

**ОДНОМЕРНАЯ УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ЭНЦЕФАЛОГРАФИЯ
(ЭХОЭНЦЕФАЛОГРАФИЯ)**

В связи с отсутствием материалов по эхоэнцефалографии в Российском интернете мы публикуем главу «Одномерная ультразвуковая энцефалография (эхоэнцефалография)» из книги **«Клиническая ультразвуковая диагностика: Руководство для врачей: В 2 т. Т. 2/М. А. Фукс, Ю. М. Никитин, Ф. Е. Фридман и др.; под ред. Н. М. Мухарлямова. – М.: Медицина, 1987. – 296 с., ил.**

Методика эхоэнцефалографии со временем практически не изменилась, поэтому, мы считаем, данные материалы сохранили актуальность по сей день.

Коммерческое копирование данных материалов разрешается только с согласия авторов.

Тел. ЗАО «Спектрмед» (095) 943-9202
158-7534
158-7513

Получено с <http://www.spectromed.com>

ОДНОМЕРНАЯ УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ЭНЦЕФАЛОГРАФИЯ (ЭХОЭНЦЕФАЛОГРАФИЯ)

Метод эхоэнцефалографии (ЭхоЭГ), предложенный в 1956 г., прошел все этапы становления и развития, заняв в настоящее время подобающее место в диагностике заболеваний и травматических повреждений головного мозга. В основе его лежит использование ультразвука. Казалось бы, появление таких уникальных и высокоинформативных методов диагностики поражений головы, как компьютерная томография и ядерно-магнитно-резонансная томография, должны предвещать закат ЭхоЭГ. Однако уникальность новых установок, сложность их эксплуатации, высокий порог экономической доступности и наличие этих установок только в ведущих диагностических центрах страны еще многие годы будут сохранять за ЭхоЭГ приоритет одной из эффективных и простых методик обследования больных с поражением мозга, особенно на этапах оказания скорой, неотложной помощи и в повседневных условиях практического здравоохранения.

Эхоэнцефалографическое исследование проводят в положении больного лежа на спине (можно и в положении сидя). Врач, сидя на стуле, располагается за головой больного несколько сбоку и устанавливает перед собой аппарат. Исследование начинают с ознакомления с историей болезни или краткого сбора анамнеза заболевания, затем проводят тщательный осмотр и пальпацию головы, обращая внимание на возможность асимметрий, деформаций черепа, подкожных гематом, рубцов и дефектов стенок черепа и др. После этого обе боковые поверхности головы смазывают вазелиновым маслом и втирают его в кожу головы для поддержания надежного акустического контакта. Голову больного поворачивают к аппарату и ультразвуковой зонд с частотой 1,76 МГц (0,88 МГц) располагают в височной области над наружным слуховым проходом в проекции III желудочка и эпифиза на кожу головы. При этом на экране прибора появляется горизонтальная светящаяся линия временной развертки. В начальной части линии возникает широкий вертикальный импульс — начальный комплекс (состоит из генераторного им-пульса, эхосигналов от мягких тканей головы, черепа, поверхностных структур мозга). Второй относительно постоянный импульс возникает на другом конце линии развертки — конечный комплекс (состоит из комплекса отраженных сигналов от внутренней поверхности костей черепа, мягких тканей головы и др.).

Между начальным и конечным комплексами ЭхоЭГ располагаются несколько импульсов, связанных с разными структурами мозга. Часть импульсов непостоянна, часть относительно стабильна, некоторые появляются при патологических изменениях в мозгу. Наиболее постоянным

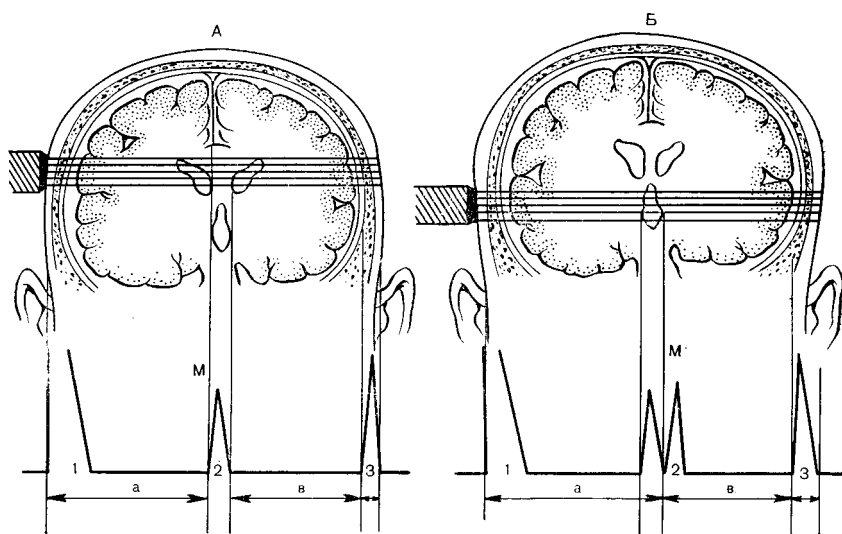


Рис. 1. Нормальная эхоэнцефалограмма.

