

Estudio sobre la dosis emitida por equipos de ultrasonido terapéutico y sus implicaciones para una rehabilitación efectiva

A L López Sánchez, A A Elías Juárez, R Amezola Luna
alopez@cenam.mx, aelias@cenam.mx, ramezola@cenam.mx

Grupo de Ultrasonido
Centro Nacional de Metrología, CENAM (México)

Antecedentes

El presente estudio de campo surgió como parte integral del proyecto: **FOMIX-CONACYT-QRO** “*Aseguramiento metroológico en los diagnósticos y terapias médicas por ultrasonido en el Estado de Querétaro*”, actualmente en proceso por el Grupo de Ultrasonido del CENAM (Jun09-Dic10).



El CENAM es el laboratorio nacional de referencia en materia de mediciones. Es responsable de establecer y mantener los patrones nacionales.

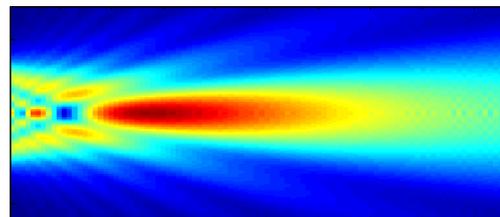
kg m s
cd mol K A



Potencia ultrasónica

La **potencia ultrasónica**, P , que generan los equipos de terapia física es posiblemente la característica más relevante para establecer si tiene una operación confiable y segura para el paciente, ya que permite conocer la **cantidad de energía** que emite por unidad de tiempo, en watts (W).

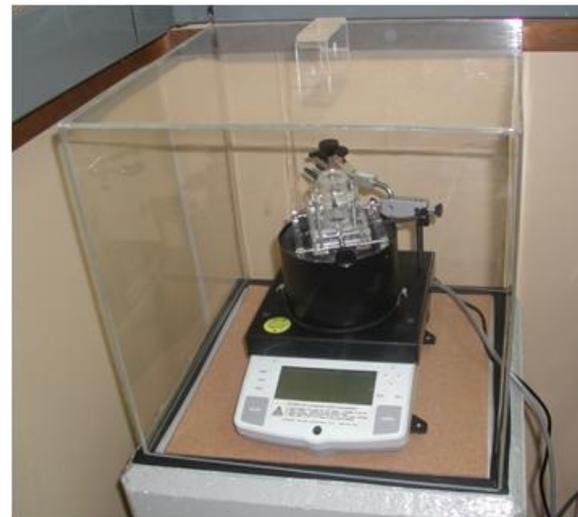
Cantidades de **potencia ultrasónica** de emisión **mayores** a las esperadas (o indicadas por el equipo) podrían tener un efecto biológico secundario no deseado en el paciente. O en sentido opuesto, cantidades **menores** podrían tener un efecto poco eficiente o nulo (placebo).



Potencia ultrasónica

Típicamente, la potencia ultrasónica se determina a través de la **medición de la fuerza de radiación** que las ondas de ultrasonido ejercen sobre un blanco reflector o absorbente inmerso en agua (medio de propagación del ultrasonido); utilizando una balanza de fuerza de radiación que opera por principios gravitacionales.

Los resultados generados por la balanza de fuerza proporcionan **trazabilidad al Patrón Nacional de Masa**, mantenido por el CENAM.



Balanza de fuerza de radiación
CENAM

Potencia ultrasónica

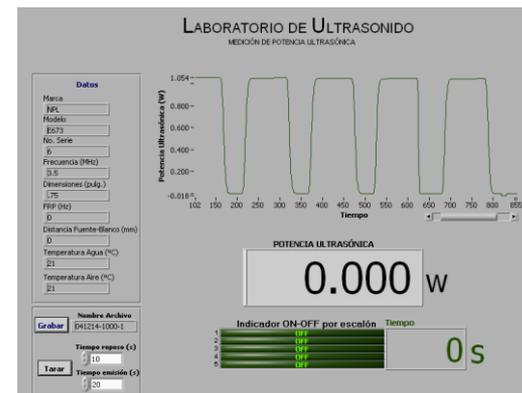
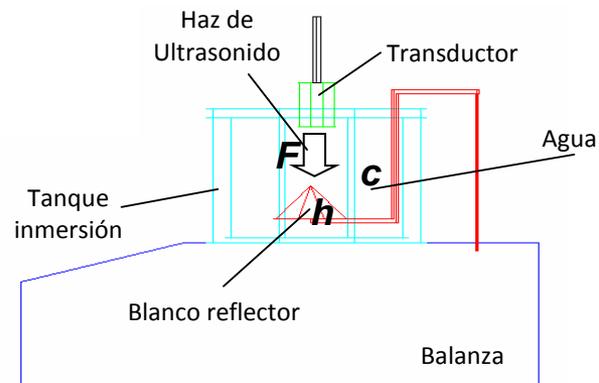
Para ondas planas, la fuerza F y la potencia ultrasónica P se relacionan mediante (IEC 61161:2006):

$$P = cF/h$$

En donde:

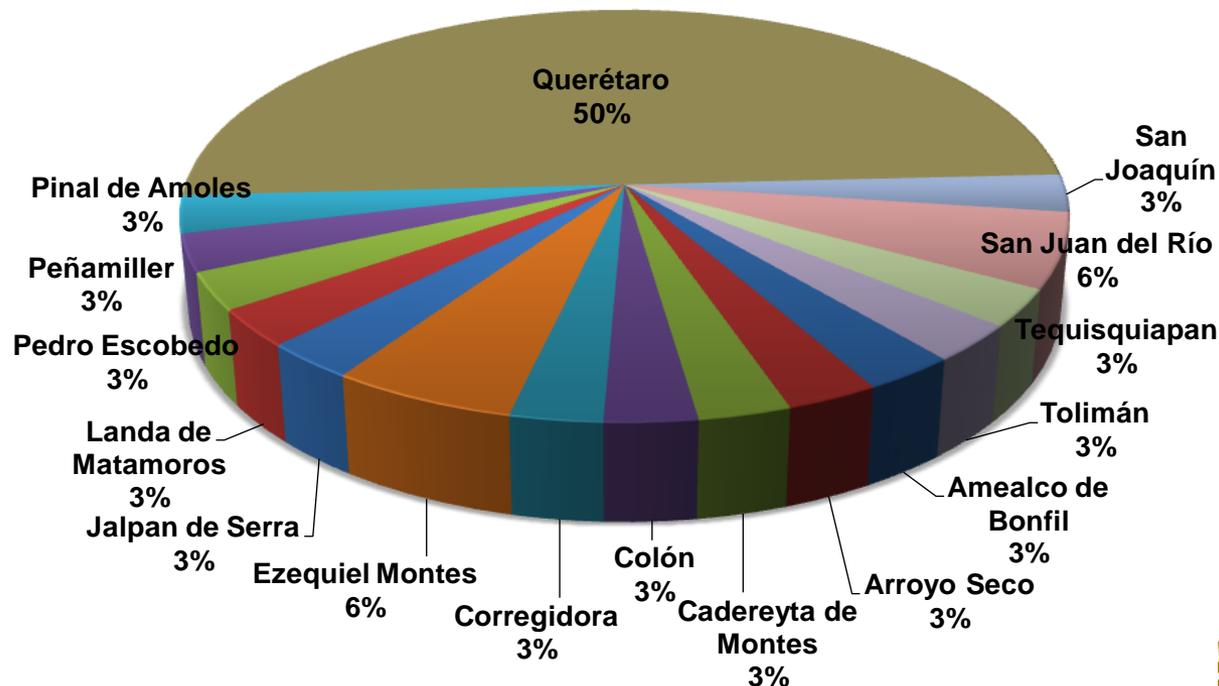
c es la velocidad del ultrasonido en el medio de propagación (agua).

El factor h depende del tipo y geometría del blanco usado. En blancos cónicos reflejantes cóncavos o convexos tiene un valor de $2\cos^2\theta$, donde θ es el ángulo entre el haz incidente y la normal a la superficie reflejante del blanco.



Metodología

El estudio de campo se desarrolló en las áreas de rehabilitación y terapia física que utilizan equipos de ultrasonido, correspondientes a **87 equipos** distribuidos en **34 unidades médicas** de 16 municipios del Estado de Querétaro.



Metodología

A cada combinación unidad médica participante y equipo de terapia física por ultrasonido se le asignó un número de identificación, a fin de preservar la **confidencialidad** del participante.

Típicamente, la operación del equipo de terapia por ultrasonido la llevó a cabo el grupo de trabajo a cargo del estudio.

En general, el tiempo máximo utilizado para realizar las mediciones de campo fue de **dos horas** por equipo.



Metodología

Se consideraron cuatro valores nominales de potencia de:

- a) 1 W,
- b) 5 W,
- c) el correspondiente a 1.5 W/cm^2 y
- d) potencia máxima.



En modo continuo a 3 MHz, o 1 MHz en su defecto.

Los valores medidos se compararon con los nominales indicados por el equipo de terapia y las especificaciones de IEC 61689 (tolerancia del +/- 20 %).

Metodología

$$\text{Desviación} = V_{\text{nom}} - V_{\text{ref}}$$

Desviación= es la diferencia del valor nominal indicado en el equipo de terapia y el valor de referencia, en watts. Ésta no debe ser mayor a +/- 20 % (IEC 61689).

V_{nom} = es el valor de potencia ultrasónica indicada en la carátula o pantalla del equipo de terapia física. Es la cantidad de energía que el equipo teóricamente debiera emitir, en watts.

V_{ref} = es el valor de potencia ultrasónica medida por la balanza de fuerza de radiación. Es la cantidad de energía que el equipo efectivamente emite, en watts.

Metodología

Limitantes del trabajo de campo:

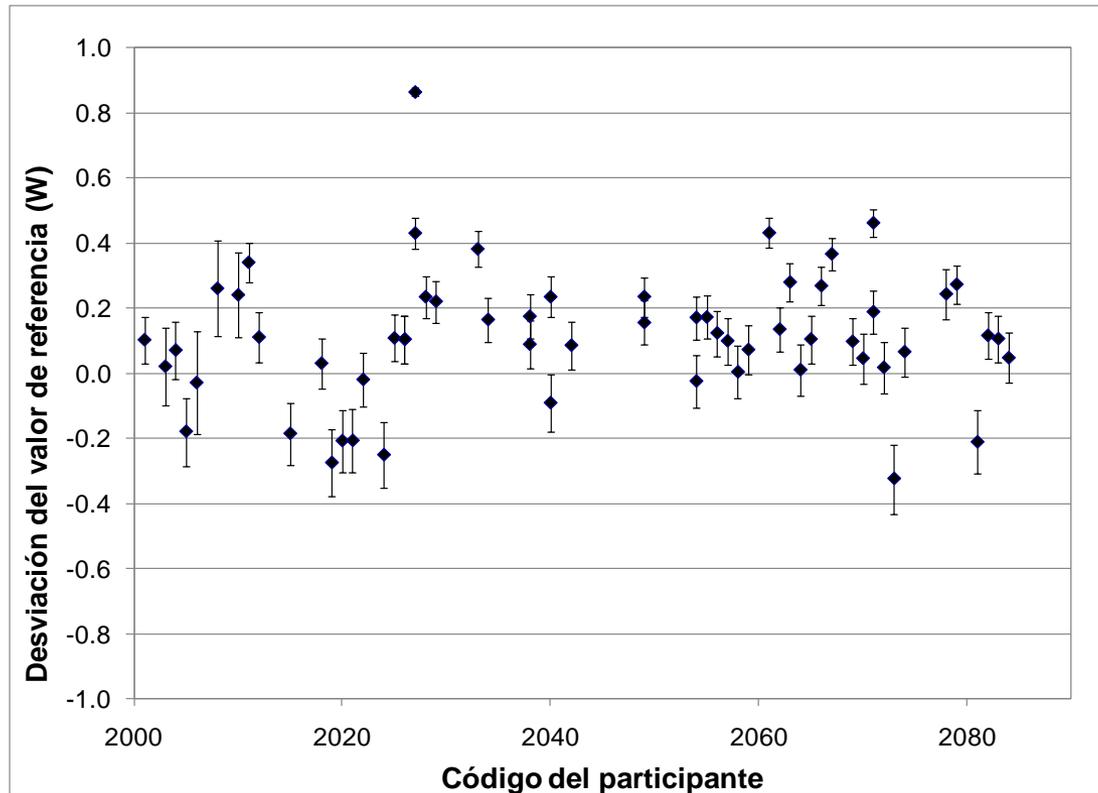
- Tiempo limitado para realizar el ejercicio.
- Condiciones ambientales de las instalaciones no controladas (temperatura, humedad, vibración, corrientes de aire, alimentación eléctrica, etc.).
- Sujeción y alineación de transductores en balanza de fuerza de radiación.
- Fallas de operación en algunos equipos de terapia.
- Otros.

Resultados

Mediciones de potencia ultrasónica a 1 W @ 3 MHz

Muestra: 59 combinaciones equipo-cabezal (52 equipos, 7 con doble cabezal).

1 W @ 3 MHz

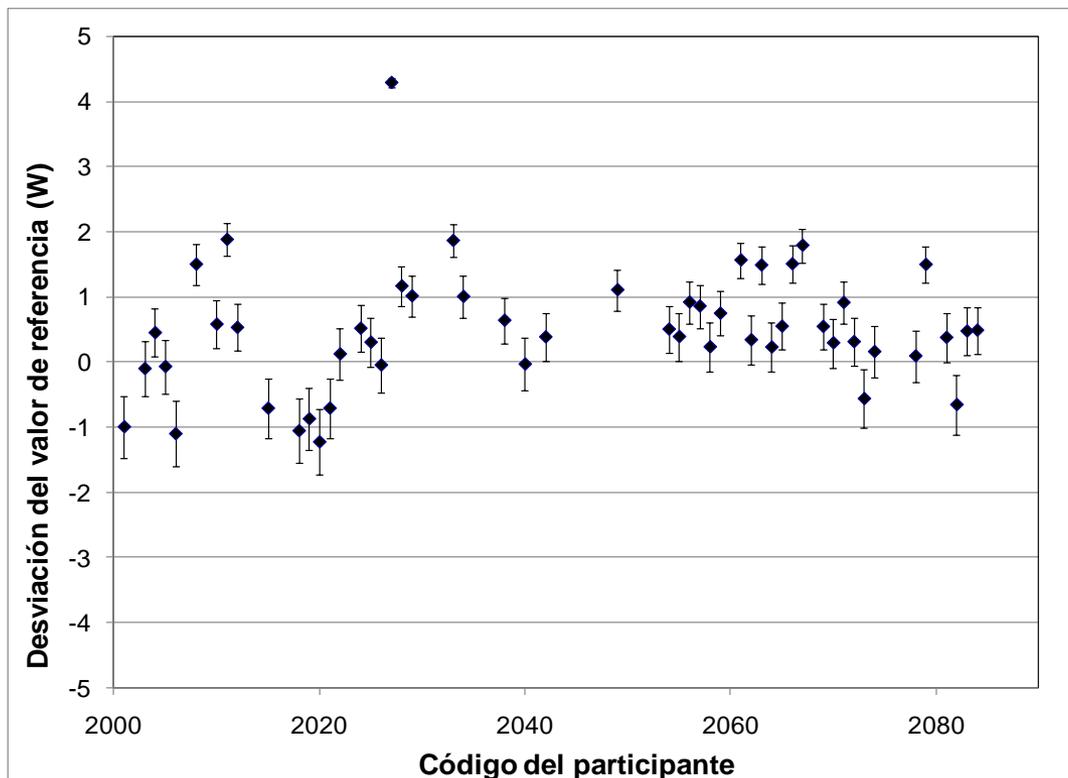


Resultados

Mediciones de potencia ultrasónica a 5 W @ 3 MHz

Muestra: 52 combinaciones equipo-cabezal.

