

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПЕРВЫЙ САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА И. П. ПАВЛОВА» МИНИСТЕРСТВА
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

АБЫТОВ
САБЫР АДЫЛЖАНОВИЧ

ДИНАМИКА ЛОКОМОТОРНОЙ ФУНКЦИИ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО
ЛЕЧЕНИЯ НОРМОТЕНЗИВНОЙ ГИДРОЦЕФАЛИИ

3.1.10. Нейрохирургия

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, доцент
Гаврилов Гаспар Владимирович

Санкт-Петербург

2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	13
1.1 Хирургия нормотензивной гидроцефалии, клиника, диагностика и лечение	13
1.1.1 Общие сведения об идиопатической нормотензивной гидроцефалии	13
1.1.2 Исторический обзор методов хирургического лечения и диагностики	23
1.2 Диагностика идиопатической нормотензивной гидроцефалии.....	26
1.2.1 Клинические проявления	26
1.2.2 Роль двигательных нарушений в диагностике идиопатической нормотензивной гидроцефалии.....	33
1.2.3 Нейровизуализационные методы исследования	34
1.2.4 Инвазивные методы исследования.....	38
1.3 Методы оценки локомоторной функции	42
1.3.1 Функциональные тесты	42
1.3.2 Компьютерная стабилметрия	42
1.3.3 Сенсорно-беговая дорожка C-Mill	44
1.4 Хирургическое лечение	45
1.4.1 Прогноз и факторы, влияющие на результат операции	49
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	52
2.1 Общая характеристика групп пациентов.....	52
2.1.1 Поло-возрастные и клинические характеристики пациентов.....	53
2.1.2 Дизайн исследования, критерии включения и исключения	55
2.2 Методы диагностики идиопатической нормотензивной гидроцефалии	59
2.2.1 Клинические методы	61

2.2.2 Нейровизуализационные методы	62
2.2.3 Функциональные тесты	63
2.2.4 Компьютерная стабилометрия	65
2.2.5 Сенсорно-беговая дорожка C-Mill	75
2.3 Хирургическое лечение идиопатической нормотензивной гидроцефалии	80
2.4 Методы статистической обработки	82
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	84
3.1 Результаты исследования пациентов в предоперационном периоде.....	84
3.1.1 Клинико-неврологическое обследование.....	84
3.1.2 Результаты исследования локомоторных функций.....	85
3.2 Результаты исследования пациентов после тап-теста.....	99
3.2.1 Роль инструментальных методов в объективизации динамики локомоторной функции при сомнительных результатах функциональных тестов после тап-теста	101
3.2.2 Межгрупповое сопоставление динамики клинических и локомоторных показателей до и после тап-теста.....	121
3.3 Результаты исследования после вентрикулоперитонеального шунтирования.....	126
3.4 Алгоритм комплексной оценки локомоторной функции при ИНТГ для обоснования показаний к хирургическому лечению.....	132
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ	137
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	147
ВЫВОДЫ	151
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	153
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	154
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	156
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	158

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Идиопатическая нормотензивная гидроцефалия (ИНТГ) — заболевание, характеризующееся триадой Хаким-Адамса: нарушением походки и равновесия, когнитивными нарушениями и недержанием мочи с увеличением желудочков головного мозга при нормальном давлении ликвора (Хачатрян В.А. и соавт., 2003; Adams R.D. et al., 1965; Campo-Caballero D. et al., 2026;).

Среди пожилых пациентов преобладает именно идиопатическая форма заболевания (Passos-Neto et al., 2022; Passaretti M. et al., 2023). По данным эпидемиологических исследований, распространённость ИНТГ варьирует от 10 до 22 случаев на 100 000 населения, достигая 1,3 % у лиц старше 65 лет и 5,9 % у пациентов старше 70 лет (Wang Z. et al., 2020).

Ранние проявления ИНТГ чаще всего связаны с нарушениями двигательной сферы (Кравчук А.Д. и соавт., 2011; Легздайн М.А. и соавт., 2015; Лобзин и соавт., 2021; Dasher N. et al., 2024; Öztıp-Çakmak Ö. et al., 2023; Montero-Odasso M. et al., 2012; Rovira À. et al., 2026).

Основанием для подозрения на ИНТГ служит наличие клинической триады Хаким-Адамса с данными нейровизуализации, указывающими на расширение желудочковой системы (КТ и/или МРТ головного мозга, индекс Эванса $> 0,3$) (Yin R. et al., 2021; Hamilton M.G. et al., 2025).

При решении вопроса об оперативном лечении прибегают к инвазивной диагностике, ведущая роль принадлежит тап-тесту, предполагающему оценку кратковременного регресса симптомов после люмбальной пункции с одномоментным удалением 40–50 мл ликвора (Boon A. J. W. et al., 2000; Saldarriaga-Cantillo A. et al., 2020). Однако информативность тап-теста ограничивается вариабельностью клинических проявлений и часто интерпретируется субъективно, что иногда снижает её прогностическую ценность (Абытов С.А. и соавт., 2024; Гаврилов Г.В. и соавт., 2016;). В отечественной нейрохирургии продолжается

совершенствование технологий хирургического лечения различных форм гидроцефалии, включая разработку новых способов ликворошунтирующих вмешательств (Гаврилов Г.В., 2010; Самочерных К.А. и соавт., 2017). Развитие персонализированного подхода к хирургическому лечению различных форм гидроцефалии отражает современную тенденцию к индивидуализации выбора метода ликвороотведения (Николаенко М.С. и соавт., 2025). Для принятия решения о хирургическом вмешательстве ИНТГ недостаточно только клинической картины и характерных нейровизуализационных изменений (Bianconi A. et al., 2024; Fang X. et al., 2025).

Более точное представление о двигательной динамике дают инструментальные методы, переводящие клинически наблюдаемые изменения в количественные показатели (Абытов С.А. и соавт., 2025; Кубряк О.В. и соавт., 2018; Мещеряков и соавт., 2017; Скворцов Д.В., 2007; Скворцов и соавт., 2013).

При ИНТГ они используются ограниченно, а имеющиеся публикации немногочисленны и неоднородны по протоколам. По этой причине требуется дальнейшее изучение возможностей ST-150 и C-Mill для объективной оценки динамики локомоторных функций до и после хирургического вмешательства, с тем чтобы повысить точность диагностики и обоснованность лечебной тактики.

Необходимость совершенствования подходов к диагностике и улучшению результатов нейрохирургического лечения ИНТГ определяет актуальность использования современных инструментальных систем, позволяющих количественно оценивать нарушения походки и равновесия.

Степень разработанности темы исследования

Клиническая картина ИНТГ определяется триадой Хаким-Адамса, хотя данный симптомокомплекс хорошо изучен и подробно описан в литературе, его проявления нередко пересекаются с клиническими признаками других нейродегенеративных и сосудистых заболеваний, что обуславливает

необходимость объективных инструментальных методов оценки (Ishikawa M. et al., 2008; Kambara A. et al., 2021; Wluka J. et al., 2026).

КТ и МРТ головного мозга используются для выявления морфологических признаков ИНТГ (Коммунаров В.В., 2003; Хачатрян В.А., 2014; Constantinescu C. et al., 2024), однако по данным нейровизуализации нельзя судить о сохранности равновесия и особенностях ходьбы пациента. Для определения возможной обратимости клинических проявлений применяют тап-тест (Берснев В.П., 1995; Di Rosso C. et al., 2006; Mihalj M. et al., 2016). Вместе с тем оценка ответа на ликвородинамическую пробу нередко зависит от клинического наблюдения и не всегда обеспечивает количественное описание изменений функционального состояния (Marmarou A. et al., 2005).

Наиболее распространённым видом ЛШО остаётся вентрикулоперитонеальное шунтирование, после которого у части пациентов отмечается регресс основных симптомов заболевания. Несмотря на накопленный опыт диагностики и хирургического лечения ИНТГ, ряд вопросов по-прежнему требует дальнейшего решения. К ним относят дефицит объективных критериев оценки двигательных расстройств, недостаточную интеграцию высокоточных инструментальных методов в повседневную практику и отсутствие единых подходов к стандартизации динамического наблюдения на этапах лечения. Применение современных технологий, компьютерной стабیلοграфии ST-150 и сенсорно-беговой дорожки C-Mill позволяет количественно описывать параметры локомоторной функции (Скворцов Д.В., 2010), повышая точность диагностики и определения показаний к хирургическому лечению. Исходя из обозначенных проблем, была сформулирована цель исследования и определены задачи, направленные на решение поставленной цели.

Цель исследования

Улучшить результаты нейрохирургического лечения пациентов с идиопатической нормотензивной гидроцефалией с использованием

инструментальных методов оценки динамических изменений локомоторной функции на всех этапах дифференциальной диагностики для уточнения показаний к операции, а также оценки исходов в послеоперационном периоде.

Задачи исследования

1. Уточнить структуру локомоторных нарушений у пациентов с идиопатической нормотензивной гидроцефалией в предоперационном и послеоперационном периоде с учетом результатов тап-теста, компьютерной стабиллометрии и сенсорно-беговой дорожки C-Mill.

2. Определить диагностическую и прогностическую значимость объективных методов анализа локомоторной функции для оценки результатов тап-теста и определения показаний к хирургическому лечению пациентов с идиопатической нормотензивной гидроцефалией.

3. Разработать алгоритм комплексной оценки локомоторной функции при идиопатической нормотензивной гидроцефалии для определения показаний к хирургическому лечению.

Научная новизна

Показано, что применение компьютерной стабиллометрии и сенсорно-беговой дорожки C-Mill обеспечивает объективную количественную оценку изменений локомоторной функции после тап-теста и хирургического лечения, в том числе у пациентов с неоднозначными результатами функциональных тестов ($p < 0,001$).

Полученные результаты позволили уточнить особенности динамики постуральных и локомоторных нарушений на этапах диагностики и хирургического лечения пациентов с идиопатической нормотензивной гидроцефалией. Установлено, что восстановление локомоторной функции после выполнения тап-теста и хирургического лечения носит последовательный этапный

характер, что подтверждается объективными показателями компьютерной стабиллометрии и сенсорно-беговой системы C-Mill ($p < 0,001$).

На основании полученных данных разработан алгоритм определения показаний к хирургическому лечению пациентов с идиопатической нормотензивной гидроцефалией ($p < 0,001$).

Теоретическая и практическая значимость работы

Использование компьютерной стабиллометрии ST-150 и системы C-Mill позволило количественно охарактеризовать изменения постурального контроля и ходьбы до тап-теста ($p > 0,05$), также после тап-теста и хирургического лечения ($p < 0,001$). Сопоставление результатов, полученных до тап-теста, после ликворной разгрузки и после шунтирования, позволило определить, какие изменения постурального контроля и походки регистрируются инструментально на каждом этапе обследования.

Практическое значение имеет включение компьютерной стабиллометрии ST-150 и исследования на системе C-Mill в обследование пациентов с предполагаемой ИНТГ. Количественные показатели равновесия и походки служат дополнительным основанием при определении показаний к операции ($p < 0,001$). Разработанный алгоритм определяет последовательность обследования и сопоставления результатов и может использоваться в специализированных нейрохирургических центрах.

Методология и методы исследования

Методологически работа была построена как этапное наблюдение за состоянием равновесия и ходьбы у пациентов с ИНТГ. В основной группе клинические, функциональные и инструментальные показатели регистрировали до тап-теста, повторяли после ликворной разгрузки, а затем оценивали в раннем послеоперационном периоде. Такой порядок обследования позволял соотнести

исходную выраженность локомоторных нарушений с их изменением после ликвородинамической пробы и последующего шунтирования.

Перед включением в исследование все участники подписывали информированное согласие. Работа выполнялась с соблюдением этических принципов Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации в редакции 2013 года.

Клинический блок обследования включал неврологический осмотр с оценкой двигательной сферы и когнитивных функций. Выраженность основных проявлений ИНТГ фиксировали по шкале Idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus Grading Scale (iNPHGS). Функциональную мобильность оценивали с помощью теста со стулом и ходьбы на дистанцию 10 метров; оба задания выполнялись с видеорегистрацией. Для оценки структурных изменений головного мозга и ликворной системы использовали КТ и/или МРТ. При анализе изображений учитывали расширение желудочковой системы, перивентрикулярные изменения и другие нейровизуализационные признаки, характерные для ИНТГ.

Инструментальная часть обследования была направлена на количественную характеристику постурального контроля и походки. Компьютерную стабилOMETрию ST-150 применяли для регистрации перемещений центра давления и оценки устойчивости пациента. На сенсорно-беговой системе C-Mill определяли пространственно-временные характеристики ходьбы. Исследования проводили до тап-теста, повторяли в течение 24 часов после ликворной разгрузки, а у оперированных пациентов — на 10-е сутки после ЛШО.

Статистическую обработку выполняли в программной среде R версии 4.5.1 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2025). Выбор статистических критериев определяли с учётом типа данных и характера сравниваемых выборок.

Положения, выносимые на защиту

1. Локомоторные нарушения при ИНТГ характеризуются сочетанием нарушений постурального контроля и пространственно-временных характеристик походки, что объективно подтверждается инструментальными методами количественной оценки (до тап-теста — $p > 0,05$; после тап-теста и операции — $p < 0,001$).

2. При определении показаний к хирургическому лечению следует учитывать не только результаты тап-теста, но и данные инструментальной оценки локомоторной функции, полученные с использованием компьютерной стабилометрии и сенсорно-беговой системы C-Mill.

3. Разработанный алгоритм с применением тап-теста с компьютерной стабилометрией ST-150 и сенсорно-беговой системы C-Mill позволяет уточнить показания к хирургическому лечению пациентов с ИНТГ ($p < 0,001$).

Степень достоверности и апробация результатов исследования

Основные положения и результаты диссертационного исследования были представлены и обсуждены на научных мероприятиях различного уровня, включая X съезд нейрохирургов России (Нижний Новгород, 10–13 сентября 2024 года), Общества специалистов по функциональной и стереотаксической нейрохирургии памяти профессора В.А. Шабалова (Нижний Новгород, 27–28 марта 2025 года), LXXXV научно-практическую конференцию с международным участием «Актуальные вопросы экспериментальной и клинической медицины – 2024» (Санкт-Петербург, 2024 год).

Личный вклад автора

Концепция исследования, его структура, цель и рабочая гипотеза сформированы автором самостоятельно. Автор определил методические подходы к количественной оценке локомоторных нарушений при ИНТГ и применение инструментальных исследований в общий протокол обследования. Им лично проведён отбор пациентов в соответствии с установленными критериями

включения и исключения. Основную группу составили 50 пациентов с подтверждённым диагнозом ИНТГ, группу сравнения — 30 пациентов с нарушениями походки и равновесия иной природы.

Автор сформировал выборку исследования в соответствии с критериями включения и исключения. В основную группу вошли 50 пациентов с подтверждённой ИНТГ, в группу сравнения — 30 пациентов с нарушениями походки и равновесия иной природы.

Все пациенты были обследованы при непосредственном участии автора. Он проводил неврологический осмотр, оценку по шкале iNPHGS, тест со стулом, ходьбу на дистанцию 10 метров с видеорегистрацией, компьютерную стабилометрию ST-150 и исследование походки на сенсорно-беговой системе C-Mill.

Автор участвовал в хирургическом лечении всех 50 пациентов основной группы: в 34 случаях выполнял ЛШО как оперирующий хирург, в 16 — ассистировал при операции. Им также выполнены сбор и систематизация клинических и инструментальных данных, подготовлена база для статистической обработки и проведена интерпретация результатов. На основании полученных данных разработан алгоритм комплексной оценки локомоторной функции при ИНТГ для использования в нейрохирургической практике.

Все представленные в диссертации материалы — от разработки дизайна исследования до подготовки публикаций и научных докладов — получены и обобщены при непосредственном участии автора.

Внедрение полученных результатов работы

Результаты исследования внедрены в практическую деятельность нейрохирургического отделения и кафедры нейрохирургии ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова» Минздрава России, СПб ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн», СПб ГБУЗ «Городская Александровская больница» и ТКБ № 2 им. В.В. Баныкина и

СПб ГБУЗ «Елизаветинская больница». Разработанные подходы используются при диагностике и динамическом наблюдении пациентов с ИНТГ.

На основании изменений локомоторной функции, зарегистрированных до и после тап-теста, сформулированы рекомендации по применению инструментальных методов количественной оценки двигательных нарушений. В клиническую практику включены компьютерная стабилметрия ST-150 и сенсорно-беговая система C-Mill, позволяющие исследовать поструральную устойчивость и параметры ходьбы. Методические положения работы также используются в образовательном процессе кафедры нейрохирургии ПСПбГМУ им. И. П. Павлова при подготовке ординаторов и аспирантов по нейрохирургии и функциональной диагностике.

Публикации

Всего по материалам исследования опубликовано 7 научных работ, включая статьи и тезисы, представленные в сборниках конференций, съездов и научных форумов. Из них 3 статьи опубликованы в журналах, рекомендованных Перечнем ВАК.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 189 страницах машинописного текста и состоит из введения, главы 1 «Обзор литературы», главы 2 «Материал и методы исследования», главы 3 «Результаты исследования», главы 4 «Обсуждение результатов исследования», заключения, выводов, разделов «Практические рекомендации», «Перспективы дальнейшей разработки темы», списка сокращений и списка литературы. Список литературы включает 186 источников, включающего 35 отечественных и 151 зарубежных. Работа содержит 37 таблиц, 27 рисунков.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Хирургия нормотензивной гидроцефалии, клиника, диагностика и лечение

1.1.1 Общие сведения об идиопатической нормотензивной гидроцефалии

Идиопатическая нормотензивная гидроцефалия (ИНТГ) - хроническое состояние заболевания, при котором отмечается постепенное расширение желудочковой системы головного мозга на фоне нормального уровня внутричерепного давления (ВЧД) (Wilson et al., 1967).

Сам термин «гидроцефалия» происходит от древнегреческих слов *hydro* - «вода» и *cephalon* - «головной мозг», что точно отражает патофизиологическую сущность заболевания, избыточное накопление ликвора в полости черепа (Adams R. D. et al., 1965). Исторические сведения об этом заболевании прослеживаются на протяжении более двух тысячелетий. Ещё в трудах древнеегипетских и вавилонских врачей встречаются описания состояний с увеличением размеров головы и симптомами, предположительно обусловленными с внутричерепной ликворной дисфункцией (Aschoff A. et al., 1999). Позднее врачи античного периода, включая представителей школы Гиппократы указывали на наличие у некоторых больных симптомов, схожих с проявлениями гидроцефалии и предпринимали попытки хирургического вмешательства для удаления избыточного количества жидкости из полости черепа (Czosnyka Z., 2017). При ИНТГ сохраняется сообщение между желудочковой системой мозга и субарахноидальным пространством. В отличие от других форм гидроцефалии, ИНТГ развивается на фоне нормального уровня ликворного давления, это существенно затрудняет её диагностику на ранних стадиях (Ishikawa M., 2004).

Идиопатическая нормотензивная гидроцефалия впервые была выделена в отдельную нозологическую форму колумбийским нейрохирургом Саломоном Хакимом совместно с Раймондом Адамсом в 1965 году. Авторы предложили

термин для обозначения клинического синдрома, при котором сочетались три ведущих признака: нарушение походки, когнитивные расстройства и недержание мочи. Эта симптоматическая триада, впоследствии получившая название триады Хаким - Адамса, стала основой современного понимания о заболевании. До её описания случаи ИНТГ нередко трактовались как проявления иных нейродегенеративных процессов, что затрудняло проведение дифференциальной диагностики и выбор адекватной тактики лечения (Hakim S., Adams R.D., 1965; Levine D. N., 1999).

Классификация.

В научной литературе существует множество классификаций гидроцефалии что связано со сложной этиопатогенетической природой заболевания, морфологическим разнообразием, изменчивостью клинических проявлений. Различия затрагивают особенности течения, прогноз и характер нарушения ликвороциркуляции. Наиболее распространено деление гидроцефалии на два основных типа: окклюзионную (обструктивную) и сообщающуюся (открытую), что отражает механизм нарушения циркуляции цереброспинальной жидкости.

С учётом локализации блокады ликворных путей выделяют окклюзии в области отверстий Монро (односторонние или двусторонние), в пределах III желудочка (в переднем, среднем, заднем отделах либо при полной обтурации), водопровода мозга и IV желудочка (верхнего или нижнего треугольников, а также тотальные блоки отверстий Мажанди и Люшка) (Самочерных К.А. и соавт., 2010; Гаврилов Г.В., 2010). По характеру распространения процесса различают несколько форм: моновентрикулярную, при окклюзии одного из межжелудочковых отверстий; бивентрикулярную с блокадой обоих отверстий Монро; тривентрикулярную при обструкции водопровода мозга или IV желудочка; и тетравентрикулярную при окклюзии срединных и латеральных апертур IV желудочка (Арендт А.А., 1948). По механизму нарушения циркуляции выделяют три основных типа: гиперсекреторную форму при избыточном образовании спинномозговой жидкости; гипорезорбтивную форму, при нарушении процесса её

обратного всасывания; и комбинированную гиперсекреторно-гипорезорбтивную форму, сочетающую оба указанных механизма (Скворцов Д.В., 2010).

По морфологическому принципу гидроцефалию можно подразделить на внутреннюю, при которой расширяется желудочковая система головного мозга; наружную, при увеличении субарахноидальных пространств вследствие атрофии мозгового вещества; и смешанную, сочетающую признаки обеих форм и проявляющуюся дилатацией как желудочков, так и субарахноидальных пространств (Хачатрян В.А. и соавт., 1998). По уровню ликворного давления на гипертензивную, нормотензивную и гипотензивную разновидности. Также в зависимости от динамики патологического процесса различают прогрессирующие, стационарные и регрессирующие формы (Хачатрян В.А., 1991).

По степени компенсации патологических изменений различают на компенсированные, субкомпенсированные и декомпенсированные формы. Для последних типичны выраженные нарушения ликвородинамики и повышение внутричерепного давления; к ним относят гипертензивную водянку, окклюзионную и прогрессирующую гидроцефалию. Компенсированные варианты, напротив, свидетельствуют о стабилизации или регрессии процесса, при сохранении относительного баланса циркуляции цереброспинальной жидкости и отсутствии значимых отклонений клинических или интраскопических показателей (Гаврилов Г.В. и соавт., 2016). Также различают две основные формы нормотензивной гидроцефалии, которые отличаются по причинам возникновения и особенностям клинического течения.

1. Идиопатическая нормотензивная гидроцефалия (ИНТГ)

Она развивается при отсутствии предшествующих патологий или внешних повреждающих факторов. Заболевание чаще встречается у пожилых пациентов и начинается постепенно, с малозаметным нарастанием симптомов. Механизмы развития до конца не ясны, наиболее вероятными считают возрастные дегенеративные изменения, нарушения ликвороциркуляции и снижение активности лимфатической системы, обеспечивающей выведение межклеточной жидкости (Öztop-Çakmak Ö. et al., 2023).

2. Вторичная нормотензивная гидроцефалия (вНТГ)

Эта разновидность развивается вследствие конкретных повреждающих факторов, среди которых наиболее часто встречаются черепно-мозговые травмы, воспалительные процессы (менингит, венитрикулит), субарахноидальные или внутрижелудочковые кровоизлияния, а также осложнения, возникающие после нейрохирургических вмешательств. В отличие от идиопатической формы, вторичная НТГ имеет более предсказуемое течение, так как её причины, как правило, очевидны, что упрощает диагностику и выбор лечебной стратегии (Bonney P.A. et al., 2022).

Наряду с этиологическим делением используется стадийная классификация нормотензивной гидроцефалии, учитывающая выраженность клинических проявлений и степень расстройства ликвороциркуляции. В клиническом течении заболевания условно различают три стадии:

1. Лёгкая стадия, характерно умеренное расширение желудочков головного мозга при минимально выраженных когнитивных и моторных нарушениях.
2. Средняя стадия, на этом этапе наблюдаются выраженные нарушения походки, снижение когнитивных функций и эпизоды недержания мочи.
3. Тяжёлая стадия, для неё типично сочетание грубых двигательных и когнитивных нарушений, приводящих к утрате трудоспособности и выраженной социальной дезадаптации.

Современные методы нейровизуализации расширили возможности диагностики ИНТГ, позволив оценивать изменения желудочковой системы не только качественно, но и количественно. Одним из используемых критериев служит индекс Эванса — отношение максимальной ширины передних рогов боковых желудочков к наибольшему внутреннему диаметру черепа. При значении индекса Эванса 0,3 и выше говорят о венитрикуломегалии; этот признак учитывают при диагностике гидроцефалии, но сам по себе он не отражает выраженность двигательных нарушений. Поэтому для оценки потенциальной обратимости симптомов применяют ликвородинамические пробы. Наиболее распространённой из них остаётся тап-тест, при котором однократно удаляют 30–50 мл

цереброспинальной жидкости и затем оценивают изменения неврологического статуса, прежде всего ходьбы и равновесия. Несмотря на широкое использование этой методики, её прогностическая ценность зависит от способа последующей клинической оценки и интерпретации результата врачом (Marmarou A. et al., 2005).

Эпидемиология.

ИНТГ имеет существенное медико-социальное значение, поскольку чаще встречается у пациентов пожилого возраста и сопровождается нарушениями ходьбы, равновесия и когнитивных функций. Частота заболевания возрастает по мере старения популяции. В популяционных исследованиях среди лиц старше 70 лет распространённость ИНТГ варьирует от 0,2 до 2,9 %, а у пациентов 80 лет достигает 5,9 % (Jara J. D. et al., 2014). По данным исследований, проведённых в Китае у пациентов старше 65 лет этот показатель, достигает 2,5 %, а в группе старше 90 лет 7,9 % (Fang X. et al., 2025). В работе M. Ishikawa et al. распространённость ИНТГ у пожилых пациентов была определена на уровне 3,7 % (Ishikawa M., 2004). В Швеции при обследовании 791 человека в возрасте 70 лет признаки возможной ИНТГ выявлены у заметной доли участников; предварительная распространённость синдрома составила 1,5-2,1 % (Constantinescu C. et al., 2024).

В отечественных источниках систематизированные эпидемиологические данные об ИНТГ остаются ограниченными. Отдельные авторы указывают на частоту выявления заболевания у 2-4 % лиц старше 65 лет. Фактическая распространённость ИНТГ выше, чем отражено в статистике, что связано с недооценкой клинических проявлений, трудностями дифференциальной диагностики и редким использованием объективных инструментальных методов. Аналогичные наблюдения представлены в работах М.А. Легздайна и Г.В. Гаврилова, где подчёркивается поздняя диагностика и низкая настороженность врачей амбулаторного звена при обследовании пациентов с подозрением на ИНТГ (Легздайн М.А. и соавт., 2015). Поскольку заболевание развивается без выраженных провоцирующих факторов, а его проявления схожи с другими нейродегенеративными расстройствами старшего возраста, подтверждение

диагноза возможно лишь при комплексной клинико-инструментальной оценке с применением современных методов (Greitz D., 2006).

Эпидемиологические наблюдения, включая исследование M. Ishikawa et al., показали, что ИНТГ чаще диагностируется у мужчин, преимущественно в возрасте старше 70 лет. По данным X. Fang et al. (2025), полученным в Шанхае, у женщин заболевание регистрируется реже, однако у них преобладают более тяжелые когнитивные нарушения.

Следует отметить, что распространённость заболевания заметно различается в зависимости от региона, что во многом связано с особенностями организации здравоохранения и демографическими характеристиками населения. В странах Восточной Азии, включая Японию, Китай и Южную Корею, заболевание диагностируется чаще, это обусловлено высокой доступностью методов нейровизуализации, прежде всего МРТ и КТ, применяемых на ранних этапах обследования. В то же время в Европе и Северной Америке клиническая настороженность в отношении ИНТГ традиционно сосредоточена на когнитивных проявлениях, где ведущую роль в диагностике отводят деменции как ключевому компоненту триады Хаким-Адамса (Saldarriaga-Cantillo A. et al., 2020).

Как уже отметили, увеличение частоты ИНТГ с возрастом связывают с постепенным развитием дегенеративных изменений в структурах головного мозга. Наиболее выраженные сдвиги касаются ликвороциркуляции: с возрастом снижается эффективность оттока спинномозговой жидкости, формируются атрофические изменения белого вещества и нарушается работа лимфатической системы, ответственной за клиренс метаболитов. Существенный вклад в прогрессирование патологического процесса вносят сопутствующие заболевания, артериальная гипертензия, сахарный диабет и другие формы цереброваскулярной патологии, которые усугубляют ликвородинамические нарушения и тем самым усиливают выраженность клинических проявлений ИНТГ (Passaretti M. et al., 2023).

Этиопатогенез.

В течение последних десятилетий внимание исследователей сосредоточено на выявлении причинно-следственных механизмов, способных объяснить

формирование идиопатической нормотензивной гидроцефалии и вариабельность её клинических проявлений. Наиболее обсуждаемыми направлениями остаются поиск наследственных детерминант, анализ состава ЦСЖ и оценка структурно-функциональных перестроек нейронных сетей, которые рассматриваются как потенциальная основа для развития заболевания (Гаврилов Г.В. и соавт., 2016).

Генетические факторы.

Накопленные клинико-генетические наблюдения указывают, что вклад наследственных механизмов в патогенез ИНТГ не ограничивается единичными описаниями, а может определять индивидуальную предрасположенность к заболеванию и особенности его течения. Так, Shigeki Yamada и соавт. (2021) показали, что наследственные факторы способны оказывать существенное влияние на развитие заболевания. Дополнительные аргументы в пользу наследственной предрасположенности представлены в анализе семейных наблюдений, выполненном A.B.W. Greenberg и соавт.: на основании выявленных кластеров авторы сформулировали гипотезу о возможной генетической предрасположенности к ИНТГ с предполагаемым аутосомно-доминантным типом наследования. В более современных работах акцент смещён в сторону молекулярных механизмов, связанных с регуляцией экспрессии генов и функцией эпендимального эпителия. По данным Joel Räsänen и соавт. (2025) продемонстрирована связь между нарушениями генной регуляции и цилиарной дисфункцией эпендимальных клеток, что приводит к расстройствам циркуляции цереброспинальной жидкости и формированию гидроцефалии. В качестве наиболее значимых кандидатов выделены гены CFAP43 и CWN43, мутационные изменения в которых ассоциируются с идиопатической нормотензивной гидроцефалией; оба гена участвуют в обеспечении работы подвижных ресничек эпендимального эпителия и сопровождаются нарушением ликвородинамики, рассматриваемого как одно из ключевых звеньев патогенеза ИНТГ (Joel R. et al., 2025).

Теория пульсационного стресса.

При идиопатической нормотензивной гидроцефалии отсутствие выраженного механического блока на пути циркуляции цереброспинальной жидкости (ЦСЖ) не исключает развития патологического процесса, сопровождающегося увеличением объёма боковых желудочков. Сужение субарахноидальных пространств при относительной компрессии конвекситальных отделов формирует характерную диссоциацию между отдельными ликворными компартментами. Её связывают с градиентом давления между желудочковой системой и венозными коллекторами, прежде всего верхним сагиттальным синусом. Такая модель отражает сложное взаимодействие ликвородинамических и структурных изменений, поддерживающих патологический процесс.

В исследованиях L.H. Weed и W. Hughson разница давления между желудочками и субарахноидальными пространствами составляла 2–14 см вод. ст. Наличие этого градиента рассматривается как фактор, направляющий движение цереброспинальной жидкости из желудочковой системы к субарахноидальным пространствам. Изменение ликворного потока связывают с нарушениями мозгового кровообращения и прогрессирующим расширением желудочков, способным усиливать клинические проявления заболевания (Wang Z. et al., 2020; Greenberg A.B.W. et al., 2023). По предположению J.O. Connell, одним из механизмов формирования ИНТГ может быть усиление пульсационных колебаний ликворного давления при сохранённом нормальном ВЧД (O'Connell J.E.A. et al., 1943).

Экспериментальные наблюдения E. Bering впервые продемонстрировали влияние пульсационных колебаний цереброспинальной жидкости на морфологию и динамику желудочковой системы. Позднее результаты были подтверждены C. Wilson и V. Bertan, а также развиты в исследованиях C. Di Rocco и V. Pettorossi, показавших возможность формирования гидродинамического «пульсационного стресса» в условиях моделированной обструкции ликворных путей (Wilson C.B., Bertan V., 1967; Di Rocco C. et al., 1978). J. E. Guinane и соавт. установили существование стабильного градиента давления между боковыми желудочками и

субарахноидальными пространствами, что указывает на прямое участие пульсационных колебаний ликвора в механизмах повреждения и ремоделирования мозговых структур при ИНТГ (Guinane J.E., 1977).

Теория объемного потока.

В патофизиологии ИНТГ ключевым фактором является дисбаланс между секрецией цереброспинальной жидкости (ЦСЖ) арахноидальными ворсинками и её абсорбцией через пахионовые грануляции.

Основы современных представлений о патогенезе ИНТГ были заложены исследованиями ликвородинамики в начале XX века. В 1913 году W.E. Dandy и K.D. Blackfan, проводя опыты на собаках, искусственно блокировали водопровод мозга посредством введения хлопкового тампона, что приводило к формированию окклюзионной гидроцефалии. Эти исследования послужили основой классической модели ликвороциркуляции, согласно которой цереброспинальная жидкость синтезируется в ворсинчатых сплетениях желудочков, проходит через отверстия четвёртого желудочка в субарахноидальные пространства и резорбируется в пахионовых грануляциях. На базе анализа данной физиологической схемы и клинических особенностей ИНТГ S. Hakim и R.D. Adams предложили концепцию, получившую название «теория объёмного потока» (Adams R.D. et al., 1965). Согласно этой гипотезе, расширение желудочковой системы при ИНТГ обусловлено нарушением равновесия между продукцией ликвора ворсинчатыми сплетениями и его резорбцией через венозную систему.

Роль лимфатической системы.

Лимфатическая система обеспечивает направленный отток спинномозговой и интерстициальной жидкости из тканей мозга через сеть периваскулярных каналов, способных изменять свою проходимость в зависимости от функционального состояния сосудистой стенки. Эффективность этого механизма во многом определяется амплитудой артериальных пульсаций, которые обеспечивают движение ликвора вдоль сосудистого русла и выведение метаболитических продуктов. Такая система дренажа поддерживает нейронный гомеостаз и способствует сохранению функциональной устойчивости центральной

нервной системы (Гаврилов Г.В. и соавт., 2020). С возрастом эффективность лимфатической системы закономерно снижается, это связывают, в частности, с уменьшением эластичности артериальной стенки и снижением экспрессии водного канала аквапорина-4 (AQP4) на астроцитарных окончаниях. Указанные изменения ограничивают клиренс метаболитов и способствуют их накоплению в мозговой ткани, формируя предпосылки для развития идиопатической нормотензивной гидроцефалии (Rasmussen M.K. et al., 2018; Mestre H. et al., 2020; Reeves B.C. et al., 2020).

Гипоперфузия головного мозга.

Z. Wang и соавт. связывают расстройства ликвородинамики с изменением кровоснабжения церебральных структур. По мере расширения желудочковой системы возрастает механическое воздействие на прилежащую мозговую ткань и сосуды. Это может приводить к снижению церебральной перфузии и создавать условия для хронической гипоксии. Наиболее выраженное снижение кровотока при ИНТГ выявлено в перивентрикулярном белом веществе, базальных ганглиях и отдельных участках серого вещества головного мозга, что подтверждено данными ПЭТ (Owler B.K. et al., 2004). Нарушение кровоснабжения затрагивает функционально значимые нейрональные сети и участвует в развитии клинической симптоматики заболевания (Wang Z. et al., 2020).

При длительном течении гипоперфузия сопровождается метаболическими расстройствами, глиозом, нейровоспалительными изменениями и ослаблением барьерной функции гематоэнцефалического барьера. Совокупность этих процессов может способствовать прогрессированию ИНТГ, что определяет необходимость дальнейшего изучения взаимосвязи нарушений ликвородинамики, церебрального кровотока и возможных способов их коррекции (Wang Z. et al., 2020).

1.1.2 Исторический обзор методов хирургического лечения и диагностики

Одно из первых документированных упоминаний гидроцефалии содержится в трудах Гиппократов (460–370 гг. до н. э.). В «Corpus Hippocraticum» этим термином обозначалось состояние, сопровождавшееся головной болью, рвотой и нарушениями зрения (Гаврилов Г.В., 2020).

Научное описание клинического варианта гидроцефалии при нормальных показателях ВЧД принадлежит С. Hakim и R. Adams, представившим свои наблюдения в 1965 году (Adams R.D. et al., 1965). Авторы выделили группу пациентов, у которых сочетались нарушение походки, когнитивный дефицит и расстройства мочеиспускания на фоне расширенной желудочковой системы при отсутствии признаков внутричерепной гипертензии. Эти наблюдения помогли обособить идиопатическую нормотензивную гидроцефалию как самостоятельную нозологическую форму и поставили под сомнение прежнее представление о гидроцефалии исключительно как о состоянии с повышенным внутричерепным давлением.

В 1942 г. W.A. Evans предложил количественный показатель, основанный на соотношении поперечного размера передних рогов боковых желудочков и внутреннего диаметра черепа; значение индекса более 0,3 было расценено как значимый морфометрический признак гидроцефалии, включая её идиопатическую нормотензивную форму (Zhou X., Xia J., 2022). Применение одного лишь индекса Эванса не обеспечивает достаточной диагностической определённости, поскольку данный параметр отражает преимущественно степень вентрикуломегалии и не характеризует выраженность функциональных расстройств, в первую очередь нарушение походки. Существенным этапом в развитии диагностики ИНТГ стало внедрение Wikkelsø в 1982 г. ликвородинамической пробы («тап-теста»), основанной на оценке клинической динамики после однократного удаления цереброспинальной жидкости при люмбальной пункции. Установленная авторами корреляция между регрессом симптоматики и эффективностью последующего

шунтирующего вмешательства придала данной процедуре значение прогностического критерия. В дальнейшем тап-тест получил широкое распространение и закрепился как один из ключевых методов отбора пациентов для хирургического лечения ИНТГ.

Истоки хирургического подхода к лечению гидроцефалии во многом связаны с работами W.E. Dandy, который в первой половине XX века предложил ряд принципиально новых вмешательств, в том числе удаление сосудистых сплетений при сообщающейся форме заболевания (Dandy W.E., 1918). Экспериментальные и клинические исследования Dandy способствовали уточнению представлений о различных вариантах гидроцефалии – внутренней и наружной, а также обструктивной и сообщающейся, что стало важным этапом формирования нейрохирургической тактики и развития патофизиологической классификации заболевания (Dandy W.E., Blackfan K.D., 1913). Во второй половине XX века существенный вклад в развитие представлений о хирургическом лечении гидроцефалии внёс А.А. Арендт, обобщивший отечественный и зарубежный клинический опыт, и представивший систематизированное описание широкого спектра применявшихся вмешательств, от наружного дренирования и удаления сосудистых сплетений до различных вариантов формирования шунтирующих систем (Арендт А.А., 1948). Указанные работы стали методологической основой для последующего распространения ликворошунтирующих операций, которые на протяжении длительного времени сохраняли статус ведущего направления хирургического лечения гидроцефалии.

В 1970–1980-е гг. исследования Borgesen и Gjerris показали эффективность хирургического лечения идиопатической нормотензивной гидроцефалии при использовании вентрикулоперитонеальных шунтов с низким сопротивлением клапанного механизма (Gjerris F. et al., 1982).

Позднее именно этот вариант шунтирования стал основным в клинической практике ИНТГ, сохраняя ведущую роль и в современной практике (Bergsneider M. et al., 2005). Новый этап развития хирургии гидроцефалии связан с внедрением эндоскопических методов, Н. Feng и соавт. предложили эндоскопическую третью

вентрикулоцистерностомиию, благодаря чему удалось минимизировать инвазивность лечения обструктивных форм гидроцефалии и в ряде случаев отказаться от установки шунтирующих систем (Feng H. et al., 2004).

Большой прогресс в диагностике ИНТГ связан с внедрением компьютерной томографии в 1970-е годы и последующим распространением магнитно-резонансной томографии в 1980-е годы, эти методы позволили объективно выявлять признаки вентрикуломегалии, изменения в белом веществе, перивентрикулярный отёк и явления ликворной транссудации, которые до настоящего времени рассматриваются как важные диагностические маркеры ИНТГ (Hashimoto M. et al., 2010). С конца 1990-х годов активно развивается направление клинической объективизации двигательных и когнитивных нарушений на основе стандартизированных тестов, среди которых тест со стулом, тест ходьбы на дистанции 10 метров и когнитивные шкалы (Podsiadlo D., Richardson S., 1991; Mancini M. et al., 2012). На стыке XX-XXI веков расширились возможности дифференциальной диагностики за счёт применения нейробиохимических и нейрофизиологических методов: анализ биомаркеров спинномозговой жидкости (β -амилоида, тау-белка, нейрофиламентов) и позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) используются для разграничения ИНТГ и нейродегенеративных заболеваний, в первую очередь болезни Альцгеймера, что способствует более точному определению показаний к хирургическому лечению (Leinonen V. et al., 2010).

В последние годы в клиническую диагностику ИНТГ всё шире внедряются объективные инструментальные методы, позволяющие количественно оценивать нарушения походки и равновесия. Компьютерная стабилметрия ST-150 даёт количественную характеристику постурального контроля на основании регистрации перемещений центра давления. Эти данные дополняют результаты клинического обследования и могут быть полезны при выявлении малозаметных нарушений равновесия, а также при уточнении лечебной тактики. Исследование на системе C-Mill позволяет оценить пространственно-временные особенности походки и проследить их изменение после хирургического лечения.

1.2 Диагностика идиопатической нормотензивной гидроцефалии

Диагностика ИНТГ основывается на последовательном сопоставлении анамнеза, неврологической картины, данных нейровизуализации, функциональных и ликвородинамических проб. Однако даже совокупность результатов обследования не всегда позволяет сразу подтвердить заболевание с достаточной уверенностью. В отдельных наблюдениях окончательная оценка диагноза становится возможной только после определения ответа на ликворошунтирующую операцию. На первом этапе уточняют жалобы, время появления и темп нарастания симптомов, сопутствующие заболевания, после чего проводят общеклинический и неврологический осмотр.

Особое внимание уделяют двигательным нарушениям, прежде всего изменениям походки. Функциональные тесты и инструментальная регистрация позволяют перейти от общего описания дисбазии к количественной характеристике её выраженности. Структурные признаки заболевания выявляют при КТ и МРТ головного мозга; оценивают расширение желудочковой системы и перивентрикулярные изменения белого вещества. Для определения связи клинической симптоматики с нарушением ликвородинамики применяют тап-тест, инфузионно-нагрузочную пробу, длительное наружное люмбальное дренирование и мониторинг внутричерепного давления.

1.2.1 Клинические проявления

Классическое представление об ИНТГ связано с триадой S. Hakim и R.D. Adams: нарушением походки, когнитивным снижением и расстройствами мочеиспускания (Williams M.A., Malm J., 2016). У разных пациентов эти проявления выражены неодинаково. Они могут возникать одновременно, но нередко формируются постепенно, с преобладанием одного из компонентов. Такая клиническая неоднородность затрудняет раннее распознавание заболевания.

У пожилых пациентов диагностика осложняется тем, что сходные симптомы встречаются при болезни Альцгеймера, сосудистой деменции, болезни Паркинсона и других нейродегенеративных состояниях (Espay A.J. et al., 2017). В этой ситуации особое внимание уделяют характеру походки. Двигательные расстройства часто появляются раньше других компонентов триады и заметнее изменяются при временной ликворной разгрузке (Damasceno B.P., 2015). Когнитивные нарушения и расстройства мочеиспускания могут присоединяться позднее и постепенно нарастать. Поэтому своевременное распознавание заболевания важно для выбора лечебной тактики и сохранения возможности восстановления нарушенных функций, прежде всего ходьбы.

Расстройства походки и равновесия занимают ведущее место в клинической картине ИНТГ и у части пациентов преобладают над когнитивными и дизурическими проявлениями (Stolze H. et al., 2001; Bugalho P. et al., 2013). В большинстве случаев именно изменения локомоторной функции становятся первым клиническим сигналом и могут предшествовать когнитивному снижению и нарушениям мочеиспускания в течение месяцев и даже лет. Двигательные нарушения варьируют по степени выраженности и существенно ограничивают повседневную активность пациентов, снижая уровень самостоятельности и социальной адаптации (Mori E. et al., 2012).

