

Биофизическая сущность.

В качестве носителя информации в эхоэнцефалографии используют ультразвук. При высокой частоте колебаний ультразвук может быть сфокусирован в остро направленные лучи. В однородной среде ультразвук распространяется со скоростью около 1500 м/с. Это позволяет использовать его для измерения расстояния от места генерации до места его регистрации.

До определенного расстояния от датчика ультразвук имеет сфокусированный, направленный луч. Этот участок пробега луча называют ближним полем. Затем происходит его рассеивание. Использование ультразвуковой локации возможно только в рамках ближнего поля. Для применяемых в эхоэнцефалографии датчиков ближнее поле соизмеримо с размерами головы. Так, например, при ширине пластины датчика 34 мм и частоте зондирования в 1 МГц оно составляет 220 мм.

Важным свойством ультразвука является его затухание. Известно что чем выше частота колебаний, тем значительнее будет его поглощение костями черепа. В то же время разрешающая способность прибора в плане определения минимальных размеров исследуемых объектов зависит от частоты ультразвука. Чем ниже будет частота, тем хуже будут выделяться объекты малого размера или близко расположенные. Именно этими обстоятельствами определен оптимальный диапазон рабочей частоты для эхоэнцефалографии, оптимально 0,88 – 1,0 МГц.

Для эмиссионного режима важным является также параметр длительность посылаемых импульсов. Для лучшей визуализации объекта, чем больше импульсов, тем лучше. Но их количество определяется в свою очередь частотой УЗ. Обычно используют 200 – 250 имп/с.

В нормальных условиях отражающими ультразвук структурами являются мягкие ткани и кости головы, мозговые оболочки и другие интерфазы: ликвор-мозг, ликвор-эпифиз, сосудистые сплетения, магистральные сосуды, переходные зоны серого и белого мозгового вещества и т.д.

Широкое внедрение методов анатомической диагностики КТ и МРТ значительно снизило претензии метода на универсальность и оставило только тот диапазон возможностей, которые в настоящее время широко используются в клинической практике. И как следствие отпала необходимость использовать широкий диапазон точек эхолокации. Остались актуальными зоны зондирования в горизонтальном направлении в области височной области слева направо и

справа налево. В редких случаях – могут быть применены проекции в горизонтальной проекции в боковых отделах лобной и затылочной областях, когда главная височная проекция дает неопределенные результаты (рис. 1). Представляет интерес метод фронтальной эхолокации, где исследуемыми структурами являются КК с затылочной кости отраженный сигнал от 4 желудочка и отраженный сигнал от 3 желудочка. Изменение дистанции от КК затылочной кости до 4 желудочка в сторону увеличения может свидетельствовать в динамике о росте объемного образования в заднечерепной ямке или области мостомозжечкового угла (рис.2).

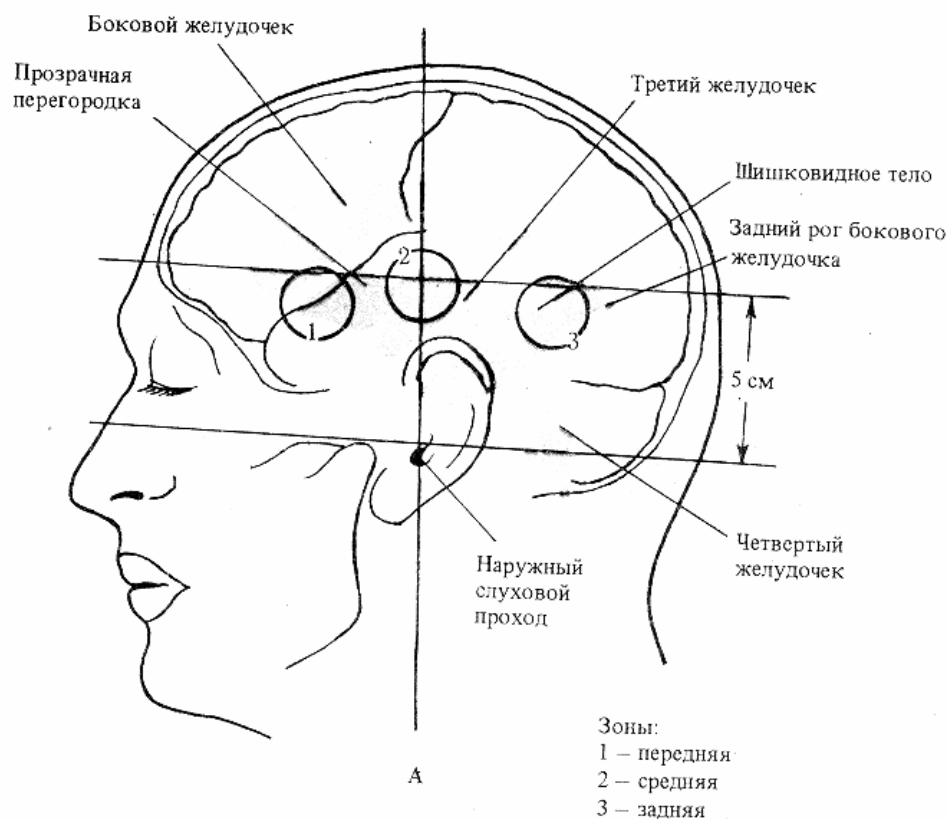


Рис. 1

Зоны типичного расположения ультразвуковых датчиков.

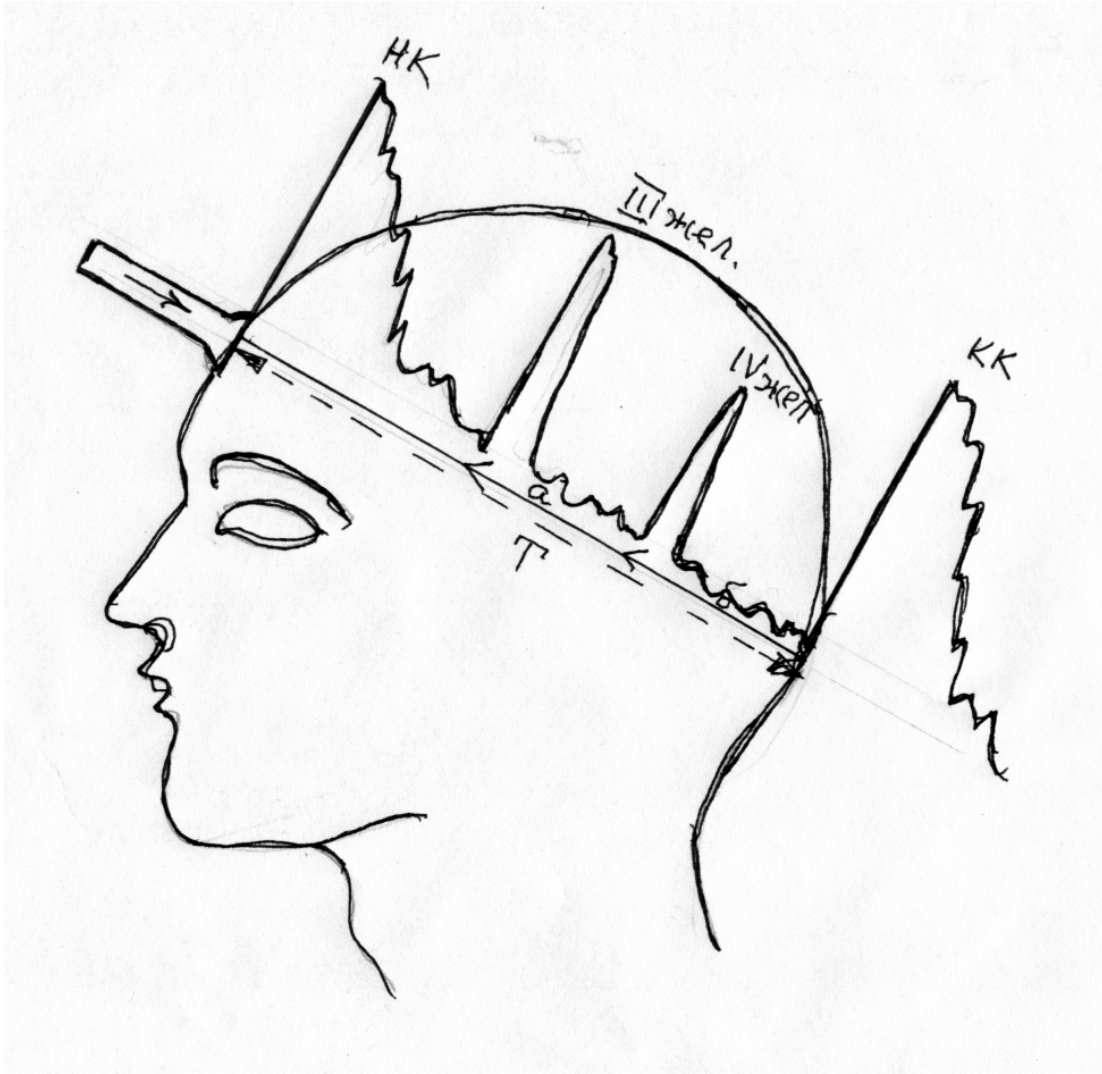


Рис. 2
Фронтальная эхолокация

Методика выполнения ЭХО-ЭГ исследования

Исследование может быть выполнено как в положении сидя, так и в положении лежа. Положение сидя является крайне неудобным для пациента, так как, контактная гель обычно стекает на одежду и пачкает пациента. Причем, голова исследуемого плохо фиксируется, что мешает проводить качественное и точное исследование.

Для обеспечения лучшего проникновения ультразвукового сигнала через граничную зону датчик-кожа место контакта смазывают обильно специальным гелем. Для ультразвуковых исследований гигиеничнее и удобнее применять специализированный гель для ультразвукового исследования. Хорошими качествами отличаются не вызывающий аллергических реакций» (той же фирмы). Оба геля легко снимаются салфеткой их реакций водорастворимые гели отечественного производства «Эхогель» (фирмы «АльМед»), «Ульт-рагель» (фирмы «Гельтек») с кожи после завершения исследования, не пачкают одежду, и главное длительно сохраняют свои гелевые свойства: долго не засыхают. Из импортных гели из серии «Aquasonic» являются мировым эталоном качества (фирмы Parker).

Начинать методику следует с измерения трансмиссии. В прикладном понимании она соответствует геометрической середине черепа. В большинстве случаев она совпадает с анатомической, но это не эквивалентные понятия. При определенных условиях геометрическая и анатомическая середина могут не совпадать. Это обычно связано с асимметрией костей черепа или чаще мягких тканей головы, что характерно для пациентов с черепно-мозговой травмой. У них в месте повреждения могут быть или локальный отек покровов головы, или подапоневротическая гематома.

Трансмиссионное исследование предусматривает одновременное использование двух датчиков, которые располагают в височных областях навстречу друг другу. При этом нужно следить, чтобы оси обоих датчиков более или менее совпадали друг с другом. Выполнив трансмиссионное исследование, в компьютерных ЭХО-ЭГ фиксируют меткой геометрическую середину черепа, обычно на этих приборах это осуществляется автоматически. Далее переходят к исследованию в режиме эхолокации (эмиссионный режим).

При этом исследование производят дважды слева направо (sd) и справа налево (ds). Принципиально не важно с какой стороны начинать, но лучше выработать определенный стереотип и выполнять методики в определенном порядке.

Первоначально пьезодатчик прикладывают к боковой поверхности головы в височной области на 1-2 см выше ушной раковины в проекции над наружным слуховым проходом, предварительно раз-

двинув волосы и смазав это место гелем. Примерно в половине случаев сразу удастся обнаружить основные искомые зоны отражения: срединный комплекс, конечный комплекс и отражение от «дальнего» бокового желудочка. У некоторых пациентов из-за особенностей формы головы, индивидуальной толщины черепа, вариантов желудочковой системы поиск эхо-сигналов от височных рогов боковых желудочков затруднен. Для этого осуществляют перемещения датчика, как по вертикали, так и по горизонтали, но не более чем 1, реже 2 см от исходной точки. Иногда при особенностях скошенности черепа помогает некоторое изменение угла локации в пределах, т.е. небольшие угловые перемещения датчика не более 3-5°, но естественно без отрыва плоскости датчика от кожи в зоне их соприкосновения. В результате добиваются стабильной картины на экране монитора при компьютерной эхоэнцефалографии. На практике искомые комплексы отыскивают по очереди в последующей серии измерений. Встречается типовая ошибка, когда, зафиксировав изображение эхоэнцефалограммы, пытаются расставить маркеры в рамках одного окна, не принимая во внимание, что срединный сигнал лучше визуализируется, например, на первой «картинке», а боковой желудочек на одной из последующих (рис. 3).

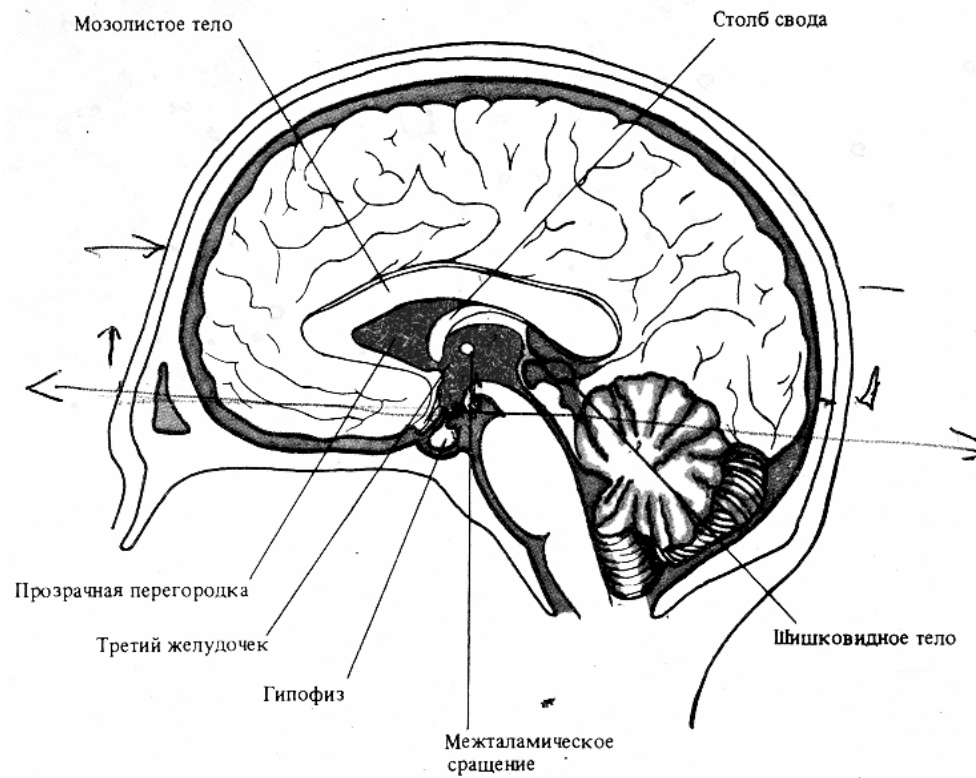
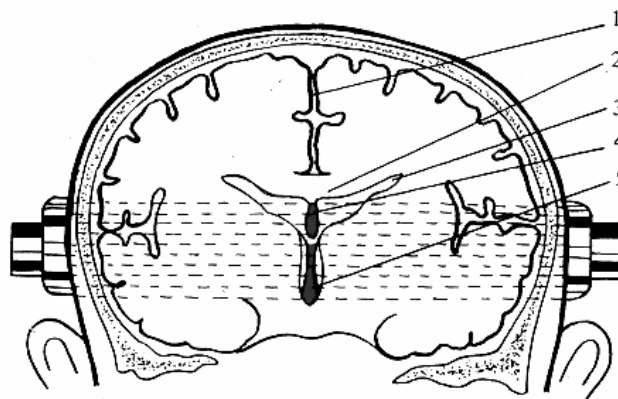
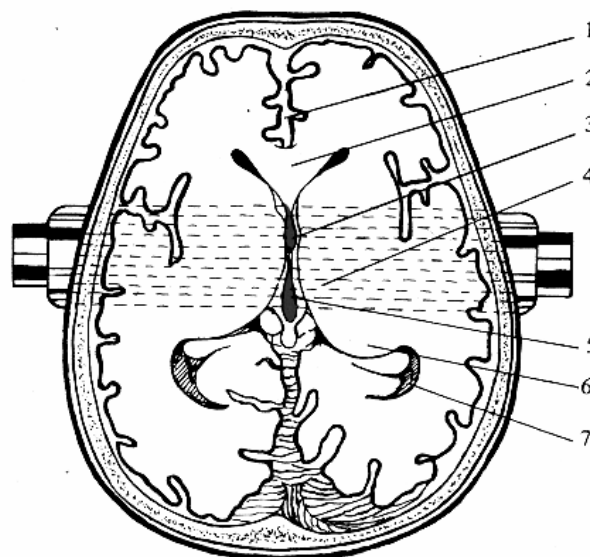


Рис. 3
Саггитальный разрез большого мозга. Основные структуры, принимающие участие в формировании срединного эха.



