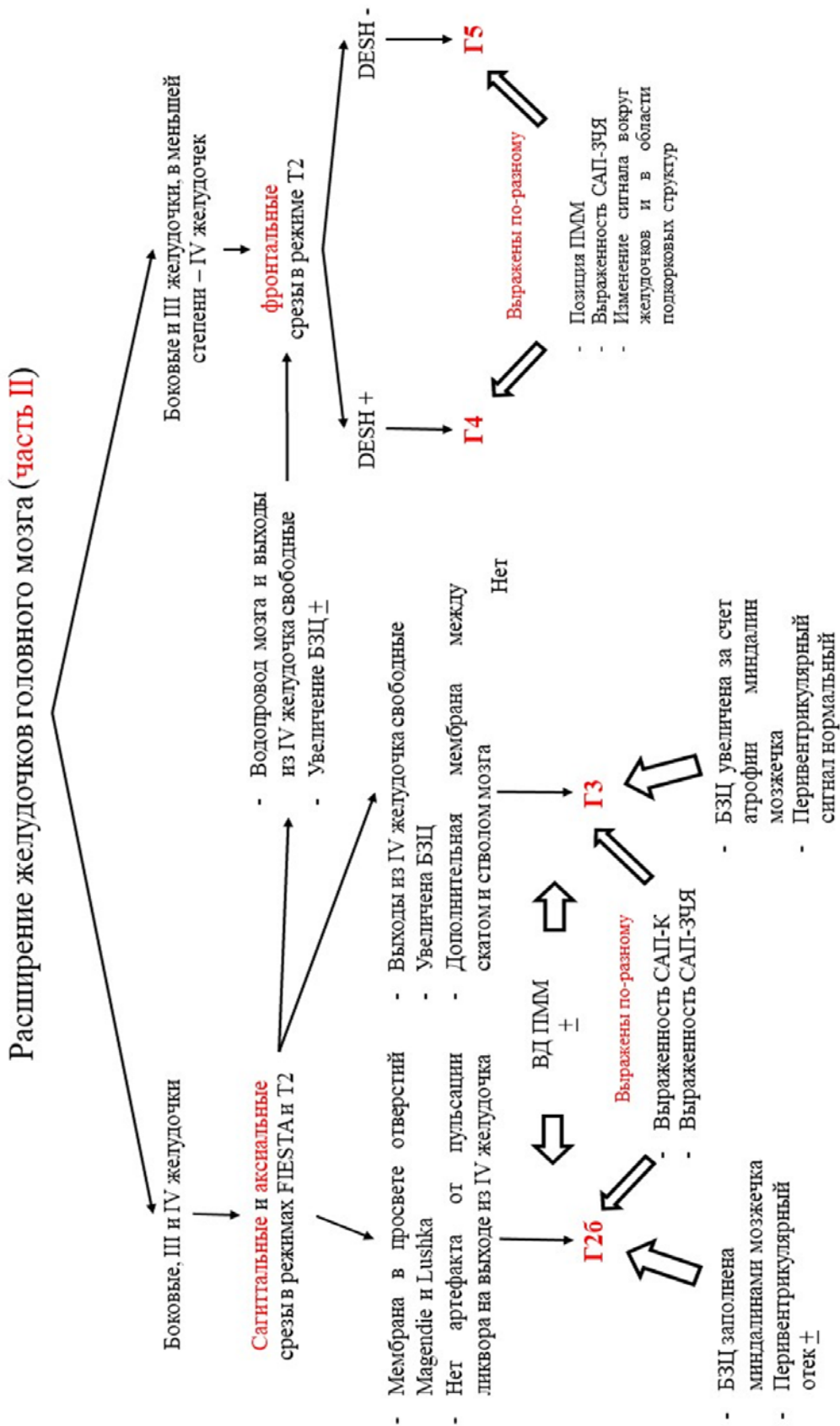


Рисунок 9 – Последовательность оценки рентгенологических признаков и выявление гидроцефалии при идиопатической обструкции выходных отверстий из IV желудочка (Г26), на уровне цистерн основания задней черепной ямки (Г3) и конвекситальных ликворных пространств

## **Результаты хирургического лечения пациентов с идиопатической обструкцией отверстия Монрое (Г1)**

У 15 из 17 пациентов была проведена эндоскопическая операция в качестве первичной. Катамнез был прослежен у 16 из 17 пациентов (2 – 60 месяцев, в среднем 21,9 месяца).

### ***Односторонняя обструкция отверстия Монрое***

Односторонняя обструкция была у 7 пациентов. В 1 случае – мембрана, напоминающая по своему виду арахноидальную, в 6 случаях – стеноз отверстия Монрое. У всех 7 пациентов (100%) с односторонней обструкцией отверстия Монрое была выполнена эндоскопическая септостомия, при наличии мембранозной обструкции – рассечение мембраны.

### ***Двусторонняя обструкция отверстия Монрое***

С двусторонней обструкцией отверстия Монрое было 10 пациентов. У 6 пациентов (70%) наблюдался двусторонний стеноз, у 2 пациентов – крайне медиальное расположение внутренней границы зрительных бугров, у 1 пациента – двусторонняя мембранозная обструкция, а у 1 (10%) пациента – с одной стороны был стеноз, а с другой стороны мембранозная обструкция. В 2 случаях двусторонней обструкции отверстия Монрое была выполнена ЛШО, из них в 1 случае была выполнена эндоскопическая септостомия. Летальных исходов не было.

### ***Тип А (стеноз отверстия Монрое)***

Стеноз отверстия Монрое был выявлен в 12 (70,5%) из 17 случаев. Односторонний стеноз отверстия Монрое наблюдался у 6 из 12 пациентов, и им была выполнена только септостомия.

Шести пациентам с двусторонним стенозом отверстия Монрое вначале была выполнена септостомия, а затем – фораминопластика и стентирование отверстия Монрое справа (Рисунок 10). У одного из этих пациентов через 2 недели симптомы рецидивировали и ему была проведена ЛШО. В 2 случаях после септостомии была имплантирована ликворшунтирующая система.

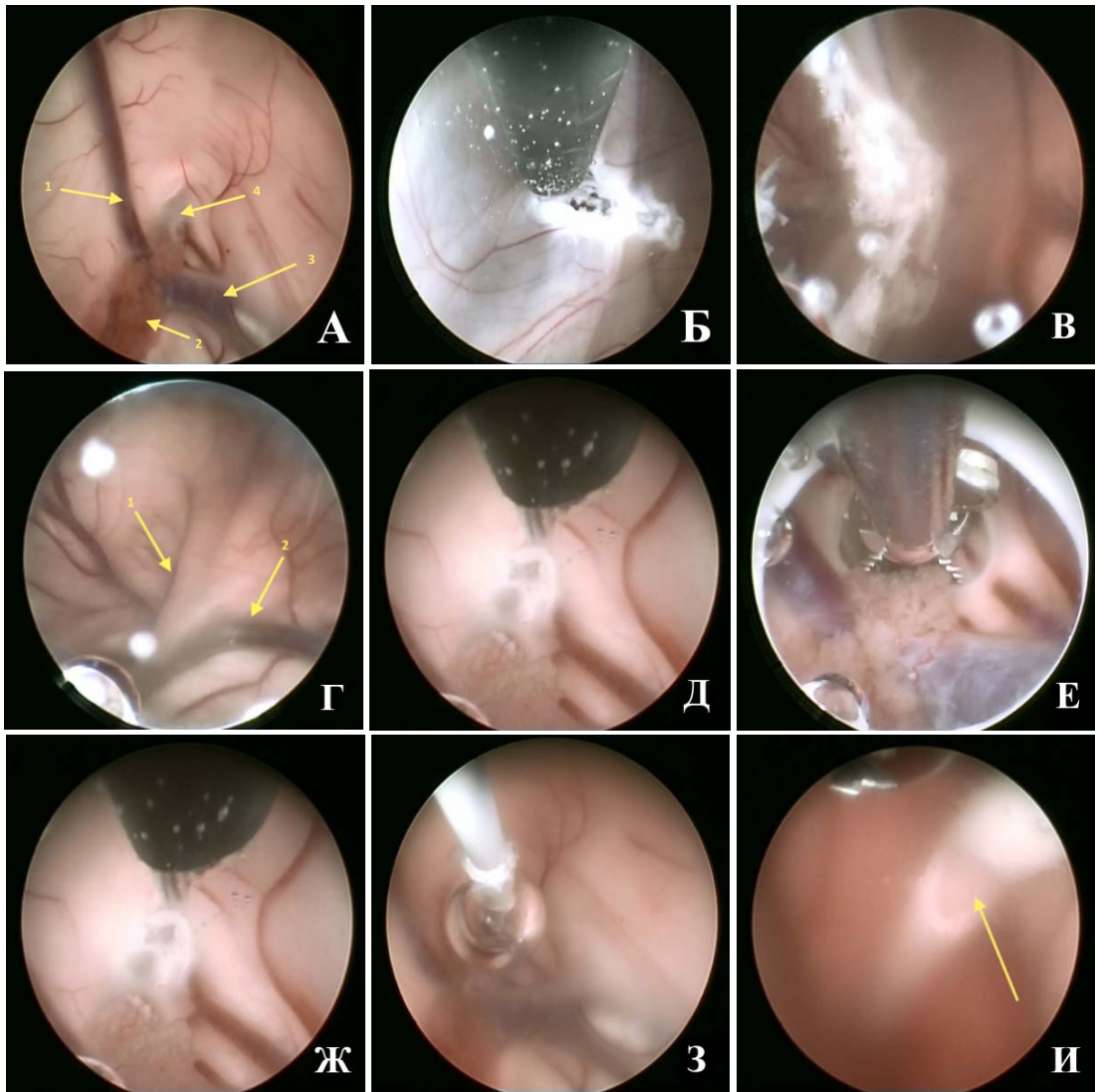


Рисунок 10 – Этапы операции по пластике и стентированию отверстия Монро справа. А – вид на область отверстия Монро справа (1 – передняя септальная вена, 2 – сосудистое сплетение, 3 – таламостриарная вена, 4 – стенозированное отверстие Монро). Б – коагуляция и рассечение МЖП. В – сквозь септостому видна полость левого бокового желудочка. Г – эндоскоп введен в левый боковой желудочек (1 – область противоположного отверстия Монро, 2 - передняя септальная вена). Д – коагуляция мозгового вещества в области должного расположения отверстия Монро. Е – пластика отверстия Монро при помощи кусачек. Ж – вновь созданное отверстие Монро, сквозь которое видна полость III желудочка. З – в полость III желудочка вводится стент на заранее рассчитанную глубину. И - дополнительные созданные перфорации на стенке (указано стрелкой) для сообщения посредством него полостей боковых и III желудочков.

У всех пациентов с односторонним стенозом отверстия Монро после операции симптоматика полностью регрессировала.

В случаях двусторонней обструкции отверстия Монро после эндоскопических операций у 5 из 6 человек симптоматика регрессировала полностью (Kiefer 0, Rankin 0). У 1 пациента симптоматика не регрессировала, и через 2 недели после эндоскопической операции ему была выполнена ЛШО.

### ***Тип В (мембранозная обструкция отверстия Монро)***

Мембранозная обструкция отверстия Монро наблюдалась у 2 (11,7%) пациентов. У одного пациента она была односторонняя, у одного – двусторонняя. В первом случае была выполнена септостомия и рассечение мембраны (рисунок 11), во втором – септостомия, рассечение мембраны и стентирование отверстия Монро.

