

## ATENCIÓN:

ESTE MANUAL DE INSTRUCCIONES SE REFIERE AL EQUIPO **HECCUS** FABRICADO POR IBRAMED.



**PEDIMOS LEER  
CUIDADOSAMENTE ESTE  
MANUAL DE  
INSTRUCCIONES ANTES DE  
UTILIZAR EL APARATO Y  
QUE EL MISMO SEA  
CONSULTADO SIEMPRE  
QUE SURJAN**

### **DIFICULTADES.**

**MANTÉNGALO SIEMPRE A SU ALCANCE.**

### **Nota:**

Los datos técnicos aquí presentados podrán presentar error de hasta +/- 15%  
El aparato y sus características podrán sufrir alteraciones sin previo aviso.

Manual de Operación HECCUS - 2<sup>a</sup> edición (actualización el 03/2009)

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| Cuidados Generales con los Equipos-----                            | 2  |
| Explicación de los símbolos utilizados-----                        | 3  |
| Observaciones Preliminares-----                                    | 5  |
| <b>HECCUS</b> – Descripción del aparato-----                       | 6  |
| <b>HECCUS</b> – Performance Esencial-----                          | 6  |
| <b>HECCUS</b> – Alimentación Eléctrica-----                        | 11 |
| Corriente AUSSIE (Corriente Australiana)-----                      | 12 |
| Ultrasonido-----   | 26 |
| Ultrasonido terapéutico – Fonoforesis-----                         | 33 |
| Efectos producidos por el ultrasonido-----                         | 36 |
| Efectos terapéuticos del ultrasonido-----                          | 36 |
| Terapia combinada-----   | 38 |
| Medicina estética y fisioterapia dermato-funcional-----            | 39 |
| Orientaciones generales para la terapia por ultrasonido-----       | 43 |
| Iontoforesis-----  | 47 |
| Tabla de coeficientes de absorción-----                            | 45 |
| Transductores de ultrasonido-----                                  | 46 |
| <b>HECCUS</b> – Controles, indicadores e instrucciones de uso----- | 50 |
| Instrucciones de uso – Sistema Electro Médico-----                 | 53 |
| Ambiente del Paciente-----   | 54 |
| Instrucciones de uso – Encendiendo el equipo HECCUS-----           | 57 |
| Frecuencia de tratamiento del ultrasonido-----                     | 76 |
| Ultrasonido en celulitis-----                                      | 76 |
| Contraindicaciones del ultrasonido-----                            | 80 |
| Electroestimulación-----   | 80 |

|   |     |
|---|-----|
| Programa para Fortalecimiento Muscular-----   | 81  |
| Orientaciones y precauciones para el programa de fortalecimiento-----                   | 84  |
| Nociones sobre el sistema linfático-----  | 86  |
| Orientaciones y precauciones de drenaje por e.e-----                                    | 88  |
| Corriente polarizada-----   | 89  |
| Orientaciones para utilización de la corriente polarizada-----                          | 91  |
| Observaciones importantes sobre el equipo-----  | 91  |
| Electrodos – Recomendaciones-----   | 94  |
| Biocompatibilidad-----  | 95  |
| Protección ambiental-----   | 95  |
| Durabilidad de los electrodos de goma de silicona-----                                  | 95  |
| Limpieza del cabezal aplicador (transductor) y electrodos para electroestimulación----- | 96  |
| Mantenimiento-----  | 96  |
| Asistencia Técnica-----   | 97  |
| Término de Garantía-----  | 97  |
| Localización de Defectos-----   | 99  |
| Puntos de Venta-----  | 100 |
| Sistema HECCUS – Accesorios-----  | 101 |
| Equipo electro médico HECCUS - Características técnicas-----                            | 102 |
| Equipo no electro médico Monitor de Vídeo – Características técnicas-----               | 105 |
| Referencias Bibliográficas – Ultrasonido-----   | 105 |
| Referencias Bibliográficas – Corrientes Aussie y Polarizada-----                        | 107 |
| Compatibilidad Electromagnética-----  | 110 |
| Encuesta Comercial-----   | 116 |

**ATENÇÃO**  
RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO  
NÃO ABRIR



aparato.