А



Б

Рис. 4

Мозговые структуры, принимающие участие в формировании среднего эхо.

А – на фронтальном разрезе: 1 – продольная щель мозга; 2 – мозолистое тело; 3 – передний рог бокового желудочка; 4 – прозрачная перегородка; 5 – третий желудочек; Б – на горизонтальном разрезе: 1, 2, 5 – то же, что на рис. А; 3 – прозрачная перегородка; 4 – зрительный бугор; 6 – подушка зрительного бугра; 7 – задний рог бокового желудочка.

Типовая картина на эхоэнцефалограмме.

В начале развертки при эхолокации из типичной точки над ухом регистрируется мощный сигнал – начальный комплекс (НК), в котором сливаются сигналы отражения от прилегающих к датчику покровов головы, чешуи височной кости, оболочек и ближайших к датчику мозговых структур и, как правило, ближайшего бокового желудочка. Последний, манипулируя уровнем усиления, иногда удается выделить из конгломерата НК, но это можно наблюдать только у детей младшего возраста. Протяженность «начальной мертвой зоны», как еще именуют НК, зависит от мощности генерируемого сигнала и от частотных характеристик датчика. Чем выше уровень сигнала и чем ниже рабочая частота ультразвука, тем больше протяженность начального комплекса. В пределах НК получение какой-либо полезной информации невозможно.

В конце развертки регистрируется мощный импульс – конечный комплекс (КК), который формируется в результате отражения, от твердой мозговой оболочки, внутренней и наружной пластинок чешуи височной кости противоположной стенки черепа и мягких тканей головы.

Наиболее информативно значимым сигналом является срединный комплекс (М-эхо). Он формируется в результате отражения от прозрачной перегородки, стенок третьего желудочка, эпифиза и межполушарной щели. Выраженность его, ширина, конфигурация могут быть разными. В зависимости от расположения датчика, ультразвуковой частоты зондирования, состояния анатомических компонентов, влияющих на формирование зон отражения в районе срединных структур мозга, этот комплекс может иметь разную форму. Поскольку в настоящее время массово в практике лечебно-диагностических учреждений в эксплуатации находятся в основном датчики, работающие с частотой зондирования 0,88 или 1,0 МГц, визуальная характеристика пиков на ЭХО-ЭГ описывается только для данного диапазона.

Форма срединного комплекса встречается в следующих вариантах:

- 1) Пикообразный с четким основанием, с одной вершиной, легко обнаруживаемый из типичной зоны зондирования (Рис. 5)

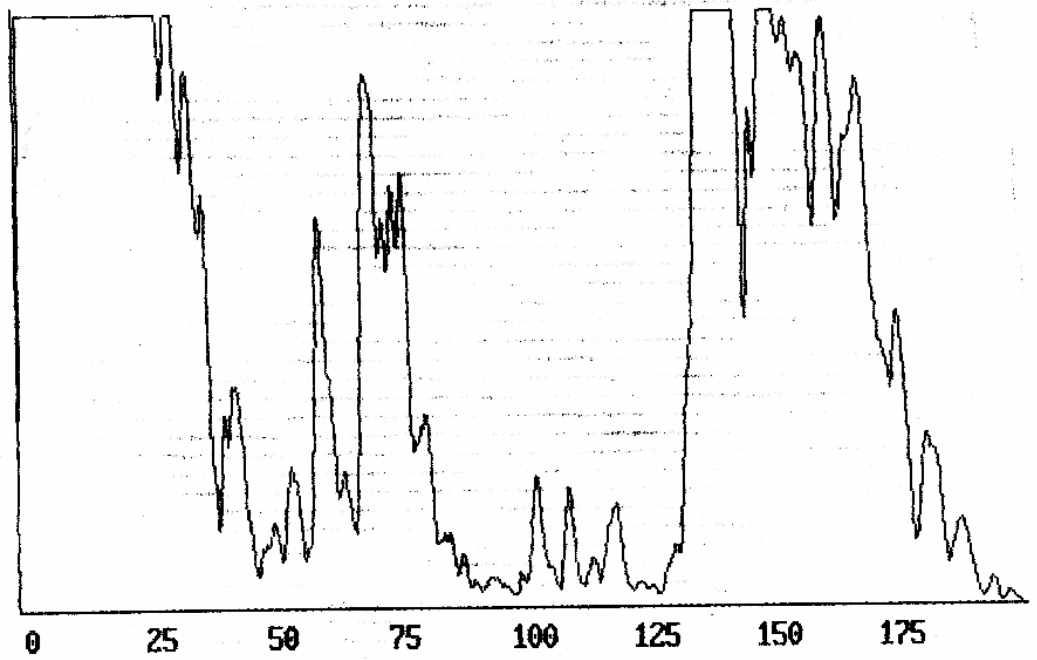


Рис. 5

2) Расширенный со сглаженной вершиной (Рис.6),

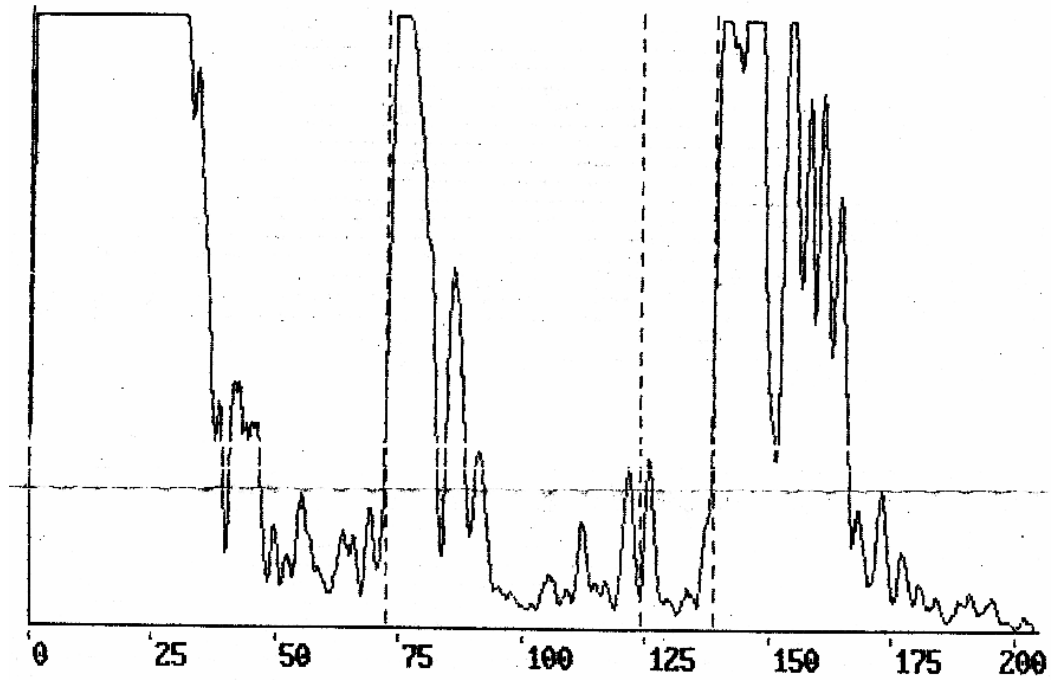


Рис. 6

3) Расщепленный с двумя, тремя и более зубцами (Рис.7)

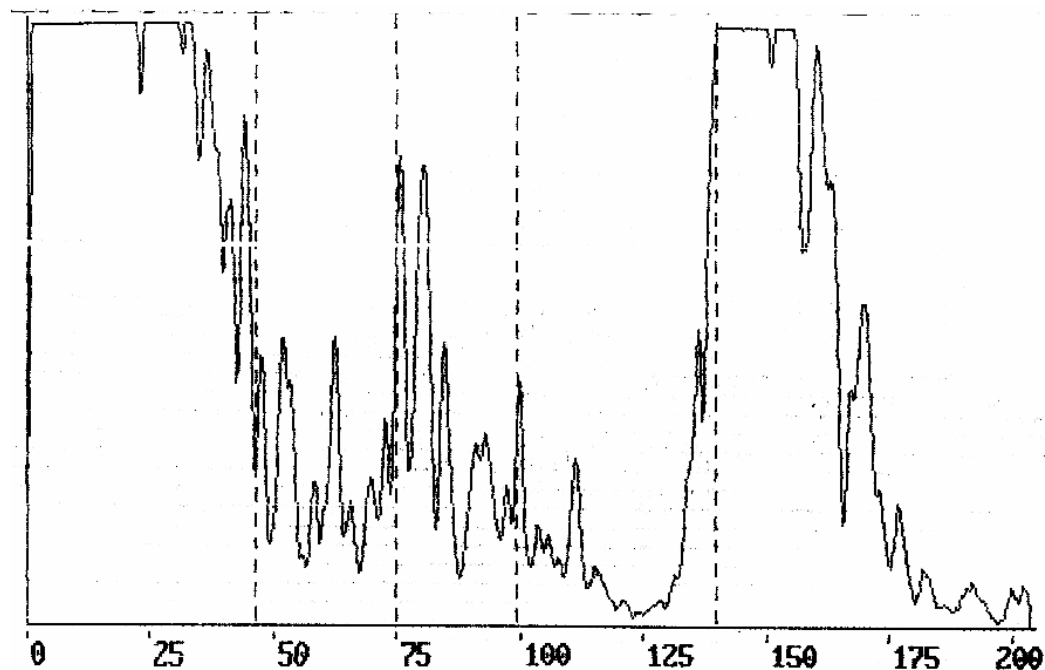


Рис. 7

4) С непостоянной зоной максимального проявления в зависимости от незначительных колебаний оси зондирования датчика. Стандартный прием, который помогает его обнаружить, это перемещение датчика на 2 – 3 см выше рекомендуемой зоны зондирования, где он нередко лучше обнаруживается и представлен более узким пиком, т.к. в его формировании на этом уровне больше участвует прозрачная перегородка, нежели стенки третьего желудочка. Затем, не теряя из вида обнаруженный пик, скользим книзу до тех пор, пока не окажемся в анатомически «правильной» области и в конгломерате пиков по этому ориентиру идентифицируем срединный комплекс или останавливаемся на уровне, где еще можно его распознать (рис. 8).

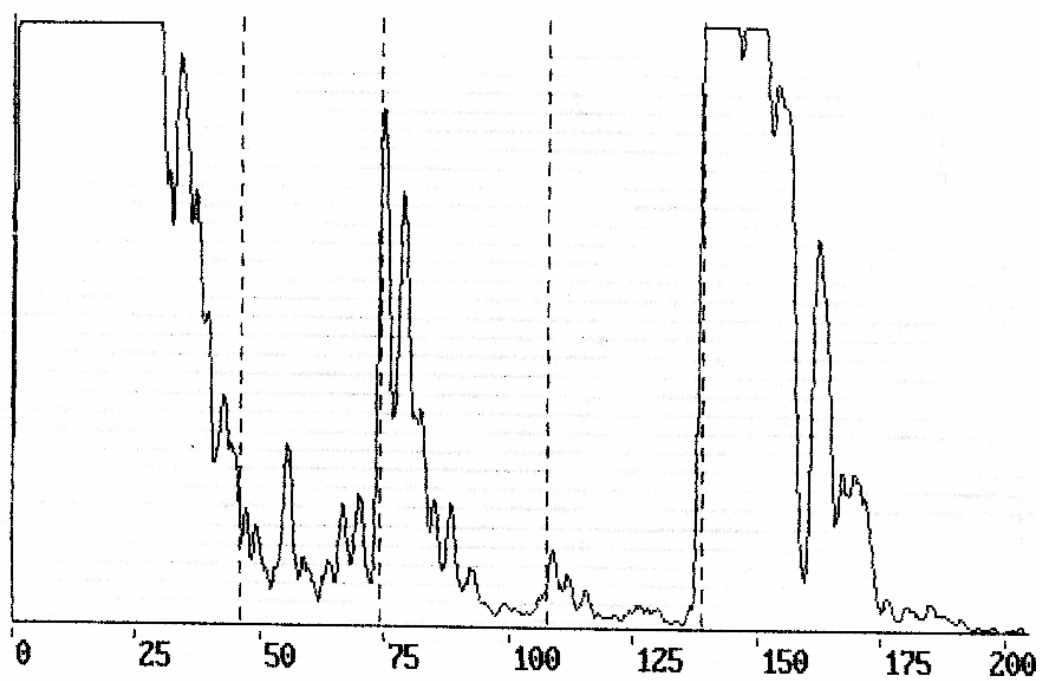


Рис. 8

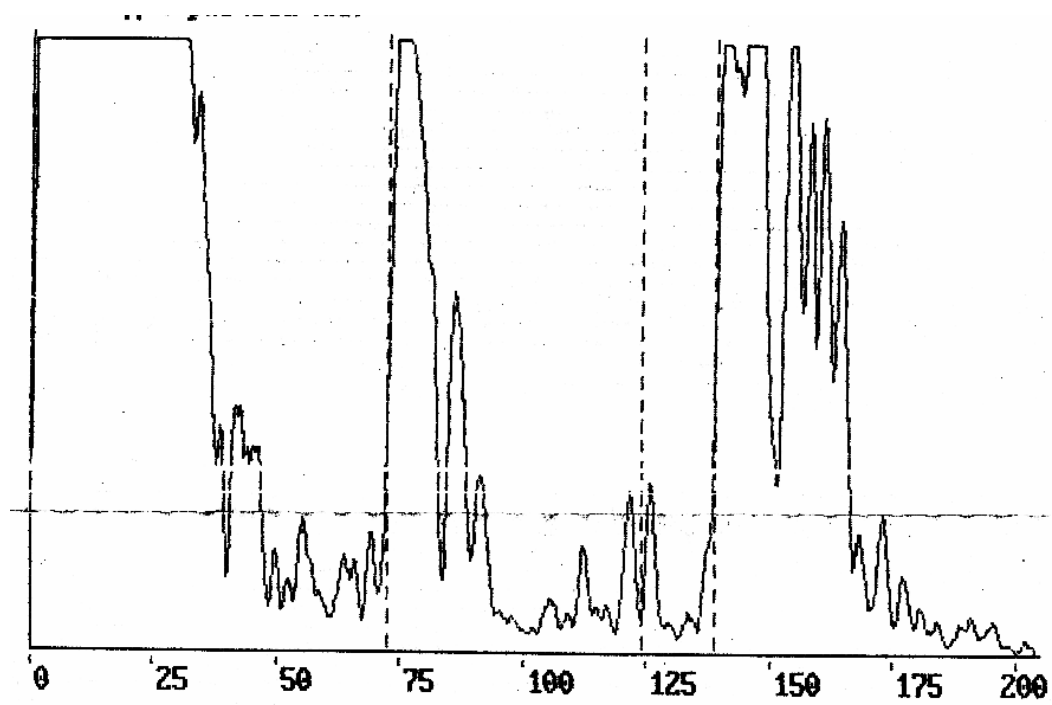


Рис.9 Расширенный срединный комплекс.

