

Методы инструментальной диагностики гидроцефалии у детей

Е.И.Степакина, Л.М.Кузенкова, О.И.Маслова, В.М.Студеникин

Научный центр здоровья детей РАМН, Москва

Гидроцефалия, или водянка головного мозга, является одной из важнейших проблем детской неврологии и нейрохирургии. Частота этой формы церебральной патологии составляет от 0,28 до 3,0 на 1000 новорожденных, а к возрасту одного года увеличивается до 1%. Высокий удельный вес врожденной гидроцефалии в структуре заболеваемости и смертности детей требует особого внимания к ее клинической и инструментальной диагностике. В статье представлены основные и вспомогательные методы инструментальной диагностики гидроцефалии у детей. Рассмотрены качественные и количественные диагностические критерии различных форм водянки головного мозга по данным нейровизуализирующих методов исследования.

Ключевые слова: гидроцефалия, диагностика, исследование, методы, дети

Methods of instrumental diagnostics of childhood hydrocephalus

E.I.Stepakina, L.M.Kuzenkova, O.I.Maslova, V.M.Studenikin

Scientific Center of Children's Health, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow

Hydrocephalus, or hydrocephaly, is one of the most important problems of pediatric neurology and neurosurgery. The incidence of this form of cerebral pathology is from 0.28 to 3.0 per 1000 neonates, and it increases up to 1% by one year of age. The high percentage of congenital HDC in the structure of morbidity and mortality of children requires a special attention to its clinical and instrumental diagnostics. The article presents the basic and supplementary methods of instrumental diagnostics of hydrocephalus in children. Qualitative and quantitative diagnostic criteria of different forms of hydrocephalus based on the findings of neurovisualizing methods of investigation are discussed.

Key words: hydrocephalus, diagnostics, investigation, methods, children

Основные задачи обследования больных с гидроцефалией заключаются в установлении характера, особенностей возникновения и развития проявлений водянки мозга, а также в анализе их динамики в процессе лечения.

На современном этапе развития медицины наиболее результативным является комплексное применение качественных и количественных методов оценки различных сторон патологического процесса [1–3].

В настоящее время для диагностики гидроцефалии используется широкий спектр инструментальных методов исследования. Традиционной считается рентгенокраниография. Рентгенологические изменения в костях черепа, связанные с гидроцефалией, хорошо изучены и подробно освещены в литературе.

Краниографическими признаками гипертензионной гидроцефалии считаются: расхождение черепных швов, истончение костей черепа, усиление рисунка пальцевых вдавлений, увеличение размеров турецкого седла и остеопороз его спинки, уплощение основания черепа, нарастание степени пневматизации пазух основной кости, превалирование размеров мозгового черепа над лицевым [1, 4]. Необходимо от-

метить, что при открытых формах водянки деформация черепа более или менее равномерна, а при окклюзионных формах она зависит от уровня обструкции ликворопроводящих путей. Так, при окклюзии водопровода мозга, III желудочка, отверстия Монро чаще расходится коронарный шов и смещаются борозды поперечного синуса в каудальном направлении. В случаях окклюзии отверстий Мажанди и Люшка отмечается преимущественное расхождение лямбдовидного шва и смещение борозды поперечного синуса вверх [4].

В целях визуализации ликворосодержащих полостей применяются рентгеноконтрастные исследования: вентрикулография и пневмоэнцефалография. В качестве контрастного вещества используется воздух, кислород, закись азота (негативное контрастирование), а также майодил, омнипак (позитивное контрастирование) [5, 6].

При пневмоэнцефалографии контрастирование ликворной системы обеспечивается введением в люмбальную полость воздуха, кислорода или закиси азота без выведения ликвора (направленная пневмоэнцефалография) или с частичным его выведением по Линдгрину–Берштейну. Пневмоэнцефалография дает возможность определить состояние желудочковой системы, субарахноидальных ликворных полостей и ликворопроводящих путей. Для количественной оценки выраженности гидроцефалии используются кефаловентрикулярные коэффициенты [2, 7].

Вентрикулография – исследование, при котором контрастное вещество вводится в ликворную систему путем катетеризации или пункции боковых желудочков. Методика

Для корреспонденции:

Кузенкова Людмила Михайловна, кандидат медицинских наук, заместитель главного врача НИИ педиатрии Научного центра здоровья детей РАМН

Адрес: 119991, Москва, Ломоносовский пр-т, 2/62

Телефон: (095)

Статья поступила 15.03.2004 г., принята к печати 06.08.2004 г.

