



Критерии идеального метода диагностики в нейрохирургии

Л.Б. Лихтерман ✉

ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Москва, Россия

✉ Likhterman@nsi.ru

Аннотация

На основании изучения 100-летней истории развития распознавания патологии головного и спинного мозга впервые разработаны критерии идеального метода диагностики в нейрохирургии. Среди них определяющими являются такие качества, как дистантная визуализация, безвредность и доступность. К сегодняшним лидерам в приближении к идеальному методу относятся: нейротепловидение, ультразвуковая томография, компьютерная рентгеновская томография, магнитно-резонансная томография с модификациями.

Ключевые слова: нейродиагностика, ультразвуковая томография, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография.

Для цитирования: Лихтерман Л.Б. Критерии идеального метода диагностики в нейрохирургии. Клинический разбор в общей медицине. 2023; 4 (2): 73–76. DOI: 10.47407/kr2023.4.2.00207

Criteria of ideal diagnostic method in neurosurgery

Leonid B. Likhterman ✉

Burdenko National Medical Research Centre for Neurosurgery, Moscow, Russia

✉ Likhterman@nsi.ru

Abstract

The criteria of ideal diagnostic method in neurosurgery were first developed based on studying the hundred-year history of the brain and spinal cord disorder recognition development. Among these such characteristics, as remote visualization, safety, and accessibility are decisive. The today's leaders that are most close to the ideal method are as follows: thermal imaging, ultrasound tomography, X-ray computed tomography, magnetic resonance imaging and its modifications.

Keywords: neurodiagnostics, ultrasound tomography, computed tomography, magnetic resonance imaging

For citation: Likhterman L.B. Criteria of ideal diagnostic method in neurosurgery. Clinical review for general practice. 2023; 4 (2): 73–76.

DOI: 10.47407/kr2023.4.2.00207

Природа основательно «укрыла» головной мозг. Роль своеобразной «брони» играет череп. Этот мощный костный панцирь окружает мозг со всех сторон, оставляя отверстия и щели, через которые проходят ствол мозга, кровеносные сосуды и черепные нервы. Благодаря такой защите от воздействий внешней среды мозг может с высокой надежностью функционировать в самых различных ситуациях – эволюция работала на норму, на здоровье, на совершенство.

При травмах и болезнях защита мозга – череп превращается в непреодолимое препятствие для прямого распознавания патологии. Мозг нельзя прощупать, как это делают при исследовании органов брюшной полости; мозг нельзя выстухать и выслушать, как при исследовании легких и сердца. Поэтому вся диагностика заболеваний мозга долгое время строилась преимущественно на косвенных признаках – на симптомах и синдромах нарушения движений, чувствительности, координации, статики, зрения, речи, интеллекта и других мозговых функций, выявляемых неврологом при расспросе пациента, а также с помощью молоточка и иголки. Однако точное распознавание таким путем нередко весьма затруднительно, поскольку неврологические симптомы многозначны. Например, парез конечностей может быть обусловлен поражением лобной или

теменной доли, подкорковых узлов, ствола мозга или мозжечка. Тот же парез может быть первичным симптомом, симптомом «по соседству» либо «на отдалении», может зависеть от смещения мозга, отека или нарушений его кровоснабжения и т.д.

Установление истинной локализации и происхождения того или иного признака мозговой патологии – сложная задача. И даже мэтры порой могут ошибаться.

Вспоминается давний эпизод, когда к одному больному с неясным диагнозом были приглашены на консилиум три крупнейших столичных невролога. Один из них занимался сосудистыми заболеваниями и решил, что у пациента тромбоз средней мозговой артерии. Другой изучал энцефалиты, и его заключение доказывало воспаление мозга. Третий, работавший с нейрохирургической патологией, предположил опухоль. Каждый из ученых имел основания для своего диагноза. Истина, однако, не могла быть тройственной: у больного оказалась опухоль правой височной доли.

Успех в лечении заболеваний нервной системы во многом зависит от их раннего распознавания. Может ли на основании косвенных признаков всегда точным и быстрым быть диагноз в городских и районных больницах? Очевидно, что в помощь врачу нужны доступные методы инструментального распознавания мозговой

патологии, способные преодолевать черепной барьер. Собственно, вся история нейрохирургии и неврологии есть поиск таких методов исследования.

Понятно, что в соответствии с научно-техническим уровнем своего времени многие методы диагностики в нейрохирургии были травматичны, кровавы, опасны. Это вызывало их справедливую критику. Отсюда и пошло противопоставление безопасного и интеллектуального клиницизма опасному и примитивному техницизму. Тогда и родился крылатый афоризм Н.Н. Бурденко (1937 г.): «Диагностическое мероприятие не должно быть опасней хирургического вмешательства и не должно отягощать положение больного». Все же и вентрикулография, и пневмоэнцефалография, и контрастная миелография оказались полезными в развитии нейродиагностики, впервые сделав ее визуализированной [1].