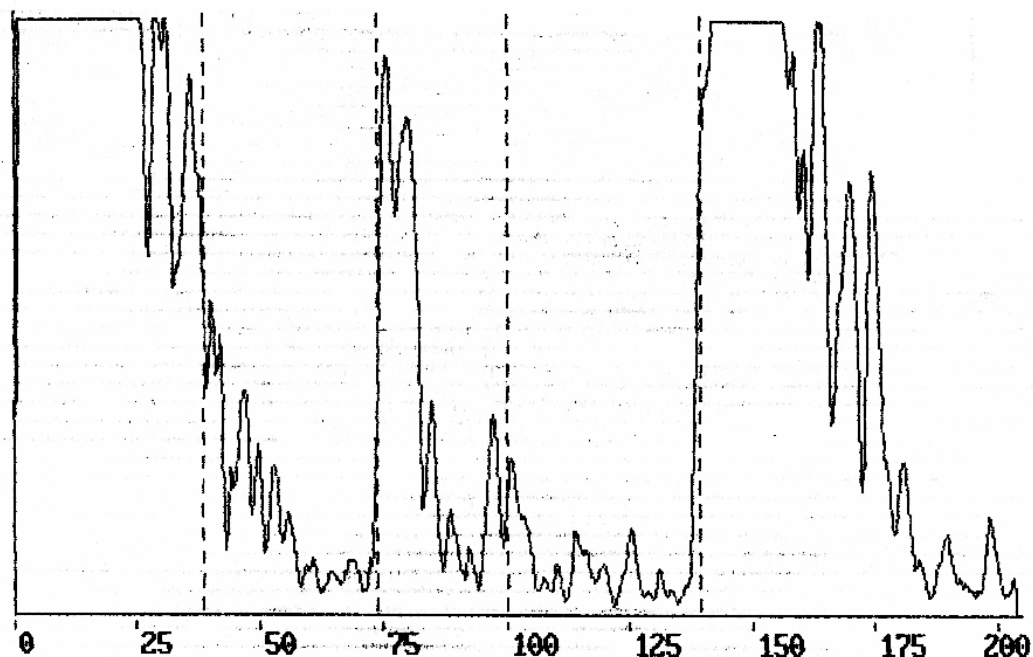


Рис.10 Расщепленный с двумя зубцами срединный комплекс.

Если этот прием не помогает, допустимо в разумных пределах «дрейфовать» по височной кости датчиком как кпереди, так и кзади от начально рекомендуемой зоны. Следует все же признать, что в редких наблюдениях идентифицировать срединный комплекс среди множества дополнительных, так и не удается с какой-либо одной стороны. В трудных случаях существенную помощь оказывает фиксированная линия трансмиссии, которую определяют заранее.

Между сигналом М-эхо и конечным комплексом ищут нередко зоны отражения от стенок тела бокового желудочка. Насколько это всегда достоверно – вопрос спорный. Пики на эхограмме, идентифицируемые со стенками боковых желудочков, хорошо визуализируются только при действительной вентрикуломегалии. При нормальных размерах желудочков и легких формах гидроцефально-гипертензионного синдрома (ГГС) достоверность правильно распознанных пиков невысока. Часто в зоне предполагаемого желудочкового комплекса можно наблюдать множество пиков, доминирующая высота которых колеблется при минимальных осевых колебаниях датчика, выбор «нужного» пика осуществляется достаточно субъективно. Этого делать нежелательно, следует в протоколе исследования так и указать, что пик бокового желудочка в такой-то проекции не выделяется, чем из добрых побуждений вводить в заблуждение себя и лечащего доктора.

Картинка пиков эхограммы на осциллоскопе или на мониторе компьютера, не застывшая устойчивая совокупность пиков. В процессе локации даже при отсутствии перемещения датчика они непрерывно видоизменяются. Наблюдается изменение их формы и высоты в такт пульсации церебральных сосудов. Отмечено несинхронное противофазное изменение восходящих и нисходящих стенок пиков и некоторое смещение их по направлению друг к другу. В систолу происходит прирост объема крови в черепе, что соответствует сближению стенок пика. В диастолическом периоде пульсовой волны количество крови в черепе уменьшается, при этом наблюдается их некоторое удаление друг от друга. Это связано с небольшим пульсовым увеличением объема 3-его желудочка для сигнала М-эхо и боковых желудочков для одноименного пика, так как передаточная ликворная пульсовая волна находится в противофазе по отношению к артериальной системе мозга (рис. 11).

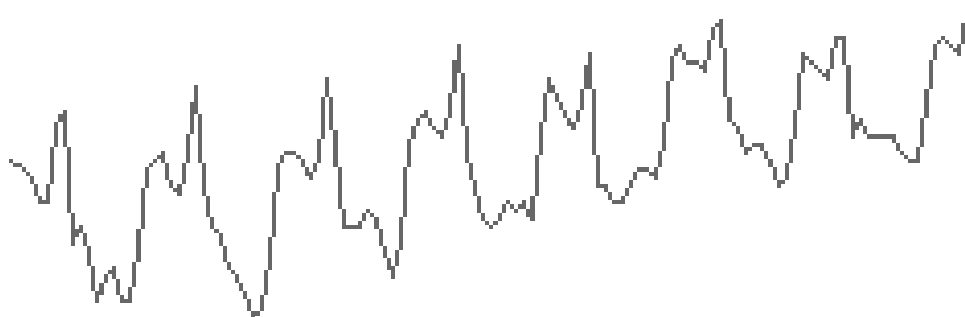


Рис. 11 Пример пульсации 3-его желудочка.

Пульсируют кроме того прочие «нераспознанные» дополнительные пики на эхограмме. Иногда регистрируется на участке от М-эхо до КК мощный сильно пульсирующий пик, который нередко ошибочно принимают за зону интерфазы стенки бокового желудочка. В действительности его природа иная. В результате случайного прохождения ультразвукового луча через магистральный артериальный ствол или сосудистое сплетение возникает такой феномен. Не всегда удается его правильно оценить. Обычно отличительными признаками его от пиков, возникающих на границе ликвор-мозговая ткань, артериальный пик имеет узкую зону локации: небольшие угловые или горизонтальные колебания датчика приводят к его исчезновению. Более надежным является оценка синхронности роста пика на эхограмме и прироста систолического объема в артериаль-

ной системе. Поскольку артериальную пульсограмму при эхоэнцефалоскопии никогда не регистрируют в виде непрерывной записи, субъективно это можно проследить по пульсации сонной артерии путем ее пальпации или визуально. Прирост артериального пика на эхограмме должен совпадать с моментом максимального толчка пульса на сонной артерии. Вместо сонной артерии можно использовать пальпацию запястье *a. radialis*, с учетом, что в этом отделе имеет место некоторое запаздывание пульсовой волны. Можно попытаться визуально сопоставить синхронность пульсации распознаваемого комплекса и уже идентифицированного М-эхо, но это не просто, т.к. одновременно зрительно фиксировать два пика, отстоящие на экране более чем 3 – 4 см на экране монитора удается не всегда, особенно при высокой частоте сердечных сокращений. Их пульсация в противофазе или с большим сдвигом по времени свидетельствует, что оцениваемый комплекс имеет артериальное происхождение, совпадение фаз пульсации или небольшое несоответствие в пользу интерфазы ликвор-ткань.

Кроме стенок желудочков генерировать зоны отражения в нормальной структуре мозга могут и глубокие борозды поверхности полушарий (чаще Сильвиева борозда), вариации которых не предсказуемы (Рис. 12).

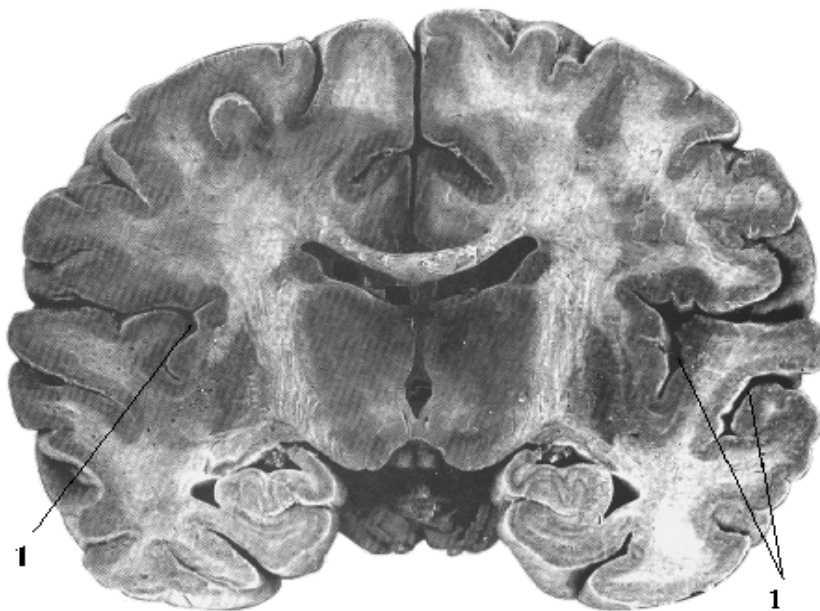


Рис. 12 Глубокие борозды полушарий мозга (1), часто ошибочно принимаемые за отражения боковых желудочков на ЭХО-ЭГ.

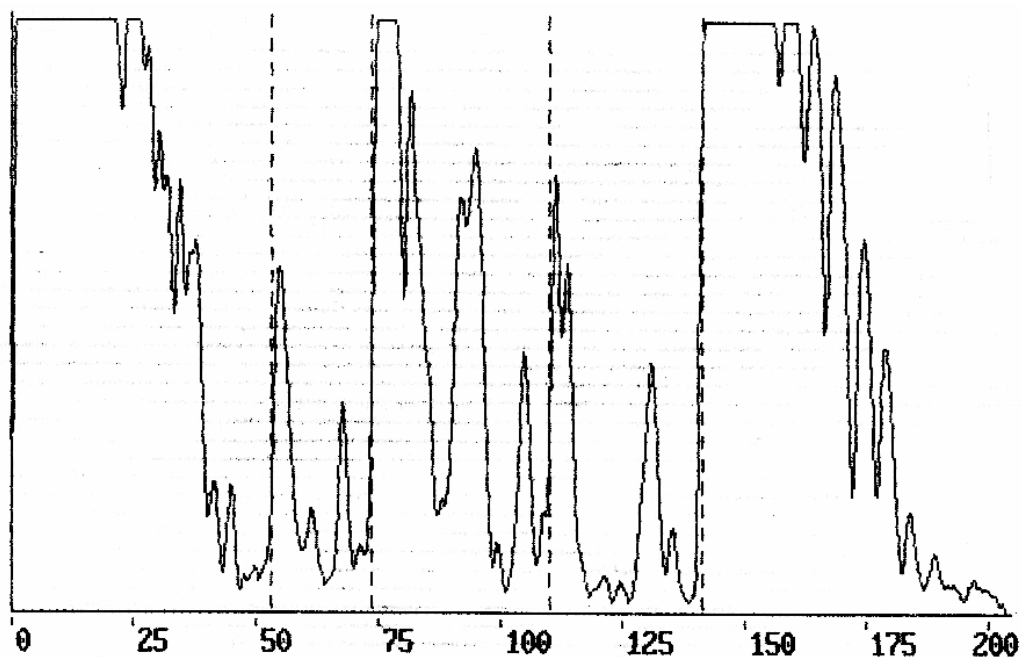


Рис. 13. Группа латеральных пиков отражения, возникших вероятнее всего от глубоких борозд полушарий мозга.

Множественные зоны отражения наблюдаются и в области КК. Их вариации зависят обычно от случайных причин:

- от формы внутренней поверхности черепа противоположной стороны (она никогда не бывает ровной),

- от угла стенки черепа (он всегда оказывается случайным), под которым на нее «наткнулся» зондирующий луч,

- от особенностей субарахноидальных пространств (луч может пройти через извилину или борозду),

- от мощности генерируемого сигнала или

- от его усиления при приеме (настройка этих параметров осуществляется не количественно, а субъективно, по лучшей визуализации эхограммы).

Попытка использования их для оценки состояния арахноидальных щелей в отрыве от состояния других комплексов на ЭХО-ЭГ и клинки себя мало оправдала. Обычно наблюдается тенденция к гипердиагностике.

Клинические задачи эхоэнцефалографического исследования.

Как показывает анализ практического применения ЭХО-ЭГ в разных клинических условиях задачи метода не идентичны. Можно выделить три основные группы врачей, применяющих метод.

- 1) врачи отделений функциональной диагностики, специализированных кабинетов ЭХО-ЭГ, наиболее подготовленные в плане теории ультразвуковой диагностики, но имеющие весьма смутное представление о действительной патологии конкретного пациента или вовсе не владеющие информацией о нем.
- 2) врачи-невропатологи, имеющие относительные знания о физической сущности метода, но сами данные ЭХО-ЭГ рассматривают как часть информации о пациенте, укладывающуюся или не укладывающуюся в общий симптомокомплекс диагностируемого заболевания.
- 3) врачи экстренной помощи, обычно дежурные хирурги, травматологических и нейрохирургических отделений, измеряют один единственный показатель из всех известных М-эхо. а именно сам факт наличия смещения М-эхо наличие признаков гипертензии или отека мозга.
- 4) Врачи функциональной диагностики специализированных неврологических и психиатрических детских клиник, где в первую очередь необходимо выявлять гипертензионно-гидроцефальные синдромы, наличие дислокации М-Эхо при подозрении на объемный процесс и гемииатрофии мозга, для коррекции дегидратационной терапии.

В задачу первой группы врачей, функционалистов, входит использовать как можно больше параметров и дать им соответствующую интерпретацию, которая предназначена для некоего обезличенного лечащего врача данного пациента и поэтому не всегда очевидно, что именно имеет первостепенное значение в общем диагностическом процессе. Врачей второй группы интересует результат исследования для конкретного пациента, как дополнительный симптом предполагаемого заболевания, который или подтверждает этот диагноз или нет. Поэтому данный исследователь сам определяет, что информативнее для данного случая: смещение срединных структур, размеры желудочков или признаки возможной гипертензии, и в какой степени учитывать эти данные, исходя из того, что некоторые из параметров ЭХО-ЭГ имеют весьма относительную точность. Для третьей группы врачей важно только одно: есть или нет смещение срединных структур мозга, имеется ли угроза травматической ком-

прессии головного мозга или нет, формулировать показания к трепанации черепа или можно ограничиться консервативным ведением больного.

На сегодняшний день такое условное деление весьма жизненно. Оно определяется реальными условиями практики лечебных учреждений, наличием специализированных структурных подразделений и соответствующего штатного расписания. Соответственно врачам группам выписываются и некоторые специфические особенности групп пациентов. Специалисты первой группы обычно выполняют исследование как у больных, которые имеют определенные показания для этой методики, так и «случайные» пациенты, направленные различными врачами не неврологического профиля и практически никогда не встречаются с проблемами острой травмы. Врачи второй группы, как правило, имеют дело с пациентами, искусственно отобранными по показаниям, так как им для принятия решения не хватает данных именно ЭХО-ЭГ. В третьей группе – исследуются только экстренные больные.

Разные врачебные группы требуют и неодинакового технического оснащения. В первых двух группах удобнее и целесообразнее использование компьютерных вариантов эхоэнцефалографов (Рис. 6). Это определяется не модой на современное оборудование, а тем, что компьютерная ЭХО-ЭГ обеспечивает графический документ на листе бумаги, повышает точность исследования, предоставляя возможность врачу подумать в момент расстановки маркера над застывшим изображением на мониторе, иметь подсказку в виде предварительного экспертного экспресс-заключения, сэкономить время за счет автоматического вычисления производных параметров,

Рис. 14. Внешний вид современного ----- эхоэнцефалографа.

Как ни парадоксально, врачи третьей группы до последнего времени отдавали предпочтение аналоговым приборам ЭХО-11 и ЭХО-12, поскольку они имеют существенное преимущество по сравнению со своими более совершенными компьютерными собратьями. Дело не в том, что последние чего-то не могут, а в мобильности перемещения системы от палаты к палате от койки к койке. Не исправляли положение и портативные ноутбуки и мини принтеры, так как они значительно удорожали комплекс и требовали определенной технической подготовки от пользователя, а хирургам это попросту не нужно. Их интересует только ответ: «Да» или «Нет» относительно места нахождения срединных структур. Сегодня эти задачи в ус-

Показатели ЭХО-ЭГ.

Количественные показатели ЭХО-ЭГ получают путем измерения расстояний (в мм) между интерфазами, т. е. комплексами на эхограмме, или расчетов сравнительных величин и производных индексов. Единых принятых символов для их обозначения не существует. В публикациях, посвященных методике ЭХО-ЭГ, их обозначают по-разному. Поскольку исследование выполняется в двух направлениях слева направо и справа налево довольно закономерной бывает их путаница, поэтому целесообразно сразу за параметром указывать направление их лоцирования.