оценки выраженности гидроцефалии аналогична таковой при пневмоэнцефалографии. По транспорту контрастного вещества через ликворные пути определяется уровень их окклюзии. С помощью вентрикулографии возможно установление деформации ликворной системы и одновременное обнаружение объемных образований [8, 9].

Ангиографические исследования позволяют выявить особенности кровоснабжения мозга и косвенно судить о состоянии ликворосодержащих систем. Так, при вентрикуломегалии выпрямляется ход сосудов, уменьшается степень извитости хориоидальных артерий, смещается к своду черепа перикаллезная артерия (на боковых ангиограммах) и увеличивается расстояние между передней и средней мозговыми артериями (прямые ангиограммы). На основании данных ангиографии можно установить выраженность гидроцефалии, определив положение перикаллезной артерии по отношению к месту деления внутренней сонной артерии и к внутренней поверхности конвексимальной части черепа в области *bregma*. Ангиография позволяет определить состояние крупных вен и синусов твердой мозговой оболочки, т.е. их проходимость, деформацию, доминантность [4, 6, 10, 11].

Изучение особенностей кровообращения в синусах твердой мозговой оболочки делает возможным определение состояния венозного кровообращения, что косвенно позволяет судить о ликворорезорбции в целом. Визуализация синусов осуществляется в ходе ангиографии и чрескожной синусографии [2].

Наиболее доступными и малотравматичными методами для оценки состояния ликворосодержащих систем являются ультразвуковые исследования (эхоэнцефалография, сонография). С их помощью удается получить объемное изображение ликворосодержащих систем и вещества мозга. Ультразвуковая доплерография дает возможность исследовать характеристики мозгового кровотока. Чрезвычайная популярность ультразвуковых исследований (УЗИ) в детском возрасте, в отличие от большинства методов нейровизуализации, обусловлена отсутствием необходимости в абсолютной обездвиженности пациентов. Информативность УЗИ обеспечивается проведением исследования только при открытом родничке и ограничивается возрастом пациента.

В настоящее время компьютерная томография (КТ) занимает доминирующее положение среди методов диагностики гидроцефалии. Она позволяет визуализировать мозговое вещество, ликворосодержащие полости, определить форму и выраженность гидроцефалии, характер деформации ликворосодержащих систем, степень декомпенсации ликворобращения и причины расстройства циркуляции спинномозговой жидкости. Создается возможность детального анализа признаков диффузного, локального и асимметричного расширения желудочковой системы, проявлений атрофии мозга. Особое внимание уделяется взаимоотношению объемного образования с ликворосодержащими и ликворопроводящими системами. Определяется форма, локализация, размеры порэнцефалических и внутримозговых кист. КТ позволяет отчетливо определить градиент плотности мозговой ткани в зависимости от размеров ликворных полостей, что способствует выявлению участков пониженной плотности вокруг желудочков мозга (лейкоареоз). С помощью этого метода оценивается состояние борозд, извилин мозга, поло-

жение серповидного отростка и намета мозжечка; хорошо визуализируются также асимметрия сильвиевых борозд, кистозные изменения субарахноидальных пространств, микрогрия, сужения субарахноидальных и субдуральных пространств.

Результаты КТ-исследований подвергаются качественной (визуальной) и количественной оценке.

Основной компьютерно-диагностический признак сообщающейся гидроцефалии – увеличение всех отделов желудочковой системы: III, IV желудочков, водопровода мозга и боковых желудочков с визуализацией связи IV желудочка и большой цистерны мозга. Нижний отдел III желудочка опускается и определяется на уровне супраселлярной цистерны. Боковые желудочки у новорожденных и детей первых месяцев жизни иногда настолько расширены, что их стенки почти соприкасаются с внутренней пластинкой свода черепа. При быстром прогрессировании гидроцефалии в проекции передних рогов боковых желудочков определяются зоны пониженной плотности, обусловленные отеком белого вещества мозга. Межжовковая цистерна и цистерны моста хорошо дифференцируются. При быстром прогрессировании гидроцефалии охватывающая цистерна суживается, при медленном остается стабильной. При нарастании внутренней гидроцефалии субарахноидальные пространства поверхности головного мозга обычно не визуализируются, при нарастании наружной – на томограмме выявляются значительные расширения субарахноидального пространства и (обычно незначительное) желудочковой системы [12].