На начальных этапах заболевание проявляется ощущением неуверенности при ходьбе, склонностью к утрате равновесия, пациенты часто связывают это с возрастной слабостью. По мере прогрессирования формируется характерный фенотип походки: выраженное снижение скорости передвижения, укорочение шага, шаркающие движения и выраженные трудности при инициировании ходьбы и поворотах. Для пациентов становится типичным ощущение «приклеивания» стоп к поверхности пола при попытке выполнить шаг, это феномен описывается как «магнитная» или апраксическая походка и отражает дефицит контроля двигательных функции нижних конечностей (Boon A.J.W. et al., 1998). Такие изменения не только ухудшают биомеханические характеристики ходьбы, но и

значительно повышают риск падений, а в дальнейшем могут приводить к зависимости от помощи окружающих при передвижении.

Патофизиология нарушений походки при идиопатической нормотензивной гидроцефалии.

Надо отметить, несмотря на значительный объём исследований, посвящённых происхождению двигательных расстройств при ИНТГ, единое представление о механизмах их формирования пока не достигнуто. Многообразие описанных патофизиологических процессов подчёркивает необходимость комплексного анализа существующих данных, что важно, как для совершенствования диагностики, так и для выбора наиболее эффективных лечебных стратегий при данном заболевании.

По данным А.К. Тома, двигательные расстройства при ИНТГ формируются вследствие многоуровневых нарушений, возникающих при поражении ряда ключевых нейрональных систем и отражающих комплексный характер патофизиологических изменений (Томас А.К. et al., 2013). Постепенно нарастающие трудности при ходьбе обусловлены нарушением взаимодействия лобно-подкорковых структур, базальных ганглиев, мозжечка и других глубинных отделов головного мозга, что приводит к снижению точности и автоматизированности моторных программ и ограничивает самостоятельную мобильность пациентов (Гаврилов Г.В. и соавт., 2020). Важное значение имеет прогрессирующая вентрикуломегалия, способствующая повреждению субкортикальных белых проводников, прежде всего связанных с лобными долями (Tipton P.W. et al., 2024). Поражение этих областей сопровождается нарушением планирования движений, затруднением инициации шага и дезорганизацией двигательных актов при изменении направления движения, что определяет характерную клиническую картину походки при ИНТГ (Tarnaris A. et al., 2009).

Нарушения походки во многом связаны с сосудистыми факторами, приводящими к снижению мозгового кровотока в ряде функционально значимых зон. Региональная гипоперфузия преимущественно затрагивает лобные и теменные области, что отражает её прямое участие в нарушении моторного контроля (Owler

В.К., Pickard J.D., 2001). Снижение церебральной перфузии при ИНТГ способствует хронической ишемии проводящих путей, связывающих лобные доли с подкорковыми структурами, участвующими в поддержании равновесия и автоматизации движений (Keong N.C.H. et al., 2016). По мере расширения желудочковой системы возрастает трансмантийный градиент давления, усиливается компрессия перивентрикулярного белого вещества и нарушается работа корковых центров, обеспечивающих локомоторный контроль (Mani R. et al., 2024).

Отдельное место в патогенезе двигательных расстройств занимает дисфункция лимфатической системы. По данным Р.К. Eide и G. Ringstad, нарушение циркуляции и клиренса цереброспинальной жидкости сопровождается задержкой продуктов метаболизма в перивентрикулярных и глубинных отделах мозга, что ухудшает функционирование нейрональных сетей, связанных с контролем ходьбы (Eide P.K. et al., 2021). Недостаточность лимфатического дренажа создаёт условия для накопления β -амилоида и тау-белка, поддерживает нейровоспаление и способствует прогрессированию дегенеративных изменений (Ringstad G. et al., 2018). Выраженность локомоторного дефицита может дополнительно возрасть при сопутствующей цереброваскулярной патологии и хронической артериальной гипертензии, усиливающих ишемическое поражение пирамидных путей (Valsecchi N. et al., 2022).

Оценка походки начинается с анализа жалоб и выполнения стандартных двигательных проб, в том числе теста со стулом и ходьбы на дистанцию 10 метров (Leinonen V. et al., 2010). Однако их чувствительности не всегда достаточно для регистрации ранних или слабо выраженных изменений. Инструментальные методы расширяют возможности обследования за счёт количественного измерения скорости передвижения, длины шага, устойчивости и вариабельности ходьбы (Абытов С.А. и соавт., 2024). Характер исходных нарушений и их регресс после ликворорешунтирующей операции имеют прогностическое значение: заметное улучшение походки после вмешательства отражает его клиническую эффективность и учитывается при дифференциальной диагностике ИНТГ с

нейродегенеративными и сосудистыми заболеваниями (Ishikawa M. et al., 2008; Toma A.K. et al., 2013; Kazui H. et al., 2015).

Когнитивные нарушения.

Когнитивный дефицит при ИНТГ формируется постепенно и преимущественно затрагивает исполнительные функции. У пациентов снижается способность планировать действия, контролировать поведение, переключать внимание и оперировать абстрактными понятиями (Xiao H. et al., 2022). Для ИНТГ более типичны замедление обработки информации и трудности при заданиях, где требуется удерживать внимание, быстро переключаться и контролировать последовательность действий (Tsakanikas D., Relkin N., 2007).

Такой вариант когнитивного дефицита отличается от ранних проявлений болезни Альцгеймера, при которой чаще на первый план выходит нарушение эпизодической памяти. При ИНТГ долговременное запоминание нередко остаётся относительно сохранным, тогда как больше страдают исполнительные функции (Ogino A. et al., 2006). На начальных стадиях пациент и его близкие могут не воспринимать эти изменения как проявление заболевания. Обычно обращают внимание на быструю утомляемость при умственной нагрузке, забывчивость, замедление мышления, сложности при планировании бытовых действий и выполнении действий в нужном порядке (Krauss J.K. et al., 1997).

По мере прогрессирования заболевания когнитивный дефицит начинает ограничивать бытовую самостоятельность и социальную активность. Позднему обращению за медицинской помощью способствует то, что возникающие нарушения часто связывают с возрастом, эмоциональным напряжением или утомлением (Hamilton R. et al., 2010). Для их выявления и количественной оценки на ранних этапах применяют стандартизированные нейропсихологические методы исследования (Hellström P. et al., 2012).

Дифференциальная диагностика когнитивных нарушений является одной из сложных задач клинической практики, поскольку нейропсихологический дефицит у таких пациентов часто носит неспецифический характер и пересекается с симптоматикой других неврологических заболеваний пожилого возраста.

Ситуацию осложняет полиэтиологичность деменции в этой возрастной группе. Предполагается, что при ИНТГ в патологический процесс преимущественно вовлекаются лобные отделы, подкорковые структуры и мозолистое тело, вследствие чего формируется лобно-подкорковый тип когнитивного дефицита, требующий особенно тщательной дифференциальной оценки при разграничении с нейродегенеративными и сосудистыми формами деменции (Hong Y.J. et al., 2010; Bräutigam K. et al., 2019).

Нарушения функции тазовых органов при идиопатической нормотензивной гидроцефалии.

Дизурические расстройства являются одним из компонентов клинической триады Хаким-Адамса и формируют значимый сегмент симптоматики при ИНТГ. Наиболее часто пациенты отмечают учащённые позывы к мочеиспусканию и недержание мочи, которые прогрессируют параллельно с развитием заболевания и существенно ухудшают повседневную активность. По данным R. Sakakibara, нарушение контроля мочеиспускания нередко становится первым выраженным симптомом, вызывающим социальный и психологический дискомфорт (Sakakibara R. et al., 2008).

У пациентов дизурический синдром развивается постепенно и длительное время может восприниматься как проявление возрастных изменений мочевыделительной системы. Подобная динамика отличается от клинической картины нарушений мочеиспускания при инфекционных заболеваниях мочевых путей или патологии предстательной железы у мужчин, где симптомы имеют более острое начало и сопровождаются специфическими урологическими жалобами. Основным критерием, позволяющим предположить нейрогенную природу недержания мочи, служит отсутствие структурных и воспалительных изменений в органах мочевой системы (Tullberg M. et al., 2004).

Нейрофизиологическая основа нарушений мочеиспускания при ИНТГ связана с дисфункцией центральных механизмов контроля за актом мочеиспускания, что проявляется гиперактивностью и повышением тонуса детрузора (Sakakibara R. et al., 2008). В то же время вопросы, касающиеся

дизурических расстройств при ИНТГ, остаются недостаточно изученными и в научной литературе освещены значительно менее, чем двигательные и когнитивные проявления.

Аффективные и психические расстройства при ИНТГ.

У значительной части пациентов наблюдаются выраженные эмоциональные нарушения: эпизоды тревоги, депрессивные состояния, эмоциональная лабильность, апатия и снижение инициативности (Picascia M. et al., 2016). Эти проявления нередко усугубляют двигательные и когнитивные расстройства, способствуя социальной дезадаптации. По результатам сравнительных исследований, частота депрессивных и тревожных симптомов при ИНТГ превосходит аналогичные показатели в популяции пожилых людей без признаков гидроцефалии, что указывает на прямую связь эмоциональных нарушений с прогрессирующим поражением лобно-субкортикальных сетей, участвующих в регуляции аффекта и поведенческих реакций (Israelsson H. et al., 2016).

Влияние коморбидных состояний на клиническое течение ИНТГ.

Коморбидные заболевания, характерные для пожилого возраста, формируют дополнительный клинический фон, который способен существенно усиливать проявления идиопатической нормотензивной гидроцефалии. По J. Vanneste и соавт., – наличие артериальной гипертензии, хронической цереброваскулярной патологии, сахарного диабета и иных кардиоваскулярных нарушений ассоциируется с более выраженными двигательными и когнитивными расстройствами, а также с менее благоприятными результатами лечения ИНТГ (Vanneste J.A.L., 2000). Указанные заболевания ускоряют формирование хронической ишемии головного мозга, усиливают дисфункцию регуляции мозгового кровотока и углубляют перфузионный дефицит в стратегических зонах, что, в свою очередь, может провоцировать ускоренное прогрессирование клинических проявлений гидроцефалии (McKeith I.G. et al., 2017). C.L. Craven и соавт. подчёркивают, что хронический перфузионный дефицит способствует прогрессирующему развитию лейкоареоза и структурному повреждению белого вещества, что закономерно усиливает выраженность когнитивных и локомоторных

нарушений у пациентов с идиопатической нормотензивной гидроцефалией (Craven C.L. et al., 2017).

Коморбидные факторы утяжеляют диагностику, повышают вероятность неблагоприятного клинического течения, а также снижают результативность хирургической коррекции, увеличивая риск послеоперационных осложнений и ограничивая восстановление двигательных и когнитивных функций после шунтирующих вмешательств (Dasher N. et al., 2024). Помимо классической триады, клиническая картина ИНТГ может включать головную боль, головокружение, дневную сонливость, сексуальную дисфункцию и, значительно реже, увеличение окружности головы. Эти проявления не относятся к ведущим диагностическим признакам, однако их учёт вместе с сопутствующими заболеваниями необходим для правильной интерпретации симптомов, выбора лечебной тактики и оценки прогноза.

1.2.2 Роль двигательных нарушений в диагностике идиопатической нормотензивной гидроцефалии

Нарушения ходьбы нередко появляются раньше когнитивных и дизурических расстройств, входящих в триаду Хаким–Адамса (Morel E. et al., 2019). Такая последовательность связана с ранним вовлечением нейронных систем, отвечающих за произвольную локомоцию и поддержание равновесия. Их высокая чувствительность к изменениям ликвородинамики объясняет диагностическую значимость двигательных симптомов уже на начальных стадиях заболевания (Agerskov S. et al., 2018).

Походка при ИНТГ имеет ряд особенностей, отличающих её от двигательных расстройств при болезни Паркинсона, сосудистой деменции и других нейродегенеративных заболеваниях (Mestre H. et al., 2017). Для пациентов характерны замедление темпа, укорочение шага, затруднённое начало движения и неуверенность при поворотах. Эти изменения отражают нарушение автоматизации

двигательных программ. Одним из наиболее узнаваемых проявлений служит апраксия ходьбы, или «магнитная походка», при которой пациент испытывает ощущение прилипания стоп к поверхности и с трудом переносит массу тела во время шага (Krauss J.K. et al., 1996). По мере прогрессирования ИНТГ эпизодическая неустойчивость может сменяться выраженным ограничением самостоятельного передвижения и утратой функциональной независимости (Stolze H. et al., 2001).

Клинического наблюдения не всегда достаточно для точной характеристики таких изменений. Стандартизированные функциональные пробы, компьютерная стабилметрия ST-150 и исследование походки на системе C-Mill позволяют количественно оценивать постуральный контроль и локомоторные параметры, включая слабо выраженные нарушения, которые могут оставаться незамеченными при обычном осмотре (Kazui H. et al., 2015). В связи с этим объективизированная оценка походки должна занимать центральное место в алгоритме обследования пациентов с ИНТГ, обеспечивая выбор оптимальной тактики хирургического лечения.

1.2.3 Нейровизуализационные методы исследования

Методы магнитно-резонансной и компьютерной томографии отличаются высокой диагностической чувствительностью и специфичностью, позволяя проводить раннее разграничение ИНТГ с другими заболеваниями головного мозга, сопровождающимися нарушениями походки и когнитивных функций. Применение МРТ и КТ на ранних этапах клинического наблюдения даёт возможность дифференцировать ИНТГ от нейродегенеративных и сосудистых процессов, клинические проявления которых во многом схожи с симптоматикой гидроцефалии (Гаврилов Г.В. и соавт., 2019; Koskum K. et al., 2019). Это способствует своевременному определению показаний к дальнейшему лечению и выбору оптимальной тактики ведения пациента.

Магнитно-резонансная томография.

МРТ ГМ является ведущим методом визуализации при подозрении на ИНТГ, так как даёт возможность детально оценивать морфологию ликворных пространств и головного мозга.

Среди количественных критериев выделяют индекс Эванса, значение которого выше 0,3 трактуется как важный диагностический показатель. Феномен DESH (disproportionately enlarged subarachnoid space hydrocephalus — диспропорциональное расширение субарахноидальных пространств) рассматривается как значимый нейровизуализационный ориентир и характеризуется сочетанием дилатации желудочковой системы с уменьшением конвекситальных субарахноидальных пространств и компенсаторным расширением силвиевых щелей (Гисматуллина Э.И. и соавт., 2012). Наличие данного комплекса признаков повышает информативность дифференциальной оценки (Hashimoto M. et al., 2010; (Kockum K. et al., 2018; Tipton P.W. et al., 2024). Дополнительное представление о выраженности процесса формирует анализ состояния перивентрикулярного белого вещества: зоны гиперинтенсивности на T2- и FLAIR-изображениях отражают интерстициальный отёк и ишемические изменения, возникающие вследствие нарушений ликвороциркуляции и длительного воздействия расширенной желудочковой системы на прилежащие структуры (Ziegelitz D. et al., 2014).

Компьютерная томография.

Компьютерная томография головного мозга, уступая МРТ по детализации мягкотканых структур, сохраняет значение на первичном диагностическом этапе при подозрении на идиопатическую нормотензивную гидроцефалию, особенно при наличии противопоказаний к МРТ. Метод позволяет оценить степень вентрикуломегалии, выявить перивентрикулярные изменения и исключить альтернативные причины нарушений ликвороциркуляции, прежде всего объёмные образования, последствия черепно-мозговой травмы и иные органические поражения, способные приводить к вторичной дилатации желудочков (Raftopoulos C. et al., 1996).

Фазово-контрастная МР-томография.

Фазово-контрастная МР-томография позволяет количественно характеризовать движение цереброспинальной жидкости через сильвиев водопровод. С её помощью определяют ударный объём ликвора (aqueductal stroke volume, ASV), направление потока и амплитуду его пульсационных изменений. У пациентов с ИНТГ в литературе описаны увеличение ASV и более выраженная пульсация ликворотока по сравнению с нормативными значениями. Эти особенности рассматривают как дополнительные нейровизуализационные признаки заболевания. В отдельных исследованиях выраженность таких изменений сопоставлялась с последующим клиническим ответом на ЛШО, что указывает на возможную прогностическую ценность метода (Bradley W.G., 2015; Ringstad G. et al., 2016; Rovira À. et al., 2026).

Позитронно-эмиссионная томография и однофотонная эмиссионная компьютерная томография.

Позитронно-эмиссионная томография и однофотонная эмиссионная компьютерная томография дают возможность исследовать регионарную перфузию и метаболическую активность головного мозга. По данным D. Ziegelitz и соавт., у пациентов с ИНТГ снижение этих показателей преимущественно выявляется в перивентрикулярных отделах и структурах базальных ганглиев. Подобные изменения связывают с дисфункцией нейрональных сетей, участвующих в контроле ходьбы и когнитивной деятельности. Отмеченная зависимость между степенью гипоперфузии и выраженностью клинических проявлений подчёркивает диагностическую и прогностическую значимость этих методов (Owler B.K. et al., 2004; Ziegelitz D. et al., 2016).

Диффузионно – взвешенная МРТ при ИНТГ.

За последние годы усилилось внимание к диффузионно-тензорной МР-томографии (DTI) как методу, позволяющему фиксировать микроструктурные нарушения. Эта технология оценивает состояние белого вещества на уровне, недостижимом для стандартных способов визуализации. Наибольшую диагностическую значимость в рамках диффузионно-тензорной МРТ имеют

показатели фракционной анизотропии (FA) и среднего коэффициента диффузии (MD). Снижение фракционной анизотропии (FA) в сочетании с увеличением средней диффузивности (MD) в перивентрикулярном белом веществе и мозолистом теле рассматривается как признак нарушения целостности аксональных путей (Hattingen E. et al., 2010; Grazzini I. et al., 2021). Эти показатели не заменяют стандартные морфологические критерии, но дополняют их сведениями о состоянии проводящих структур и тем самым расширяют диагностические возможности нейровизуализации при ИНТГ.

Функциональная магнитно-резонансная томография.

Функциональная МРТ применяется для изучения взаимодействия между отделами головного мозга в покое и во время выполнения когнитивных или двигательных заданий. В исследованиях Н.М. Khoo и А. Griffa выявлены ослабление связей между лобными и теменными областями, а также снижение межполушарной согласованности (Khoo H. M. et al., 2016). Выраженность этих изменений связана с тяжестью двигательных и когнитивных расстройств, что позволяет рассматривать фМРТ как дополнительный метод оценки вовлечения нейронных сетей и прогноза при ИНТГ (Griffa A. et al., 2021; Lenfeldt N. et al., 2008).

Магнитно – резонансная спектроскопия.

Магнитно–резонансная спектроскопия служит методом обнаружения метаболических нарушений головного мозга. В литературе описано уменьшение уровня N-ацетиласпартата (NAA), указывающее на нейрональную дисфункцию, а также повышение концентраций миоинозитола и холина, отражающее процессы глиоза и воспалительного ответа в перивентрикулярных и лобных областях (Lundin F., 2012). К перспективным подходам относят артериальный спиновый маркинг (Arterial Spin Labeling, ASL), позволяющий без введения контрастных препаратов количественно оценивать мозговой кровоток, и диффузионно-взвешенную МР-томографию (DWI), с помощью которой выявляют микроочаги ишемии и участки диффузного повреждения белого вещества, не определяемые при стандартных режимах визуализации (Ivkovic M. et al., 2013; Virhammar J. et al., 2014; Siasios I. et al., 2016).

Комплексное использование нейровизуализационных методов заняло центральное место в диагностике ИНТГ. Сочетание структурных процедур (МРТ, КТ), функциональных технологий (ПЭТ, ОФЭКТ, фМРТ), подходов к оценке ликвородинамики (фазово-контрастная МРТ) и микроструктурных методик (DTI, ASL, МР-спектроскопия) поможет фиксировать характерные для ИНТГ изменения не только на уровне морфологических структур, но и в сфере метаболических и гемодинамических процессов. Комплексная интерпретация нейровизуализационных данных уточняет характер поражения нейронных сетей, помогает оценить вероятность положительного ответа на шунтирующую операцию и выбрать лечебную тактику с учётом индивидуальных особенностей пациента. В междисциплинарной практике результаты КТ и МРТ служат одним из оснований для принятия клинических решений и последующего наблюдения за течением заболевания.

1.2.4 Инвазивные методы исследования

Функциональное состояние ликворной системы невозможно в полной мере оценить только по данным нейровизуализации. Для этого применяют инвазивные методы, отражающие особенности циркуляции цереброспинальной жидкости и реакцию пациента на временное изменение ликвородинамики. Полученная информация используется при прогнозировании результата ликворошунтирующего лечения (Mori E. et al., 2012; Fritsch M.J. et al., 2014).

К основным методикам относятся тап-тест с удалением ликвора при люмбальной пункции, инфузионные пробы, длительное наружное люмбальное дренирование, ночной мониторинг внутричерепного давления и их различные сочетания. Диагностическая ценность каждой процедуры определяется её чувствительностью, специфичностью и способностью прогнозировать клинический ответ на шунтирующее вмешательство (Raneri F. et al., 2017).

Тап-тест.

Люмбальная ликвородинамическая проба остаётся одним из основных инвазивных методов, применяемых при отборе пациентов с ИНТГ для шунтирующего лечения. Её используют для оценки обратимости клинических проявлений после кратковременного уменьшения объёма цереброспинальной жидкости (Marmarou A. et al., 2005; Williams M.A., Relkin N.R., 2013; Mahr C.V. et al., 2016).

При выполнении диагностической люмбальной пункции обычно удаляют 30–50 мл ликвора, после чего оценивают изменения неврологического статуса. В первую очередь анализируют походку и равновесие; дополнительно могут учитываться когнитивные функции и расстройства мочеиспускания. Наиболее заметный ответ чаще связан с улучшением локомоторной функции, тогда как положительная динамика когнитивных и уродинамических нарушений регистрируется реже или проявляется позднее (Wikkelsso C. et al., 2013).

Диагностические характеристики тап-теста неодинаковы в разных исследованиях. По данным многоцентровых наблюдений, чувствительность метода составляет 26–61 %, тогда как специфичность при строгом соблюдении протокола может достигать 100 % (Nakajima M. et al., 2021). Положительный ответ, особенно уменьшение нарушений ходьбы, расценивается как благоприятный прогностический признак последующего ликворошунтирующего лечения (Naan J., Thomeer R.T.W.M., 1988; Boon A.J.W. et al., 2000; Ishikawa M. et al., 2012; Gallina P. et al., 2018). По наблюдениям R. Walchenbach и соавт., клиническое улучшение после удаления ликвора регистрируется примерно у 60–80 % пациентов (Walchenbach R. et al., 2002).

Отрицательный результат тап-теста не исключает эффективности шунтирования. Выраженность ответа зависит от длительности заболевания, степени структурного поражения головного мозга, сопутствующих сосудистых и дегенеративных изменений, а также от технических условий проведения процедуры, включая объём и скорость эвакуации ликвора (Marmarou A. et al., 2005; Mori E. et al., 2012). Поэтому интерпретация пробы должна опираться не только на

клиническое впечатление, но и на совокупность неврологических, функциональных и инструментальных данных.

Продленное люмбальное дренирование.

При отсутствии убедительной динамики после однократной люмбальной пункции может применяться продлённое наружное дренирование. Постепенное выведение цереброспинальной жидкости в течение 48–72 часов создаёт условия для выявления отсроченного ответа, который не всегда проявляется сразу после тап-теста (Ravdin L.D. et al., 2008; Gallina P. et al., 2018).

Более продолжительное наблюдение за изменениями ведущих симптомов повышает чувствительность метода и уменьшает вероятность ложноотрицательной оценки, особенно у пациентов с выраженными нейродегенеративными изменениями. Полученные сведения помогают уточнить целесообразность шунтирующего вмешательства в тех случаях, когда результат однократной ликворной разгрузки остаётся сомнительным (Walchenbach R. et al., 2002).

К осложнениям процедуры относят развитие ликворной гипертензии, сопровождающиеся цефалгией, головокружением. В единичных случаях возможно формирование локальных субдуральных гематом, развитие инфекционного процесса, включая постпункционный менингит, особенно при нарушении правил асептики (Mihalj M. et al., 2016). Соблюдение стандартизированного протокола, использование одноразовых стерильных инструментов и последующее наблюдение за пациентом позволяет существенно снизить вероятность подобных неблагоприятных последствий.

Инфузионно-нагрузочный тест.

Метод предложен R. Katzman и F. Hussey в 1970 году, основан на контролируемом введении изотонического раствора в субарахноидальное пространство с одновременной регистрацией внутричерепного давления. Такая проба даёт возможность оценить, насколько ликворная система способна компенсировать дополнительную нагрузку и обеспечивать отток цереброспинальной жидкости. При интерпретации обычно учитывают коэффициент резорбции и комплаенс мозговой ткани, поскольку эти показатели

отражают резорбтивные возможности и эластические свойства интракраниальных структур (Andersson N. et al., 2005).

В разных работах чувствительность и специфичность инфузионно-нагрузочного теста оцениваются в пределах 80–95 %, что делает его значимым методом отбора пациентов для шунтирующего лечения (Eide P.K., Sorteberg W., 2010). В то же время исследование требует специального оборудования, подготовленного персонала и стандартизированного протокола, поэтому его применение в повседневной практике ограничено.

Мониторинг внутричерепного давления.

Метод основан на длительной регистрации внутричерепного давления, обычно в течение 24–72 часов (Brean A., Eide P.K., 2008; Eide P.K., Sorteberg W., 2007). Средние значения ВЧД при ИНТГ могут оставаться нормальными, поэтому диагностическое значение имеет не только уровень давления, но и характер его колебаний. При анализе записи учитывают частоту и амплитуду В-волн, а также параметры пульсового давления. Их изменения связывают с выраженностью двигательных и когнитивных нарушений (Farahmand D. et al., 2015).

Сохраняющиеся отклонения при мониторинге рассматривают как признак декомпенсации ликвородинамики и используют при обсуждении показаний к шунтирующей операции. Метод также помогает оценить вероятность клинического ответа на хирургическое лечение (Gaab M.R. et al., 1983). Однако его применение ограничено инвазивностью, риском инфекционных и геморрагических осложнений и необходимостью постоянного наблюдения за пациентом. Поэтому длительный мониторинг ВЧД обычно выполняют в специализированных нейрохирургических стационарах. Инвазивные ликвородинамические методы дополняют клиническое и нейровизуализационное обследование, помогая уточнить связь симптомов с нарушением ликвороциркуляции и оценить вероятность обратимости функционального дефицита. В практической работе особенно востребован тап-тест, поскольку он доступнее длительного мониторинга ВЧД и инфузионно-нагрузочных проб.

1.3 Методы оценки локомоторной функции

1.3.1 Функциональные тесты

В структуре клинической оценки двигательных расстройств при ИНТГ функциональные тесты играют важную роль, позволяя фиксировать количественные изменения локомоторной активности в условиях стандартного двигательного задания. Их диагностическая значимость определяется доступностью и возможностью применения в различных этапах наблюдения до проведения тап-теста и после хирургического вмешательства.

Одним из инструментов оценки двигательной функции у лиц пожилого возраста, в том числе пациентов с неврологическим дефицитом, является «тест со стулом», получивший широкое клиническое применение (Steffen T.M. et al., 2002).

Для количественной оценки ходьбы применяют тест прохождения дистанции 10 метров. Он позволяет определить скорость передвижения, устойчивость, координацию и симметричность шага (Peters D.M. et al., 2013). Пациент проходит размеченный отрезок в привычном темпе; при необходимости использует трость или ходунки. Продолжительность выполнения фиксируют секундомером, а видеозапись помогает дополнительно оценить начало движения, ритм ходьбы, выполнение поворотов и признаки локомоторной апраксии (Montero-Odasso M. et al., 2012). Видеозапись дополняет эти пробы: она позволяет повторно оценить начало движения, ритм ходьбы, повороты и другие особенности, которые трудно надёжно зафиксировать только по секундомеру.

1.3.2 Компьютерная стабилметрия

Компьютерная стабилметрия относится к инструментальным методам оценки постурального контроля. Исследование основано на регистрации

перемещений центра давления во время сохранения вертикальной позы на стабилометрической платформе (Скворцов Д.В. и соавт., 2013). По характеру этих перемещений можно количественно оценивать устойчивость пациента, особенности регуляции позы и выраженность постуральных колебаний.

Метод применяют при обследовании пациентов с неврологическими заболеваниями, сопровождающимися нарушением равновесия и двигательной активности, в том числе при ИНТГ (Скворцова В.И. и соавт., 2013; Мещеряков А.В. и соавт., 2017). Его ценность состоит в том, что даже небольшие изменения устойчивости могут быть зарегистрированы количественно, а не только описаны клинически. Это важно при исходной диагностике, оценке ответа на тап-тест и динамическом наблюдении после лечения.

Аппаратно-программный комплекс ST-150 включает стабилометрическую платформу, регистрирующую перемещения центра давления, и программное обеспечение для обработки полученных сигналов. При анализе обычно учитывают площадь статокинезиограммы, скорость перемещения центра давления, коэффициент Ромберга, распределение опоры между нижними конечностями и амплитудно-частотные характеристики постуральных колебаний (Скворцов Д.В., 2007; Кубряк О.В. и соавт., 2016; Мещеряков А.В. и соавт., 2017). Каждый из этих параметров отражает отдельную сторону поддержания равновесия, поэтому результаты оценивают не изолированно, а в совокупности.

Увеличение площади статокинезиограммы указывает на расширение зоны перемещений центра давления во время пробы. Рост средней скорости и амплитуды колебаний может отражать большую двигательную активность, необходимую для удержания вертикального положения. Коэффициент Ромберга используют для оценки зависимости постуральной устойчивости от зрительного контроля, сопоставляя результаты при открытых и закрытых глазах. Показатели опорной асимметрии позволяют косвенно судить о распределении нагрузки между нижними конечностями.

При ИНТГ компьютерная стабилометрия может использоваться как на диагностическом этапе, так и при повторных обследованиях после

ликвородинамической пробы и хирургического лечения. Она дополняет клиническую оценку и функциональные тесты, поскольку позволяет количественно характеризовать постуральную устойчивость и прослеживать её изменение во времени (Абытов С.А. и соавт., 2024).

Исследование не проводят, если пациент не может самостоятельно сохранять вертикальное положение или выполнять команды, предусмотренные протоколом. Ограничениями также могут быть выраженные когнитивные нарушения, эпилепсия или подозрение на неё, нестабильное артериальное давление, декомпенсация сердечно-сосудистой патологии, снижение сатурации и другие состояния, при которых выполнение пробы может быть небезопасным.

1.3.3 Сенсорно-беговая дорожка C-Mill

C-Mill представляет собой сенсорно-беговую систему с биологической обратной связью, предназначенную для количественного исследования походки и тренировки двигательных нарушений (Geerse D.J. et al., 2018). Метод применяют при различных неврологических заболеваниях, включая ИНТГ, когда требуется объективно оценить локомоторную функцию пациента и проследить её изменение в динамике (Абытов С.А. и соавт., 2025; Deutsch J.E., 2011).

Платформа производства Motek Medical объединяет беговую дорожку, сенсорные модули и видеорегистрацию. Во время исследования параметры движения фиксируются в режиме реального времени. Система позволяет изменять сложность задания, использовать визуальные мишени и адаптировать протокол к функциональным возможностям пациента. В клинической практике это важно не только для описания походки, но и для оценки самостоятельности передвижения (Timmermans C. et al., 2019).

При работе на C-Mill регистрируют пространственно-временные характеристики шага: длину и ширину шага, скорость ходьбы, частоту шагов, продолжительность шагового цикла и время двойной опоры (Motekforce Link,

2019). Изменение этих параметров отражает особенности организации локомоции и может быть связано с нарушением взаимодействия лобно-подкорковых структур, участвующих в программировании и автоматизации ходьбы.

Для ИНТГ особенно характерны укорочение шага, снижение скорости передвижения, увеличение времени двойной опоры и трудности при выполнении целевых шаговых заданий. Исследование на C-Mill позволяет количественно зарегистрировать эти изменения, а также оценить их динамику после тап-теста и хирургического лечения. Использование визуальных меток и биологической обратной связи помогает дополнительно характеризовать координацию движений и точность выполнения шага (Snijders A.H. et al., 2007).

1.4 Хирургическое лечение

Консервативная терапия при ИНТГ не рассматривается как метод, способный устранить основное звено заболевания — нарушение ликвороциркуляции. Медикаментозные средства могут временно влиять на отдельные клинические проявления, однако убедительных данных об их способности изменить течение заболевания нет (Хачатрян В.А. и соавт., 2003, 2014; Гисматуллина Э.И. и соавт., 2012; Лобзин Б.Ю. и соавт., 2021; Del Bigio M.R., Di Curzio D.L., 2015).

Основным направлением лечения остаётся хирургическое восстановление оттока ликвора. Для этого формируют искусственный путь дренирования цереброспинальной жидкости с использованием имплантируемой шунтирующей системы (Хачатрян В.А., 1991).

Выбор конкретного метода вмешательства определяется клинической формой и выраженностью симптомов, общим состоянием пациента и предполагаемым соотношением пользы и риска шунтирующей операции (Берснев В.П., 1995; Иванова М.Ф. и соавт., 2015). Отсутствие своевременного хирургического вмешательства способствует формированию необратимых структурных изменений, в том числе в области лобно-подкорковых структур, что

значительно снижает вероятность восстановления функций даже после выполненного шунтирования (Ishikawa M., 2004).

Комплекс реабилитационных мероприятий должен включать лечебную гимнастику, занятия на стабиллоплатформах и сенсомоторную тренировку походки. Перспективным направлением в этой области считается применение сенсорных беговых дорожек с функцией биологической обратной связи, таких как C-Mill, позволяющих одновременно диагностировать и корректировать нарушения конкретных паттернов движения (Абытов С.А. и соавт., 2025).

Ликворошунтирующие операции в течение многих лет остаются основным хирургическим вариантом лечения ИНТГ. Их общий принцип состоит в отведении цереброспинальной жидкости из желудочковой системы в полость, где возможна её последующая резорбция. Чаще всего для этого используют брюшную полость, реже — другие анатомические зоны (Хачатрян В.А. и соавт., 2003; Орышич Н.А. и соавт., 2006; Fritsch M.J. et al., 2014). По данным клинических исследований, положительный эффект шунтирующих операций достигается у 70–85 % пациентов (Kazui H. et al., 2015).

Современные шунтирующие системы различаются конструкцией клапана, возможностью регулирования давления открытия и устойчивостью к изменениям положения тела (Коршунов А.Е. и соавт., 2003; Sprung C. et al., 2010; Grigorean V.T. et al., 2017). Цель вмешательства заключается не только в уменьшении размеров желудочков, но прежде всего в снижении патологического воздействия расширенной желудочковой системы на перивентрикулярные структуры (Кравчук А.Д. и соавт., 2011; Halperin J.J. et al., 2015). При восстановлении ликвородинамического баланса у части пациентов уменьшаются двигательные, когнитивные и урологические проявления заболевания (Коммунаров В.В., 2003; Klinge P. et al., 2005).

Наиболее часто используемым вариантом хирургического лечения является вентрикулоперитонеальное шунтирование, при котором отток ликвора направляется из боковых желудочков в брюшную полость (Lemcke J. et al., 2012).

При невозможности выполнения данной операции учитывают другие варианты дренирования – люмбоперитонеальное, вентрикулоатриальное и вентрикулоплевральное шунтирование, предусматривающие отведение спинномозговой жидкости соответственно в брюшную полость, правое предсердие или плевральное пространство (Kariyattil R. et al., 2007; Irani F. et al., 2009; Lemcke J. et al., 2010; Hung A.L. et al., 2017).

Эндоскопическая тривентрикулоцистерностомия.

Эффективность эндоскопической тривентрикулоцистерностомии при ИНТГ остаётся предметом обсуждения, однако в ряде публикаций приводятся данные об успешном её использовании, что отражает постепенное расширение интереса к данному способу и рост числа наблюдений его благоприятных исходов (Gangemi M. et al., 2005; Fabiano A.J. et al., 2010). Дополнительным аргументом в пользу эндоскопического вмешательства служит относительно низкая частота послеоперационных осложнений, благодаря чему ЭТВС рассматривают как более безопасный вариант по сравнению с традиционными шунтирующими операциями (Sacko O. et al., 2010).

Ключевая гипотеза, объясняющая потенциальную эффективность ЭТВС при сообщающихся формах гидроцефалии, включая ИНТГ, основана на так называемой гидродинамической концепции (Stephensen H. et al., 2002). В соответствии с данной теорией, снижение внутричерепного COMPLAINT у пациентов с ИНТГ приводит к ухудшению эластических свойств венозной системы и снижению её депонирующей функции. Это сопровождается уменьшением мозгового кровотока и увеличением пульсационного индекса, что способствует дилатации желудочков и сдавлению перивентрикулярных структур при сохранённой проходимости ликворных путей (Fabiano A.J. et al., 2010).

Согласно гипотезе, хирургическое формирование анастомоза между третьим желудочком и базальными цистернами позволяет обеспечить отток ликвора и тем самым устранить так называемый эффект «водяного молота». Это может прервать каскад патологических изменений, аналогично действию шунтирующих систем, но с меньшим риском гипердренирования. Теоретически, при минимальной

ликворной декомпрессии эффект ЭТВС может быть даже более выраженным. Однако, несмотря на логическую обоснованность гидродинамической модели, результаты ряда клинических исследований указывают на ограниченную эффективность данного метода при идиопатической нормотензивной гидроцефалии (Longatti P.L. et al., 2004; Aquilina K. et al., 2012). Таким образом, вопрос о целесообразности применения ЭТВС при ИНТГ остаётся открытым: одни специалисты рассматривают данное вмешательство как возможную альтернативу первичного шунтирования, в то время как другие отдают предпочтение исключительно классическим ЛШО.

Шунтирующие системы.

Клинический результат ЛШО при ИНТГ во многом зависит от характеристик установленной шунтирующей системы. Современные устройства различаются строением клапанного механизма, способностью учитывать изменение положения тела и возможностью последующей неинвазивной настройки (Lemcke J. et al., 2013). В практике преимущественно используют клапаны с фиксированными и программируемыми параметрами.

Системы фиксированного давления рассчитаны на заранее установленное сопротивление току ликвора. Их преимуществами являются простота конструкции, надёжность и сравнительно низкая стоимость. Вместе с тем отсутствие возможности корректировать режим работы с учётом внутричерепного давления и вертикализации пациента ограничивает их адаптивность и повышает вероятность переотведения ликвора (Meier U., Lemcke J., 2006; Anzai A. et al., 2023).

Выбор типа шунта и варианта операции проводят индивидуально. При этом учитывают анатомические и физиологические особенности пациента, сопутствующие заболевания, сведения о ранее выполненных вмешательствах, а также его соматическое состояние и уровень функциональной независимости. Ключевым критерием при этом выступает обеспечение стабильного, безопасного и физиологически обоснованного оттока ЦСЖ с минимальным риском развития послеоперационных осложнений (Drake J.M. et al., 2000; Reddy G.K. et al., 2011; Farahmand D., 2014).

Успешность ЛШО при ИНТГ определяют положительный эффект после ликвородинамических проб, а именно улучшение локомоторной функции, отсутствие признаков сопутствующей нейродегенерации (в частности, болезни Альцгеймера или болезни Паркинсона), а также возраст пациента моложе 75 лет (Nakajima M. et al., 2021). Отдельного внимания заслуживает мультидисциплинарный подход к лечению, обеспечивающий комплексную оценку и сопровождение пациентов. По данным N.R. Relkin – наилучшие результаты достигаются тогда, когда планирование и выполнение нейрохирургического вмешательства осуществляется совместно с неврологами, нейропсихологами, специалистами функциональной диагностики и врачами, занимающимися медицинской реабилитацией (Relkin N. et al., 2005).

ЛШО при ИНТГ рассматривается как патогенетически оправданный и клинически эффективный метод, направленный на устранение ликвородинамического дисбаланса и снижение выраженности функциональных нарушений. Своевременная операция способствует существенному улучшению качества жизни, обеспечивая стабилизацию или регресс двигательных, когнитивных и урологических симптомов. При подтверждённом диагнозе и положительном ответе на ликвородинамические пробы, именно хирургическое лечение должно рассматриваться в качестве приоритетного направления в комплексной терапии ИНТГ.

1.4.1 Прогноз и факторы, влияющие на результат операции

Результат хирургического лечения ИНТГ зависит от сочетания клинических проявлений, морфологических изменений и исходного функционального состояния пациента. Наиболее благоприятный прогноз отмечается при преобладании нарушений ходьбы и относительно небольшой выраженности когнитивных и урологических симптомов. По данным A.M. Isaacs, доминирование

локомоторного дефицита связано с большей вероятностью улучшения после шунтирующей операции (Isaacs A.M., Hamilton M., 2021).

Возраст влияет главным образом на степень восстановления отдельных функций. У пациентов старше 80 лет когнитивные нарушения регрессируют менее выражено, однако сам по себе пожилой возраст не служит противопоказанием к вмешательству (Kambara A. et al., 2021). Не менее важна продолжительность заболевания до операции. При коротком интервале между появлением первых симптомов и хирургическим лечением результаты обычно лучше. Длительно существующие нарушения, напротив, сопровождаются более стойкой перестройкой нейрональных сетей, уменьшением функционального резерва и ограничением восстановительного потенциала.

Выявление признака DESH на МРТ достоверно коррелирует с высокой вероятностью положительного исхода ЛШО (Kimura T. et al., 2021). Визуализируемый при фазово-контрастной МРТ ускоренный ток ЦСЖ в области водопровода мозга, ассоциируется с более выраженным клиническим эффектом от шунтирования (Bianconi A. et al., 2024).

Сопутствующие соматические заболевания, артериальная гипертензия, сахарный диабет и хроническая цереброваскулярная патология нередко снижают эффективность результата ЛШО. По данным Kobayashi E. и коллег, наличие артериальной гипертензии связано с повышенным риском нежелательного послеоперационного исхода (Kobayashi E. et al., 2022). Дополнительным неблагоприятным фактором считается присутствие сопутствующего нейродегенеративного процесса, поскольку он значительно снижает шанс восстановления после операции.

Резюме

Идиопатическая нормотензивная гидроцефалия до настоящего времени сохраняет значение сложной клинико-диагностической задачи. Даже при наличии

установленных нейровизуализационных признаков, ликвородинамических проб и разработанных вариантов хирургического лечения оценка функционального состояния пациента не всегда бывает однозначной. Особое место в клинической картине занимают нарушения ходьбы и равновесия. Они нередко предшествуют другим проявлениям триады Хаким–Адамса и наиболее непосредственно отражают степень ограничения двигательной активности.

Клиническое обследование, шкалы и функциональные тесты позволяют определить общую выраженность локомоторных расстройств, однако их информативность может быть недостаточной при оценке изменений после тап-теста. Наибольшие затруднения возникают при умеренной или неоднозначной динамике, когда полученных данных недостаточно для уверенного выбора дальнейшей тактики хирургического лечения. В таких ситуациях дополнительное значение приобретают методы количественной регистрации двигательных нарушений. Компьютерная стабилметрия характеризует состояние постурального контроля, а система C-Mill позволяет анализировать пространственно-временные параметры ходьбы.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Представленное исследование пациентов с ИНТГ проводилось на базе двух медицинских учреждений: кафедры и клиники нейрохирургии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации и в Реабилитационном центре «Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение, Госпиталь для Ветеранов Войн» Министерства здравоохранения Российской Федерации в период с сентября 2023 по январь 2026 годы.

2.1 Общая характеристика групп пациентов

В исследовании была проведена комплексная клинико-инструментальная оценка локомоторной функции у пациентов с ИНТГ на различных этапах диагностического и лечебного процесса. Исследование имело проспективный, сравнительный характер и выполнялось на базе специализированного нейрохирургического отделения. Все процедуры проводились в соответствии с действующими этическими и нормативно-правовыми стандартами, одобренным этическим комитетом.

Критериями включения в исследование являлись признаки, верифицированные на основании совокупной оценки клинико-неврологических проявлений, данных нейровизуализации, результатов ликвородинамического тестирования, а также наличия стойких нарушений походки, когнитивных функций и мочеиспускания, соответствующих классической триаде симптомов при ИНТГ.

Для обеспечения корректного статистического анализа и объективной оценки динамики двигательной функции на разных этапах наблюдения были сформированы две группы:

— первая (основная) группа включала 50 пациентов с подтверждённым диагнозом ИНТГ. Эти лица проходили поэтапное клинико-инструментальное обследование с обязательным выполнением диагностической люмбальной пункции по результатам которой определялась необходимость ЛШО.