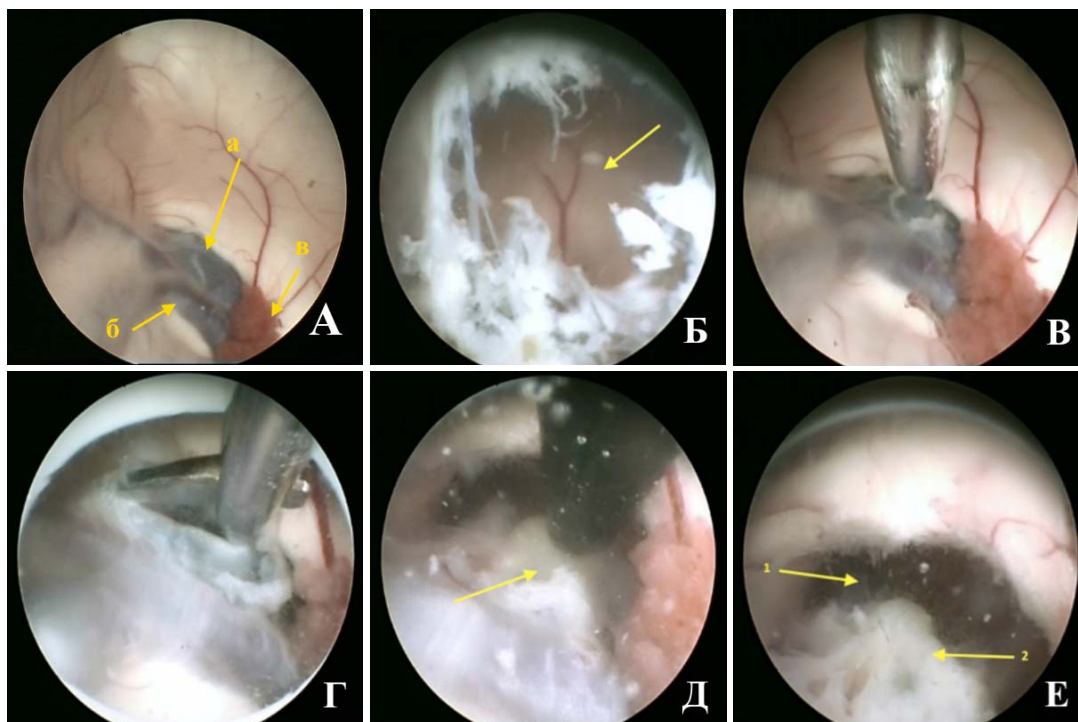


Рисунок 11 – Этапы эндоскопической септостомии. А – вид на область отверстия Монро справа (1 – мембрана, перекрывающая просвет отверстия Монро; 2 – слияние вен; 3 – сосудистое сплетение правого бокового желудочка). Б - септостома, сквозь которую видна полость левого бокового желудочка (указано стрелкой). В – перфорация мембраны сомкнутыми ножницами. Г - расширение и рассечение перфорированной мембраны. Д – коагуляция пульсирующих краев мембраны, остаток коагулированной мембраны указан стрелкой. Е – вид отверстия Монро в конце операции (1 – просвет отверстия Монро, через него видна полость III желудочка; 2 – коагулированный остаток арахноидальной мембраны)

По шкалам Kiefer и Rankin состояние пациентов соответствовало полному выздоровлению или частичному регрессу симптомов (Рисунок 12).

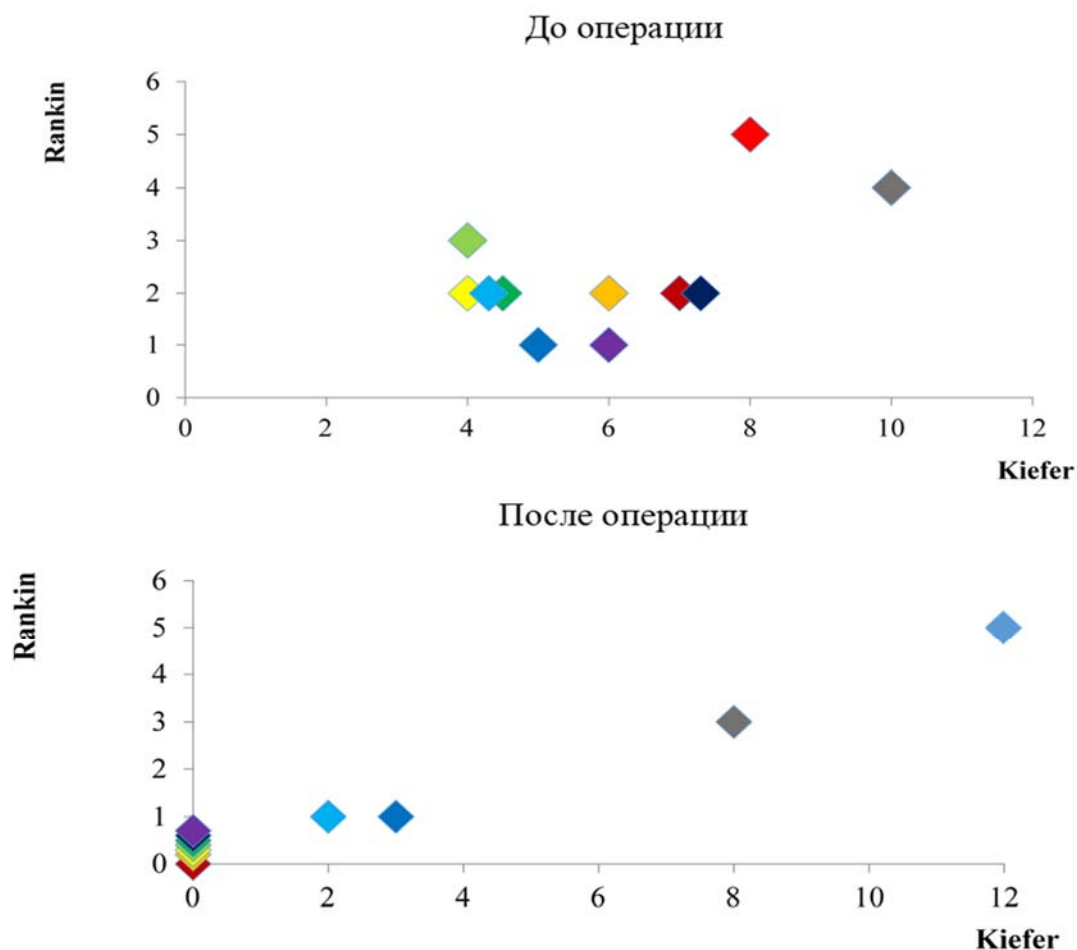


Рисунок 12 – Состояние пациентов с гидроцефалией при идиопатической обструкции отверстия Монрое по шкалам Kiefer и Rankin до и после операции (в норме значение по этим шкалам равно 0)

### Динамика нейровизуализационных данных

У пациентов с односторонней обструкцией отверстия Монрое после операции отмечалось уменьшение размеров бокового желудочка и нормализация положения МЖП на фоне дефекта в ней (септостома) (Рисунок 13). У 1 пациента с мембранозной обструкцией после операции определялся артефакт от пульсации ликвора.

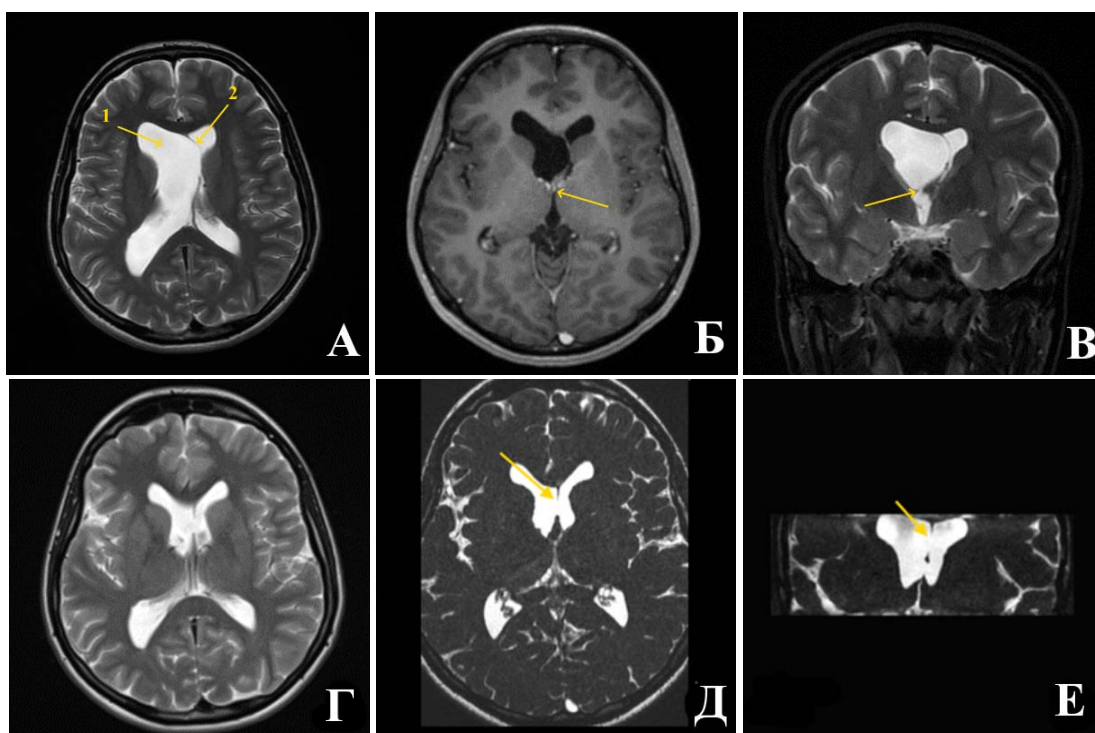


Рисунок 13 – Верхний ряд: МРТ головного мозга до операции; А – расширение правого бокового желудочка (1), дислокация прозрачной перегородки в сторону левого бокового желудочка (2); Б – аксиальный срез в режим Т1 после введения контрастного препарата, отсутствие усиления МР-сигнала от супратенториальных структур (указано стрелкой); В – фронтальный срез в режиме Т2 демонстрирует закрытое мембраной правое отверстие Монро. Нижний ряд: МРТ головного мозга пациентки Б. через 1 год после операции; Г – размеры правого бокового желудочка уменьшились, хотя он остается несколько шире, чем левый; Д, Е – прозрачная перегородка расположена по средней линии, в ней определяется дефект (указано стрелками)

У пациентов с двусторонней обструкцией отверстия Монро после эндоскопической операции, желудочки уменьшились в размерах (30%) или остались прежними (70%). В МЖП прослеживались дефект, через отверстие Монро проходил стент из бокового желудочка в III желудочек (Рисунок 14).

У 2 из 3 пациентов, которым была выполнена ЛШО, желудочки стали меньше в размерах. У 1 пациента размеры боковых желудочков не изменились.

У всех пациентов, имевших компрессию САП-К, они стали четко прослеживаться ( $p < 0,001$ ). Алгоритм лечебных мероприятий при Г1 представлен на рисунке 16.