На окклюзионную гидроцефалию указывает выраженное увеличение желудочковой системы выше места окклюзии. При этом резко сужены большая цистерна мозга, цистерны моста и охватывающая цистерна. Из-за увеличения объема желудочков сужается конвексимальное субарахноидальное пространство. Окклюзионная гидроцефалия всегда сопровождается перивентрикулярным отеком, проявляющимся на томограмме в виде понижения плотности мозгового вещества. Последнее является одним из важных признаков прогрессирующего течения гидроцефалии. Судить о длительности процесса позволяет оценка площади распространения перивентрикулярного понижения плотности, ширины ее зоны, отграниченности от мозгового вещества. По данным КТ можно выделить 4 стадии развития перивентрикулярного отека:

- I – отек выявляется только у верхненаружных углов передних рогов боковых желудочков, в основном, в виде неровности, размытости их контуров или (при бурном течении процесса) четким отграничением каймы понижения плотности;
- II – зона понижения плотности определяется у передних и задних рогов боковых желудочков;
- III – отек по всему периметру боковых желудочков;
- IV стадия – фестончатость контуров боковых желудочков, видимая обычно в области и тел и задних рогов, в то время как передние их рога практически вплотную прилегают к костям свода черепа. Эту стадию можно рассматривать как декомпенсацию, так как плащ мозга резко истончен, а толщина его минимальна.

Чаще всего окклюзия определяется на уровне водопровода мозга. IV желудочек при этом в большинстве случаев

сужен, III и боковые желудочки расширены. Блокада выхода из IV желудочка (отверстия Мажанди и Люшки) вызывает расширение всей желудочковой системы. Оклюзия отверстий Монро приводит к расширению боковых желудочков мозга [12].

Наиболее перспективным методом исследования на сегодняшний день является магнитно-резонансная томография (МРТ). Высокая разрешающая способность, возможность получения изображений в различных плоскостях, при отсутствии источника ионизирующего излучения, делают этот метод наиболее информативным в плане выявления патологического процесса, явившегося первопричиной расстройства ликворообращения. Определяемые, по данным МРТ, форма и выраженность гидроцефалии, уровень окклюзии ликворопроводящих путей, характер деформации желудочковой системы и субарахноидальных пространств, степень декомпенсации ликворообращения, являются незаменимыми для уточнения этиологии заболевания. В частности, результаты исследования позволяют выявить причину окклюзии водопровода мозга, III и IV желудочков мозга. По МРТ определяются краниовентрикулярные коэффициенты, ширина субарахноидальных щелей, толщина мозгового плаща, степень деформации и дислокации ликворосодержащих систем.

Количественное определение выраженности расширения и деформации ликворных полостей сводится к вычислению кефаловентрикулярных коэффициентов и краниовентрикулярных индексов. Последние имеют линейное и планиметрическое выражение [2, 13–18]. В практической медицине наиболее широко применяется определение линейных размеров и индексов: индекс передних (Эванса) и задних рогов, центральных отделов боковых желудочков, индексы III (Шлаттенбрандта–Нюрнбергера) и IV желудочков, ширина левого и правого передних рогов в области средних и задних отделов головки хвостатого ядра и соответствующие им бикаудальные индексы; минимальная ширина тел боковых желудочков в области медиального углубления; максимальная ширина III и высота IV желудочков.

Индексы передних и задних рогов боковых и III желудочков определяются по отношению максимального расстояния между их наружными стенками к наибольшему внутреннему диаметру черепа, умноженному на 100. Индекс центральных отделов боковых желудочков определяется по отношению расстояния между медиальными углублениями их наружных стенок к максимальному внутреннему поперечному диаметру черепа, умноженному на 100. Индекс IV желудочка – это отношение максимального расстояния между его наружными стенками к максимальному поперечному размеру задней черепной ямки, умноженному на 100.

Наиболее часто используется индекс передних рогов боковых желудочков (индекс Эванса). Нормальное значение этого индекса у детей в возрасте до 5 лет не превышает 24,6–30,0%, его увеличение до 31,0–39,0% трактуется как слабое расширение желудочковой системы, от 40,0 до 46,0% – как умеренное и более 47,0% – как значительное. Индекс центральных отделов боковых желудочков в норме у детей в возрасте до 5 лет составляет в среднем 18,2. Ширина передних рогов боковых желудочков составляет 3,3 мм; центральных – 6,0 мм и III желудочка от 2,6 до 4,8 мм [19–22].

В основе планиметрического метода лежит подсчет пло-

щади выбранных отделов желудочковой системы на одном из срезов, с последующим делением на площадь мозга на заданном уровне. Данный метод наиболее информативен при широких кистовидных желудочках, а также при асимметричной и локальной гидроцефалии [5, 23, 24].

