

Министерство здравоохранения Республики Беларусь
Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»

Кафедра лучевой диагностики с курсом ФПКиП

Автор:
М.А. Лихачевская, ассистент

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для проведения практического занятия
по учебной дисциплине
Медицинская визуализация

для студентов 5 курса медико-диагностического факультета,
обучающихся по специальности 1-79 01 04 «Медико-диагностическое
дело»

Тема 6. «Лучевая анатомия и методы лучевого исследования головного
мозга. Возрастная лучевая анатомия и методы лучевого исследования
головного мозга у детей».

Время: 6 часов

Утверждены на заседании кафедры лучевой диагностики с курсом
ФПКиП
(протокол № 7 от 06.02.2026г.)

Учебная цель:

- формирование у студентов профессиональных компетенций, необходимых для решения диагностических задач путем применения методов лучевой диагностики при заболеваниях головного мозга;
- формирование у студентов знаний о лучевой семиотике наиболее распространенных заболеваний человека и принципах органно-комплексного применения методов лучевой диагностики при патологии головного мозга;
- уметь проводить базовую сердечно-легочную реанимацию и иные реанимационные мероприятия в случае возникновения осложнений при применении контрастных веществ

Воспитательная цель:

- развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны;
- научить соблюдать учебную и трудовую дисциплину, этико-деонтологические нормы и правила в диагностическом процессе;
- уметь применять основные модели взаимодействия врача и пациента;

Задачи:

- Анатомия головного мозга, отделы головного мозга, доли.
- Углубить знания по основным методам лучевого исследования головного мозга.
- Углубить знания по лучевой анатомии головного мозга в норме; особенности КТ-изображений головы на разных срезах в норме. Понятие о гипо-, изо- и гиперденсных структурах.
- Ознакомить студентов с основными программами (T1- и T2-взвешенные изображения) при МРТ исследовании головного мозга, основные структуры для визуализации, интерпретация МРТ головного мозга в разных проекциях в норме.
- Познакомиться с методами диагностики головного мозга у детей.
- Посмотреть сонограммы головного мозга у здоровых детей.
- Ознакомиться с методикой исследования и показаниями к исследованию головного мозга у новорожденных.
- Ознакомиться с признаками патологических изменений головного мозга новорожденного.
- Особенности головного мозга на КТ
- Особенности МРТ изображений головного мозга у детей.

В результате проведения учебного занятия студент должен

знать:

- ~ лучевую анатомию и лучевую семиотику заболеваний головного мозга;
- ~ принципы органно-комплексного применения методов лучевой диагностики головного мозга;
- ~ реакции и осложнения при применении контрастных веществ, а также меры по предотвращению и лечению местных/системных реакций и осложнений.

уметь:

- ~ определять показания и противопоказания к лучевому исследованию головного мозга;
- ~ подготавливать пациента к лучевому исследованию головного мозга в норме и при заболеваниях;
- ~ интерпретировать результаты лучевого исследования при заболеваниях головного мозга;
- ~ оказать первую помощь при острых побочных реакциях на введение контрастных веществ

владеть:

- ~ навыками выбора метода визуализации при заболеваниях головного мозга;
- ~ навыками подготовки пациентов к лучевым исследованиям головного мозга;
- ~ навыками интерпретации результатов лучевого исследования и, при необходимости, построения схемы дообследования при заболеваниях головного мозга;
- ~ навыками оказания первой помощи при возникновении острых побочных реакций на введение контрастных веществ.

Мотивация для усвоения темы: рейтинговая система оценки знаний

МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ

Комплекты рентгенограмм, электронные средства демонстрации иллюстративного материала (интерактивная доска, телевизор, проектор), ультразвуковые сканеры.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗ СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН

«Анатомия человека»:

- нормальная анатомия головного мозга,
- половые и возрастные особенности головного мозга,
- нормальная анатомия головного мозга у детей.