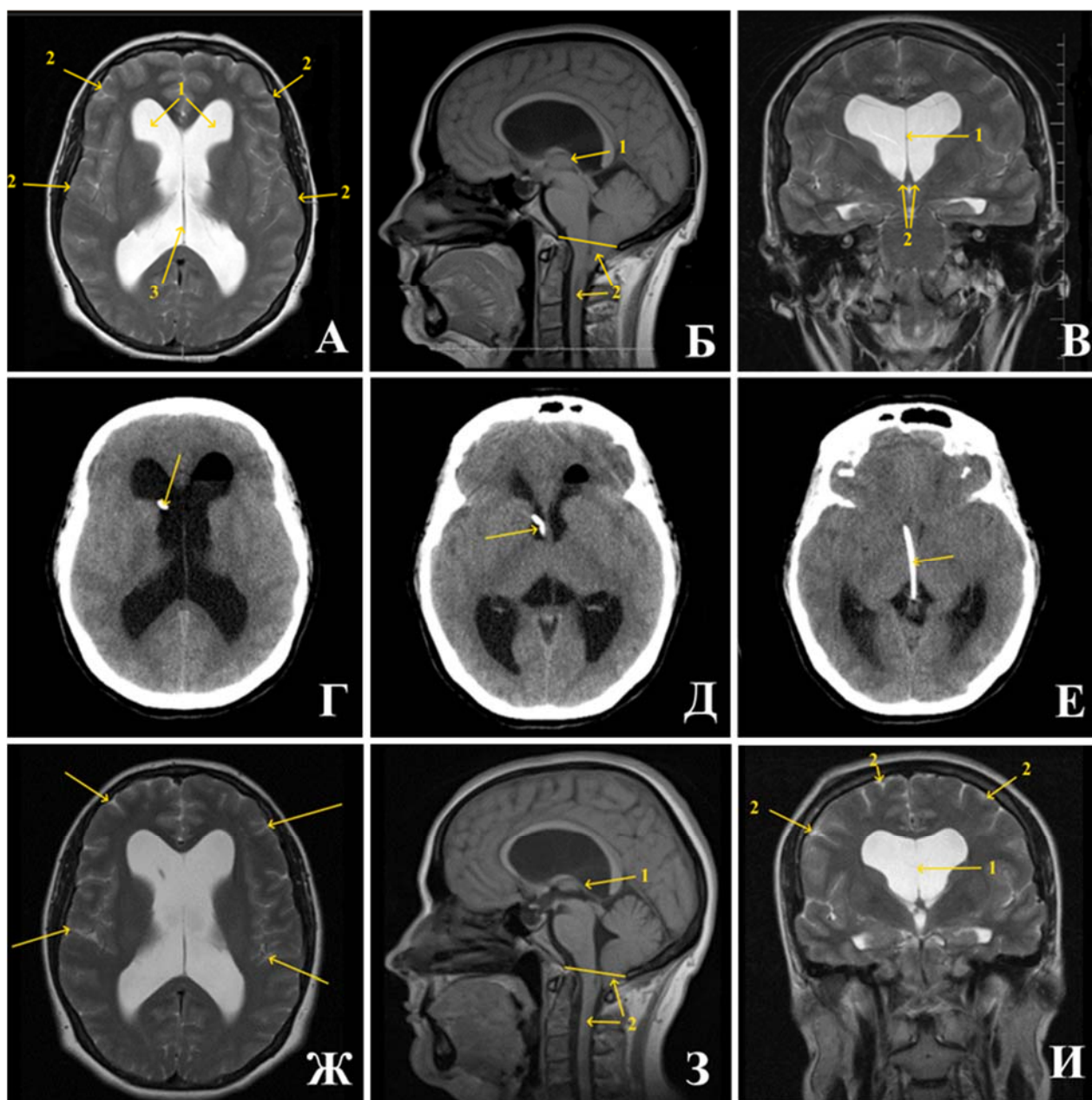


Рисунок 14 – Верхний ряд: МРТ головного мозга перед операцией; А – отмечается расширение боковых желудочков (1) при нормальном III желудочке, САП-К не прослеживаются (2), МЖП расположена по средней линии (3); Б – крыша III желудочка уплощена (1), миндалины мозжечка опущены в БЗО ниже С1-позвонка, сирингомиелия (2); Средний ряд: Г – Д – контрольная КТ головного мозга после операции определяет положение стента, проходящего из правого бокового желудочка (Г) через сформированное de novo отверстие Монро (Д) в III желудочек (Е); Нижний ряд: МРТ головного мозга пациентки К. через 1 год после операции; Ж – боковые желудочки таких же размеров, как до операции, САП-К стали прослеживаться (указано стрелкой), крыша III желудочка вернулась в нормальное положение (1), миндалины мозжечка установились на уровне верхнего края С1-позвонка, сирингомиелия регрессировала (2); И – фронтальный срез в режиме Т2 демонстрирует дефект в МЖП (1), нормальная выраженность конвекситальных ликворных щелей (2)

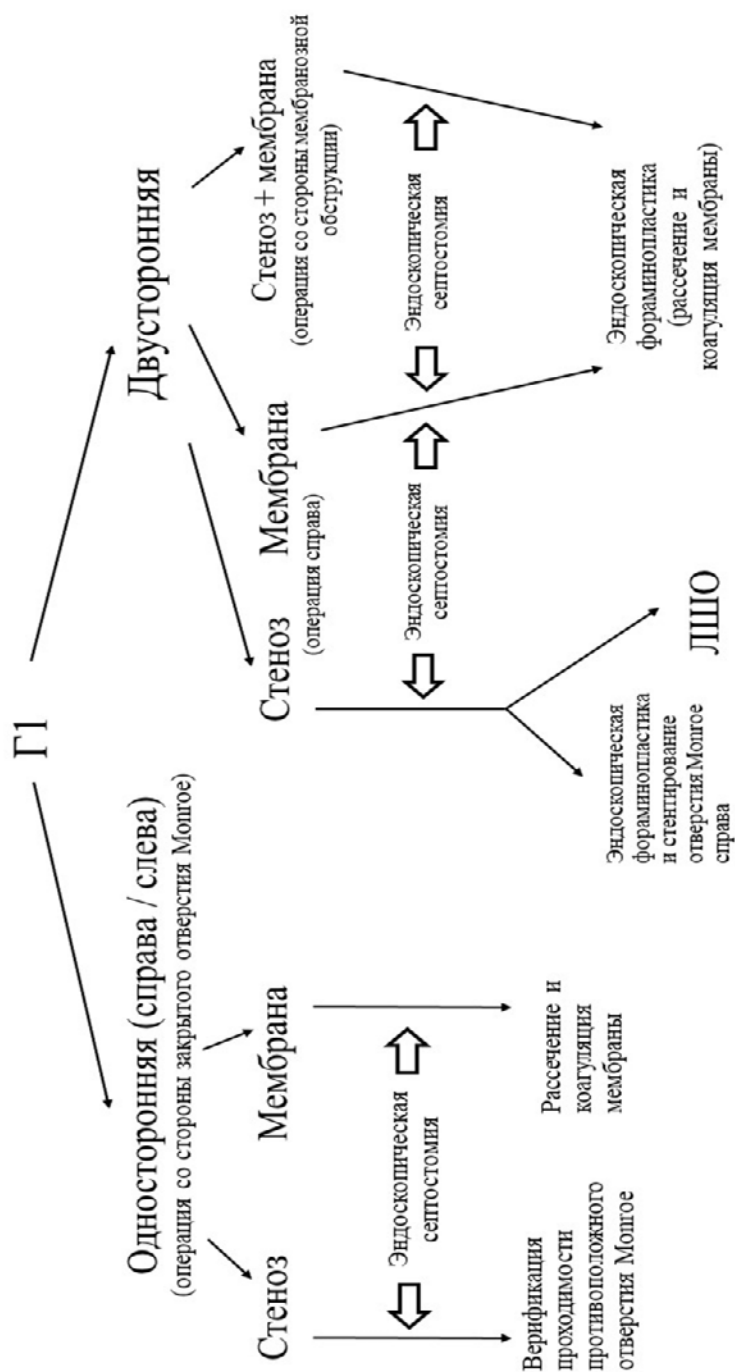


Рисунок 16 – Алгоритм лечения пациентов с гидроцефалией при идиопатической обструкции отверстия Монгое

### Результаты хирургического лечения пациентов с идиопатической обструкцией водопровода мозга (Г2а)

У всех пациентов с ВД ПММ была выполнена ЭТВ – 141 (91%) случай (рисунок 17). При нормальном положении ПММ была выполнена ЛШО – 12 (7,7%) случаев.

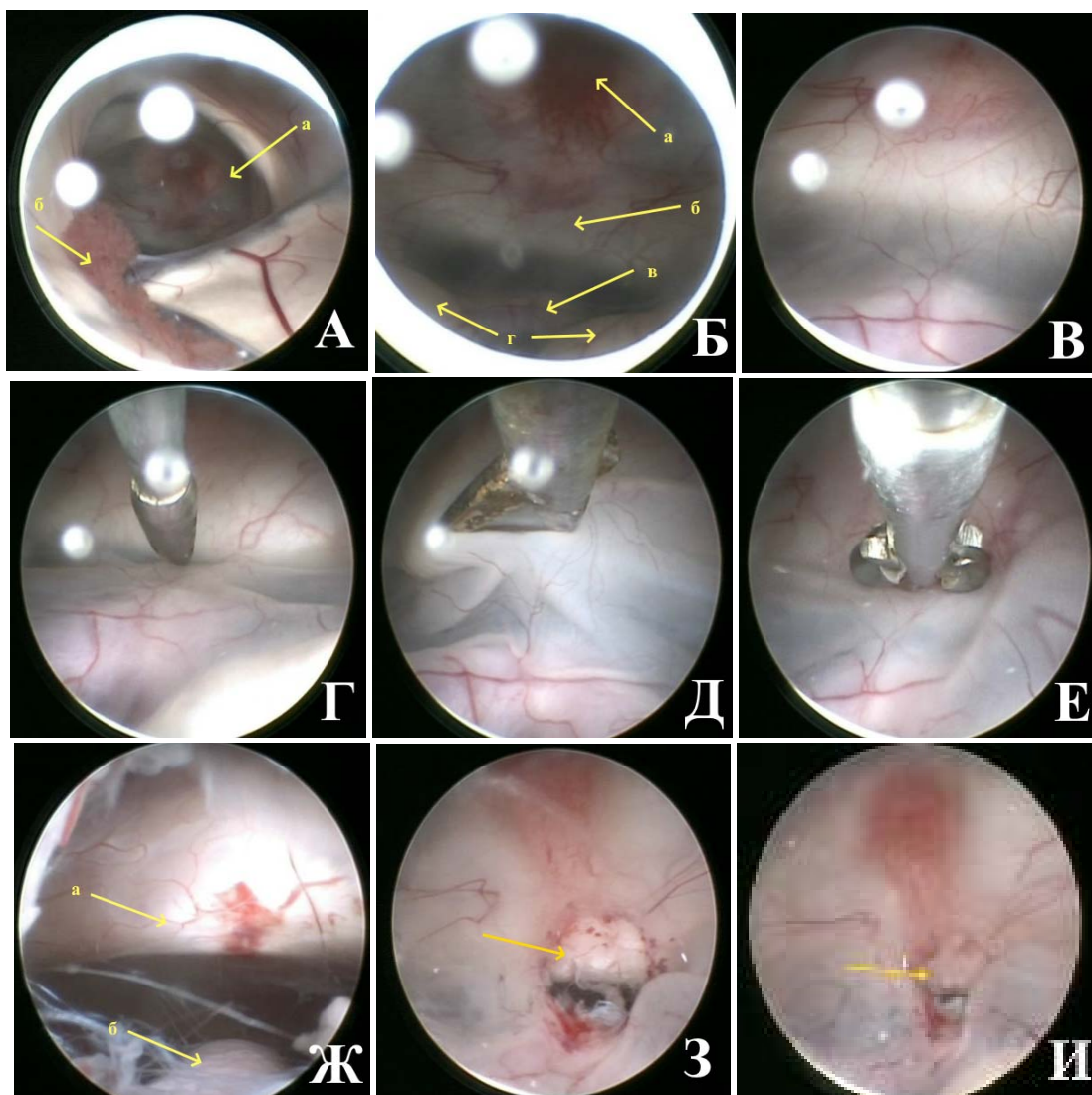


Рисунок 17 – Этапы ЭТВ. А – полость правого бокового желудочка, вид на отверстие Монрое и полость III желудочка (а – сосудистое сплетение правого бокового желудочка, б – расширенное отверстие Монрое). Б – полость III желудочка (а – воронка гипофиза, б – спинка турецкого седла, в – развилка ОА, просвечивающаяся сквозь полупрозрачную ПММ, г – мамиллярные тела). В – эндоскоп установлен для выполнения фенестрации дна III желудочка. Г – Е – выполнение перфорации ПММ сначала ножницами, а затем расширение вентрикулостомы при помощи кусачек. Ж – осмотр ликворного пространства вдоль ствола и ОА (а – скат, б – ОА). З – И – пульсирующая вентрикулостома в разные фазы сердечного цикла (указано стрелкой)

### ***Эндоскопическая тривентрикулостомия***

Только в 1 случае не удалось выполнить ЭТВ в виду кровотечения, развившегося сразу после вентрикулопункции. Риск кровотечения из краев стомы был обратно пропорционален длительности анамнеза, степени

расширения III желудочка и прозрачности ПММ ( $p = 0,012$ ). У 5 (3,5%) пациентов в ходе операции наблюдалась брадикардия. У всех было отмечено высокое стояние бифуркации ОА.

Катамнезу был доступен 121 пациент (85,8%). У 114 (94,2%) пациентов в течение 1 года после операции состояние улучшилось ( $p < 0,001$ ): в 77 (63,6%) случаях – полный регресс симптомов, у 37 (30,6%) – неполный регресс, стабилизация состояния – 6 (4,9%) случаев, а прогрессирование болезни – у 1 (0,9%) пациента. Повторная ЭТВ была выполнена у 3 (2,4%) пациентов. У 3 (2,4%) была выполнена ЛШО из-за рецидива симптомов на фоне функционирующей стомы.

Послеоперационное состояние пациентов по шкалам Kiefer и Rankin не коррелировало со значением этих шкал до операции ( $p > 0,05$ ). Наблюдалась слабая прямая зависимость между длительностью анамнеза заболевания и степенью восстановления функционального состояния пациентов ( $p = 0,04$ ). Никакой из интраоперационных факторов не достоверно не влиял на степень регресса симптомов после операции ( $p > 0,05$ ). Значение индексов желудочков мозга не влияло на степень регресса симптомов после операции ( $p > 0,05$ ).