А — схема М-эха от прозрачной перегородки;

Б — схема М-эха от III желудочка мозга;

1 — начальный комплекс; 2 — М-эхо; 3 — конечный комплекс.

импульсом является эхосигнал, почти совпадающий по расстоянию с геометрической средней линией головы в сагиттальной плоскости, получивший название срединного эха, или М-эха. Сигнал М-эха обычно имеет более высокую амплитуду и широкое основание по сравнению с другими импульсами. Чаще всего М-эхо имеет форму остrokонечного пика с ровными, без зазубрин, сторонами (рис. 1).

При изменении мощности и усиления аппарата вершина и ширина М-эха могут меняться, поэтому нужно стремиться к сохранению его остrokонечного

сигнала (Л). В некоторых случаях М-эхо состоит из нескольких импульсов, что может иметь место при расширении желудочковой системы мозга. Можно получить сигналы от медиальной и латеральной стенок III желудочка, тогда М-эхо имеет форму одиночных импульсов с широким основанием. Если расстояние между ними превышает 6 мм (верхняя граница нормы), то можно считать, что имеет место расширение III желудочка.

В литературе принято различать шесть признаков М-эха. Первым признаком является формирование его от структур, в норме расположенных в срединно-сагиттальной плоскости (рис. 2). Вторым признаком — величина амплитуды и форма, которые должны определяться при полном насыщении эхосигнала. Полнота насыщения эхосигнала достигается увеличением мощности и усиления до такого уровня, когда дальнейшее повышение их не дает увеличения высоты амплитуды эхосигнала, а появляется только его расширение. Третьим признаком М-эха является его доминантность, т. е. преобладание по высоте амплитуды над другими отраженными сигналами. Четвертым признаком считают его устойчивость, т. е. способность сохранять относительно устойчивую амплитуду при изменении

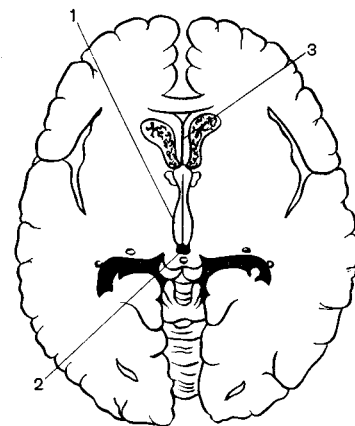


Рис. 2. Анатомические структуры формирования М-эха.

1 — третий желудочек;

2 — эпифиз;

3 — прозрачная перегородка.

угла наклона датчика. Пятым признаком является линейная протяженность М-эха (расстояние на боковой поверхности черепа, в пределах которых можно перемещать датчик без потери изображения М-эха). При этом возможно незначительное изменение угла наклона датчика. Шестой признак — особенность пульсации расщепленного или раздвоенного М-эха: она взаимно противоположна по вертикали и сближается и удаляется по горизонтали.

На ЭхоЭГ при локационном режиме работы аппарата принято выделять четыре основные части: начальный комплекс, конечный комплекс, М-эхо и импульсы от различных структур мозга. При трансмиссионном режиме работы на экране аппарата определяют два сигнала — начальный и конечный импульсы, расстояние между которыми соответствует расстоянию между ультразвуковыми зондами.

Вычисление смещения М-эха производят следующим образом (рис. 3): из большей дистанции до М-эха (а) вычитают меньшую (б) и разность делят на 2. Деление производят из-за того, что при измерениях расстояний до смещенных срединных структур одно и то же смещение учитывают дважды: первый раз при прибавлении к расстоянию до теоретической срединной плоскости (со стороны большей дистанции), второй раз при вычитании из него (со стороны меньшей дистанции). Смещение М-эха может быть четко выраженным в одной области головы и слабо выраженным или вообще отсутствовать в другой, что объясняется особенностями топикеи объемного процесса. Как правило, наибольшие смещения совпадают с областью локализации объемного процесса. Смещение М-эха до 2 мм является нормальной вариацией и достаточно надежным критерием отсутствия супратенториального латерализованного объемного поражения [Зенков Л. Р., Ронкин М. А., 1982].

