

## КОРОЛЕВСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА  
Русскоязычная электронная версия

### УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Рассказывает Вице-президент Международной Академии Новых Медицинских Технологий, один из разработчиков ком. программы, доктор наук ЧЕКУРОВА Е.В.

**Особенности диагностических эхолокаторов.** В импульсных эхолокаторах, применяемых для медицинской диагностики, как правило, один и тот же датчик используется для излучения зондирующего импульса и для приема сигналов, отраженных от поверхностей раздела между участками тканей, различающихся акустическими сопротивлениями.

Поскольку скорость распространения ультразвука почти одинакова в различных мягких тканях в диагностических эхолокаторах, как и в радиолокаторах, измерение дальности до объектов наблюдения сводится к измерению времени прихода соответствующего сигнала (эха) по формуле, путем использования равномерной развертки электронного луча в индикаторе. Однако если на пути распространения волн имеется костная ткань, например при эхоэнцефалографии, то ширина сигнала от нее (толщина ее изображения на экране индикатора) будет значительно преуменьшена, так как скорость звука в кости примерно в 2 раза больше, чем в мягких тканях, а скорость движения электронного луча согласована со скоростью распространения ультразвука в мягких тканях. В то же время из-за повторных отражений на границах кость - мозг и кость - кожа, на которых отмечается резкий скачок акустических сопротивлений, фактически получается большая толщина изображения черепа (если не применять специальных конструктивных решений в схемах аппаратов). Сигналы, приходящие от достаточно протяженных гладких поверхностей раздела, дающих почти зеркальное отражение, в значительной степени зависят от ориентации этих поверхностей относительно направления распространения ультразвуковой волны. Для улучшения картины эха от них целесообразно осуществлять покачивание (изменение угла излучение - прием) датчика, а также рассматривать соответствующие участки с различных направлений. От небольших неоднородностей, рассеивающих диффузно, получаются сигналы меньшей амплитуды, но они в значительно меньшей степени зависят от направления зондирования.

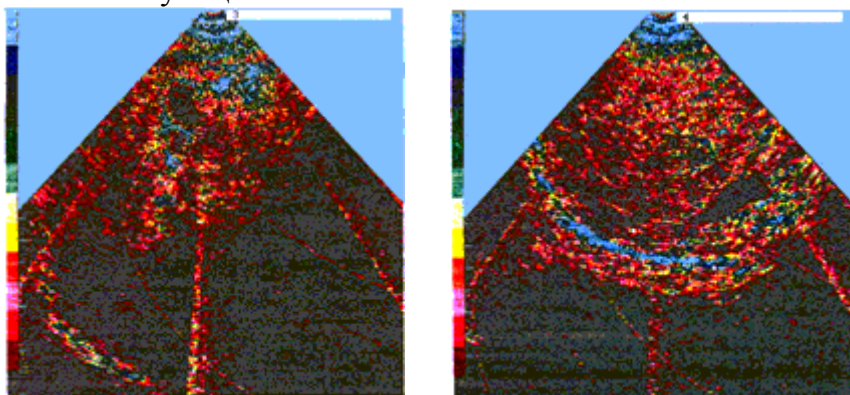
Характерное свойство медицинских эхолокаторов - резкое уменьшение величины сигналов с глубиной, так как в живой ткани происходит сильное поглощение ультразвука. В приемниках диагностических аппаратов целесообразно применять усилители с логарифмической характеристикой, обеспечивающей уменьшение зависимости динамического диапазона сигналов от глубины залегания структур.

Из других трудностей, возникающих при использовании импульсной эхолокации для диагностики, особое значение имеет наличие артефактов.

