

LESIONES POR APLICACIÓN DE ULTRASONIDO

Ing. Jorge Spina

SEAKIT
ARCHIVO DESCARGADO DE
WWW.SEAKIT.COM.AR

LESIONES POR SONIDO

El sonido es una onda de tipo longitudinal (la energía se propaga en el mismo sentido de la materia) y mecánica (requiere de un medio para propagarse).

En Kinesiología se utilizan dos formas de este tipo de onda:

* Los infrasonidos

* Los ultrasonidos.

Los primeros aún, de escasa utilización, son emisiones subsónicas con una frecuencia del orden de los 8 Hz, utilizadas como ondas de choque (se utiliza el cuerpo como medio de propagación), en potencias y duraciones de pulso reducidas.

Dado que la potencia involucrada es muy baja, y no se requieren en el proceso de generación de la emisión sonora, grandes corrientes o tensiones, este aparato es extremadamente seguro.

Los ultrasonidos en cambio, utilizan frecuencias que dependen del transductor en uso, pero notablemente superior a la que puede considerarse como la máxima audible que corresponde a los 20.000 Hz.

Los equipos valvulares, emplean cuarzo (SiO_2) como transductor, mientras que los cada vez más frecuentes equipos transistorizados usan cerámicas en la generación ultrasónica.

La frecuencia ultrasónica de los primeros es del orden de los 450.000 Hz, mientras que en los segundos asciende a 1 ó 3 Mhz, siendo los de 1 Mhz los más comunes.

La velocidad de propagación de la onda ultrasónica depende del medio por el cual ésta se propaga la onda ultrasónica, siendo este valor entonces una propiedad del medio y no de la onda.

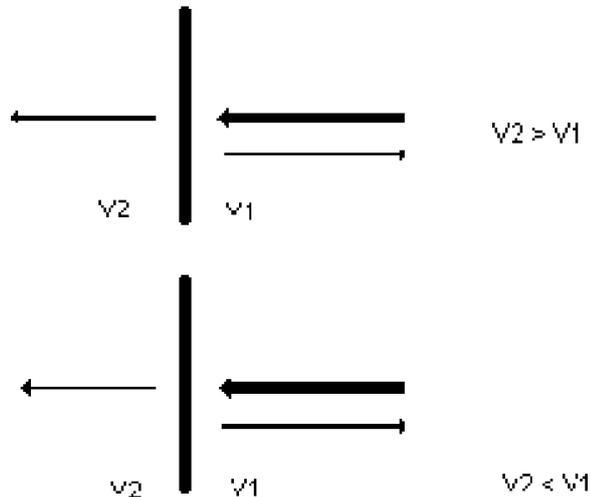
Cuando la onda llega a la unión de dos medios que presentan diferentes velocidades de propagación (interfase acústica), parte de la energía rebota (reflexión), y parte continúa su propagación cambiando su dirección según las leyes de Snell (refracción), y modificando el ángulo del haz (divergencia).

Si la incidencia del haz ultrasónico es normal a la interfase, no habrá modificación de la dirección del haz que se refracte.

La mayor o menor reflexión y por ende la mayor o menor refracción de la energía incidente depende de si el pasaje es hacia un medio de mayor velocidad de propagación o hacia uno de menor velocidad de propagación, tal como se muestra en el dibujo #9.

Los diferentes tejidos, son medios de propagación no ideales (no son homogéneos), y presentan velocidades de propagación variables.

MODIFICACION DEL HAZ DE ULTRASONIDO EN UNA INTERFASE



DIBUJO #9



Para poder estudiar el comportamiento de las ondas ultrasonicas dentro de ellos, se han calculado valores promedio de velocidades de propagación, algunas de las cuales pueden verse en el dibujo #10.

Nótese que los tejidos blandos presentan velocidades de propagación muy similares entre sí, por lo que el transcurso entre hígado y riñón, por ejemplo no generará reflexiones o refracciones de consideración, aunque si lo hará el transcurso entre músculo y hueso, o entre músculo y órgano hueco.