В катамнестическом наблюдении у пациентов наблюдалось некоторое уменьшение размеров желудочковой системы мозга, но возврат к нормальным показателям был в единичных случаях.

Такие визуализационные показатели, как САП-К, позиция ПММ, форма III желудочка вернулись к норме, а в ПММ определялся дефект с артефактом от пульсации ликвора ( $p < 0,001$ ), что и связано с улучшением функционального состояния пациентов ( $p < 0,001$ ). Репозиция миндалин мозжечка в случае их вклинения перед операцией, была отмечена в 7 из 8 (87,5%) случаях (Рисунки 20 и 21).

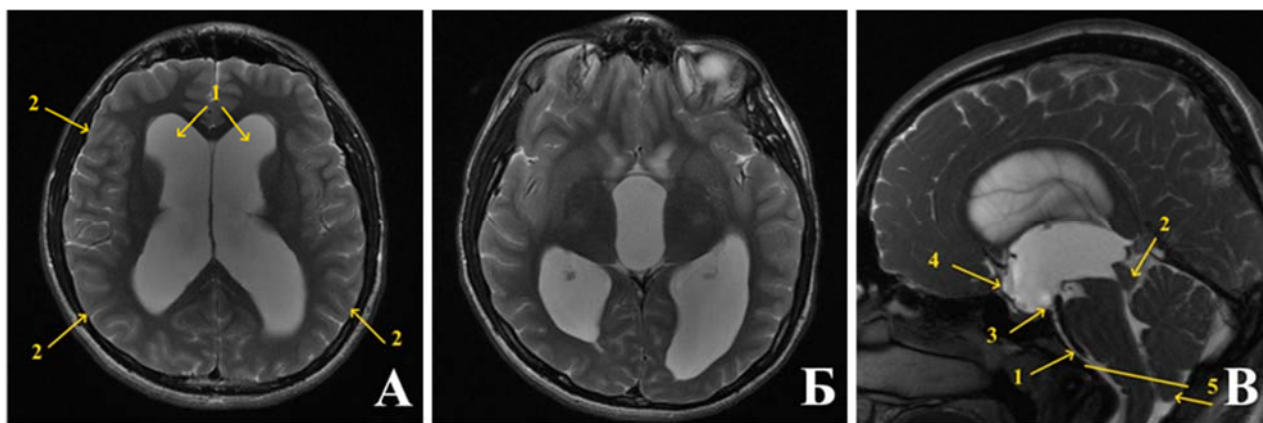


Рисунок 20 – МРТ головного мозга с Г2а перед операцией. А, Б – боковые (1) и III (Б) желудочки мозга расширены, САП-К компримированы (2). В – САП-ЗЧЯ также компримированы (1), ростральные отделы водопровода мозга расширены, пластинка четверохолмия утолщена (2), артефакта от пульсации ликвора по водопроводу не определяется, ПММ с вентральной инвагинацией (3), передний карман III желудочка выбухает вперед (4), миндалины мозжечка опущены в БЗО ниже линии McRae на 7 мм (5)

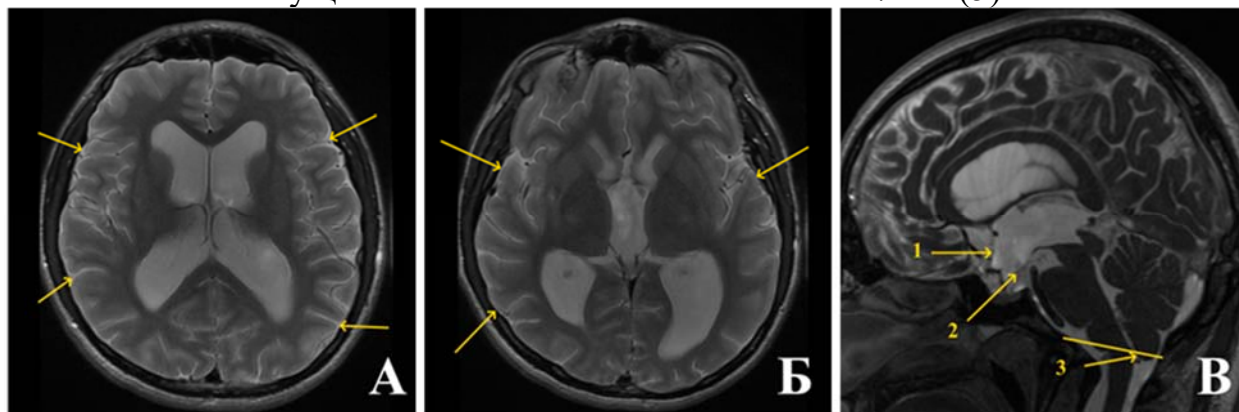


Рисунок 21 – МРТ головного мозга с Г2а через 1 год после операции. А, Б – боковые и III желудочки мозга уменьшились, САП-К расширились и стали четко прослеживаться (указано стрелками). В – форма III желудочка стала нормальной, инфундибулярный карман принял нормальные очертания (1), ПММ вернулась в нормальное положение, в дне III желудочка определяется дефект и по нему определяется артефакт от пульсации ликвора (2), миндалины мозжечка подтянулись и стали расположены на 1 мм ниже линии McRae (3)

### *Ликворошунтирующие операции*

У всех пациентов, кому была выполнена ЛШО (12 пациентов, 7,7%), был отмечено полный (41,7%), либо частичный (41,7%) регресс симптомов ( $p < 0,001$ ). В 1 случае состояние стабилизировалось и в 1 – ухудшение состояния на фоне атрофии головного мозга. После ЛШО у 11 (91,6%) пациентов отмечалась положительная динамика по МРТ, аналогичная таковой после ЭТВ.

## **Результаты хирургического лечения пациентов с идиопатической обструкцией на уровне выходных отверстий IV желудочка (Г2б)**

### ***Эндоскопическая тривентрикулостомия***

У 21 (80,8%) пациентов первично была выполнена ЭТВ. У 1 (4,8%) пациента в ходе операции наблюдалась брадикардия. Катамнезу были доступны 19 пациентов (90,4%). В 18 (94,7%) случаях отмечено улучшение состояния по шкалам Kiefer и Rankin ( $p = 0,033$  и  $p = 0,003$  соответственно): у 12 (63,1%) пациентов симптомы полностью регрессировали, в 6 (31,6%) случаях – частично. В 3 (15,8%) случаях отмечен регресс симптомов гидроцефалии и прогрессия других симптомов, в том числе со стороны краниовертебрального перехода.

При катамнестическом наблюдении отмечено уменьшение размеров боковых желудочков у 14 (73,7%) пациентов (для индекс Evans  $p = 0,026$ ), а уменьшение III (для TVWT  $p = 0,05$ , а для 3VSFR  $p = 0,26$ ) и IV ( $p < 0,001$ ) желудочков произошло у всех 19 пациентов. САП-К и позиция ПММ вернулись к норме, а миндалины мозжечка репонировались в полость черепа или уменьшилась их дистопия (Рисунки 24,25).

### ***Ликворшунтирующие операции***

ЛШО в качестве первичной операции проведена у 5 (19,2%) пациентов. Катамнезу были доступны 4 (80%) пациента. У 2 (50%) пациентов было отмечено явное улучшение состояния, и у 2 (50%) – полное выздоровление. Во всех случаях была положительная МРТ-динамика, аналогичная таковой после ЭТВ.

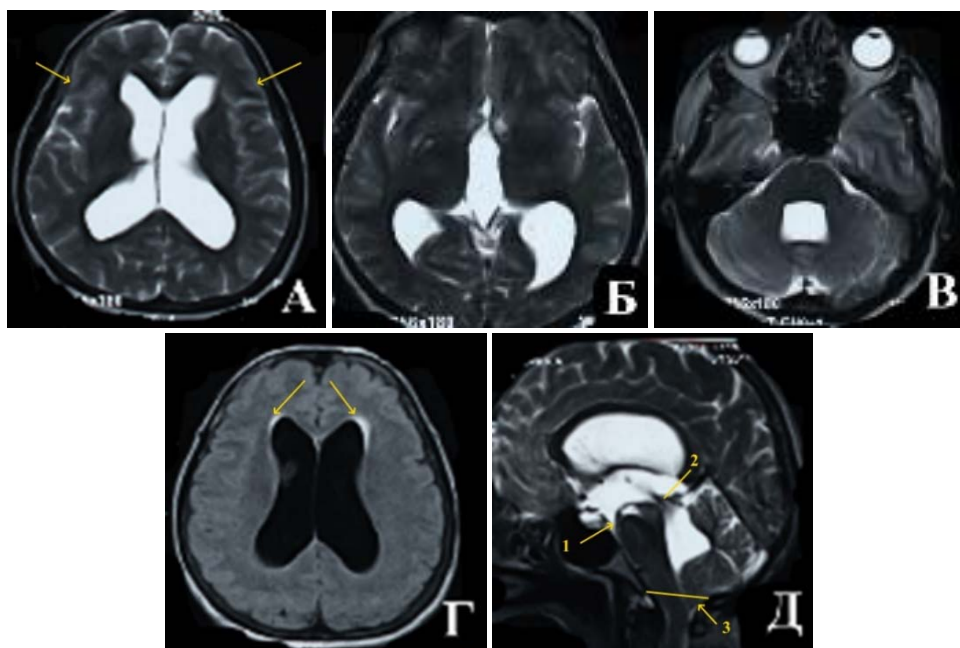


Рисунок 24 – МРТ головного мозга пациента с Г2б перед операцией. А – боковые желудочки расширены, САП-К нечетко прослеживаются на всем протяжении, компримированы (указано стрелкой). Б – III желудочек расширен. В – расширение IV желудочка. Г – повышение сигнала от перивентрикулярного мозгового вещества в режиме FLAIR (указано стрелкой). Д – III желудочек имеет сглаженные контуры, ПММ пролабирует вентрально (1), водопровод расширен на всем протяжении, по нему определяется артефакт от пульсации ликвора (2), САП-ЗЧЯ компримированы, миндалины мозжечка заполняют БЗЦ и пролабируют в БЗО (3), не вызывая сирингомиелии

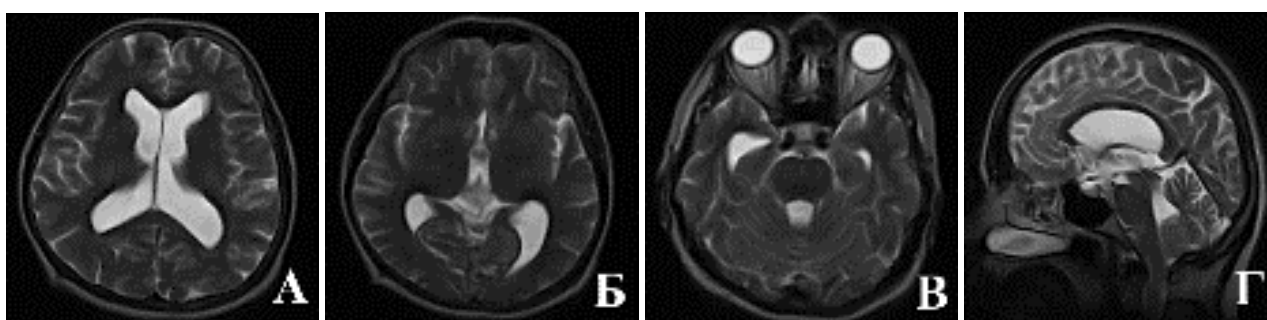


Рисунок 25 – МРТ головного мозга пациента с Г2б после операции. А – боковые желудочки стали существенно уже, САП-К прослеживаются. Б – III желудочек стал уже. В – IV желудочек уменьшился в размерах. Г – форма III желудочка нормализовалась, стали четко дифференцироваться передний и задний карманы, позиция ПММ стала нормальной, сквозь нее определяется артефакт от пульсации ликвора, просвет водопровода по-прежнему расширен, но в меньшей степени САП-ЗЧЯ лучше прослеживаться, появились очертания БЗЦ

Алгоритм хирургического лечения при Г2а и Г2б отражена на рисунке 26.