Научно-техническая революция второй половины XX в. открыла принципиально новые возможности для создания методов дистантной визуализации головного и спинного мозга. Для их разработки и оценки нужны объективные критерии.

Изучив развитие методов диагностики на протяжении 100-летней истории нейрохирургии, проанализировав современную патентную документацию ведущих стран мира, периодическую и монографическую литературу, мы разработали комплекс критериев идеального метода диагностики нейрохирургической патологии [2]. Главные из них:

1. Информативность: видение патологического процесса через закрытые череп и позвоночник и получение структурных и функциональных представлений о состоянии головного и спинного мозга.
2. Безвредность для пациента и персонала.
3. Бескровность и безболезненность.
4. Техническая и экономическая доступность.

В нейрохирургии и неврологии в последние десятилетия появилась масса новых методов, включая такие комплексные, как, например, позитронно-эмиссионная томография. В перспективе голография: гамма, оптическая, акустическая...

Анализ каждого метода нейродиагностики следует осуществлять с учетом его возможностей и ограничений. Такой подход позволил выявить сегодняшних лидеров, наиболее приближающихся к идеальному методу диагностики.

Рассмотрим их.

Нейротепловидение. Оно основано на пассивной локализации инфракрасного излучения, постоянно продуцируемого органами и тканями человека в процессе жизнедеятельности. Метод сочетает абсолютную безвредность с визуализацией лоцируемого участка тела или конечностей [3]. Однако если для распознавания патологии периферической нервной системы это идеальный метод, то при заболеваниях головного и спинного мозга тепловидение не способно по своим физическим характеристикам обеспечить прямую визуализацию внутричерепного и внут-

рипозвоночного содержимого. Вместе с тем по косвенным признакам – изменение тепловой продукции в определенных кожных зонах – инфракрасная термография несет ценную диагностическую информацию. Аппаратура малогабаритна и совмещена с персональным компьютером, что обеспечивает хранение термограмм и их воспроизводимость в любое время. Технически и экономически метод доступен всякому медицинскому учреждению.

Ультразвуковая томография. Ультразвуковая локация практически безвредна. Позволяет получать изображение как поверхностных, так и глубинных структур головного мозга. Аппаратура малогабаритна и сопряжена с персональным компьютером. В отличие от других методов активной локализации ультразвуковая томография может быть применена в любых условиях – у кровати больного, в машине скорой помощи, на месте происшествия. Метод идеален для скрининга у детей и динамического прослеживания патологии [3, 4].

Однако у взрослых при локализации через акустические окна на закрытом черепе нередко определенные затруднения в трактовке находок из-за артефактов. По информативности ультразвуковая томография значительно уступает компьютерной и магнитно-резонансной томографии (МРТ). Но, в отличие от них, общедоступна, не требует специально оборудованных помещений и сложного технического обслуживания. Стоимость одного ультразвукового исследования в десятки раз дешевле компьютерно-томографических и магнитно-резонансных исследований.

К вершинам нейродиагностики относятся **компьютерная рентгеновская томография (КТ)** и **МРТ** [5, 6].

Преимуществами КТ являются доступность, скорость сканирования и совместимость с медицинскими приборами жизнеобеспечения [5, 6]. При черепно-мозговой травме (ЧМТ) КТ – это метод выбора для первичного обследования пострадавших, дает возможность быстро диагностировать острые внутричерепные гемorragии и их локализацию, масс-эффект и отек мозга, определить размеры и конфигурацию желудочковой системы, выявить повреждения костей, наличие инородных тел, отсроченные гематомы [7]. КТ позволяет детализировать краниобазальную патологию и состояние самого основания черепа. КТ-ангиография по информативности сопоставима с обычным контрастным исследованием сосудов мозга и т.д.

Диагностическая возможность и чувствительность КТ при нетяжелых повреждениях мозга, особенно негеморрагического характера, заметно снижаются. КТ обладает низкой чувствительностью при небольших очагах повреждений мозга, прилежащих к костям свода и основания черепа, при диффузных аксональных повреждениях, повреждениях структур ствола мозга и задней черепной ямки [7]. КТ также является относительно нечувствительным методом для выявления острых гипоксических и ишемических изменений мозга, подострых и хронических гемorragий, а также дифференциации видов отека мозга.

Главное, у КТ есть одна существенная негативная сторона. Несмотря на значительное снижение дозы облучения рентгеновскими лучами в современных модификациях компьютерных рентгеновских томографов, все-таки остается их вредоносное воздействие, особенно на детский организм.

Например, по данным I. Mathews и соавт. [8], частота рака достоверно на 24% была выше у австралийцев, которым хотя бы один раз в возрасте 0–19 лет выполнили рентгеновскую КТ.