5 W @ 3 MHz

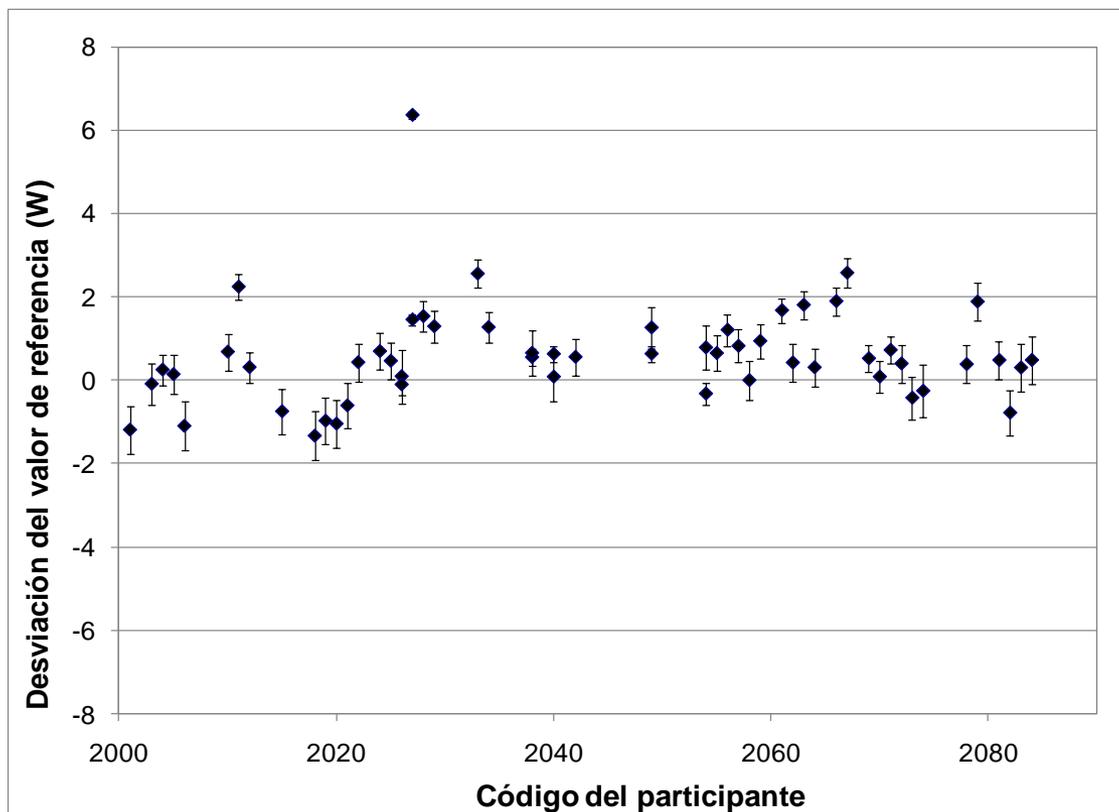


Resultados

Mediciones de potencia ultrasónica a $1.5 \text{ W/cm}^2 @ 3 \text{ MHz}$

Muestra: 56 combinaciones equipo-cabezal.