К их числу относятся реверберационные эффекты, повторы (множественные отражения), возникающие из-за того, что сильный отраженный сигнал (например, от

черепе) приводит в колебание (повторное) излучатель, осуществляющий новое зондирование, приводящее к появлению ложных сигналов на соответственно большей дальности. При использовании в датчике водной задержки возможно появление артефактов из-за отражений от стенок и, особенно, от воздушных пузырьков в воде и различных взвесей

**Одномерный метод (А-метод).** При одномерном методе исследования датчик эхолотатора устанавливается в одном положении и эхо-сигналы позволяют определить только расстояние до отражающих ультразвуком объектов в заданном направлении зондирования. Название "А-метод" связано с использованием для измерения дальности индикатора, называемого в радиолокации индикатором типа А, в котором осуществляется линейная развертка электронного луча с постоянной скоростью вдоль диаметра электронно-лучевой трубки. Принятые, усиленные и протектированные приемником локатора эхо-сигналы от отражающих ультразвуком объектов вызывают вертикальное отклонение луча, величина которого зависит от величины (амплитуды) сигнала, а положение этих пиков на развертке, отсчитываемое от ее начала, определяет расстояние до соответствующих объектов.



**Двумерный метод (В-метод).** При двумерном методе (эхотомография, эхотомоскопия) в отличие от одномерного пьезокерамический излучатель-приемник движется (сканирует) по поверхности исследуемой области тела или вдоль водяной ванны (если применяется водная задержка). Название "В-метод" определяется использованием в томографах известного в радиолокации индикатора типа В, в котором электронный луч перемещается уже не по линии, а по определенной области поверхности экрана, согласующейся с характером сканирования преобразователя. При этом одно из направлений движения луча по-прежнему соответствует линейной развертке для измерения дальности, а при перемещении зонда по поверхности исследуемой области линии разверток дальности таким же образом смещаются по поверхности экрана.

Отраженный от того или иного объекта (поверхности раздела) сигнал вызывает свечение той точки экрана, куда в это время (т.е. в момент прихода эха) переместился электронный луч. Величина яркости свечения либо мало зависит от величины сигнала на обычном экране или же изменяется в широком динамическом диапазоне, если используется электронно-лучевая трубка, имеющая экран с серой шкалой.

В эхотомографии обычно применяют трубку с "памятью" или, во всяком случае, трубку с длительным послесвечением, так что на экране образуется двумерное изображение сечения сканируемой области тела, чем и объясняется название метода "томография".

Кроме того, может осуществляться сложное сканирование, являющееся комбинацией рассмотренных простых способов.

### **Безопасность исследования ультразвуком**

Параметрами, определяющими возможный вред при применении ультразвука для диагностических целей, являются интенсивность, длительность воздействия и частота ультразвуковых волн.

При повышении частоты ультразвука уменьшается вероятность возникновения кавитации - наиболее грозного разрушительного процесса, вызываемого акустическими волнами. Например, критическая величина интенсивности, приводящей к кавитации, при частоте 20 кГц, равна 1 Вт/см<sup>2</sup>, при 200 кГц - 10 Вт/см<sup>2</sup>, а при 3 МГц - уже 50 кВт/см<sup>2</sup>. Диагностические аппараты работают на достаточно высоких частотах: от 0,8 до 15 МГц (более высокочастотные ультразвуковые волны используются при самых деликатных - исследованиях, поскольку в них требуется и самая высокая разрешающая способность). Надо также учитывать, что возникновение кавитации в структурированных живых тканях значительно затруднено по сравнению с тем, что имеет место для обычных водных растворов.

Все же главным средством создания полной безопасности исследования является уменьшение интенсивности ультразвука, применяемого для диагностики. Кроме того, большинство диагностических приборов являются эхолотами, излучающими весьма кратковременные зондирующие импульсы. Эти не только уменьшает среднюю мощность, но и вообще устраняет возможность формирования кавитационных пузырьков из-за кратковременности воздействия этих импульсов. Крайне малая мощность ультразвука, допускаемая для диагностических целей, полностью исключает и другие сколько-нибудь заметные механические, тепловые и химические воздействия на организм больного.

*Применение в комплексах дополнительного датчика радиотермометрии позволяет значительно расширить диагностические возможности аппаратов УЗИ, и с высокой достоверностью проводить диагностику доброкачественных и злокачественных новообразований*