По сравнению с КТ, МРТ, несмотря на трудности ее применения в остром периоде травмы (относительная длительность исследования, необходимость седации при психомоторном возбуждении, невозможность исследования при наличии металлических имплантов и водителей сердечного ритма и др.), имеет свои существенные преимущества, прежде всего по отдаленной безвредности для пациента [5–7]. МРТ является более чувствительным методом исследования, чем КТ, для выявления небольших негеморрагических и микрогеморрагических очагов, например при диффузном аксональном повреждении, а также при исследовании ЧМТ в подострой и хронических стадиях. Рутинные последовательности МРТ – T₁, T₂, T₂-FLAIR, T₂*-градиентное эхо показывают различные структурные изменения мозга: масс-эффект, компрессию цистерн, мелкие геморрагии, скопление крови по контурам извилин при субарахноидальных кровоизлияниях. Гемосидерин-чувствительное T₂*-градиентное эхо помогает в визуализации петехиальных, подострых и хронических геморрагий. Диффузные последовательности улучшают выявление острых вторичных инфарктов при ЧМТ. Существуют также современные последовательности, чувствительные к продуктам крови (SWI, SWAN), оценивающие перфузию мозга (DSC T₂*-перфузия, DCE, ASL), определяющие микроструктурные изменения белого вещества и интегрированности трактов (диффузионно-тензорная, диффузионно-куртозисная МРТ), выявляющие функционально значимые зоны (ФМРТ).

T₂*-градиентное эхо (T₂* GRE), SWI (Susceptibility weighted imaging), SWAN (T₂-star weighted angiography) – последовательности, акцентирующие негетогенность магнитного поля и эффект магнитной восприимчивости. Поэтому применяются для выявления геморрагий и микрогеморрагий как в остром периоде ЧМТ, так и спустя месяцы и годы после травмы. SWI (SWAN)-3D градиентное эхо с высоким пространственным разрешением – особенно чувствительна к продуктам крови и деоксигемоглобину в венозной крови. SWI последовательность более чувствительна, чем T₂* GRE, к выявлению повреждений при диффузном аксональном повреждении. Импульсная последовательность SWAN позволяет получить томограммы с хорошим контрастированием венозных и анатомических структур, ткани которых отличаются своими магнитными свойствами (содержанием железа).

Диффузно-взвешенные изображения – ДВИ (diffusion weighted imaging, DWI) – отражают движение мо-

лекул воды (протонов водорода) в тканях, а коэффициент диффузии, получаемый при картировании, применяется для дифференциальной диагностики цитотоксического и вазогенного отека вследствие травмы мозга или ишемии. Снижение коэффициента диффузии предполагает наличие цитотоксического отека, а повышение – развитие вазогенного/интерстициального отека. Особая роль ДВИ отводится в выявлении острых инфарктов и диффузных аксональных повреждений. Также ДВИ дает информацию о вторичных повреждениях мозга в виде инфарктов в результате вклинения или инсульта.

МР-спектроскопия – позволяет определить содержание разных метаболитов в мозге *in vivo*, которые отражают изменения как биохимических процессов, так и повреждение клеточных структур. Травма мозга индуцирует изменения N-ацетиласпартата (NAA), биомаркера нейронов, снижение которого в патологических очагах показывает их первичное повреждение, тогда как снижение NAA в зонах с неизменным МР-сигналом может указывать на наличие ДАП и валлеровской дегенерации. Повышение уровня холина (Cho) – маркера повреждения мембран – может быть обнаружено в белом веществе при разрушении миелина; появление лактата (Lac), производного анаэробного гликолиза, указывает на гипоксическое/ишемическое повреждение. В настоящее время в протонной МР-спектроскопии используются два метода – одновоксельный и 2D, 3D – мультивоксельный.

Диффузно-тензорная МРТ позволяет количественно и качественно оценить повреждения проводящих путей головного мозга, получить их трехмерные изображения и тем самым в клинических условиях, *in vivo*, визуализировать, например, степени выраженности диффузного аксонального повреждения и вторичных атрофических изменений мозга. Метод диффузно-тензорной МРТ оценивает диффузные характеристики исследуемой среды, а также показывает направленность диффузии воды в тканях (анизотропию) и, таким образом, дает информацию о степени интегрированности трактов белого вещества. Диффузионная анизотропия неоднородна в разных областях белого вещества и отражает различие в миелинизации волокон, диаметре и их направленности. Патологические процессы, изменяющие микроструктуру белого вещества, такие как разрыв, дезорганизация и разобщение волокон, сочетающиеся с разрушением миелина, ретракцией нейронов, увеличением или уменьшением внеклеточного пространства, оказывают влияние на показатели диффузии и анизотропии.