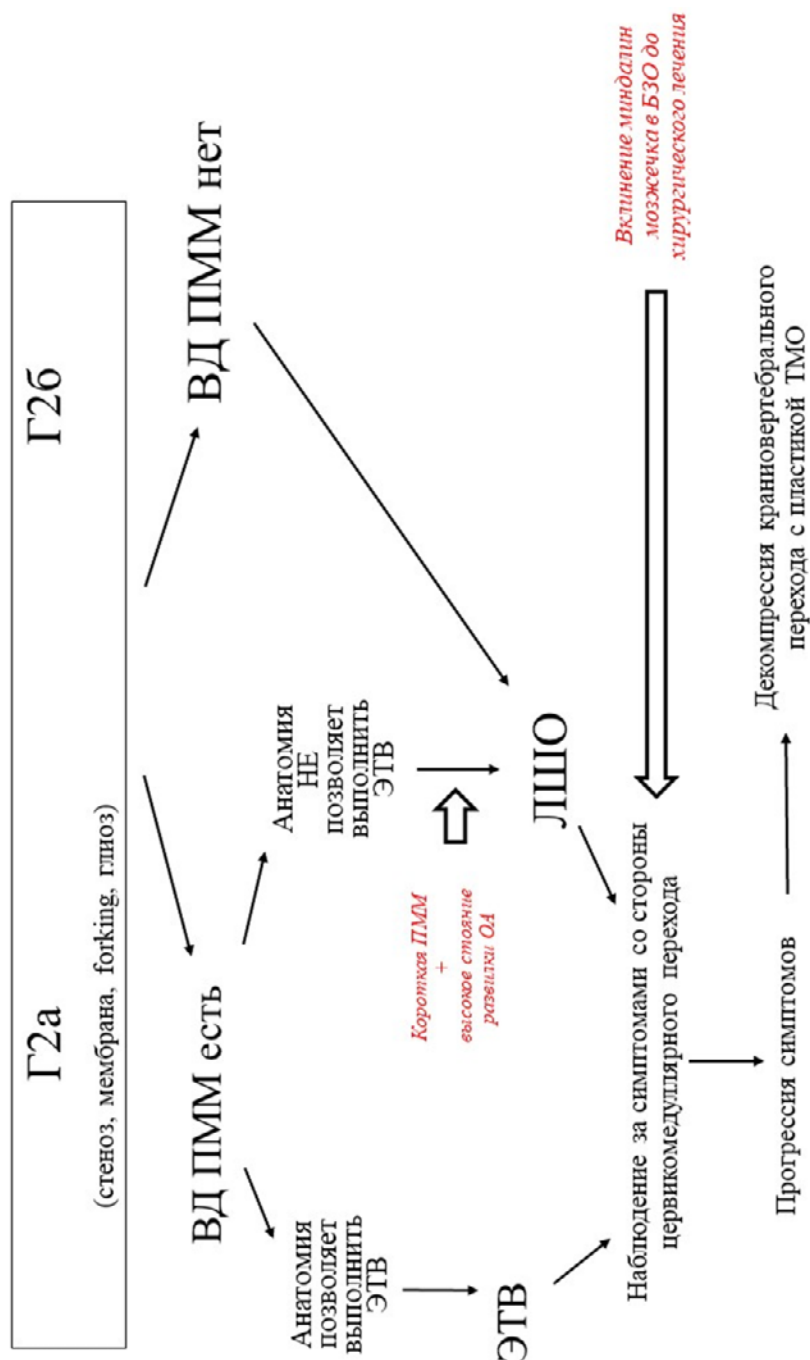


Рисунок 26 – Алгоритм хирургического лечения пациентов с Г2а и Г2б

### Результаты хирургического лечения пациентов с идиопатической обструкцией цистерн основания задней черепной ямки (Г3)

Эндоскопическая операция была выполнена у 59 из 95 (62,1%) пациентов. В 100% под ПММ на уровне моста была обнаружена плотная мембрана, перекрывающая ликвороток ( $p < 0,001$ ), которая рассекалась (Рисунок 27).

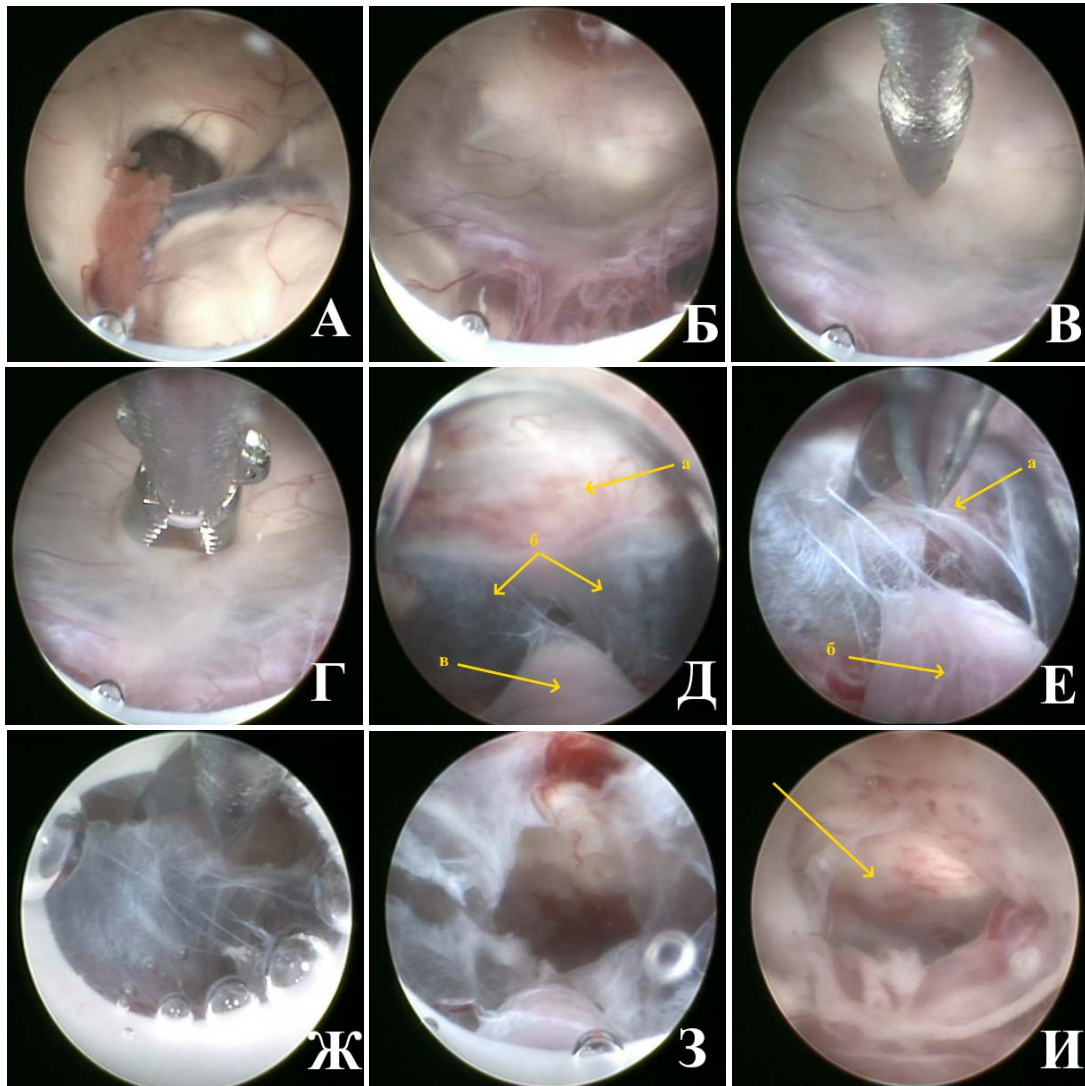


Рисунок 27 – Этапы эндоскопической операции при ГЗ. А – вид на умеренно расширенное отверстие Монгое справа. Б – полость III желудочка: сквозь полупрозрачную ПММ просвечивается развилка ОА, спереди спинка турецкого седла и воронка гипофиза. В – ПММ перфорируется ножницами. Г – расширение стомы кусачками. Д – осмотр пространства под ПММ (а – скат, б – сросшиеся стенки мосто-мозжечковых цистерн, или изолированная предмостовая цистерна, в – ОА). Е – Ж рассечение патологической мембраны (а), при этом эндоскоп лежит на ОА (б). З – патологическая мембрана рассечена в обе стороны от средней линии. И – вид на созданную вентрикулостому (указана стрелкой)

У 5 (8,5%) пациентов при выполнении операции наблюдалась брадикардия.

Катамнезу были доступны 54 (91,5%) пациента: у 25 (46,3%) – полный регресс симптомов, в 23 (42,6%) случаях – улучшение состояния, в 3 (5,6%) – состояние стабилизировалось, в 3 (5,6%) – прогрессия симптомов.

При катamnестическом наблюдении отмечено незначительное уменьшение размеров боковых желудочков у 19 (35,2%) пациентов ( $p < 0,001$ ), слабозаметное уменьшение III желудочка отмечено у всех пациентов после ЭТВ ( $p < 0,001$ ). САП-К стали более выражены ( $p = 0,001$ ). По сагиттальным срезам МРТ в режиме FIESTA ПММ вернулась в нормальное положение. Артефакт от пульсации ликвора вдоль вентральной поверхности ствола мозга на сагиттальных срезах МРТ в режиме T2 появился во всех случаях (Рисунки 30 и 31). Улучшение состояния по шкалам Kiefer и Rankin достоверно связано с этими показателями.

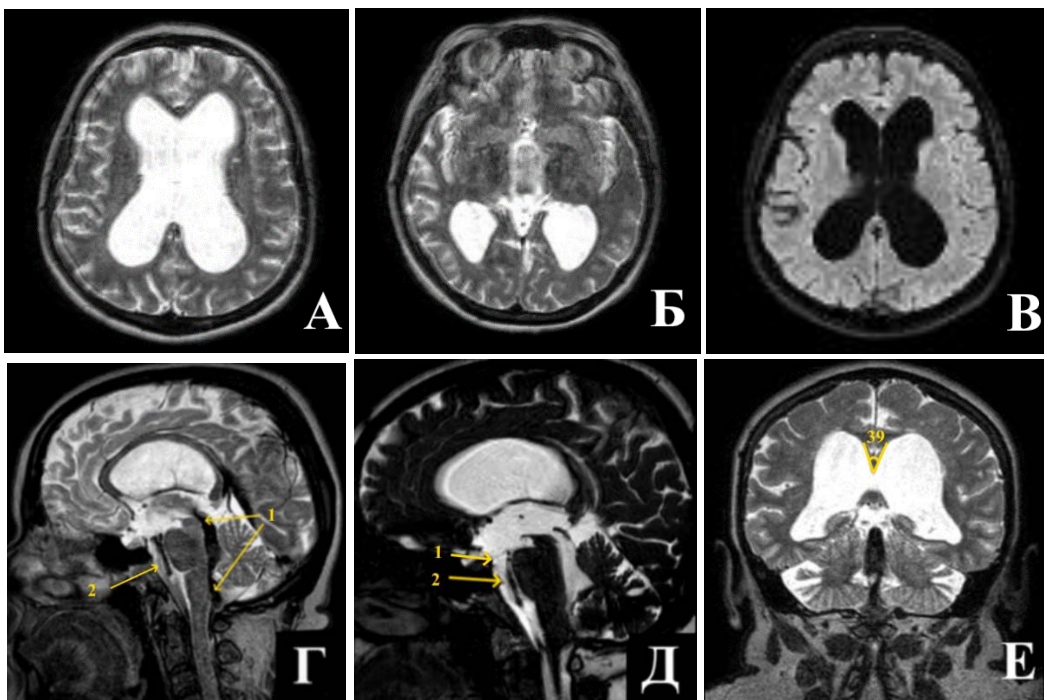


Рисунок 30 – МРТ головного мозга пациента с ГЗ перед операцией. А – Б - расширение боковых, III и IV желудочков мозга, САП-К прослеживаются. В - изменения перивентрикулярного сигнала в режиме FLAIR не определяется. Г - увеличение размеров БЗЦ, о проходимости водопровода мозга и на уровне выхода из IV желудочка свидетельствуют артефакты от пульсации ликвора (1), такого артефакта вдоль вентральной поверхности ствола нет (2). Д - при цистернографии визуализируется расширение водопровода мозга, ВД ПММ свидетельствует о наличии градиента давления между III желудочком и цистернами основания ЗЧЯ (1), определяются дополнительные мембраны между ОА и поверхностью ската (2). Е – угол мозолистого тела на уровне задней спайки менее 90 градусов