Алгоритм анализа эхограмм на компьютерных эхоэнцефалографах и аналоговых существенно отличается. На первых фиксируют «картинки» нескольких измерений с одной стороны, затем с другой стороны, выбирают наиболее визуально удачные, расставляют именные метки, далее расчет всех параметров осуществляется автоматически.

Процесс измерения параметров удобнее продемонстрировать на модели компьютерного варианта ЭХО-ЭГ. Для этого, после определения трансмиссии, фиксируют несколько последовательно выполненных измерений при расположении датчика в височной области первоначально, например, в направлении слева направо, затем аналогично справа налево. Затем выбирают изображение с лучшей визуализацией основных ориентиров и осуществляют расстановку соответствующих меток, восходящий фронт срединного комплекса, «дальний» боковой желудочек, конечный комплекс. Процедуру выполняют последовательно на эхограммах при левостороннем и правостороннем зондировании. Если по одной выбранной «картинке», все искомые компоненты одновременно не визуализируются, то расставить разные метки можно на разных серийных эхограммах. Если программа позволяет их в дальнейшем использовать, как одно интегральное измерение. В большинстве программ такая возможность не предусмотрена, поэтому можно применить компромиссный вариант: измерить интересующий компонент на эхограмме, где он лучше визуализирован, запомнить его место на шкале (оно выражается цифровым значением), затем вернуться к предшествующей эхограмме и поставить метку на то же цифровое значение шкалы.

Идеальным вариантом следует признать, когда программа позволяет интерполировать (совместить) изображения серийных измерений в одном общем окне.

Определение смещения срединных структур мозга.

Измерения и вычисления смещения срединных структур мозга осуществляются классическим путем при отсутствии анатомической асимметрии головы, которая может быть в результате врожденной аномалии, дефекта черепа с одной стороны, подкожной или подпапневротической гематомы. Расстояние до М-эхо при измерении с обеих сторон должно иметь одинаковые или близкие значения, а сам сигнал М-эхо в норме совпадает с трансмиссионной меткой. В идеале она находится сразу за восходящим фронтом срединного комплекса. Небольшое несовпадение трансмиссионной метки со срединным комплексом не следует рассматриваться, как патологию, так как геометрическая и анатомическая середина головы не обязаны всегда совпадать в силу естественной асимметричности даже у абсолютно здоровых людей (допустимое значение смещения М-Эхо – 1,5мм). Контроль правильности измерений значения М-Эхо осуществляется по формуле Лекселла .

$$D = Ms + Md$$

Вычисление смещения срединного комплекса осуществляется по формуле

$$сМ-эхо = \frac{Ms - Md}{2}$$

где сМ-эхо - смещение срединного комплекса,
 Ms - расстояние от начала НКs (sd) до М-эхо
 Md - расстояние от начала НКd (ds) до М-эхо.

Значение М-эхо учитывается с игнорированием отрицательного значения при $Md > Ms$, или соблюдения алгоритма сначала слева потом справа положительные значения сМ-эхо означают смещение слева направо, отрицательные справа налево. Это даже удобно.

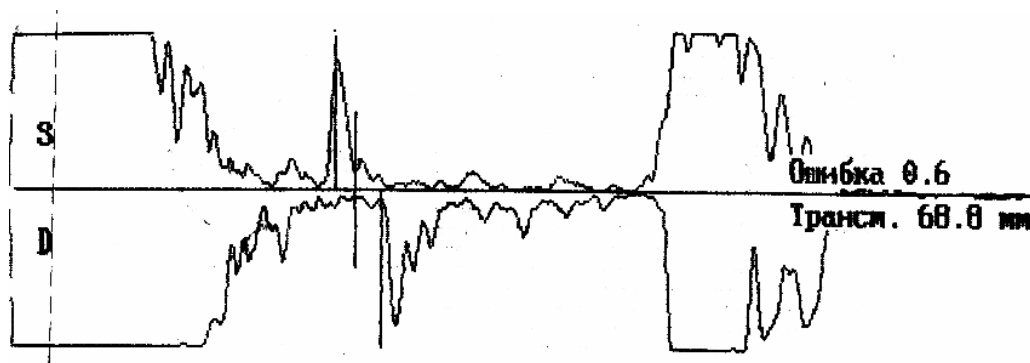


Рис. 16. Смещение срединных структур мозга 4,6мм справа налево.

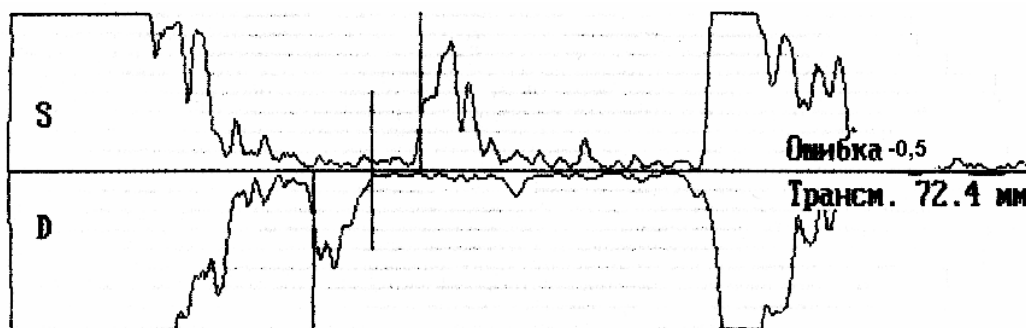


Рис. 17. Смещение срединных структур мозга 10,6мм слева направо.

Величины М-эхо в пределах 1,5 мм считаются допустимыми, в пределах 2 мм –стораживающими, более 2 мм – требует наблюдения в динамике и в случае роста смещения больной должен быть направлен КТ или МРТ исследование.

Ошибки, возникающие при эхолокации срединных структур мозга, могут быть результатом неправильной идентификации пика М-эхо при большом количестве дополнительных сигналов, и обусловлены факторами «ложного смещения». При множестве дополнительных пиков рекомендации поиска срединного комплекса сводятся к многократности повторных измерений, используя все возможные приемы, такие как перемещение датчиков вверх, вниз, влево, вправо в пределах 1- 2 см и использовать небольшие угловые колебания. «Ложные смещения» при хорошей визуализации пика М-эхо, связаны с нарушением анатомических соотношений головы: аномалией черепа с одной стороны, наличием костного дефекта, но чаще (это встречается в практике нейротравматологических учреждений). Классический традиционный способ измерения в этих случаях дает ошибку (Рис.18).

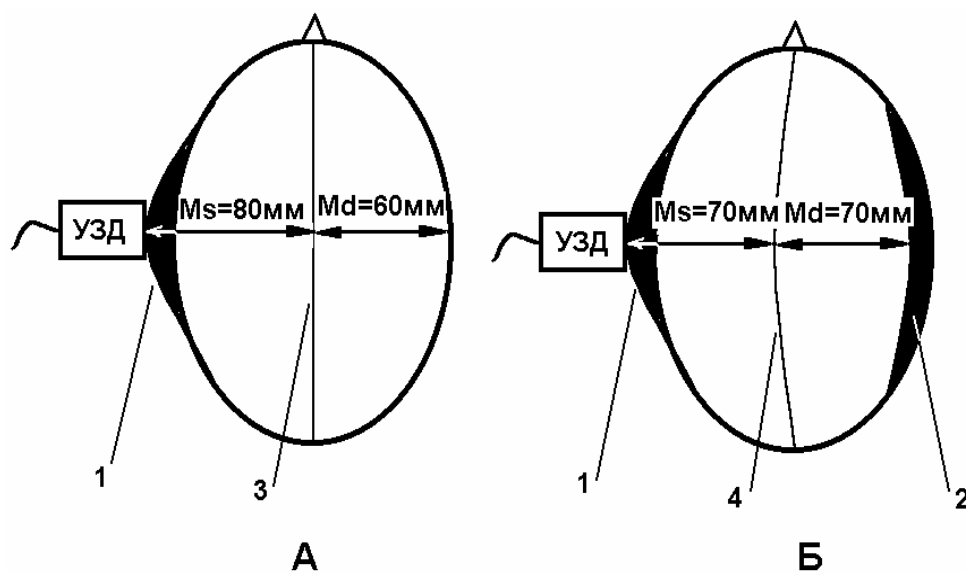


Рис.18. Схематическое изображение вариантов ложного смещения (А) и ложного отсутствия смещения (Б). 1 - подапневротическая гематома, 2 – внутричерепная гематома, 3 – условное изображение срединных структур мозга без смещения и 4 – со смещением.

При подапневротической гематоме или травматическом отеке мягких тканей головы в результате травмы длина пробега зондирующего ультразвукового луча на стороне повреждения увеличивается, хотя в действительности смещения срединных структур мозга нет.

При сочетании травмы мягких тканей с одной стороны и внутричерепной гематоме с другой стороны в результате контрудара традиционный способ измерения дает ложный результат об отсутствии смещения, хотя в действительности оно имеется.

Для избежания этих ошибок применяют другие дополнительные методы измерения. Используют два основных приема расчета срединных структур мозга при отеке мягких тканей черепа.

Способ 1. Измеряют расстояние до КК и М-эхо слева и справа. При различной величине конечного комплекса справа и слева (за счет отека или гематомы мягких тканей головы), сначала вычисляют их разницу – затем разницу между срединными комплексами с обеих сторон (Рис. 18). При одинаковом значении разницы конечных и срединных комплексов смещения М-эхо нет. При расхождении величин разницы и конечных и срединных комплексов вероятность наличия смещения высока..... Чтобы избежать ошибки следует перепроверить результата вторым способом (Рис 19).

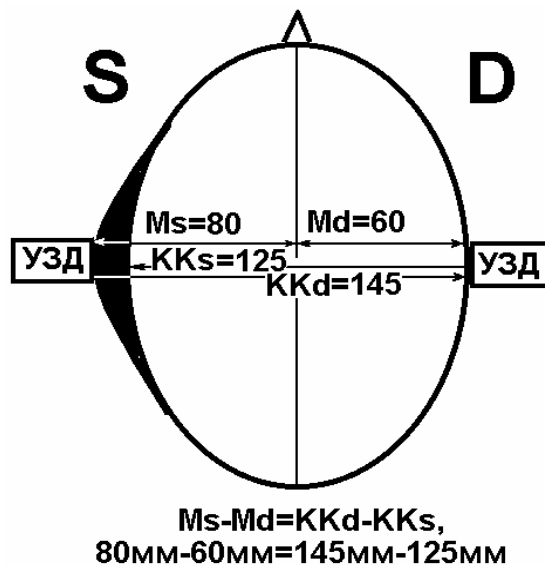


Рис. 19. Сравнительное схематичное изображение длин пробега УЗ луча слева и справа при наличии подпневротической гематоме с одной стороны головы при отсутствии реального смещения. По данным M_s и M_d имеется картина ложного смещения. Проверка по способу сравнения разностей $K_{kd} - K_{ks}$ и $M_s - M_d$ показывает отсутствие смещения срединных структур мозга.

Способ 2. Он заключается в вычислении места расположения срединного комплекса не от ближнего комплекса, а от конечного (Рис 20)! При этом измеряют интервал М-эхо – КК последовательно слева направо и справа налево. Расставив метки на ЭХО-ЭГ можно измерить любые интервалы и объективно их оценить.

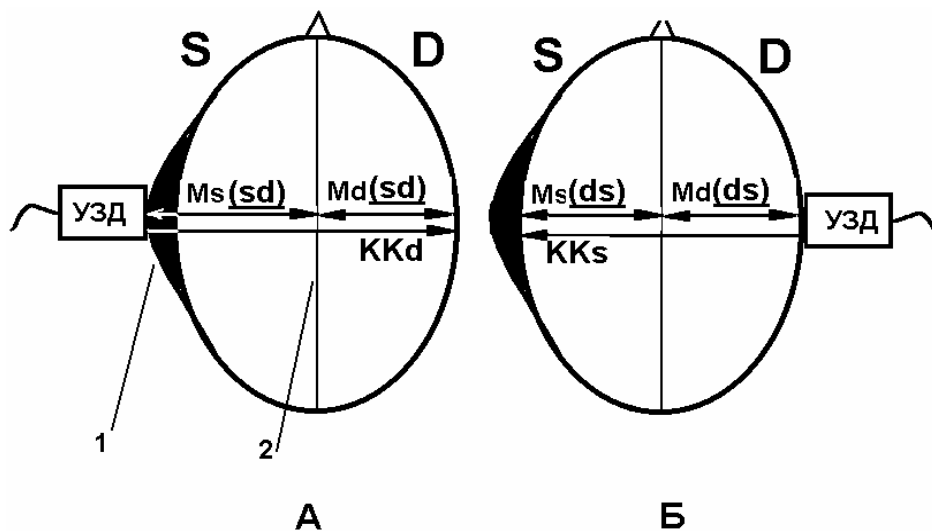


Рис 20. Способ вычисления места расположения срединного комплекса не от ближнего комплекса, а от конечного. При этом измеряют интервал М-эхо – КК последовательно слева направо и справа налево. Этот прием используют при ложном смещении из-за наличия подпапневротической гематомы с одной из сторон.

При определении смещения срединных структур мозга следует дополнительно ориентироваться на место расположения трансмиссионной метки. Во всех случаях расхождения данных эмиссионного и трансмиссионного методов, правильность измерений следует перепроверять дополнительными методами измерения.

Измерение ширины срединного комплекса (3 желудочка).

В норме интерфазы М-эхо формируются в результате интегрального отражения от стенок 3 желудочка, эпифиза и прозрачной перегородки. В патологии, когда размеры 3 желудочка существенно увеличиваются, роль его стенок в этом процессе принимает преобладающий характер и влияние прочих анатомических компонентов существенно ослабевает. Это обстоятельство объясняет правомочность использовать в определенном смысле эквивалентность понятий ширины расщепленной вершины М-эхо и третьего желудочка.

Несмотря на то, что точность измерений весьма относительна, клиническая значимость этого показателя достаточно высока. В настоящее время не существует более оперативного, простого, дос-

тупного способа диагностики расширения ликворных пространств мозга. Во всяком случае, на скрининговом уровне ему нет равных.

Прежде, чем осуществить измерение М-эхо и выполнить интерпретацию эхограммы, следует иметь в виду, что в зависимости от ширины желудочка картина М-эхо может быть разной. При нормальных размерах 3 желудочка и умеренном его расширении восходящий и нисходящий фронты М-эхо удаляются друг от друга, сохраняя при этом монолитность самого срединного комплекса. При больших размерах желудочка из-за того, что стенки желудочка формируют две независимые интерфазы (зоны отражения), возникает разрыв между восходящим и нисходящим фронтами срединного комплекса. Что сопровождается его расщеплением, вплоть до полного раздвоения. Измерение в первом случае по восходящим фронтам раздвоенного М-эхо даст более точные данные о размерах третьего желудочка, чем во втором. Из сказанного следует, что определение ширины третьего желудочка по восходящему и нисходящему фронтам М-эхо удобный, но не совсем корректный прием. Правильнее было бы мерить по восходящим фронтам. Ясно, что курсоры, расставленные на восходящей и нисходящей частях М-эхо, завышают вероятные размеры 3 желудочка, но при значительном его расширении это несущественно, а при малых размерах желудочка, даже ошибка в 30% не изменит качественную интерпретацию данного параметра. Измерение ширины 3-его желудочка осуществляется от пика до пика (внешних стенок 3-его желудочка) по формуле

$$D3 = L2 - L1$$

Измерение боковых желудочков.

Уже указывалось, что измерение боковых желудочков мало надежное занятие. Только при хорошо сформированном соответствующем пике следует вычислять его количественные параметры. Абсолютные расстояния до пиков боковых желудочков из-за высокой вариабельности размеров головы у разных индивидуумов имеют слишком большой разброс и служить в качестве оценочных данных не могут. По этой причине используют относительные параметры: среднеселлярный индекс (ССИ) и индекс мозгового плаща (ИМП). По своей диагностической сущности это два дублирующих параметра, и предназначены они оба ответить на вопрос: увеличены боковые желудочки или нет. Эти оба индекса представляют интерес только для детской практики, нормальное значение СИ ≥ 4 , пограничные с нормой значения составляют 4,1—3,9, патология (гидроцефалия \leq

3,8). У маленьких детей возможно вычисление Индекса мозгового плаща (ИМП) по формуле

$\text{ИМП} = \mathbf{a} / \mathbf{b}$, прямопропорционален степени гидроцефалии и степени истончения мозгового плаща. Патологическими считаются значения $\geq 2,3$.