— вторая группа (сравнения) сформирована из 30 пациентов и была представлена лицами старших возрастных групп с жалобами на нарушение походки, направленными на обследование для исключения ИНТГ. Проводился диагностический тап-тест по протоколу. При отсутствии клинического ответа на тап-тест и отсутствии характерных МР-критериев пациенты относились к группе сравнения. Группы были сопоставимы по возрасту, полу и соматическому статусу.

Все участники были заранее информированы о целях, задачах и особенностях проводимого исследования. Перед включением в протокол у каждого пациента было получено письменное информированное добровольное согласие на участие и использование обезличенных данных в научных целях. Проект исследования был утверждён этическим комитетом учреждения, на базе которого осуществлялся сбор и обработка материалов.

Для исключения вариативности диагностического подхода и обеспечения сопоставимости результатов у всех участников исследования использовался единый комплекс методик. В программу обследования входили клинико-функциональные тесты, шкала iNPHGS, нейровизуализационные методы исследования (МРТ и/или КТ ГМ), тап-тест, функциональные тесты, такие как тест со стулом (TUG) и ходьба на дистанцию 10 метров (10MWT) с видеофиксацией, также компьютерная стабилметрия на системе ST-150 и C-Mill.

2.1.1 Поло-возрастные и клинические характеристики пациентов

В исследование были включены 80 пациентов в возрасте от 59 до 80 лет. Возрастные характеристики основной группы и группы сравнения статистически значимо не различались (Таблица 1). В основной группе медиана возраста

составила 65,5 [59–72] года, в группе сравнения — 69,0 [65–73] года. По возрасту основная группа и группа сравнения существенно не различались ($p = 0,07$). Женщины преобладали в обеих группах: 36 наблюдений в основной группе (72 %) и 20 наблюдений в группе сравнения (67 %). Мужчины составили соответственно 14 (28 %) и 10 (33 %) наблюдений. Межгрупповых различий по полу не выявлено ($p = 0,62$).

Среди сопутствующих заболеваний чаще регистрировались сердечно-сосудистая и метаболическая патология. Артериальная гипертензия была выявлена у 45 пациентов основной группы (90 %) и у 29 пациентов группы сравнения (97 %); различия между группами отсутствовали ($p = 0,489$). Ишемическая болезнь сердца отмечалась соответственно у 33 (66 %) и 21 (70 %) пациентов ($p = 0,81$). Сахарный диабет II типа встречался реже: у 11 (22 %) пациентов основной группы и у 5 (17 %) пациентов группы сравнения ($p = 0,774$). Признаки хронической ишемии головного мозга в виде лейкоэнцефалопатии по данным МРТ или КТ выявлялись у 35 (70 %) пациентов основной группы и у 18 (60 %) пациентов группы сравнения ($p = 0,50$).

Заболевания позвоночника отмечались у 18 (36 %) пациентов основной группы и у 10 (33 %) пациентов группы сравнения ($p = 0,82$). Другие хронические заболевания, не выделенные в отдельные категории, регистрировались у 11 (22 %) пациентов основной группы и у 8 (27 %) пациентов ($p = 0,787$).

Всем пациентам основной группы было выполнено ЛШО, тогда как в группе сравнения хирургическое лечение не проводилось. Послеоперационные осложнения были зафиксированы у 8 (16 %) пациентов основной группы. По итогам клинической оценки хороший исход отмечен у 45 (90 %) пациентов основной группы.

Таблица 1 – Поло-возрастные и клинические характеристики пациентов основной группы и группы сравнения

Показатель	Основная группа	Группа сравнения	p-value
Средний возраст	65,5 (59,2-71,8)	69,0(65,0-73,8)	0,07
Пол, муж/жен, n (%)	14 (28 %); 36 (72 %)	10 (33 %); 20(67 %)	0,62
Артериальная гипертензия, n (%)	45 (90 %)	29 (97 %)	0,489
Ишемическая болезнь сердца, n (%)	33 (66 %)	21 (70 %)	0,81
Сахарный диабет 2 типа, n (%)	11 (22 %)	5 (17 %)	0,774
Хроническая ишемия мозга, n (%)	35 (70 %)	18 (60 %)	0,50
Заболевания позвоночника, n (%)	18 (36 %)	10 (33 %)	0,82
Другие хронические заболевания n (%)	11 (22 %)	8 (27 %)	0,787

Примечание. Величины представлены в формате n (%). Статистическое сравнение категориальных переменных выполнено с использованием χ^2 -критерия с поправкой Йейтса либо критерия Фишера при малых абсолютных значениях.

2.1.2 Дизайн исследования, критерии включения и исключения

Работа выполнена как проспективное открытое когортное исследование с последовательным набором пациентов, направленных на специализированное обследование по поводу предполагаемой ИНТГ. Основную группу составили больные с подтверждённым диагнозом, а группу сравнения — пациенты, у которых нарушения походки и равновесия были обусловлены другими заболеваниями (заместительной гидроцефлией и др.). Наличие группы сравнения позволило сопоставить исходное состояние локомоторной функции и её изменения после тап-теста. Послеоперационное обследование выполняли только пациентам основной группы.

Наблюдение включало три этапа:

1. ДТ — обследование обеих групп до проведения тап-теста;
2. ПТ — повторная оценка в течение 24 часов после ликворной разгрузки в обеих группах;
3. ПО — обследование пациентов основной группы на 10-е сутки после хирургического лечения.

На каждом этапе применяли единый протокол клинической, функциональной и инструментальной оценки. Это обеспечивало сопоставимость результатов и позволяло проследить индивидуальную динамику локомоторной функции после тап-теста и вентрикулоперитонеального шунтирования.

По направленности работа носила клинико-инструментальный характер и опиралась на валидизированные методы количественной диагностики двигательных нарушений: функциональные пробы (тест со стулом, ходьба на дистанцию 10 метров), компьютерную стабилometriю (ST-150) и систему C-Mill с биологической обратной связью.

Для всех пациентов, включённых в исследование, формировался стандартизированный клинико-инструментальный профиль, включающий параметры с доказанной диагностической и прогностической значимостью при ИНТГ. Последовательно фиксировались:

- пол и возраст пациента, давность появления ведущих симптомов
- характеристика жалоб с уточнением структуры двигательных, когнитивных и тазовых нарушений
- данные неврологического осмотра и наличие сопутствующей соматической патологии;
- нейровизуализационные данные - МРТ и/или КТ головного мозга, (индекса Эванса, угол мозолистого тела, оценка степени дилатации желудочковой системы, наличие перивентрикулярных изменений);
- данные компьютерной стабилometriи (ST-150) и сенсорно-бегового анализа походки на платформе C-Mill, показатели функциональных двигательных тестов на трех этапах;
- сведения о проведённых инвазивных ликвородинамических тестах и их клинической интерпретации;
- информация о проведённом хирургическом вмешательстве.

Основная группа (1)

Основная группа сформирована из пациентов, у которых диагноз ИНТГ подтверждался совокупностью клинических, нейровизуализационных и ликвородинамических признаков в соответствии с клиническими рекомендациями Ассоциации нейрохирургов России (2015). У всех пациентов выявлялись стойкие нарушения походки, сопровождающиеся когнитивным дефицитом и/или дизурическими расстройствами различной степени. Верификация диагноза осуществлялась на основании результатов МРТ и/или КТ с подтверждением венрикуломегалии при отсутствии признаков окклюзии ликворных путей, а также положительной динамики клинического состояния после проведения диагностического тап-теста. В исследование были включены 50 пациентов, соответствующих установленным критериям отбора и прошедших полный цикл наблюдения в рамках протокола.

Критерии включения в основную группу (1):

1. наличие классической клинической триады Хаким-Адамса: нарушения походки, когнитивные расстройства, нарушения мочеиспускания;
2. наличие радиологических признаков ИНТГ по данным МРТ или КТ головного мозга (венрикуломегалия без признаков окклюзии ликворных путей, индекс Эванса $\geq 0,3$);
3. отсутствие сведений о вторичном происхождении гидроцефалии (включая перенесённые кровоизлияния, нейроинфекции, черепно-мозговую травму, опухолевые процессы и др.);
4. положительный ответ на диагностическую ликвородинамическую пробу (тап-тест);
5. отсутствие противопоказаний к выполнению плановых оперативных вмешательств;
6. согласие пациента на участие в исследовании и выполнение всех диагностических и лечебных процедур.

Критерии исключения для основной группы (1):

1. наличие тяжёлых соматических или психических заболеваний, способных исказить результаты оценки;
2. противопоказаний к проведению инвазивных диагностических процедур и/или шунтирующих операций, включая выраженные нарушения системы гемостаза, декомпенсированные кардиоваскулярные состояния и иные факторы высокого анестезиологического риска;
3. отсутствия возможности завершить обследование в полном объёме либо формально подтверждённого отказа пациента от участия в исследовательской программе.

Группа сравнения (2)

Группу сравнения составили 30 пациентов старших возрастных категорий, направленных на обследование в связи с нарушениями ходьбы и равновесия и первоначальным подозрением на ИНТГ. На этапе диагностического поиска оценивали клинические проявления и данные МРТ головного мозга. Наблюдения с выраженными нейродегенеративными, демиелинизирующими и тяжёлыми цереброваскулярными изменениями исключали, поскольку такая патология могла самостоятельно обусловить имеющиеся двигательные нарушения.

К диагностически неопределённым относили случаи, в которых сочетание симптомов и нейровизуализационных признаков не позволяло подтвердить ИНТГ с достаточной уверенностью. Этим пациентам выполняли тап-тест по единому протоколу. При отсутствии положительного ответа на ликворную разгрузку и данных в пользу ликворозависимого характера нарушений пациента включали в группу сравнения. По полу, возрасту и исходной выраженности локомоторных расстройств группа сравнения была сопоставима с основной группой.

Из исследования исключались пациенты с противопоказаниями к проведению инвазивных процедур, а также лица, перенёвшие острое нарушение мозгового кровообращения в период менее шести месяцев до включения. Участие прекращалось при отказе пациента или невозможности дальнейшего выполнения диагностического протокола.

В итоге, всего в исследование включены 80 пациентов в возрасте от 59 до 80 лет. Основную группу (1) составили 50 человек (62 %) с ИНТГ, которым проведено хирургическое лечение и динамическая оценка локомоторной функции. Группу сравнения (2) составили 30 пациентов (38 %) без показаний к операции, обследованных для исключения ликворной патологии.

Строгое соблюдение критериев включения и исключения при наборе пациентов в обе группы позволило сформировать однородные по ключевым характеристикам выборки, снизить вероятность систематических ошибок и тем самым обеспечить высокую внутреннюю валидность исследования.

2.2 Методы диагностики идиопатической нормотензивной гидроцефалии

Все пациенты, поступившие с подозрением на ИНТГ, проходили обследование в соответствии с единым стандартизированным протоколом, включающим комплекс клинико-инструментальных методов, направленных на уточнение диагноза и дифференциацию с другими неврологическими и нейродегенеративными заболеваниями со схожей симптоматикой.

Протокол обследования включал:

- клинико-неврологическое обследование с анализом жалоб, динамики симптомов и объективного статуса;
- неврологический осмотр, направленный на выявление признаков нарушения походки, когнитивных и тазовых расстройств;
- нейровизуализационные методы, МРТ и/или КТ ГМ для оценки структурных изменений (индекс Эванса, угол мозолистого тела, вентрикуломегалия, перивентрикулярный лейкоареоз);
- функциональные двигательные тесты, включая «тест со стулом» и «тест ходьбы на 10 метров» с видеорегистрацией походки;
- компьютерную стабิโลграфию (ST-150) с анализом параметров устойчивости и центра давления;

— сенсорно-беговую дорожку C-Mill с биологической обратной связью для объективной регистрации длины шага, скорости и симметрии походки;

— люмбальная пункция (тап-тест), выполняемая с последующей повторной оценкой локомоторных функций.

На первичном этапе обследования выполнялся последовательный отбор пациентов с подозрением ИНТГ на основе совокупного анализа клинических и нейровизуализационных данных. Диагностическая гипотеза формировалась с учётом ведущих проявлений заболевания, нарушений походки, когнитивного снижения и расстройств мочеиспускания, выявляемых при неврологическом осмотре и анализе анамнеза. Существенное значение придавалось результатам МРТ головного мозга с количественной оценкой индекса Эванса, угла мозолистого тела, степени вентрикуломегалии и выраженности перивентрикулярных изменений.

Для уточнения диагноза и исключения иных нозологических причин двигательных нарушений (в том числе сосудистого паркинсонизма, возрастного снижения постуральной устойчивости, выраженной спинальной патологии и дегенеративных процессов) выполняли расширенное неврологическое обследование с оценкой неврологического статуса, а также нейровизуализацию (КТ и/или МРТ головного мозга). В первичное обследование включали инструментальные методы объективизации локомоторных расстройств — компьютерную стабелографию (ST-150) и систему C-Mill с биологической обратной связью.

На следующем этапе проводилась диагностическая инвазивная оценка для подтверждения обратимости симптомов. Основным методом являлся люмбальный тест (тап-тест), в ходе которого оценивались изменения когнитивных и моторных функций до и после эвакуации ликвора. В случаях получения положительного ответа на тап-тест и объективизирующие методы нарушение походки и равновесия (улучшение локомоторных функций, когнитивных показателей) пациентам рекомендовали выполнение ликворошунтирующей операции. На основании комплексной оценки определялись показания к хирургическому лечению.

2.2.1 Клинические методы

При включении в исследование у пациентов уточняли жалобы, анамнез заболевания и проводили неврологический осмотр. Оценивали характер походки, устойчивость при стоянии и ходьбе, когнитивные функции, состояние памяти и внимания, а также наличие нарушений мочеиспускания.

При сборе анамнеза уточняли длительность заболевания, порядок появления симптомов и темп их нарастания. Отдельно фиксировали сведения о перенесённых нарушениях мозгового кровообращения, артериальной гипертензии, черепно-мозговых травмах, инфекционных заболеваниях центральной нервной системы, онкологических процессах и сопутствующей соматической патологии. При необходимости данные пациента дополняли информацией от родственников. На период выполнения диагностических процедур, включая ликвородинамические пробы и функционально-инструментальные исследования, схему медикаментозной терапии сохраняли без изменений, что позволяло минимизировать влияние фармакологических факторов на результаты. Клинико-неврологические данные фиксировали в стандартизированных протоколах индивидуального наблюдения, обеспечивая единообразие регистрации, сопоставимость между этапами исследования и возможность последующего анализа динамики.

Для количественной оценки выраженности клинических проявлений применяли шкалу Idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus Grading Scale (iNPHGS), предложенную японскими исследователями в 2007 г. iNPHGS обеспечивает клиническую оценку состояния пациента по трём ключевым компонентам триады Хаким-Адамса: нарушения походки, когнитивные расстройства и дисфункция мочеиспускания. Каждый из параметров оценивается в диапазоне от 0 до 4 баллов, где 0 соответствует отсутствию признаков нарушения, а 4 максимально выраженной симптоматике, совокупная оценка 12 баллов.

Включение iNPHGS в структуру клинико-неврологического обследования обеспечило стандартизированную систему клинической оценки и повысило достоверность интерпретации результатов при сопоставлении с объективными данными инструментальных исследований (стабилометрия и C-Mill).

2.2.2 Нейровизуализационные методы

В исследовании применялись два основных метода нейровизуализационной диагностики магнитно-резонансная томография (МРТ) и компьютерная томография (КТ) головного мозга. Их использование обеспечивало детализированное изображение церебральных структур, разрешило оценить выраженность вентрикуломегалии, выявить признаки нарушения ликвороциркуляции и провести дифференциальную диагностику с другими формами гидроцефалии и нейродегенеративными процессами.

МРТ выполнялась на томографах с напряжённостью магнитного поля 1,5–3,0 Тл по стандартизированному протоколу, включавшему следующие последовательности: T1-взвешенные изображения (T1-WI), T2-взвешенные изображения (T2-WI), FLAIR (fluid-attenuated inversion recovery), DWI (diffusion-weighted imaging), трёхмерные тонкосрезовые серии (3D T1-MPRAGE или аналогичные), используемые для детальной оценки анатомии желудочковой системы и субарахноидальных пространств.

Анализ МРТ-изображений включал количественные и качественные параметры, имеющие диагностическое значение для ИНТГ:

- индекс Эванса - отношение максимальной ширины передних рогов боковых желудочков к максимальному внутреннему диаметру черепа на том же уровне. Значение $\geq 0,3$ расценивалось как признак вентрикуломегалии.
- угол мозолистого тела, определялся на корональных срезах; показатель < 90 служил дополнительным маркером, характерным для пациентов с ИНТГ.

— состояние височных рогов и сильвиевой щели, оценивалась степень расширения, как отражение перераспределения ликвора и компенсаторных процессов.

— лейкоареоз и перивентрикулярные изменения, фиксировались по шкале Fazekas, учитывались в контексте исключения выраженных сосудистых и дегенеративных процессов.

Особое внимание при нейровизуализационной оценке уделялось состоянию субарахноидальных пространств конвекситальной поверхности головного мозга, что имело значение для уточнения характера ликвородинамических нарушений и проведения дифференциальной диагностики. Анализировались признаки компрессии субарахноидальных цистерн, а также феномен *disproportionately enlarged subarachnoid space hydrocephalus (DESH)*, отражающий несоразмерное расширение базальных отделов при уплощении конвекситальных пространств. Нейровизуализационные данные использовали для подтверждения диагноза и последующего контроля после ликвородинамических проб и шунтирующей операции. Повторную нейровизуализацию использовали для контроля структурных изменений и оценки состояния ликворной системы на этапах наблюдения. КТ выполняли в случаях, когда проведение МРТ было невозможно, а полученные данные интерпретировали совместно с клиническими и инструментальными результатами. Такой подход позволял учитывать степень вентрикуломегалии при решении вопроса о ликвородинамических пробах и хирургическом лечении.

2.2.3 Функциональные тесты

Для оценки двигательной функции применяли тест со стулом и ходьбу на дистанцию 10 метров. Оба задания выполняли с видеорегистрацией, что позволяло повторно просматривать особенности вставания, начала ходьбы, поворотов и завершения движения.

Тест со стулом использовали для характеристики функциональной мобильности и способности пациента выполнить последовательность простых двигательных действий. Пациент вставал со стандартного стула, проходил 3 м в привычном темпе, разворачивался у обозначенной точки, возвращался обратно и садился. Регистрировали общее время выполнения задания в секундах.

Видеозапись обеспечивала возможность повторного просмотра и единообразной оценки двигательных проб. Основными критериями динамики служили количественные результаты функциональных и инструментальных измерений. Сообщения пациентов об облегчении ходьбы после тап-теста также фиксировали, но рассматривали только как дополнительную клиническую информацию.

Тест «ходьба на дистанцию 10-метров» применялся для оценки скорости передвижения, координации и устойчивости у пациентов с двигательными нарушениями, включая ИНТГ. Обследуемый проходил прямой участок длиной 10 метров в комфортном для него темпе. Для повышения точности измерений участники начинали и завершали ходьбу за пределами основной дистанции по одному метру с каждой стороны, что исключало влияние начальной и конечной фаз движения. Время прохождения участка фиксировалось с помощью секундомера, после чего рассчитывалась средняя скорость передвижения (м/с). Для детализированной оценки походки выполнялась видеозапись с применением камеры высокого разрешения, установленной сбоку от траектории движения пациента. Полученные записи использовались для качественного и количественного анализа походки.

Нормативные показатели теста со стулом (The timed up and go test) зависят от возраста и в среднем составляют от 60 до 69 лет - в среднем 11,4 секунды, от 70 до 79 лет - около 12,6 секунды и старше 80 лет - в среднем 14,8 секунды. Превышение этих нормативных значений указывает на снижение мышечной силы нижних конечностей и нарушение функциональной мобильности.

Нормативные значения для теста ходьбы на дистанции 10 метров (10-Meter Walk Test): 60-69 лет: $1,20 \pm 0,19$ м/с, 70 - 79 лет: $1,13 \pm 0,21$ м/с, старше 80 лет: 1,01

$\pm 0,23$ м/с (Sprung C. et al., 2010). Снижение показателей скорости ходьбы относительно указанных норм рассматривается как показатель нарушений походки, связанных с различными неврологическими и возрастными изменениями.

2.2.4 Компьютерная стабилометрия

Компьютерная стабилометрия представляет собой метод количественной оценки постурального контроля по данным регистрации перемещений центра давления в положении стоя. Для обследования пациентов с ИНТГ использовали аппаратно-программный комплекс «Стабилан-01» со стабилометрической платформой ST-150.

Чтобы снизить влияние внешних помех на результаты измерений, исследование проводили в спокойном помещении. Перед началом и во время пробы контролировали условия регистрации: рядом с пациентом не допускали постороннего движения, резких звуковых или зрительных стимулов. Это снижало влияние внешних факторов на перемещения центра давления и повышало сопоставимость повторных записей (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Проведение компьютерной стабилометрии

В состав аппаратно-программного комплекса входили компьютер, стабилометрическая платформа ST-150 и монитор, расположенный перед

пациентом. Платформа регистрировала вертикальную нагрузку в разных зонах опоры с помощью тензометрических датчиков. На основании распределения этих усилий программа определяла положение центра давления и строила траекторию его перемещения во время сохранения вертикальной позы (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Стабилоплатформа ST-150

Перед началом исследования пациента ставили на платформу в стандартное положение. Стопы располагали симметрично, ориентируясь на разметку опорной поверхности (Рисунок 3). При этом внутренняя поверхность пяток совмещается с указанной разметкой, обеспечивая расстояние между пятками около 2 см. Внутренний край стоп ориентирован под углом 15° относительно центральной линии, что формирует суммарный угол разворота стоп около 30° . Такая стандартизация положения нижних конечностей позволяет обеспечить сопоставимость стабилметрических показателей между обследуемыми и исключить влияние исходной позы на результаты анализа равновесия.

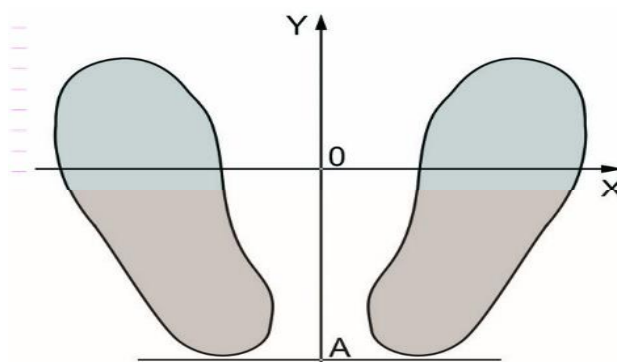


Рисунок 3 – На рисунке представлена установка стоп. По оси Y-сагиттальный координат, по оси X-фронтальный координат. Расстояние 0-A для каждого больного определяется индивидуально по размеру стопы.

Пациенты обследовались в положении стоя, босиком, с расположением стоп параллельно на поверхности стабилметрической платформы, сохраняя естественную, удобную для них позу (Рисунок 4), руки располагались свободно вдоль тела, также в условиях глаза открыты (ГО) и глаза закрыты (ГЗ). Перед началом обследования пациенту давались подробные инструкции относительно фиксации взгляда, требований к положению тела и недопустимых движений. При выполнении пробы с открытыми глазами пациент удерживает взгляд на визуальном маркере круге диаметром 10 см, размещённом на расстоянии 2 метров на уровне глаз. Во время записи стабิโลграммы необходимо сохранять ровную вертикальную позу без использования опоры и избегать любых произвольных движений, способных исказить результаты регистрации (Скворцов Д.В., 2007).



Рисунок 4 – Положение пациента при выполнении стабิโลграфии на платформе ST150

Протокол стабилметрического обследования включал пять проб: пробу Ромберга по европейскому стандарту, комбинированную пробу, анализ стопной рецепции, статическую пробу и стресс-пробу.

Эти пробы различались условиями выполнения и позволяли оценивать постуральный контроль при разной сенсорной и функциональной нагрузке. Во время исследования регистрировали перемещение центра давления во фронтальном и сагиттальном направлениях, площадь статокнезиограммы, длину и скорость его колебаний. Дополнительно учитывали коэффициент Ромберга, показатели опорной асимметрии, направления смещения центра давления, амплитуду и частоту постуральных колебаний, а также индекс рецепции. Перечень стабилметрических проб и анализируемых параметров представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Стабилметрические пробы и параметры

Полное название	Основные параметры
Проба Ромберга	S, V, Ke, X
Комбинированная проба	S, Ke, X
Проба стопной рецепции	S, V, QP
Статическая проба	S, V, N, R
Стресс-проба	S, V, N, R

Изменение условий выполнения стабилметрических проб позволяло оценивать поддержание вертикальной позы при сохранённой и ограниченной зрительной информации, а также при изменении доступности сенсорных каналов. В зависимости от задачи анализировали устойчивость пациента в пределах площади опоры, траекторию перемещения центра давления и способность постуральной системы адаптироваться к изменению поступающей информации. Показатели S и X преимущественно характеризовали пространственное положение центра давления, V, N и R — особенности постуральных колебаний, Ks и QP — параметры регуляции и сенсорной зависимости.

Повторные обследования на платформе ST-150 выполняли по одному и тому же протоколу. При каждом исследовании сохраняли одинаковое положение пациента, последовательность проб и условия регистрации. Это было необходимо для корректного сравнения результатов на этапах ДТ, ПТ и ПО. Для статистической

обработки отбирали показатели, характеризующие основные компоненты постурального контроля (Таблица 3).

Таблица 3 – Нормативные значения основных стабилметрических параметров платформы ST-150

Основные параметры КС	Обозначение	Единица измерения	Глаза открыты	Глаза закрыты
Коэффициент Ромберга	Кэ	% усл.ед	100 – 300 %	
Среднее положение ЦД по Х (опорная асимметрия)	X	мм	5 мм	6 мм
Скорость перемещение ЦД	V	мм/с	$\leq 10,6$	$\leq 11,5$
Площадь статокинезиограммы	S	мм ²	$\leq 99,5$	$\leq 258,0$
Амплитуда колебаний центра давления	R	мм	$< 0,76$ мм	
Частота колебаний центра давления	N	ед	$> 16-24$	
Индекс рецепции	QP	усл.ед	91–429	

Примечание. В таблице приведены показатели, использованные в настоящем исследовании при анализе стабилметрических данных. Указанные значения рассматривали как референтные при оценке постуральной функции у пациентов с ИНТГ.

Интерпретацию стабилметрических данных выполняли с учётом методики исследования и референтных значений платформы ST-150.

Площадь статокинезиограммы S отражала зону перемещения центра давления при удержании вертикальной позы. Увеличение этого показателя рассматривали как признак большего размаха постуральных колебаний. Для платформы ST-150 при открытых глазах референтное значение не превышало 99,5 мм², а после исключения зрительного контроля — 258 мм².

Средняя скорость перемещения центра давления V характеризовала интенсивность корректирующих движений, необходимых для сохранения равновесия. При открытых глазах нормативные значения обычно составляли 9–10

мм/с, при закрытых — 11–12 мм/с. Рост показателя после выключения зрительного контроля отражал изменение сенсорных условий выполнения пробы.

Коэффициент Ромберга K_z используют для характеристики зависимости постурального контроля от зрительной афферентации. У здоровых взрослых его референтный диапазон составляет 100–300 усл. ед. Значения менее 100 усл. ед. могут соответствовать преобладанию зрительной коррекции, а превышение 300 усл. ед. — недостаточности сенсомоторной компенсации и усилению постуральной нестабильности.

Координата X отражает боковое положение центра давления и косвенно характеризует распределение нагрузки между нижними конечностями при спокойном стоянии. У здоровых взрослых отклонение обычно не превышает 5 мм при открытых глазах и 6 мм после исключения зрительного контроля.

Амплитуда постуральных колебаний R характеризует величину смещений центра давления. По референтным данным платформы ST-150 при выполнении пробы с открытыми глазами её значение у здоровых взрослых не превышает 0,76 мм. При выключении зрительного контроля (ЕС) или увеличении сенсорной нагрузки (например, в комбинированных или стресс-тестах) значение R может незначительно возрастать, что отражает физиологическую реакцию постуральной системы на снижение сенсорной афферентации.

Частоту постуральных колебаний N оценивали с учётом условий выполнения пробы. Для статической пробы референтным считали значение более 16 ед., для стресс-пробы с дополнительной когнитивно-моторной нагрузкой — более 24 ед.

Индекс рецепции QR рассчитывали по стабилограмме, полученной при выполнении пробы стопной рецепции с закрытыми глазами. Показатель характеризовал участие афферентации от подошвенной поверхности стоп в поддержании вертикальной позы. Референтный диапазон для платформы ST-150 составлял 91–429 усл. ед. Значения ниже нижней границы расценивали как недостаточную сенсорную коррекцию, а превышение верхней границы — как усиленную компенсаторную реакцию постуральной системы.

Перечисленные параметры регистрировали при выполнении стандартизированного комплекса стабилметрических проб. Каждая проба была направлена на оценку отдельных механизмов постурального контроля при изменении сенсорной и функциональной нагрузки. Протокол адаптировали к клинико-неврологическим особенностям пациентов с ИНТГ и последовательно изменяли зрительную, вестибулярную, проприоцептивную и соматосенсорную составляющие поддержания равновесия. Полученные результаты подвергали количественному анализу.

Регистрация стабилметрических параметров проводилась следующих в пробах:

Проба Ромберга (европейский стандарт) широко используется в компьютерной стабилметрии для оценки системы равновесия и постуральной устойчивости. Тест проводился в положении с сомкнутыми стопами при сохранении вертикальной позы, сначала с открытыми, а затем с закрытыми глазами, при этом исключение зрительного контроля даёт возможность оценить работу проприоцептивных и вестибулярных механизмов. В каждом из условий регистрировалась стабилограмма и производилась количественная оценка основных параметров: площади статокнезиограммы (S), средней скорости смещения центра давления (V), а также коэффициента Ромберга (Ke), отражающего разницу в устойчивости между пробами с открытыми и закрытыми глазами. Дополнительно анализируется уровень опорной асимметрии (X), характеризующий распределение массы тела по фронтальной оси. В ходе анализа учитывались следующие нормативные значения: S при открытых глазах (EO) $\leq 99,5$ мм², при закрытых глазах (EC) ≤ 258 мм², $V \leq 10,6$ мм/с (EO) и $\leq 11,5$ мм/с (EC), коэффициент Ромберга (Кэ) 100–300 %, $X \leq 5$ мм (EO) и ≤ 6 мм (EC).

Система ST-150 автоматически формировала заключение по результатам анализа, классифицируя состояние обследуемого по следующим категориям: 1) функция равновесия: норма, умеренные, выраженные нарушения; 2) фронтальная асимметрия: норма, умеренная, выраженная; 3) направление фронтальной асимметрии: влево, вправо, нет; 4) сагиттальная асимметрия: норма, умеренная,

выраженная; 5) направление сагиттальной асимметрии: вперёд, назад, нет. Полученные данные использовались для оценки степени выраженности сенсомоторных нарушений и объективного определения вклада зрительных и проприоцептивных компонентов в поддержание равновесия у пациентов с ИНТГ.

Комбинированная проба – двухфазный тест с визуальной обратной связью, сначала испытуемому демонстрируется неподвижная мишень с фиксированным маркером, затем та же мишень, но с подвижным маркером, отражающим перемещение центра давления. Оба этапа сопровождалась автоматизированными голосовыми инструкциями и контролируются через интерфейс системы. В данной пробе регистрировалась площадь статокнезиограммы (S), коэффициент Ромберга (Ке), показатель опорной асимметрии (X). Тест оценивает способность пациента к удержанию стабильного положения тела с визуальным контролем, а также исследовать элементы тремора. Нормативное значение: $S \leq 99,5 \text{ мм}^2$, коэффициент Ромберга Кэ 100–300 %, $X \leq 6 \text{ мм}$. Автоматизированное заключение платформы ST-150 формировалось по следующим категориям: 1) функция равновесия: норма, умеренные, выраженные нарушения; 2) фронтальная асимметрия: норма, умеренная, выраженная; 3) направление фронтальной асимметрии: влево, вправо, нет; 4) сагиттальная асимметрия: норма, умеренная, выраженная; 5) направление сагиттальной асимметрии: вперёд, назад, нет; 6) эффективность когнитивного контроля позы: нормальный, малоэффективный, неэффективный. Комбинированную пробу использовали для изучения взаимодействия сенсорных систем, обеспечивающих поддержание вертикальной позы, а также способности пациента сохранять устойчивость при сенсорном конфликте. Категориальные результаты этой пробы отдельно не рассматривались, поскольку их критерии совпадали с оценкой, применяемой в пробе Ромберга, и не имели самостоятельной диагностической ценности.

Оценку стопной рецепции выполняли при закрытых глазах, исключая влияние зрительного контроля на поддержание равновесия. Исследование включало две последовательно выполняемые пробы. Сначала пациент стоял на жёсткой поверхности стабилметрической платформы, затем пробу повторяли на

мягком амортизирующем покрытии, уменьшающем поступление тактильной информации от подошвенной поверхности стоп. В обоих случаях регистрацию проводили при открытых глазах и анализировали площадь статокинезиограммы S , среднюю скорость перемещения центра давления V и коэффициент постуральной устойчивости Q .

Увеличение показателей S и V при одновременном снижении QR после перехода на мягкое покрытие расценивали как недостаточную соматосенсорную компенсацию. При интерпретации учитывали следующие референтные значения: S — не более 258 мм^2 , V — не более $11,5 \text{ мм/с}$, QR — $91\text{--}429$ усл. ед.

Программное обеспечение ST-150 автоматически формировало итоговое заключение по результатам двух проб. Состояние функции равновесия оценивалось как нормальное либо соответствующее умеренным или выраженным нарушениям, а стопная рецепция — как сохранная или недостаточная.

Статическая проба применялась с целью оценки устойчивости вертикальной позы в условиях ограниченной двигательной активности. Тест проводился в положении стоя, с открытыми и закрытыми глазами, при этом оценивалась устойчивость при сохранении неподвижной позы в различных сенсорных условиях. В процессе обследования регистрировались основные стабилметрические показатели: площадь статокинезиограммы (S), средняя скорость смещения центра давления (V), амплитуда постуральных колебаний (R) и их частота (N), отражающие качество постурального контроля и устойчивость позы. Выраженное увеличение площади колебаний и снижение устойчивости в условиях закрытых глаз указывали на недостаточную эффективность когнитивного контроля и снижение способности к перераспределению внимания при поддержании статической позы. В анализ включались нормативы: $S \leq 182 \text{ мм}^2$ (по данным Normes-85; у здоровых взрослых чаще $40\text{--}90 \text{ мм}^2$), $V \leq 9,6 \text{ мм/с}$, $N > 16 \text{ Гц}$, $R < 0,76 \text{ мм}$. Система ST-150 формировала автоматическое заключение, оценивала эффективность произвольного постурального контроля в следующих категориях: эффективность когнитивного контроля позы: нормальный, малоэффективный, неэффективный.

Стресс-проба, это модифицированный вариант однофазного теста, сочетающая моторную и когнитивную нагрузку с элементами визуальной биологической обратной связи. Обследуемому необходимо удерживать маркер, отображающий текущее положение центра давления, в пределах фиксированной центральной зоны на экране. Дополнительную нагрузку создавали движущийся объект, появлявшийся на периферии экрана, и повышенная чувствительность программы к небольшим отклонениям стабилметрического сигнала. Проба позволяла оценить способность постуральной системы сохранять устойчивость при внешнем отвлечении и необходимости постоянной зрительно-моторной коррекции. У пациентов с ИНТГ её использовали для выявления нарушений, которые могли не проявляться при выполнении стандартных заданий.

При анализе учитывали площадь статокнезиограммы S , среднюю скорость перемещения центра давления V , амплитуду колебаний R и их частоту N . Для показателя S по литературным данным использовали ориентировочное значение до 300 мм^2 , однако система ST-150 не устанавливала для него фиксированного порога. Для V ориентир составлял до 12 мм/с при сенсорной нагрузке; отдельное пороговое значение в программном обеспечении также отсутствовало. Референтное значение R составляло менее $0,76 \text{ мм}$, N — более 24 Гц . По завершении пробы программа формировала заключение, характеризуя когнитивный контроль позы как нормальный, малоэффективный или неэффективный.

Результаты рассматривали совместно, поскольку каждая проба отражала отдельный компонент постуральной регуляции. Такой анализ давал возможность определить выраженность нарушений устойчивости и оценить участие различных механизмов в сохранении вертикальной позы. Полученные данные сопоставляли с клинической динамикой и результатами функциональных исследований.

Продолжительность каждой пробы составляла 60 секунд. Положение пациента и условия регистрации сохраняли неизменными при всех повторных обследованиях. Статистическую обработку показателей выполняли в программной среде R версии 4.5.1.

2.2.5 Сенсорно-беговая дорожка C-Mill

Для количественного исследования походки у пациентов с ИНТГ применяли сенсорно-беговую систему C-Mill с биологической обратной связью. Оборудование регистрировало пространственно-временные характеристики ходьбы и позволяло анализировать их непосредственно во время выполнения заданий.

C-Mill разделяется на три категории: стояние, шаг и ходьба, как показано на рисунке 5.



Рисунок 5 – Иерархия двигательной активности: стояние, шаг и ходьба

Цели трех категорий таковы:

1. Стояние - улучшение постурального контроля в положении стоя и передвижения тела,
2. Шаг - улучшение равновесия при ходьбе,
3. Ходьба - повышение функциональности и адаптивности ходьбы.

Основная цель применения C-Mill заключалась в объективной фиксации нарушений локомоторной функции, типичных для ИНТГ с количественной оценкой параметров, которые невозможно достоверно определить при обычном клиническом осмотре. Тестирование проводилось в три этапа: до выполнения диагностического люмбального теста (тап-теста), после эвакуации ликвора в течение 24 часов, а также в отдалённом послеоперационном периоде. Перед началом обследования пациенту объясняли порядок выполнения заданий и проводили короткую тренировку для адаптации к оборудованию. Затем определяли

индивидуально комфортную скорость ходьбы и предлагали последовательно наступать на визуальные ориентиры. Продолжительность непрерывной работы на дорожке составляла 5–10 минут. Повторные исследования проводили в одинаковых условиях и в одно время суток, что уменьшало влияние суточных колебаний функционального состояния на результаты.

Тестирование на C-Mill не выполняли при состояниях, препятствующих безопасной ходьбе и полноценному взаимодействию с системой. К ограничениям относили выраженные нарушения зрения или слуха, тяжёлый когнитивный дефицит, инфекционные заболевания, нестабильность позвоночника, а также соматическую или ортопедическую патологию, при которой выполнение физической нагрузки было невозможно. Дополнительно учитывали допустимые для оборудования значения роста и массы тела пациента. Исследование также не проводили при открытых повреждениях кожи и тяжёлой сердечно-сосудистой патологии (Рисунок 6).



Рисунок 6 – Компоненты сенсорно-беговой дорожки C-Mill: А. Беговая дорожка; В. Блок управления; С. Кнопка экстренной остановки; D. Поддерживающая рама; Е. Поручни; F. Дисплей

В протокол исследования включали пространственно-временные параметры шага и точность попадания правой и левой стопой в визуальные метки на полотне дорожки. Цикл шага (ЦШ) определяли, как временной интервал между двумя последовательными контактами одной и той же стопы с опорной поверхностью. У здоровых лиц длительность одного цикла составляет около 1 с (Кубряк О.В. и соавт., 2018). В структуре ЦШ выделяют опорную фазу и фазу переноса (Рисунок 7): на опору приходится приблизительно 60 % времени, на перенос около 40 %. В пределах опорной фазы различают период двойной опоры, когда обе стопы одновременно контактируют с поверхностью, его средняя продолжительность составляет 16-22 % цикла, после чего следует фаза одиночной опоры, сопровождающаяся переносом нагрузки на одну конечность (Клинический анализ движений, 1996). По завершении переноса одной ноги цикл продолжается с участием контралатеральной конечности. Наличие двух кратких интервалов двойной опоры, разделённых периодом одиночной опоры, обеспечивает устойчивость и плавность шага.

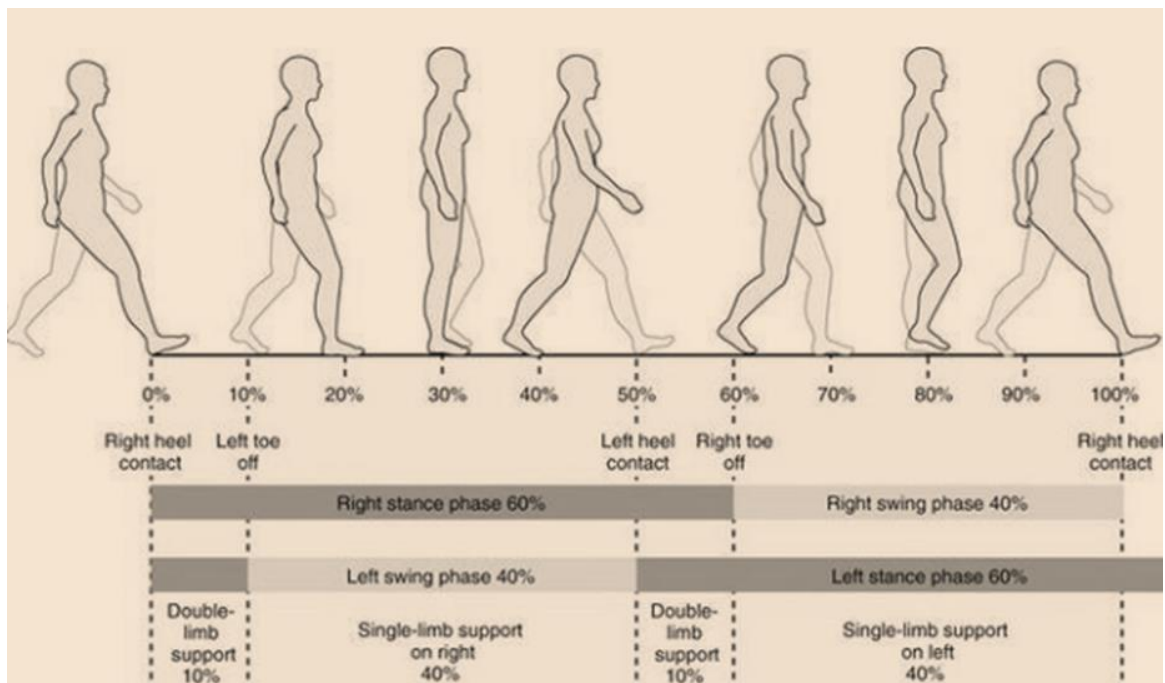


Рисунок 7 – Цикл нормальной походки. На представленной схеме отображена фазовая структура нормальной походки человека, включающая последовательные этапы опоры и переноса нижних конечностей в течение одного полного цикла шага. Временная шкала в процентах отражает долевое соотношение между фазами опоры и переноса. Контакт правой пятки служит начальной и конечной точкой цикла, что соответствует 0 % и 100 %.