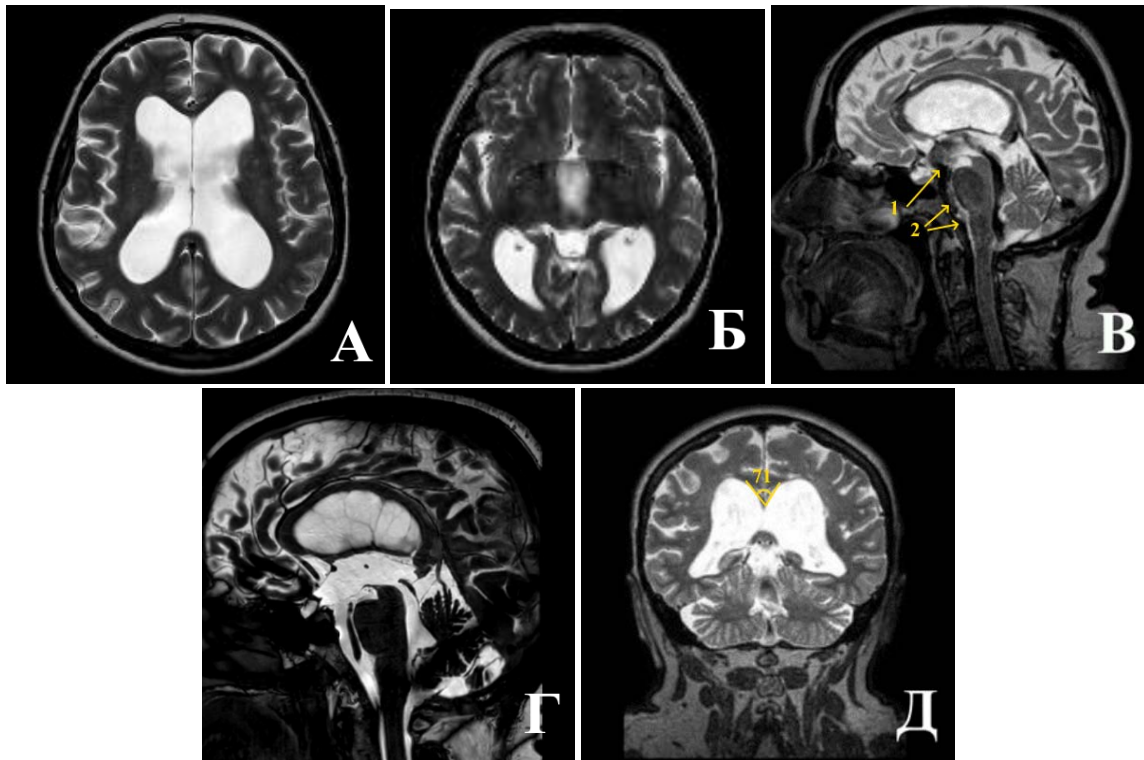


Рисунок 31 – МРТ головного мозга пациента с ГЗ через 1 год после операции. А – Б – боковые и III желудочки прежних размеров, САП-К четко прослеживаются. В – на сагиттальной томограмме в режиме T2 определяется артефакт от пульсации ликвора по вентрикулостоме (1) и вдоль вентральной поверхности ствола (2). Г – очертания III желудочка нормальные, в ПММ определяется дефект, водопровод мозга и IV желудочек расширены в прежней степени. Д – угол мозолистого тела несколько увеличился

### *Ликворшунтирующие операции и тар-тест*

В 28 случаях пациентам была выполнена ЛШО в качестве первичной операции). Тар-тест проводился при нормальной позиции ПММ, при технической невозможности проведения эндоскопической операции. У 25 из 28 (89,3%) пациентов после ЛШО был установлен катамнез. У 8 (32%) пациентов симптомы полностью регрессировали, в 15 (60%) случаях отмечались частичный регресс симптомов и улучшение состояния, в 2 (8%) – стабилизация состояния ( $p = 0,001$ ) (рисунок 28, см. выше). Тактика ведения пациентов с ГЗ представлена на рисунке 32.

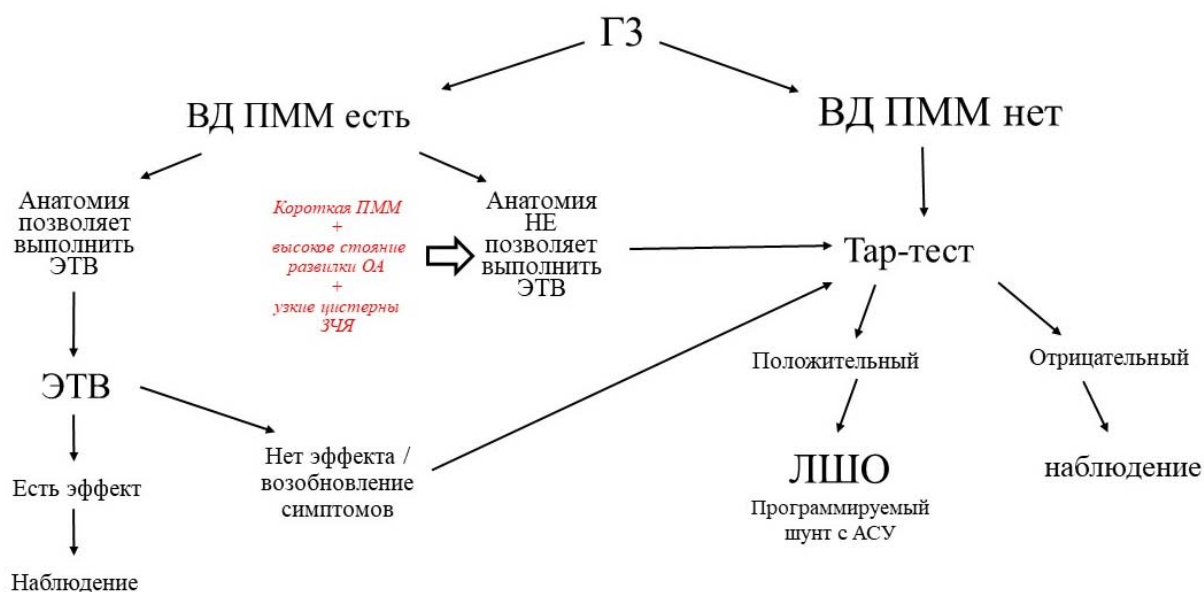


Рисунок 32 – Тактика хирургического лечения пациентов с Г3

Послеоперационные исходы у пациентов с Г3 не зависели от возраста пациентов, а также длительности анамнеза и исходного состояния пациентов ( $p > 0,05$ ), но зависели от отягощенности соматического статуса ( $p = 0,032$ ). Как эндоскопическая операция, так и ЛШО достоверно приводят к улучшению состояния пациентов ( $p = 0,001$ ). Отмечено, что у пациентов с расширенными САП-ЗЧЯ исходы эндоскопической операции достоверно лучше, чем у пациентов с нормально выраженными САП-ЗЧЯ ( $p = 0,026$ ).

### **Результаты хирургического лечения пациентов с идиопатической гидроцефалией при обструкции на уровне конвекситальных субарахноидальных пространств (Г4)**

ЛШО была выполнена у 57 (89,1%) пациентов с гидроцефалией Г4. В 4 (7%) случаях был использован непрограммируемый шунт: 3 (5,3%) – шунт среднего давления без антисифонного устройства (АСУ), 1 (1,7%) – шунт низкого давления без АСУ. У 53 (93%) пациентов была использована программируемая шунтирующая система.

Неврологическая симптоматика у пациентов регрессирует, несмотря на неизменность визуализационной картины ( $p = 0,001 - 0,047$ ). Катамнезу были доступны 45 из 57 (78,9%) пациентов

В 30 (66,6%) случаях после ЛШО отмечено улучшение функционального состояния пациентов, у 10 (22,2%) пациентов симптомы полностью регрессировали ( $p < 0,001$ ), стабилизация состояния зафиксирована в 2 (4,5%) случаях, а прогрессия болезни зафиксирована у 3 (6,7%) пациентов.

Послеоперационные функциональный исходы не зависели от дооперационных значений индексов желудочковой системы мозга, за исключением индексов FOHR и TVWT ( $p = 0,03$  и  $p = 0,04$ ). Послеоперационные исходы зависят от дооперационного соматического состояния пациента (шкала коморбидности Kiefer), а также длительности анамнеза ( $p < 0,015$ ).

Параметры ликворной системы мозга, в том числе размеры желудочковой системы, достоверно не меняются после операции ( $p > 0,05$ ).

### **Результаты хирургического лечения пациентов с идиопатической гидроцефалией без признаков обструкции (Г5)**

В данной группе пациентов инвазивный мониторинг был проведен у 7 (20,6%), а tap-тест – у 22 (64,7%) пациентов (у 1 больного были проведены одновременно tap-тест и люмбальный инфузионный тест). ЛШО была выполнена у 28 (82,3%) пациентов. В 5 (17,8%) случаях использовался непрограммируемый шунт: 2 (7,1%) случая – шунт среднего давления без АСУ, 2 (7,1%) – шунт низкого давления без АСУ, 1 (3,5%) – шунт среднего давления с АСУ. В 23 (82,2%) была установлена программируемая шунтирующая система.

Катамнезу были доступны 28 (82,3%) пациентов. Положительная динамика после ЛШО была зафиксирована в 19 (67,8%) случаях ( $p < 0,001$ ). У 5 (17,9%) пациентов симптомы полностью регрессировали, в 14 (50%) случаях отмечалось улучшение состояния. У 3 (10,7%) больных наблюдалась стабилизация состояния, а в 6 (21,4%) – дальнейшее ухудшение состояния.

Размеры желудочковой системы головного мозга имели тенденцию к уменьшению, но недостоверно ( $> 0,05$ ).

Послеоперационные функциональный исходы не зависели от степени

расширения боковых желудочков ( $p > 0,05$ ). Выявлена прямая зависимость между дооперационным и послеоперационным функциональным статусом ( $p < 0,05$ ). Нет зависимости между исходом лечения и возрастом пациента, а также длительностью анамнеза ( $p > 0,05$ ).

Тактика лечения пациентов с Г4 и Г5 представлена на рисунке 37.

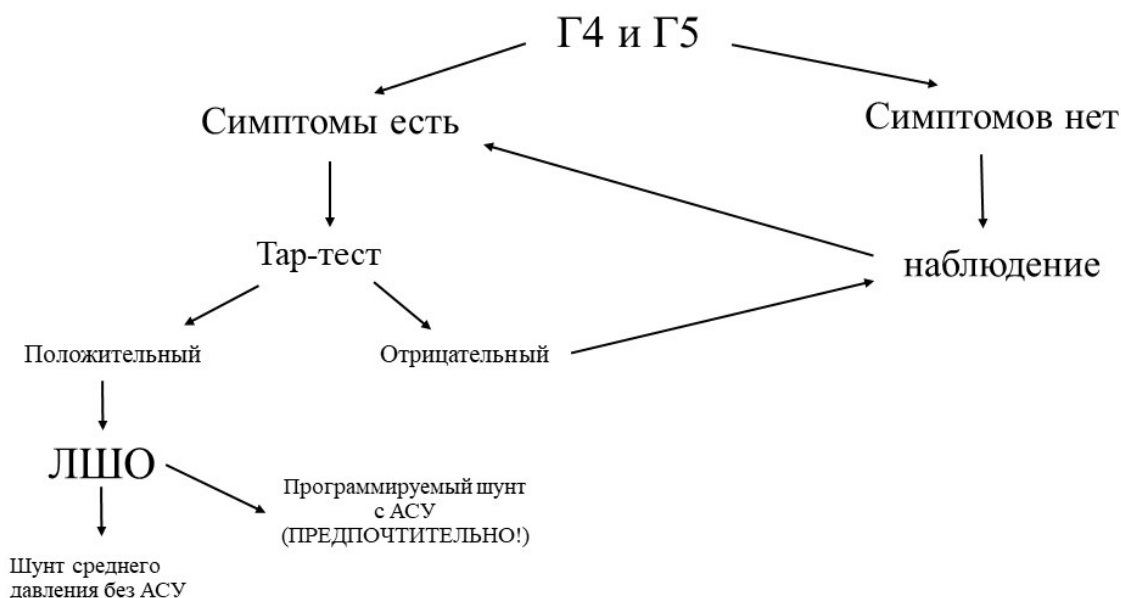


Рисунок 37 – Последовательность лечебных мероприятий у пациентов с Г4 и Г5

### Течение послеоперационного периода и осложнения

Закрытие тривентрикулостомы было отмечено у 3 пациентов с Г2а (2,4%), при остальных формах этого не наблюдалось.