Для вычисления ССИ необходимо обнаружить зоны отражения от латеральной стенки тела бокового желудочка. Для этого измерение выполняют при нахождении ультразвукового датчика в средней части височной области на 1- 2 см выше ушной раковины при этом направление зондирования осуществляется строго по горизонтали. Для вычисления ИМП ультразвуковой датчик должен быть расположен на 3-5 см выше ушной раковины и главное условие необходимое для обнаружения зоны отражения нижнего рога бокового желудочка использование косой проекции направления зондирующего луча ($\sim 15-20^\circ$). В горизонтальной проекции его обнаружить нельзя, так как это анатомическое образование находится ниже уровня турецкого седла и поэтому при таком лоцировании недоступно. Из сказанного очевидно, что для получения ССИ и ИМП нужны, как минимум, два совершенно независимых исследования с одной стороны, две эхоэнцефалограммы. Оба эти индекса возможно использовать только у детей до 10 лет. По данным большинства авторов, наиболее надежными признаками гидроцефалии являются:

- a) Увеличение амплитуды латеральных эхосигналов
- b) Увеличение протяженности областей на боковых поверхностях головы, с которых каждый из этих сигналов может быть непрерывно визуализирован
- c) Увеличение количества латеральных эхосигналов.

Среднеселлярный индекс.

Проблема со среднеселлярным индексом в классическом варианте предлагается решать известным путем, т.е. в одном исследовании при зондировании в горизонтальном направлении (или слева направо, или справа налево) с измерением расстояний до ближнего желудочка «HKs - Vs (sd)» (DV1), до трансмиссионной метки в области срединного комплекса Tr (Dt) и до дальнего желудочка «HKs - Vd (sd)» (DV2), как это показано на рисунке 21.

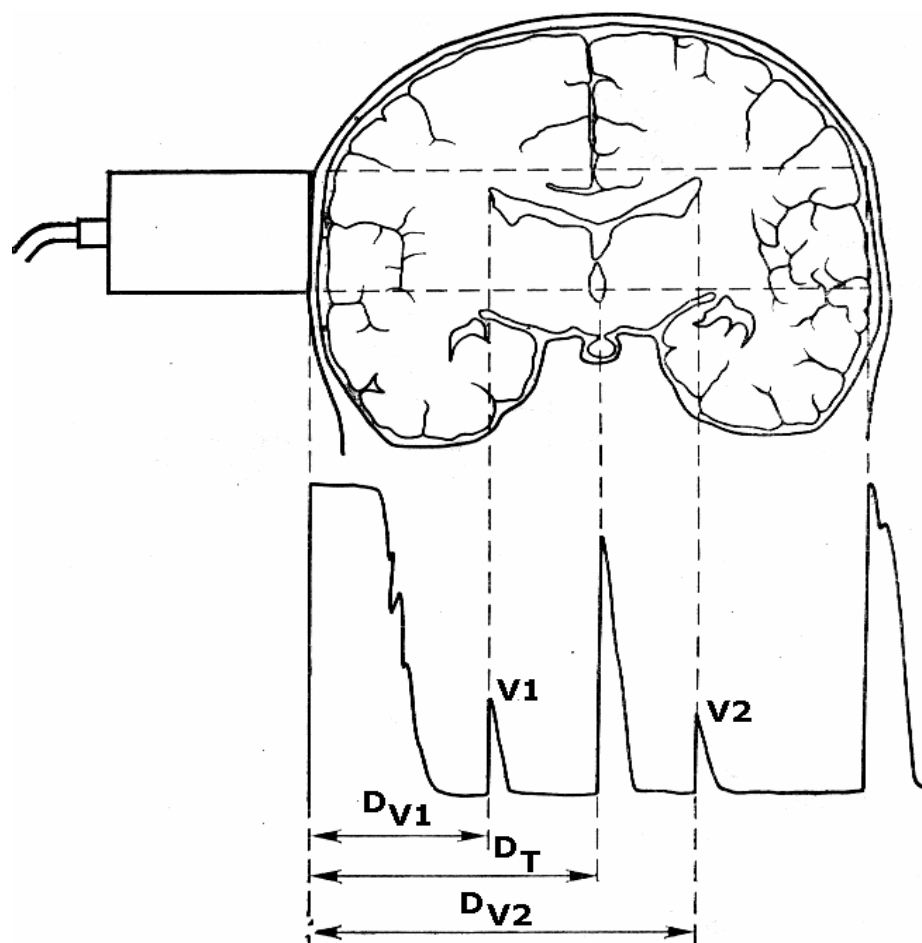


Рис 21. Схема измерения параметров для вычисления ССИ классическим путем. Условные обозначения: V1- ближний боковой желудочек, V2- дальний боковой желудочек, DV1- расстояние до ближнего желудочка, DT- расстояние до трансмиссионной метки (срединного комплекса), DV2-расстояние до дальнего желудочка (По Л.Р.Зенкову, А.М.Ронкину, 1991 г).

Поскольку обычно ближний желудочек выделить не удастся, используют данные измерений как слева направо, так и справа налево. При этом эквивалент недостающего расстояния до ближнего желудочка берут из второго исследования. На аппаратах ЭХО-11 и 12 его получали вручную путем вычитания расстояния НК-Vd (sd) из расстояния до конечного комплекса (КК), т.е. $KKd - (NKs-Vd) = Vd-KKd$. На компьютерных моделях только расставляют метки, а вычисление осуществляется автоматически (Рис 22).

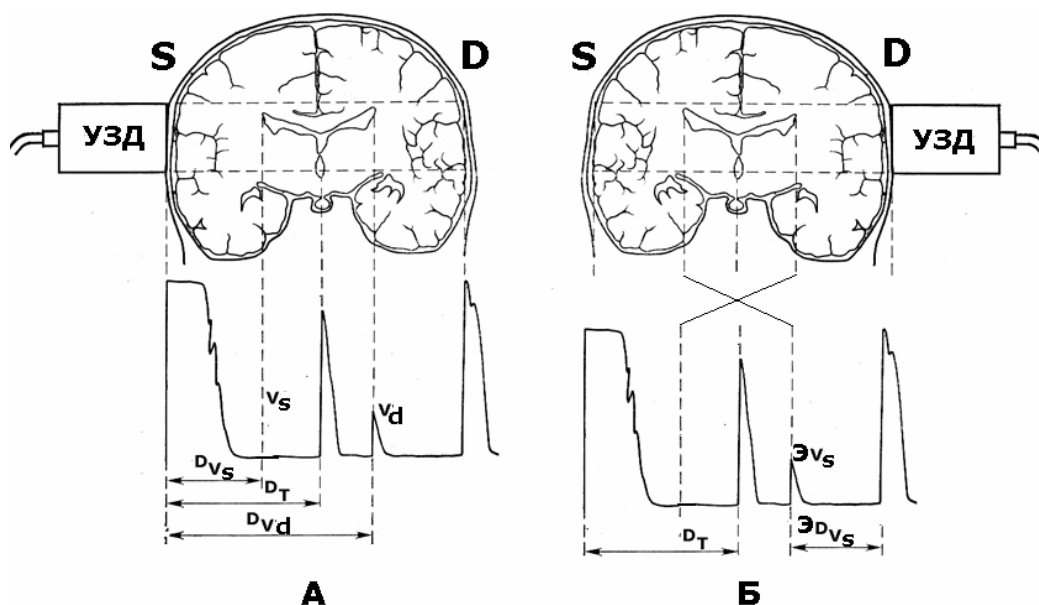


Рис. 22. Измерения параметров для вычисления ССИ, когда визуализировать ближний желудочек не удается. В этом случае параметры дальнего желудочка (DVd) и трансмиссии (DT) берут в первом измерении, а параметры «ближнего» желудочка (в данном примере левого) - из второго (ЭDVс), что является эквивалентом недостающего DVс. Условные обозначения: Vd – правый желудочек, Vs – левый желудочек (при измерении слева), ЭVs – эквивалент левого желудочка при измерении справа, DVd – расстояние от НК до правого желудочка, DT – трансмиссионная метка, ЭDVс – эквивалентное расстояние от Vs до ККs(ds)

Вычисляют ССИ по формуле:

$$\text{ССИ} = \frac{2DT}{DV_2 - DV_1}, \text{ где}$$

- ССИ – среднеселлярный индекс,
- DT – геометрическая середина головы, определяемая по трансмиссионной метке,
- Dv1 – расстояние до ближнего желудочка,
- Dv2 – расстояние до дальнего желудочка.

Этот индекс обратно пропорционален степени расширения боковых желудочков. Нормальные значения ССИ составляют 3,9-4 единиц и более. Значения 3,8 и менее указывают на расширение желудочковой системы мозга.

Возможности и точность диагностики гидроцефалии методом ЭХО-ЭГ тем больше, чем больше сама гидроцефалия. И это понятно, чем больше размер желудочка, тем лучше находится его интерфаза, тем значительнее пик на эхограмме.

Индекс мозгового плаща.

Иначе, как многострадальным, этот индекс не назовешь. Начиная с названия... Почему отражению от нижнего рога бокового желудочка присвоено такое наименование, понять трудно. Поскольку из анатомии известно, что под мозговым плащом понимается вся поверхность полушарий мозга, а не поверхность его внутренних образований. Тем не менее, термин прижился, хотя каждый его понимает в силу своей испорченности и соответственно измеряет его в рамках своей образованности, и, как правило, очень редко правильно. Основная ошибка, как говорилось выше, – это измерение в одной общей горизонтальной проекции. К сожалению, основная заслуга в распространении этой ошибки лежит на медицинских идеологах создания компьютерных программ, которые поставили задачу перед программистами вычисления всех известных параметров ЭХО-ЭГ в рамках одного измерения, не удосужившись их систематизировать в зависимости от особенностей выполнения процедуры исследования.

Что касается ИМП (индекса мозгового плаща), то он вообще в обычной боковой проекции при горизонтальном прохождении луча измерен быть не может (!!!), т.к. для этого требуется косая позиция (Рис. 23).

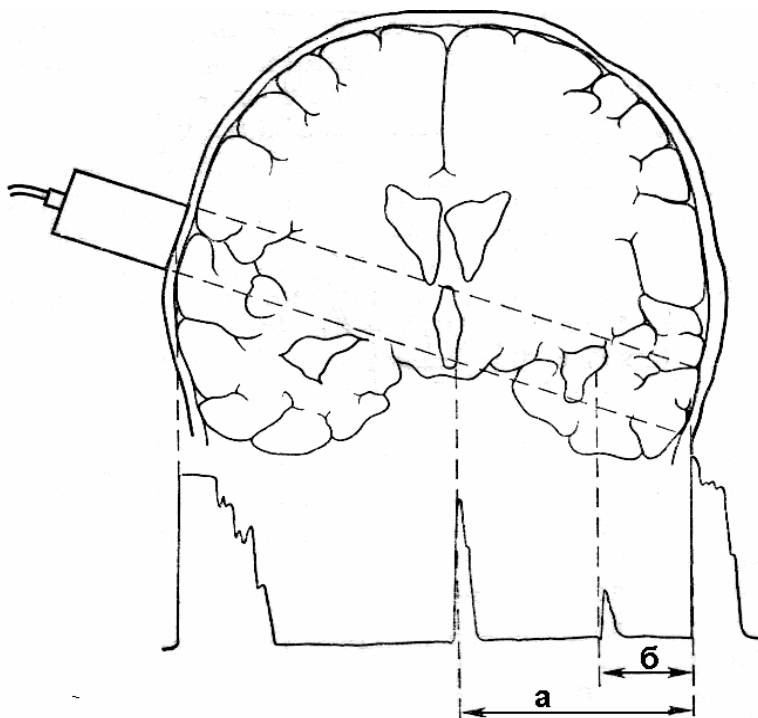


Рис. 23. Методика измерения параметров для вычисления ИМП. Условные обозначения: а – расстояние от трансмиссионной метки до пика отражения нижнего рога бокового желудочка, б – расстояние от пика отражения нижнего рога до конечного комплекса (по Л.Р. Зенкову и М.А. Ронкину, 1991).

В одном измерении ССИ и ИМП ни коем образом не могут быть определены, т.к. зоны отражения от латеральной стенки тела бокового желудочка и его височный нижний рог находятся на разном горизонтальном уровне.

Существование такой «узаконенной» ошибки вообще удивительно, так как в соответствующей специальной литературе никакой путаницы нет. Например, в классическом руководстве Л.Р.Зенкова и М.А. Ронкина («Функциональная диагностика нервных болезней». 1991) изложена методология измерения ИМП с предельной ясностью.

Более того, в силу анатомических особенностей у детей старше 10 лет, и тем более у взрослых, зона отражения для вычисления этого индекса, а именно от нижнего рога бокового желудочка вообще не идентифицируется. А в компьютеризированных системах всех фирм, за редким исключением, этот мифический индекс фигурирует поголовно у всех пациентов независимо от возраста, и вычисляют его, как ни странно, в горизонтальной проекции.

В таком случае, что же именно вычисляется в этой проекции? Что за пик регистрируется на ЭХО-ЭГ, который принимают за предполагаемый пик от нижнего рога бокового желудочка? Чаще происходит отождествление латеральной стенки бокового желудочка с отражением от его нижнего рога и один и тот же пик используют как для вычисления как ССИ, так ИМП, тем более, входные измеряемые параметры разные и расчетные формулы разные и направленность количественных изменений при расширении желудочковой системы противоположная: ССИ при этом снижается, ИМП – повышается. Самое смешное, что этот ошибочный индекс выполняет ту же функцию, что и реальный ИМП, хотя в действительности им не является. По сути, этот тот же ССИ, который, образно говоря, констатирует: сколько объема черепа взяли на себя боковые желудочки, а этот псевдоиндекс мозгового плаща говорит, наоборот, сколько до стенки черепа осталось.

Оказалось, что этот ошибочный индекс не так уж бесполезен. *Именно поэтому, многие, понимая, что это не тот индекс, за который его выдают, достаточно терпимо к нему относились.* Не будем полностью отрицать и мы его. Только уточним его суть, и отныне будем именовать его псевдоиндексом мозгового плаща (ПИМП). Нормативные значения ПИМП, отличаются от ИМП.

Для ИМП патологическими считаются значения равные и больше 2,3, для ПИМП – 1,3

Вычисляют оба индекса по формуле:

$$\text{ИМП (ПИМП)} = \frac{a}{b/a}, \text{ где}$$

ИМП – индекс мозгового плаща,

ПИМП – псевдоиндекс мозгового плаща,

А – расстояние от Tr до КК,

Б – расстояние от V до КК.

Анализируя причины путаницы с измерением ССИ и ИМП, а также ошибок идентификации пиков зон отражения от латеральных стенок тела боковых желудочков, выясняется факт неточного мысленного объемного представления эхоэнцефалографистами топографии объектов внутри черепа даже при вполне хорошем знании анатомии мозга в целом, поэтому пики их интерфаз на ЭХО-ЭГ исходно ищутся не там, где они должны быть. Поэтому вполне справедливым кажется замечание Л.Р.Зенкова и М.А.Ронкина, что лучше этой методикой заниматься людям, имеющим опыт работы в нейрохирургическом отделении.

Существенную помощь в более точном отыскании нужных пиков может оказать компьютерная ЭХО-ЭГ. Для этого можно использовать визуальную подсказку, где должны быть пики отражения от стенок бокового желудочка в норме у здорового человека. Поскольку индексы ССИ и ИМП – величины, независимые от размеров черепа, то та же самая информация может быть выражена в форме процентной шкалы (Рис. 24), где графически наглядно отображены места, в области которых следует искать эти пики.