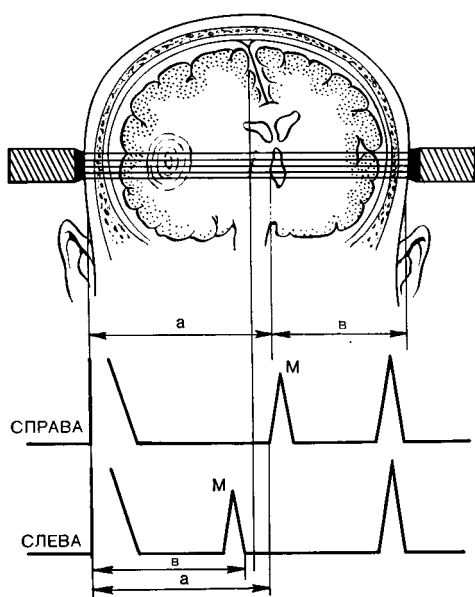


Рис. 3. Принцип вычисления М-эха (объяснения в тексте).

После ориентировочного выявления М-эха переходят к детальному обследованию мозга, топической эхоэнцефалографической диагностике. Наиболее полно методические вопросы обследования разработаны И. А.

Скорунским и В. Е. Гречко, методику которых мы и приводим по книге «Клиническая эхоэнцефалография» (М.: Медицина, 1973).

В начале исследования ультразвуковой датчик размещают у латерального края одной из надбровных дуг на височной линии и пытаются обнаружить отраженный сигнал от задней части прозрачной перегородки. В соответствии с указанными ориентирами эта зона на наружных покровах названа передней правой или левой типичной зоной, а трасса распространения ультразвукового луча — передней правой или левой типичной трассой. При данном размещении пьезопреобразователя усиление приемника и мощность генератора увеличиваются до таких уровней, при которых амплитудное значение конечного комплекса будет близким к области насыщения (ограничения). Затем усиление медленно увеличивается.

Одновременно с увеличением усиления производят небольшие

линейные и угловые перемещения ультразвукового датчика и осуществляют поиск такого месторасположения и угла наклона, при котором при наименьшем уровне усиления можно получить изображение одного или нескольких эхосигналов, расположенных между начальным и конечным комплексами. Найдя данное местоположение и угол наклона датчика, вновь медленно увеличивают уровень усиления. При этом производят изменения угла наклона датчика на $3\text{--}5^\circ$ таким образом, чтобы ультразвуковой луч периодически перемещался в пределах то вертикальной, то горизонтальной плоскости. Степень усиления приемника увеличивают до тех пор, пока амплитудное значение наибольшего сигнала при оптимальном угле наклона датчика станет близким к уровню насыщения. При данном уровне усиления (обычно он на $20\text{--}40$ дБ превышает уровень усиления, обеспечивающий возможность получения амплитудного значения конечного комплекса до области насыщения) еще в течение некоторого времени производятся угловые перемещения датчика и небольшие линейные перемещения от исходного положения в различные стороны вплоть до латеральных отделов лобных бугров и мест проекции коронарного шва и обратно. При этом уровень усиления периодически изменяют таким образом, чтобы иметь возможность «просмотреть» все отраженные сигналы при их различных амплитудных значениях. Эта процедура поиска и распознавания эхосигнала от прозрачной перегородки повторяется несколько раз с одной стороны или попеременно то с одной, то с другой стороны головы. Если эхосигнал от задней части прозрачной перегородки идентифицирован, то производится ориентировочное измерение расстояния до него и конечного комплекса.

Затем возвращают датчик в исходную переднюю типичную зону и так же, не отрывая его от кожных покровов, начинают медленно перемещать от исходного положения на заднелобном отделе к затылочному отделу. Перемещение ультразвукового датчика производится в пределах линии, расположенной параллельно верхней горизонтальной линии и проходящей через середину отрезка, соединяющего слуховой проход с vertex с отклонениями от нее не более $1\text{--}2$ см. (рис. 4).

При перемещении датчика спереди назад производятся небольшие описанные выше периодические изменения угла его наклона таким образом, чтобы ультразвуковой луч перемещался в вертикальной плоскости. При этом степень усиления приемника все время уменьшается и поддерживается на таком уровне, при котором амплитудное значение наибольшего сигнала, расположенного между начальным и конечным комплексами, не превышает при оптимальном угле наклона датчика $0,8$ от его амплитудного значения на

границе с областью насыщения. Периодически усиление приемника увеличивается до такого уровня, при котором возможен «просмотр» всех отраженных сигналов.