VELOCIDADES TÍPICAS DE PROPAGACIÓN DE LOS DISTINTOS TEJIDOS

Sangre	1.570 m/s
Tejidos blandos	1.540 m/s
Hígado	1.560 m/s
Hueso	4.080 m/s
Cerebro	1.520 m/s
Músculo	1.540 m/s
Riñón	1.510 m/s
Aire	330 m/s
Agua	1.500 m/s

dibujo #1

Cuando la onda ultrasónica atraviesa un medio de cuya velocidad de propagación es elevada frente a la velocidad de propagación en el aire, y se encuentra con una interfase entre ese medio y aire (órgano hueco) el reflejo de la energía incidente será prácticamente total. De esta forma, en la adyacencia de la interfase se producirá la suma de la energía incidente con la de la energía reflejada, provocando un fenómeno conocido como de CAVITACION, que consiste en la formación de cavidades gaseosas.

La intensidad acústica se define como la potencia de ultrasonido por unidad de superficie.

$$IA = \frac{\text{Potencia de ultrasonido}}{\text{Superficie}}$$

Los equipos de ultrasonido terapéutico operan en general dentro de valores de **IA** que alcanzan los 4 W/cm².

Esta intensidad de ultrasonido que se aplica al cuerpo a través del transductor ultrasónico, además de reflejarse y refractarse, se absorberá transformándose en calor, en una medida que dependerá de la frecuencia de la onda, según puede verse en el dibujo #11.

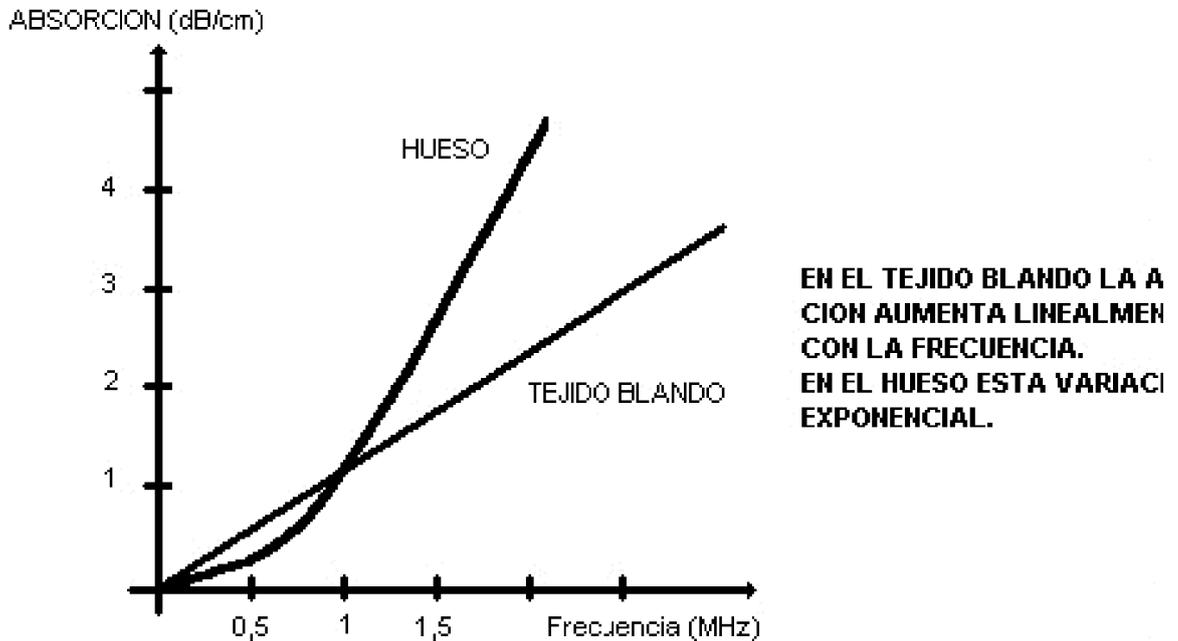
ARCHIVO DESCARGADO DE

ABSORCIÓN DEL ULTRASONIDO EN FUNCIÓN DE LA FRECUENCIA

A mayor frecuencia la absorción en tejidos blandos aumenta en forma lineal, mientras que en hueso lo hace en forma cuadrática con dicho aumento.

Por otro lado, la onda ultrasónica, al propagarse, genera zonas de compresión y de rarefacción el tejido en valores que dependerán de la energía incidente. Estas zonas, alternantes con la frecuencia de la onda, generaran tensiones sobre el cemento intercelular, tanto mayor cuanto mayor es el coeficiente de absorción mecánica del tejido en cuestión.