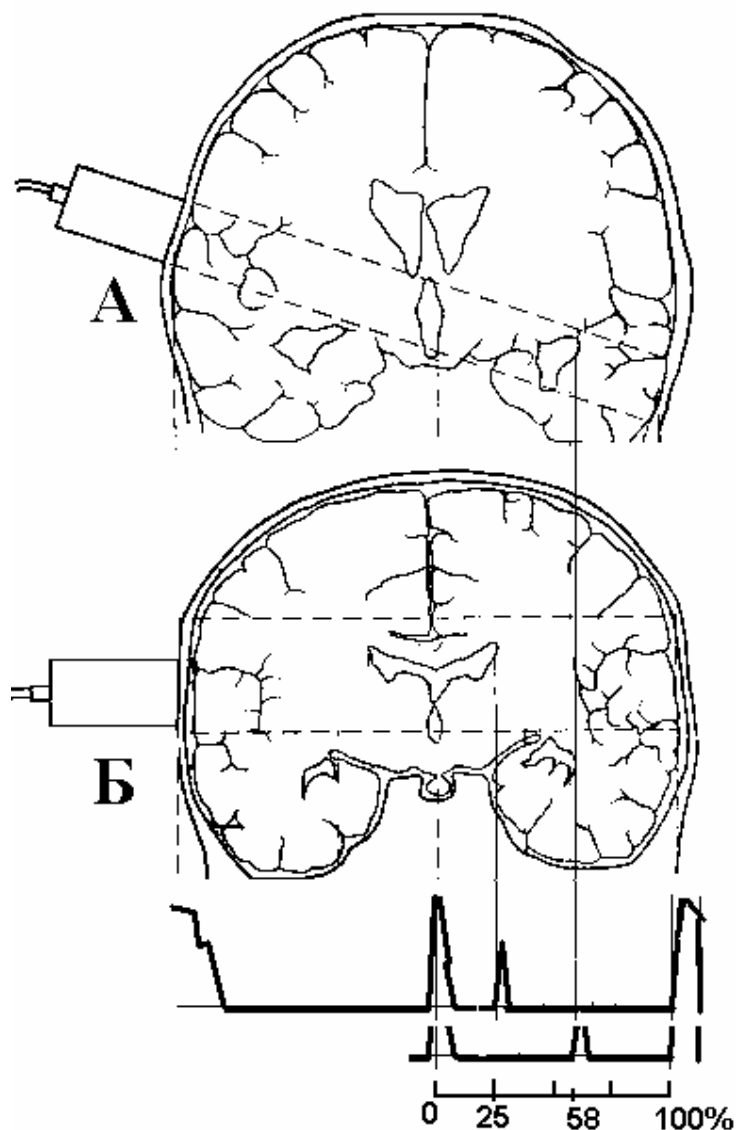


Рис. 24. Наглядное схематичное изображение пиков на интегральной ЭХО-ЭГ, отраженных от латеральной стенки тела бокового желудочка и его нижнего рога, и их проекция на процентную шкалу. В норме боковой желудочек расположен в области 25%, а нижний рог его – 58%.

Естественно, в одном измерении оба пика отражения от латеральной стенки бокового желудочка и его нижнего рога визуализировать нельзя. Да и абсолютные значения до КК будут разными, но в относительных шкалах (%) местонахождение этих пиков будет наглядно свидетельствовать о наличии и степени – вендрикуломегалии: смещение их в сторону увеличения относительно 25% и 58%, соответственно для каждого из них, является объективным свидетельством расширения желудочковой системы мозга.

Измерение пульсации на ЭХО-ЭГ.

Для диагностики внутричерепной гипертензии по данным ЭХО-ЭГ определенное место отводится пульсации пиков. Следует сразу вывести из заблуждения значительную часть врачебной аудитории и определить роль и место этого метода в диагностическом процессе повышения внутричерепного давления: метод ЭХО-ЭГ не измеряет давление (!), не предоставляет абсолютных симптомов этого состояния (!), а дает лишь ряд косвенных, но достаточно весомых признаков. Среди них важное место занимает измерение пульсации пиков. Компьютерное измерение, безусловно, точнее и объективнее, но даже при использовании этой техники в разных руках получаются разные величины измерения. Важно не только измерить, но и что, и где это делать. Естественно нужно выбирать пульсирующий объект, но не любой. Нужно исключать, прежде всего, особо сильно пульсирующий пик, существенно отличающийся от пульсации остальных пиков. Такой более других пульсирующий пик, скорее всего, есть результат отражения от сосудистого сплетения или ствола магистрального сосуда. Ликворная система в рамках черепной коробки пульсирует более или менее равномерно, поэтому и пульсация от интерфаз ликвор-мозг во всех отделах будет схожей. Для большей точности можно сделать несколько измерений: от срединного комплекса и боковых желудочков.

Существенным является и место выбора на пике, в котором предполагается выполнить измерение: ближе к вершине, обычно, величины пульсации больше в зоне расщепления срединного М ЭХО и в вершине бокового желудочка.

При оценке пульсации важным оказывается не только ее величина пульсации, но и клиническая оценка механизма ее возникновения. Обычно упускается из виду, что исследуемый пациент имеет не изолированную от тела голову, и что события полученные внутри черепа могут иметь экстракраниальный генез. Например, люди с гиперкинетическим вариантом кровообращения имеют высокие величины пульсового давления и, как следствие передаточная пульсовая

волна ликвора будет больше, при гипокинетическом варианте - наоборот – меньше. Например, при аортальном пороке, когда артериальное давление имеет перепад 200 – 0 мм рт. столба пульсация пиков на ЭХО-ЭГ будет огромной, хотя внутричерепной гипертензии нет и в помине.

Количественные значения нормы в литературе плохо обоснованы. Обычно повышенную пульсацию трактуют свыше 50%.

ЭХО-ЭГ в диагностике гемиатрофий, инородных тел и петрификатов мозга.

В неврологической практике нередко приходится встречаться с атрофическими процессами. Эхо-ЭГ – диагностика имеет значение для гемиатрофии – атрофия одного полушария. Как правило – это следствие перенесенного субарахноидального кровоизлияния, возникшего после родовой или другой черепномозговой травмы или геморрагического инсульта. Основной эхо-признак гемиатрофии – это значительное от 5 до 15 мм смещение в сторону пораженного полушария, возникающее в периоде отдаленных последствий, возможно нарастающее в динамике. Смещение возникает в результате того, что здоровое полушарие занимает освободившееся пространство атрофирующегося полушария.

При токсоплазмозе, эхинококкозе, туберозном склерозе, инородных телах вещества мозга на Эхо-ЭГ можно обнаружить стабильной локализации, высокоамплитудные, большей амплитуды чем М-эхо непарные неппульсирующие сигналы, не вызывающие смещения срединных структур. Так у пациента с токсоплазмозом выявлялся эхо-сигнал от петрификата размером - 20 мм, при том что смещения срединных структур не было. У пациента с кальцинированной кистой вследствие эхинококкоза был обнаружен широкий, многократно расщепленный эхо-сигнал в левой гемисфере размером 30 мм в промежутке между М-эхо и сигналом от височного рога бокового желудочка.

ЭХО-ЭГ в диагностике вентрикуломегалии и внутричерепной гипертензии.

Обычно диагностические проблемы вентрикуломегалии и внутричерепной гипертензии рассматриваются в рамках объединенного понятия гидроцефально-гипертензионного синдрома. С позиции генеза и последующего обоснования выбора терапии это оправдано, поскольку повышение внутричерепного давления, как результат нарушения процессов гиперпродукции и резорбции спинномозговой жидкости, сопровождается расширением желудочковой системы мозга. Однако в этом же кроются причины ошибочного толкования данных ЭХО-ЭГ и, как следствие, не достаточно обоснованного применения дегидратационных средств. Вентрикуломегалия, обнаруженная на ЭХО-ЭГ, может быть как проявлением высокого внутричерепного давления на момент исследования, так и результатом его длительного воздействия на мозговые структуры много лет ранее. В этом случае данные ЭХО-ЭГ являются свидетельством остаточных явлений некогда перенесенной продолжительной гипертензии.

Острая внутричерепная гипертензия, неважно какого происхождения, сопровождается расширением желудочковой системы мозга. При быстром купировании ее имеется высокий шанс возврата желудочков к исходно нормальному размеру. При длительно существующей внутричерепной гипертонии, происходит истончение мозгового вещества полушарий и желудочки никогда не вернуться к норме, даже если в последующем длительно поддерживается удовлетворительный уровень внутричерепного давления.

К сожалению, приходится довольно часто встречать, что увеличенные размеры желудочка, как по данным ЭХО-ЭГ, нейросонограммы и даже КТ, трактуются в отрыве от анамнеза, клинической картины, состояния картины глазного дна, как однозначный признак внутримозговой гипертензии. Это, безусловно, заблуждение. В возрастном аспекте у младенцев гораздо больше шансов рассматривать широкие желудочки на ЭХО-ЭГ, как признак гипертензии, чем у детей школьного возраста, так как у первых скорее всего еще течет процесс формирования вентрикуломегалии, у вторых – уже скорее всего закончился. Это не правило, а настрой на результат исследования, хотя нужно иметь в виду, что острое нарушение ликвородинамики возможно в любом возрасте.

Из сказанного вытекает, что выявленные признаки расширения желудочковой системы мозга должны оцениваться с другими

признаками повышения внутричерепного давления, как клиническими, так и эхоэнцефалографическими.

В ЭХО-ЭГ нет абсолютных признаков внутричерепной гипертензии. Используют косвенные (Рис.25). К ним относятся:

- 1) Увеличение амплитуды латеральных эхосигналов
- 2) Эхографические признаки расширения желудочковой системы мозга (Широкий срединный комплекс, увеличенный ССИ, сниженный ПИМП, увеличенный ИМП, выход пика бокового желудочка за 25% зону и пика нижнего рога бокового желудочка за 58% на процентной шкале)
- 3) Значительная вертикальная пульсация эхографических пиков (более 50 %), заметная на глаз горизонтальная пульсация (Рис. 26),
- 4) Существенное увеличение количества дополнительных особенно латеральных пиков, их выраженности и сопоставимость по амплитуде с М-ЭХО сигналом.

Появление дополнительных пиков отражения может иметь разный генез. Описано их появление в результате отражения от объемных образований (опухолей, кист, внутричерепных гематом), от измененных структур мозга после перенесенных арахноидита, энцефалита, менингита.

При внутричерепной гипертензии причина увеличения и усиления зон отражения и появление дополнительных пиков на ЭХО-ЭГ вероятно кроется в расширении борозд и других щелевидных образований мозга, как результат избытка спинномозговой жидкости в черепной коробке. Не исключается также фактор ослабления поглощения ультразвука в костях черепа при гидроцефалии вследствие их истончения, в силу чего сохраняется его способность лучшего отражения от небольших интерфейсов, не видимых в нормальных условиях.

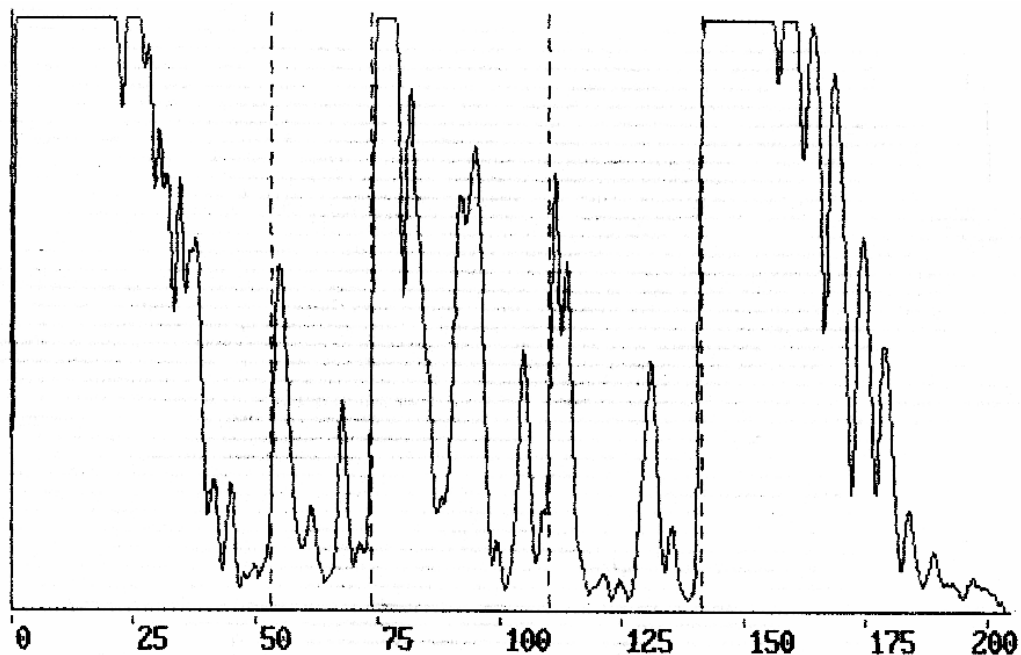


Рис 25. Эхоэнцефалографическая картина при гидроцефально-гипертензионном синдроме: расширен срединный комплекс (1), хорошо лоцируется пик отражения от боковых желудочков (2), усилены латеральные пики интерфаз глубоких борозд полушарий (3), боковые желудочки значительно выходят за 25% зону.

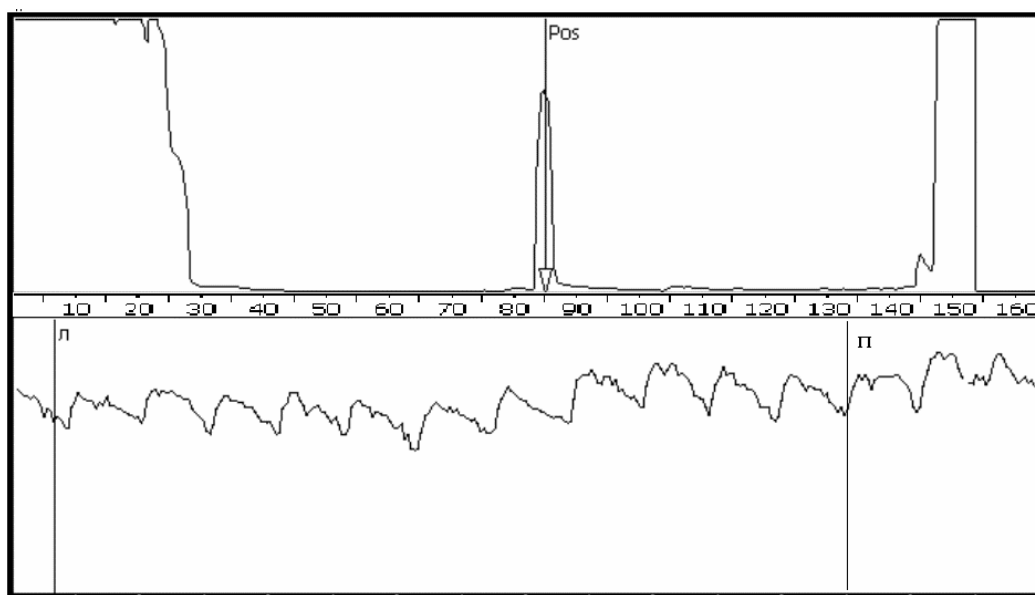


Рис. 26. Измерение вертикальной пульсации срединного комплекса.

ЭХО-ЭГ в диагностике объемных образований мозга.

Эхоэнцефалография наиболее эффективна при объемных супратенториальных образованиях, имеющих латерализованную локализацию. Другими словами ЭХО-ЭГ хороший помощник в диагностике образований, находящихся в какой-либо из гемисфер. Опухоли, имеющие локализацию в стволовых отделах мозга, задней черепной ямке практически не имеют надежных ультразвуковых признаков. Опыт применения ЭХО-ЭГ с нетипичных позиций локации с уровня возможностей сегодняшнего дня, следует считать исторически интересным фактом и не более. И чтобы не дискредитировать метод не следует ставить его в конкурентные условия с анатомическими методами КТ и ЯМР.

Важнейшим признаком объемного образования полушарий мозга является смещение М-эхо в средних отделах мозга. Использование ЭХО-ЭГ для оценки смещения М-эхо в передних или задних отделах не возбраняется, но следует иметь в виду, что количество ошибочных толкований смещения М-эхо в этих отделах, в связи с косым прохождением луча, не дает основания доверять результатам исследования.