Лучевая анатомия и методы лучевого исследования головного мозга

Контрольные вопросы:

1. Анатомия головного мозга. Отделы головного мозга. Доли. Оболочки. Желудочковая система.
2. Кровоснабжение головного мозга. Венозные синусы.
3. Ликвородинамика.
4. Методы лучевого исследования головного мозга.
5. Рентгеновская КТ-анатомия головы здорового человека. Роль рентгеновской компьютерной томографии в исследовании головного мозга. Показания к исследованию.
6. Понятие о плотности головного мозга при КТ. Изменения плотности структур головного мозга при патологии.
7. МРТ анатомия головного мозга. Основные программы (T1- и T2-взвешенные изображения) при МРТ исследовании головного мозга, основные структуры для визуализации,
8. Интерпретация МРТ головного мозга в разных проекциях в норме.
9. Показания к нейросонографии у новорожденных.
10. Показания к НСГ в более старшем возрасте:
11. Основные признаки незрелости мозговых структур
12. Показания к КТ и МРТ головного мозга у детей.
13. Аномалии развития головного мозга.
14. Особенности КТ-картины головного мозга у детей
15. Особенности МРТ изображений головного мозга у детей

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Литература

Основная:

1. Илясова, Е. Б. Лучевая диагностика: учебное пособие / Е. Б. Илясова, М. Л. Чехонацкая, В. Н. Приезжева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 432 с.
2. Трутень, В. П. Рентгенология: учебное пособие / В. П. Трутень. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 336 с.
3. Труфанов, Г. Е. Лучевая диагностика: учебник / Труфанов Г. Е. и др. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 484 с.
4. Лучевая диагностика и лучевая терапия: учебн. пособие / [А.И. Алешкевич [и др.]] – Минск : Новое знание, 2017. – 381 с.
5. Ермолицкий, Н. М. Радиационная безопасность в лучевой диагностике: учеб.-метод. пособие для студентов 3-5 курсов мед.-диагност. фак. мед. вузов / Н. М. Ермолицкий; УО «ГомГМУ», Каф. внутренних болезней № 3 с курсом лучевой диагностики и лучевой терапии. – Гомель: ГомГМУ, 2018. – 97 с.

Дополнительная:

6. Власов, Е. А. Томографическая (КТ и МРТ) анатомия центральной нервной системы человека [Атлас] / Е. А. Власов. – Москва : Издательский дом Видар-М, 2020. – 144 с.

7. (8). Жерко, О. М. Клиническая трансторакальная эхокардиография: практическое руководство для врачей / О. М. Жерко. – Минск : Альфа-книга, 2020. – 832 с.

8. (9). Жерко, О. М. Ультразвуковая диагностика патологии сосудов: практическое руководство для врачей / О. М. Жерко. – Минск : Альфа-книга, 2019. – 688 с.

9. (10). Кармазановский, Г. Г. Динамическая мультиспиральная КТ: параметры и характеристики болюса контрастного вещества, примерные протоколы сканирования и их клиническое применение. Руководство для врачей лучевых диагностов / Г. Г. Кармазановский. – Москва : Издательский дом Видар-М, 2020. – 384 с.

10. (11). Морозов, С. П. Основы менеджмента медицинской визуализации / Морозов С. П. [и др.] – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 432 с.

11. (13). Носенко, Е. М. Ультразвуковое исследование артерий и вен верхних конечностей / Е. М. Носенко, Н. С. Носенко, Л. В. Дадова. – Москва : Издательский дом Видар-М, 2020. – 240 с.

12. (14). Озерская, И. А. Руководство по ультразвуковой диагностике в акушерстве и гинекологии / И. А. Озерская. – Москва : МЕДпресс-информ, 2021. – 304 с.

13. (16). Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика / Под ред. В. В. Митькова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский дом Видар-М, 2019. – 756 с.

14. (17). Ростовцев, М. В. Атлас рентгеноанатомии и укладок : руководство для врачей / М. В. Ростовцев, Г. И. Братникова, Е. П. Корнева [и др.] ; под ред. М. В. Ростовцева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 320 с.

15. (18). Труфанов, Г. Е. МРТ. Позвоночник и спинной мозг : руководство для врачей / под ред. Г. Е. Труфанова, В. А. Фокина. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 544 с.

Нормативные правовые акты:

16. (20). Гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия»: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28.12.2012 №213.

17. (21). Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности воздействия ультразвука на человека»: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021 г. № 37.

18. (22). О здравоохранении: Закон Республики Беларусь 18.06.1993 № 2435–XII: в ред. Закона Республики Беларусь от 08.07.2024 № 26-З.

19. (23). Об утверждении расчетных нормативов времени на выполнение исследований в лучевой диагностике врачами и рентгенолаборантами организаций здравоохранения системы Министерства

здравоохранения Республики Беларусь: Приказ Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 06.04.2007 № 255.