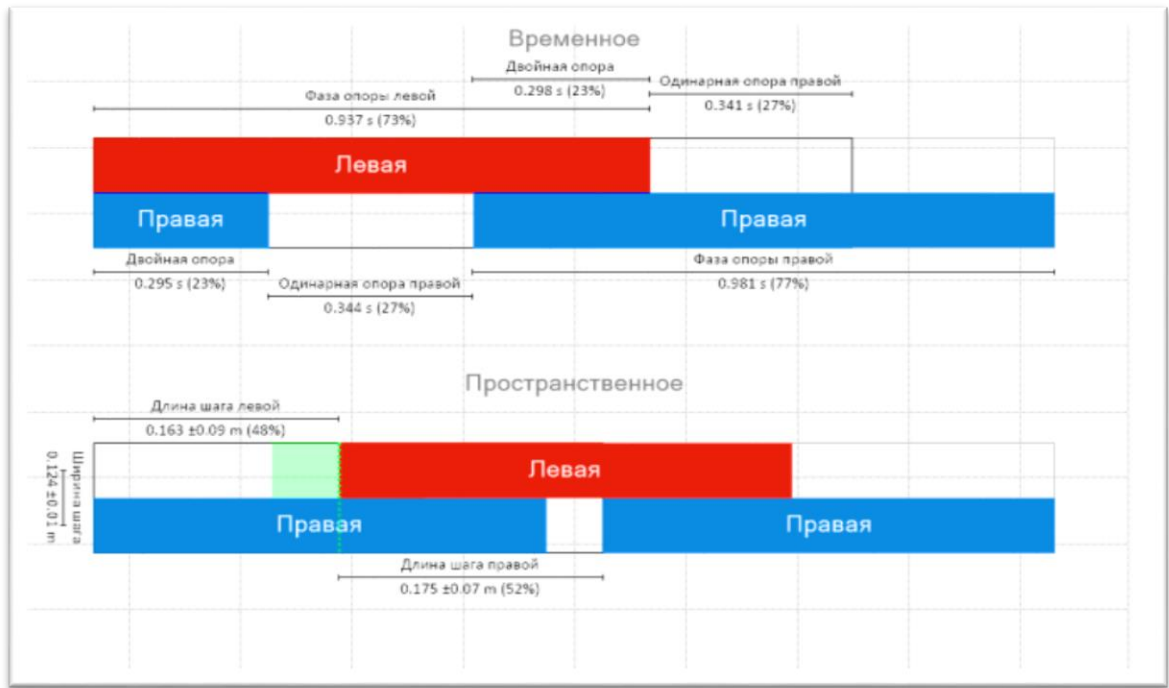


Рисунок 8 – Пространственно-временные характеристики цикла походки пациента с ИНТГ после тап-теста по данным системы C-Mill

На рисунке 8 приведено распределение временных фаз шага. Опорная фаза занимала 73–77 % цикла, одноопорная — 27 %, двойная опора — 23 %. Длина шага правой и левой нижней конечности составила соответственно $0,175 \pm 0,07$ и $0,163 \pm 0,09$ м, существенной асимметрии между сторонами не отмечено.

В количественный анализ включали продолжительность цикла шага, скорость ходьбы, длину и ширину шага, частоту шагов, время двойной опоры, а также точность попадания правой и левой стопой в визуальные метки на полотне дорожки.

При интерпретации использовали референтные значения Motek Medical, предусмотренные программами CueFors и GaitRealTime, и данные клинических исследований системы C-Mill. Диапазоны показателей приведены в таблице 4. Их применяли как ориентиры при оценке исходных нарушений и изменений, зарегистрированных при повторных обследованиях.

Таблица 4 – Нормативные показатели C-Mill

Категория	Параметр	Норма	Единицы измерения
Временные параметры	Цикл шага	1,0 – 1,1	сек
	Фаза опоры	60 – 62	%
	Одиночная опора	36 – 40	%
	Двойная опора	18 – 20	%
Пространственные параметры	Скорость ходьбы	1,3 – 1,4	м/с (или 78 – 84 м/мин)
	Частота шагов	100 – 120	шагов/мин
	Длина шага	70 – 85	см
	Ширина шага	Муж.: 5 – 9, Жен.: 2 – 5	см
Точность по мишеням	Попадание по меткам	≥ 85	%
Примечание: приведённые значения использовали для оценки отклонений пространственно-временных характеристик походки и их последующей динамики			

Возраст пациента учитывали отдельно. Даже при отсутствии неврологического заболевания скорость ходьбы, длина шага и его частота могут изменяться по мере старения. Поэтому показатели пациентов с ИНТГ сопоставляли с референтными диапазонами соответствующей возрастной категории, приведёнными в таблице 5.

Таблица 5 – Возрастные нормативные показатели C-Mill

Возрастная категория	Скорость ходьбы, м/с	Длина шага, см	Частота шагов, шагов/мин
20 – 29 лет	$1,36 \pm 0,15$	76 ± 5	117 ± 9
30 – 39 лет	$1,34 \pm 0,16$	75 ± 6	115 ± 8
40 – 49 лет	$1,31 \pm 0,17$	74 ± 6	113 ± 8
50 – 59 лет	$1,26 \pm 0,18$	72 ± 7	111 ± 9
60 – 69 лет	$1,20 \pm 0,19$	70 ± 7	109 ± 10
70 – 79 лет	$1,13 \pm 0,21$	67 ± 8	105 ± 10
> 80 лет	$1,01 \pm 0,23$	63 ± 9	100 ± 11
Примечание: возрастные нормативные значения по данным Walkway-анализа походки			

Во время тестирования на полотно C-Mill и расположенный перед пациентом экран выводили визуальные метки. Пациент соотносил с ними положение стоп и при необходимости изменял длину и направление шага. Система фиксировала

выполнение задания, включая точность попадания в метки, координацию движений и устойчивость при ходьбе.

Данные встроенных сенсоров обрабатывались автоматически и сохранялись в числовом и графическом виде. Поэтому при исходном и повторных обследованиях результаты регистрировались в одинаковом формате.

2.3 Хирургическое лечение идиопатической нормотензивной гидроцефалии

Всем пациентам основной группы (50), перенёвшим хирургическое лечение по поводу ИНТГ было выполнено вентрикулоперитонеальное шунтирование (ВПШ). Стандартно использовалась современная клапанная система постоянного среднего давления, применялись шунтирующие системы различных производителей, включая «Medtronic», «Codman», и «Sophysa». Шунтирующая система включала проксимальный катетер, устанавливаемый в боковой желудочек, дистальный катетер, направляемый в брюшную полость, и клапан-помпу, регулирующую отток цереброспинальной жидкости. В большинстве наблюдений использовали антибиотик-импрегнированные катетеры. После операции проводили профилактику возможных осложнений и контролировали работу шунтирующей системы.

Показания к ЛШО определяли по совокупности результатов обследования. Основным условием служил положительный ответ на тап-тест. Помимо клинических изменений, учитывали динамику показателей компьютерной стабилотрии ST-150 и системы C-Mill, характеризующих равновесие и походку.

При анализе нейровизуализационных данных обращали внимание на симметричное расширение боковых желудочков, относительное сужение субарахноидальных пространств, отсутствие выраженной диффузной корковой атрофии и признаков обструкции ликворных путей. Операцию планировали при допустимом соматическом и неврологическом статусе пациента после получения письменного информированного согласия.

В рамках принятого протокола хирургическое лечение не проводили при отсутствии объективно подтверждённого улучшения после ликворной разгрузки, массивной корковой атрофии, способной объяснить имеющиеся когнитивные и двигательные нарушения, а также при окклюзионной гидроцефалии. Основанием для отказа от вмешательства также служили декомпенсированные соматические заболевания, высокий анестезиологический или операционный риск, активная системная инфекция и воспалительные изменения в предполагаемой зоне хирургического доступа.

К относительным показаниям относили выраженный когнитивный дефицит, затруднявший последующую оценку результатов лечения, и низкую способность пациента выполнению послеоперационных рекомендаций. Окончательное решение принимали индивидуально с учётом клинических, анатомических и функциональных особенностей. Обоснование вмешательства осуществлялось коллегиально мультидисциплинарной командой, включающей нейрохирурга, невролога и специалиста по функциональной диагностике с приоритетом выбора максимально эффективной и безопасной хирургической тактики.

Послеоперационное наблюдение осуществлялось в стандартном режиме с регулярной оценкой неврологического и соматического статуса, а также контролем функциональной состоятельности установленной шунтирующей системы. С целью исключения ранних послеоперационных осложнений и подтверждения корректного положения элементов шунта применялись методы нейровизуализации, компьютерная и/или магнитно-резонансная томография головного мозга на следующие сутки после операции (Рисунок 9).

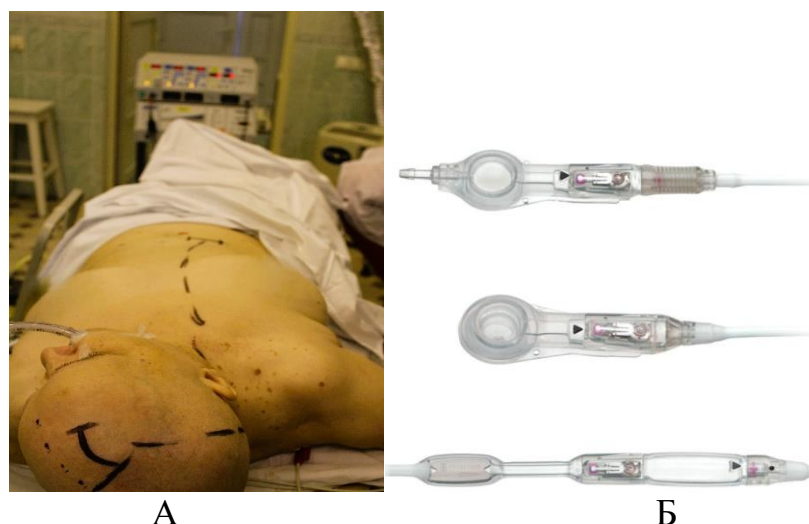


Рисунок 9 – Вентрикулоперитонеальное шунтирование: А — Этап операции, разметка траектории подкожного проведения шунтирующей системы; Б — клапан постоянного среднего давления

Исследование локомоторной функции выполнялось на 10-15-е сутки после хирургического вмешательства с использованием объективных инструментальных методик, включающих КС ST-150, С-Mill и комплекс функциональных тестов. Совокупность полученных показателей обеспечивала возможность количественной оценки динамики восстановления двигательных функций и позволяла своевременно выявлять признаки нарушения работы ликворошунтирующей системы.

2.4 Методы статистической обработки

Статистический анализ проводили с учётом характера распределения данных и структуры исследования, включавшей межгрупповые сравнения и оценку изменений на последовательных этапах наблюдения. Перед началом расчётов формировали базу данных, кодировали переменные и проверяли корректность внесённой информации. Обработку выполняли в программной среде R версии 4.5.1 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2025).

Количественные показатели при нормальном распределении представляли в виде среднего значения и стандартного отклонения ($M \pm SD$), в остальных случаях

— как медиану и межквартильный интервал $Me [Q1; Q3]$. Соответствие распределения нормальному закону проверяли критерием Шапиро–Уилка.

Для сравнения независимых групп использовали t-критерий Стьюдента либо U-критерий Манна–Уитни в зависимости от распределения признака. Изменения внутри одной группы на последовательных этапах оценивали парным t-критерием Стьюдента или критерием Вилкоксона. Описательная статистика для качественных данных приводилась в виде $v \ n(p\%)$, то есть значения переменной, количества его вхождений в выборку и процент этого количества от размера выборки. Сравнения между выборками проводились с помощью теста хи-квадрат или точного критерия Фишера.

Статистическая значимость различий оценивалась при уровне $p < 0,05$; значения $p < 0,01$ и $p < 0,001$ интерпретировались как высокая и очень высокая степень достоверности соответственно. Результаты анализа представлены в виде таблиц и выборочно - графических иллюстраций, используемых для наглядного отображения межгрупповых различий и динамики показателей.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Результаты исследования пациентов в предоперационном периоде

3.1.1 Клинико-неврологическое обследование

Анализ клинико-неврологических характеристик по шкале iNPHGS на исходном этапе исследования показал, что по ряду параметров пациенты основной группы и группы сравнения были сопоставимы (Таблица 6).

У больных основной группы структура клинических нарушений соответствовала классической триаде Хаким-Адамса. Наиболее выраженными были двигательные расстройства: отмечались трудности при инициировании ходьбы, укорочение шага, снижение скорости передвижения, нарушение устойчивости при поворотах и эпизоды остановки движения, отражающие несостоятельность моторно-постурального контроля. В основной группе по шкале “походка” медиана составила 3 [Q1–Q3: 2–3], в группе сравнения также 3 [Q1–Q3: 2–3].

В основной группе когнитивные нарушения проявлялись ухудшением памяти, замедлением умственной деятельности и снижением способности к концентрации внимания. Медиана соответствующего показателя по шкале iNPHGS составляла 2 [1–2] балла, в группе сравнения — 1 [1–2] балл. Статистически значимых различий между группами не установлено ($p = 0,91$).

Иная картина отмечалась при оценке нарушений мочеиспускания. В основной группе медиана составила 1 [0–2] балл, тогда как в группе сравнения — 0 [0–1] балла. Различие было статистически значимым ($p < 0,001$) и отражало большую выраженность дизурических расстройств у пациентов основной группы.

По суммарной оценке, iNPHGS показатели групп существенно не различались: 6 [4–7] баллов в основной группе и 5 [4–5] баллов в группе сравнения ($p = 0,10$) (Таблица 6).

Таблица 6 – Клинико-неврологические характеристики пациентов обеих групп до тап-теста

Показатель	Основная группа	Группа сравнения	p-value
Походка (iNPHGS)	3 [2–3]	3 [2–3]	0,47
Когнитивные функции	2 [1–2]	1 [1–2]	0,91
Контроль мочеиспускания	1 [0–2]	0 [0–1]	< 0,001
Суммарный балл iNPHGS	6 [4–7]	5 [4–5]	0,10
Примечание: данные представлены в виде Ме [Q1–Q3]; межгрупповое сравнение выполнено с использованием критерия Манна–Уитни.			

3.1.2 Результаты исследования локомоторных функций

Функциональные тесты

До тап-теста время выполнения теста со стулом в обеих группах было практически одинаковым. Медиана в первой группе составила 15,0 [14,0–16,0] с, во второй — 15,0 [14,0–15,0] с. Статистически значимых различий не выявлено ($p = 0,72$) (Таблица 7).

Увеличение продолжительности выполнения теста у пациентов обеих групп отражало снижение эффективности пропульсивного компонента движения и затруднение перехода из положения сидя в вертикальное положение.

Похожие результаты получены и при оценке времени прохождения 10-метровой дистанции. В основной группе медианное значение составило 14,0 [12,0–15,0] с, в сравнения 14,0 [13,0–15,0] с, также при отсутствии достоверных межгрупповых различий ($p = 0,76$). Замедленный темп выполнения теста у обследованных пациентов указывает на ограничение скорости локомоции и нарушение согласованности фаз шага независимо от принадлежности к группе.

Сходство временных характеристик выполнения тестов указывает на сопоставимую степень функциональной несостоятельности до проведения диагностической ликворной разгрузки и отражает единый характер нарушений переходных и локомоторных актов вне зависимости от групповой принадлежности.

Таблица 7 – Результаты функциональных тестов до тап-теста

Показатель	Основная группа	Группа сравнения	p-value
Время подъёма со стула, с	15,0 [14,0–16,0]	15,0 [14,0-15,0]	0,72
Время прохождения 10 м, с	14,0 [12,0–15,0]	14,0 [13,0-15,0]	0,76
Примечание: формат данных - Me [Q1–Q3], межгрупповое сравнение - U-критерий Манна-Уитни.			

Комплексная оценка клинико-неврологических характеристик, стабилметрических параметров и показателей локомоции до тап-теста (ДТ) выявила выраженные нарушения механизмов поддержания равновесия и организации ходьбы у пациентов обеих групп. По данным шкалы iNPHGS, инструментальных методов стабилметрии и сенсорно-моторного анализа походки регистрировались сходные по степени выраженности расстройства постуральной устойчивости, пространственно-временной характеристики шага и базовых двигательных навыков. Результаты функциональных проб органично дополняли инструментальные данные, отражая снижение эффективности выполнения повседневных моторных действий вне зависимости от групповой принадлежности.

Отсутствие достоверных межгрупповых различий по большинству изученных показателей на этапе до тап-теста указывает на однородный характер исходного локомоторного дефицита. Такое распределение исходных характеристик создаёт методологически корректные условия для последующего анализа поэтапной динамики показателей после тап-теста и хирургического вмешательства, позволяя интерпретировать выявленные изменения как результат лечебного воздействия, а не проявление первоначальных различий между группами.

Компьютерная стабилография (ST-150)

Первично компьютерная стабилметрия применялась для объективной оценки постурального контроля на дооперационном этапе.

Проба Ромберга

Исходное обследование выявило нарушения постурального контроля в обеих группах, что соответствовало наличию двигательного дефицита у всех включённых пациентов независимо от его происхождения. Для основной характеристики устойчивости использовали площадь статокинезиограммы при открытых глазах (Таблица 8). Этот же показатель был представлен графически на рисунке 10, поскольку наиболее наглядно отражал выраженность колебаний центра давления.

При сохранённом зрительном контроле медиана площади статокинезиограммы составила 360 [204–554] мм² в первой и 348 [242–536] мм² во второй ($p = 0,75$). После закрывания глаз показатель увеличивался до 504 [339–737] и 482 [344–690] мм² соответственно, однако межгрупповых различий также не отмечено ($p = 0,94$). Высокие значения в обеих сериях проб указывали на снижение способности поддерживать устойчивую вертикальную позу.

Сходная картина наблюдалась для средней скорости перемещения центра давления. При открытых глазах значения V достигали 14,2 [11,9–17,1] мм/с в первой группе и 14,3 [12,4–16,9] мм/с во второй ($p = 0,88$), при закрытых — 16,2 [13,4–19,1] и 17,0 [13,9–19,2] мм/с ($p = 0,87$). Коэффициент Ромберга также существенно не различался: 582 [401–734] усл. ед. против 648 [434–779] усл. ед. ($p = 0,45$).

Иная картина отмечена для координаты X . При открытых глазах её медиана в основной группе составляла 9,8 [6,5–13,7] мм, в группе сравнения — 5,8 [4,2–8,2] мм ($p < 0,001$). У пациентов с ИНТГ это соответствовало более выраженному боковому смещению центра давления относительно центрального положения. После исключения зрительного контроля значения показателя практически не различались: 10,1 [6,9–14,0] мм в основной группе и 10,4 [7,5–15,6] мм в группе сравнения ($p = 0,48$).

Таким образом, до проведения тап-теста большинство параметров пробы Ромберга не имело статистически значимых межгрупповых различий. Единственное различие было зарегистрировано для координаты X при открытых

глазах и отражало более выраженное боковое смещение центра давления у пациентов основной группы.

Таблица 8 – Показатели компьютерной стабилометрии в пробе Ромберга до тап-теста

Показатель	Основная группа	Группа сравнения	p-value
S глаза открыты мм ²	360 [204–554]	348 [242–536]	0,75
S глаза закрыты мм ²	504 [339–737]	482 [344–690]	0,94
V глаза открыты мм/с	14,2 [11,9–17,1]	14,3 [12,4–16,9]	0,88
V глаза закрыты мм/с	16,2 [13,4–19,1]	17,0 [13,9–19,2]	0,87
Ke Ромберга усл.ед	582 [401–734]	648 [434–779]	0,45
X глаза открыты мм (по абс. величине)	9,8 [6,5–13,7]	5,8 [4,2–8,2]	< 0,001
X глаза закрыты мм (по абс. величине)	10,1 [6,9–14,0]	10,4 [7,5–15,6]	0,48

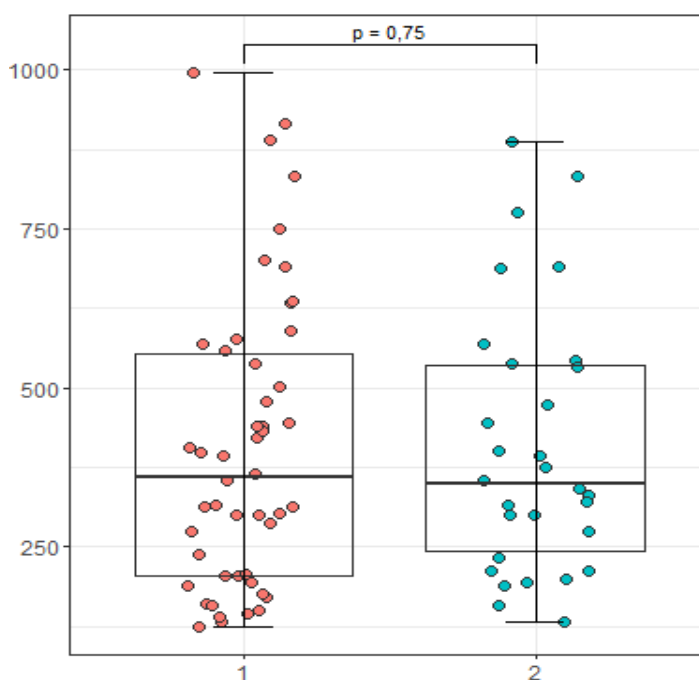


Рисунок 10 – Площадь колебаний центра давления (S, мм²) в пробе Ромберга с открытыми глазами у пациентов основной группы (1) и группы сравнения (2) на этапе ДТ

Для дополнительной характеристики результатов использовали трёхбалльную категориальную оценку: 0 — отсутствие нарушений, 1 — умеренные изменения, 2 — выраженная постуральная нестабильность.

Дополнительно фиксировали направление асимметрии: во фронтальной плоскости (0 — отсутствует, 1 — вправо, 2 — влево) и в сагиттальной плоскости (0 — отсутствует, 1 — вперёд, 2 — назад). Указанные переменные характеризовали тип смещения центра давления и особенности поструральной асимметрии, формируя структурированное описание нарушений равновесия.

Уже до тап-теста признаки нарушений равновесия выявлялись у большинства обследованных вне зависимости от принадлежности к группе (Таблица 9). В обеих выборках преобладали умеренные и выраженные отклонения, показатели, соответствующие норме, не были зарегистрированы ни у одного пациента. В первой группе выраженный уровень нарушений равновесия (2) отмечался у 68 % пациентов, во второй группе у 50 %, при отсутствии статистически значимых межгрупповых различий ($p = 0,85$).

Фронтальная асимметрия опорной нагрузки до тап-теста была выражена в обеих группах практически одинаково. Тяжёлые отклонения выявлены у 72 % пациентов основной группы и у 73 % группы сравнения, умеренные — у 28 и 27 % соответственно ($p = 0,88$). При оценке направления смещения центра давления умеренные изменения зарегистрированы у 60 % пациентов с ИНТГ и у 57 % обследованных группы сравнения, выраженные — у 40 и 43 %. Статистически значимого межгруппового различия не установлено ($p = 0,95$).

По сагиттальной оси выраженные отклонения отмечены у 68 % пациентов основной группы и у 33 % группы сравнения, однако различия не достигли статистической значимости ($p = 0,81$). Распределение категорий, характеризующих направление смещения в сагиттальной плоскости, также не имело статистически значимых межгрупповых различий ($p = 0,23$). В основной группе категории 1 и 2 встречались одинаково часто — по 50 %. В группе сравнения преобладала категория 1 (60 %), категория 2 составила 37 %, категория 0 — 3 %.

Таблица 9 – Категориальные показатели пробы Ромберга до тап-теста

Показатель	Основная группа	Группа сравнения	p-value
Оценка равновесия	0: 0 (0 %); 1: 16 (32 %); 2: 34 (68 %)	0: 0 (0 %); 1: 15 (50 %); 2: 15 (50 %)	0,85
Фронтальная асимметрия	0: 0 (0 %); 1: 14 (28 %); 2: 36 (72%)	0: 0 (0 %); 1: 8 (27 %); 2: 22 (73 %)	0,88
Направление фронтальной асимметрии	0: 0 (0 %); 1: 30 (60 %); 2: 20 (40 %)	0: 0 (0 %); 1: 17 (57 %); 2: 13 (43 %)	0,95
Сагиттальная асимметрия	0: 0 (0 %); 1: 16 (32 %); 2: 34 (68 %)	0: 0 (0 %); 1: 8 (27 %); 2: 22 (73 %)	0,81
Направление сагиттальной асимметрии	0: 0 (0 %); 1: 25 (50 %); 2: 25 (50 %)	0: 1 (3 %); 1: 18 (60 %); 2: 11 (37 %)	0,23

На этапе ДТ категория 0 практически не встречалась. В обеих группах основную часть наблюдений составляли умеренные и выраженные нарушения, а распределение большинства категориальных показателей было сходным. Статистически значимых межгрупповых различий не выявлено.

Комбинированная проба.

При усложнении условий сенсорного контроля площадь статокинезиограммы в основной группе составила 370 [211–512] мм², в группе сравнения — 414 [298–501] мм². Различие не достигало уровня статистической значимости ($p = 0,37$; Таблица 10). На рисунке 11 видно, что распределения показателя имели близкие медианные значения и широкий межквартильный диапазон.

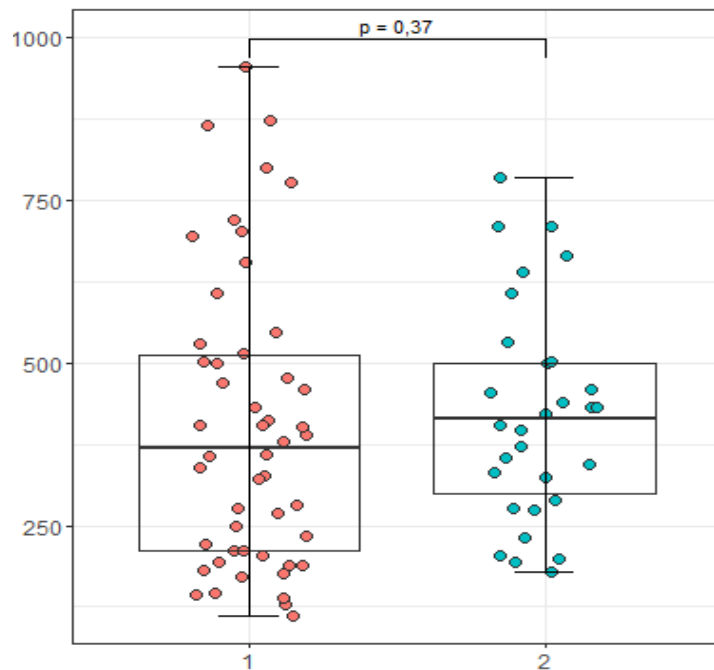
Различий по коэффициенту Ромберга также не установлено: 534 [362–610] усл. ед. в первой группе и 444 [383–543] усл. ед. во второй ($p = 0,48$). Показатель опорной асимметрии достигал соответственно 7,75 [4,62–9,97] и 6,70 [4,30–8,68] мм ($p = 0,56$).

Следовательно, до тап-теста комбинированная проба выявляла выраженную недостаточность постуральной регуляции независимо от причины локомоторных расстройств, однако ни один из исследованных параметров не формировал статистически значимого межгруппового различия.

Таблица 10 – Показатели стабилотрии в комбинированной пробе до тап-теста

Показатель	Основная группа	Группа сравнения	p-value
S мм ²	370 [211–512]	414 [298-501]	0,37
Ke усл.ед	534 [362–610]	444 [383-543]	0,48
X мм (абс. величина)	7,75 [4,62-9,97]	6,70 [4,30-8,68]	0,56

Примечание: показатели представлены в виде медианы с межквартильным размахом Me [Q1–Q3].

Рисунок 11 – Площадь статокнезиограммы (S, мм²) в комбинированной пробе у обеих групп до тап-теста (ДТ)

Категориальные показатели в комбинированной пробе не приводились, поскольку они повторяют структуру оценки, использованную в пробе Ромберга, и не дают самостоятельной диагностической информации. Для комплексной пробы наибольшую ценность имеют количественные параметры (S, Ke, X), отражающие интеграцию сенсорных систем и степень нарушения постурального контроля.

Проба стопной рецепции.

В пробе стопной рецепции регистрировали площадь статокнезиограммы S, среднюю скорость перемещения центра давления V и показатель QR, отражающий участие подошвенной афферентации в поддержании равновесия. Для графического

представления использовали QR, полный набор показателей приведён в таблице 11 и на рисунке 12.

Медиана площади статокинезиограммы составляла 425 [322–569] мм² в основной группе и 412 [310–546] мм² в группе сравнения ($p = 0,75$). Значения средней скорости перемещения центра давления равнялись соответственно 14,3 [11,7–17,3] и 14,8 [12,2–17,2] мм/с ($p = 0,65$).

По показателю QR группы различались: в основной группе его медиана составила 330 [78,7–447] усл. ед., в группе сравнения — 410 [315–464] усл. ед. ($p = 0,049$). Более низкие значения у пациентов с ИНТГ могли отражать менее эффективное использование афферентной информации от подошвенной поверхности стоп при удержании вертикальной позы. При этом различий по площади статокинезиограммы и скорости перемещения центра давления не выявлено.

Таблица 11 – Показатели стопной рецепции до тап-теста

Показатель	Основная группа	Группа сравнения	p-value
S мм ²	425 [322–569]	412 [310–546]	0,75
V мм/с	14,3 [11,7–17,3]	14,8 [12,2–17,2]	0,65
QR усл.ед.	330 [78,7–447]	410 [315–464]	0,049
Примечание: количественные данные представлены в формате Me [Q1–Q3].			

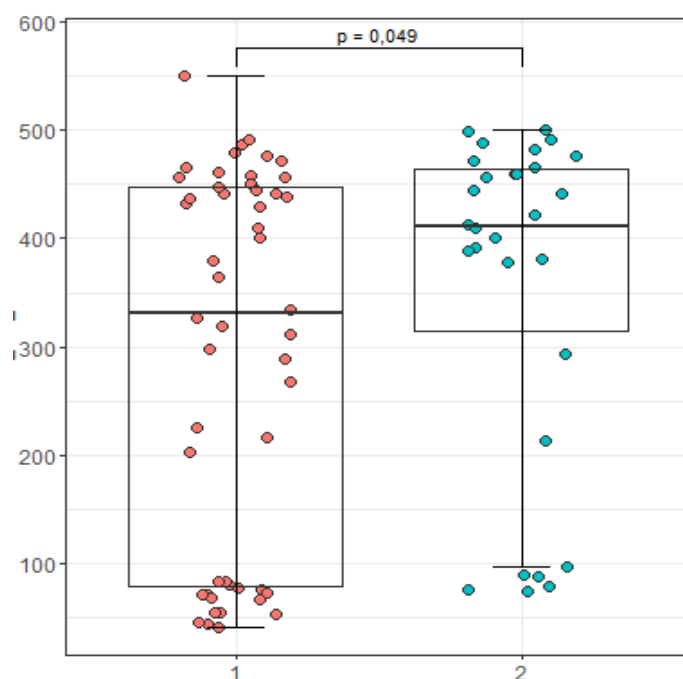


Рисунок 12 – Показатель QR у пациентов основной группы (1) и группы сравнения (2) на этапе ДТ

Категориальный анализ включал оценку качества стопной рецепции и состояния равновесия. Нормальная стопная рецепция зарегистрирована у 22 % пациентов основной группы и у 23,3 % пациентов группы сравнения. Признаки её недостаточности выявлены соответственно в 78 и 76,7 % наблюдений.

При автоматической оценке равновесия в основной группе преобладали выраженные нарушения — 72 %. Умеренные изменения отмечены у 22 % пациентов, нормальные показатели — у 6 %. В группе сравнения выраженные нарушения составили 60 %, умеренные — 40 %; значений, соответствовавших норме, не зарегистрировано. В целом уже на этапе ДТ в обеих группах преобладали нарушения сенсомоторной организации постурального контроля.

Статическая проба.

Статическую пробу рассматривали как исходную характеристику постуральной устойчивости при отсутствии дополнительной сенсорной нагрузки. Зарегистрированные показатели служили ориентиром для последующей интерпретации более сложных тестов (Таблица 12).

Площадь статокинезиограммы в первой группе составила 748 [479–942] мм², во второй группе — 766 [533–944] мм² ($p = 0,88$). У пациентов обеих групп отмечался значительный диапазон перемещений центра давления уже при выполнении базовой пробы. Распределение показателя приведено на рисунке 13.

Остальные параметры также имели близкие значения. Средняя скорость перемещения центра давления составляла 17,1 [12,6–21,1] мм/с в основной группе и 16,5 [13,2–19,8] мм/с в группе сравнения ($p = 0,82$). Медиана амплитуды постуральных колебаний равнялась соответственно 4,45 [3,00–8,05] и 4,75 [3,50–6,63] мм ($p = 0,92$), частоты колебаний — 14,0 [11,0–18,0] и 13,0 [11,0–16,0] ед. ($p = 0,62$). Статистически значимых межгрупповых различий ни по одному из этих показателей не установлено. В обеих группах сочетание большой площади и амплитуды колебаний соответствовало сниженной устойчивости вертикальной позы.

Таблица 12 – Статическая проба до тап-теста

Показатель	Основная группа	Группа сравнения	p-value
S мм ²	748 [479–942]	766 [533–944]	0,88
V мм/с	17,1 [12,6–21,1]	16,5 [13,2–19,8]	0,82
R мм	4,45 [3,00–8,05]	4,75 [3,50–6,63]	0,92
N ед	14,0 [11,0–18,0]	13,0 [11,0–16,0]	0,62
Примечание: показатели представлены в формате Me [Q1–Q3].			

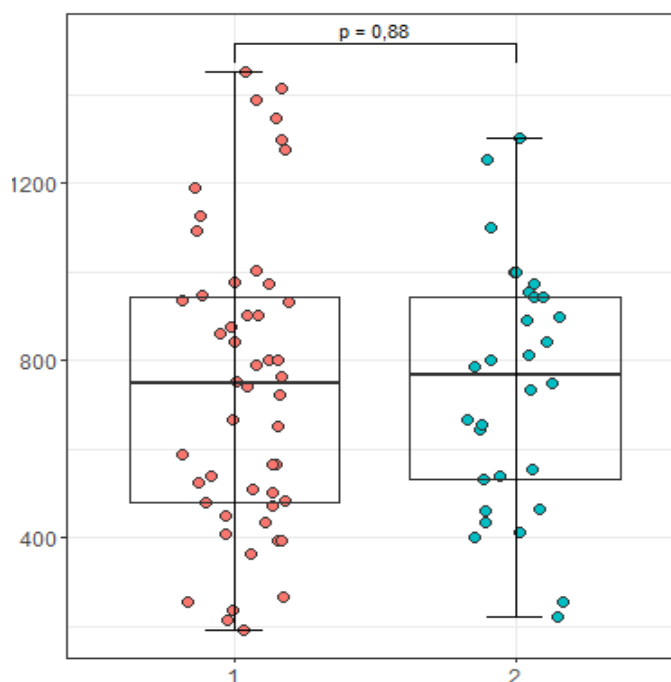


Рисунок 13 – Площадь статокинезиограммы (S, мм²) в статической пробе у пациентов основной группы (1) и группы сравнения (2) до тап-теста (ДТ)

Дополнительно оценивали когнитивный компонент постуральной регуляции. Автоматическое заключение предусматривало три категории: нормальный (0), малоэффективный (1) и неэффективный (2) когнитивный контроль.

В основной группе неэффективный уровень зарегистрирован у 62 % пациентов, малоэффективный — у 30 %, нормальный — у 8 %. Практически такое же распределение наблюдалось в группе сравнения: 63,3; 30 и 6,7 % соответственно. Различия отсутствовали ($p = 1,00$).

В итоге, до тап-теста обе группы характеризовались выраженным снижением постуральной устойчивости и недостаточным участием когнитивных механизмов в её поддержании. Статическая проба не выявила признаков, позволяющих разграничить пациентов с ИНТГ и локомоторными нарушениями другой природы на исходном этапе.

Стресс проба.

При выполнении стресс-пробы различий между группами по выраженности постуральных нарушений не установлено. Площадь статокинезиограммы составила 568 [342–749] мм² в основной группе и 585 [359–743] мм² в группе сравнения ($p = 0,76$); распределение показателя представлено на рисунке 14.

Средняя скорость перемещения центра давления достигала соответственно 15,5 [12,6–18,4] и 14,9 [13,0–18,0] мм/с ($p = 0,75$). Амплитуда постуральных колебаний равнялась 1,80 [1,20–2,38] мм у пациентов с ИНТГ и 2,15 [1,47–2,77] мм в группе сравнения ($p = 0,13$), частота — 15,0 [11,2–20,0] и 14,0 [11,2–18,8] соответственно ($p = 0,70$). Ни по одному из анализируемых количественных параметров статистически значимого межгруппового различия не выявлено.

Таблица 13 – Показатели стресс-пробы до тап-теста

Показатель	Основная группа	Группа сравнения	p-value
S мм ²	568 [342–749]	585 [359-743]	0,76
V мм/с	15,5 [12,6–18,4]	14,9 [13,0-18,0]	0,75
R мм	1,80 [1,20–2,38]	2,15 [1,47-2,77]	0,13
N ед	15,0 [11,2–20,0]	14,0 [11,2-18,8]	0,70

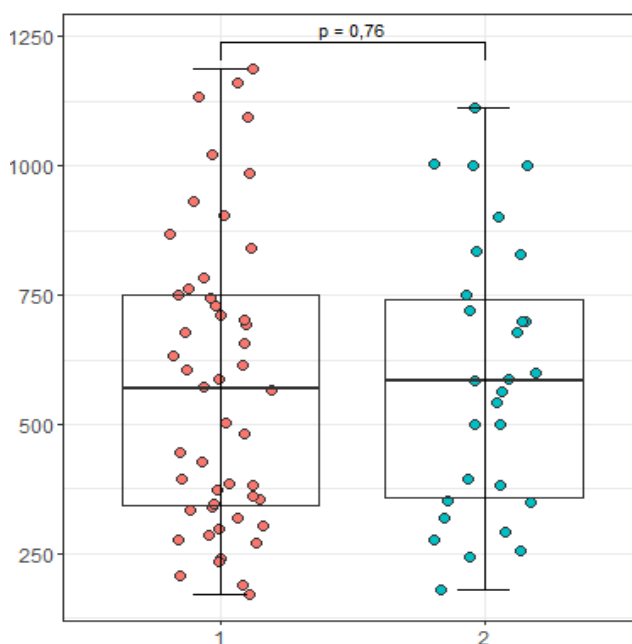


Рисунок 14 – Площадь статокинезиограммы (S, мм²) в стресс-пробе у пациентов основной группы (1) и группы сравнения (2)

При категориальной оценке выделяли малоэффективный и неэффективный варианты когнитивного контроля. В основной группе неэффективный вариант зарегистрирован у 68 % пациентов, малоэффективный — у 32 %. В группе сравнения их доля составила соответственно 63,3 и 36,7 %. Распределение категорий между группами не различалось ($p = 0,85$).

Результаты стресс-пробы показали, что до тап-теста у пациентов обеих групп преобладала недостаточность постуральной регуляции в усложнённых условиях. Вместе с тем характер выявленных изменений не позволял разграничить ИНТГ и локомоторные нарушения другой природы.

Исследование походки на системе C-Mill.

До проведения тап-теста с помощью системы C-Mill количественно оценивали пространственно-временные характеристики походки. Анализировали длину и ширину шага, скорость и частоту ходьбы, продолжительность шагового цикла, время двойной опоры и точность попадания стоп по меткам беговой дорожки. Для графического представления использовали ширину шага как показатель величины опорной базы при передвижении (Рисунок 15).

Медиана длины шага в обеих группах составила 50,5 см. Межквартильный диапазон равнялся 47,0–55,0 см в основной группе и 47,2–55,0 см в группе сравнения ($p = 0,75$). Скорость ходьбы также была одинаковой — 0,70 [0,60–0,80] м/с в каждой группе ($p = 0,77$). Ширина шага достигала 10,5 [9,0–12,0] см независимо от принадлежности пациента к группе ($p = 0,70$).

Частота шагов составляла 84,5 [76,2–91,7] шага/мин у пациентов с ИНТГ и 86,5 [79,2–90,0] шага/мин в контроле ($p = 0,54$). Продолжительность шагового цикла равнялась 1,55 [1,40–1,60] и 1,50 [1,40–1,70] с соответственно ($p = 0,91$). Увеличенное время двойной опоры регистрировалось в обеих группах: 37,0 [33,2–40,0] % в основной и 38,0 [34,0–40,0] % в группе сравнения ($p = 0,59$).

На этапе ДТ параметры C-Mill отражали сходную выраженность нарушений пространственно-временной организации ходьбы. Ни по одному из приведённых

показателей статистически значимых межгрупповых различий не установлено (Таблица 14).

Таблица 14 – Показатели системы С-Mill до тап-теста

Показатель	Основная группа	Группа сравнения	p-value
Длина шага, см	50,5 [47,0–55,0]	50,5 [47,2–55,0]	0,75
Скорость шага, м/с	0,70 [0,60–0,80]	0,70 [0,60–0,80]	0,77
Ширина шага, см	10,5 [9,00–12,0]	10,5 [9,0–12,0]	0,70
Частота шага/мин	84,5 [76,2–91,7]	86,5 [79,2–90,0]	0,54
Цикла шага с	1,55 [1,40–1,60]	1,50 [1,40–1,70]	0,91
Время двойной опоры %	37,0 [33,2–40,0]	38,0 [34,0–40,0]	0,59
Процент попадания по меткам беговой дорожки	65,0 [58,0–72,7]	66,0 [56,2–71,5]	0,93

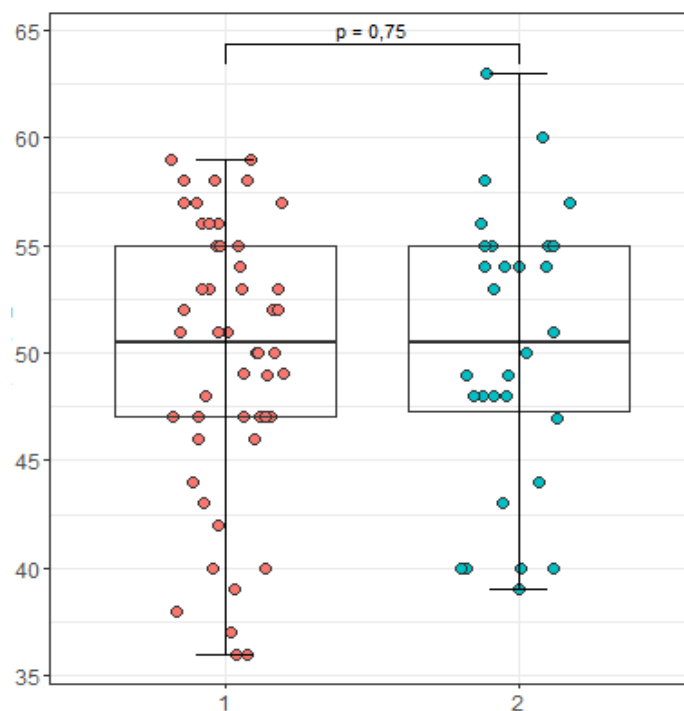


Рисунок 15 – Длина шага (см) у пациентов обеих групп на этапе до проведения тап-теста (ДТ). Данные представлены в виде boxplot с отображением медианы и межквартильного размаха

3.2 Результаты исследования пациентов после тап-теста

Клинико-неврологическое обследования.

Повторная клинико-неврологическая оценка проводилась в течение 24 часов после тап-теста, что сделало возможным зафиксировать ранние клинические изменения. Динамика показателей относительно исходного уровня анализируется отдельно (раздел 3.1), поскольку данный раздел посвящён описанию состояния пациентов после тап-теста.

Тап-тест выполнялся у пациентов обеих групп, однако выраженность клинического эффекта существенно различалась. После тап-теста распределение оценок iNPHGS в группах стало различаться. Медиана показателя походки составила 1 [1–1] балл в основной группе и 2 [2–3] балла в группе сравнения ($p < 0,001$). По когнитивному разделу шкалы значения равнялись соответственно 1 [1–1] и 2 [1–2] баллам ($p < 0,001$). Для нарушений мочеиспускания зарегистрированы медианы 1 [0–1] и 0 [0–1] балла; межгрупповое различие также было статистически значимым ($p = 0,023$).

Суммарная оценка iNPHGS после ликворной разгрузки составила 3 [2–4] балла в основной группе и 5 [4–5] баллов в группе сравнения ($p < 0,001$). Различия наиболее отчётливо проявлялись по оценке походки, когнитивному разделу и суммарному показателю шкалы. В группе сравнения сопоставимой клинической динамики не отмечено.

Таблица 15 – Клинико-неврологические характеристики пациентов после выполнения тап-теста

Показатель	Основная группа	Группа сравнения	p-value
Нарушения походки	1 [1–1]	2 [2–3]	$< 0,001$
Когнитивные функции	1 [1–1]	2 [1–2]	$< 0,001$
Нарушения мочеиспускания	1 [0–1]	0 [0–1]	0,023
Суммарный балл iNPHGS	3 [2–4]	5 [4–5]	$< 0,001$

Результаты исследования локомоторных функций.

Функциональные тесты.

Оценка базовых двигательных навыков после тап-теста выявила укорочение времени выполнения обеих функциональных проб у пациентов основной группы (Таблица 16). При выполнении теста со стулом медиана в основной группе составила 13,5 [12,0–14,0] с, в группе сравнения данный показатель оставался более высоким 14,0 [13,0–15,0] с. Выявленные различия носили статистически значимый характер ($p = 0,019$).