$1.5 \text{ W/cm}^2 @ 3 \text{ MHz}$

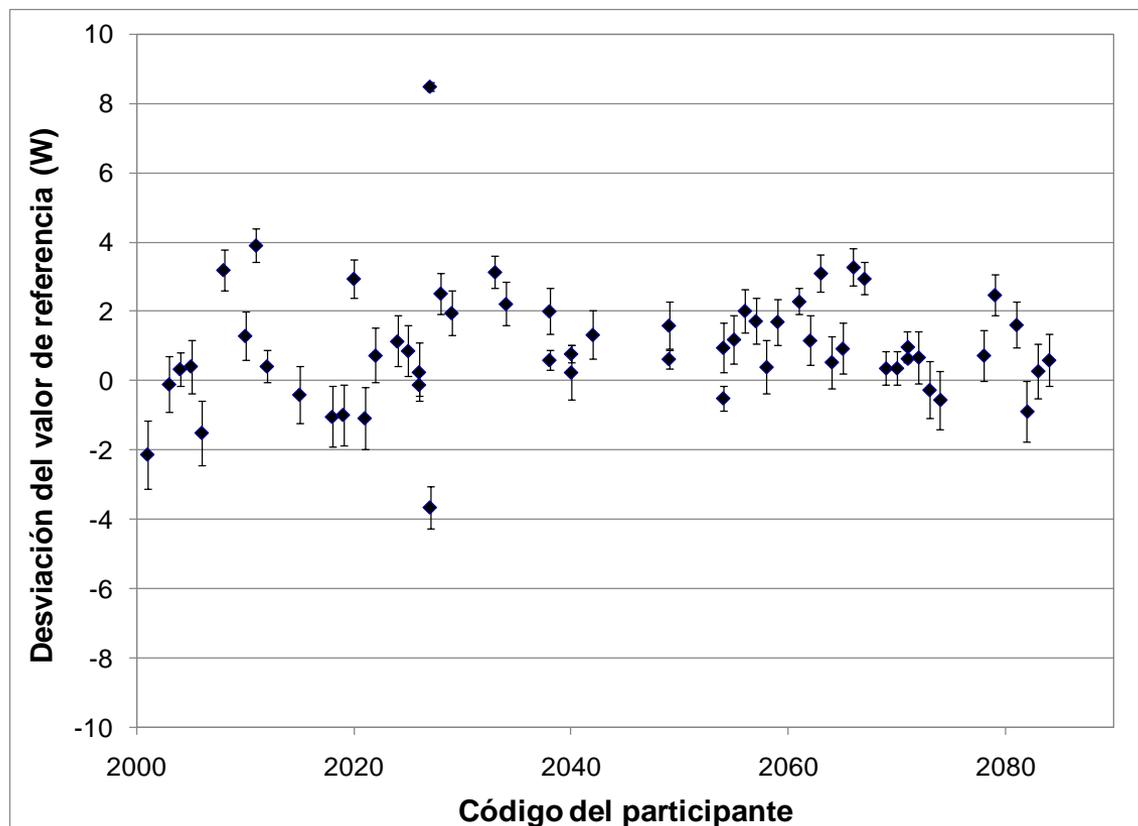


Resultados

Mediciones de potencia ultrasónica máxima @ 3 MHz

Muestra: 59 combinaciones equipo-cabezal.

P max @ 3 MHz

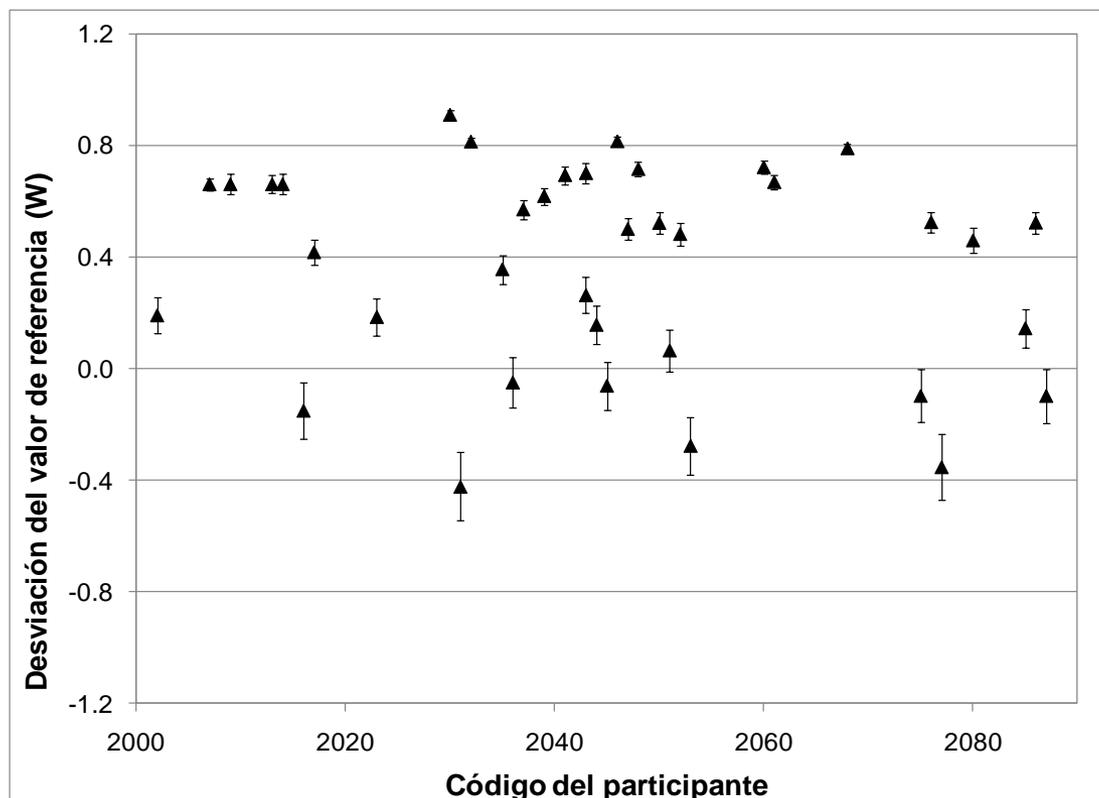


Resultados

Mediciones de potencia ultrasónica a 1 W @ 1 MHz

Muestra: 37 combinaciones equipo-cabezal (36 equipos, 1 con doble cabezal).