ABSORCION EN FUNCION DE FRECUENCIA



ARCHIVO DESCARGADO DE
WWW.SEAKIT.COM.AR

El tejido blando humano, presenta un coeficiente de absorción mayor que el líquido, razón por la cual la acción mecánica del ultrasonido en aquellos será más intensa.

A partir de estas definiciones se puede inferir que los peligros posibles durante la aplicación de ultrasonido son de tres tipos:

- * Riesgos por el tipo de interfase atravesada (cavitación)
- * Riesgos en el exceso de energía absorbida
- * Riesgos por acción mecánica

El riesgo que se presenta en consideración a la interfase que se atraviesa depende fundamentalmente de la energía que se está aplicando, y aumenta también con la cercanía al transductor, y el tipo de interfase que se enfrenta.

Es posible, mediante una aplicación inadecuada generar cavitación hemorrágica, especialmente al tratar zonas con hueso tegumentario.

La forma adecuada de prevención de este tipo de lesión consiste simplemente en reducir la energía aplicada cuando se lo hace en zonas cercanas a órganos huecos y huesos superficiales.

El riesgo que se presenta en el caso de excederse los máximos posibles de absorción

tisular es el de la lesión térmicas.

El pasaje de ultrasonido provoca un aumento de la temperatura, que depende del calor específico de cada tejido (característica propia de ellos), del tiempo de aplicación de la energía, y de la intensidad acústica aplicada.

Si se supone una aplicación de ultrasonido de una determinada intensidad acústica, sobre una zona del cuerpo que comprenda una interfase músculo - hueso, según se observa en el dibujo #12, durante un determinado tiempo T, la elevación térmica producida en el medio "músculo", es normalmente menor que la que existe en el medio "hueso".

Aún considerando la atenuación energética que sufre la onda durante su recorrido músculo, como el hueso presenta un calor específico mucho mayor, puede inferirse que aunque el aumento de temperatura provocado en el músculo sea aceptable, el que se produce en el hueso podrá no serlo, empeorándose la situación por la propia elevación generada en el músculo, que dificultará la disipación del calor óseo.

Como referencia mencionamos que el Comité de efectos biológicos del AIUM (American Institute of Ultrasound in Medicine), ente regulador del equipamiento médico que hace uso de ultrasonido, en un reporte del año 1978 informa sobre la generación de llagas en orejas de conejos con intensidades inferiores a los 200 mW/cm².

Estas lesiones, son fácilmente evitables mediante la disminución del tiempo de exposición a la onda ultrasónica, es decir disminuyendo el tiempo T mediante un movimiento permanente del transductor, que permita el enfriamiento de las zonas sometidas a tratamiento.

Las lesiones generadas por efecto de tipo mecánico, son producto del rompimiento del cemento intercelular, y se traducen en tumefacción y dolor.

La disminución de la energía aplicada también limita substancialmente el riesgo de lesión por efecto mecánico del ultrasonido.

ARCHIVO DESCARGADO DE

RIESGOS EN LA APLICACIÓN DE ULTRASONIDO POR INMERSIÓN

La aplicación de ultrasonido efectuada en medios líquidos, debe ser realizada únicamente si se tiene certeza de estar frente a un transductor estanco, es decir sellado, y sumergiendo únicamente el cabezal propiamente dicho y no la zona por donde el cable ingresa a él.

Esto es especialmente importante en los equipos de tipo valvular, ya que estos operan a tensiones marcadamente superiores a la de los equipos transistorizados.

La conexión del paciente, en un circuito de radiofrecuencia de alta potencia puede ser especialmente lesiva, dado que la misma es capaz de cortar y coagular, en el caso de provocarse un arco.

Este problema puede presentarse también, si por algún error han sido invertidos el conductor de tierra por el vivo de RF que excitan al cristal, razón por la que la carcasa del transductor, esperablemente conectado a tierra, estaría directamente conecta a 180V o más de voltaje de radiofrecuencia.

Puede lograrse una rápida verificación de esta situación rozando el cabezal contra alguna parte metálica del gabinete, mientras el equipo se encuentra encendido. De observarse chisporroteo de alguna naturaleza, existen pérdidas de radiofrecuencia que obligan a una verificación de la unidad.