Аналогичная картина изменений была отмечена при оценке скорости передвижения на дистанции 10 метров. В основной группе медианное значение составило 12,0 [11,0–13,0] с, в то время как в группе сравнения 13,0 [12,0–14,0] с; различия между группами достигали уровня статистической значимости ($p = 0,01$).

Таблица 16 – Показатели функциональных тестов после тап-теста

Показатель	Основная группа	Группа сравнения	p-value
Время подъёма со стула, с	13,5 [12,0–14,0]	14,0 [13,0-15,0]	0,019
Время прохождения 10 м, с	12,0 [11,0–13,0]	13,0 [12,0-14,0]	0,01

Результаты функциональных тестов после тап-теста продемонстрировали тенденцию к улучшению отдельных показателей локомоторной функции у пациентов основной группы. Вместе с тем выраженность изменений характеризовалась вариабельностью и не во всех случаях позволяла однозначно интерпретировать полученные данные как клинически значимое улучшение. Данная особенность отражает ограниченную чувствительность функциональных тестов к выявлению умеренно выраженных нарушений двигательной функции.

Динамика результатов функциональных тестов после тап-теста в основной группе.

Динамику функциональных тестов оценивали в абсолютном и относительном выражении. Показатель Δ рассчитывали, как разность между

результатом после тап-теста и исходным значением, $\Delta\%$ — как долю этого изменения от исходного уровня. Положительный знак соответствовал увеличению показателя, отрицательный — его уменьшению.

После ликворной разгрузки продолжительность выполнения обоих заданий сократилась. Для теста со стулом медиана Δ составила $-2 [-2; -1]$ с, а $\Delta\%$ — $-11\% [-14; -7]$. При ходьбе на дистанцию 10 метров значения равнялись соответственно $-2 [-3; -1]$ с и $-12\% [-17; -7]$ (Таблица 17).

Таблица 17 – Изменение результатов функциональных тестов после тап-теста относительно исходного уровня в основной группе

Показатель	До тап-теста	После тап-теста	p-value	Δ	$\Delta\%$
Время подъёма со стула, с	15,0 [14,0–16,0]	13,5 [12,0–14,0]	< 0,001	$-2 [-2; -1]$	$-11\% [-14; -7]$
Время прохождения 10 м, с	14,0 [12,0–15,0]	12,0 [11,0–13,0]	< 0,001	$-2 [-3; -1]$	$-12\% [-17; -7]$
Примечание: Δ — абсолютное изменение после тап-теста относительно исходного уровня; $\Delta\%$ — относительное изменение в процентах.					

Отрицательные значения Δ и $\Delta\%$ указывают на улучшение, поскольку меньшая продолжительность выполнения теста является более благоприятным результатом.

3.2.1 Роль инструментальных методов в объективизации динамики локомоторной функции при сомнительных результатах функциональных тестов после тап-теста

Среди 80 обследованных пациентов в 6 наблюдениях результаты функциональных тестов после тап-теста (тест со стулом и ходьбу на 10 метров), оставались неоднозначными и не позволяли с достаточной уверенностью определить дальнейшую лечебную тактику. В таких ситуациях дополнительное значение приобретали данные объективной инструментальной оценки

локомоторной функции, полученные при помощи компьютерной стабилотрии ST-150 и системы C-Mill (Таблица 18-19).

Таблица 18 – Распределение сомнительных случаев после тап-теста по результатам инструментального обследования

Показатель	Значение
Всего сомнительных случаев после тап-теста по функциональным тестам	6/80 (7,5 %)
Подтверждено по данным ST-150 и C-Mill, оперированы, основная группа	4/6 (66,7 %)
Не подтверждено по данным ST-150 и C-Mill, не оперированы, группа сравнения	2/6 (33,3 %)
Примечание: анализ носит описательный характер, статистические критерии значимости не применялись в связи с малой численностью подгруппы.	

Таблица 19 – Динамика ключевых инструментальных показателей у пациентов с сомнительными результатами функциональных тестов после тап-теста

Показатель	Основная группа n = 50	4 пациента с подтверждённой положительной динамикой	Группа сравнения n = 30	2 пациента без подтверждения положительной динамики
Коэффициент Ромберга ДТ	582(401-734)	616 (522–786)	648(434-779)	1018 (836–1201)
Коэффициент Ромберга ПТ	203(124-279)	246 (188–290)	447(391-632)	728 (592–863)
Период двойной опоры ДТ	37,0(33,2-40,0)	35,0 (34,0–36,2)	38,0(34,0-40,0)	47,5 (43,8–51,2)
Период двойной опоры ПТ	21,0(20,0-22,0)	22,0 (21,0–22,5)	44,0(39,0-48,8)	49,0 (44,5–53,5)
Примечание: ДТ - до тап-теста; ПТ - после тап-теста. Данные представлены в виде Ме (Q1–Q3). Анализ носит описательный характер. Аналогичная картина наблюдалась и в других параметрах КС и C-Mill.				

По результатам инструментального обследования у 4 из 6 пациентов были зарегистрированы изменения, расценённые как положительная динамика локомоторной функции. В дальнейшем этим пациентам было выполнено ВПШ, вследствие чего они были отнесены к основной группе. У 2 пациентов сопоставимых объективных признаков улучшения выявлено не было, оперативное лечение в этих случаях не проводилось и указанные наблюдения были включены в группу сравнения. Для большей наглядности показатели в данной подгруппе сопоставлялись с соответствующими значениями в обеих группах в целом.

У четырёх пациентов, у которых инструментальное обследование подтвердило положительный ответ на ликворную разгрузку, коэффициент Ромберга уменьшился с 616 (522–786) до 246 (188–290). В двух наблюдениях без объективно значимого улучшения показатель также снижался, однако сохранялся на существенно более высоком уровне — 728 (592–863) против исходных 1018 (836–1201).

Различия прослеживались и по данным C-Mill. Данные C-Mill также различались в зависимости от принятой лечебной тактики. У пациентов, которым впоследствии выполнили хирургическое вмешательство, время двойной опоры уменьшилось с 35,0 [34,0–36,2] % до 22,0 [21,0–22,5] %. В наблюдениях без последующей операции показатель, напротив, изменился с 47,5 [43,8–51,2] % до 49,0 [44,5–53,5] %, что не указывало на улучшение после ликворной разгрузки.

При неоднозначных результатах теста со стулом и ходьбы на дистанцию 10 метров данные ST-150 и C-Mill использовали для дополнительной оценки ответа локомоторной функции на тап-тест. Полученные показатели учитывали при определении дальнейшей лечебной тактики. Из-за небольшого числа таких наблюдений результаты приведены описательно, без проверки статистической значимости.

Клинический случай.

Пациент И., 64 года, ИБ №7382/2023., был направлен на обследование по поводу нарушений походки и равновесия, соответствовавших клиническим проявлениям ИНТГ. При осмотре отмечались замедление ходьбы, затруднённое начало движения, неустойчивость во время поворотов и трудности при самостоятельном передвижении. Клинические данные и результаты нейровизуализации послужили основанием для углублённой оценки локомоторной функции. Обследование проводили до тап-теста, после ликворной разгрузки и на 10-е сутки после хирургического лечения.

После тап-теста данные клинической оценки и функциональных тестов не позволяли однозначно трактовать полученный результат. Изменения по шкале iNPHGS, а также по результатам теста со стулом и ходьбы на 10 метров были

выражены недостаточно убедительно, чтобы с уверенностью расценивать их как клинически значимый положительный ответ. В подобных условиях решение о целесообразности хирургического лечения только на основании клинической оценки и функциональных проб было бы затруднительным.

Существенную дополнительную информацию дали результаты компьютерной стабилотрии ST-150 и исследования походки на системе C-Mill. После тап-теста по данным инструментальных методов выявлены признаки положительной динамики локомоторной функции: уменьшилась выраженность постуральной нестабильности, статокинезиограмма приобрела более компактный и упорядоченный характер, улучшились пространственно-временные параметры ходьбы (Рисунок 16). Полученные изменения позволили объективно подтвердить ответ на временную ликвородинамическую разгрузку и тем самым установить наличие ликвор-зависимого компонента двигательных нарушений.

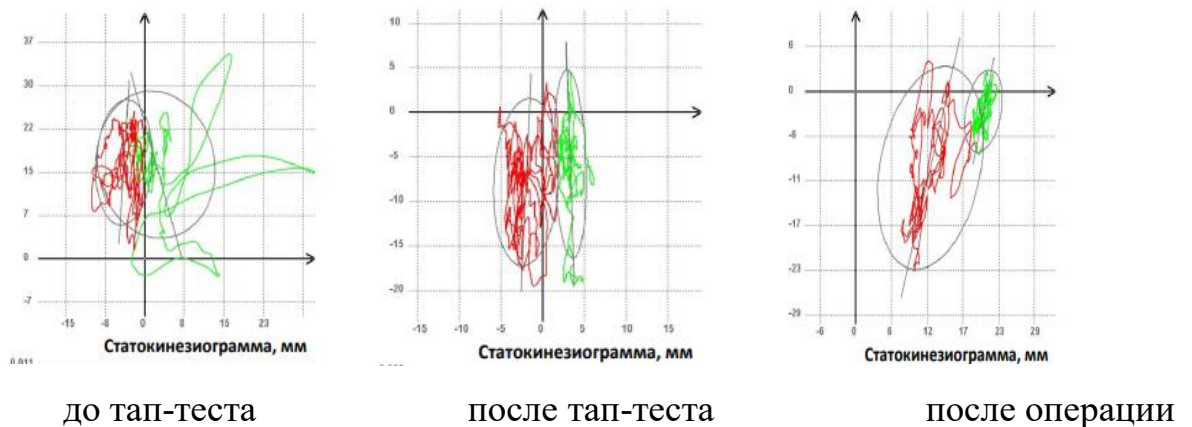


Рисунок 16 – Динамика статокинезиограммы у пациента И. с клинически сомнительным результатом тап-теста по данным клинко-функционального обследования

На основании совокупной клинко-инструментальной оценки пациенту были определены показания к хирургическому лечению. Выполнено вентрикулоперитонеальное шунтирование. В послеоперационном периоде отмечено дальнейшее улучшение состояния: уменьшилась выраженность нарушений ходьбы и равновесия, а инструментальное обследование подтвердило

сохранение положительной динамики показателей постурального контроля и локомоции.

Представленное клиническое наблюдение показывает, что компьютерная стабилометрия и C-Mill не заменяют клинические шкалы и функциональные тесты, а расширяют их диагностические возможности, особенно в сложных для интерпретации случаях. При сомнительном (неоднозначном) результате тап-теста именно инструментальные методы позволили объективизировать изменения локомоторной функции, обосновать показания к вентрикулоперитонеальному шунтированию и избежать необоснованного отказа от хирургического лечения.

Компьютерная стабилометрия.

Проба Ромберга.

После выполнения ликвородинамической пробы в первой группе отмечалось выраженное снижение площади статокинезиограммы по сравнению со второй группой. При открытых глазах площадь статокинезиограммы (S) в основной группе снижалась до 193 [112–232] мм², во второй группе данный показатель сохранялся на существенно более высоком уровне 345 [242–508] мм² (Таблица 21). Межгрупповые различия были статистически значимыми ($p < 0,001$). Для наглядной иллюстрации изменений постурального контроля представлен показатель площади статокинезиограммы в пробе Ромберга (Рисунок 17).

В условиях закрытых глаз медиана площади колебаний центра давления в основной группе составляла 257 [227–300] мм², в группе сравнения 400 [330–604] мм², различия также достигали статистической значимости ($p < 0,001$).

Скорость смещения центра давления (V) после тап-теста демонстрировала выраженные межгрупповые различия. При открытых глазах в основной группе медиана показателя 9,95 [9,33–11,1] мм/с, в группе сравнения 13,2 [12,0–15,3] мм/с ($p < 0,001$). При закрытых глазах скорость постуральных колебаний возрастала в обеих группах, однако у пациентов первой группы значения оставались ниже и составляли 11,2 [10,1–13,1] мм/с по сравнению с 15,1 [13,1–19,0] мм/с во второй группе ($p < 0,001$).

Коэффициент Ромберга в основной группе снизился до 203 [124–279] усл. ед., тогда как в группе сравнения сохранялся на уровне 447 [391–632] усл. ед. Межгрупповое различие было статистически значимым ($p < 0,001$).

Изменения опорной асимметрии зависели от условий выполнения пробы. При открытых глазах медиана показателя X составила 4,2 [3,2–6,6] мм в первой группе и 5,70 [4,03–8,75] мм во второй; различие не достигло принятого уровня статистической значимости ($p = 0,056$). После выключения зрительного контроля расхождение между группами стало более выраженным: 5,0 [3,8–7,1] против 9,5 [7,0–13,8] мм соответственно ($p < 0,001$).

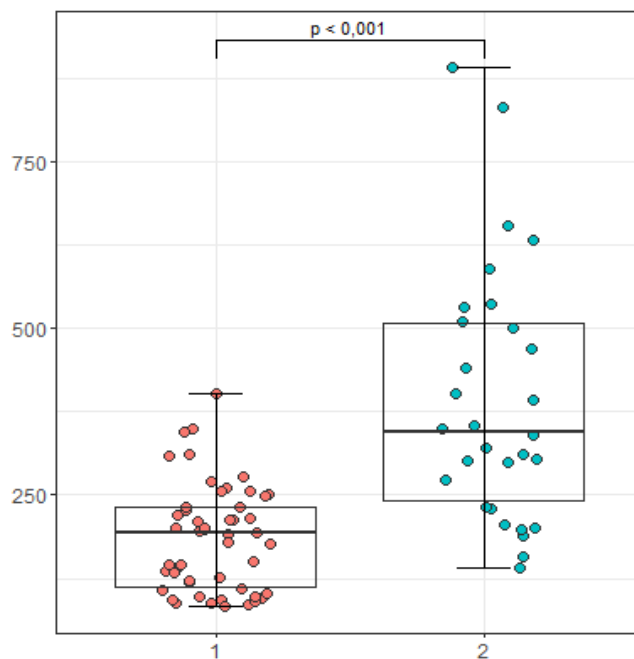


Рисунок 17 – Площадь статокинезиограммы в пробе Ромберга с открытыми глазами (S , мм²) у пациентов основной группы (1) и группы сравнения (2) после выполнения тап-теста (ПТ)

В целом стабилметрические показатели после тап-теста отражали более благоприятное состояние постурального контроля у пациентов основной группы, прежде всего по площади и скорости колебаний центра давления, коэффициенту Ромберга и асимметрии при закрытых глазах.

Категориальная оценка также выявила различную структуру постуральных нарушений (Таблица 20). Распределение категориальных показателей во всех случаях различалось между группами ($p < 0,001$). После тап-теста в основной

группе нормальная оценка равновесия была зарегистрирована у 46 % пациентов, умеренные нарушения — у 42 %, выраженные — у 12 %. В группе сравнения нормальные значения отсутствовали, а умеренные и выраженные отклонения встречались с одинаковой частотой.

По фронтальной асимметрии в основной группе чаще отмечались умеренные изменения; выраженные нарушения выявлялись значительно реже. В группе сравнения, напротив, преобладали выраженные отклонения, а нормальные варианты не регистрировались. У большинства пациентов основной группы после ликворной разгрузки устойчивого направления смещения центра давления не определялось. В группе сравнения направленная асимметрия сохранялась и преимущественно соответствовала умеренной степени.

При оценке сагиттальной асимметрии у 50 % пациентов основной группы отклонений не выявлено, а выраженные нарушения отмечались только в отдельных наблюдениях. В группе сравнения, напротив, преобладали выраженные изменения при небольшой доле нормальных значений. Межгрупповые различия по этому показателю также были статистически значимыми. Сходные различия отмечались и при анализе направления сагиттальной асимметрии.

Категориальный анализ пробы Ромберга отражал качественные изменения постуральной регуляции у пациентов основной группы, уменьшалась доля тяжёлых нарушений. В группе сравнения структура категориальных показателей существенных сдвигов не демонстрировала, что подчёркивает диагностическую ценность тап-теста при выявлении ликвор-зависимого компонента постуральной дисфункции.

Таблица 20 – Категориальные показатели пробы Ромберга после тап-теста

Показатель (n, %)	Основная группа	Группа сравнения	p-value
Оценка равновесия	0: 23 (46 %), 1: 21 (42 %), 2: 6 (12 %)	0: 0 (0 %); 1: 15 (50 %); 2: 15 (50 %)	< 0,001
Фронтальная асимметрия	0: 17 (34 %); 1: 29 (58 %); 2: 4 (8 %)	0: 0 (0 %); 1: 11 (37 %); 2: 19 (63 %)	< 0,001
Направление фронтальной асимметрии	0: 30 (60 %); 1: 12 (24 %); 2: 8 (16 %)	0: 1 (3 %); 1: 19 (63 %); 2: 10 (34 %)	< 0,001
Сагиттальная асимметрия	0: 25 (50%); 1: 19 (38 %); 2: 6 (12 %)	0: 2 (7 %); 1: 11 (37 %); 2: 17 (56 %)	< 0,001
Направление сагиттальной асимметрии	0: 27 (54 %); 1: 11 (22 %); 2: 12 (24 %)	0: 1 (3 %); 1: 19 (64 %); 2: 10 (33 %)	< 0,001
Примечание: данные представлены в виде абсолютных значений, также долей от общего числа пациентов (n, %).			

Комбинированная проба.

В комбинированной стабилметрической пробе у пациентов основной группы отмечалась отчётливая редукция выраженности постуральной нестабильности в условиях одновременного сенсорного воздействия (Таблица 21). Площадь статокинезиограммы существенно уменьшалась и достигала 132 [93,5–199] мм², в группе сравнения данный показатель оставался значительно более высоким 306 [205–448] мм², при наличии статистически значимых межгрупповых различий ($p < 0,001$). Распределение значений площади статокинезиограммы в комбинированной пробе после тап-теста представлено в виде boxplot-диаграммы, наглядно иллюстрирующей межгрупповые различия показателя (Рисунок 18).

Похожая направленность изменений отмечалось при оценке коэффициента Ромберга. В основной группе медианное значение показателя снижалось до 211–[129–279] усл. ед., в то время как в группе сравнения сохранялось на уровне 392 [343–523] ($p < 0,001$).

Показатель опорной асимметрии после тап-теста также показал более благоприятные значения у пациентов основной группы 3,15 [1,92–5,07] мм против 5,90 [4,12–8,85] мм в группе сравнения ($p < 0,001$), отражая более равномерное распределение нагрузки в условиях сенсорного усложнения.

В совокупности полученные результаты свидетельствуют о выраженной положительной динамике параметров постурального контроля в основной группе после выполнения тап-теста при сохранении значимых нарушений устойчивости у пациентов группы сравнения.

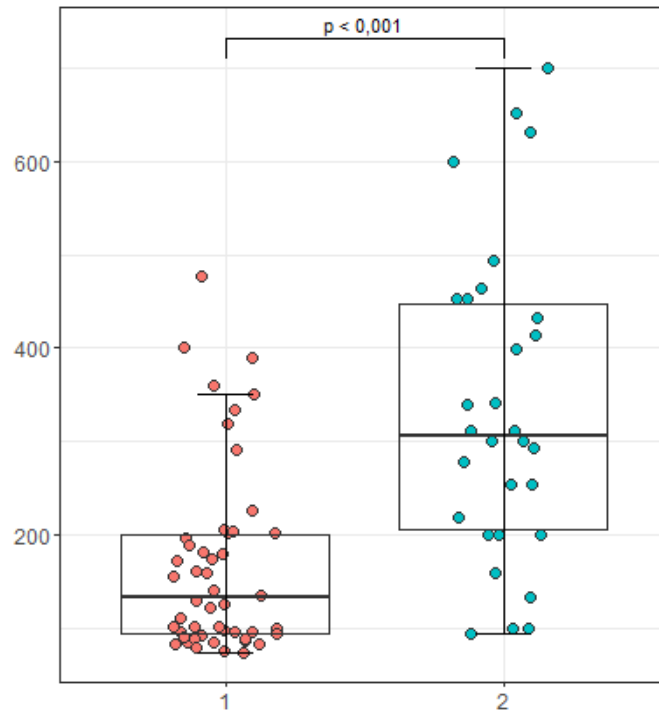


Рисунок 18 – Распределение значений площади статокинезиограммы в комбинированной пробе (S , мм²) у пациентов обеих групп после тап-теста (ПТ), отражающее снижение выраженности постуральной нестабильности в основной группе

Проба стопной рецепции.

После выполнения ликвородинамической пробы у пациентов основной группы регистрировались выраженные изменения параметров постуральной устойчивости в условиях акцентированной стопной афферентации. После тап-теста площадь статокинезиограммы в основной группе составила 283 [226–334] мм², в группе сравнения — 410 [299–522] мм² ($p = 0,004$). Средняя скорость перемещения центра давления также была ниже у пациентов основной группы: 11,3 [10,12–13,05] мм/с против 13,9 [11,3–15,9] мм/с ($p = 0,008$) (Таблица 21).

Значения индекса стопной рецепции QR равнялись соответственно 260 [109–417] и 394 [236–452] усл. ед. ($p = 0,019$). Распределение показателя представлено на рисунке 19.

По автоматической оценке, функции равновесия нормальный результат после тап-теста зарегистрирован у 54 % пациентов основной группы, выраженные нарушения сохранялись у 14 %. В группе сравнения нормальные оценки отсутствовали, а тяжёлые расстройства отмечались в 36,7 % наблюдений. Нормальное качество стопной рецепции определялось у 72 % пациентов основной группы и у 30 % пациентов группы сравнения.

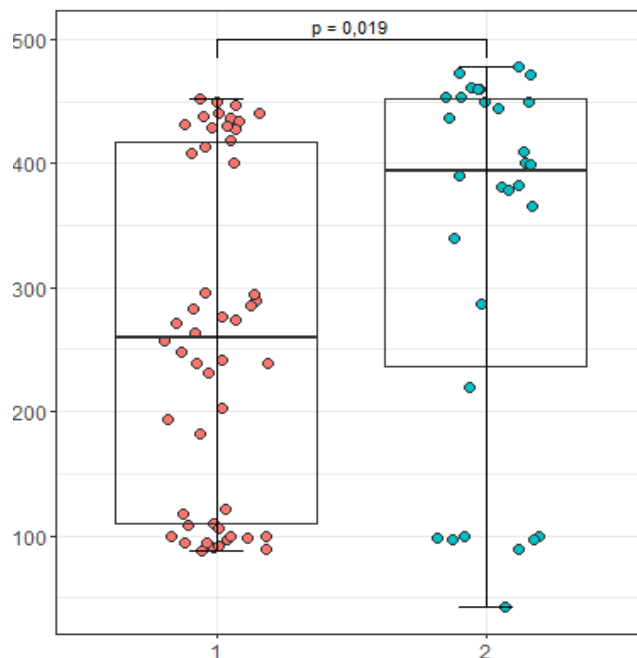


Рисунок 19 – Индекс стопной рецепции в стабилметрической пробе (QR, усл. ед.) у пациентов основной группы (1) и группы сравнения (2) после выполнения тап-теста (ПТ)

Статическая проба.

В статической пробе после тап-теста межгрупповые различия прослеживались по всем зарегистрированным показателям (Таблица 21). Площадь статокинезиограммы составила 359 [220–440] мм² в основной группе и 716 [531–882] мм² в группе сравнения ($p < 0,001$). Распределение значений представлено на рисунке 20.

Средняя скорость перемещения центра давления равнялась соответственно 10,2 [9,53–14,1] и 15,1 [12,3–19,0] мм/с ($p < 0,001$). Медиана амплитуды постуральных колебаний составила 0,77 [0,71–3,75] мм в основной группе и 3,60 [2,55–5,60] мм в группе сравнения ($p < 0,001$). Частота колебаний, напротив, была выше в основной группе: 18,0 [16,0–19,7] против 12,0 [10,0–14,8] ед. ($p < 0,001$).

Категориальная оценка когнитивного контроля подтверждала выявленные различия. В основной группе нормальный уровень регуляции позы отмечался у 52 % пациентов, а выраженные нарушения сохранялись лишь у 12 %. В группе сравнения, напротив, выраженная недостаточность когнитивного контроля регистрировалась у 43,3 % обследованных, при этом нормальные значения встречались только в 6,7 % случаев.

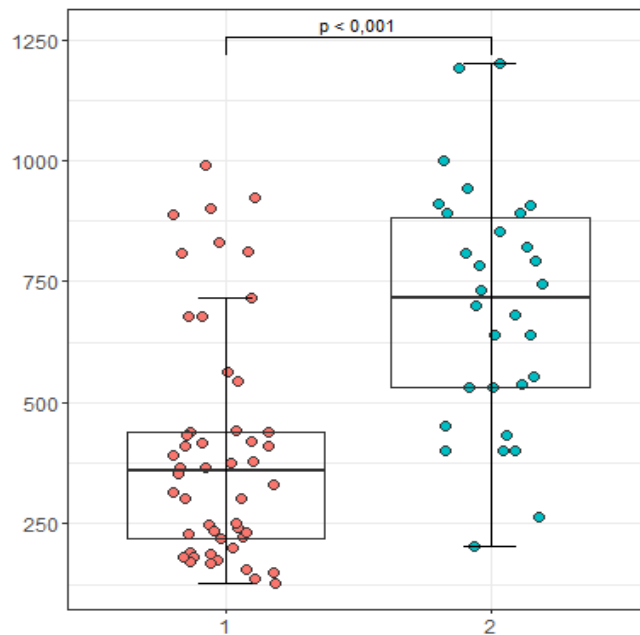


Рисунок 20 – Площадь статокинезиограммы в статической пробе (S, мм²) после выполнения тап-теста у пациентов основной группы (1) и группы сравнения (2)

Следовательно, после тап-теста у пациентов основной группы наблюдалось отчётливое восстановление базовых механизмов постуральной регуляции. У пациентов группы сравнения признаки постуральной нестабильности и недостаточной организации равновесия в значительной степени сохранялись.

Стресс проба.

После выполнения тап-теста у пациентов основной группы выявлялась выраженная положительная динамика постуральной устойчивости. Площадь статокинезиограммы (S) уменьшалась до 300 [262–383] мм², в группе сравнения данный показатель сохранялся на существенно более высоком уровне 512 [338–663] мм²; межгрупповые различия достигали высокой статистической значимости ($p < 0,001$). Полученные различия наглядно иллюстрированы на рисунке 21.

Скорость смещения центра давления также различалась между группами. В основной группе медианное значение показателя составляло 12,0 [10,3–14,2] мм/с, что было достоверно ниже соответствующих значений группы сравнения 13,4 [11,7–17,4] мм/с ($p = 0,026$).

Амплитуда колебаний (R) в основной группе снижалась до 0,85 [0,70–1,48] мм, тогда как в группе сравнения сохранялись значительно более высокие значения 2,00 [1,22–2,48] мм ($p < 0,001$), что указывает на редукцию грубых постуральных отклонений (Таблица 21). Частотный компонент (N), напротив, был выражен в большей степени у пациентов первой группы и достигал 24,0 [20,0–25,7] ед. по сравнению с 13,5 [10,0–17,0] ед. во второй группе ($p < 0,001$).

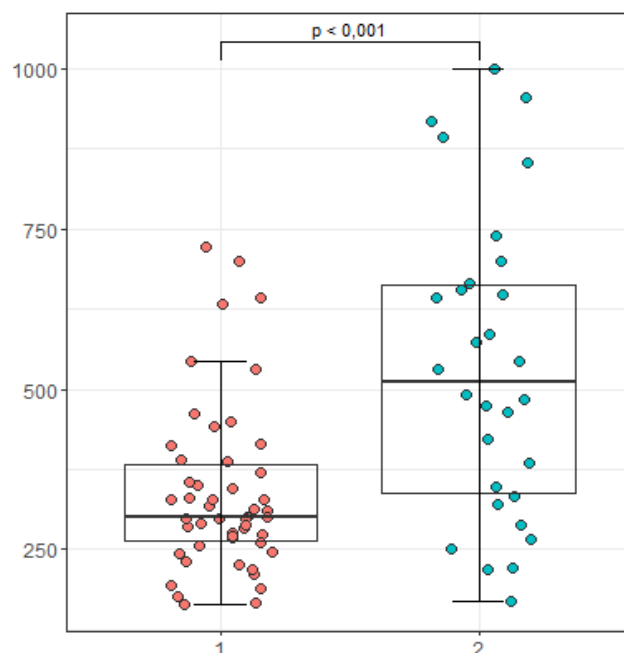


Рисунок 21 – Площадь статокинезиограммы в статической пробе (S, мм²) у пациентов основной группы (1) и группы сравнения (2) после выполнения тап-теста (ПТ)

Результаты категориальной оценки когнитивного контроля позы подтверждали направленность количественных изменений. В основной группе эффективный уровень когнитивного контроля в регуляции равновесия регистрировался у 56 % пациентов, малоэффективный у 30 %, выраженная недостаточность сохранялась лишь у 14 % обследованных. В группе сравнения, напротив, эффективный контроль не выявлялся, а у 43,3 % пациентов продолжали доминировать выраженные нарушения когнитивной регуляции позы. Полученные результаты указывали на клинически значимое улучшение постурального контроля у пациентов основной группы, в группе сравнения сохранялись признаки выраженной нестабильности.

Таблица 21 – Показатели компьютерной стабилometрии после тап-теста

Показатель	Основная группа	Группа сравнения	p-value
1	2	3	4
Проб Ромберга			
S глаза открыты мм ²	193 [112–232]	345 [242-508]	< 0,001
S глаза закрыты мм ²	257 [227–300]	400 [330-604]	< 0,001
V глаза открыты мм/с	9,95 [9,33–11,1]	13,2 [12,0-15,3]	< 0,001
V глаза закрыты мм/с	11,2 [10,1–13,1]	15,1 [13,1-19,0]	< 0,001
Ke Ромберга усл.ед.	203 [124–279]	447 [391-632]	< 0,001
X глаза открыты мм	4,2 [3,2-6,6]	5,70 [4,03-8,75]	0,056
X глаза закрыты мм	5,0 [3,8-7,1]	9,5 [7,0-13,8]	< 0,001
Комбинированная проба			
S мм ²	132 [93,5–199]	306 [205-448]	< 0,001
Ke усл.ед.	211 [129–279]	392 [343-523]	< 0,001
X мм	3,15 [1,92-5,07]	5,90 [4,12-8,85]	< 0,001
Проба стопной рецепции			
S мм ²	283 [226–334]	410 [299-522]	0,004
V мм/с	11,3 [10,12–13,05]	13,9 [11,3-15,9]	0,008
QR усл.ед	260 [109–417]	394 [236-452]	0,019
Статистическая проба			
S мм ²	359 [220–440]	716 [531-882]	< 0,001
V мм/с	10,2 [9,53–14,1]	15,1 [12,3-19,0]	< 0,001
R мм	0,77 [0,71–3,75]	3,60 [2,55-5,60]	< 0,001
N ед	18,0 [16,0–19,7]	12,0 [10,0-14,8]	< 0,001

Продолжение таблицы 21

1	2	3	4
Стресс проба			
S мм ²	300[262–383]	512 [338-663]	< 0,001
V мм/с	12,0 [10,3–14,2]	13,4 [11,7-17,4]	0,026
R мм	0,85 [0,70–1,48]	2,00 [1,22-2,48]	< 0,001
N ед	24,0 [20,0–25,7]	13,5 [10,0-17,0]	< 0,001

Динамика стабилметрических показателей до и после выполнения тап-теста (Δ и $\Delta\%$) внутри основной группы.

Полученные результаты указывали на клинически значимое улучшение постурального контроля у пациентов основной группы после тап-теста, в группе сравнения сохранялись признаки выраженной нестабильности. Для количественной оценки динамики стабилметрических характеристик анализировали показатели, наиболее полно отражающие общую выраженность постуральной дисфункции, прежде всего площадь колебаний центра давления в различных сенсорных условиях и индекс стопной рецепции. Сопоставление абсолютных и относительных изменений показало уменьшение площади колебаний центра давления во всех анализируемых сенсорных условиях (таблица 22). Выраженность сдвига зависела от характера пробы. Наибольшее снижение зарегистрировано в статической пробе: Δ составила -331 мм², $\Delta\%$ — -51% . В комбинированной пробе соответствующие значения достигали $-221,5$ мм² и -59% . Такая динамика отражала сокращение пространственного размаха постуральных колебаний после тап-теста.

Динамика QR была менее однородной, чем изменение площади статокинезиограммы. Медиана абсолютного сдвига составила -20 усл. ед., относительного — -5% , при этом индивидуальные значения варьировали в широких пределах. По этой причине показатель стопной рецепции рассматривали отдельно.

В пробах, где оценивали площадь статокинезиограммы, её уменьшение относительно исходного уровня составляло от 40 до 59 %. Различия между этапами

ДТ и ПТ во всех случаях были статистически значимыми ($p < 0,001$). Снижение показателя при разных вариантах сенсорной нагрузки отражало уменьшение постуральной нестабильности после ликворной разгрузки.

Таблица 22 – Динамика стабилметрических показателей до и после тап-теста в основной группе

Показатель	До тап теста	После тап-теста	p-value	Δ	$\Delta \%$
S, проба Ромберга, глаза открыты	360 [204-554]	193 [112-232]	<0,001	-190мм ² , [-290; -85]	-51% [-57; -40]
S, комбинированная проба	370 [211-512]	132 [93,5-199]	<0,001	-222 мм ² [-317; -121]	-59% [-66; -50]
QR, стопная рецепция	330 [78,7-447]	260 [109-417]	<0,001	-20 усл. ед. [-51; 25]	-5% [-14; 32]
S, статическая проба	748 [479-942]	359 [220-440]	<0,001	-331 мм ² [-462; -254]	-51% [-55; -40]
S, стресс-проба	568 [342-749]	300[262-383]	<0,001	-246 мм ² [-377; -90]	-40% [-49; -25]
Примечание: для каждого показателя приведены значения до и после тап-теста, а также его абсолютная (Δ) и относительная ($\Delta\%$) динамика. Результаты представлены в виде медианы и межквартильного интервала Me [Q1–Q3].					

Частота клинически значимого улучшения стабилметрических показателей ($\geq 10 \%$).

Дополнительно определяли долю пациентов, у которых после тап-теста площадь статокнезиограммы уменьшилась более чем на 10 % относительно исходного значения. Такой порог рассматривали как клинически значимое улучшение.

В пробе Ромберга с открытыми глазами установленному критерию соответствовали результаты всех 50 пациентов основной группы. В группе сравнения подобных изменений не зарегистрировано (100 и 0 % соответственно; $p < 0,001$). После исключения зрительного контроля уменьшение площади не менее чем на 10 % отмечено у 43 пациентов основной группы (86 %) и у 3 пациентов группы сравнения (7 %; $p < 0,001$). В комбинированной пробе порог был достигнут соответственно в 49 (98 %) и 2 (6 %) наблюдениях ($p < 0,001$). При исследовании

стойкой рецепции аналогичный результат получен у 43 пациентов с ИНТГ (86 %), тогда как среди пациентов группы сравнения таких наблюдений не было.

В статической пробе положительные изменения зарегистрированы у 49 пациентов основной группы (98 %) и у одного пациента группы сравнения (3 %); распределение представлено на рисунке 22. При стрессовой нагрузке доля ответивших составила соответственно 80 % (40 пациентов) и 13 % (4 пациента). Совокупность результатов показывает, что после тап-теста клинически значимое улучшение постуральных показателей значительно чаще наблюдалось у пациентов с ИНТГ.

В большинстве стабилметрических проб после тап-теста клинически значимое улучшение существенно чаще отмечалось в основной группе (Таблица 23), что указывает на избирательный характер функционального ответа на временную коррекцию ликвородинамики.

Таблица 23 – Частота клинически значимого улучшения стабилметрических показателей (≥ 10 %) после выполнения тап-теста

Показатель	Основная группа	Группа сравнения	p-value
S Ромберга, глаза открыты	50 (100 %)	0 (0 %)	< 0,001
S Ромберга, глаза закрыты	43 (86 %)	3 (7 %)	< 0,001
S Комбинированная	49 (98 %)	2 (6 %)	< 0,001
S Стопная рецепция	43 (86 %)	0 (0 %)	< 0,001
S, Статическая проба	49 (98 %)	1 (3 %)	< 0,001
S, стресс-проба	40 (80 %)	4 (13 %)	< 0,001

Примечание: клинически значимым улучшением считалось снижение площади статокенизограммы (S) более чем на 10 % по сравнению с исходным уровнем (до тап-теста).

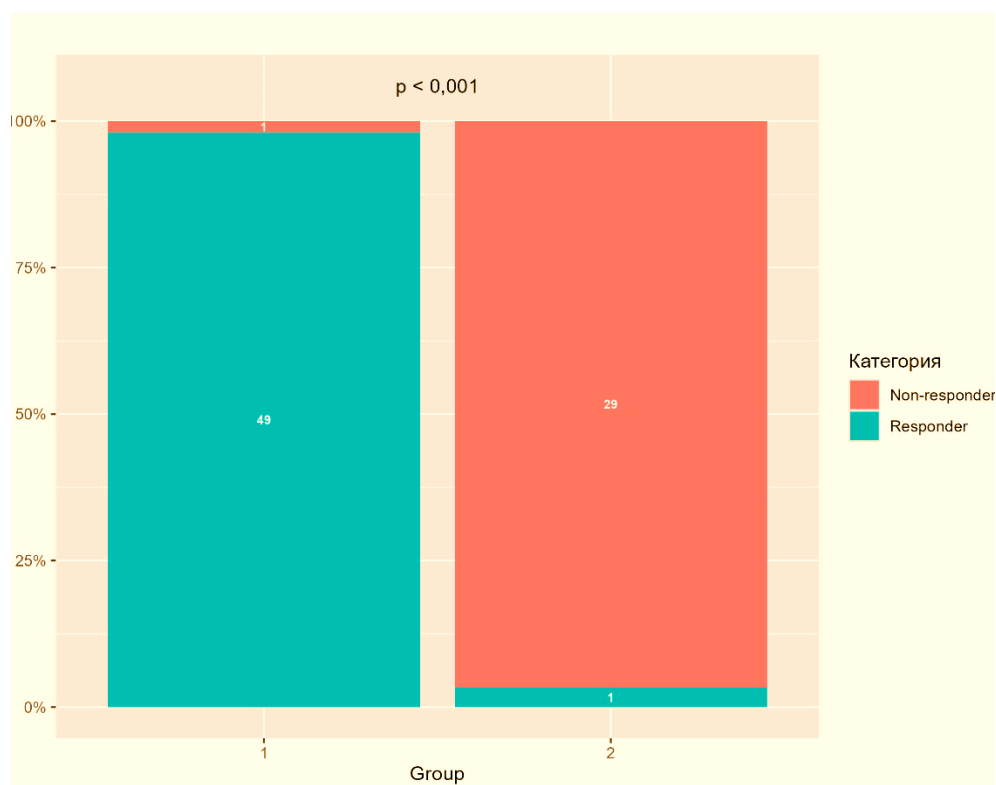


Рисунок 22 – Частота клинически значимого улучшения (10%) S статической пробы ($S \geq 10\%$) после выполнения тап-теста в основной (1) и группы сравнения (2) группах

Сенсорно-беговая дорожка C-Mill.

Оценка параметров походки по данным системы C-Mill после выполнения тап-теста выявила выраженные различия между группами, отражающие качественные изменения пространственно-временной организации локомоции у пациентов основной группы (Таблица 24).

Наиболее значимые расхождения касались длины шага. В основной группе медиана показателя достигала 61,5 [57,0–67,7] см, в группе сравнения она оставалась существенно меньшей 53,5 [45,8–57,8] см, выявленные различия были статистически значимыми (Рисунок 23).

Скорость ходьбы у пациентов основной группы возросла до 1,00 [1,00–1,10] м/с, достоверно превышая значения группы сравнения 0,60 [0,53–0,70] м/с.

Одновременно отмечалось уменьшение ширины шага: в основной группе показатель снижался до 4,00 [4,00–7,50] см, тогда как в группе сравнения сохранялось выраженное расширение опорной базы 10,0 [9,0–11,0] см.

Частота шагов в основной группе увеличивалась до 108 [106–109] шагов/мин, а у пациентов группы сравнения она оставалась на уровне 84,0 [80,0–88,8] шагов/мин. Соответственно, длительность цикла шага в основной группе уменьшалась до 1,10 [1,00–1,20] с, тогда как в группе сравнения сохранялось его удлинение 1,40 [1,30–1,50] с. Время двойной опоры в основной группе снижалось до 21,0 [20,0–22,0] %; в группе сравнения показатель оставался существенно выше - 44,0 [39,0–48,8] %. Точность выполнения задания по меткам на беговой дорожке в основной группе достигала 92,0 [90,0–94,7] %, что существенно превышало значения группы сравнения - 69,5 [60,8–76,5] %.

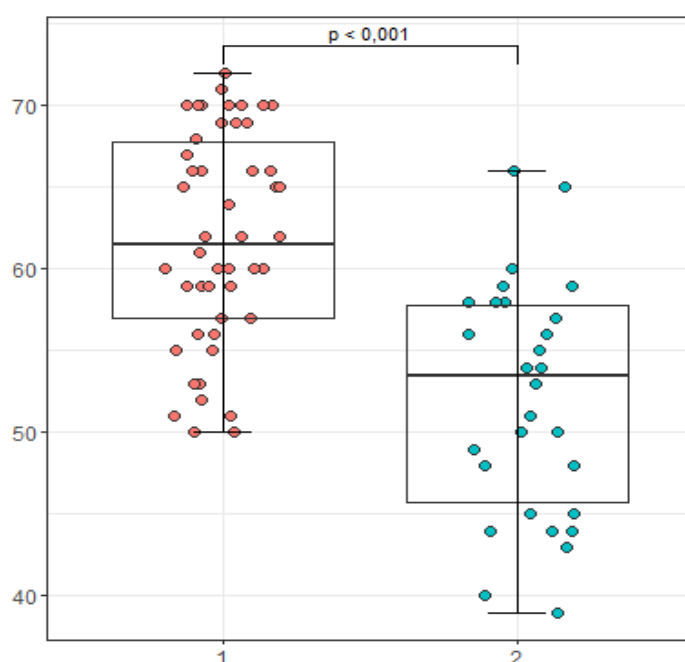


Рисунок 23 – Сравнение длины шага (см) у пациентов основной группы (1) и группы (2) сравнения после тап-теста

Таблица 24 – Показатели C-Mill после тап-теста

Показатель	Основная группа	Группа сравнения	p-value
Длина шага, см	61,5 [57,0–67,7]	53,5 [45,8–57,8]	< 0,001
Скорость шага, м/с	1,00 [1,00–1,10]	0,60 [0,53–0,70]	< 0,001
Ширина шага, см	4,00 [4,00–7,50]	10,0 [9,0–11,0]	< 0,001
Частота шага, шаг/мин	108 [106–109]	84,0 [80,0–88,8]	< 0,001
Цикл шага, с	1,10 [1,00–1,20]	1,40 [1,30–1,50]	< 0,001
Время двойной опоры, %	21,0 [20,0–22,0]	44,0 [39,0–48,8]	< 0,001
Процент попадания по меткам беговой дорожки, %	92,0 [90,0–94,7]	69,5 [60,8–76,5]	< 0,001

Динамика показателей C-Mill до и после тап-теста (Δ и $\Delta\%$) внутри основной группы.

Для количественной оценки динамики походки проанализировали показатели, отражающие пространственно-временную характеристику шага (Таблица 25). Наиболее выраженные изменения отмечались по длине шага: медиана прироста составила +12 [10–13] см, относительное увеличение - $\Delta\%$ +23 % [19–28 %]. Сопоставимый по направленности сдвиг выявлен по скорости передвижения (+0,3 [0,2–0,4] м/с; $\Delta\%$ +43 % [30–60 %]). Снижение времени двойной опоры (–16,0 % [–18,0; –13,2]; $\Delta\%$ –43 % [–46; –41 %]) отражало уменьшение доли стабилизирующей фазы и перераспределение структуры шага в пользу одноопорных периодов. Повышение точности выполнения целевых двигательных задач (+26,5 % [22,2–33,7]; $\Delta\%$ +41 % [31–59 %]) ($p < 0,001$).

После тап-теста у пациентов основной группы увеличились длина шага, скорость ходьбы и точность выполнения заданий, одновременно уменьшилось время двойной опоры.