1 W @ 1 MHz

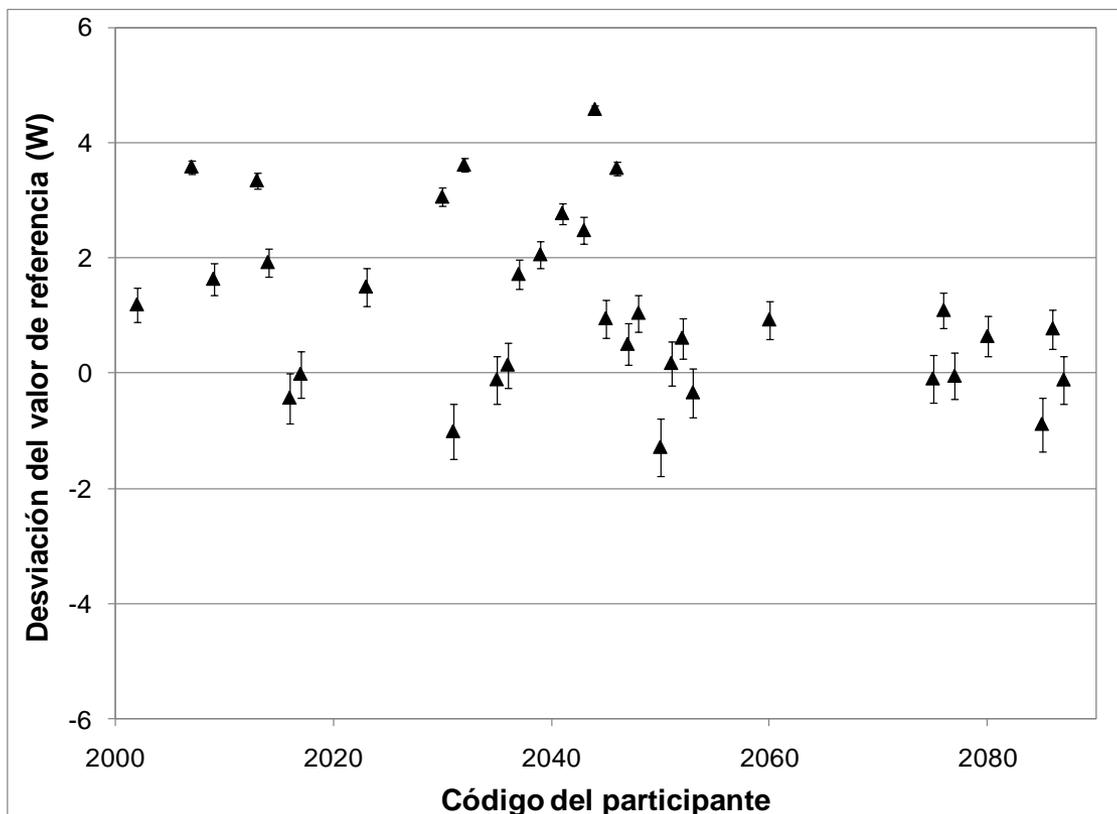


Resultados

Mediciones de potencia ultrasónica a 5 W @ 1 MHz

Muestra: 34 combinaciones equipo-cabezal.

5 W @ 1 MHz

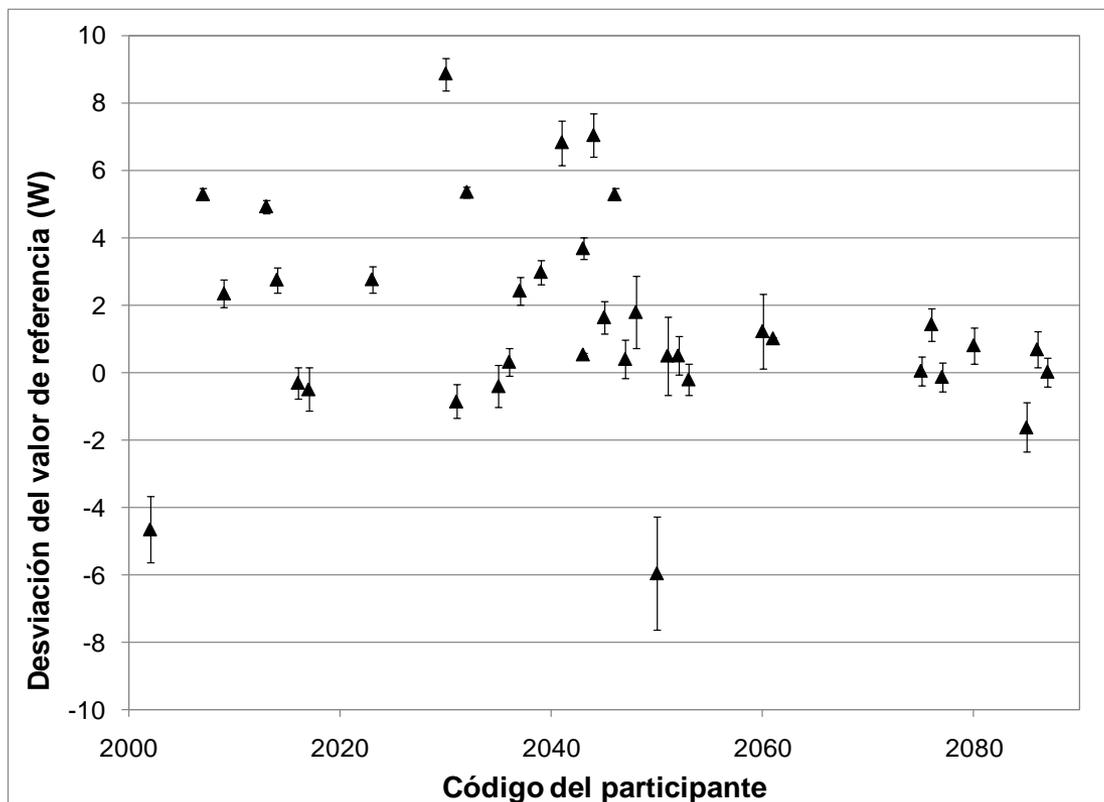


Resultados

Mediciones de potencia ultrasónica a $1.5 \text{ W/cm}^2 @ 1 \text{ MHz}$

Muestra: 36 combinaciones equipo-cabezal.