20. (24). Санитарные правила и нормы 2.6.1.8-38-2003 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований»: постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 31.12.2003 № 223 с изм. и доп., утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 26.05.2008 № 97.

21. (25). Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 31.12.2013 № 137.

ДИДАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Содержание учебного материала

Лучевая анатомия структур супратенториальных отделов головного мозга и задней черепной ямки. Лучевая анатомия турецкого седла. Методы исследования головного мозга. Артерии и вены головного мозга.

Головной мозг располагается в полости черепа (*cavum cranii*). Головной мозг подразделяется на большой мозг (*cerebrum*), мозжечок (*cerebellum*) и мозговой ствол (*truncus encephali*). К стволу мозга относят продолговатый мозг, мост, средний и промежуточный мозг. В головном мозге выделяют пять отделов: – конечный мозг (*telencephalon*); – промежуточный мозг (*diencephalon*); – средний мозг (*mesencephalon*); – задний мозг (*metencephalon*); – продолговатый мозг (*myelencephalon*). Головной мозг (*encephalon*) – это высший отдел центральной нервной системы, который контролирует все процессы, происходящие в организме, и обеспечивает всю высшую и низшую нервную деятельность.

Конечный мозг (*telencephalon*), или большой мозг (*cerebrum*), представляет собой наиболее массивный отдел головного мозга (85-90% массы всего мозга) и занимает большую часть полости черепа. Конечный мозг состоит из двух полушарий (*hemispherium*), отделенных друг от друга глубокой продольной щелью (*fissura longitudinalis cerebri*) и соединенных между собой тремя структурами – комиссурами полушарий: мозолистым телом (*corpus callosum*), передней комиссурой (*commissura anterior*) и задней комиссурой (*commissura posterior*). Большие полушария разделены продольной щелью, в глубине которой лежит пластинка белого вещества, состоящая из волокон, соединяющих два полушария – мозолистое тело. Мозолистое тело – самая большая комиссура, находится на дне продольной щели и соединяет новую кору левого и правого полушарий, объединяя (координируя) функции обеих половин мозга в единое целое.

В каждом полушарии различают наиболее выступающие спереди, сзади и в стороны участки, получившие название полюсов: лобный, затылочный и височный полюса.

В каждом полушарии выделяют плащ (pallium), обонятельный мозг (rhinencephalon), полосатое тело (corpus striatum), перегородку (septum) и боковой желудочек мозга. Плащ каждого полушария делят на пять долей: лобную (lobus frontalis), теменную (lobus parietalis), затылочную (lobus occipitalis), височную (lobus temporalis) и скрытую долю, или островок (lobus insularis, insula), расположенный в глубине боковой (латеральной) борозды. Границей между лобной и теменной долями является центральная (Роландова) борозда, между теменной и затылочной – теменно-затылочная. Височная доля отделена от остальных боковой (Сильвиевой) бороздой. Основную поверхность долей плаща составляют борозды и извилины. Между бороздами находятся валики плаща, которые принято называть извилинами.

Кора покрывает всю поверхность больших полушарий. Ее структурными элементами являются нервные клетки с отходящими от них отростками – аксонами и дендритами, а также клетки нейроглии. Кора головного мозга неодинакова по цитоархитектонике, по толщине и по функциям. По особенностям клеточного состава и строения кору больших полушарий разделяют на ряд участков, называемых корковыми полями. Существует множество классификаций различных областей и полей. К. Бродман (1909) разделил всю кору головного мозга человека по цитоархитектоническим признакам на 11 областей, а области – на поля, которых он описал, 52. Поля найдены опытным путем и обозначены в специальных атласах (например, К. Бродмана). Участки коры головного мозга, к которым подходят восходящие пути от органов зрения, слуха, обоняния, вкуса, болевых, температурных и тактильных рецепторов кожи, от внутренних органов, называют «корковыми отделами анализаторов». Соответственно имеются анализаторы зрительный, слуховой, обонятельный, вкусовой, кожный, двигательный (мышечный). Вся мозговая кора рассматривается как совокупность корковых концов анализаторов.

Базальные ганглии (подкорковые узлы). В глубине каждого полушария имеются скопления серого вещества в виде отдельных ядер. Базальные ганглии: полосатое тело (corpus striatum), миндалевидное тело (corpus amygdaloideum). В состав полосатого тела в свою очередь входят хвостатое ядро (nucl. caudatus), чечевицеобразное ядро (nucl. lentiformis) и ограда (claustrum).