Таблица 25 – Изменение показателей основной группы C-Mill

Показатель	До тап-теста	После т-теста	p-value	Δ	$\Delta\%$
Длина шага, см	50,5 [47,0–55,0]	61,5 [57,0–67,7]	$< 0,001$	+12 [10–13]	+23 % [19–28 %]
Скорость шага, м/с	0,70 [0,60–0,80]	1,00 [1,00–1,10]	$< 0,001$	+0,3 [0,2–0,4]	+43 % [30–60 %]
Время двойной опоры, %	37,0 [33,2–40,0]	21,0 [20,0–22,0]	$< 0,001$	–16 [–18; –13,2]	–43 % [–46; –41 %]
Точность попадания по меткам, %	65,0 [58,0–72,7]	92,0 [90,0–94,7]	$< 0,001$	+26,5 [22,2–33,7]	+41 % [31–59 %]

Согласованная направленность этих сдвигов отражала улучшение пространственно-временной организации походки и позволяла количественно оценить ответ локомоторной функции на ликворную разгрузку.

Частота клинически значимого улучшения показателей C-Mill ($\geq 10\%$).

Увеличение длины шага более чем на 10 % зарегистрировано у 36 пациентов основной группы (72 %) и только у 1 пациента группы сравнения (3 %). Различие между группами было статистически значимым ($p < 0,001$; таблица 26). Распределение пациентов в зависимости от достижения указанного критерия представлено на рисунке 24. По скорости шага выраженное улучшение выявлялось у 42 пациентов основной группы (84 %); в группе сравнения (0 %) случаев клинически значимого изменения данного параметра не зарегистрировано.

Максимальная частота положительного ответа была зафиксирована по показателю времени двойной опоры. Практически у всех пациентов основной группы (49 человек; 98 %) наблюдалось его достоверное сокращение, а в группе сравнения данный параметр оставался без клинически значимых изменений.

Выраженные различия между группами сохранялись и при анализе точности выполнения целевых шаговых задач. Улучшение данного показателя отмечалось у 47 пациентов основной группы (94 %), в группе сравнения аналогичный эффект выявлялся лишь эпизодически – у 2 пациентов (7 %).

Таким образом, после выполнения тап-теста доля пациентов с клинически значимым улучшением пространственно-временных и координационных характеристик походки, регистрируемых системой C-Mill, была существенно выше в основной группе, что свидетельствует о выраженной функциональной чувствительности локомоторной системы к временной коррекции ликвородинамики.

Таблица 26 – Частота клинически значимого улучшения показателей C-Mill ($\geq 10\%$) после выполнения тап-теста

Показатель	Основная группа	Группа сравнения	p-value
Длина шага, см	36(72 %)	1 (3 %)	$< 0,001$
Скорость шага, м/с	42 (84 %)	0 (0 %)	$< 0,001$
Время двойной опоры, %	49 (98 %)	0 (0 %)	$< 0,001$
Точность попадания по меткам, %	47 (94 %)	2 (7 %)	$< 0,001$

Примечание. Клинически значимое улучшение определялось как изменение соответствующего параметра походки не менее чем на 10 % по сравнению с исходным уровнем (до выполнения тап-теста).

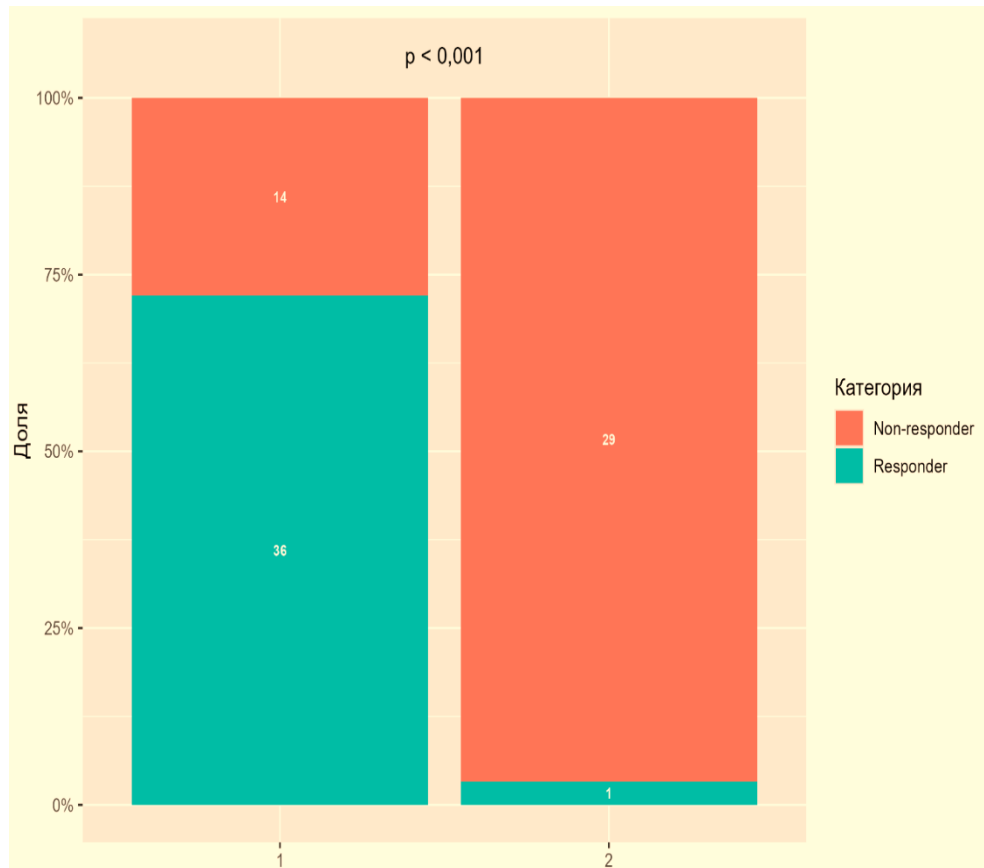


Рисунок 24 – Распределение пациентов основной группы (1) и группы сравнения (2) в зависимости от увеличения длины шага более чем на 10 % после тап-теста

3.2.2 Межгрупповое сопоставление динамики клинических и локомоторных показателей до и после тап-теста

Реакцию групп на тап-тест сопоставляли по изменениям клинического состояния, функциональной мобильности, постурального контроля и характеристик походки. В анализ включали абсолютную и относительную динамику показателей — Δ и $\Delta\%$. Скорость, амплитуду и частоту перемещений центра давления, коэффициенты устойчивости, частоту шагов и

продолжительность шагового цикла рассматривали отдельно, поэтому повторно в сводной таблице их не приводили.

В основной группе медиана изменения оценки походки по шкале iNPHGS составила $-2,00$ $[-2,00; -1,00]$ балла. Для когнитивного раздела значение Δ равнялось $-1,00$ $[-1,00; 0]$ балла, для нарушений мочеиспускания — 0 $[0; 0]$ балла. Суммарный балл шкалы изменился на $-3,00$ $[-3,00; -2,00]$ балла. Клиническая динамика после тап-теста определялась преимущественно улучшением походки и в меньшей степени когнитивных функций; нарушения мочеиспускания на этом этапе сохранялись без заметных изменений (Таблица 27).

У больных группы сравнения медианные изменения по всем шкалам оставались в пределах нулевых значений, при минимальной вариабельности показателей, что указывает на отсутствие клинически значимой спонтанной динамики.

Межгрупповое сравнение абсолютных изменений показателей выявило статистически значимые различия по многим клиническим компонентам ($p < 0,001$).

Таблица 27 – Межгрупповое сравнение изменений (Δ) показателей шкалы iNPHGS, рассчитанных до и после выполнения тап-теста

Показатель	Δ основная группа	Δ группа сравнения	p-value
Походка	$-2,00$ $[-2,00; -1,00]$	0 $[-1; 0]$	$< 0,001$
Когнитивные функции	$-1,00$ $[-1,00; 0]$	0 $[0; 0]$	$< 0,001$
Мочеиспускание	0 $[0; 0]$	0 $[0; 0]$	$1,00$
Суммарный балл	$-3,00$ $[-3,00; -2,00]$	0 $[-1; 0]$	$< 0,001$

Примечание. В таблице представлены изменения показателей шкалы iNPHGS, рассчитанные как разница между значениями после и до выполнения тап-теста (Δ). Отрицательные значения отражают уменьшение выраженности симптомов. Данные представлены в виде медианы и межквартильного размаха Ме $[Q1-Q3]$.

В основной группе после тап-теста наиболее заметные клинические изменения касались нарушений походки и когнитивных функций, тогда как показатели, характеризующие контроль мочеиспускания, существенно не менялись. В группе сравнения сопоставимой динамики не отмечено. Это подтверждает диагностическую значимость клинической оценки, дополняемой объективными инструментальными данными.

Сравнение изменений локомоторных показателей.

Межгрупповой анализ показал, что реакция на тап-тест в основной группе и группе сравнения имела различный характер. После ликвородинамической пробы у пациентов основной группы уменьшались показатели, отражающие постуральную нестабильность, тогда как в группе сравнения их значения изменялись минимально (Таблица 28). Наиболее наглядно это проявилось по площади статокинезиограммы в пробе Ромберга с открытыми глазами: медиана изменения в основной группе составила $-190 [-289; -84,5]$ мм², в группе сравнения — $-1 [-21; -1]$ мм² ($p < 0,001$). Аналогичная направленность сохранялась и в комбинированной, статической и стресс-пробах: уменьшение площади колебаний центра давления у пациентов основной группы во всех случаях было значительно более выраженным, чем в группе сравнения ($p < 0,001$). Такой характер сдвигов соответствует уменьшению объёма компенсаторных постуральных смещений после временной ликворной разгрузки.

Иная картина отмечалась для индекса QR в пробе стопной рецепции. В основной группе показатель имел тенденцию к снижению, однако межгрупповое различие не достигало статистической значимости ($p = 0,33$). Это позволяет рассматривать сенсорную переработку как компонент, реагирующий на ликворную разгрузку менее быстро, чем интегральные параметры устойчивости.

По данным C-Mill межгрупповые различия были более отчётливыми. В основной группе длина шага увеличилась на $+12,0 [10,0-13,0]$ см, скорость ходьбы — на $+0,30 [0,20-0,40]$ м/с. Одновременно время двойной опоры уменьшилось на $-16,0 [-18,0; -13,2]$ %, а точность выполнения целевых шаговых заданий возросла

на +26,5 [22,2; 33,7] %. В группе сравнения сопоставимой динамики не отмечалось: часть параметров оставалась без существенных изменений, часть изменялась в противоположном направлении (рисунок 26).

Результаты функциональных проб были похожи с инструментальными данными. В основной группе после тап-теста время выполнения теста со стулом и ходьбы на 10 метров уменьшилось в среднем на 2 с, тогда как в группе сравнения регистрировались лишь небольшие колебания.

Таблица 28 – Межгрупповое сравнение изменений локомоторных показателей после тап-теста

Показатель	Δ основная группа	Δ группа сравнения	p-value
КС			
Площадь колебаний (S) проба Ромберга, глаза открыты	-190 [-289; -84,5]	-1 [-21; -1]	< 0,001
Площадь колебаний (S), комбинированная проба	-221, [-317; -120,]	-88,0 [-118; -47,0]	< 0,001
Индекс стопной рецепции (QP)	-20,0 [-51,0; 24,5]	-8,50 [-20,2; 4,25]	0,33
Площадь колебаний (S), статическая проба	-331 [-462; -254]	-32,0 [-91,0-9,2]	< 0,001
Площадь колебаний (S), стресс-проба	-246 [-377; -89,5]	-48,5 [-100; -24,8]	< 0,001
C-Mill			
Длина шага, см	+12,0 [10,0-13,0]	2,00 [0,00-4,00]	< 0,001
Скорость шага, м/с	+0,30 [0,20-0,40]	-0,10 [-0,18;0,00]	< 0,001
Время двойной опоры, %	-16,0[-18,0; -13,2]	5,00 [2,00; 9,50]	< 0,001
Процент попадания по меткам, %	+26,5 [22,2; 33,7]	4,00 [0,25; 7,50]	< 0,001
Функциональные тесты			
Время подъёма со стула, с	-2,00 [-2,00; -1,00]	-1,00 [-1,00; 0,00]	< 0,001
Время прохождения 10 м, с	-2,00 [-3,00; -1,00]	-1,00 [-2,00; 0,00]	0,006

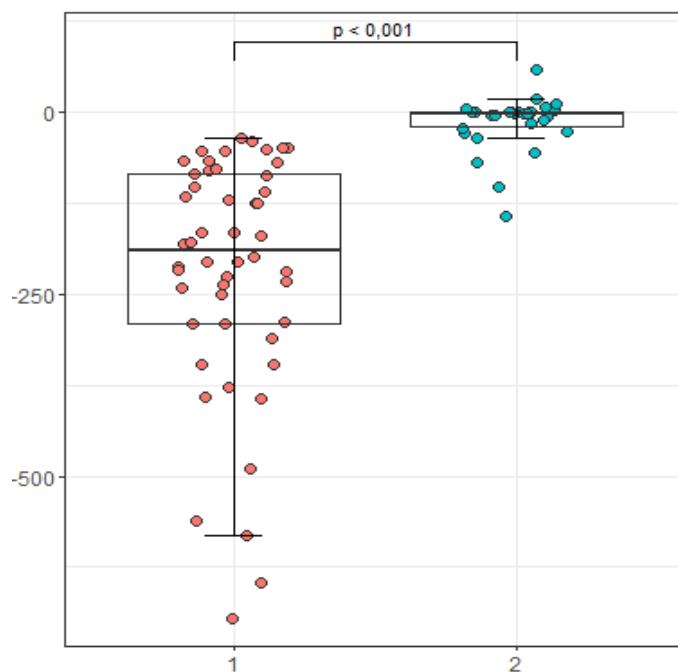


Рисунок 25 – Динамика площади колебаний центра давления в пробе Ромберга с открытыми глазами (ΔS , ПТ–ДТ, мм²) у пациентов основной группы (1) и группы сравнения (2) после тап-теста

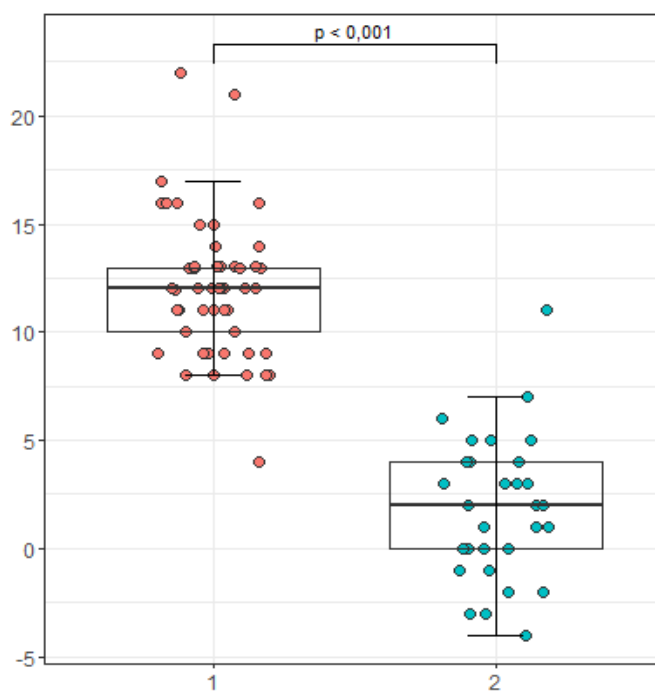


Рисунок 26 – Изменение длины шага (Δ , ПТ–ДТ, см) у пациентов основной группы (1) и группы сравнения (2) после тап-теста

После тап-теста изменения в основной группе затрагивали несколько показателей локомоторной функции. Наряду со снижением выраженности двигательных нарушений и суммарного балла iNPHGS уменьшались показатели

постуральных колебаний, а параметры шага и результаты функциональных тестов улучшались. В группе сравнения сходной совокупности изменений не отмечено. Наиболее однородная динамика была зарегистрирована по показателям равновесия и ходьбы. Изменения опорной асимметрии и стопной рецепции, напротив, заметно различались у отдельных пациентов.

3.3 Результаты исследования после вентрикулоперитонеального шунтирования

Клинико–неврологическое обследования.

На 10-е сутки после операции наиболее заметно изменялась походка. У большинства пациентов снижалась и выраженность когнитивных нарушений, тогда как динамика расстройств мочеиспускания оставалась неоднородной. Суммарные оценки iNPHGS после шунтирования смещались в сторону меньших значений.

Динамика клинических показателей iNPHGS (Δ и $\Delta\%$).

Медиана оценки походки уменьшилась с 1 [1–1] балла после тап-теста до 0 [0–0] баллов после операции ($p < 0,001$). По когнитивному разделу шкалы зарегистрировано такое же изменение: с 1 [1–1] до 0 [0–0] баллов ($p < 0,001$). Медиана оценки нарушений мочеиспускания на обоих этапах составляла 1 [0–1] балл, однако распределение индивидуальных значений статистически значимо изменилось ($p < 0,001$). Суммарный балл iNPHGS снизился с 3 [2–4] на этапе ПТ до 1 [0–1] на этапе ПО ($p < 0,001$). Следовательно, дальнейшее клиническое улучшение после шунтирования определялось главным образом динамикой походки и когнитивных функций.

Таблица 29 – Динамика клинических показателей iNPHGS после операции (ПО–ПТ)

Показатель	После тап-теста	После операции	p-value	Δ ПО–ПТ	Δ% ПО–ПТ
Походка	1 [1–1]	0 [0–0]	< 0,001	–1	–100%
Когнитивные функции	1 [1–1]	0 [0–0]	< 0,001	–1	–100%
Мочеиспускание	1 [0–1]	1 [0–1]	< 0,001	0	–50%
Суммарный балл	3 [2–4]	1 [0–1]	< 0,001	–2	–71%

Результаты исследования локомоторных функций

После операции тест со стулом пациенты выполняли за 12,0 [11,0–12,7] с. Медиана времени прохождения дистанции 10 метров составила 11,0 [10,0–12,0] с. Оба показателя находились в пределах приведённых возрастных референтных диапазонов.

Таблица 30 – Результаты функциональных тестов после операции

Показатель	Me [Q1–Q3]	Норм значения
Время подъёма со стула, с	12,0 [11,0–12,7]	10–14 с (для ≥60 лет)
Время прохождения 10 м, с	11,0 [10,0–12,0]	7–12 с (0,8–1,4 м/с)

Динамика показателей функциональных тестов (Δ и Δ%).

По сравнению с обследованием после тап-теста время выполнения теста со стулом дополнительно сократилось на –2,00 [–2,00; –1,00] с. Для ходьбы на дистанцию 10 метров медиана изменения составила –1,00 [–2,00; –1,00] с. Различия между этапами ПТ и ПО были статистически значимыми для обеих проб ($p < 0,001$).

Таблица 31 – Функциональные тесты: динамика (Δ и Δ%) после операции (ПО–ПТ)

Показатель	После тап-теста	После операции	p-value	Δ ПО–ПТ	Δ% ПО–ПТ
Время подъёма со стула, с	13,5 [12,0–14,0]	12,0 [11,0–12,7]	< 0,001	–2,00 [–2,00 – –1,00]	–0,13 [–0,15 – –0,08]
Время прохождения 10 м, с	12,0 [11,0–13,0]	11,0 [10,0–12,0]	< 0,001	–1,00 [–2,00 – –1,00]	–0,09 [–0,14 – –0,02]

Компьютерная стабилометрия.

После операции большинство стабилометрических показателей соответствовало уменьшению выраженности нарушений равновесия. Наиболее низкие значения площади и скорости колебаний центра давления регистрировались в пробе Ромберга с открытыми глазами. При исключении зрительного контроля, изменении сенсорной поддержки и выполнении более сложных заданий диапазон индивидуальных значений расширялся, что указывало на сохранение остаточной постуральной неустойчивости у части пациентов (Таблица 32).

Таблица 32 – Показатели компьютерной стабилометрии после операции (ПО)

Проба	Параметр	Me [Q1–Q3]
Ромберг, глаза открыты	S, мм ²	85,0 [79,2–92,7]
	V, мм/с	9,20 [8,83–9,83]
	X, мм	2,95 [2,12–4,12]
Ромберг, глаза закрыты	S, мм ²	184 [163–200]
	V, мм/с	9,45 [8,43–10,3]
	X, мм	2,35 [1,90–4,92]
Коэффициент Ромберга	Кэ усл. ед.	101 [82,2–171]
Комбинированная проба	S, мм ²	90,5 [77,2–111]
	Ке, усл. ед.	111 [85,0–200]
	X, мм	–1,50 [–3,10–2,00]
Проба стопной рецепции	S, мм ²	219 [181–246]
	V, мм/с	9,50 [8,83–10,8]
	QP, усл. ед.	201 [139–397]
Статическая проба	S, мм ²	183 [164–222]
	V, мм/с	8,60 [7,75–9,57]
	R, мм	0,68 [0,56–0,75]
	N, ед.	22,5 [20,2–25,7]
Стресс-проба	S, мм ²	216 [190–277]
	V, мм/с	9,20 [8,10–10,7]
	R, мм	0,7- [0,60–0,70]
	N, ед.	26,5 [24,0–28,0]
Примечание: данные представлены в виде медианы и межквартильного диапазона Me [Q1–Q3]. Оценка выполнена для основной группы (n = 50).		

Послеоперационные значения характеризовали состояние постурального контроля на этапе ПО. Далее оценивали их изменения относительно результатов, полученных после тап-теста, что позволило проследить направленность динамики после хирургического лечения.

Категориальные показатели стабилотрии после операции

В послеоперационном периоде во всех категориальных оценках преобладали нормальные значения. В пробе Ромберга нормальная оценка равновесия зарегистрирована у 78 % пациентов. При исследовании стопной рецепции доля таких наблюдений составила 84 %. Нормальные показатели фронтальной и сагиттальной асимметрии также отмечены в 84 % случаев. Когнитивный контроль соответствовал нормальному уровню у 82 % пациентов в статической пробе и у 86 % — в стресс-пробе. Выраженные отклонения встречались редко; преимущественно они сохранялись при изменении сенсорных условий и при оценке направления постуральной асимметрии.

Таблица 33 – Категориальные показатели стабилотрии после операции (n = 50)

Проба	Показатель	0 n (%)	1 n (%)	2 n (%)
Проба Ромберга	Оценка равновесия	39 (78 %)	9 (18 %)	2 (4 %)
	Фронтальная асимметрия	42 (84 %)	6 (12 %)	2 (4 %)
	Направление фронтальной асимметрии	44 (88 %)	3 (6 %)	3 (6 %)
	Сагиттальная асимметрия	42 (84 %)	6 (12 %)	2 (4 %)
	Направление сагиттальной асимметрии	43 (86 %)	3 (6 %)	4 (8 %)
Проба стопной рецепции	Оценка равновесия	42 (84 %)	5 (10 %)	3 (6 %)
	Качество рецепции	44 (88 %)	6 (12 %)	—
Статическая проба	Когнитивный контроль	41 (82 %)	9 (18 %)	—
Стресс проба	Когнитивный контроль	43 (86 %)	7 (14 %)	—
Примечание: результаты приведены как абсолютное число пациентов и их доля в группе — n (%). Категория 0 соответствовала нормальному уровню, категория 1 — умеренным, категория 2 — выраженным нарушениям. Данные комбинированной пробы не включали в таблицу, поскольку их распределение совпадало с результатами пробы Ромберга и не влияло на интерпретацию.				

В пробе стопной рецепции преобладали положительные значения. Подобная конфигурация может отражать снижение нагрузки на компенсаторные механизмы вследствие более эффективной переработки подошвенной информации.

В статической и стрессовой пробах выраженные нарушения когнитивного контроля выявлялись редко, что позволяет предположить частичное восстановление интегративных механизмов постуральной регуляции при сохранении чувствительности к дополнительным сенсорным воздействиям.

Динамика (Δ и $\Delta\%$) стабилметрических показателей после операции.

Динамика стабилметрических параметров отличалась неодинаковой выраженностью в зависимости от сенсорных условий. Регистрировалось уменьшение площади колебаний центра давления в пробах, предполагающих удержание статической позы, это проявлялось выраженным отрицательным сдвигом как абсолютных (Δ), так и относительных ($\Delta\%$) величин.

Таблица 34 – Изменение стабилметрических показателей (Δ и $\Delta\%$) после операции (ПО-ПТ)

Проба / Параметр	После тап-теста	После операции	p-value	Δ ПО–ПТ	$\Delta\%$ ПО–ПТ
Проба Ромберг (S) глаза открыты	193 [112-232]	85,0 [79,2–92,7]	< 0,001	–86,0 [-141 – –26,7]	–0,45 [-0,60 – –0,25]
Комбинированная проба (S)	132 [93,5-199]	90,5 [77,2–111]	< 0,001	–34,5 [-96,0 – –16,0]	–0,32 [-0,46 – –0,16]
Стопная рецепция (QP)	260 [109–417]	219 [181-246]	0,2801	–12,0 [-30,0 – 4,75]	–0,03 [-0,10 – 0,04]
Статическая проба (S)	359 [220–440]	183[164–222]	< 0,001	–162 [-236 – –33,2]	–0,40 [-0,53 – –0,18]
Стресс-проба (S)	300[262–383]	216 [190–277]	< 0,001	–91,5 [-153 – –18,0]	–0,29 [-0,41 – –0,07]

В комбинированной пробе после операции у большинства пациентов сохранялась положительная направленность изменений. В стресс-пробе изменения были менее выраженными. Результаты пробы стопной рецепции отличались

большей неоднородностью: уменьшение абсолютных значений показателей не во всех наблюдениях сопровождалось сопоставимой относительной динамикой.

При сравнении этапов ПТ и ПО стабилметрические показатели в целом отражали дальнейшее снижение постуральной нестабильности. Наиболее заметные изменения регистрировались в пробах, выполнявшихся при базовых условиях сенсорного контроля.

Исследование походки на системе C-Mill

На этапе ПО длина шага составляла 71,0 [70,0–72,0] см, скорость ходьбы — 1,20 [1,10–1,20] м/с (таблица 35). Частота шагов достигала 109 [107–110] шагов/мин, продолжительность шагового цикла равнялась 1,10 [1,00–1,17] с. Медиана времени двойной опоры составила 21,0 [20,0–22,0] %, точности попадания на визуальные метки — 92,0 [90,0–94,0] %. У отдельных пациентов время двойной опоры оставалось увеличенным, хотя остальные пространственно-временные характеристики походки улучшались.

Таблица 35 – Показатели походки на системе C-Mill после операции

Показатель	Me [Q1–Q3]
Длина шага, см	71,0 [70,0–72,0]
Скорость шага, м/с	1,20 [1,10–1,20]
Ширина шага, см	4,00 [3,00–4,00]
Частота шагов, шаг/мин	109 [107–110]
Цикл шага, с	1,10 [1,00–1,17]
Время двойной опоры, %	21,0 [20,0–22,0]
Процент попаданий по мишеням, %	92,0 [90,0–94,0]

Динамика показателей C-Mill (Δ и $\Delta\%$).

Сопоставление результатов после тап-теста и на 10-е сутки после операции показало дальнейшее изменение большинства показателей ходьбы в благоприятном направлении. Длина шага увеличивалась, а время двойной опоры сокращалось. Одновременно возрастала скорость передвижения и уменьшалась продолжительность шагового цикла, что соответствовало более организованной пространственно-временной структуре ходьбы.

Ширина шага между этапами изменялась незначительно. Точность попадания на визуальные метки после операции оставалась высокой и у части пациентов продолжала увеличиваться. Эти параметры отличались меньшей выраженностью изменений по сравнению с длиной шага, скоростью ходьбы и временем двойной опоры.

Таблица 36 – Динамика показателей C-Mill (Δ и $\Delta\%$) после операции (ПО–ПТ)

Показатель	После тап-теста	После операции	p-value	Δ ПО–ПТ	$\Delta\%$ ПО–ПТ
Длина шага	61,5 [57,0–67,7]	71,0 [70,0–72,0]	< 0,001	8,00 [3,25–12,0]	0,14 [0,05–0,20]
Скорость шага	1,00 [1,00–1,10]	1,20 [1,10–1,20]	< 0,001	0,10 [0–0,27]	0,10 [0–0,29]
Ширина шага	4,00 [4,00–7,50]	4,00 [3,00–4,00]	< 0,05	–1,00 [–1,00–0]	–0,10 [–0,25–0]
Частота шагов	108 [106–109]	109 [107–110]	< 0,01	0 [0–1,00]	0 [0–0,01]
Цикл шага	1,10 [1,00–1,20]	1,10 [1,00–1,17]	< 0,01	–0,10 [–0,17–0]	–0,08 [–0,12–0]
Время двойной опоры	21,0 [20,0–22,0]	21,0 [20,0–22,0]	1,00	0 [0–0]	0 [0–0]
Попадание по меткам	92,0 [90,0–94,7]	92,0 [90,0–94,0]	1,00	0 [0–0]	0 [0–0]

После вентрикулоперитонеального шунтирования походка характеризовалась увеличением длины шага, сокращением шагового цикла и уменьшением времени двойной опоры. В совокупности эти изменения отражали дальнейшее улучшение локомоторной функции после операции.

3.4 Алгоритм комплексной оценки локомоторной функции при ИНТГ для обоснования показаний к хирургическому лечению

Сопоставление клинических и инструментальных данных показало, что локомоторные нарушения при ИНТГ целесообразно оценивать последовательно, на всех этапах диагностики и хирургического лечения.

Алгоритм разработан с учётом результатов межгруппового анализа. На этапе до тап-теста статистически значимых различий по большинству исследованных показателей между основной группой и группой сравнения не выявлено ($p>0,05$). После тап-теста по основным клиническим, функциональным и инструментальным показателям зарегистрированы статистически значимые межгрупповые различия ($p<0,001$). Полученные результаты послужили основанием для формирования последовательности комплексной оценки локомоторной функции при ИНТГ.

В разработанную систему обследования вошли шкала iNPHGS, тест со стулом, ходьба на дистанцию 10 метров, компьютерная стабилметрия ST-150 и исследование пространственно-временных параметров походки на сенсорно-беговой системе C-Mill. Их совместное применение позволяет проследить изменения двигательной функции до тап-теста, после ликворной разгрузки и после ликворшунтирующей операции.

Особого внимания требуют случаи, в которых результаты функциональных проб после тап-теста имеют неоднозначный характер. Незначительное или разнонаправленное изменение времени выполнения теста со стулом и ходьбы на 10 метров не всегда даёт достаточные основания для оценки ответа на ликворную разгрузку. В такой ситуации показатели ST-150 и C-Mill дополняют клинические наблюдения количественными данными о состоянии постурального контроля и организации походки. Это снижает влияние субъективной интерпретации и помогает уточнить дальнейшую лечебную тактику.

Последовательность обследования и принятия клинического решения представлена в виде алгоритма комплексной оценки локомоторной функции при ИНТГ (рисунок 27). Он охватывает этапы ДТ, ПТ и ПО, определяя состав клинических и инструментальных исследований на каждом из них. Отдельная ветвь предусмотрена для пациентов с сомнительной динамикой функциональных тестов после тап-теста. В этих наблюдениях результаты компьютерной стабилметрии ST-150 и исследования на системе C-Mill рассматриваются как дополнительные объективные критерии при обосновании показаний к хирургическому лечению.

Алгоритм комплексной оценки локомоторной функции при идиопатической нормотензивной гидроцефалии для обоснования показаний к хирургическому лечению

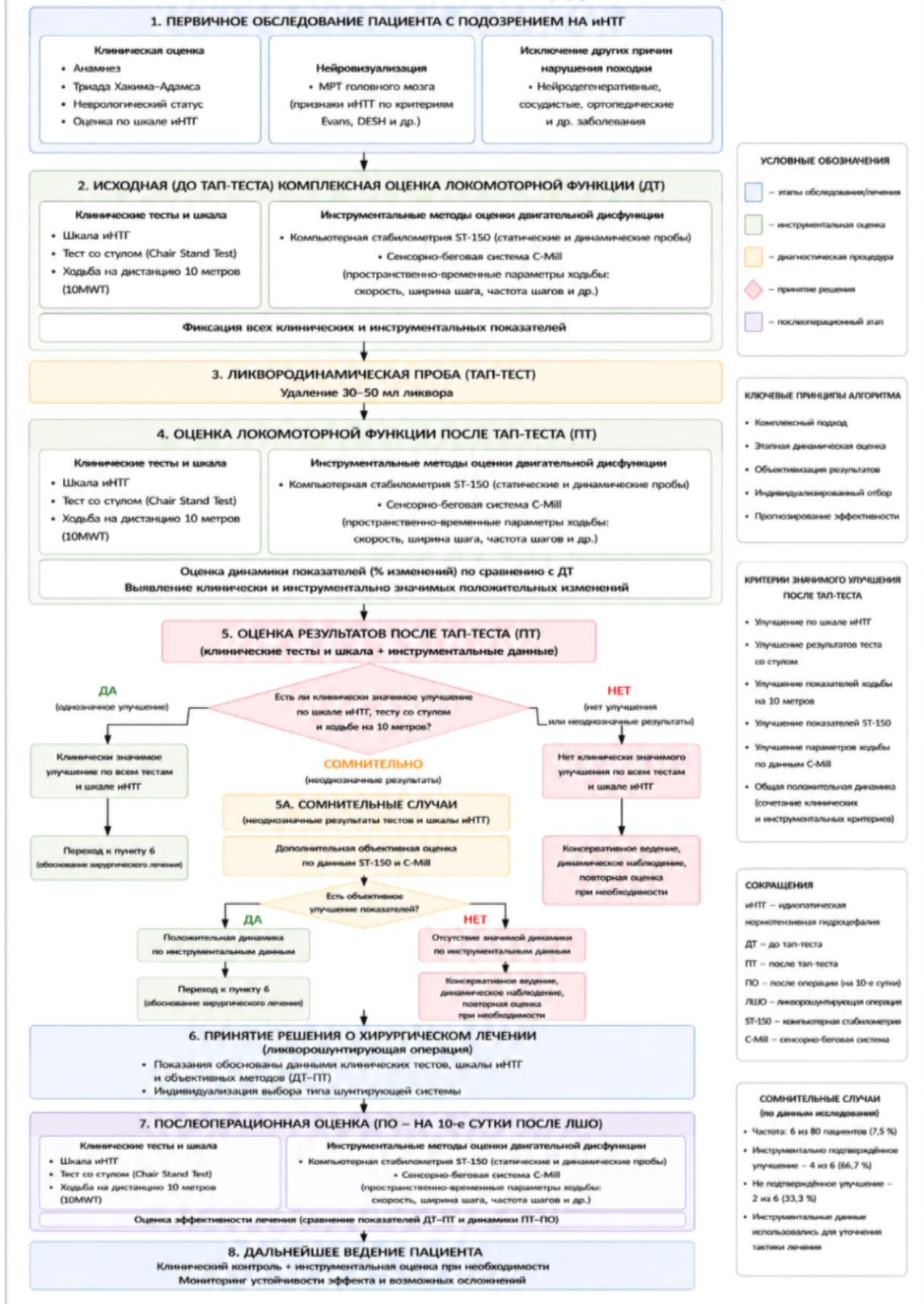


Рисунок 27 – Алгоритм комплексной оценки локомоторной функции при идиопатической нормотензивной гидроцефалии для обоснования показаний к хирургическому лечению

Резюме

При обследовании до тап-теста выраженность локомоторных нарушений у пациентов обеих групп существенно не различалась. По большинству клинических, функциональных и инструментальных показателей межгрупповые различия отсутствовали ($p > 0,05$). Следовательно, обследование на исходном этапе не во всех случаях позволяет разграничить ИНТГ и заболевания иной природы, также сопровождающиеся расстройствами ходьбы и равновесия. Диагностические различия между группами стали отчётливыми после ликворной разгрузки. После ликворной разгрузки межгрупповые различия проявились сразу по нескольким направлениям. У пациентов основной группы снизились оценки iNPHGS и время выполнения функциональных тестов, уменьшилась постуральная нестабильность, изменились пространственно-временные характеристики походки на системе C-Mill ($p < 0,001$). В группе сравнения сопоставимого ответа не зарегистрировано. Вместе с тем клиническое обследование и функциональные тесты не во всех случаях позволяли однозначно определить характер реакции на тап-тест и дальнейшую лечебную тактику.

Такая ситуация возникла в 6 из 80 наблюдений (7,5 %). У четырёх пациентов изменения, выявленные при компьютерной стабилومتрии ST-150 и исследовании походки на системе C-Mill, подтвердили улучшение локомоторной функции после ликвородинамической пробы. Эти результаты учитывали, как дополнительное основание при обосновании вентрикулоперитонеального шунтирования. У двух пациентов инструментальные показатели положительной динамики не продемонстрировали, поэтому хирургическое лечение им не выполняли. Именно в этих наблюдениях количественная регистрация равновесия и походки имела решающее значение для уточнения ответа на тап-тест.

После операции у пациентов основной группы сохранялось уменьшение постуральной нестабильности, продолжали улучшаться функциональная мобильность и пространственно-временные параметры походки ($p < 0,001$).

Направленность послеоперационных изменений соответствовала реакции, зарегистрированной после тап-теста, что указывало на обратимость ликвор-зависимой составляющей локомоторного дефицита. На каждом этапе клинические и функциональные данные необходимо сопоставлять с количественными показателями компьютерной стабилومتрии ST-150 и системы C-Mill.

Результаты исследования легли в основу алгоритма комплексной оценки локомоторной функции у пациентов с ИНТГ, предназначенного для определения показаний к хирургическому лечению. Алгоритм основан на последовательном обследовании пациентов: до ликвородинамической пробы, после неё и в раннем послеоперационном периоде с сопоставлением клинических проявлений, результатов функциональных тестов и количественных показателей, регистрируемых при компьютерной стабилومتрии ST-150 и исследовании походки на системе C-Mill. При неоднозначных (сомнительных) результатах тап-теста данные компьютерной стабилومتрии ST-150 и системы C-Mill используются для уточнения целесообразности к хирургическому лечению.

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Идиопатическая нормотензивная гидроцефалия сохраняет высокую клиническую значимость в нейрохирургии, поскольку относится к числу потенциально обратимых причин двигательных и когнитивных нарушений у пациентов пожилого возраста. Заболевание связывают с триадой Хаким–Адамса, объединяющей нарушения ходьбы и равновесия, когнитивное снижение и расстройства мочеиспускания при расширении желудочковой системы и нормальном ВЧД (Adams R.D. et al., 1965; Campo-Caballero D. et al., 2026). Однако наличие известного клинического симптомокомплекса не исключает диагностических затруднений. У пожилых пациентов отдельные проявления ИНТГ нередко нарастают постепенно и сочетаются с сосудистыми, дегенеративными и возраст-ассоциированными изменениями центральной нервной системы. По этой причине заболевание может длительное время трактоваться как иная неврологическая патология.

Среди пациентов старших возрастных групп преобладает идиопатическая форма нормотензивной гидроцефалии (Wang Z. et al., 2020; Passos-Neto C.E.B. et al., 2022; Passaretti M. et al., 2023). Медицинские последствия заболевания тесно связаны с его социальным влиянием. Нарушение ходьбы повышает риск падений, ограничивает повседневную активность и постепенно лишает пациента способности к самостоятельному передвижению.

В клинической картине двигательные нарушения имеют особое значение. Изменения ходьбы и равновесия часто возникают раньше других компонентов триады и становятся первым заметным проявлением заболевания (Öztop-Çakmak Ö. et al., 2023). Начальные расстройства могут проявляться затруднением вставания, смены положения тела, начала движения и выполнения поворотов (Хачатрян В.А. и соавт., 2003; Легздайн М.А. и соавт., 2015; Montero-Odasso M. et al., 2012; Rovira À. et al., 2026). Их своевременное распознавание особенно важно

на той стадии, когда хирургическое лечение ещё способно привести к заметному функциональному улучшению.

Вместе с тем оценка походки и равновесия остаётся сложной частью диагностики. Клиническая триада в сочетании с вентрикуломегалией и индексом Эванса более 0,3 позволяет заподозрить ИНТГ, но не всегда даёт достаточные основания для определения показаний к операции (Yin R. et al., 2021; Hamilton M.G. et al., 2025). У пациентов пожилого возраста двигательные расстройства редко бывают обусловлены только одним патологическим процессом. Сосудистые изменения, нейродегенеративные заболевания, экстрапирамидные синдромы и патология опорно-двигательной системы могут формировать сходную клиническую картину. Поэтому выявление расширения желудочковой системы само по себе не решает диагностическую задачу. Необходимо установить, какая часть двигательного дефицита связана с нарушением ликвородинамики и потенциально может регрессировать после хирургического лечения.

Для оценки обратимости симптомов применяется тап-тест с однократным удалением ЦСЖ (Boon A.J.W. et al., 2000; Saldarriaga-Cantillo A. et al., 2020). Однако результат пробы не во всех случаях поддаётся однозначной интерпретации. Даже при использовании шкал, видеозаписи, ходьбы на дистанцию 10 метров и теста со стулом выявленная динамика может быть умеренной или противоречивой. На оценку также влияют субъективные ощущения пациента. В результате существует риск как переоценки положительного ответа, так и необоснованного отказа от хирургического лечения при сохраняющемся потенциале восстановления.

Дополнительные сведения дают методы инструментального исследования локомоторной функции. Компьютерная стабилметрия ST-150 применяется для количественной характеристики постурального контроля, устойчивости вертикальной позы, смещений центра давления и опорной асимметрии (Скворцов Д.В., 2007; Скворцов Д.В. и соавт., 2013; Мещеряков А.Ф. и соавт., 2017). Система C-Mill позволяет исследовать пространственно-временную структуру ходьбы, включая скорость передвижения, длину и ширину шага, частоту шагов, продолжительность цикла и период двойной опоры (Абытов С.А. и соавт., 2025;

Motek Medical, 2019). Эти методы не противопоставляются клиническому обследованию. Их задача состоит в количественном уточнении и объективизации тех изменений, которые при осмотре или выполнении стандартных проб могут оставаться малозаметными.

Компьютерная стабилметрия и C-Mill использовались для оценки двигательной функции. Наибольшее практическое значение этот подход приобретал при неоднозначных (сомнительных) результатах тап-теста, когда вопрос о выполнении ЛШО требовал дополнительных объективных оснований. В исследовании эти методы рассматривались как элементы единой поэтапной оценки локомоторной функции, позволяющей сопоставить исходное состояние пациента, ответ на тап-тест и ранний результат хирургического лечения.

С учётом указанных диагностических трудностей был сформирован клинический материал данного исследования. В исследование включены 80 пациентов в возрасте от 59 до 80 лет, имевших нарушения ходьбы и равновесия. В основную группу включили 50 пациентов с подтверждённой ИНТГ, которым впоследствии выполнили хирургическое лечение. Ещё 30 пациентов составили группу сравнения. У них также имелись нарушения ходьбы и равновесия, однако их происхождение было связано с иной патологией; обследование проводили для исключения ликворного генеза симптомов.

Здоровые добровольцы в исследование не включались. Сравнивались два клинически сходных контингента пациентов старших возрастных групп, нуждавшихся в дифференциальной диагностике локомоторных расстройств. Поэтому наличие двигательного дефицита у участников группы сравнения соответствовало реальной диагностической ситуации. При таком формировании выборки межгрупповые различия не могли быть заранее обусловлены сопоставлением пациентов с ИНТГ и лиц без нарушений походки.

По основным демографическим характеристикам группы существенно не различались. Медиана возраста составляла 65,5 года в основной группе и 69,0 года в группе сравнения; статистически значимых различий по возрасту и полу не выявлено.

Для всех пациентов использовали одинаковую схему обследования, объединявшую клиническую оценку, функциональные тесты, компьютерную стабилOMETрию ST-150 и исследование походки на системе C-Mill. Этапы ДТ и ПТ проводили в обеих группах. Повторное обследование на этапе ПО выполняли только пациентам основной группы после вентрикулоперитонеального шунтирования.

Уже до тап-теста у пациентов с ИНТГ одновременно регистрировались нарушения постурального контроля и пространственно-временной организации походки. Вместе с тем большинство исходных показателей в основной группе и группе сравнения существенно не различалось. Поэтому однократная регистрация локомоторного дефицита не позволяла надёжно разграничить ИНТГ и заболевания иной природы со сходными двигательными проявлениями. Более информативной становилась оценка того, как клинические и инструментальные показатели изменялись после ликворной разгрузки.

Выявленные особенности соответствуют описанному в литературе двигательному нарушению ИНТГ (Montero-Odasso M. et al., 2012; Öztop-Çakmak Ö. et al., 2023; Rovira À. et al., 2026). По данным C-Mill у обследованных пациентов также регистрировались снижение скорости передвижения, уменьшение длины шага, увеличение времени двойной опоры и нарушение структуры локомоторного цикла.