Un punto de exclamación dentro de un triángulo alerta al usuario sobre la existencia de importantes instrucciones de operación y de mantenimiento (servicio técnico) en el manual de instrucciones que se suministra junto con el

**ATENCIÓN:** Como forma de prevención contra descargas eléctricas, no utilizar el enchufe del aparato con un cable de extensión, u otros tipos de tomacorrientes a no ser que los terminales se encajen completamente en el receptáculo. Desconectar el tomacorriente del enchufe en caso de no utilizar el aparato por largos períodos.

## Cuidados Gerais com o Equipamento

El HECCUS es un equipo que no necesita medidas o cuidados especiales de instalación. Sugerimos apenas algunos cuidados generales:

- ◆ Evitar locales sujetos a vibraciones.
- ◆ Instalar el aparato sobre una superficie firme y horizontal, en local bien ventilado.
- ◆ En caso de armario empotrado, asegurarse que no haya impedimento a la libre circulación de aire en la parte posterior del aparato.
- ◆ No apoyar sobre alfombras, tapices u otras superficies blandas que obstruyan la ventilación.
- ◆ Evitar locales húmedos, calientes y con polvo.
- ◆ Situar el cable de red de modo tal que quede libre, fuera de locales donde pueda ser pisado, y no colocar ningún mueble sobre el mismo.
- ◆ No introducir objetos en los orificios del aparato y no apoyar recipientes con líquido.
- ◆ No usar sustancias volátiles (bencina, alcohol, thinner y solventes en general) para limpiar el gabinete, pues las mismas pueden dañar la terminación. Usar solamente un paño blando, seco y limpio.

## Explicação dos símbolos utilizados

### En el Gabinete del Equipo:



- ¡ATENCIÓN! Consultar y observar exactamente las instrucciones de uso contenidas en el manual de operación.

**Class I** - Equipo clase 1 de protección contra descarga eléctrica.



- Equipo con parte aplicada clase BF.



- Indica sensibilidad a la descarga electrostática



- Riesgo de descarga eléctrica.

**IPX1** - Protegido contra goteo de agua.

**IPX7** - Equipo estanco al agua.




- Indica: Apagado (sin tensión eléctrica de alimentación)



- Indica: Encendido (con tensión eléctrica de alimentación)



- Transductor

 Enter – confirma parámetro seleccionado.

$V\sim$  - Voltios en corriente alternada

$\sim$  line - Red eléctrica de corriente alternada

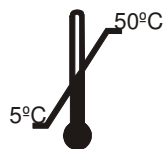
### En la Caja de Transporte:



-FRÁGIL: El contenido en este embalaje es frágil y deberá ser transportado con cuidado.



-ESTE LADO HACIA ARRIBA: Indica la posición correcta para transporte del embalaje.



-LÍMITES DE TEMPERATURA: Indica las temperaturas límites para transporte y almacenaje del embalaje.



- MANTENER ALEJADO DE LA LLUVIA: El embalaje no se debe transportar bajo la lluvia.



- APILADO MÁXIMO: Número máximo de embalajes idénticos que se pueden apilar unos sobre otros. En este equipo, el número límite de apilado es 5 unidades.

## Observações Preliminares

O HECCUS es un moderno equipo computadorizado destinado a la terapia por ultrasonido, terapia por corrientes de media frecuencia (Corriente Aussie), terapia combinada (ultrasonido y corriente Aussie). El HECCUS corresponde a **CLASSE I con parte aplicada de clase BF** de seguridad y protección contra descarga eléctrica. Debe ser operado solamente por profesionales de medicina estética, calificados y dentro de los departamentos médicos debidamente acreditados.