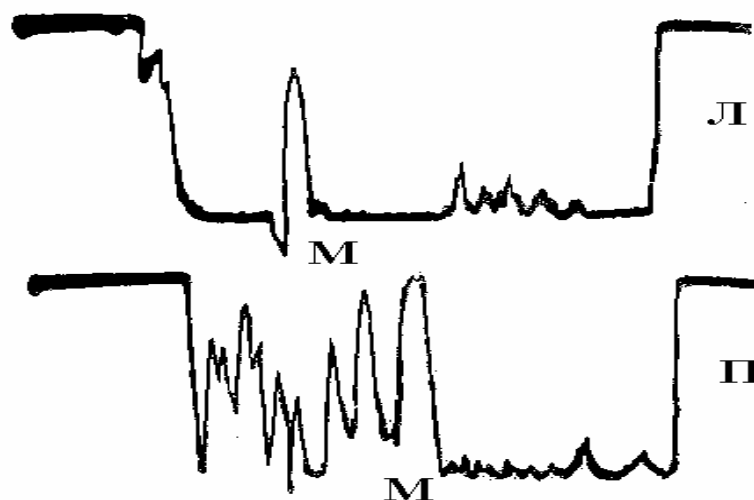


Рис 27. Большое количество дополнительных сигналов между НК и М-эхо в правом полушарии при зондировании справа и М-эхо и НК при зондировании слева у пациента арахноэнтелиомой правой задневисочной области. Условные обозначения: М - срединный комплекс, Л- зондирование слева направо, П – зондирование права налево. (Из Л.Р.Зенкова, М.А.Ронкина, 1991).

Непостоянными и относительными признаками объемного образования могут быть множественные пикообразные сигналы, являющиеся результатом отражения непосредственно от опухолевого образования, или стенок деформированного бокового желудочка (Рис. 27).

Схожая картина может наблюдаться при отражении от полости абсцесса, внутримозговой кисты или внутричерепной гематомы.

ЭХО-ЭГ в диагностике черепно-мозговой травме.

Высокая диагностическая значимость сохраняется за методом ЭХО-ЭГ в нейротравматологической практике. Эхографические признаки при внутричерепной гематоме мало отличаются от других объемных образований. Основным диагностическим критерием является смещение М-эхо. Более того, при черепно-мозговой травме он не только имеет диагностическое, но и дифференциально диагностическое между острым объемным образованием (внутримозговая, суб- или эпидуральная гематома), и локальным (полушарным) травматическим отеком мозга в зоне контузионного очага. По одиночному исследованию этого сделать нельзя. Но в нейротравматологических отделениях принято выполнять многократное серийное исследование положения мозговых структур методом ЭХО-ЭГ. Динамика смещения М-эхо на этапах наблюдения иногда является определяющей для формулирования показаний к трепанации черепа или отказа от нее.

Для интракраниальных гематом характерным является нарастание степени отклонения М-эхо от срединных значений при прогрессирующем внутричерепном кровотечении или сохранении устойчивых показателей смещения при спонтанном его прекращении независимо от объема и качества проводимой инфузионной терапии. Довольно типичным (но необязательным) является позитивная реакция на терапию локальных отеков мозга контузионного происхождения. Степень смещения М-эхо при этом может существенно уменьшиться на пике действия дегидратирующих препаратов, и вновь нарастать, когда снижается влияние этих средств.

Иногда удается обнаружить, так называемый, «гематомный» комплекс в зоне наличия кровоизлияния в виде или отдельного широкого пика отражения, или множества острых пиков. Этот комплекс не может рассматриваться специфическим, так как визуальным ничем не отличается от зон отражения опухоли или аномального бокового желудочка. Но в реальных клинических условиях эти сигналы могут трактоваться соответствующим образом.

При сотрясении головного мозга обычно смещения срединных структур мозга не выявляется. Однако в связи с наличием травматической внутричерепной гипертензии возможно усиление эхопulsации, небольшое расширение 3-его и боковых желудочков, появление дополнительных сигналов в результате расширения экстра и интрамозговых щелей.

При ушибе мозга легкой степени возможно появление смещения срединных структур мозга в пределах 2 мм с регрессирующим течением на протяжении 2-7 суток, с признаками внутричерепной гипертензии, дополнительными эхосигналами, обусловленными локальным ушибом-отеком мозга.

При ушибах средней и тяжелой степени смещение срединных структур мозга до 2-3 мм (а в некоторых случаях до 4 мм) сохраняется более длительный период (до 2-4 недель), гипертензионные ЭХО-ЭГ признаки могут быть существенно выражены, как и локальные зоны дополнительных пиков в месте контузионного очага.

При выраженной гидроцефалии отмечается расщепление эхосигналов отраженных от боковых желудочков, причем отражение от латеральной стенки желудочка смещается латеральнее, а медиальной - приближается к срединному комплексу нередко и выглядит как дополнительный сигнал неясной природы. Возможность диагностики вентрикуломегалии по положению сигналов от боковых желудочков более надежна у детей до 10 лет, при этом, чем моложе ребенок, тем больше эти возможности. В более старшем возрасте, и особенно у взрослых, выделять эти сигналы сложнее. Это связано с большим поглощением ультразвука у взрослых. Тем не менее, при значительном расширении желудочков в старшей возрастной группе также иногда удается получить вполне удовлетворительной выраженности сигнал отражения от латеральных стенок бокового желудочка.

Рекомендуемый порядок выполнения ЭХО-ЭГ исследования на компьютеризированных комплексах.

Методика выполнения сканирования и визуальный просмотр незафиксированных «живых» ЭХО-грамм на компьютеризированных комплексах ничем не отличается от такового на аналоговых приборах.

Первоначально выполняют трансмиссионное исследование, определяют геометрическую середину головы, ставят соответствующую метку и фиксируют изображение.

Если картина ЭХО-ЭГ ничем не примечательна и при однократном просмотре выявлены все необходимые ориентиры, особенно при отсутствии какой-либо патологии, достаточно зафиксировать по одному изображению как слева, так и справа и далее приступить к формированию заключения.

При прочих случаях по одной «картинке» с каждой стороны будет недостаточно, так как одномоментно удовлетворительно вывести пики срединного комплекса, боковых желудочков и других обычно не удастся, и следует выполнить ряд серийных измерений с их фиксацией.

Порядок измерений определяется возможностями компьютерной программы. Если предусмотрена возможность фиксации серии измерений при зондировании с одной стороны, то это удобно, так как тогда это осуществляется без отрыва датчика от головы, только изменяя несколько направление лоцирования.

При этом сначала идентифицируют срединный комплекс. Фиксируют изображение. Затем с той же стороны при локации из той же точки и тоже в горизонтальном направлении находят (если удастся) боковой желудочек на противоположной стороне. Фиксируют изображение.

Если есть необходимость искать нижний рог бокового желудочка (для вычисления ИМП), датчик поднимают на 2-3 см выше первоначальной точки лоцирования, установив его в косом направлении, направляя предполагаемую ось зондирования на уровень мочки или слухового прохода противоположного уха. При вентрикуломегалии удастся найти соответствующий пик отражения. Фиксируют его.

Аналогичную последовательность процедур выполняют с другой стороны.

Большинство современных программ имеют иной алгоритм измерений, предусматривают поочередное исследование с обеих сторон. В этих случаях выполняют ту же последовательность измерений, но то слева, то справа. Многие практики предпочитают

именно такой порядок действий, так как он позволяет сравнить искомые структуры в обоих полушариях непосредственно.

Рекомендуемая схема последовательности измерений условна. Иногда целесообразно для уточнения идентификации искомого пика выполнить несколько эквивалентных его фиксаций.

Последний этап измерений включает в себя процесс измерения пульсации.

В зависимости от возможностей программы метки на эхограммах расставляют на одном выбранном изображении с учетом находок на других, или в каждом из них на соответствующем месте лучшей визуализации пиков или на общем интерполированном изображении.

В соответствии с расставленными метками автоматически производятся вычисления параметров и формирование скринингового заключения. Если его содержание совпадает с представлениями врача о результатах проведенного исследования, то остается только поставить подпись. При необходимости вносятся изменения в текст заключения с клавиатуры компьютера.

Структура заключения по результатам анализа ЭХО-ЭГ.

Подавляющее число заключений по результатам исследования ЭХО-ЭГ составляется из ограниченного числа стандартных фраз.

Заключение строится следующим образом.

1) Сначала дается характеристика места расположения срединного комплекса относительно друг друга при сканировании слева направо и справа налево (с учетом места расположения трансмиссионной метки). И оценивается степень смещения срединных структур. При отклонениях до 1,5 мм результат исследования свидетельствует об отсутствии смещения срединных структур мозга, до 2 мм – о смещении в пределах допустимого, более 2 мм – требует контроля и наблюдения в динамике.

2) Далее оценивается ширина третьего желудочка в зоне трансмиссионного курсора когда сигнал М-ЭХО расщеплен и пульсирует по обе стороны от трансмиссионной метки (систола и диастола) от пика до пика , так как измерение ширины основа М-ЭХО сигнала весьма произвольно замеряется и зависит от количества контактной гели, степени прижатости датчика и уровня мощности ультразвукового излучателя.

Эти данные трактуются как показатель состояния третьего желудочка и определяют:

Третий желудочек не расширен, если имеет ширину V3 до 5 мм включительно, что зависит от возраста ребенка.

Умеренно расширен – при V3 в пределах 6-8 мм.

Значительно расширен V3 - 9 мм и более.

3) Оценивается состояние боковых желудочков. Для этого применяют следующие фразы:

Боковые желудочки не визуализируются.

Боковые желудочки не расширены

Умеренное расширение боковых желудочков (при ССИ менее 3,9- 3,5, при ИМП 2,4 - 2,7, при показателях на процентной шкале 26 - 30% и 59 – 64% соответственно).

Значительное расширение желудочковой системы мозга (при ССИ менее 3,5, при ИМП более 2,7, при показателях на процентной шкале более 30% и 64% соответственно).

4) Оцениваются косвенные признаки внутричерепной гипертензии (с учетом состояния желудочковой системы) по наличию и выраженности дополнительных латеральных сигналов и показателя пульсации.

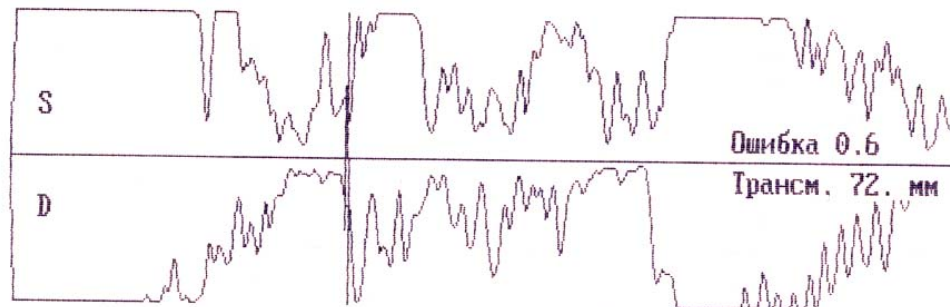
Для этого используют следующие фразы:

Признаков внутричерепной гипертензии нет.

Имеются признаки внутричерепной гипертензии .

5) В редких случаях, при наличии нестандартных зон отражения или при использовании дополнительных проекций зондирования осуществляется описание находок, и протокол заключения дополняют соответствующими трактовками.

Примеры ЭХО-ЭГ и заключений



$F_s = >143.2$ мм $F_d = >143.2$ мм
 $U_d = >98.8$ мм $U_s = >103.2$ мм
 $M_s = >72.4$ мм $M_d = >72.8$ мм
 $V_s = 52.4$ мм $V_d = 56.4$ мм
 $Q_s =$ не измерен $Q_d =$ не измерен

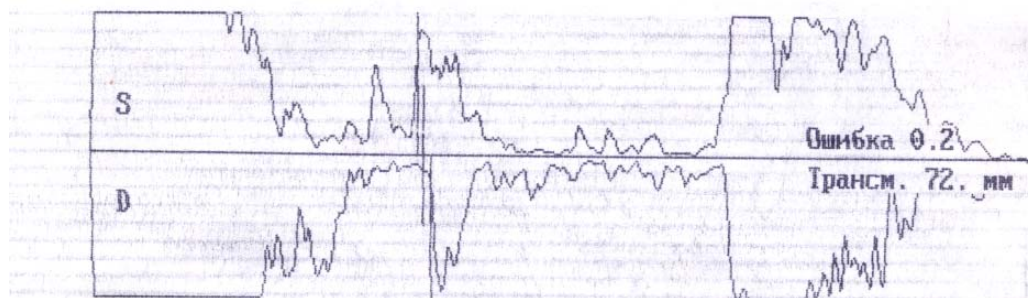
смещение сред. структуры
 0.2 мм отсутствует
 гидроцефальные признаки
 легкие
 преобладание сигналов D
 слабое

$BMIs = >2.198$ $BMId = >2.228$

$SI = >3.086$

Ширина III желудочка 6 мм

Рис 28.



$F_s = 138.8$ мм $F_d = 139.2$ мм
 $U_d = >104.8$ мм $U_s = 100.$ мм
 $M_s = 70.8$ мм $M_d = >73.6$ мм
 $V_s = 36.8$ мм $V_d = 38.4$ мм
 $Q_s =$ не измерен $Q_d =$ не измерен

смещение сред. структуры
 1.4 мм справа налево
 гидроцефальные признаки
 отсутствуют
 преобладание сигналов S
 слабое

$VI = 34.75$

$MI_s = 1.178$ $MI_d = 1.229$

Ширина III желудочка 4. мм

Рис 29.



Рис. 30.



Рис. 31.

Таблица возрастных параметров Эхо-ЭЭГ у детей и взрослых

Возраст	М-Эхо (мм)	V-Эхо (мм)	Конечный комплекс (мм)	Ширина III жел. (мм)	Окр. Голо- вы (мм)	BMI= (F-M) / (F- S)	SI= F / ()
0	40	67	-	4,5	358	1,8	-
1м	47	74	100	4,8	375	1,86	2,08
3м	50	78,5	104	5	402	1,89	1,96
6м	53	81	107	5,4	427	1,9	1,94
10м	55	93	114	5	-	1,89	1,58
1г	63,5	90,5	-	5,5	400	1,9	-
2г	64,1	93,3	126	4,8	474	1,92	2,08
3г	66,1	95,3	128	4,7	493,8	1,99	2,04
4г	67	95,4	129	4,4	500	1,86	2,09
5л	68,2	95,7	130,7	4,3	507	1,8	2,15
6л	68	96,8	131,7	4,3	508,2	1,83	2,13
7л	68,8	97,2	133,1	4	514,4	1,93	2,07
8л	68,9	98	134	3,8	523,3	1,93	2,16
9л	69,3	100,5	138	4	536,7	1,92	2,19
10-11л	70,2	100,4	136	3,8	539,7	1,93	2,1

Возраст	М-Эхо (мм)	V-Эхо (мм)	Конечный комплекс (мм)	Ширина III жел. (мм)	Окр. Голо- вы (мм)	VI=	MI=
10-11л	70,2	100,4	136	3,8	539,7	38,57	1,2
12	71,6	100,4	138,7	3,7	544,7	40,56	1,19
13	72	102,4	138,3	3,7	558	40,44	1,2
14	72,9	102	140	3,6	551	42,26	1,2
15	72,4	102	140,2	3,8	560	39,75	1,19
16	73	103	139	3,6	563	41,96	1,21
17	73,5	103,6	141	3,8	568	39,98	1,2
18	74,1	104,6	141,2	3,8	564	40,03	1,21
19	73,7	104,3	140,9	3,9	562	38,77	1,2
20	74,1	105,1	142,7	4,1	563	37,1	1,2
21-69	-	-	-	4,8	-	31,14	-
>69	-	-	-	6,2	-	23,67	-

Эхоэнцефалографические признаки при некоторых патологических состояниях.