Компьютерная стабилOMETрия выявила увеличение площади статокинезиограммы, снижение устойчивости вертикальной позы, отклонения параметров смещения центра давления и опорную асимметрию. Эти результаты указывают на вовлечение механизмов поддержания равновесия и позволяют рассматривать двигательные нарушения при ИНТГ как единый постурально-локомоторный синдром. До применения количественных инструментальных методов затруднения при вставании, изменении положения тела и выполнении поворотов характеризовали преимущественно на основании клинического наблюдения и функциональных проб (Легзайдин М.А. и соавт., 2015; Гаврилов Г.В. и соавт., 2016). В настоящей работе постуральные нарушения получили

дополнительную объективную оценку по данным компьютерной стабилотрии ST-150.

На этапе ДТ клинические и локомоторные характеристики в обеих группах оставались близкими. Медиана оценки походки по шкале iNPHGS составляла 3 [2–3] балла как в основной группе, так и в группе сравнения; статистически значимого межгруппового различия по суммарному баллу также не установлено. Тест со стулом пациенты с ИНТГ выполняли за 15,0 [14,0–16,0] с, участники группы сравнения — за 15,0 [14,0–15,0] с. Время ходьбы на дистанцию 10 метров в обеих группах составляло 14,0 с. Исходные показатели C-Mill, включая длину и ширину шага, скорость и частоту ходьбы, продолжительность шагового цикла и время двойной опоры, также существенно не различались.

Сопоставимость исходных результатов имеет самостоятельное диагностическое значение. Она показывает, что замедление ходьбы, изменение опорных фаз и постуральная нестабильность встречаются не только при ИНТГ, но и при других заболеваниях, сопровождающихся локомоторным дефицитом.

Принципиальное значение для определения дальнейшей тактики хирургического лечения имел анализ динамики двигательной функции после тап-теста. В работах A.J.W. Boon и соавт., A. Saldarriaga-Cantillo и соавт. показано, что тап-тест помогает выявить обратимый компонент клинических нарушений и уточнить прогноз хирургического вмешательства (Boon A.J.W. et al., 2000; Saldarriaga-Cantillo A. et al., 2020). А информативность пробы зависит от способа оценки, исходной выраженности двигательного дефицита и чувствительности используемых тестов.

После ликворной разгрузки различия между группами стали отчётливыми. В основной группе медиана оценки походки по шкале iNPHGS снизилась до 1 [1–1] балла, тогда как в группе сравнения она составляла 2 [2–3] балла. Суммарный показатель шкалы равнялся соответственно 3 [2–4] и 5 [4–5] баллам; межгрупповые различия были статистически значимыми.

Изменения прослеживались и при выполнении функциональных тестов. Время теста со стулом в основной группе уменьшилось до 13,5 [12,0–14,0] с,

ходьбы на дистанцию 10 метров — до 12,0 [11,0–13,0] с. Для каждого задания медиана сокращения времени составила 2 с, или 11 и 12 % соответственно. В группе сравнения подобной динамики не зарегистрировано. При этом оба теста характеризовали главным образом быстроту выполнения задания и не позволяли отдельно оценить постуральный контроль и пространственно-временную организацию походки.

Компьютерная стабилметрия ST-150 выявила различия, не отражённые функциональными пробами. После тап-теста площадь статокинезиограммы в пробе Ромберга с открытыми глазами составляла 193 [112–232] мм² в основной группе и 345 [242–508] мм² в группе сравнения. При закрытых глазах значения равнялись 257 [227–300] и 400 [330–604] мм² соответственно. Медиана коэффициента Ромберга составила 203 [124–279] усл. ед. у пациентов основной группы и 447 [391–632] усл. ед. в группе сравнения. Сходные межгрупповые различия регистрировались и в других стабилметрических пробах.

По отношению к этапу ДТ площадь статокинезиограммы в основной группе уменьшилась во всех анализируемых условиях. Медиана абсолютного снижения достигала 190 мм² в пробе Ромберга с открытыми глазами, 222 мм² — в комбинированной, 331 мм² — в статической и 246 мм² — в стресс-пробе. В относительном выражении изменение составляло 40–59 %. Снижение показателя сохранялось при различной сенсорной нагрузке, охватывая несколько условий исследования постурального контроля.

После тап-теста изменились пространственно-временные характеристики походки. В основной группе медиана длины шага достигла 61,5 [57,0–67,7] см, в группе сравнения — 53,5 [45,8–57,8] см. Скорость ходьбы составляла соответственно 1,00 [1,00–1,10] и 0,60 [0,53–0,70] м/с. У пациентов с ИНТГ одновременно уменьшались ширина шага, продолжительность шагового цикла и время двойной опоры. Медиана последнего показателя равнялась 21,0 [20,0–22,0] %, тогда как в группе сравнения сохранялась на уровне 44,0 [39,0–48,8] %.

При внутригрупповой оценке длина шага после ликворной разгрузки увеличилась на 12 см, скорость ходьбы — на 0,3 м/с. Время двойной опоры

сократилось на 16 %, точность попадания на визуальные метки повысилась на 26,5 %; для всех четырёх показателей различия достигали статистической значимости ($p < 0,001$). Изменение не менее чем на 10 % зарегистрировано у 72 % пациентов по длине шага, у 84 % — по скорости ходьбы, у 98 % — по времени двойной опоры и у 94 % — по точности выполнения задания. В группе сравнения сходная совокупность изменений отсутствовала и по отдельным показателям встречалась лишь в единичных наблюдениях.

Практическое значение инструментального обследования особенно проявилось в 6 случаях с неоднозначной динамикой теста со стулом и ходьбы на 10 метров. У четырёх пациентов после тап-теста на ST-150 и C-Mill была зарегистрирована положительная динамика локомоторной функции. Коэффициент Ромберга в этой подгруппе уменьшился с 616 до 246 усл. ед., время двойной опоры — с 35,0 до 22,0 %. Эти результаты учитывали при обосновании вентрикулоперитонеального шунтирования. У двух других пациентов инструментальных признаков улучшения не выявлено: коэффициент Ромберга сохранялся на уровне 728 усл. ед., время двойной опоры составляло 49,0 %. Хирургическое лечение им не выполняли. В подобных наблюдениях количественная оценка равновесия и походки дополняла функциональные тесты при выборе дальнейшей тактики.

Роль инструментального обследования определялась выраженностью реакции на тап-тест. При явном клиническом улучшении показатели ST-150 и C-Mill давали его количественную характеристику и дополняли результаты функциональных тестов. Если изменения были умеренными или трактовались неоднозначно, сопоставление параметров равновесия и походки помогало установить направленность локомоторной динамики и учитывалось при выборе тактики лечения.

Необходимость такого сопоставления подтверждалась межгрупповыми различиями после ликворной разгрузки и результатами анализа шести сомнительных наблюдений. Поэтому при решении вопроса о хирургическом лечении изменения клинического состояния следует рассматривать вместе с

данными компьютерной стабилотрии и исследования походки. Особое значение это имеет в случаях, когда тест со стулом и ходьба на 10 метров не позволяют однозначно оценить ликвор-зависимый компонент двигательных нарушений.

После вентрикулоперитонеального шунтирования положительная динамика сохранялась. Медиана оценки походки по шкале iNPHGS уменьшилась с 1 [1–1] балла на этапе ПТ до 0 [0–0] баллов на этапе ПО. Такое же изменение зарегистрировано по когнитивному разделу шкалы. Суммарный балл снизился с 3 [2–4] до 1 [0–1]; различия между этапами были статистически значимыми.

На этапе ПО медиана времени выполнения теста со стулом составляла 12,0 [11,0–12,7] с, прохождения дистанции 10 метров — 11,0 [10,0–12,0] с. Относительно результатов, зарегистрированных после тап-теста, первый показатель уменьшился ещё на 2 с, второй — на 1 с. Таким образом, после шунтирования положительная динамика функциональных тестов продолжалась.

Послеоперационные изменения были также зарегистрированы при компьютерной стабилотрии. В пробе Ромберга с открытыми глазами площадь статокинезиограммы снизилась до 85,0 [79,2–92,7] мм², а коэффициент Ромберга — до 101 [82,2–171] усл. ед. В статической пробе площадь колебаний центра давления составляла 183 [164–222] мм², в стресс-пробе — 216 [190–277] мм². По сравнению с этапом ПТ дополнительное уменьшение площади достигало 86,0 мм² в пробе Ромберга, 162 мм² в статической и 91,5 мм² в стресс-пробе.

После операции нормальные категориальные оценки регистрировались по нескольким характеристикам постурального контроля. В пробе Ромберга нормальный уровень равновесия отмечен у 39 пациентов (78 %). Фронтальная и сагиттальная асимметрия отсутствовала у 84 % обследованных. В пробе стопной рецепции нормальная оценка равновесия установлена у 84 % пациентов, качества рецепции — у 88 %. К нормальной категории когнитивного контроля были отнесены 82 % результатов статической пробы и 86 % результатов стресс-пробы. Послеоперационное распределение показателей охватывало различные компоненты поддержания вертикальной позы.

На системе C-Mill медиана длины шага на этапе ПО составляла 71,0 [70,0–72,0] см, скорость ходьбы — 1,20 [1,10–1,20] м/с. Ширина шага уменьшилась до 4,00 [3,00–4,00] см, а время двойной опоры сохранялось на уровне 21,0 [20,0–22,0] %. По сравнению с этапом ПТ длина шага увеличилась ещё на 8,0 см, скорость ходьбы — на 0,10 м/с.

В раннем послеоперационном периоде наиболее отчётливая динамика отмечалась по характеристикам походки, функциональной мобильности и постурального контроля. Это соответствует данным литературы о более раннем регрессе двигательных нарушений после ЛШО по сравнению с другими проявлениями ИНТГ. В настоящей работе этот результат подтверждался динамикой шкалы iNPHGS, функциональных тестов, показателей компьютерной стабилотрии ST-150 и исследования походки на системе C-Mill.

После вентрикулоперитонеального шунтирования продолжали увеличиваться длина и скорость шага, одновременно уменьшалась площадь постуральных колебаний. Время двойной опоры, точность выполнения заданий и отдельные показатели стопной рецепции изменялись менее заметно либо сохранялись на уровне, достигнутом после тап-теста. Вероятно, отдельные компоненты локомоторной функции восстанавливаются с неодинаковой скоростью. Поэтому ранний результат операции следует оценивать по совокупности клинических, функциональных и инструментальных данных, а не по динамике одного показателя.

Полученные результаты были положены в основу алгоритма комплексной оценки локомоторной функции при ИНТГ. Он предусматривает последовательное сопоставление данных клинического обследования, функциональных тестов, компьютерной стабилотрии ST-150 и исследования походки на системе C-Mill до тап-теста, после ликворной разгрузки и на 10-е сутки после хирургического лечения. При неоднозначном изменении функциональных проб инструментальные показатели дополняют клиническую оценку и помогают уточнить показания к операции. После шунтирования тот же комплекс методов используется для количественной характеристики ранней послеоперационной динамики.

Предложенная схема дополняет стандартную диагностику количественной оценкой постурального контроля и пространственно-временных характеристик ходьбы. Наибольшую практическую ценность она имеет при неоднозначном ответе на тап-тест, когда клиническая шкала и функциональные пробы не дают достаточных оснований для выбора лечебной тактики. В подобных случаях данные ST-150 и C-Mill позволяют уточнить ликвор-зависимый характер двигательных нарушений, обосновать показания к вентрикулоперитонеальному шунтированию и впоследствии оценить ранний результат операции по тем же параметрам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Идиопатическая нормотензивная гидроцефалия сохраняет клиническую значимость как одна из потенциально обратимых причин двигательных, когнитивных и расстройств мочеиспускания. В структуре заболевания ведущую роль нередко играет локомоторный дефицит. Изменения походки и равновесия могут предшествовать другим компонентам триады Хаким–Адамса, ограничивать повседневную активность, повышать риск падений и влиять на решение вопроса о хирургическом лечении (Passos-Neto C.E.B. et al., 2022; Hamilton M.G. et al., 2025; Campo-Caballero D. et al., 2026).

Распознавание ИНТГ осложняется сходством её двигательных проявлений с сосудистыми, дегенеративными, экстрапирамидными и ортопедическими заболеваниями. По этой причине клинические данные, результаты нейровизуализации и ответ на тап-тест следует рассматривать в совокупности. Особенно важной становится объективизация локомоторной функции, позволяющая определить, связан ли двигательный дефицит с нарушением ликвородинамики и может ли он регрессировать после шунтирующего вмешательства (Гаврилов Г.В. и соавт., 2019; Ishikawa M. et al., 2012; Nakajima M. et al., 2021; Passaretti M. et al., 2023).

В работе использован комплекс клинико-функциональных и инструментальных методов, включавший компьютерную стабилometriю ST-150 и исследование походки на системе C-Mill. Последовательное обследование до тап-теста, после ликвородинамической пробы и после операции позволило проследить изменения постурального контроля и пространственно-временной организации ходьбы на основных этапах диагностики и лечения.

В исследование включены 80 пациентов с нарушениями ходьбы и равновесия. У 50 из них была подтверждена идиопатическая нормотензивная гидроцефалия; после завершения диагностического этапа этим пациентам выполнили вентрикулоперитонеальное шунтирование. Группу сравнения

составили 30 обследованных с локомоторными расстройствами иной этиологии, направленных для исключения ликворной патологии.

Двигательную функцию исследовали по одинаковой схеме с использованием шкалы iNPHGS, функциональных проб, компьютерной стабилотрии ST-150 и системы C-Mill. В основной группе клинические, функциональные и инструментальные показатели регистрировали последовательно: до тап-теста, после ликворной разгрузки и на 10-е сутки после операции.

На этапе ДТ у пациентов обеих групп отмечались сходные по выраженности нарушения ходьбы и равновесия. По большинству изученных параметров межгрупповые различия отсутствовали ($p > 0,05$). Исходное обследование само по себе поэтому не всегда позволяло отличить ИНТГ от заболеваний иной природы с похожими локомоторными проявлениями. Данные ST-150 отражали состояние постурального контроля, а исследование на системе C-Mill давало количественную характеристику пространственно-временных параметров походки.

После тап-теста в основной группе снижались оценки нарушений походки по шкале iNPHGS и время выполнения функциональных проб. Одновременно уменьшалась постуральная нестабильность и изменялись параметры ходьбы. Динамика не менее чем на 10 % отмечена у 82–100 % пациентов по стабилотрическим показателям и у 72–98 % — по данным C-Mill. В группе сравнения сопоставимого ответа на ликворную разгрузку не зарегистрировано. Наибольшую диагностическую информацию в этих условиях давало сопоставление исходных показателей с их изменениями после тап-теста.

На 10-е сутки после вентрикулоперитонеального шунтирования положительная динамика, зарегистрированная после тап-теста, сохранялась. Дополнительные изменения отмечались по клиническим проявлениям ИНТГ, функциональным тестам, показателям постурального контроля и пространственно-временным характеристикам походки. Совпадение направленности изменений на этапах ПТ и ПО указывало на обратимость ликвор-зависимой составляющей локомоторных нарушений. Повторное обследование после операции давало количественную характеристику раннего результата хирургического лечения.

Результаты исследования были положены в основу алгоритма комплексной оценки локомоторной функции при ИНТГ для обоснования показаний к хирургическому лечению. До тап-теста и после ликворной разгрузки последовательно сопоставляются клинические данные, результаты функциональных проб, компьютерной стабилومتрии ST-150 и исследования походки на системе C-Mill. Если динамика теста со стулом и ходьбы на 10 метров остаётся неоднозначной, инструментальные показатели позволяют установить направленность изменений равновесия и походки и учитываются при выборе лечебной тактики. После шунтирования тот же протокол используется для оценки ранней послеоперационной динамики. Алгоритм объединяет этапы обследования в единую последовательность и помогает обосновывать показания к вентрикулоперитонеальному шунтированию, сопоставляя предполагаемый ответ на операцию с результатами ликворной разгрузки.

Поэтапное изучение локомоторной функции составляет основу предложенного подхода к обследованию пациентов с ИНТГ. Показатели компьютерной стабилومتрии ST-150 и системы C-Mill количественно характеризуют нарушения равновесия и походки, дополняя клинические данные и результаты функциональных тестов. Наибольшее практическое значение их сопоставление приобретает при неоднозначной реакции на ликвородинамическую пробу, когда стандартные тесты не дают достаточных оснований для выбора хирургической тактики. В подобных ситуациях разработанный алгоритм помогает уточнить показания к вентрикулоперитонеальному шунтированию, а повторное обследование после операции — оценить раннюю динамику локомоторной функции.

Существенным результатом исследования стало подтверждение ведущей роли объективных методов для анализа характеристик локомоторных функций при оценке динамики двигательных расстройств. Применение компьютерной стабилومتрии и сенсорно-моторных технологий анализа ходьбы позволило выявлять многоуровневые изменения организации движения, которые не всегда адекватно отражаются при традиционной клинической шкальной оценке.

Комплексное использование указанных подходов расширяет возможности функциональной диагностики и способствует объективизации отбора пациентов для хирургического лечения, прогнозированию его эффективности и стандартизации оценки локомоторной функции у пациентов с ИНТГ.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что структура локомоторных нарушений у пациентов с идиопатической нормотензивной гидроцефалией представлены сочетанием нарушений постурального контроля и пространственно-временных параметров походки, выявляемых при компьютерной стабилومتрии и исследовании на C-Mill ($p > 0,05$). После тап-теста у пациентов основной группы отмечалась статистически значимая положительная динамика локомоторных показателей, при этом клинически значимое улучшение ($>10\%$) по стабилметрическим пробам регистрировалось по разным пробам в 82 - 100% пациентов, по данным C-Mill – в 72 - 98% пациентов основной группы, тогда как в группе сравнения статистически достоверных изменений не было ($p < 0,001$).

2. Сравнительный анализ показателей нарушения походки при применении методов КС и C-Mill на этапах до тап-теста, после тап-теста и после хирургического лечения продемонстрировал поэтапный характер восстановления двигательной функции ($p < 0,001$), хирургическое вмешательство приводит к дальнейшему улучшению выявленных двигательных нарушений.

3. Разработан алгоритм определения показаний к хирургическому лечению пациентов с идиопатической нормотензивной гидроцефалией, основанный на последовательной оценке клинических данных, результатов тап-теста, компьютерной стабилومتрии ST-150 и сенсорно-беговой системы C-Mill. Применение алгоритма позволяет объективизировать результаты обследования, уточнить показания к хирургическому лечению и прогнозировать его эффективность ($p < 0,001$).

4. Применение компьютерной стабилومتрии ST-150 и сенсорно-беговой системы анализа походки C-Mill обеспечивает количественную оценку нарушений локомоторной функции и их динамики на различных этапах диагностики и хирургического лечения идиопатической нормотензивной гидроцефалии, а в клинически сомнительных (неоднозначных) случаях после тап-теста позволяет в

большей степени объективизировать динамику локомоторной функции, повышая точность дифференциальной диагностики и показания к хирургическому лечению ($p < 0,001$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При обследовании пациентов с подозрением ИНТГ целесообразно применять объективные инструментальные методы анализа двигательной функций — компьютерную стабилometriю ST-150 и систему C-Mill — для количественной оценки нарушений локомоторной функции.

2. Компьютерная стабилometriя и система C-Mill могут использоваться на различных этапах диагностики и хирургического лечения (до тап-теста, после тап-теста и в послеоперационном периоде) для динамического мониторинга двигательных нарушений.

3. При выборе тактики хирургического лечения решение о выполнении ликворорешунтирующей операции следует основывать на совокупной оценке клинических данных, результатов тап-теста и показателей, полученных при компьютерной стабилometriи ST-150 и исследовании на сенсорно-беговой системе C-Mill. Такой подход повышает обоснованность отбора пациентов и способствует прогнозированию эффективности хирургического лечения.

4. При неоднозначных результатах функциональных тестов после тап-теста для уточнения характера изменений локомоторной функции и определения дальнейшей лечебной тактики целесообразно дополнительно учитывать данные компьютерной стабилometriи ST-150 и сенсорно-беговой системы C-Mill

5. Разработанный алгоритм комплексной оценки локомоторной функции может быть использован в специализированных неврологических и нейрохирургических центрах для стандартизации обследования пациентов с идиопатической нормотензивной гидроцефалией, уточнения показаний к хирургическому лечению и повышения объективности принятия клинических решений.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Перспективы дальнейших исследований связаны с углублением анализа динамики локомоторной функции у больных с ИНТГ при увеличении сроков наблюдения, что позволит более точно охарактеризовать процессы стабилизации двигательных функций и особенности формирования отдалённых функциональных исходов после хирургического вмешательства.

Актуальным направлением остаётся изучение соотношений между изменениями объективных показателей локомоции и структурно-функциональным состоянием центральной нервной системы по данным нейровизуализационных и нейрофизиологических методов, что может расширить представления о механизмах восстановления регуляции движения при коррекции ликвородинамических нарушений.

Дальнейшее развитие темы связано с определением наиболее информативных сочетаний количественных методов оценки локомоторной функции. Сравнение различных сочетаний количественных методов позволит определить их место в функциональной диагностике ИНТГ, оценке реакции на ликворную разгрузку и последующем наблюдении за результатами хирургического лечения.

При интерпретации результатов следует учитывать характеристики обследованной выборки. В исследование включали пациентов типичной для ИНТГ возрастной группы, поэтому двигательные нарушения развивались на фоне возрастных и дегенеративных изменений центральной нервной системы. Сопутствующая патология и исходная выраженность локомоторного дефицита различались, что обуславливало клиническую неоднородность группы и требовало индивидуальной оценки функциональных показателей.

Применение компьютерной стабилотрии и систем инструментального анализа походки пока преимущественно возможно в специализированных клинических центрах. Ограниченная доступность оборудования может затруднять

включение этих методов в повседневную практику, несмотря на их информативность при динамической оценке локомоторной функции.

Перечисленные особенности не снижают достоверности полученных результатов, а отражают клиническую сложность исследуемого контингента и подчёркивают необходимость применения объективных методов при анализе двигательных нарушений у пациентов с ИНТГ.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АД – артериальное давление

БА – болезнь Альцгеймера

БП – болезнь Паркинсона

вНТГ – вторичная нормотензивная гидроцефалия

ВПШ – вентрикулоперитонеальное шунтирование

ВЧД – внутричерепное давление

ДТ – этап до проведения тап-теста

ИНТГ – идиопатическая нормотензивная гидроцефалия

КС – компьютерная стабилметрия

КТ – компьютерная томография

ЛПШ – люмбоперитонеальное шунтирование

ЛШО – ликворошунтирующая операция

МР – магнитно-резонансный (-ая)

МРТ – магнитно-резонансная томография

НЛД – наружное люмбальное дренирование

НТГ – нормотензивная гидроцефалия

окГЦ – окклюзионная гидроцефалия

ПО – тап после операции

ПТ – этап после проведения тап-теста

С-Mill – сенсорно-моторная беговая дорожка С-Mill

СТ – стабилметрия

СТ-150 – стабилметрическая платформа ST-150

ЦНС – центральная нервная система

ЦСЖ – цереброспинальная жидкость

ЭТВС – эндоскопическая тривентрикулоцистерностомия

CSF – cerebrospinal fluid – «цереброспинальная жидкость»

iNPH – idiopathic normal pressure hydrocephalus – «идиопатическая нормотензивная гидроцефалия»

S – площадь статокинезиограммы

$\Delta/\Delta\%$ – абсолютное и относительное изменение

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абытов, С. А. Оценка и анализ двигательной дисфункции при идиопатической нормотензивной гидроцефалии с применением компьютерной стабиллометрии / С. А. Абытов, Г. В. Гаврилов, В. Ю. Черebilло // Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. – 2024. – № 4. – С. 511-521.
2. Арендт, А. А. Гидроцефалия и её хирургическое лечение / А. А. Арендт. – М. : Изд-во АМН СССР, 1948. – 202 с.
3. Берснев, В. П. Современные проблемы диагностики и хирургического лечения гидроцефалии / В. П. Берснев // Вопросы нейрохирургии. – 1995. – № 1. – С. 16-18.
4. Возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике идиопатической нормотензивной гидроцефалии / Г. В. Гаврилов, С. А. Абытов, В. Ю. Черebilло [и др.] // Лучевая диагностика и терапия. – 2019. – № 4. – С. 5-12.
5. Гаврилов, Г. В. Идиопатическая нормотензивная гидроцефалия: патогенез, диагностика, дифференцированное хирургическое лечение : дис. ... д-ра мед. наук / Гаврилов Г. В. – СПб., 2020. – 332 с.
6. Гаврилов, Г. В. Эндоскопическая тривентрикулоцистерностомия в лечении окклюзионной гидроцефалии : дис. ... канд. мед. наук / Гаврилов Г. В. – СПб., 2010. – 170с.
7. Гидроцефалия. Патогенез, диагностика, хирургическое лечение / В. А. Хачатрян, В. П. Берснев, А. Е. Коршунов [и др.]. – СПб., 1998. – 231 с.
8. Гисматуллина, Э. И. Нормотензивная гидроцефалия. Клиническое наблюдение / Э. И. Гисматуллина, Н. В. Токарева, Р. Г. Есин // Практическая медицина. – 2012. – Т. 57, № 2. – С. 192-194.
9. Диагностика и тестирование двигательной патологии инструментальными средствами / Д. В. Скворцов, А. В. Романов, В. И. Скворцова [и др.] // Вестник восстановительной медицины. – 2013. – № 5. – С. 74-78.

10. Иванова, М. Ф. Нормотензивная гидроцефалия (синдром Хакима–Адамса): исторические и современные аспекты диагностики, лечения, клиническая значимость в практике невролога / М. Ф. Иванова, А. В. Семенова // Журнал неврології им. Б.М. Маньковського. – 2015. – № 3-4. – С. 47-55.
11. Идиопатическая нормотензивная гидроцефалия как современная медицинская проблема / Г. В. Гаврилов, Д. В. Свистов, А. В. Станишевский [и др.] // Клиническая патофизиология. – 2016. – Т. 22, № 3. – С. 70-80.
12. Идиопатическая нормотензивная гидроцефалия. Ретроспектива гипотез патогенеза и современные теории / Г. В. Гаврилов, Д. В. Свистов, С. А. Абытов [и др.] // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 2020. – Т. 64, № 3. – С. 146-155.
13. Идиопатическая нормотензивная гидроцефалия: современные подходы к диагностике и возможности медикаментозного лечения / В. Ю. Лобзин, Г. В. Гаврилов, С. А. Абытов [и др.] // Эффективная фармакотерапия. – 2021. – Т. 17, № 10. – С. 6-13.
14. Инструкции для оператора C-Mill: C-Mill: клинические ноу-хау : методическое руководство / Motekforce Link. – Версия от 14.01.2019. – 32 с.
15. Инструкция для оператора C-Mill. Клиническое руководство [Электронный ресурс] / Motekforce Link. – С. 5-15. – Режим доступ: <http://www.motekforcelink.com>.
16. Клинический анализ движений. Анализ походки / Иваново : НПЦ «Стимул», 1996. – 344 с.
17. Коммунаров, В. В. Выбор параметров имплантируемой дренажной системы в лечении гидроцефалии : дис. ... канд. мед. наук / Коммунаров В. В.. – СПб., 2003. – 147 с.
18. Коршунов, А. Е. Программируемые шунтирующие системы в лечении гидроцефалии / А. Е. Коршунов // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2003. – Т. 3. – С. 36-39.
19. Кравчук, А. Д. Моносимптомное клиническое течение посттравматической нормотензивной гидроцефалии / А. Д. Кравчук, Л. Б.

Лихтерман, В. А. Шурхай // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2011. – Т. 75, № 1. – С. 42-46.

20. Кубряк, О. В. Исследование опорных реакций человека (постурография, стабилометрия) и биологическая обратная связь в программе STPL / О. В. Кубряк, С. С. Гроховский, А. В. Доброродный. – М. : Мера-ТСП, 2018. – 121 с.

21. Кубряк, О. В. Руководство по работе с программой STPL / О. В. Кубряк, С. С. Гроховский, А. В. Доброродный. – М. : Мера-ТСП, 2016. – 34 с.

22. Легздайн, М. А. Клинические рекомендации по лечению нормотензивной гидроцефалии у взрослых / М. А. Легздайн, Г. В. Гаврилов, Д. В. Свистов // Клинические рекомендации. – 2015. – Т. 16. – С. 1-4.

23. Орышич, Н. А. Клинические и патогенетические особенности синдрома хронической гидроцефалии у лиц пожилого возраста : дис. ... канд. мед. наук / Н. А. Орышич. – М., 2006. – 145 с.

24. Особенности минимально-инвазивных вмешательств при окклюзионных формах гидроцефалии / К. А. Самочерных, К. И. Себелев, В. А. Хачатрян [и др.] // Нейрохирургия и неврология детского возраста. – 2010. – № 3-4 (25-26). – С. 95-105.

25. Оценка постуральной функции в клинической практике / В. И. Скворцова, Д. В. Скворцов, А. В. Романов [и др.] // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2013. – № 6. – С. 8-15.

26. Первый опыт применения лапароскопической ассистенции для позиционирования перитонеального катетера при вентрикулоперитонеальном шунтировании у взрослых в клинике нейрохирургии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова / М. Д. Бурмакина, Г. В. Гаврилов, С. А. Абытов [и др.] // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2026. – Т. 90, № 4. – С. 21-29.

27. Персонализированный подход к лечению гидроцефалии, ассоциированной с медуллобластомой у детей / М. С. Николаенко, К. А. Самочерных, Н. К. Самочерных, А. Ю. Воеводкина // Российский журнал персонализированной медицины. – 2025. – Т. 5, № 1. – С. 87-93.

28. Применение сенсорной беговой дорожки C-Mill при лечении пациентов с идиопатической нормотензивной гидроцефалией / С. А. Абытов, Г. В. Гаврилов, Т. А. Скоромец [и др.] // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2025. – Т. 89, № 1. – С. 75-82.
29. Скворцов, Д. В. Диагностика двигательной патологии инструментальными методами: анализ походки, стабилметрия / Д. В. Скворцов. – М., 2007. – С. 435-440.
30. Скворцов, Д. В. Диагностика двигательной патологии инструментальными методами: анализ походки, стабилметрия / Д. В. Скворцов. – 2007. – 650 с.
31. Скворцов, Д. В. Стабилметрическое исследование: краткое руководство / Д. В. Скворцов. – М. : Маска, 2010. – 172 с.
32. Способ подбора пропускного давления шунтирующей системы в хирургическом лечении гидроцефалии: Патент на изобретение RU 2219968 С2 / В.А. Хачатрян, В.В. Коммунаров, К.А. Самочерных, А.В. Ким; заявитель и патентообладатель РНХИ им. проф. А.Л. Поленова. – 2001114241/14 / заявл. 23.05.2001; опубл. 27.12.2003. – 7с.
33. Стабилметрия для контроля процесса реабилитации / А. В. Мещеряков, М. Н. Смагин, И. В. Толмачев [и др.] // Курортная медицина. – 2017. – № 2. – С. 55-61.
34. Хачатрян, В. А. Гидроцефалия. Патогенез и патогенетическое лечение / В. А. Хачатрян // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова. – 2014. – Т. 6, № 2. – С. 60-68.
35. Хачатрян, В. А. Патогенез и хирургическое лечение гипертензионной гидроцефалии / В. А. Хачатрян. – СПб., 1991. – 194 с.
36. A review of cognitive impairment and differential diagnosis in idiopathic normal pressure hydrocephalus / M. Picascia, C. Vitale, F. De Falco [et al.] // Functional Neurology. – 2016. – Vol. 30, No. 4. – P. 217-226.
37. Accuracy and safety of 1-day external lumbar drainage of CSF for shunt selection in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus / P. Gallina, G.

Lastrucci, S. Caini [et al.] // *Journal of Neurosurgery*. – 2018. – Vol. 131, No. 4. – P. 1011-1017.

38. Amyloid and tau proteins in cortical brain biopsy and Alzheimer's disease / V. Leinonen, A.M. Koivisto, S. Savolainen [et al.] // *Annals of Neurology*. – 2010. – Vol. 68, No. 4. – P. 446-453.

39. Andersson, N. Assessment of cerebrospinal fluid outflow conductance using constant-pressure infusion — a method with real-time estimation of reliability / N. Andersson, J. Malm, A. Eklund // *Physiological Measurement*. – 2005. – Vol. 26, No. 6. – P. 1137-1148.

40. Ascites and abdominal pseudocysts following ventriculoperitoneal shunt surgery: variations of the same theme / R. Kariyattil, P. Steinbok, A. Singhal [et al.] // *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*. – 2007. – Vol. 106, No. 5. – P. 350-353.

41. Assessing walking adaptability in Parkinson's disease: "the interactive walkway" / D. J. Geerse, M. Roerdink, J. Marinus, J.J. van Hilten // *Frontiers in Neurology*. – 2018. – Vol. 9. – Art. 1096.

42. Automatized, standardized, and patient-tailored progressive walking-adaptability training: a proof-of-concept study / C. Timmermans, M. Roerdink, T.W. J. Janssen [et al.] // *Physical Therapy*. – 2019. – Vol. 99, No. 7. – P. 882-892.

43. Beck, A. T. An inventory for measuring depression / A. T. Beck // *Archives of General Psychiatry*. – 1961. – Vol. 4. – P. 53-63.

44. Bradley, W. G. CSF flow in the brain in the context of normal pressure hydrocephalus / W. G. Bradley // *American Journal of Neuroradiology*. – 2015. – Vol. 36, No. 5. – P. 831-838.

45. Bräutigam, K. Pathogenesis of idiopathic normal pressure hydrocephalus: a review of knowledge / K. Bräutigam, A. Vakis, C. Tsitsipanis // *Journal of Clinical Neuroscience*. – 2019. – Vol. 61. – P. 10-13.

46. Brean, A. Assessment of idiopathic normal pressure patients in neurological practice: the role of lumbar infusion testing for referral of patients to neurosurgery / A. Brean, P. K. Eide // *European Journal of Neurology*. – 2008. – Vol. 15, No. 6. – P. 605-612.

47. Bugalho, P. Gait dysfunction in Parkinson's disease and normal pressure hydrocephalus: a comparative study / P. Bugalho, L. Alves, R. Miguel // *Journal of Neural Transmission*. – 2013. – Vol. 120. – P. 1201-1207.
48. Cases of familial idiopathic normal pressure hydrocephalus implicate genetic factors in disease pathogenesis / A. B. W. Greenberg, N. H. Mehta, K. Y. Mekbib [et al.] // *Cerebral Cortex*. – 2023. – Vol. 33, No. 23. – P. 11400-11407.
49. Cerebral perfusion measured by dynamic susceptibility contrast MRI is reduced in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus / D. Ziegelitz, G. Starck, D. Kristiansen [et al.] // *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. – 2014. – Vol. 39, No. 6. – P. 1533-1542.
50. Changes in cerebral blood flow during cerebrospinal fluid pressure manipulation in patients with normal pressure hydrocephalus: a methodological study / B. K. Owler, A. Pena, S. Momjian [et al.] // *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. – 2004. – Vol. 24, No. 5. – P. 579-587.
51. Clinical and Radiological Evolution of Idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus: A Critical Review / D. Campo-Caballero, E. Ash, A. Fasano [et al.] // *Movement Disorders Clinical Practice*. – 2026. – Vol. 13, No. 3. – P. 647-656.
52. Cognitive impairment in idiopathic normal pressure hydrocephalus / H. Xiao, D. Guo, Y. Ding [et al.] // *Neuroscience Bulletin*. – 2022. – Vol. 38, No. 9. – P. 1085-1096.
53. Cognitive impairment in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus / A. Ogino, Y. Suzuki, M. Murakami [et al.] // *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*. – 2006. – Vol. 21, No. 2. – P. 113-119.
54. Communicating hydrocephalus induced by mechanically increased amplitude of the intraventricular cerebrospinal fluid pressure: experimental studies / C. Di Rocco, V. E. Pettorossi, M. Caldarelli, [et al.] // *Experimental Neurology*. – 1978. – Vol. 59, No. 1. – P. 40-52.
55. Comparative analysis of the gait disorder of normal pressure hydrocephalus and Parkinson's disease / H. Stolze, J. Kuhtz-Buschbeck, H. Drucke [et

al.] // Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. – 2001. – Vol. 70, No. 3. – P. 289-297.

56. CSF tap test — obsolete or appropriate test for predicting shunt responsiveness? A systematic review / M. Mihalj, I. K. Lukić, K. Kolić [et al.] // Journal of the Neurological Sciences. – 2016. – Vol. 362. – P. 78-84.

57. Czosnyka, Z. Long-term monitoring of intracranial pressure in normal pressure hydrocephalus and other CSF disorders / Z. Czosnyka, M. Czosnyka // Acta Neurochirurgica. – 2017. – Vol. 159, No. 10. – P. 1979-1980.

58. Damasceno, B. P. Neuroimaging in normal pressure hydrocephalus / B. P. Damasceno // Dementia & Neuropsychologia. – 2015. – Vol. 9, No. 4. – P. 350-355.

59. Dandy, W. E. An experimental and clinical study of internal hydrocephalus / W. E. Dandy, K. D. Blackfan // Journal of the American Medical Association. – 1913. – Vol. 61, No. 25. – P. 2216-2217.

60. Dandy, W. E. Extirpation of the choroid plexus of the lateral ventricles in communicating hydrocephalus / W. E. Dandy // Annals of Surgery. – 1918. – Vol. 68, No. 6. – P. 569-579.

61. Deconstructing normal pressure hydrocephalus: ventriculomegaly as early sign of neurodegeneration / A. J. Espay, G. Andrés, A. K. Dwivedi [et al.] // Annals of Neurology. – 2017. – Vol. 82, No. 4. – P. 503-513.

62. Default mode network connectivity in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus / H. M. Khoo, H. Kishima, N. Tani [et al.] // Journal of Neurosurgery. – 2016. – Vol. 124, No. 2. – P. 350-358.

63. Del Bigio, M. R. Nonsurgical therapy for hydrocephalus: a comprehensive and critical review / M. R. Del Bigio, D. L. Di Curzio // Fluids and Barriers of the CNS. – 2015. – Vol. 13. – Art. 3.

64. Deutsch, J. E. Using virtual reality to improve walking post-stroke: translation to individuals with diabetes / J. E. Deutsch // Journal of Diabetes Science and Technology. – 2011. – Vol. 5, No. 2. – P. 309-314.

65. Di Rocco, C. Endoscopic third ventriculostomy: Technique and indications in the pediatric population / C. Di Rocco, C. Sainte-Rose, J. A. Grotenhuis // *Neurosurgery*. – 2006. – Vol. 58, Suppl. 1. – P. 89-94.
66. Diagnosis and management of dementia with Lewy bodies: Fourth consensus report of the DLB Consortium / I. G. McKeith, B. F. Boeve, D. W. Dickson [et al.] // *Neurology*. – 2017. – Vol. 89, No. 1. – P. 88-100.
67. Diagnosis of idiopathic normal pressure hydrocephalus is supported by MRI-based scheme: a prospective cohort study / M. Hashimoto, M. Ishikawa, E. Mori [et al.] // *Cerebrospinal Fluid Research*. – 2010. – Vol. 7. – Art. 18.
68. Differences in microstructural alterations of the hippocampus in Alzheimer disease and idiopathic normal pressure hydrocephalus: a diffusion tensor imaging study / Y. J. Hong, B. Yoon, Y.S. Shim [et al.] // *American Journal of Neuroradiology*. – 2010. – Vol. 31, No. 10. – P. 1867-1872.
69. Differential diagnosis of normal pressure hydrocephalus by MRI mean diffusivity histogram analysis / M. Ivkovic, B. Liu, F. Ahmed [et al.] // *American Journal of Neuroradiology*. – 2013. – Vol. 34, No. 6. – P. 1168-1174.
70. Diffusion tensor imaging in patients with adult chronic idiopathic hydrocephalus / E. Hattingen, A. Jurcoane, J. Melber [et al.] // *Neurosurgery*. – 2010. – Vol. 66, No. 5. – P. 917-924.
71. Drake, J. M. Cerebrospinal fluid shunt technology / J. M. Drake, J. R. W. Kestle, S. Tuli // *Clinical Neurosurgery*. – 2000. – Vol. 47. – P. 336-345.
72. Dutch Normal-Pressure Hydrocephalus Study: randomized comparison of low-and medium-pressure shunts / A. J. W. Boon, J. T. J. Tans, E. J. Delwel [et al.] // *Journal of Neurosurgery*. – 1998. – Vol. 88, No. 3. – P. 490-495.
73. Dynamic functional networks in idiopathic normal pressure hydrocephalus: alterations and reversibility by CSF tap test / A. Griffa, D. S. Novikov, O. Esteban [et al.] // *Human Brain Mapping*. – 2021. – Vol. 42, No. 5. – P. 1485-1502.
74. Eide, P. K. Association among intracranial compliance, intracranial pulse pressure amplitude and intracranial pressure in patients with intracranial bleeds / P. K. Eide, W. Sorteberg // *Neurological Research*. – 2007. – Vol. 29, No. 8. – P. 798-802.

75. Eide, P. K. Diagnostic intracranial pressure monitoring and surgical management in idiopathic normal pressure hydrocephalus: a 6-year review of 214 patients / P. K. Eide, W. Sorteberg // *Neurosurgery*. – 2010. – Vol. 66, No. 1. – P. 80-91.
76. Endoscopic Third Ventriculostomy in Idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus / M. Gangemi, F. Maiuri, S. Buonamassa [et al.] // *Neurosurgery*. – 2005. – Vol. 56, No. 5. – Art. E1166.
77. Endoscopic third ventriculostomy in the management of obstructive hydrocephalus: an outcome analysis / H. Feng, G. Huang, X. Liao, [et al.] // *Journal of Neurosurgery*. – 2004. – Vol. 100, No. 4. – P. 626-633.
78. Endoscopic third ventriculostomy: outcome analysis in 368 procedures / O. Sacko, S. Boetto, V. Lauwers-Cances [et al.] // *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*. – 2010. – Vol. 5, No. 1. – P. 68-74.
79. Fabiano, A. J. Posterior cerebral artery P1 segment at the stoma during endoscopic third ventriculostomy in adults / A. J. Fabiano, J. Leonardo, W. Grand // *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. – 2010. – Vol. 81, No. 4. – P. 374-378.
80. Familial idiopathic normal pressure hydrocephalus / J. Huovinen, S. Kastinen, S. Komulainen [et al.] // *Journal of the Neurological Sciences*. – 2016. – Vol. 368. – P. 11-18.
81. Farahmand, D. The adjustable shunt valve in the treatment of adult hydrocephalus: effect on clinical symptoms, intracranial pressure and complications: doctoral thesis / D. Farahmand. – 2014.
82. Fritsch, M. J. Normal pressure hydrocephalus: pathophysiology, diagnosis, treatment / M. J. Fritsch, U. Meier, U. Kehler. – Stuttgart : Georg Thieme Verlag, 2014. – 224 p.
83. Gaab, M. R. Pressure–volume diagram, pulse amplitude and intracranial pulse volume: analysis and significance / M. R. Gaab, H. E. Heissler, B. Guidetti // *Intracranial Pressure V*. – Berlin; Heidelberg : Springer, 1983. – P. 261-268.