Перемещение датчика заканчивается в точке, лежащей на указанной линии сзади от ушной вертикали примерно на $4\text{--}5$ см. Аналогичные перемещения датчика спереди назад на несколько различных горизонтальных уровнях (не

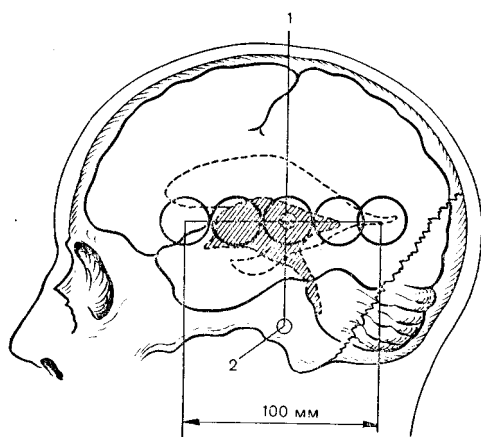


Рис. 4. Схема расположения датчика при исследовании М-эха в передних, средних и задних отделах головы.

1 – vertex; 2 – наружный слуховой проход.

более 1 см вверх и 2 см вниз) по отношению к описанной линии производятся несколько раз с одной боковой стороны головы или попеременно то с одной, то с другой стороны. И при перемещениях датчика, и при его фиксированном положении распознаются среднезадние отделы М-эха (эхосигналов от эпифиза и стенок III желудочка мозга) и проводятся ориентировочные измерения расстояния до него и конечного комплекса.

На наружных покровах боковой поверхности головы выделяется зона, имеющая форму прямоугольника, одной стороной которого является отрезок вертикали, восстановленной вниз из точки, лежащей на середине отрезка, соединяющего vertex и наружный слуховой проход длиной 2 см, второй — отрезок горизонтали, восстановленной из этой же точки впереди, длиной 1—3 см. Эта зона называется средней правой или левой типичной зоной и является по существу полной или частичной областью ортогональной проекции эпифиза и стенок III желудочка мозга на боковую поверхность головы. Размещение датчика в пределах указанной зоны, как правило, обеспечивает регистрацию М-эха. Трасса распространения ультразвукового луча при размещении датчика в этой зоне называется средней правой или левой типичной трассой.

Далее ЭхоЭГ-исследование продолжается следующим образом. Размещая датчик в средней типичной зоне получают на экране изображение М-эха, если оно идентифицировано от другого наибольшего по амплитуде сигнала; если М-эхо не идентифицировано, его амплитудное значение регулировкой уровня усиления устанавливается близким к области насыщения. После этого, не отрывая датчик от покровов головы, начинают медленно перемещать его по направлению к наружному затылочному бугру, все время увеличивая при этом уровень усиления. При перемещении датчика производятся описанные изменения углов его наклона. При его размещении на верхней шероховатой линии в точке, лежащей примерно посередине между наружным затылочным бугром и ушной вертикалью, перемещение датчика прекращается. При уровне усиления, обеспечивающем получение амплитудного значения М-эха или другого наибольшего сигнала до верхней границы с областью насыщения при данном местоположении датчика, производится идентификация М-эха. Затем усиление увеличивается, при уровне усиления с превышением предыдущего уровня на 20—40 дБ регистрируется и распознается сигнал, отраженный от переднесредних отделов нижнего рога. После этого проводятся ориентировочные измерения расстояний до этих двух сигналов и конечного комплекса.

Указанная процедура в той же последовательности повторяется несколько раз с одной стороны или попеременно то с одной, то с другой стороны головы. Закончив исследование с одной стороны головы, приступают к исследованию с другой стороны, которое проводят совершенно аналогично. На этом завершается первый этап исследования. На втором этапе описанный порядок проведения исследования повторяется в той же последовательности. Повторно проверяется правильность идентификации эха от срединных структур, но основное внимание уделяют проведению точных измерений расстояний до срединных структур мозга с той и другой стороны головы ведут подробную запись ЭхоЭГ и

осуществляют фоторегистрацию.

На третьем этапе, помимо повторной проверки правильности идентификации эхосигналов от срединных структур и проверки точности измерений расстояний до них, основной акцент делают на исследовании отраженных сигналов от различных отделов желудочковой системы. На этом же этапе исследуют и те сигналы, которые необходимо дифференцировать от эхосигналов средней линии, и те сигналы, которые дифференцировать не нужно.