При умеренной и незначительной деформации ликворосодержащих систем применяется индекс Акимова–Комиссаренко, который определяется как суммарный кефаловентрикулярный коэффициент по формуле $Q = 4d/a+b+c+c_1$, где d – внутренний диаметр мозгового черепа в передней проекции; a – расстояние между верхненаружными углами боковых желудочков; b – ширина передних отделов передних рогов; c – расстояние от верхневнутреннего угла правого бокового желудочка до ближайшей точки на его наружном контуре; c_1 – то же расстояние, измеренное на левом желудочке. О гидроцефалии свидетельствует показатель коэффициента Q ниже 5,2. Его значение от 5,2 до 4,8 указывает на легкую (незначительную) степень гидроцефалии, от 4,8 до 4,4 – на среднюю, менее 4,4 – на выраженную. Значение коэффициента более 5,8 свидетельствует о микровентрикулии. Степень расширения III желудочка определяется по формуле: $Q_2 = d/e$, где e – ширина III желудочка. За нормативное принимается значение коэффициента Q_2 от 30 до 50. Снижение величины Q_2 до 20 свидетельствует о легкой степени расширения III желудочка [5, 24].

Недавнее исследование В.А.Хачатряна и соавторов (1998 г.), посвященное информативности КТ и МРТ при исследовании головного мозга у 369 детей с врожденной гидроцефалией, выявило у части из них расширение ликворосодержащих систем значительной (66 чел.) и умеренной (3 чел.) выраженности. В основном данные КТ и МРТ совпадали. Последние были более информативны при стволовых новообразованиях. МРТ позволяла более точно характеризовать патологический процесс и уточнить степень проходимость ликворопроводящих путей. В 6 наблюдениях выявлена опухоль продолговатого мозга, среднего мозга, подкорковых узлов при отсутствии таких данных на КТ. Таким образом, МРТ-исследование оказалось более информативным при определении природы патологического процесса и уточнении первопричины расстройств ликворообращения.

В 80-е годы, к ставшим уже традиционными компьютерно-томографическому исследованию и магнитно-резонансной томографии прибавляются позитронно-эмиссионная и однофотонно-эмиссионная томографии, способные выявлять структурные и метаболические изменения даже при нормальных результатах структурной визуализации головного мозга [25]. Эти методы основаны на регистрации нарушенного (повышенного или пониженного) метаболизма пораженных тканей из-за патологических свойств молекул, помеченных специальными радиоактивными изотопами. Инкорпорированные радиоактивные изотопы генерируют фотоны, которые могут отображаться на рентгеновской пленке, но обычно подсчитываются гамма-камерой. Регистрируемые сигналы трансформируются в изображение посредством анализа Фурье [14, 26].

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) основана на упомянутых выше принципах. При ней наиболее широко в настоящее время используется флуорин-18-флуоро-2-дезоксиглюкозы (ФДГ). Это структурный аналог 2-дезоксиг-

глюкозы, который транспортируется в ткани теми же специфическими для транспорта глюкозы медиаторными механизмами. Фокус деструкции мозговой ткани характеризуется либо очаговым повышением метаболизма (так называемые «горячие» очаги в случае неопластических образований с активным ростом или очагов нейроинфекции), либо его понижением («холодные» очаги в случае функционально инактивных изменений). К другим разновидностям аналогичного исследования относится, например, ПЭТ с меченым метионином, которая признается более эффективной по сравнению с ФДГ-ПЭТ для точной идентификации границ внутри-мозговой опухоли.

Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) также является функциональным радиологическим методом и основана на принципах, аналогичных ПЭТ. Для ОФЭКТ мозга специфическими являются технеций⁹⁹ или йод¹²³, которые способны связываться с нейрорецепторами. Следует отметить, что метод ОФЭКТ является значительно менее дорогостоящим по сравнению с ПЭТ, так как там не используются дорогие ультракороткоживущие изотопы.

Согласно работе W.R.Theodore (1990), посвященной анализу сравнительной информативности нейрорадиологических методов, ПЭТ и ОФЭКТ занимают особое место, в силу того, что они наиболее эффективны только при использовании их в качестве завершения исследования, после КТ и МРТ, так как позволяют реально оценить функциональную активность выявленных структурных очагов, или же локализовать фокус патологической активности при отсутствии каких-либо структурных изменений.

Проводя анализ последних исследований, посвященных сравнительной эффективности нейровизуализирующих методов у детей с неврологическими нарушениями, следует отметить работу V.Donaghue и соавторов (1996), которые сравнивали результаты ОФЭКТ, КТ и МРТ у 53 пациентов. Полученный авторами вывод: ОФЭКТ следует применять при отсутствии или невозможности проведения МРТ, а также при негативных результатах МРТ и сопутствующих тому четких фокальных изменениях на ЭЭГ [27].