*No está previsto el uso de estas unidades en locales donde exista riesgo de explosión, tales como departamentos de anestesia, o en presencia de una mezcla anestésica inflamable con aire, oxígeno u óxido nitroso.*

*Interferencia Electromagnética – En cuanto a los límites para perturbación electromagnética, el HECCUS es un equipo electromédico que pertenece al Grupo 1 Clase A. Si el paciente, el equipo y/o cables de conexión están encendidos próximos a la zona de influencia del emisor de un aparato quirúrgico de alta frecuencia, aparato de diatermia por ondas cortas o micro ondas, no se descarta la posibilidad de peligro para el paciente. La operación a corta distancia (1 metro, por ejemplo) de un equipo de terapia por ondas cortas o microondas podrá producir inestabilidad en la salida del aparato. La conexión simultánea del paciente a un equipo quirúrgico de alta frecuencia podrán resultar en quemaduras en el local de aplicación de los electrodos del estimulador y posible daño al equipo HECCUS. Normalmente es suficiente una distancia de 2 a 3 metros aproximadamente. Recuerde: El uso simultáneo del equipo HECCUS con aparatos quirúrgicos de alta frecuencia o de diatermia puede ser peligroso para el paciente y ocasionarle daños al equipo.*

*Para prevenir interferencias electromagnéticas, sugerimos que se utilice un grupo de la red eléctrica para el HECCUS y otro grupo separado para los equipos de ondas cortas o micro ondas.*

*Equipos de comunicación por radiofrecuencia, móviles o portátiles, podrán causar interferencia y afectar el funcionamiento del HECCUS.*

**Atención:** El equipo HECCUS debe ser operado solamente por profesionales calificados dentro de los departamentos médicos. Equipos HECCUS podrán causar radio-interferencia o la interrupción de las operaciones de los equipos cercanos. Es posible que tenga que adoptar los procedimientos para la mitigación, tales como la redistribución o la reubicación de HECCUS o la blindaje del sitio.

## HECCUS - Descrição do aparelho

6

El HECCUS es un aparato **computadorizado** donde todos los parámetros se programan por teclado de toque, localizados en el cabezal aplicador (transductor) e indicados en monitor de vídeo. Está de acuerdo con las normas técnicas de construcción de equipos médicos (NBR IEC 60601-1, NBR IEC 60601-1-1, NBR IEC 60601-1-2, NBR IEC 60601-2-5 y NBR IEC 60601-2-10).

**Performance Esencial:** El HECCUS es un generador de ultrasonido y corrientes Aussie destinado al tratamiento prequirúrgico o posquirúrgico, drenaje linfático y drenaje de hematomas, celulitis, hidrolipoclasia, fortalecimiento muscular, ionización, etc. Permite terapia combinada del ultrasonido de 3.0 MHz asociado con corriente Aussie de estímulos eléctricos tripolares para activación del sistema linfático.

El cabezal aplicador del HECCUS tiene tres emisores de ultrasonido de 3.0 MHz con ERA (área efectiva de radiación) de  $6\text{ cm}^2$  y potencia de 18W cada uno, totalizando una potencia media total de  $54\text{W}$  para una ERA (área efectiva de radiación) de  $18\text{cm}^2$ . Por lo tanto, la intensidad media máxima es de  $3\text{W/cm}^2$ . Permite elegir el modo de emisión del ultrasonido en **CONTINUADO** o **PULSADO**. El modo pulsado posee frecuencia de repetición del pulso de 100Hz con posibilidad de elección del factor de trabajo de 20% (1/5) y 50% (1/2). El cabezal aplicador del HECCUS permite además la aplicación de las corrientes para estimulación eléctrica. De este modo, el cabezal aplicador permite emisión de ultrasonido de 3.0 MHz o emisión de corrientes para estímulos eléctricos o la emisión simultánea de ultrasonido y corrientes (terapia combinada).

El HECCUS permite además la emisión de corriente para estimulación eléctrica a través de electrodos colocados en la piel. El equipo suministra los siguientes tipos de corriente: Corriente Aussie (1.000Hz o 4.000Hz modulado por baja frecuencia en la banda de 10 a 120Hz) y corrientes polarizadas de media frecuencia (4.000Hz). Se trata de técnicas no invasivas, sin efectos sistémicos. No causan dependencia y no tienen efectos colaterales indeseables, pudiendo ser utilizado en todos los tratamientos en traumatología y dermato-funcional (estética). La intensidad de corriente necesaria para el tratamiento depende de la sensación del paciente. De este modo, el tratamiento deberá ser iniciado con niveles de intensidad mínimos (bien bajos), aumentándose cuidadosamente hasta conseguir los efectos - adecuados al procedimiento y de acuerdo con el reporte del paciente.