Между ядрами находятся капсулы (наружная, внутренняя), образованные проводящими путями.

На наших занятиях мы попытаемся познакомиться с нормальным изображением головного мозга, будем изучать те структуры, которые можно визуализировать, дифференцировать по локализации или по признакам плотности на КТ или по изменению МР-сигнала на МРТ, то есть увидеть то, что доступно при использовании наших методов визуализации.

Определены денситометрические показатели структур головного мозга (шкала Хаунсфилда). Плотность серого вещества составляет +30...+35НУ.; белого +25...+29НУ. Возможности выявления различных заболеваний и повреждений головного мозга с помощью КТ связаны либо с нарушением нормальных анатомических взаимоотношений в полости черепа либо с различным ослаблением рентгеновских лучей нормальными и патологически измененными тканями.

Методы исследования заболеваний и повреждений черепа и головного мозга у взрослых:

Методы первого ряда

- КТ
- Рентгенография
- Транскраниальное УЗИ

Методы второго ряда (дополнительные):

- МРТ
- Инвазивные и малоинвазивные, исследования с контрастом.

Основными методами в неврологии и нейрохирургии являются **КТ и МРТ**. В некоторых случаях сохранила свое значение обычная рентгенография черепа. В диагностически сложных случаях применяют специальные методики КТ и МРТ, используют введение контрастных веществ. Много зависит от обеспеченности необходимой аппаратурой, показаний для исследования, потребности в решении вопроса о хирургическом вмешательстве.

Стандартное исследование:

- рентгенография черепа в прямой и боковой проекции (общая информация о форме, костях, швах)
- аксиальная проекция (основание черепа)
- задняя полуаксиальная (для затылочной кости)
- дополнительные снимки в специальных укладках (рентгенография височной кости по Шюллеру, Майеру, Стенверсу и др.). Более подробное описание стандартной рентгенографии будет рассмотрено в следующей теме.

Рентгеноконтрастные методики исследования головного мозга. В качестве контрастных веществ используют как рентгенонегативные (воздух, кислород, закись азота), так и рентгенопозитивные иодсодержащие неионные вещества (омнипак, оптирей, томогексол).

Контрастирование ликворных пространств проводят с помощью спинномозговой пункции или пункции бокового желудочка через фрезевое отверстие.

Контрастные специальные исследования:

- пневмоэнцефалография,
- вентрикулография,
- пневмоцистернография,
- церебральная ангиография.

В настоящее время на ангиографических комплексах проводят цифровую субтракционную ангиографию (digital subtraction angiography, DSA).

При церебральной ангиографии внутриартериально вводят до 10мл контрастного вещества и выполняют серию ангиограмм в разные фазы кровотока в произвольно выбранных проекциях.

Специальные методики компьютерной томографии:

- КТ и МСКТ с контрастным усилением,
- МСКТ ангиография с болюсным внутривенным контрастным усилением,
- КТ-цистернография,
- перфузионная МСКТ,

МРТ является основным методом визуализации структур головного мозга. МРТ включает большое количество программ, использование которых зависит от поставленной задачи. Специальные методики МРТ:

- МРТ ангиография,
- диффузионная и перфузионная МРТ,
- функциональная магнитно-резонансная томография.
- протонная магнитно-резонансная спектроскопия (ПМРС)

Радионуклидный метод.

ОФЭКТ(однофотонная эмиссионная компьютерная томография).

Для исследования головного мозга используются РФП, проникающие и непроникающие через гематоэнцефалический барьер: непроникающие - препараты технеция, таллия, галлия; проникающие РФП (ксенон) –для изучения мозгового кровотока. ОФЭКТ-перфузия отражает самые ранние проявления ишемии в головном мозге

ПЭТ.

ПЭТ – радионуклидный томографический метод исследования, основанный на регистрации гамма-квантов, возникающих при аннигиляции позитронов с электронами (позитроны возникают при позитронном бета-распаде радионуклида, входящего в состав радиофармпрепарата, который вводится в организм перед исследованием). Возникающие при этом гамма-кванты улавливаются детекторами, расположенными вокруг исследуемого объекта. Компьютерная обработка полученных сигналов позволяет выполнить трёхмерную реконструкцию распределения радионуклида в сканируемом объекте. Почти всегда ПЭТ-томограф комбинируется с КТ- или МРТ-сканером. ПЭТ позволяет изучать жизнедеятельность мозга, включая метаболизм глюкозы, утилизацию кислорода, кровотоков, перфузию.