Отсроченный рецидив симптомов на фоне функционирующей тривентрикулостоиы наблюдалось у 3 (2,4%) пациентов с Г2а, у 1 (5,2%) пациента с Г2б и у 4 (7,4%) пациентов с Г3.

В 1 (1,7%) случае при Г3 при эндоскопических манипуляциях в области предмостовой и мостомозжечковой цистерны произошло ранение одной из мелких ветвей ОА.

Лихорадка в раннем послеоперационном периоде зафиксирована у 46 (32,6%) пациентов с Г2а, 4 (19%) - с Г2б ( $p < 0,001$ ) и у 11 (18,6%) – с Г3, которая регрессировала в течение нескольких дней – недель после операции. После ЛШО лихорадки не наблюдалось.

При Г2а после ЛШО у 1 пациента (8,3%) отмечалось гипердренирование с формированием хронических субдуральных гематом, у 3 (24,9%) проводились замены клапанов или удаление АСУ; при использовании программируемого клапана у 9 из 12 пациентов потребовалась регулировка настроек клапана шунтирующей системы (75%). При Г2б случаев осложнений ЛШО не наблюдалось. Неадекватное дренирование ликвора после ЛШО в случаях Г3 было зафиксировано в 15 (60%) случаев ( $p = 0,599$ ).

Раневой ликвореи и инфекционных осложнений после эндоскопических операций не отмечалось. Летальных исходов не было.

В случаях Г4 и Г5 летальных исходов в ходе госпитализации не было. Три пациента с Г4 (6,6%) в отдаленном периоде наблюдения умерли от сопутствующей патологии. В различные сроки после операции у пациентов с Г4 в 23 (35,9%) случаях возникли нежелательные явления (Рисунок 38).

Структура осложнений при Г5 не отличается от таковой у пациентов при Г4. Здесь наиболее часто встречались пациенты с ухудшением состояния после оперативного вмешательства, в том числе при положительных результатах тар-теста.



Рисунок 38 – Частота неблагоприятных событий после ликворшунтирующих операций у пациентов с Г4

Таким образом, в настоящее время неинвазивная диагностика Г0 должна быть направлена на выявление и уточнение локализации обструкции ликворных путей. Для этого требуется МРТ головного мозга в ликворографических режимах с возможностью реконструкции в различных проекциях (T2 3D CUBE, демонстрирующем артефакты от пульсации ликвора, и FIESTA / CISS, более подробно показывающего анатомические структуры). Инвазивную диагностику следует ограничить пробам с эвакуацией ликвора и только у пациентов без внутрижелудочковой обструкции, поскольку они направлены на оценку обратимости имеющейся у пациента симптоматики и создают временную имитацию условий аналогичных тем, что возникают после ЛШО. При наличии признаков внутрижелудочковой и цистернальной обструкции предпочтение следует отдавать эндоскопическим операциям, и лишь при невозможности их проведения, либо неэффективности, прибегать к выполнению ЛШО. Операция по пластике и стентированию отверстия Монго в случае его стеноза (Г1) требует высокой точности в определении места фораминопластики и движений в операционной ране. Даже минимальное отклонение от правильной траектории может привести к повреждению свода мозга и выраженным когнитивным нарушениям. У пациентов с экстравентрикулярной цистернальной обструкцией (Г3) адекватные выбор траектории, оценка размеров анатомического коридора и диаметра эндоскопа, а также точность движений в операционной ране через эндоскоп в узком анатомическом пространстве цистерн, являются неотъемлемыми условиями как для выполнения операции, так и для неосложненного ее течения. Именно поэтому, в случаях билатерального стеноза отверстий Монго (Г1) и цистернальной обструкции ликворных путей (Г3) хирургу необходимо тщательно оценить свой опыт и возможности в проведении эндоскопического оперативного вмешательства.

В случаях выбора ЛШО у пациентов с Г0 предпочтительно использовать ликворошунтирующие системы с программируемыми клапанами, а также с АСУ. Это позволяет свести к минимуму вероятность возникновения гипердренирования, а также изменять параметры ликвородинамики без

повторной операции. Случаи использования шунтов фиксированного давления в данной работе относятся к ретроспективному периоду, когда отсутствовала техническая возможность имплантации программируемых клапанов.

## **ВЫВОДЫ**

1. Гидроцефалия при идиопатической обструкции ликворных путей у взрослых обосновано может быть разделена на несколько групп: Г1 – обструкция на уровне отверстий Монрое, которая разделяется на одностороннюю и двустороннюю, а также по типу обструкции на стеноз и мембранозную обструкцию; Г2а – обструкция на уровне водопровода мозга; Г2б – обструкция на уровне выходных отверстий из IV желудочка; Г3 – обструкция на уровне цистерн основания задней черепной ямки, которая может быть разделена на Г3 с узкими и Г3 с широкими цистернами основания ЗЧЯ; Г4 – обструкция на уровне конвекситальных ликворных пространств; Г5 – гидроцефалия без выявленных признаков обструкции ликворных путей.

2. В исследовании выявлены ключевые взаимосвязи между различными формами Г0 и рентгенологическими изменениями в структуре головного мозга. Изолированное расширение боковых желудочков достоверно ( $p < 0,001$ ) характерно только для Г1, расширение боковых и III желудочка – для Г2а, Г4 и Г5, и всех желудочков – для Г2б и Г3. МРТ головного мозга в режиме T2 у пациентов с внутрижелудочковой обструкцией (Г1, Г2а, Г2б) демонстрируют компрессию САП-К и САП-ЗЧЯ, что может сочетаться с дистопией миндалин мозжечка в БЗО, в то время как для Г4 достоверно характерен признак DESH, а для Г5 – расширение всех ликворных пространств. ВД ПММ достоверно ( $p < 0,001$ ) характеризует только формы Г2а, Г2б и Г3, являясь предиктором эффективности ЭТВ. Повышение сигнала на МРТ головного мозга в режимах T2 и FLAIR в перивентрикулярных областях и области подкорковых ядер достоверно ( $p < 0,001$ ) связаны с Г4 и Г5, а также характеризуют пожилых пациентов с другими формами Г0.

3. Для пациентов с Г1, Г2а, Г2б и Г3 предпочтение стоит отдавать

эндоскопическим вмешательствам. Для односторонней обструкции отверстия Монрое достаточно выполнения эндоскопической септостомии. При двустороннем стенозе отверстия Монрое необходимо сообщение боковых желудочков путем создания перфорации межжелудочковой перегородки и фораминопластики одного из отверстий Монрое, а фораминопластику следует дополнять стентированием. Для пациентов с Г2а и Г2б достоверно эффективна стандартная ЭТВ ( $p < 0,001$ ). В случаях с Г3 помимо стандартной ЭТВ манипуляции необходимо дополнять на уровне предмостовой цистерны, рассекая сформированные там мембраны. ЛШО достоверно показаны при Г4 и Г5, а также при Г1, Г2а, Г2б и Г3 при неэффективности эндоскопических операций и при отсутствии градиента давления между желудочковой системой мозга и цистернами основания ЗЧЯ.

4. Нейрохирургическое эндоскопическое или ликворошунтирующее вмешательство при гидроцефалии с идиопатической обструкцией ликворных путей достоверно ( $p < 0,05$ ) приводит к полному, либо частичному регрессу неврологической симптоматики. Для ЭТВ достоверно характерно наличие лихорадки центрального генеза в раннем послеоперационном периоде ( $p < 0,05$ ). Частота осложнений при эндоскопических нейрохирургических вмешательствах у пациентов с Г0 меньше, чем при ликворошунтирующих операциях ( $p < 0,05$ ). У пациентов после ЛШО достоверно чаще встречаются осложнения ( $p < 0,05$ ) и состояния, связанные с неадекватным дренированием ликвора ( $p < 0,05$ ).

5. Размеры желудочковой системы до и после оперативного вмешательства не коррелируют с функциональным состоянием пациентов по шкалам Kiefer и Rankin. Исключением является изменение размеров IV желудочка при гидроцефалии, обусловленной обструкцией на выходе из него (Г2б). Факторами, коррелирующими с функциональным состоянием пациентов после операции, являются положение ПММ, пульсация ликвора через вентрикулостому и вдоль вентральной поверхности ствола мозга, положение МЖП, изменение в сторону увеличения коллозального угла ( $p < 0,05$ ).

6. На основе результатов статистического анализа рентгенологических

признаков, с уровнем достоверности доказательств 3, разработан и интегрирован в электронную систему поддержки принятия решений алгоритм диагностики Г0, что позволяет использовать его в клинической практике при лечении пациентов.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Всем пациентам с гидроцефалией при идиопатической обструкции ликворных путей необходимо проведение МРТ головного мозга. Необходимый объем исследования должен включать аксиальные срезы в T2 и FLAIR, сагиттальные срезы в T2, демонстрирующие артефакты от пульсации ликвора, а также сагиттальные срезы FIESTA / CISS, показывающие топографо-анатомические взаимоотношения в области цистерн, позиции ПММ и МЖП.

2. Пациентам Г1, Г2а, Г2б и Г3 показано проведение эндоскопической операции. Пациенты с Г2а и Г2б должны быть подвергнуты стандартной ЭТВ. В случаях с высоким расположением ОА, короткой ПММ, крайне ограниченным пространством межножковой цистерны не исключают выполнение ЭТВ возможно только при наличии опыта у хирурга во владении эндоскопической техникой операции. В случае возникновения интраоперационного кровотечения, которое не удастся остановить через эндоскоп, показано проведение микрохирургической операции.

3. При выполнении ЭТВ в случаях Г3 все манипуляции следует выполнять по средней линии, непосредственно между ОА и скатом для избежания повреждения черепных нервов и отходящих от ОА ветвей.

4. У пациентов после эндоскопических вмешательств при возобновлении симптомов необходимо убедиться в функционировании вентрикулостомы, используя МРТ головного мозга в сагиттальной плоскости в режиме T2. В случае функционирования вентрикулостомы следует выполнить tap-тест, при положительном его результате может быть предложена ЛШО. При отрицательном результате теста к хирургическому вмешательству прибегать не следует.

5. У пациентов с Г0, подвергающихся ЛШО, предпочтение стоит отдавать программируемым клапанам с АСУ. Предпочтительно использование брюшной полости для расположения дистального катетера ликворошунтирующей системы. Использование клапанов фиксированного давления возможно с повышенным риском послеоперационных осложнений и повторных оперативных вмешательств.

6. Контрольную МРТ головного мозга для оценки ликвородинамики после эндоскопической операции следует выполнять на 1 – 2 сутки после операции, через 2 месяца и через 12 месяцев после операции. В дальнейшем контрольные исследования выполняются по общим показаниям. После ЛШО контрольные МРТ головного мозга целесообразно выполнять через 2 месяца после операции (либо раньше, при ухудшении состояния), а далее по общим показаниям.

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Шевченко К.В., Шиманский В.Н., Тяняшин С.В., Колычева М.В., Пошатаев В.К., Карнаухова В.В., Соложенцева К.Д., Афандиев Р.М. Идиопатическая гидроцефалия взрослых: современное состояние проблемы. Сибирское медицинское обозрение. 2021;1:20-33. DOI: 10.20333/2500136-2021-1-20-33.

2. Шевченко К.В., Шиманский В.Н., Тяняшин С.В., Донской А.Д., Карнаухова В.В., Пошатаев В.К. Эндоскопическая фенестрация арахноидальной кисты задней черепной ямки через тривентрикулостому. Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко. 2021;85(5):96-102. DOI: 10.17116/neiro20218505196.

3. Соложенцева К.Д., Шевченко К.В., Захарова Н.Е., Афандиев Р.М., Пронин И.Н. Глубинная венозная ангиома, вызвавшая развитие стеноза водопровода. Радиология - практика. 2022;1:101-108. DOI: 10.52560/2713-0118-2022-1-101-108.

4. Карнаухова В.В., Галкин М.В., Султанов Р.А., Окишев Д.Н., Шевченко К.В., Пошатаев В.К., Шиманский В.Н. Использование кистоцистерального стентирования в комбинированном лечении пациентки с гигантской петрокливаальной менингиомой (описание клинического случая). Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова. 2022;14(1-1):132-136.