7

Como ya fue visto, este aparato utiliza tecnología de computadora, teniendo determinadas funciones que garantizan precisión y seguridad de funcionamiento:

**Función Temperatura:** Existe dentro del cabezal aplicador un sensor de temperatura que estará verificando y manteniendo constante la temperatura de trabajo de los cristales piezo eléctricos y consecuentemente la de las faces de aluminio en contacto, evitando al paciente aquella sensación desagradable de calor excesivo. Este sensor está programado para que la temperatura en el aluminio nunca exceda a 41 grados centígrados. Durante el tratamiento, principalmente cuando el gel de acoplamiento utilizado es insuficiente o de mala calidad, puede ser que la temperatura exceda los 41 grados. Cuando esto suceda, el HECCUS para y “congela” el tiempo programado en el timer apagando la emisión del ultrasonido. En este momento, el profesional deberá continuar “pasando” el transductor (cabezal aplicador) como si nada hubiese ocurrido, pues transcurridos algunos segundos la temperatura volverá a ser normal. El equipo automáticamente “descongela” el tiempo retomando la programación original.

Obs.: Es común para probar la emisión de ultrasonido, colocar algunas gotas de agua en las faces de aluminio del cabezal aplicador (transductor) para ver el efecto de nebulización (cavitación del agua). El medio de conducción del ultrasonido emitido en este momento (gotas de agua + aire) es muy precario. Esto ocasionará una rápida elevación de la temperatura para más de 40 grados centígrados. La función de temperatura elevada entra en acción y cortará la emisión del ultrasonido evitando daños al cabezal aplicador y sus elementos piezo eléctricos responsables por la generación del ultrasonido.

El HECCUS permite los siguientes modos de operación:

### **SONOFORESIS TRIDIMENSIONAL:**

En este modo, el HECCUS utiliza el cabezal aplicador como:

- Solamente emisión de ultrasonido de 3.0 MHz o
- Solamente emisión de manera tripolar (tridimensional) de corriente Aussie o
- Asociación de ultrasonido de 3.0 MHz con corriente Aussie emitida de manera tripolar (tridimensional).

### **SONO-ELECTRO-PORACIÓN:**

En este modo, el HECCUS utiliza el cabezal aplicador y un electrodo dispersivo colocado en el canal 1 como:

- Solamente emisión de ultrasonido de 3.0 MHz (sin electrodo dispersivo) o
- Solamente emisión de corriente polarizada (negativa o positiva) de media frecuencia – 4.000 Hz (se utiliza el electrodo dispersivo en el canal 1) o
- Asociación de ultrasonido de 3.0 MHz con corriente polarizada (negativa o positiva) de media frecuencia – 4.000 Hz (se utiliza el electrodo dispersivo en el canal 1).

### **CORRIENTE AUSSIE:**

**En capítulos siguientes, estaremos hablando más sobre esta corriente. Por ahora sigue una breve definición:**

*Corriente AUSSIE, también llamada Corriente AUSTRALIANA, es una corriente utilizada para electroestimulación nerviosa que:*

- Para la estimulación sensorial, es una corriente senoidal de frecuencia de 4.000 Hz y modulación en **Bursts** con duración de 4 ms; y
- Para la estimulación motora es una corriente senoidal de frecuencia de 1.000 Hz y modulación en **Bursts** con duración de 2 ms; y
- La corriente también puede tener frecuencia variable de la modulación de los **Bursts** en la banda de 10 Hz a 120 Hz.

En este modo, el HECCUS no utiliza el cabezal aplicador.

Apenas los electrodos de silicona conductiva serán utilizados a través de los canales de salida (1, 2, 3 y/o 4).