Таким образом в настоящее время в распоряжении педиатров, детских неврологов и нейрохирургов имеется широкий спектр современных высокоинформативных методов исследования центральной нервной системы, позволяющих своевременно диагностировать гидроцефалию, определять ее этиологические факторы, форму и степень выраженности, а также контролировать результаты лечения.

Литература

1. Арендт А.А. Гидроцефалия и ее хирургическое лечение. М., 1948; 200.
2. Хачатрян В.А., Берсенева В.П., Сафин Ш.М. и др. Гидроцефалия. Патогенез. Диагностика, хирургическое лечение. СПб., 1998; 230.
3. Lee S.T., Lui T.N., Chang C.N., Chang N.C. J Neurosurg 1990; 73: 541–4.
4. Симеончик Б.П. Лечение гидроцефалии у детей при помощи специальных дренажных систем: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. М., 1989; 36.
5. Ким Вон Ги. Гидроцефалия при супратенториальных опухолях головного мозга: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. СПб., 1996; 26.
6. Парайц Э., Сенаши И. Неврологические и нейрохирургические исследования в грудном и детском возрасте. Будапешт: Изд. Академии наук Венгрии, 1980; 302.
7. Барон М.А., Майорова Н.А. Функциональная стереоморфология мозговых оболочек: Атлас. М.: Медицина, 1982.
8. Хачатрян В.А. Патогенез и хирургическое лечение гипертензионной гидроцефалии: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. СПб., 1991; 35.
9. Хачатрян В.А., Севастьянов Т.В. Очерки по патологии нервной системы. СПб., 1996; 229–41.
10. Сресели М.А., Большаков О.П. Клинико-физиологические аспекты морфологии синусов твердой мозговой оболочки. Л.: Медицина, 1977; 174.
11. Хачатрян В.А., Фаткуллин В.Н. Ишемия мозга. СПб., 1997; 271–3.
12. Володин Н.Н., Медведев М.И., Горбунов А.В. Компьютерная томография головного мозга у новорожденных и детей раннего возраста. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2002; 119.
13. Коновалов А.Н., Корниенко В.Н., Озерова В.И., Пронин И.Н. Нейрорентгенология детского возраста. М.: Антидор, 2001; 436.
14. Корниенко В.Н., Озерова В.И. Детская нейрорентгенология. М.: Медицина, 1993; 443.
15. Корниенко В.Н., Озерова В.И., Пронин И.Н. Нейрорентгенология детского возраста. CD-ROM, ООО «ПО Видар» 2002.
16. Холин А.В. Магнитно-резонансная томография при заболеваниях центральной нервной системы. СПб.: Гиппократ, 2000; 192.
17. Naidich T.P. Hydrocephalus. In: Computed tomography, ultrasound and X-ray: an integrated approach. Editor by A.A.Moss. Academic Press. 1980; 509–30.
18. Synek V., Reyben J., Boulay G. Comparing Even's index and computerized axial tomography in assessing relationship of ventricular size to brain size. Neurology 1976; 26(3): 231–4.
19. Вавилов С.Б. Компьютерная томография головного мозга: возрастная изменчивость линейных параметров желудочковой системы. Вопросы цереброваскулярной патологии. Саратов, 1983; 23–6.
20. Вавилов С.Б. Компьютерная томография головного мозга в психиатрии: метод морфометрии. Сб. мат. международного симпозиума: компьютерная томография и другие современные методы диагностики, возможности и перспективы. М., 1989; 60–7.
21. Кузнецова Л.М. Врожденная гидроцефалия у детей раннего возраста. Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М., 1991; 19.
22. Lee S.H., Rao K.C. Cranial computed tomography and MRI. NY: Mc. Crow-Hill Book Company, 1987; 858.
23. Бадалян Л.О., Журба Л.Т., Всеволодская Н.М. Руководство по неврологии раннего детского возраста. Киев: Здоровья, 1980; 528.
24. Хайдер А. Ликворшунтирующие операции при патологически измененном составе спинно-мозговой жидкости. Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. СПб., 1996; 24.
25. Chagani H.T., Mazziotto J.S., Engel J., et al. The Lennox-Gastaut syndrome: metabolic subtypes determined by 2-deoxy-2 (fluoro-d-glucose positron emission tomography). Ann Neurol 1987; 21: 4–13.
26. Аббасова А.А. Нейровизуализация в диагностике врожденных аномалий мозга у детей. Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М., 2000; 32.
27. Donaghue V., Asenbauer B., King M., et al. Comparison of interictal 99m Tc HMPAO brain SPECT, MRT, CT and EEG findings in children with epilepsy and hemiplegia. Pediatr Radiol 1996; 6: 75.