$1.5 \text{ W/cm}^2 @ 1 \text{ MHz}$

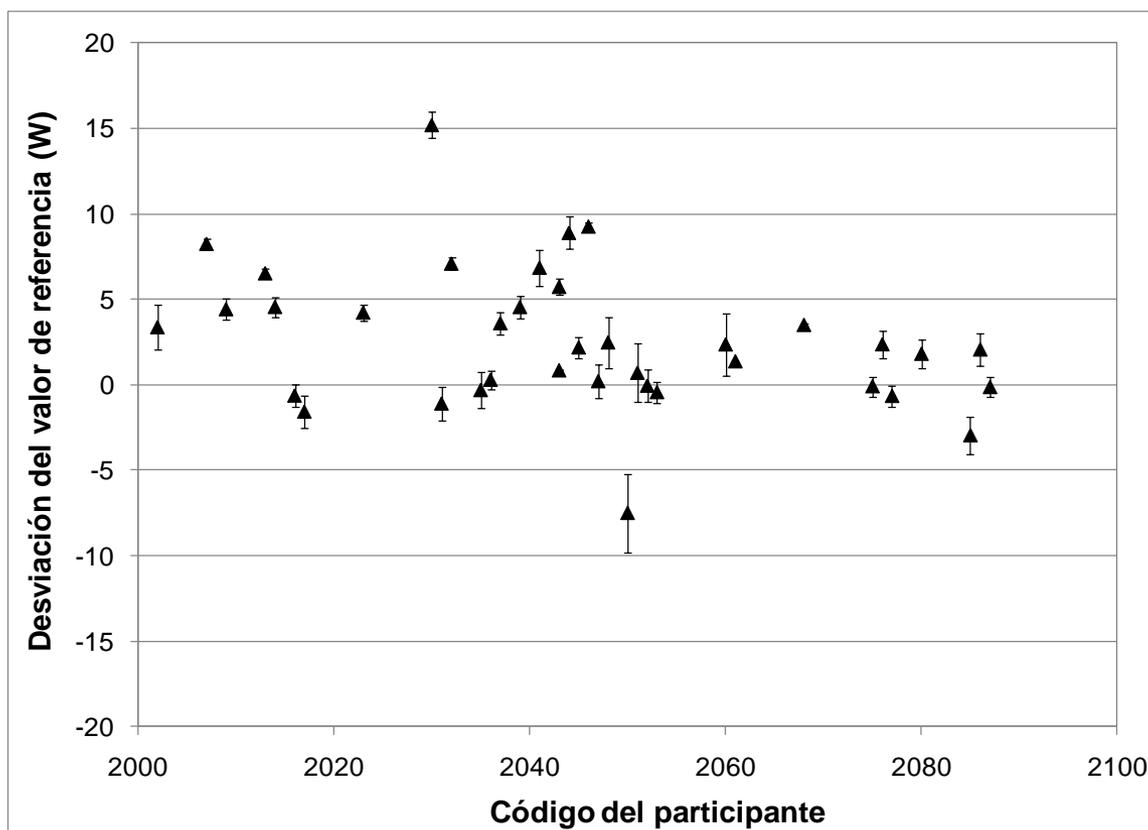


Resultados

Mediciones de potencia ultrasónica máxima @ 1 MHz

Muestra: 37 combinaciones equipo-cabezal.

P max @ 1 MHz

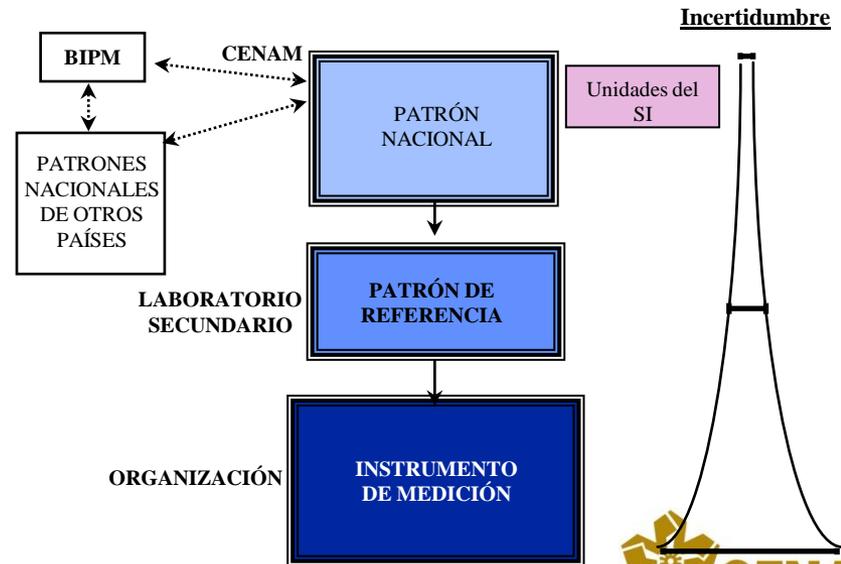


Discusión

El **aseguramiento metrológico** es parte integral en la mayoría de los procesos industriales, sin embargo en los procesos del cuidado de la **salud** este aspecto aún **no está del todo incorporado** como parte de la conservación y mantenimiento de la instrumentación médica.