Показания к ПЭТ:

- диагностика и дифференциальная диагностика злокачественных новообразований,
- оценка эффективности проводимого лечения,
- выбор активного участка для биопсии,
- ранняя диагностика метаболических нарушений при болезни Паркинсона, болезни Альцгеймера.

Ультразвуковой метод

Эхоэнцефалоскопия

Позволяет выявить дислокацию срединных структур, может применяться на этапе приемного отделения для первичной диагностики. В настоящее время сочетается с **дуплексным сканированием**, которое сочетает УЗИ для оценки артерий с импульсным доплеровским анализом кровотока.

Транскраниальная доплерография

Неинвазивная методика исследования кровотока. Интраоперационно и в постоперационном периоде УЗИ применяется через трепанационный дефект.

Позволяет выявить постоперационные осложнения, внутричерепные гематомы, тампонаду желудочков, оценить выраженность отека, «масс—эффекта», явлений дислокации, гидроцефалии.

Методика исследования головного мозга и лучевая анатомия

При проведении КТ и МРТ* начинают исследование с обзорного изображения головы, (делают локалайз), на котором устанавливают положение плоскостей сканирования, расстояние между срезами, толщину среза и все параметры для проведения исследования, которые требуются для данного метода.

Исследование, как правило, начинают с аксиальных (поперечных) срезов, затем в ходе исследования программы могут дополняться, изменяться.

**Прим.: нормальная анатомия головного мозга четче визуализируется на МРТ.*

Основные структуры для визуализации:

- отделы головного мозга,
- полушария большого мозга, доли головного мозга,
- зона базальных ядер
- инфратенториальные структуры, ЗЧЯ, ствол мозга
- оболочки головного мозга,
- желудочковая система,
- определение денситометрических показателей головного мозга.
- выявление в головном мозге структур, отличающихся по плотности от вещества мозга.

Оболочки мозга:

- твердая мозговая оболочка,
- паутинная оболочка,
- мягкая мозговая оболочка,

Венозные синусы:

- верхний сагиттальный синус
- нижний сагиттальный синус
- прямой синус

- поперечный (ые) синус (ы)
- кавернозные синусы
- верхние и нижние каменистые синусы
- сигмовидные синусы

Желудочки мозга:

- боковые желудочки
- III-й желудочек
- IV-й желудочек

Измерение желудочков

- Индекс боковых желудочков ($B/A > 4$)
- Передний рог бокового желудочка на уровне отверстия Монро:
 - до 40 лет < 12 мм
 - после 40 лет < 15 мм
- Ширина III-го желудочка:
 - < 5 мм – у детей
 - < 7 мм – у взрослых до 60 лет
 - < 9 мм – старше 60 лет

Уровни исследования в аксиальной проекции*:

- над боковыми желудочками;
- на уровне верхних отделов боковых желудочков;
- уровень тел боковых желудочков;
- уровень 3 желудочка;
- над 4 желудочком.

**Прим.: поскольку спиральные МСКТ дают возможность делать тонкие срезы и обладают широкими возможностями для постпроцессинговой обработки, в основном исследование проводится в аксиальной проекции, другие плоскости получают после разных типов реконструкций.*

Показания к КТ головы:

- Аномалии и пороки развития головного мозга.
- Травма головы:
 - диагностика переломов костей лицевого и мозгового черепа;
 - диагностика внутричерепных кровоизлияний;
 - диагностика внутриглазных кровоизлияний;
 - диагностика инородных тел головы.
- Опухоли головного мозга
- Заболевания сосудов головного мозга:
 - острое нарушение мозгового кровообращения и его последствия,
 - аневризмы, сосудистые мальформации, артериосинусные соустья,

- стенозирующие и окклюзионные заболевания сосудов головного мозга и шеи.
- Заболевания ЛОР-органов и глазниц.
- Заболевания височной кости:
- острые и хронические отиты,
 - диагностика и дифференциальная диагностика опухолей и неопухолевых заболеваний.
- Заболевания слюнных желез.
- В послеоперационном периоде:
- оценка состояния мозга после удаления опухоли, гематом, аневризм.
- диагностика продолженного роста опухоли.