En ese modo el HECCUS permite estimulación –

**SÍNCRONO:** La corriente se emite de manera sincronizada, o sea, los cuatro canales funcionan juntos, al mismo tiempo, o sea, los canales ejecutan simultáneamente el tiempo elegido de Rise, On, Decay y Off.

**SECUENCIAL:** La corriente se emite de un canal a otro de manera secuencial, de acuerdo con el tiempo elegido de Rise, siendo que el primer canal sólo cesa el pasaje del estímulo cuando el tercero esté pasando la misma. De ese modo no hay posibilidad de reflujo de líquido. Los tiempos On, Off y Decay estarán deshabilitados.

**RECÍPROCO:** La corriente se emite de manera alternada, o sea, los canales 1 y 2 funcionan alternadamente con los canales 3 y 4 de acuerdo con el tiempo elegido de Rise, On, Decay y Off.

**CONTINUO:** La corriente se emite de manera continua, o sea, los cuatro canales funcionan juntos con estimulación constante, pues los tiempos de Rise, On, Decay y Off están deshabilitados.

### **CORRIENTES POLARIZADAS**

En este modo, el HECCUS no utiliza el cabezal aplicador.

Apenas los electrodos de aluminio-esponja vegetal se utilizarán a través de los canales de salida (1, 2, 3 y/o 4). La corriente es polarizada (negativa o positiva) de media frecuencia – 4.000 Hz.

**Explicando mejor, los cables de conexión de los electrodos que serán colocados en el paciente utilizados para aplicación de corriente polarizada poseen garras en las puntas. Una garra es roja y la otra es negra. Cuando la polaridad seleccionada es positiva, el cable con garra roja es positivo y el cable con garra negra es negativo.**

**Cuando la polaridad seleccionada es negativa, el cable con garra roja es negativo y el cable con garra negra es positivo.**

OBS.:

1- El aparato genera corrientes despolarizadas y polarizadas. Debido a su acción electrolítica, las corrientes polarizadas causan efectos colaterales indeseables, como una mayor agresión a los tejidos. Sin embargo, se necesita la utilización del efecto polar para la introducción de principios activos ionizables. Entonces, la presencia de esos efectos colaterales indeseables es necesaria. De este modo, el profesional operador deberá estar bien informado y familiarizado con los peligros potenciales presentes en el uso de las corrientes polarizadas.

El HECCUS trabaja con intensidad de corriente debajo de los límites especificados en las normas particulares de construcción de electroestimuladores (NBR IEC 60601-2-10). Inclusive, para minimizar más aún estos efectos indeseables, la corriente polarizada del HECCUS se pulsa de media frecuencia en 4.000 Hz. La corriente pulsada de media frecuencia produce alteraciones en el umbral de sensibilidad, ocasionando una analgesia que le impide al paciente reportar el inicio de una sensación desagradable e inicio de agresión a la piel. Entonces, la aplicación de la **SONO-ELETR-PORACIÓN** debe ser hecha solamente por profesionales de medicina estética, calificados y debidamente habilitados.

**Dispositivo Electrónico Implantado:** se recomienda que un paciente con un dispositivo electrónico implantado (por ejemplo, un marcapasos cardíaco) no sea sujeto a estimulación, a menos que una opinión medica especializada haya sido anteriormente obtenida.

2- Recordar que:

- El cabezal aplicador se utiliza solamente en los modos SONOFORESIS TRIDIMENSIONAL y SONO ELETR PORACIÓN.
- El electrodo dispersivo se utiliza solamente en el canal 1 y en el modo SONO ELECTRO PORACIÓN.
- Los electrodos de goma conductiva se utilizan solamente en el modo CORRIENTE AUSSIE.
- Los electrodos de aluminio/esponja vegetal se utilizan solamente en el modo CORRIENTE POLARIZADA.

## HECCUS - ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

EL HECCUS es un equipo monofásico, pudiendo ser conectado a las tensiones de red de 120/220 volts 50/60 Hz. La selección de la tensión de red es automática, por tanto, no es necesario preocuparse con la tensión de red local.