Беспорным и очень важным преимуществом МРТ является возможность сочетания визуализационной информации о структуре и функциональном состоянии образований головного мозга. Функциональная МРТ позволяет раскрывать связи и механизмы процессов, происходящих в различных отделах мозга при выполнении различных заданий. Нейрофизиология и нейропсихология благодаря функциональной МРТ наконец получили

доказательный инструмент для своих построений и теорий. Однако у этого близкого к идеальному метода есть своя «ахиллесова пята» – очень высокая стоимость аппаратуры и сложность ее обслуживания.

В целом КТ и МРТ, относясь к наиболее достоверным методам топической и нозологической диагностики, незаменимы во всех разделах нейрохирургии – нейротравматологии, нейроонкологии, нейроваскулярологии, функциональной, спинальной и детской нейрохирургии [5, 9].

Очевидно, что сегодня диагностическая и научная тактика должна заключаться в разумном сочетании ми-

нимально инвазивных и дистантных методов исследования центральной нервной системы с акцентом на близкие к идеальным параметры.

Разработанные критерии идеального метода в нейрохирургии способствуют безопасному получению исчерпывающей информации о состоянии и патологических изменениях головного и спинного мозга и периферических нервов с учетом конкретных условий, в которых находится пациент.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. The author declares that there is not conflict of interests.

Литература / References

1. Лихтерман Б.Л. Нейрохирургия: становление клинической дисциплины. М., 2007. [Likhтерman B.L. *Nejrohirurgiya: stanovlenie klinicheskoy discipliny*. Moscow, 2007 (in Russian).]
2. Lichterman B.L. An ideal diagnostic method in neurosurgery. In book: L. Likhтерman, D. Long, B. Lichterman. *Clinical philosophy of Neurosurgery*, Athena, Modena, Italy, 2018. P. 155–9.
3. Лихтерман Л.Б. Ультразвуковая томография и тепловидение в нейрохирургии. М.: Медицина, 1983. [Likhтерman L.B. *Ul'trazvukovaya tomografiya i teplovidenie v nejrohirurgii*. Moscow: Medicina, 1983 (in Russian).]
4. Денисова Г.А., Чайковская О.Я. Ультразвуковые исследования в нейрохирургии. В кн.: Нейрохирургия. Национальное руководство. Т. I. Диагностика и принципы лечения. М., 2022. С. 183–214. [Denisova G.A., Chajkovskaya O.Ya. *Ul'trazvukovye issledovaniya v nejrohirurgii*. In book: *Nejrohirurgiya. Nacional'noe rukovodstvo. T. I. Diagnostika i principy lecheniya*. Moscow, 2022. P. 183–214 (in Russian).]
5. Kornienko V, Pronin I. *Diagnostic Neuroradiology*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2009, p. 1288.
6. Пронин И.Н., Захарова Н.Е. Корниенко В.Н. Нейровизуализация. В кн.: Нейрохирургия. Национальное руководство. Т. I. Под ред. Д.Ю. Усачева. Диагностика и принципы лечения. М., 2022. С. 155–82. [Pronin I.N., Zaharova N.E. Kornienko V.N. *Nejrovizualizaciya*. In book: *Nejrohirurgiya. Nacional'noe rukovodstvo. T. I. Ed. D.Yu. Usachev. Diagnostika i principy lecheniya*. Moscow, 2022. P. 155–82 (in Russian).]
7. Захарова Н.Е. МРТ-классификация уровня травматологического повреждения мозга. В кн.: Нейрохирургия. Национальное руководство. Т. II. М., 2022. С. 59–67. [Zaharova N.E. *MRT-klassifikaciya urovnya travmatologicheskogo povrezhdeniya mozga*. In book: *Nejrohirurgiya. Nacional'noe rukovodstvo. T. II*. Moscow, 2022. P. 59–67 (in Russian).]
8. Mathews ID et al. Cancer risk in 680 000 people exposed to computed tomography scans in child hood ire adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *BMI*, 2013; 346: f2360. DOI: 10.1136/bmj.f2360
9. Лихтерман Л.Б. Неврология черепно-мозговой травмы. М., 2009. [Likhтерman L.B. *Neurologiya cherepno-mozgovej travmy*. Moscow, 2009 (in Russian).]

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Лихтерман Леонид Болеславович – д-р мед. наук, проф., невролог, гл. науч. сотр. 9-го нейрохирургического отд-ния, ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко». E-mail: Likhтерman@nsi.ru; ORCID: 0000-0002-9948-9816

Leonid B. Likhтерman – D. Sci. (Med.), Prof., Burdenko National Medical Research Center for Neurosurgery. E-mail: Likhтерman@nsi.ru; ORCID: 0000-0002-9948-9816

Поступила в редакцию / Received: 07.02.2023

Поступила после рецензирования / Revised: 21.02.2023

Принята к публикации / Accepted: 02.03.2023