Противопоказания к проведению КТ головного мозга (определяются противопоказаниями к рентгеновским диагностическим исследованиям):

- абсолютные:
 - беременность,
 - клаустрофобия;
- относительные:
 - выраженная нестабильность гемодинамики – неуправляемая артериальная гипотензия (систолическое давление <90 мм.рт.ст. при постоянной инфузии вазопрессоров).

Параметры, которые необходимо определить при выявлении патологического участка:

- плотность,
- границы,
- локализацию,
- солитарность или многофокусность,
- объемный эффект,
- отношение к вводимому контрасту.

Характеристика плотности:

- повышенной плотности – плотность выше окружающих нормальных тканей (в норме белое вещество – 36 HU; серое вещество – 44 HU)
 - изменения повышенной плотности разделяют на 2 группы:
 - >100 HU – обызвествленные ткани (очень мягкое обызвествление может быть <100 HU), металл, йодосодержащие растворы, барий

- $\geq 36 \text{ HU} < 100 \text{ HU}$ (некоторые типы опухолей, большие аневризмы, ангиомы, коллоидные кисты, свернувшаяся кровь (60-80 HU)).

Физиологические обызвествления*:

- plexus choroideus,
- gl. pinealis,
- dura mater,
- falx,
- базальные ядра (редко),
- nucleus dentatus,
- стенки артерий.

**Прим.: патологические обызвествления бывают разные по форме и плотности, наблюдаются при опухолях, гематомах, паразитарных заболеваниях.*

Изменения с пониженной ($>26 \text{ HU}$) плотностью (гиподенсивные структуры):

- при ишемических инфарктах,
- при отеке,
- при гематомах (в период рассасывания),
- при опухолях,
- при кистах,
- при лейкодистрофии.

МРТ дает возможность проводить исследование в разных плоскостях. Более четко выявляются все анатомические структуры, особенно важно для исследования структур базальных отделов, ЗЧЯ, ствола мозга, способствует более четкой локализации патологического процесса.

Показания для МРТ:

Практически те же, что для КТ.

МРТ- более информативный метод для:

- диагностики изменений в базальных отделах мозга,
- диагностики диффузных аксональных повреждений,
- диагностики заболеваний гипофиза,
- хронической гематомы,
- диагностики и определения активности процесса демиелинизирующих заболеваний,
- диагностики болезни Паркинсона, некоторых форм эпилепсии, дегенеративных изменений (на МРТ аппаратах высокой напряженности магнитного поля (1,5Т и выше),
- бесконтрастной ангиографии.

Ограничения МРТ:

- высокая чувствительность к двигательным артефактам,

- сложность при исследовании пациентов на аппаратном дыхании,
- плохая визуализация костей и кальцинатов на обязательных первоначальных последовательностях (при необходимости эти структуры выявляются и интерпретируются на других специальных последовательностях).

Противопоказания для МРТ:

- электрокардиостимуляторы,
- наличие металлических инородных тел, наличие клипс на сосудах, искусственные протезы суставов, аппараты металлоостеосинтеза,
- ферромагнитные импланты, дозаторы лекарственных средств
- клаустрофобия,
- двигательная активность пациента.

При МРТ в процессе исследования используются разные типы получения изображений, разные плоскости сканирования. Стандартными методиками МРТ является получение T1- и T2- и протон-взвешенных изображений, широко используются программы, подавляющие жир, диффузно-взвешенные изображения (ДВИ) и другие импульсные последовательности.

Стандартная базовая «спин-эхо» последовательность формируется с помощью 90^0 и 180^0 РЧ-импульсов. Интервал между последовательными 90^0 импульсами, называется время повторения (TR), а между 90^0 импульсом и эхо-сигналом – временем эхо (TE). TR на T1-ВИ относительно короткий (примерно 500 мсек и менее), на T2-ВИ – значительно длиннее (до 2000 мсек).

Контрастность на изображении определяется как этими параметрами (TR, TE), регулируемые оператором, так и параметрами, зависящими от тканей (такими как плотность протонов, T1 и T2 релаксация).

Структуры, содержащие много воды, на T1-ВИ дают гипоинтенсивный сигнал, а на T2-ВИ – гиперинтенсивный. Характер сигнала зависит от многих параметров ткани, к тому же движущиеся структуры изменяют характер сигнала. Этот фактор учитывается и используется в программах для изучения потоков крови, для проведения бесконтрастной МР-ангиографии.