El cable de conexión a la red eléctrica es removible y posee blindajes internos para las perturbaciones electromagnéticas. Por lo tanto, el cable de fuerza posee enchufe tripolar con terminal especial de conexión a tierra. De este modo, el local de instalación de los aparatos debe poseer “toma de fuerza con terminal tierra de protección”.

El equipo utiliza el enchufe de red como recurso para despegar eléctricamente sus circuitos con relación a la red eléctrica en todos los polos.

### **ATENCIÓN:**

En la parte trasera del HECCUS, se encuentran los fusibles de protección. Para cambiarlos, *desconectar el aparato del enchufe de red*, y usando un destornillador pequeño, remover la tapa de protección, desconectar el fusible, realizar el reemplazo y volver a colocar la tapa en su lugar.

Colocar los fusibles adecuados, modelo 20AG:

### **Usar fusible de 10A**

***PODRÁN SURGIR RIESGOS DE SEGURIDAD SI EL EQUIPO NO SE INSTALA CORRECTAMENTE.***

OBS.:

- 1- *Dentro del equipo, existen tensiones peligrosas. Nunca abrir el equipo.*
- 2- *El HECCUS no necesita ningún tipo de estabilizador de fuerza. Nunca utilizar estabilizador de fuerza.*

## CORRIENTE AUSSIE (CORRIENTE AUSTRALIANA) -

En los últimos años el uso de corrientes eléctricas para el tratamiento de diversas disfunciones de los tejidos y sus síntomas han sido bastante intensos.

Los cuadros inflamatorios pueden ser controlados y reducidos, los dolores pueden ser modulados hasta que la causa de la algia se elimine, la reparación de los tejidos puede alcanzarse de manera rápida y la función muscular puede recuperarse. Relatos del uso de las corrientes excitomotoras en atletas profesionales han sido hechos y el aumento de la *performance* así como alteraciones neurofisiológicas, morfológicas y bioquímicas también han sido relatadas por investigadores.

Comercialmente las corrientes, RUSSA, Interferencial y FES (*Functional Electrical Stimulation*) son clásicas, sin embargo hasta el momento no hubo una preocupación intensa en desarrollarlas y producir nuevas opciones de tratamientos utilizándo corrientes eléctricas que proporcionen una estimulación sensorial confortable sin comprometer la eficiencia electrofisiológica así como una estimulación motora potente sin que el umbral doloroso sea alcanzado y así, la evolución del entrenamiento eléctrico neuromuscular limitado en función de la presencia de dolor.

Recientemente, investigaciones sugieren que corrientes eléctricas alternadas moduladas en *Bursts* de larga duración producidos por corrientes tradicionales como Rusa e Interferencial no son las mejores para minimizar la incomodidad durante estimulaciones sensoriales y producir niveles de elevados de torque muscular durante estimulaciones motoras. La frecuencia de 4000Hz o 4kHz de corrientes alternadas modulada en *Bursts* de corta duración ofrece una menor incomodidad durante la estimulación sensorial. La terapia interferencial utiliza ese valor de corriente portadora, sin embargo, su modulación en *Bursts* es bastante larga.

La **corriente Aussie** o **corriente Australiana** tiene la capacidad de realizar una estimulación sensorial con incomodidad mínima por tratarse también de una corriente de media frecuencia (4000Hz o 4kHz) y también en función de utilizar la modulación en *Burst* de corta duración, tornándose así, aún más cómoda cuando se la compara a la terapia interferencial y corriente Rusa.

Estudios sugieren también, que para una estimulación motora intensa y eficiente y con incomodidad mínima la frecuencia de 1000 Hz o 1kHz debe ser utilizada combinada con la modulación en *Bursts* con duración de 2 ms. Esa es la **corriente Aussie** o **corriente Australiana** para recuperación funcional de los músculos esqueléticos. Estudios comparativos sugieren mayor producción de torque de la Corriente Aussie o corriente Australiana cuando se comparan las estimulaciones RUSA y se realizan por medio de la FES.