Заболевания		Смещение М-эхо	Эхосигналы от патологического очага	Изменение эхоэнцефалографических признаков с течением времени	Примечание
Внутричерепные опухоли	лобной доли	небольшое, преимущественно в передних отделах			М-эхо смещается в сторону неповрежденного полушария. Величина смещения зависит не столько от размеров опухоли, сколько от ее локализации. Парасагитальные опухоли смещения М-эхо, как правило, не вызывают
	височной и теменной долей	значительное (до 10 -20 мм), главным образом в средних отделах	регистрируются часто, особенно при обызвествлении опухолей, кровоизлияниях в них	нарастают	
	затылочной доли	небольшое, в основном в задних отделах			
Черепно-мозговая травма	субдуральная гематома	значительное (до 10 и 15 мм и более), особенно при локализации гематомы в теменно-височной области	наблюдаются почти всегда	уменьшаются	в первые часы после тяжелой черепно-мозговой травмы в результате отека мозга и замедления мозгового кровообращения сигналы от различных отделов желудочковой системы не улавливаются. Возможны признаки гидроцефалии мозга
	ушиб мозга	незначительное, при одностороннем отеке в пределах до 5 мм	регистрируются не всегда		
Сосудистые поражения головного мозга	острое нарушение мозгового кровообращения	в пределах 2-5 мм (редко больше) в сторону неповрежденного полушария		уменьшаются	могут отмечаться признаки расширения ликворной системы мозга
	гематома	значительное (иногда до 15 мм и более)	наблюдаются почти всегда как при исследовании со стороны пораженного, так и неповрежденного полушария		
	ишемия (очаг размягчения)	не характерно	могут быть получены (не всегда) только при помещении зонда вблизи очага		
Воспалительные заболевания	абсцесс мозга	не характерно. При локализации в височной области в пределах 4-5 мм	наблюдаются	нарастают, но не так быстро, как при опухолях	изменяется количество латеральных сигналов, увеличивается их амплитуда, появляются слитные сигналы. Возможны признаки гидроцефалии
	гнойный менингит	не характерно		регрессируют по мере лечения	

ЭХОСИНУСКОПИЯ

Эхосинускопия – метод ультразвукового исследования придаточных пазух: основанный на свойстве ультразвука отражаться на границе двух сред с различным акустическим сопротивлением. Учитывая направление луча и положение отражающей точки, можно определить местоположение интересующих исследователя структур. В эхосинускопии рассматриваются эхосигналы, отраженные от границ «мягкая ткань/кость», «кость/воздух», «кость/содержимое пазухи», «содержимое пазухи/кость».

Коэффициент отражения ультразвука сильно отличается для различных границ раздела. На границе «кость/воздух» происходит полное отражение ультразвука, так как ультразвуковые сигналы, используемые в эхо-синускопии в воздухе не распространяются. На Границе «кость/воздух» происходит частичное отражение ультразвука, а часть ультразвуковой энергии проходит через границу и распространяется в жидкости, например: в жидком содержимом гайморовой пазухи. Безвредность метода (применяемая доза ультразвука в 1000 раз меньше терапевтической) и простота процедуры позволяют широко применять эхосинускопию для диагностики синуситов взамен рентгенологического исследования или для скрининга у больных с подозрением на синусит. Данное исследование не только позволяет выявить заполненность придаточных пазух но и отследить эффективность проводимой терапии осуществить грамотный подбор средств лечения и в отличии от рентгеновского исследования неоднократно проводить контрольную эхосинускопию без вреда для пациента. Для исследования гайморовых пазух датчик устанавливают в саггитальной плоскости у крыла носа, при расположенной прямо и слегка поднятой кверху голове больного. Контакт между зондом и кожей обеспечивается с помощью вазелинового масла или специального геля для ультразвуковых исследований.

Зонд перемещают в исследуемом секторе (область проекции пазухи на лицевую стенку) вверх и вниз, следя за тем, чтобы задняя стенка была строго перпендикулярна к направлению излучения (оси зонда). В том случае, если импульс, исходящий от зонда, выйдет за пределы пазухи, могут быть получены ложные отражения, например, от глазницы, нижней челюсти, основания черепа, ротовой полости. При исследовании лобных пазух, голову пациента необходимо наклонить назад примерно на 30 градусов, чтобы при наличии в пазухе патологического содержимого оно способствовало

передаче ультразвука к задней стенке. Зонд, размещенный на основании лобной пазухи, перемещают последовательно в саггитальной плоскости в обе стороны примерно на 20 мм от средней линии.

При контакте рабочей поверхности зонда с передней стенкой гайморовой или лобной пазух, заполненных воздухом, ультразвуковой импульс отразится от границы сред «кость/воздух» и на экране прибора появится при этом единственный пик отражения от этой границы (рис. 1).

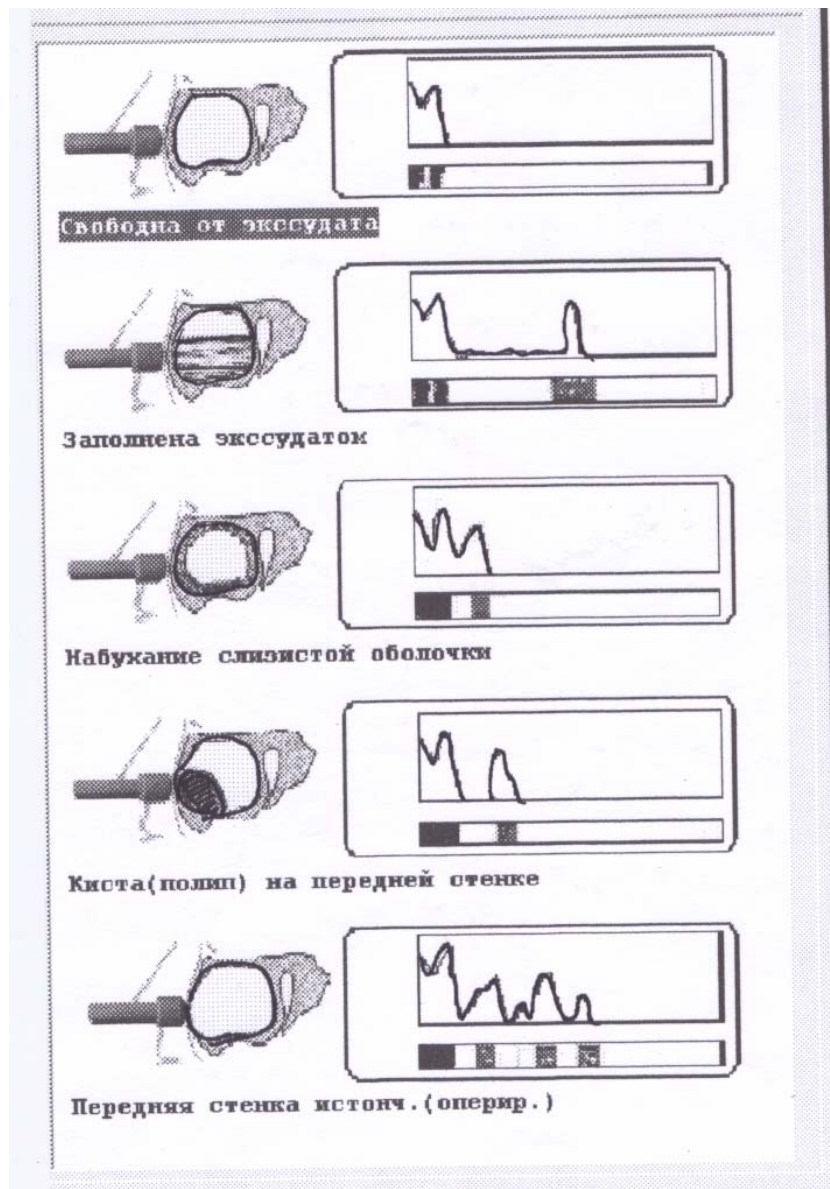


Рис. 1

При наличии в пазухе жидкого содержимого ультразвук, частично отражаясь от мягких тканей, передней костной стенки (1-ый пик), проникает в пазуху, и, дойдя до задней стенки и отражаясь от нее, обуславливает появление 2-ого пика (рис.2) Расстояние между двумя пиками отображает расстояние между стенками пазух (для гайморовых примерно 30-40 мм, для лобных 10-30 мм).



Рис. 2

Схематическое изображение детской гайморовой пазухи, заполненной гнойным экссудатом.

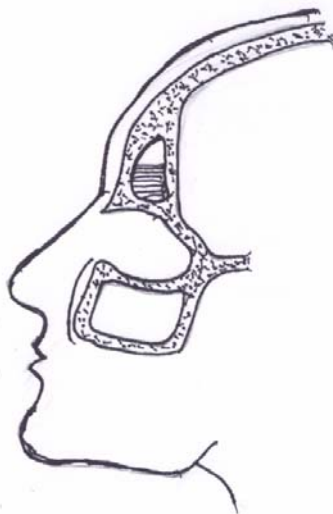


Рис. 3

Схематическое изображение взрослой гайморовой пазухи и фронтальной пазухи, заполненной гнойным экссудатом.

При утолщенной слизистой оболочке гайморовой пазухи на экране вслед за 1-м пиком отражения от передней стенки сразу появится и 2-й пик отражения от границы поверхностей «слизистая оболочка-воздух».

При наличии на передней стенке гайморовой пазухи кисты, полипа, на экране дисплея наряду с первым пиком с небольшим интервалом (5 – 10 мм.) регистрируется второй пик.

Если передняя стенка гайморовой пазухи у пациента истончена, как следствие проведения хирургического вмешательства, на экране монитора наблюдается множество затухающих сигналов после основного сигнала.

Исследование верхнечелюстной полости у детей практически возможно осуществить после трех лет. Расположение лобной пазухи трудно определить без предварительного получения фронтальных рентгеновских снимков. При синускопическом исследовании у ребенка гайморовых пазух следует учитывать, что дно верхнечелюстной полости находится сравнительно высоко, поэтому исследование надо начинать с пальпации нижней границы глазниц (рис. 2). Если исследование выносится за пределы указанных зон (смотри рис 4) то ложные глубинные сигналы могут быть получены, например, от глазной впадины, нижней челюсти, основания черепа и полости рта.

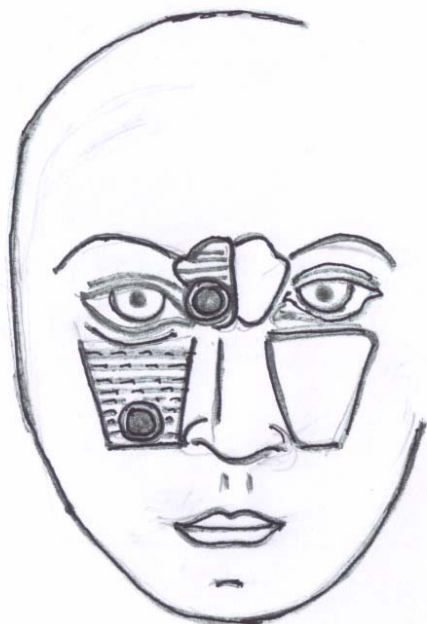


Рис. 4. Зоны гайморовой пазухи и фронтальной пазухи для проведения синускопического исследования.

При исследовании лобной пазухи у взрослых при отсутствии рентгеновских снимков необходимо сканировать зоны шириной 2 см с каждой стороны от средней линии (рис. 3).

При исследовании верхнечелюстной полости у взрослых граница зоны формируется боковыми углами глаз, нижней границей носа глазных впадин и боковыми частями носа.

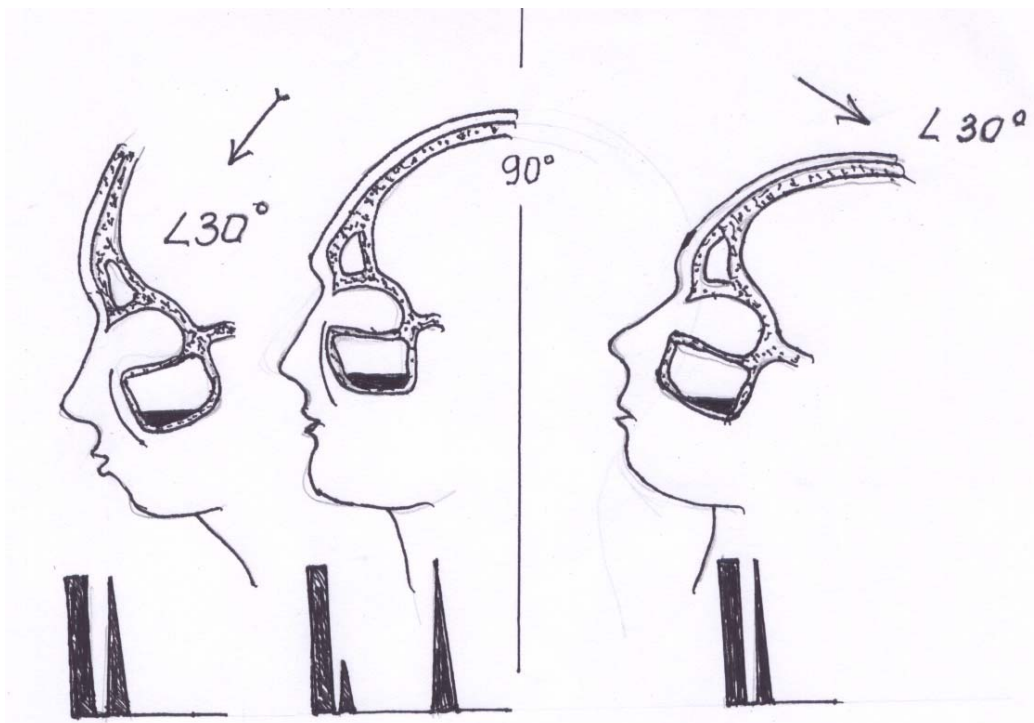


Рис. 5 Тест на выявление наличия или отсутствия остаточного экссудата в гайморовой пазухе.

СИНУСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ В РЕЖИМЕ «Б»

Эхосинускопическое исследование в режиме «Б» предусматривает сканирование таким же датчиком (3 МГц) при условии его перемещения в сагиттальной плоскости от крыла носа в верх к глазнице в режиме (синхронно) развертки изображения, причем датчик должен перемещаться зигзагообразно с размахом от осевой траектории в пределах 3 – 4 мм. Перед началом исследования рекомендуется провести зондом «дорожку» ультразвуковой гелею от нижней границы верхнечелюстной полости до верхней границы глазницы для обеспечения хорошего контакта датчика, перемещать датчик следует, плотно прижимая и не отрывая его от поверхности кожи. Исследуемый при этом должен фиксировать голову строго вертикально. В начале исследования определяется нижняя граница начала сканирования, т.е. точка отсчета сканирования. Для этого находим сигнал от основания гайморовой пазухи, который формируется в зоне крыла носа при прямо установленном датчике. Подается сигнал развертки (он имеет задержку для адаптации оператора к исследованию), далее врач синхронно развертке перемещает зигзагообразно датчик вдоль гипотетической направляющей (скорость развертки задает исследователь согласно его навыку) и доводит его до основания глазницы (смотри рис 6).

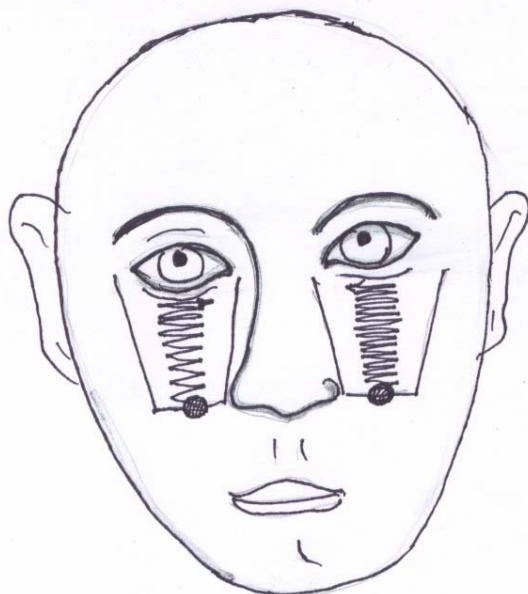


Рис. 6. Зоны синускопии в режиме Б.

В случае наличия гнойного экссудата в гайморовой полости то со стороны задней стенки верхнечелюстной полости на экране дисплея формируется сигнал амплитудное значение которого определяется в процентах и соответствует степени заполненности пазухи. Высота пазухи условно принимается за 100 процентов. При наличии набухания слизистой оболочки гайморовой полости при сканировании наблюдается утолщение и махристость со стороны передней стенки. Ценность данного исследования по сравнению с традиционной синускопией заключается в возможности конкретно определить степень заполненности пазухи, проследить за эффектом терапии - процентное содержание экссудата должно снижаться.

Метод помогает в выборе оптимального лечения и позволяет отследить в дальнейшем состояние пазух.