Повреждения черепа и головного мозга при травме

КТ головного мозга (стандарт) является обязательным методом обследования пострадавших с черепно-мозговой травмой.

КТ-исследование более короткое по времени, более приемлемо для тяжелых пациентов. В острой фазе свежая кровь лучше видна на КТ.

КТ позволяет выявить наличие гематомы, наличие свежей крови в острую фазу, даже мелкие повреждения основания черепа, повреждения мозга.

При выполнении КТ следует определить:

- наличие и топическое расположение патологического очага (очагов);
- объем каждого вида очага (гипо-, гиперденсивной части) в см³;
- положение срединных структур мозга и степень их смещения в мм;
- состояние ликворосодержащей системы мозга (величина, форма, положение, деформация желудочков) с определением вентрикуло-краниальных коэффициентов;
- состояние цистерн мозга;
- состояние борозд и щелей мозга.
- состояние костных структур свода и основания черепа (наличие трещин, переломов),
- состояние и содержимое придаточных пазух носа, состояние мягких покровов черепа.

Тактика визуализации при ЧМТ:

- в остром периоде — КТ (кровь в начальном периоде лучше видна на КТ),
- при нарастании клиники, очаговой симптоматики и отсутствии изменений на КТ — назначают МРТ

Плохо визуализируемые на КТ повреждения:

- ушибы базальных отделов и в коре полушарий,
- пластинчатые субдуральные гематомы, ДАП и диффузный отек мозга.
- сотрясение не проявляется ни изменением плотности структуры мозга, ни изменением интенсивности сигнала, поэтому не находит отражения на КТ и на МРТ.
- ушиб мозга (могут отображаться очагами разной плотности, в зависимости от степени пропитывания кровью).

На МРТ интенсивность сигнала зависит от продуктов распада гемоглобина.

Особенности детского возраста

В раннем детском возрасте основным методом нейровизуализации является **ультразвуковой**. Особенности этого метода: может проводиться только через щели черепа. Благодаря этому проще всего выполнять обследование у новорожденных, через открытые роднички. Другие методы визуализации применяются относительно редко.

— Рентгеновское исследование черепа (в 2 проекциях) используется только при наличии указаний на травму головы или при наличии подозрений на патологию костей черепа.

Достоинства метода ультразвуковой диагностики или нейросонографии (НСГ):

- Неинвазивность.
- Высокая скорость проведения.
- Точность полученных результатов, минимальные риски ошибок во время исследования.
- Широкий перечень показаний.
- Доступность.

Показания к нейросонографии (НСГ) у новорожденных:

- клин. проявления поражения центральной нервной системы,
- недоношенность,
- внутриутробная гипоксия, асфиксия в родах, синдром дыхательных расстройств, указание на перенесенные инфекционные заболевания, неблагоприятные социальные факторы в анамнезе,
- стигмы дисэмбриогенеза,
- тяжелое состояние новорожденного.
- скрининг в возрасте около 1 месяца жизни.

Показания к НСГ в более старшем возрасте:

- гидроцефалия (увеличение головки),
- внутричерепная гематома,
- повреждение мозга в результате гипоксемии,
- менингоцеле и другие врожденные аномалии,
- судорожный синдром,
- слишком маленькая головка (микроцефалия),
- выбухание родничков (при повышении внутричерепного давления),
- травма,
- внутриматочные инфекции,
- после перенесенного менингита для исключения заражения Сильвиева водопровода или других осложнений.

Нейросонография проводится в положении на спине через большой родничок и др. нестандартные положения.

Стандартная методика ультразвукового исследования:

- Стандартная методика включает 8 фронтальных (F0-F7) и 4 сагиттальных (S0-S3 - включает левое и правое полушарие) плоскости

Для недоношенных детей характерна незрелость мозговых структур. Основные признаки незрелости мозговых структур:

- обеднение рисунка борозд и извилин, нечеткость дифференцировки мозговых структур, незначительное расширение фрагментов боковых желудочков,
- повышение эхогенности перивентрикулярных областей, расширение полости прозрачной перегородки и полости Верге,
- выраженность герминального матрикса.