5. Шевченко К.В., Шиманский В.Н., Тяняшин С.В., Пошатаев В.К., Карнаухова В.В., Колычева М.В., Соложенцева К.Д., Афандиев Р.М., Донской А.Д. Хирургическое лечение пациентов с идиопатической

обструкции отверстия Монро. Нейрохирургия. 2022;24(1):22-37. DOI: 10.17650/1683-3295-2021-24-1-22-37.

6. Коновалов Ан. Н., Виноградов Е.В., Гребенев Ф.В., Баталов А.И., Шевченко К.В., Пронин И.Н., Коновалов Н.А. Спинальная ликворовенозная фистула как причина синдрома спонтанной внутричерепной гипотензии: случай из практики и обзор литературы. Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко. 2022;86(3):41-49. DOI: 10.17116/neiro20228603141.

7. Шевченко К.В., Шиманский В.Н., Тяняшин С.В., Колычева М.В., Пошатаев В.К., Карнаухов В.В., Соложенцева К.Д., Кугушев И.О., Безбородова Т.Ю. Клинические и нейрорентгенологические признаки эффективности эндоскопической тривентрикулостомии при идиопатическом стенозе водопровода мозга. Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова. 2022;14(1-2):118-126.

8. Соложенцева К.Д., Афандиев Р.М., Шевченко К.В., Пронин И.Н. Структурная визуализация гидроцефалии детского возраста. Медицинская визуализация. 2022;26(3):2-10. DOI: 10.24835/1607-0763-1099

9. Шевченко К.В., Шиманский В.Н., Тяняшин С.В., Колычева М.В., Пошатаев В.К., Карнаухов В.В., Соложенцева К.Д., Кугушев И.О., Безбородова Т.Ю. Эффективность эндоскопической тривентрикулостомии при гидроцефалии вследствие идиопатической обструкции выходных отверстий IV желудочка. Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова. 2022;14(2):167-174.

10. Лубнин А.Ю., Юсупов Р.И., Куликов А.С., Шевченко К.В. Проблема управления нейромышечным блоком в нейроанестезиологии. Клиническое наблюдение и анализ литературы. Анестезиология и реаниматология. 2022;5:60-66. DOI: 10.17116/anaesthesiology202205160

11. Безбородова Т.Ю., Шевченко К.В., Шиманский В.Н., Тяняшин С.В. Резорбтивная гидроцефалия, ассоциированная с невриномой тройничного нерва. Сибирское медицинское обозрение. 2023;139(1):89-93. DOI: 10.20333/25000136-2023-1-89-93

12. Шевченко К.В., Шиманский В.Н., Тяняшин С.В., Колычева М.В., Пошатаев В.К., Карнаухов В.В., Соложенцева К.Д., Пронин И.Н., Струнина Ю.В., Габриелян Л.Р., Кугушев И.О. Клиническая картина гидроцефалии при экстравентрикулярной цистернальной обструкции ликворных путей. Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургиию 2023;16(11):944-953. DOI: 10.33920/med-01-2311-10

13. Шевченко К.В., Шиманский В.Н., Тяняшин С.В., Пошатаев В.К., Карнаухов В.В., Колычева М.В., Соложенцева К.Д., Струнина Ю.В. Хирургические аспекты классификации и нейровизуализационных характеристик идиопатической гидроцефалии взрослых. Нейрохирургия. 2023;25(3):43-58. DOI: 10.17650/1683-3295-2023-25-3-43-58

14. Шевченко К.В., Шиманский В.Н., Тяняшин С.В., Пошатаев В.К., Карнаухов В.В., Струнина Ю.В., Соложенцева К.Д., Пронин И.Н., Габриелян Л.Р., Кугушев И.О. Нейрорентгенологическая характеристика

гидроцефалии при идиопатической экстравентрикулярной обструкции ликворных путей. Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. 2023;16(12):1051-1060. DOI: 10.33920/med-01-2312-09

15. Шевченко К.В., Шиманский В.Н., Тяняшин С.В., Пошатаев В.К., Карнаухов В.В., Соложенцева К.Д., Пронин И.Н., Струнина Ю.В., Габриелян Л.Р., Кугушев И.О. Эндоскопическое лечение пациентов с идиопатической гидроцефалией при экстравентрикулярной цистернальной обструкции ликворных путей. Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. 2024;1:42-52. DOI: 10.33920/med-01-2401-05

16. Карнаухов В.В., Окишев Д.Н., Султанов Р.А., Галкин М.В., Шевченко К.В., Кочетова А.А., Пошатаев В.К., Тяняшин С.В., Шиманский В.Н. Менингиома основания задней черепной ямки, ассоциированная с гидроцефалией и сирингомиелией: выбор тактики лечения (описание клинического случая) / в журнале Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова, издательство ООО "Семинары, Конференции и Форумы" (Санкт-Петербург), том 15, № 3, с. 152-158.

17. Шевченко К.В., Коновалов Ан Н., Латышев Я.А., Коршунов А.Е., Шиманский В.Н., Тяняшин С.В., Кравчук А.Д., Пилипенко Ю.В., Пошатаев В.К., Одаманов Д.А., Карнаухов В.В. Опыт применения катетер-направляющего устройства Thomale Guide / в сборнике I Российско-Китайский конгресс нейрохирургов, 18-20.10.2017. Сборник тезисов, тезисы, с. 160-161.

18. Шевченко К.В., Коршунов А.Е., Гаспарян С.С., Колычева М.В., Елисеева Н.М., Шахнович А.Р. Эндоскопическая тривентрикулоцистерностомия при экстравентрикулярной гидроцефалии взрослых / в сборнике I Российско-Китайский конгресс нейрохирургов, 18-20.10.2017. Сборник тезисов, тезисы, с. 161-161.

19. Шевченко К.В., Коршунов А.Е., Шиманский В.Н., Тяняшин С.В., Колычева М.В., Карнаухов В.В., Пошатаев В.К., Одаманов Д.А., Абдурахимов Ф.Д., Гвазава Г.И. Эндоскопическая тривентрикулоцистерностомия при идиопатической экстравентрикулярной обструктивной гидроцефалии взрослых: результаты лечения / в сборнике сборник тезисов VIII Всероссийский съезд нейрохирургов, 18-22.09.2018г, место издания Санкт-Петербург, Россия, том 1, тезисы, с. 267-267.

20. Шевченко К.В., Коршунов А.Е., Колычева М.В. Efficiency of endoscopic third ventriculostomy in idiopathic extraventricular obstructive hydrocephalus / в сборнике The 2nd meeting of neurosurgical academic committee of association of Sino-Russia Medical Universities (proceedings), место издания China, 2019, тезисы, с. 68-68.

21. Шевченко К.В., Коршунов А.Е., Шиманский В.Н., Тяняшин С.В., Гаспарян С.С., Колычева М.В. Эффективность эндоскопической тривентрикулоцистерностомии при идиопатической экстравентрикулярной обструктивной гидроцефалии / в сборнике Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова, том X специальный выпуск. XVIII

Всероссийская научно-практическая конференция Поленовские чтения, место издания Санкт-Петербург, 2019, том 10, тезисы, с. 76-76.

22. Шевченко К.В., Шиманский В.Н., Соложенцева К.Д., Тяншин С.В., Колычева М.В., Карнаухов В.В., Пошатаев В.К., Кугушев И.О., Султанов Р.А. Хирургия арахноидальных кист головного мозга у взрослых / в сборнике IX Всероссийский съезд нейрохирургов: сборник тезисов, 2021, место издания ООО "Семинары, Конференции и Форумы" Москва, том 9, тезисы.

23. Шевченко К.В., Соложенцева К.Д., Шиманский В.Н., Тяншин С.В., Колычева М.В., Карнаухов В.В., Пошатаев В.К., Кугушев И.О., Султанов Р.А. Идиопатическая гидроцефалия взрослых: клиника, диагностика и хирургическое лечение / в сборнике IX Всероссийский съезд нейрохирургов: сборник тезисов, 2021, место издания ООО "Семинары, Конференции и Форумы" Москва, том 9, тезисы.

24. Шевченко К.В., Шиманский В.Н., Соложенцева К.Д., Тяншин С.В., Колычева М.В., Карнаухов В.В., Пошатаев В.К., Безбородова Т.Ю., Кугушев И.О., Султанов Р.А. Хирургическое лечение арахноидальных кист головного мозга у взрослых / в сборнике Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова, 2022, том 14, тезисы, с. 5-5.

25. Шевченко К.В., Соложенцева К.Д., Шиманский В.Н., Тяншин С.В., Колычева М.В., Карнаухов В.В., Пошатаев В.К., Безбородова Т.Ю., Кугушев И.О., Султанов Р.А. Идиопатическая гидроцефалия взрослых: клиника, диагностика и хирургическое лечение / в сборнике Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова, 2022, том 14, тезисы, с. 6-7

26. Шевченко К.В., Безбородова Т.Ю., Шиманский В.Н., Тяншин С.В., Колычева М.В., Карнаухов В.В., Пошатаев В.К., Кугушев И.О., Султанов Р.А. Синдром доброкачественной внутричерепной гипертензии: какова роль нейрохирурга в лечении пациентов? / в сборнике Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова, 2022, том 14, тезисы, с. 6-6

27. Шевченко К.В., Шиманский В.Н., Тяншин С.В., Гаспарян С.С., Пошатаев В.К., Карнаухов В.В., Колычева М.В., Соложенцева К.Д., Пронин И.Н., Кугушев И.О., Габриелян Л.Р., Сиднева Л.А., Садыков Р.А., Горбулев В.А., Струнина Ю.В. Современные возможности эндоскопической техники в коррекции нарушений ликвородинамики / X съезд нейрохирургов России: сборник тезисов: /под редакцией акад. РАН Усачева Д.Ю., акад. РАН Крылова В.В., проф. Кравца Л.Я. — Нижний Новгород: 2024. — 408 с.

28. Касян Г.Р., Коновалов Н.А., Лысачев Д.А. Нейроурология: учебное пособие / Шевченко К.В., Дзюбанова Н.А. Часть II, глава «Нарушения мочеиспускания при гидроцефалии» / Московская издательская группа ГЭОТАР-Медиа, 2023; 240 с. – 46 – 48.

29. Способ забора ликвора из околостволовых цистерн. Шиманский В.Н., Кугушев И. О., Тяншин С.В., Шевченко К.В., Пошатаев В.К., Карнаухов В.В., Тихонова О.В.. Номер: 2023105776. Дата публикации патента: 01.03.2024 г.

30. Способ эндоскопического дренирования задних отделов обоих боковых желудочков. Донской А.Д., Кутин М.А., Калинин П.Л., Шкарубо А.Н., Фомичев Д.В., Шарипов О.И., Андреев Д.Н., Чернов И.В., Шевченко К.В., Титов О.Ю. Номер: 2789524. Дата публикации патента: 06.02.2023 г.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АСУ – антисифонное устройство, антигравитационный элемент

БЗО – большое затылочное отверстие

БЗЦ – большая затылочная цистерна

ВД – вентральная дислокация

ВЧГ – внутричерепная гипертензия

ВЧД – внутричерепное давление

Г0 – гидроцефалия при идиопатической обструкции ликворных путей у взрослых

Г5 – гидроцефалия без уточненных признаков обструкции ликворных путей

ЗЧЯ – задняя черепная ямка

ИНТГ, Г4 – идиопатическая нормотензивная гидроцефалия

ИОВМ, Г2а – гидроцефалия при идиопатической обструкции водопровода мозга

ИООМ, Г1 – гидроцефалия при идиопатической обструкции отверстия Монрое

ИОЧЖ, Г2б – гидроцефалия при идиопатической обструкции выходов из IV желудочка

ИОЦЗЧЯ, Г3 - гидроцефалия при идиопатической обструкции а уровне цистерн основания задней черепной ямки

ЛШО – ликворшунтирующая операция

МЖП – межжелудочковая (прозрачная) перегородка

МРТ – магнитно-резонансная томография

ОА – основная артерия

ПММ – премамиллярная мембрана

САП-ЗЧЯ – субарахноидальные пространства основания задней черепной ямки

САП-К – конвекситальные субарахноидальные пространства

ФКМРТ - фзovo-контрастная МРТ

ЭТВ – эндоскопическая тривентрикулостомия