Отраженные сигналы от различных отделов желудочковой системы мозга также идентифицируют и исследуют по ряду ЭхоЭГ признаков: определяют их пространственные координаты, форму, амплитудные значения в абсолютном выражении и относительно амплитудного значения М-эха или эхосигнала от прозрачной перегородки, размеры линейных протяженностей, характер и амплитуду пульсаций и т. д. Исследование завершают, определяя положение сагиттальной плоскости трансмиссионным методом.

Метод ЭхоЭГ не имеет противопоказаний и особенно эффективен в диагностике опухолей головного мозга, внутримозговых гематом травматической этиологии, геморрагических инсультов, ушибов и разможжений головного мозга. До 70 % людей, пострадавших в автокатастрофах, получают повреждения головы. Основное число пострадавших попадает в ближайшие к месту происшествий городские, районные и участковые больницы, где метод ЭхоЭГ может стать ведущим как для решения вопросов экстренной диагностики и выбора тактики лечения, так и для динамического контроля за состоянием мозга в процессе лечения.

Для улучшения диагностики травматических повреждений мозга И. А. Загрековым (1978) предложена методика многоосевого исследования мозга (дополнительная локация из лобной и затылочной областей), с успехом применяемая в неотложной нейрохирургии.

Повышению диагностических возможностей одномерной ЭхоЭГ при топической диагностике травматических внутримозговых гематом и базально расположенных очагов разможжения мозга способствовало изобретение Д. М. Михелашвили (1981) насадки к стандартному ультразвуковому зонду, которая позволила плавно изменять угол ввода ультразвука в полость черепа в двух плоскостях в пределах 30° и улучшить методику многоосевой ЭхоЭГ.

Однако, несмотря на все усовершенствования, врачу следует помнить, что отсутствие на эхограмме смещения М-эха и элементов прямой ЭхоЭГ-диагностики не позволяет полностью исключить объемный процесс, так как при некоторых его локализациях (полосы лобной и затылочной долей, парасагиттальные и базальные отделы мозга) смещения М-эха может и не быть. При этом основным ориентиром в диагностике должно оставаться состояние больного в динамике. При неясной клинической картине и отрицательных данных ЭхоЭГ необходимо применять другие современные методы диагностики, осуществлять динамическое (лучше автоматическое) ЭхоЭГ-наблюдение за больным, а при угрожающем состоянии прибегать к наложению фрезевых отверстий.

При исследовании больных методом ЭхоЭГ могут быть как

ложноотрицательные, так и ложноположительные результаты, а общее число ошибок колеблется, по данным разных авторов, от 1 до 30% в зависимости от локализации вида исследуемых патологических изменений. Ошибочные результаты могут быть обусловлены ограничением возможностей самого метода ЭхоЭГ, особенностями проявления патологического процесса и методическими ошибками [Загреков И. А., 1978]. Основные причины ошибок при ЭхоЭГ и способы их устранения суммированы нами по данным литературы.

1. Отсутствие опыта у врача — одна из основных причин ошибок. Для приобретения опыта целесообразно исследовать здоровых людей. Необходима верификация всех случаев выявленной при ЭхоЭГ патологии мозга с помощью других методов диагностики.
2. Выраженная деформация мозга и желудочковой системы затрудняет правильную интерпретацию ЭхоЭГ. Тщательные повторные ЭхоЭГ-исследования с применением режима трансмиссии и проверкой эхосигналов на симметричность, получение элементов прямой ЭхоЭГ-диагностики помогают исключить эту ошибку.
3. Наличие гидроцефалии при большом количестве сливающихся с М-эхо латеральных сигналов. Способ устранения заключается в регулировке ограничения эхосигналов, контроле трансмиссий, проверке симметричности эхосигналов, пересчете их и адекватной дегидратационной терапии с ЭхоЭГ-контролем (при возможности непрерывным).
4. Получение эхосигнала от одной и той же стенки расширенного III желудочка. Для устранения этой ошибки необходимо проводить контроль по М-эхо от прозрачной перегородки и контроль трансмиссией с получением сигналов от обеих стенок III желудочка.
5. Получение эхосигналов от естественных образований черепа и мозга (внутренней и наружной костных пластинок, островка и др.). Устранить ошибку позволяет повторение ЭхоЭГ, проверка на линейную протяженность эхосигнала, контроль трансмиссий.
6. Наличие гематом и опухолей мягких тканей головы, опухолей костей свода черепа. Избежать этой ошибки позволяет расчет расстояния до М-эха от конечного комплекса.
7. Элементы предвзятости и субъективизма при обследовании больного, находящегося в тяжелом состоянии (ориентировка на состояние больного). Четкий анализ фактов легко позволяет избежать этих ошибок.