84. Gait analysis in idiopathic normal pressure hydrocephalus: a meta-analysis / M. Passaretti, L. Ricciardi, L. Ricciardi [et al.] // *Movement Disorders Clinical Practice*. – 2023. – Vol. 10, No. 11. – P. 1574-1584.
85. Gait analysis in idiopathic normal pressure hydrocephalus: a single centre experience / Ö. Öztöpe-Çakmak, K. Akar, H. Youssef [et al.] // *Istanbul Medical Journal*. – 2023. – Vol. 24, No. 1. – P. 36-39.
86. Gait and cognition: a complementary approach to understanding brain function and the risk of falling / M. Montero-Odasso, J. Verghese, O. Beauchet, J. M. Hausdorff // *Journal of the American Geriatrics Society*. – 2012. – Vol. 60, No. 11. – P. 2127-2136.
87. Grazzini, I. The role of diffusion tensor imaging in idiopathic normal pressure hydrocephalus: A literature review / I. Grazzini, D. Venezia, G. L. Cuneo // *The Neuroradiology Journal*. – 2021. – Vol. 34, No. 2. – P. 55-69.
88. Greitz, D. Radiological assessment of hydrocephalus: new theories and implications for therapy / D. Greitz // *The Neuroradiology Journal*. – 2006. – Vol. 19, No. 4. – P. 475-495.
89. Guidelines for Diagnosis and Management of Idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus / M. G. Hamilton, M. A. Williams, S. Edwards, M. Tullberg // *Neurosurgical Clinics of North America*. – 2025. – Vol. 36, No. 2. – P. 199-205.
90. Guidelines for management of idiopathic normal pressure hydrocephalus guidelines from the guidelines committee of idiopathic normal pressure hydrocephalus, the Japanese society of normal pressure hydrocephalus / M. Ishikawa, S. Yamada, M. Miyajima [et al.] // *Neurologia Medico-Chirurgica*. – 2008. – Vol. 48, Suppl. – P. 1-23.
91. Guidelines for management of idiopathic normal pressure hydrocephalus: progress to date / A. Marmarou, M. Hashimoto, N. Kuwana [et al.] // *Intracranial Pressure and Brain Monitoring XII*. – Vienna : Springer, 2005. – P. 237-240.
92. Guidelines for management of idiopathic normal pressure hydrocephalus / E. Mori, M. Ishikawa, T. Kato [et al.] // *Neurologia Medico-Chirurgica*. – 2012. – Vol. 52, No. 11. – P. 775-809.

93. Guidelines for management of idiopathic normal pressure hydrocephalus: endorsed by the Japanese society of normal pressure hydrocephalus / M. Nakajima, S. Yamada, M. Miyajima [et al.] // *Neurologia Medico-Chirurgica*. – 2021. – Vol. 61, No. 2. – P. 63-97.
94. Guinane, J. E. Why does hydrocephalus progress? / J. E. Guinane // *Journal of the Neurological Sciences*. – 1977. – Vol. 32, No. 1. – P. 1-8.
95. Haan, J. Predictive value of temporary external lumbar drainage in normal pressure hydrocephalus / J. Haan, R. T. W. M. Thomeer // *Neurosurgery*. – 1988. – Vol. 22, No. 2. – P. 388-391.
96. Hakim, S. The special clinical problem of symptomatic hydrocephalus with normal cerebrospinal fluid pressure: observations on cerebrospinal fluid hydrodynamics / S. Hakim, R. D. Adams // *Journal of the Neurological Sciences*. – 1965. – Vol. 2, No. 4. – P. 307-327.
97. Idiopathic normal pressure hydrocephalus: diagnostic and predictive value of clinical testing, lumbar drainage, and CSF dynamics / C. V. Mahr, M. Dengl, U. Nestler [et al.] // *Journal of Neurosurgery*. – 2016. – Vol. 125, No. 3. – P. 591-597.
98. Idiopathic normal pressure hydrocephalus: increased supplementary motor activity accounts for improvement after CSF drainage / N. Lenfeldt, A. Larsson, R. Birgander [et al.] // *Brain*. – 2008. – Vol. 131, No. 11. – P. 2904-2912.
99. Imaging of normal pressure hydrocephalus / N. C. H. Keong, A. Pena, S. J. Price [et al.] // *Neurosurgical Focus*. – 2016. – Vol. 41, No. 3. – Art. E11.
100. Impaired glymphatic function in idiopathic intracranial hypertension / P. K. Eide, A.H. Pripp, G. Ringstad, L. M. Valnes // *Brain Communications*. – 2021. – Vol. 3, No. 2. – Art. fcab043.
101. Intracranial pressure in hydrocephalus: impact of shunt adjustments and body positions / D. Farahmand, S. Qvarlander, J. Malm [et al.] // *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. – 2015. – Vol. 86, No. 2. – P. 222-228.
102. Is frontal gait a myth in normal pressure hydrocephalus? / E. Morel, S. Armand, F. Assal, G. Allali // *Journal of the Neurological Sciences*. – 2019. – Vol. 402. – P. 175-179.

103. Isaacs, A. M. Natural history, treatment outcomes and quality of life in idiopathic normal pressure hydrocephalus (iNPH) / A. M. Isaacs, M. Hamilton // *Neurology India*. – 2021. – Vol. 69, No. Suppl. 2. – P. 561-568.
104. Ishikawa, M. Clinical guidelines for idiopathic normal pressure hydrocephalus / M. Ishikawa // *Neurologia Medico-Chirurgica*. – 2004. – Vol. 44, No. 4. – P. 222-223.
105. ISway: a sensitive, valid and reliable measure of postural control / M. Mancini, A. Salarian, P. Carlson-Kuhta [et al.] // *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. – 2012. – Vol. 9. – Art. 59.
106. Lack of shunt response in suspected idiopathic normal pressure hydrocephalus with Alzheimer disease pathology / R. Hamilton, S. Patel, E. B. Lee [et al.] // *Annals of Neurology*. – 2010. – Vol. 68, No. 4. – P. 535-540.
107. Lemcke, J. Is it possible to minimize overdrainage complications with gravitational units in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus? Protocol of the randomized controlled SVASONA Trial (ISRCTN51046698) / J. Lemcke, D. Stengel, U. Meier // *Brain Edema XIV*. – Vienna : Springer, 2010. – P. 113-115.
108. Levine, D. N. The pathogenesis of normal pressure hydrocephalus: a theoretical analysis / D. N. Levine // *Bulletin of Mathematical Biology*. – 1999. – Vol. 61, No. 5. – P. 875-916.
109. Longatti, P. L. Failure of endoscopic third ventriculostomy in the treatment of idiopathic normal pressure hydrocephalus / P. L. Longatti, A. Fiorindi, A. Martinuzzi // *Minimally Invasive Neurosurgery*. – 2004. – Vol. 47, No. 6. – P. 342-345.
110. Long-term prognosis of cognitive function in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus after shunt surgery / A. Kambara, M. Nakajima, S. Yamada [et al.] // *Frontiers in Aging Neuroscience*. – 2021. – Vol. 12. – Art. 617150.
111. Low prevalence of CWH43 variants among Finnish and Norwegian idiopathic normal pressure hydrocephalus patients: a cohort-based observational study / R. Joel, S. Helisalmi, S. Heikkinen [et al.] // *Fluids and Barriers of the CNS*. – 2025. – Vol. 22, No. 1. – Art. 15.

112. Lumboperitoneal shunt surgery for idiopathic normal pressure hydrocephalus (SINPHONI-2): an open-label randomised trial / H. Kazui, M. Miyajima, E. Mori [et al.] // *The Lancet Neurology*. – 2015. – Vol. 14, No. 6. – P. 585-594.
113. Lundin, F. Idiopathic normal pressure hydrocephalus: aspects on pathophysiology, clinical characteristics and evaluation methods / F. Lundin. – Linköping : Linköping University, 2012. – 76 p.
114. Mechanism of bladder dysfunction in idiopathic normal pressure hydrocephalus / R. Sakakibara, T. Kanda, T. Sekido [et al.] // *Neurourology and Urodynamics*. – 2008. – Vol. 27, No. 6. – P. 507-510.
115. Meier, U. Clinical outcome of patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus three years after shunt implantation / U. Meier, J. Lemcke // *Brain Edema XIII*. – Vienna : Springer, 2006. – P. 377-380.
116. Mestre, H. The brain's glymphatic system: current controversies / H. Mestre, Y. Mori, M. Nedergaard // *Trends in Neurosciences*. – 2020. – Vol. 43, No. 7. – P. 458-466.
117. Neurological gait disorders in elderly people: clinical approach and classification / A. H. Snijders, B.P. van de Warrenburg, N. Giladi [et al.] // *The Lancet Neurology*. – 2007. – Vol. 6, No. 1. – P. 63-74.
118. Normal pressure hydrocephalus and cerebral blood flow: a PET study of baseline values / B. K. Ower, S. Momjian, Z. Czosnyka [et al.] // *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. – 2004. – Vol. 24, No. 1. – P. 17-23.
119. Normal pressure hydrocephalus, or Hakim syndrome: review and update / P. W. Tipton, B.D. Elder, P.M. Cogswell [et al.] // *Neurologia i Neurochirurgia Polska*. – 2024. – Vol. 58, No. 1. – P. 8-20.
120. Normal pressure hydrocephalus: an update / C. E. B. Passos-Neto, P. A. S. Rocha-Filho, L. G. M. Ferreira [et al.] // *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. – 2022. – Vol. 80, No. 5, Suppl. 1. – P. 42-52.
121. O'Connel, J. E. A. The vascular factor in intracranial pressure and the maintenance of the cerebrospinal fluid circulation / J. E. A. O'Connel // *Brain*. – 1943. – Vol. 66, No. 3. – P. 204-228.

122. On the method of a randomised comparison of programmable valves with and without gravitational units: the SVASONA study / J. Lemcke, D. Stengel, M. Kiefer [et al.] // *Brain Edema XV*. – Vienna : Springer, 2012. – P. 243-246.
123. Our initial experience with ventriculo-epiploic shunt in treatment of hydrocephalus in two centers / V. T. Grigorean, A.M. Sandu, M. Popescu [et al.] // *Neurologia i Neurochirurgia Polska*. – 2017. – Vol. 51, No. 4. – P. 290-298.
124. Outcome of shunting in idiopathic normal-pressure hydrocephalus and the value of outcome assessment in shunted patients / P. Klinge, A. Marmarou, M. Bergsneider [et al.] // *Neurosurgery*. – 2005. – Vol. 57, No. 3, Suppl. – P. 2-40.
125. Owler, B. K. Normal pressure hydrocephalus and cerebral blood flow: a review / B. K. Owler, J. D. Pickard // *Acta Neurologica Scandinavica*. – 2001. – Vol. 104, No. 6. – P. 325-342.
126. Pathogenesis and pathophysiology of idiopathic normal pressure hydrocephalus / Z. Wang, [et al.] // *CNS Neuroscience & Therapeutics*. – 2020. – Vol. 26, No. 12. – P. 1230-1240.
127. Pathophysiological mechanisms underlying idiopathic normal pressure hydrocephalus: a review of recent insights / P. A. Bonney, R. G. Briggs, K. Wu [et al.] // *Frontiers in Aging Neuroscience*. – 2022. – Vol. 14. – Art. 866313.
128. Perivascular spaces, glymphatic dysfunction, and small vessel disease / H. Mestre, S. Kostrikov, R. I. Mehta [et al.] // *Brain*. – 2017. – Vol. 140, No. 17. – P. 2257-2270.
129. Peters, D. M. Assessing the reliability and validity of a shorter walk test compared with the 10-Meter Walk Test for measurements of gait speed in healthy, older adults / D. M. Peters, S. L. Fritz, D. E. Krotish // *Journal of Geriatric Physical Therapy*. – 2013. – Vol. 36, No. 1. – P. 24-30.
130. Practice guideline: Idiopathic normal pressure hydrocephalus: Response to shunting and predictors of response: Report of the Guideline Development, Dissemination, and Implementation Subcommittee of the American Academy of Neurology / J. J. Halperin, R. Kurlan, J. M. Schwalb [et al.] // *Neurology*. – 2015. – Vol. 85, No. 23. – P. 2063-2071.

131. Pre and postoperative cerebral blood flow changes in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus measured by computed tomography perfusion / D. Ziegelitz, G. Starck, D. Kristiansen [et al.] // *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. – 2016. – Vol. 36, No. 10. – P. 1755-1766.
132. Preoperative predictive factors of short-term outcome in idiopathic normal pressure hydrocephalus / T. Kimura, S. Yamada, T. Sugimura [et al.] // *World Neurosurgery*. – 2021. – Vol. 151. – P. 399-406.
133. Prevalence of idiopathic normal pressure hydrocephalus in older adult population in Shanghai, China: a population-based observational study / X. Fang, X. Xu, C. Liu [et al.] // *Alzheimer's & Dementia*. – 2025.
134. Prevalence of idiopathic normal-pressure hydrocephalus / D. Jaraj, K. Rabiei, T. Marlow [et al.] // *Neurology*. – 2014. – Vol. 82, No. 16. – P. 1449-1454.
135. Prevalence of possible idiopathic normal pressure hydrocephalus in Sweden: a population-based MRI study in 791 70-year-old participants / C. Constantinescu, C. Wikkelsø, E. Westman [et al.] // *Neurology*. – 2024. – Vol. 102, No. 2. – Art. e208037.
136. Prognostic Factors in Idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus Patients After Ventriculo-Peritoneal Shunt: Results from a Single-Institution Observational Cohort Study with Long Term Follow-Up / A. Bianconi, S. Colonna, M. Minardi [et al.] // *World Neurosurgery*. – 2024. – Vol. 187. – P. 1089-1096.
137. Recurrent symptomatic pleural effusion due to a ventriculopleural shunt / F. Irani, H. Elkambergy, K. Okoli, D. S. Abou // *Respiratory Care*. – 2009. – Vol. 54, No. 8. – P. 1112-1114.
138. Reliability and interobserver variability of Evans' index and disproportionately enlarged subarachnoid space hydrocephalus as diagnostic criteria for idiopathic normal pressure hydrocephalus / K. Takagi, R. Watahiki, T. Machida [et al.] // *Asian Journal of Neurosurgery*. – 2020. – Vol. 15, No. 1. – P. 107-112.
139. Research priorities for improving cognitive and neuropsychological outcomes in hydrocephalus / N. Dasher, T. A. Zabel, M. Garcia-Bonilla [et al.] // *Fluids and Barriers of the CNS*. – 2024. – Vol. 21, No. 1. – Art. 35.

140. Review of theories into the pathogenesis of normal pressure hydrocephalus / R. Mani, H. Khan, N. Upadhyay [et al.] // *BMJ Neurology Open*. – 2024. – Vol. 6, No. 2. – Art. e000804.
141. Ringstad, G. Phase-contrast magnetic resonance imaging reveals net retrograde aqueductal flow in idiopathic normal pressure hydrocephalus / G. Ringstad, K. E. Emblem, P. K. Eide // *Journal of Neurosurgery*. – 2016. – Vol. 124, No. 6. – P. 1850-1857.
142. Risk factors for unfavourable outcomes after shunt surgery in patients with idiopathic normal-pressure hydrocephalus / E. Kobayashi, S. Kanno, N. Kawakami [et al.] // *Scientific Reports*. – 2022. – Vol. 12, No. 1. – Art. 13921.
143. Rovira, À. Idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus: A Comprehensive Review / À. Rovira, P. Alcaide-Leon, M. A. Poca // *Canadian Association of Radiologists Journal*. – 2026.
144. Safety and efficacy of gravitational shunt valves in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus: a pragmatic, randomised, open label, multicentre trial (SVASONA) / J. Lemcke, U. Meier, C. Müller [et al.] // *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. – 2013. – Vol. 84, No. 8. – P. 850-857.
145. Saldarriaga-Cantillo, A. Normal pressure hydrocephalus: Diagnostic delay / A. Saldarriaga-Cantillo, V. Yepes-Gaviria, J. C. Rivas // *Biomédica*. – 2020. – Vol. 40, No. 4. – P. 656-663.
146. Siasios, I. The role of diffusion tensor imaging and fractional anisotropy in the evaluation of patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus: a literature review / I. Siasios, E. Z. Kapsalaki, K. N. Fountas // *Neurosurgical Focus*. – 2016. – Vol. 41, No. 3. – Art. E12.
147. Standardized image evaluation in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus: consistency and reproducibility / K. Kockum, J. Virhammar, K. Riklund [et al.] // *Neuroradiology*. – 2019. – Vol. 61. – P. 1397-1406.
148. Steffen, T. M. Age-and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go

Test, and gait speeds / T. M. Steffen, T. A. Hacker, L. Mollinger // *Physical Therapy*. – 2002. – Vol. 82, No. 2. – P. 128-137.

149. Stephensen, H. There is no transmantle pressure gradient in communicating or noncommunicating hydrocephalus / H. Stephensen, M. Tisell, C. Wikkelsö // *Neurosurgery*. – 2002. – Vol. 50, No. 4. – P. 763-773.

150. Surgical management of idiopathic normal-pressure hydrocephalus / M. Bergsneider, P. M. Black, P. Klinge [et al.] // *Neurosurgery*. – 2005. – Vol. 57, No. 3, Suppl. – P. 2-29.

151. Symptomatic occult hydrocephalus with normal cerebrospinal-fluid pressure: a treatable syndrome / R. D. Adams, C. M. Fisher, S. Hakim [et al.] // *New England Journal of Medicine*. – 1965. – Vol. 273, No. 3. – P. 117-126.

152. Symptoms of depression are common in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus: The INPH-CRasH study / H. Israelsson, P. Allard, A. Eklund, J. Malm // *Neurosurgery*. – 2016. – Vol. 78, No. 2. – P. 161-168.

153. Systematic review of the outcome of shunt surgery in idiopathic normal-pressure hydrocephalus / A. K. Toma, M. C. Papadopoulos, S. Stapleton [et al.] // *Acta Neurochirurgica*. – 2013. – Vol. 155. – P. 1977-1980.

154. Tarnaris, A. Noninvasive biomarkers in normal pressure hydrocephalus: Evidence for the role of neuroimaging: A review / A. Tarnaris, N. D. Kitchen, L. D. Watkins // *Journal of Neurosurgery*. – 2009. – Vol. 110, No. 5. – P. 837-851.

155. The adjustable proGAV shunt: a prospective safety and reliability multicenter study / C. Sprung, H.-G. Schlosser, J. Lemcke [et al.] // *Neurosurgery*. – 2010. – Vol. 66, No. 3. – P. 465-474.

156. The callosal angle measured on MRI as a predictor of outcome in idiopathic normal-pressure hydrocephalus / J. Virhammar, K. Laurell, K. G. Cesarini [et al.] // *Journal of Neurosurgery*. – 2014. – Vol. 120, No. 1. – P. 178-184.

157. The clinical effect of lumbar puncture in normal pressure hydrocephalus / C. Wikkelsö, H. Andersson, C. Blomstrand, G. Lindqvist // *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. – 1982. – Vol. 45, No. 1. – P. 64-69.

158. The conductance to outflow of CSF in adults with high-pressure hydrocephalus / F. Gjerris, S. E. Børgesen, E. Hoppe [et al.] // *Acta Neurochirurgica*. – 1982. – Vol. 64. – P. 59-67.
159. The constant flow ventricular infusion test: a simple and useful study in the diagnosis of third ventriculostomy failure / K. Aquilina, I. K. Pople, M. A. Sgouros [et al.] // *Journal of Neurosurgery*. – 2012. – Vol. 116, No. 2. – P. 445-452.
160. The Dutch Normal-Pressure Hydrocephalus Study: How to select patients for shunting? An analysis of four diagnostic criteria / A. J. W. Boon, J. T. J. Tans, E. J. Delwel [et al.] // *Surgical Neurology*. – 2000. – Vol. 53, No. 3. – P. 201-207.
161. The European iNPH Multicentre Study on the predictive values of resistance to CSF outflow and the CSF Tap Test in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus / C. Wikkelsö, P. Hellström, P. M. Klinge [et al.] // *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. – 2013. – Vol. 84, No. 5. – P. 562-568.
162. The idiopathic normal-pressure hydrocephalus Radscale: a radiological scale for structured evaluation/ K. Kockum, O. Lilja-Lund, E.-M. Larsson [et al.] // *European Journal of Neurology*. – 2018. – Vol. 25, No. 3. – P. 569-576.
163. The neuropsychology of iNPH: findings and evaluation of tests in the European multicentre study / P. Hellström, P. Klinge, J. Tans [et al.] // *Clinical Neurology and Neurosurgery*. – 2012. – Vol. 114, No. 2. – P. 130-134.
164. The phenotype of idiopathic normal pressure hydrocephalus-a single center study of 429 patients / S. Agerskov, M. Wallin, N. Hellström [et al.] // *Journal of the Neurological Sciences*. – 2018. – Vol. 391. – P. 54-60.
165. The predictive value of T-tau and A β 1-42 levels in idiopathic normal pressure hydrocephalus / C. L. Craven, I. Baudracco, H. Zetterberg [et al.] // *Acta Neurochirurgica*. – 2017. – Vol. 159. – P. 2293-2300.
166. The role of simultaneous medical conditions in idiopathic normal pressure hydrocephalus / N. Valsecchi, S. Zecchi, M. Beschi [et al.] // *World Neurosurgery*. – 2022. – Vol. 157. – P. 29-39.

167. The scientific history of hydrocephalus and its treatment / A. Aschoff, P. Kremer, B. Hashemi, S. Kunze // *Neurosurgical Review*. – 1999. – Vol. 22, No. 2. – P. 67-93.
168. The value of supplemental prognostic tests for the preoperative assessment of idiopathic normal-pressure hydrocephalus / A. Marmarou, M. Bergsneider, P. Klinge [et al.] // *Neurosurgery*. – 2005. – Vol. 57, No. 3, Suppl. – P. 2-17.
169. The value of temporary external lumbar CSF drainage in predicting the outcome of shunting on normal pressure hydrocephalus / R. Walchenbach, E. Geiger, R. T. W. M. Thomeer, J A L Vanneste // *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. – 2002. – Vol. 72, No. 4. – P. 503-506.
170. The value of the cerebrospinal fluid tap test for predicting shunt effectiveness in idiopathic normal pressure hydrocephalus / M. Ishikawa, M. Hashimoto, E. Mori [et al.] // *Fluids and Barriers of the CNS*. – 2012. – Vol. 9. – Art. 5.
171. Tsakanikas, D. Normal pressure hydrocephalus / D. Tsakanikas, N. Relkin // *Seminars in Neurology*. – 2007. – Vol. 27, No. 1. – P. 58-65.
172. Use of programmable valve versus fixed pressure valve in the treatment of idiopathic normal pressure hydrocephalus: a systematic review and meta-analysis / A. Anzai, A. Utino, H. Katayama [et al.] // *Revista da Associação Médica Brasileira*. – 2023. – Vol. 69. – P. 207-212.
173. Validation of grading scale for evaluating symptoms of idiopathic normal-pressure hydrocephalus / Y. Kubo, H. Kazui, T. Yoshida [et al.] // *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*. – 2007. – Vol. 25, No. 1. – P. 37-45.
174. Vanneste, J. A. L. Diagnosis and management of normal-pressure hydrocephalus / J. A. L. Vanneste // *Journal of Neurology*. – 2000. – Vol. 247. – P. 5-14.
175. Vascular risk factors and arteriosclerotic disease in idiopathic normal-pressure hydrocephalus of the elderly / J. K. Krauss, J. P. Regel, W. Vach [et al.] // *Stroke*. – 1996. – Vol. 27, No. 1. – P. 24-29.
176. Ventriculoatrial versus ventriculoperitoneal shunt complications in idiopathic normal pressure hydrocephalus / A. L. Hung, T. Vivas-Buitrago, A. Adam [et al.] // *Clinical Neurology and Neurosurgery*. – 2017. – Vol. 157. – P. 1-6.

177. Weed, L. H. Intracranial venous pressure and cerebrospinal fluid pressure as affected by the intravenous injection of solutions of various concentrations / L. H. Weed, W. Hughson // *American Journal of Physiology-Legacy Content*. – 1921. – Vol. 58, No. 1. – P. 101-130.
178. White matter lesions impair frontal lobe function regardless of their location / M. Tullberg, E. Fletcher, C. DeCarli [et al.] // *Neurology*. – 2004. – Vol. 63, No. 2. – P. 246-253.
179. White matter lesions in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus and in an age-matched control group: a comparative study / J. K. Krauss, J. P. Regel, W. Vach [et al.] // *Neurosurgery*. – 1997. – Vol. 40, No. 3. – P. 491-496.
180. Williams, M. A. Diagnosis and management of idiopathic normal-pressure hydrocephalus / M. A. Williams, N. R. Relkin // *Neurology: Clinical Practice*. – 2013. – Vol. 3, No. 5. – P. 375-385.
181. Williams, M. A. Diagnosis and treatment of idiopathic normal pressure hydrocephalus / M. A. Williams, J. Malm // *Continuum: Lifelong Learning in Neurology*. – 2016. – Vol. 22, No. 2. – P. 579-599.
182. Wilson, C. B. Interruption of the anterior choroidal artery in experimental hydrocephalus / C. B. Wilson, V. Bertan // *Archives of Neurology*. – 1967. – Vol. 17, No. 6. – P. 614-619.
183. Wluka, J. Refining the diagnostic evaluation of idiopathic normal pressure hydrocephalus with Alzheimer's and α -synuclein biomarkers / J. Wluka, T. Despenza, B. Liu, A. Bramall // *Frontiers in Neurology*. – 2026. – Vol. 17. – Art. 1736687.
184. Yamada, S. Exploring mechanisms of ventricular enlargement in idiopathic normal pressure hydrocephalus: a role of cerebrospinal fluid dynamics and motile cilia / S. Yamada, M. Ishikawa, K. Nozaki // *Fluids and Barriers of the CNS*. – 2021. – Vol. 18, No. 1. – Art. 20.
185. Yin, R. Progression in neuroimaging of normal pressure hydrocephalus / R. Yin, J. Wen, J. Wei // *Frontiers in Neurology*. – 2021. – Vol. 12. – Art. 700269.

186. Zhou, X. Application of Evans index in normal pressure hydrocephalus patients: a mini review / X. Zhou, J. Xia // *Frontiers in Aging Neuroscience*. – 2022. – Vol. 13. – Art. 783092.

Список пациентов

№ п/п	Фамилия	№ и/б	№ п/п	Фамилия	№ и/б
1	А-да З. З.	46068/С2025	43	К-ва Г.И.	16384/С2025
2	А-ва Г.П.	29852/С2023	44	К-ев Ю.В.	29585/С2025
3	А-ов Д.Р.	21607/С2025	45	К-ин Д.И.	23599/С2023
4	А-на Н.С.	21625/С2024	46	К-ко Н.А.	24914/С2026
5	А-т Э.	18101/С2026	47	К-ва Н.А.	27534/С2023
6	А-ев Е.Н.	31701/С2026	48	К-ко А.В.	30753/С2024
7	А-ев С.Н.	10008/С2023	49	К-ва И.В.	30633/С2023
8	А-ко М.В.	29294/С2026	50	К-ая Р.И.	54682/С2025
9	А-ев Г.И.	40021/С2025	51	К-ва Г.И.	14105/С2025
10	А-ко Ю.В.	39964/С2024	52	К-на Н.Б.	33416/С2025
11	А-ва Н.А.	16968/С2026	53	Л-ев А.В.	59073/С2024
12	А-ва Л.А.	29870/С2025	54	Л-на Н.А.	58331/С2025
13	А-на К.А.	39943/С2023	55	Л-ин В.И.	47391/С2023
14	А-н Т.П.	11018/С2024	56	Л-юк В.И.	52998/С2025
15	Б-ва В.А.	30744/С2025	57	М-ко Л.А.	25105/С2024
16	Б-ва А.Н.	57262/С2025	58	М-ко И.М.	23503/С2025
17	Б-ов Ю.И.	19044/С2026	59	М-ая А.О.	31586/С2025
18	Б-ов Ю.Н.	24064/С2024	60	М-ва И.В.	18496/С2024
19	Б-й В.П.	7550/С2024	61	М-ва Н.Н.	25149/С2023
20	Б-ва М.А.	49958/С2025	62	Н-ов И.М.	56333/С2025
21	Б-ий А.Л.	48057/С2023	63	О-ов В.В.	47454/С2025
22	В-ев А.М.	48247/С2025	64	П-нь А.С.	18231/С2024
23	В-ва С.В.	10340/С2026	65	П-ва Н.В.	29692/С2025
24	Г-а В.В.	26094/С2025	66	П-ая Т.А.	31714/С2026
25	Г-ян А.Г.	33094/С2025	67	П-ва О.В.	39459/С2024
26	Г-ва В.В.	29818/С2024	68	П-яв В.В.	21902/С2025
27	Г-ко М.В.	18400/С2023	69	П-ев В.Д.	16313/С2024
28	Г-ев А.О.	39222/С2025	70	Р-на Е.Н.	21892/С2025
29	Г-ов И.М.	18497/С2026	71	С-ва Т.М.	30687/С2025
30	Д-ус Г.А.	25048/С2023	72	С-ев А.И.	27363/С2024
31	Д-ев Х.В.	19139/С2024	73	С-ов С.А.	16206/С2025
32	Д-ий Ю.А.	22692/С2026	74	С-ва Л.П.	23537/С2023
33	З-ов А.В.	30633/С2025	75	С-ий В.И.	24948/С2024
34	И-ко Н.В.	23858/С2025	76	Т-ва В.А.	19019/С2025
35	И-ва З.В.	33665/С2025	77	Т-ян Д.В.	17556/С2024
36	И-ев Я.П.	9727/С2023	78	У-ва В.О.	54466/С2025
37	И-на С.Э.	30764/С2025	79	У-ва Н.И.	10256/С2024
38	К-ва Н.Ф.	16195/С2024	80	Ш-ов А.В.	28277/С2025
39	К-ов В.М.	10935/С2024			
40	К-ян Н.Х.	40515/С2025			
41	К-на Н.Н.	45930/С2024			
42	К-ин А.М.	59223/С2025			



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор по лечебной работе
ФГБОУ ВО ПСПбГМУ

им. И.П. Павлова Минздрава России

Ю.Ш. Халимов

09 » 02 2026 г.

АКТ О ВНЕДРЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ НИР В ПРАКТИКУ ЛЕЧЕБНОЙ РАБОТЫ

№ 10

1. Наименование предложения:

Внедрение в клиническую практику алгоритма комплексной оценки локомоторных нарушений у пациентов с идиопатической нормотензивной гидроцефалией на этапах до и после ликвородинамической пробы и в послеоперационном периоде с использованием клиничко-неврологического обследования, функциональных тестов и методов объективной инструментальной оценки.

2. Краткая аннотация:

Разработанный алгоритм направлен на повышение точности клинической оценки двигательных нарушений у пациентов с идиопатической нормотензивной гидроцефалией и включает стандартизированное клиничко-неврологическое обследование, применение функциональных тестов ходьбы и вставания, а также инструментальных методов объективизации локомоторной функции. Использование алгоритма позволяет выявлять ликворозависимый компонент двигательных нарушений, уточнять показания к хирургическому лечению и объективно оценивать динамику состояния пациентов в послеоперационном периоде.

3. Эффект от внедрения:

В результате внедрения алгоритма улучшена объективность оценки локомоторных нарушений у пациентов с идиопатической нормотензивной гидроцефалией, повышена обоснованность принятия клинических решений при выборе тактики хирургического лечения и послеоперационного наблюдения. Применение разработанного подхода способствует более точной оценке функциональных исходов лечения, снижению субъективности клинической интерпретации и повышению качества лечебно-диагностического процесса.

4. Место и время использования предложения:

Используется на отделении нейрохирургии №2 ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России с февраля 2026 года.

5. Форма внедрения:

Лечебно-диагностический процесс

Внедрено в клиническую практику отделения нейрохирургии №2 ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России.

6. Название и шифр темы:

3.1.10 Нейрохирургия

«Динамика локомоторной функции после хирургического лечения идиопатической нормотензивной гидроцефалии»

Автор:

Соискатель ученой степени кандидата медицинских наук, аспирант кафедры нейрохирургии

ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова
Минздрава России



С.А. Абытов

Руководитель подразделения – базы внедрения:

Руководитель нейрохирургическим отделением № 2
ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России,
д.м.н. доцент



Г.В. Гаврилов

Начальник

организационно-методического отдела УНИ
ФГБОУ ВО ПСПбГМУ
им. И.П. Павлова Минздрава России



М.Б. Хрусталеv

Временно исполняющий обязанности главного врача
 СПб ГБУЗ «Городская Александровская больница»,
 кандидат медицинских наук,
 врач-невролог высшей квалификационной категории
 / Л.В. Рошковская /
 «12» 01 2026 г.



АКТ О ВНЕДРЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ В ПРАКТИКУ ЛЕЧЕБНОЙ РАБОТЫ

1. Наименование предложения:

Комплексный подход к объективизации нарушений локомоторной функции у пациентов с ИНТГ и обоснованию показаний к хирургическому лечению.

2. Краткая аннотация:

В основу внедряемого подхода положена этапная оценка пациентов с подозрением на ИНТГ, включающая анализ клинических проявлений, оценку по шкале iNPHGS, выполнение функциональных тестов и инструментальное исследование локомоторной функции с помощью компьютерной стабилотрии и сенсорно-беговой дорожки C-Mill. Обследование проводится до тап-теста, после удаления ликвора и в раннем периоде после хирургического лечения.

Такая последовательность позволяет проследить изменения ходьбы и равновесия на каждом этапе лечебно-диагностического процесса. Полученные данные используются при определении выраженности ответа на тап-тест, выборе дальнейшей тактики и оценке ранних результатов ликворошунтирующей операции. При несовпадении клинической оценки и результатов функциональных тестов инструментальные методы позволяют дополнительно охарактеризовать динамику локомоторных нарушений.

3. Эффект от внедрения:

Использование алгоритма в работе нейрохирургического отделения способствует:

- формированию единой последовательности обследования пациентов с предполагаемой ИНТГ;
- более обоснованному отбору больных для хирургического лечения;
- учету динамики ходьбы и постуральной устойчивости после проведения тап-теста;
- уточнению результатов обследования при неоднозначной клинической картине;
- обеспечению преемственности между диагностическим, хирургическим и ранним послеоперационным этапами;
- своевременному выявлению изменений локомоторной функции после операции.

4. Место и время использования предложения:

Алгоритм используется в лечебно-диагностической работе нейрохирургического отделения № 1 СПб ГБУЗ «Городская Александровская больница» с января 2026 года при обследовании пациентов с подозрением на ИНТГ, определении показаний к хирургическому лечению и оценке ранней послеоперационной динамики.

5. Форма внедрения:

Методические положения внедрены в практику обследования и лечения пациентов нейрохирургического профиля. Результаты клинических, функциональных и инструментальных исследований рассматриваются в совокупности при оценке ответа на тап-тест, принятии решения о хирургическом вмешательстве и последующем наблюдении больных после операции.

6. Название и шифр темы:

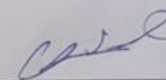
3.1.10. Нейрохирургия

«Динамика локомоторной функции после хирургического лечения нормотензивной гидроцефалии».

Автор:

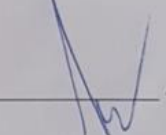
Соискатель ученой степени кандидата медицинских наук, аспирант кафедры нейрохирургии

ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова
Минздрава России

 / С.А. Абытов /

Заместитель главного врача по хирургии

СПб ГБУЗ «Городская Александровская больница»,
врач-хирург высшей квалификационной категории

 / Е.Ю. Калинин/

Руководитель подразделения — базы внедрения:

заведующий нейрохирургическим отделением № 1
СПб ГБУЗ «Городская Александровская больница»,
врач-нейрохирург высшей квалификационной категории

 / П.Г. Гоман /

УТВЕРЖДАЮ

Главный врач



ТГКБ № 2 им. В.В. Баныкина,

кандидат медицинских наук,

врач высшей квалификационной категории

В.Ю. Сибряев /

«10» 02 2026 г.

АКТ

О ВНЕДРЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ В ПРАКТИКУ ЛЕЧЕБНОЙ РАБОТЫ

1. Наименование предложения:

Алгоритм комплексной оценки локомоторной функции у пациентов с идиопатической нормотензивной гидроцефалией для уточнения показаний к хирургическому лечению и оценки его результатов.

2. Краткая аннотация:

Предложенный алгоритм предусматривает последовательную оценку локомоторной функции у пациентов с предполагаемой ИНТГ до проведения тап-теста, после удаления ликвора и после хирургического лечения. Комплексное обследование включает анализ клинических проявлений, оценку по шкале iNPHGS, выполнение функциональных тестов и применение инструментальных методов исследования ходьбы и равновесия — компьютерной стабилометрии и сенсорно-беговой дорожки C-Mill.

Сопоставление результатов, полученных на разных этапах обследования, позволяет объективизировать динамику локомоторной функции после удаления ликвора. Особое значение алгоритм приобретает при неоднозначных результатах клинических и функциональных тестов, когда данные инструментальных методов помогают уточнить выраженность ответа на тап-тест и обосновать дальнейшую лечебную тактику.

3. Эффект от внедрения:

Применение алгоритма в работе нейрохирургического отделения позволяет:

- повысить объективность оценки двигательных нарушений у пациентов с подозрением на ИНТГ;
- стандартизировать обследование до и после проведения тап-теста;
- уточнять показания к хирургическому лечению на основании совокупности клинических, функциональных и инструментальных данных;
- выявлять положительную динамику локомоторной функции в случаях, когда результаты отдельных клинических тестов имеют неоднозначный характер;
- проводить раннюю оценку результатов хирургического лечения;

- повысить обоснованность принятия клинических решений и обеспечить преемственность динамического наблюдения пациентов.

4. Место и время использования предложения:

Алгоритм используется в клинической практике нейрохирургического отделения ТГКБ № 2 им. В.В. Баныкина с января 2026 года при обследовании пациентов с подозрением на ИНТГ, определении показаний к хирургическому лечению и оценке его результатов.

5. Форма внедрения:

Результаты научно-исследовательской работы внедрены в лечебно-диагностический процесс нейрохирургического отделения. Алгоритм применяется при планировании обследования пациентов с предполагаемой ИНТГ, интерпретации результатов тап-теста, определении дальнейшей лечебной тактики и динамической оценке локомоторной функции после хирургического вмешательства.

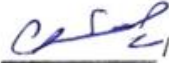
6. Название и шифр темы:

3.1.10. Нейрохирургия

«Динамика локомоторной функции после хирургического лечения нормотензивной гидроцефалии»

Автор:

Соискатель ученой степени кандидата медицинских наук, аспирант кафедры
нейрохирургии
ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова
Минздрава России

 / С.А. Абытов /

Руководитель подразделения — базы внедрения:

заведующий нейрохирургическим отделением

ТГКБ № 2 им. В.В. Баныкина,

врач-нейрохирург высшей квалификационной категории

 / В.В. Садовский /





Главный врач

СПб ГБУЗ «Елизаветинская больница»

/ С.В. Петров /

«01» 04 2026 г.

АКТ

О ВНЕДРЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ АБЫТОВА
САБЫРА АДЫЛЖАНОВИЧА В ПРАКТИКУ ЛЕЧЕБНОЙ РАБОТЫ

1. Наименование предложения:

Алгоритм комплексной оценки локомоторной функции у пациентов с ИНТГ с применением компьютерной стабилотрии и сенсорно-беговой дорожки С-Mill для объективизации локомоторных нарушений, уточнения показаний к хирургическому лечению и оценки его результатов.

2. Краткая аннотация:

В условиях многопрофильного стационара обследование пациентов с клиническими и нейровизуализационными признаками ИНТГ требует разграничения ликвородинамических нарушений и других причин расстройства ходьбы и равновесия. Внедренный подход основан на сопоставлении клинической картины, результатов оценки по шкале iNPHGS, функциональных тестов и инструментального исследования локомоторной функции до тап-теста, после удаления ликвора и после хирургического лечения.

Оценка изменений на последовательных этапах позволяет определить выраженность ответа на тап-тест и использовать полученные данные при выборе дальнейшей лечебной тактики. При расхождении результатов клинических и функциональных тестов инструментальные методы дают возможность уточнить характер динамики походки и постуральной устойчивости.

3. Эффект от внедрения:

Внедрение алгоритма в работу нейрохирургических отделений СПб ГБУЗ «Елизаветинская больница» позволяет:

- систематизировать обследование пациентов с подозрением на ИНТГ;
- повысить объективность оценки локомоторных нарушений до и после проведения тап-теста;
- сопоставлять результаты клинических, функциональных и инструментальных методов исследования;
- уточнять показания к хирургическому лечению при неоднозначной динамике отдельных показателей;

- проводить раннюю оценку изменений локомоторной функции после хирургического вмешательства;
- повысить обоснованность принимаемых клинических решений и обеспечить последовательное наблюдение пациентов.

4. Место и время использования предложения:

Алгоритм используется в клинической практике нейрохирургических отделений СПб ГБУЗ «Елизаветинская больница» с апреля 2026 года при обследовании пациентов с подозрением на ИНТГ, определении показаний к хирургическому лечению и оценке его результатов.

5. Форма внедрения:

Результаты научно-исследовательской работы внедрены в лечебно-диагностический процесс и клиническую практику нейрохирургических отделений. Алгоритм применяется при планировании обследования пациентов с предполагаемой ИНТГ, оценке результатов тап-теста, выборе дальнейшей лечебной тактики и определении динамики локомоторной функции после хирургического вмешательства.

6. Название и шифр темы:

3.1.10. Нейрохирургия

«Динамика локомоторной функции после хирургического лечения нормотензивной гидроцефалии».

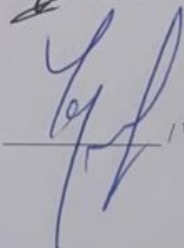
Заведующий нейрохирургическим отделением № 2,
врач-нейрохирург, к.м.н.

 / Щербинин А.В. /

Заведующий нейрохирургическим отделением 1 2,
врач-нейрохирург.

 / Хубежев В.В. /

Заместитель главного врача по хирургии, к.м.н.

 / Чернышев Д.А. /



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника СПб ГБУЗ

«Госпиталь для ветеранов войн»

по реабилитации

Р.А. Дмитришен /

«12» 01 2026 г.

АКТ

О ВНЕДРЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ В ПРАКТИКУ ЛЕЧЕБНОЙ РАБОТЫ

1. Наименование предложения:

Комплексный подход к объективизации нарушений локомоторной функции у пациентов с ИНТГ с применением компьютерной стабилотрии ST-150 и сенсорно-беговой системы C-Mill.

2. Краткая аннотация:

В основу внедряемого подхода положена этапная оценка локомоторной функции у пациентов с подозрением на ИНТГ, включающая анализ клинических проявлений, оценку по шкале iNPHGS, выполнение функциональных тестов и инструментальное исследование с использованием компьютерной стабилотрии ST-150 и сенсорно-беговой системы C-Mill.

Инструментальная оценка проводится до и после тап-теста, а при последующем контрольном обследовании — в раннем периоде после ликворошунтирующей операции, выполненной в профильном нейрохирургическом стационаре. Такая последовательность позволяет количественно охарактеризовать изменения постурального контроля и пространственно-временных характеристик походки на различных этапах обследования и лечения.

Полученные данные используются для оценки выраженности ответа на тап-тест, уточнения характера локомоторных нарушений и определения дальнейшей маршрутизации пациента для специализированного нейрохирургического обследования. При сомнительных результатах клинической оценки и функциональных тестов компьютерная стабилотрия и система C-Mill позволяют дополнительно объективизировать динамику ходьбы и равновесия.

3. Эффект от внедрения:

Использование комплексного подхода в работе отделения лечебной физкультуры и кинезиотерапии способствует:

- формированию единой последовательности оценки локомоторной функции у пациентов с предполагаемой ИНТГ;
- количественной характеристике нарушений постурального контроля и пространственно-временных показателей походки;

- объективизации изменений локомоторной функции после проведения тап-теста;
- уточнению результатов обследования при неоднозначной клинической картине;
- повышению обоснованности дальнейшей маршрутизации пациентов в профильные нейрохирургические учреждения;
- оценке ранней динамики локомоторной функции после хирургического лечения при последующем контрольном обследовании.

4. Место и время использования предложения:

Комплексный подход используется в лечебно-диагностической работе отделения лечебной физкультуры и кинезиотерапии СПб ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн» с января 2026 года при обследовании пациентов с подозрением на ИНТГ, количественной оценке нарушений ходьбы и равновесия, а также объективизации динамики локомоторной функции после проведения тап-теста и хирургического лечения.

5. Форма внедрения:

Методические положения внедрены в практику обследования пациентов с нарушениями ходьбы и постурального контроля. Результаты клинических, функциональных и инструментальных исследований рассматриваются в совокупности при оценке реакции на тап-тест, уточнении характера локомоторных нарушений, определении дальнейшей маршрутизации пациента и контроле ранней динамики после хирургического лечения.

6. Название и шифр темы:

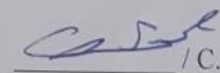
3.1.10. Нейрохирургия

«Динамика локомоторной функции после хирургического лечения нормотензивной гидроцефалии».

Автор:

Соискатель ученой степени кандидата медицинских наук, аспирант кафедры нейрохирургии

ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова
Минздрава России

 / С.А. Абытов /

Заведующий отделением лечебной физкультуры
и кинезиотерапии СПб ГБУЗ
«Госпиталь для ветеранов войн»,
доктор медицинских наук, профессор

 / Т.А. Скоромец /