Lo anterior, considerando que **no se identificó el uso de patrones de medida** en el proceso de **mantenimiento**, verificación o los servicios de calibración que en ocasiones se contratan para dichos equipos.

Mediciones trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI)



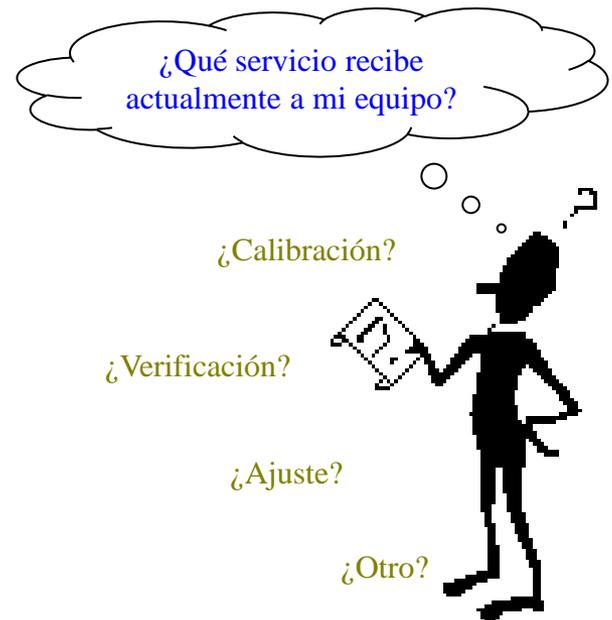
Discusión

Con objeto de reducir las posibilidades de utilizar equipos de terapia física por ultrasonido que no logre el efecto terapéutico esperado, es importante que la **calibración** de estos equipos se contrate con empresas o **laboratorios** que efectivamente utilicen algún **patrón de medición** para determinar la potencia ultrasónica emitida por el equipo bajo calibración.



Laboratorio acreditado

NMX-EC-17025-IMNC-2006

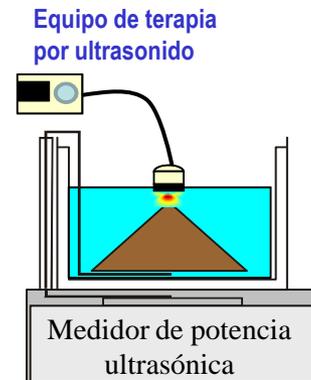


Discusión

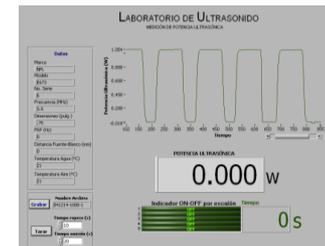
Pocos países cuentan con los mecanismos e infraestructura de medición para corroborar que efectivamente dichos equipos cumplen con las especificaciones del fabricante. En el caso de México, el **Centro Nacional de Metrología** (CENAM) cuenta con dos sistemas de referencia en ultrasonido que brindan el primer eslabón para desarrollar esquemas de aseguramiento metrológico en el campo del ultrasonido médico.



Patrón Nacional de Ultrasonido



Sistema de Referencia Nacional para Medición de Potencia Ultrasónica



Conclusiones

❑ Se han realizado mediciones en 87 equipos en 34 unidades médicas.



❑ Aproximadamente 1 de cada 4 equipos presenta desviaciones significativas respecto a la potencia esperada, lo cual puede comprometer la efectividad del tratamiento.

Conclusiones

- ❑ La potencia ultrasónica emitida por un dispositivo de terapia física es uno de los **parámetros acústicos** que, como **mínimo**, debe conocer el especialista médico.
- ❑ La potencia emitida toma mayor relevancia conforme los equipos se van **envejeciendo**, por un **uso masivo** o constante, al pasar por alguna **reparación** o manipulación inadecuada de los transductores.



Conclusiones

❑ El 100 % de los especialistas médicos participantes no habían tomado parte en un estudio de campo similar. La utilización de patrones de medición les permitió percatarse de las capacidades de operación y limitaciones asociadas al equipo.

❑ Se considera que los resultados de campo de este proyecto contribuyen en la mejora de los servicios de rehabilitación y terapia física por ultrasonido.

Trazabilidad



Agradecimientos

El apoyo brindado por CONACYT y Gobierno del Estado de Querétaro-CONCYTEQ es ampliamente reconocido, proyecto FOMIX QRO-2008-C03-107938. De igual manera, la colaboración de la SSA-SESEQ, IMSS, ISSSTE, CRIQ-UBRs SEDIF, asociaciones del Colegio Médico de Querétaro y cada uno de los participantes es gratamente apreciada.

Invitación



Foro de Análisis y Discusión de Resultados

Hallazgos y recomendaciones del proyecto FOMIX-QRO
"Aseguramiento metrológico en los diagnósticos y terapias
médicas por ultrasonido en el Estado de Querétaro"

SEDE: Auditorio del CRIQ, Col. Centro Sur, Querétaro, Qro.



enero 2011
28
Viernes

Mayores informes:
Grupo de Ultrasonido, CENAM
Tel: (442)211 05 00 al 04
ext 3515 y 3592

ultrasonido@cenam.mx

Evento gratuito, sólo es necesario registrarse en:

En construcción... <http://www.cenam.mx/ultrasonido>