Гипоксическое поражение:

- перивентрикулярный отек (повышение эхогенности перивентрикулярных отделов,
- отсутствие изображения ликворных путей, отек мозга,
- нарушение церебральной гемодинамики,
- через 3-4 недели развивается вентрикуломегалия, диффузные изменения в паренхиме мозга

Постгипоксические изменения:

- лейкомаляция (перивентрикулярная, субкортикальная, парасагиттальный некроз),
- ишемические поражения базальных ганглиев,
- диффузные изменения гм (наиболее тяжелая форма –тотальная кистозная дегенерация, лейко-или энцефаломалиция)

Геморрагические изменения:

- перивентрикулярные кровоизлияния,
- пери-интравентрикулярные кровоизлияния, иногда с наличием тромбов в ликворных путях, блок ликворных путей, вентрикулит,
- кровоизлияние в задней черепной ямке,
- паренхиматозные кровоизлияния,
- оболочечные кровоизлияния.

ЧМТ

- вдавленные переломы,
- субарахноидальное кровоизлияние,
- субдуральное кровоизлияние,
- эпидуральное кровоизлияние

гидроцефалия

- наружная,
- внутренняя,
- смешанная

Рентгеновское исследование (снимок в 2 проекциях) проводится только при указании на травму или поражение костей.

КТ или МРТ в раннем возрасте проводятся только после сонографии (исследование проводится под наркозом).

Показания к КТ и МРТ головного мозга у детей:

- для исключения окклюзионной гидроцефалии,
- аномалий развития,
- внутричерепных кровоизлияний (травматических), когда требуется нейрохирургическое вмешательство.
- аномалии развития:
 - агенезия прозрачной перегородки,
 - агенезия мозолистого тела
 - синдром Денди-Уокера:
 - киста задней черепной ямки,
 - вентрикуломегалия,
 - гипоплазия червя мозжечка
 - синдром Арнольда-Киари.
- Показания к МРТ головного мозга детям во многом совпадают со взрослыми, но сама диагностическая процедура имеет некоторые особенности.
- Длительность проведения МРТ - 45-60 минут, при этом для качества снимков важна максимальная неподвижность, что трудно добиться от ребенка до 5-6 лет. Поэтому чаще исследование выполняют под действием седативных лекарств, которые погружают маленького пациента в медикаментозный сон. Для детей постарше наушники с любимой сказкой и присутствие родителей сделают процедуру МРТ более комфортной.
- Особой подготовки не требуется, но при запланированной седации нужен пустой желудок: грудных малышей кормят за 2 часа до процедуры, от года - за 4 часа, старше 5 лет - за 6 часов. Все нюансы наркоза можно обсудить с анестезиологом. Магнитное поле безопасно для ребенка любого возраста.
- Современные контрастные препараты крайне редко вызывают какие-либо побочные эффекты у детей. Противопоказания к МРТ головы в детском возрасте такие же, как и у взрослых. Контрастирование недопустимо при почечной недостаточности и аллергии на парамагнитный усилитель.

Изображение мозга детей на КТ и МРТ имеет некоторые отличия от взрослых. Это связано с анатомо-физиологическими особенностями развивающегося мозга. Изменяются масса и размеры мозга, плотность серого и белого вещества и их соотношения, форма и размеры желудочковой системы.

Плотность мозга зависит от содержания воды и липидов, поэтому адсорбционные значения, получаемые на КТ, и сигнальные характеристики на МРТ зависят от возраста ребенка, поскольку содержание воды в мозге

меняется в процессе миелинизации, который начинается с 6 месяца внутриутробного развития, прогрессирует от каудальных отделов в краниальном направлении и от дорзальной поверхности к вентральной. Любая часть мозга начинает миелинизацию с задних отделов. К моменту рождения мозг миелинизирован только частично, а некоторые волокна продолжают миелинизацию до 3-4 декады жизни. Незрелый мозг воды содержит больше, значит плотность мозга у недоношенных больше. Знание плотности образований полости черепа является отправным моментом для диагностики патологических образований.

Существенные изменения претерпевает интенсивность сигнала на МРТ на T1-ВИ и T2-ВИ последовательностях, на T1-ВИ сигнал от белого вещества ниже, чем от серого, с созреванием интенсивность повышается, высокий сигнал определяется от дорзальных отделов моста, среднего мозга, подкорковых ядер.

На T2-ВИ незрелый мозг визуализируется так же, как и у взрослых на T1-ВИ (т.е. белое вещество имеет более высокий сигнал, чем серое). Эти особенности следует знать и учитывать.

У детей старшего возраста показаниями к КТ и МРТ, помимо указанных выше, являются:

- синдром головной боли,
- обморочные состояния,
- нестабильность артериального давления.