La explicación del porqué la modulación en *Bursts* de corta duración en corrientes alternadas de media frecuencia proporciona mayor eficiencia tanto para la estimulación sensorial como motora está basada en el principio propuesto por Gildemeister, conocido también como '*Gildemeister effect*'. En la década de 40, Gildemeister relató que cuando *Bursts* de corriente alternada se usan para estimulación, el umbral de disparo de las fibras nerviosas disminuye de manera directamente proporcional al aumento de la duración de los *Bursts*.

Gildemeister explicó que eso ocurre en consecuencia de un fenómeno conocido como suma de despolarizaciones subumbrales. En ese fenómeno, en cada pulso de corriente alternada modulada en *Bursts* la fibra nerviosa es parcialmente despolarizada y se aproxima al umbral de despolarización, sin embargo la despolarización solamente se dará después de un número suficiente de pulsos. Así, si la duración de los *Bursts* es demasiado larga, será necesario un estímulo de baja intensidad necesitando que haya más suma para que el umbral pueda alcanzarse.

Sin embargo Gildemeister sugiere que existe un valor de duración máxima de pulsos en la cual puede ocurrir la suma y Gildemeister llamó ese fenómeno de tiempo de utilización de la fibra nerviosa.

Investigaciones recientes sugieren que el tiempo de utilización es mayor para fibras nerviosas de tamaños menores. Fibras nerviosas de gran diámetro como los motoneuronios Alfa (motora) y A Beta (sensorial) presentan cortos períodos de utilización y el fenómeno de suma ocurre rápidamente mientras las fibras de pequeño diámetro A Delta y C (dolor) presentan períodos de suma más lentos. Eso explica la razón por la cual la Corriente Australiana es más cómoda para el uso clínico cuando se la compara a otras corrientes como la Rusa, Terapia Interferencial y FES. Así, si se utilizan **Bursts** de corta duración de una corriente alternada de media frecuencia, las fibras nerviosas de diámetros menores no tienen tiempo para el fenómeno de suma completo, sin embargo, sí lo tienen las fibras de mayores diámetros. De esa forma, habrá una menor activación de fibras nociceptivas en detrimento de una mayor activación de fibras sensoriales con el uso de la Corriente Aussie (corriente Australiana). Eso también explica el hecho de conseguirse por medio de la Corriente Aussie (corriente Australiana) una mayor, pero más cómoda, estimulación motora. Los motoneuronios Alfa son preferencialmente reclutados por la Corriente Aussie (corriente Australiana) en detrimento de las fibras A delta y fibras C. Así, si corrientes alternadas de frecuencia de kHz son moduladas en **Bursts** de larga duración habrá una mayor activación de fibras nerviosas nociceptivas. Se sabe que tradicionalmente la corriente Rusa y la corriente Interferencial trabajan con **Bursts** de larga duración, no ocurre lo contrario con la Corriente Aussie (corriente Australiana), que la torna más cómoda en relación a las primeras.

**Resistencia a la Fatiga** - La resistencia a la fatiga muscular es un factor de extrema importancia dentro de procedimientos de rehabilitación envolviendo la recuperación de los músculos esqueléticos, particularmente cuando se hace opción de uso de una corriente excitomotora (FES, Rusa, Interferencial). Para la FES, se torna importante la minimización de la fatiga muscular. La suma puede tornarse un problema cuando se utilizan corrientes alternadas de media frecuencia, principalmente si la modulación en **Burst es** larga. En este caso, las fibras nerviosas pueden sufrir suma y alcanzar el umbral y después de eso sufrir repolarización y despolarización nuevamente durante el mismo **Burst**. Así, la suma puede resultar en despolarización de la fibra neural al inicio del **Burst** existiendo la posibilidad de la fibra nerviosa no recuperarse lo suficiente y disparar nuevamente. Si los **Bursts** presentan larga duración habrá un gran potencial para que la fibra nerviosa sufra varios disparos dentro del mismo **Burst**. De esa forma, si los **Bursts** son demasiado largos como ocurre en la Terapia Interferencial y corriente Rusa, existe un riesgo grande de que ocurran varios disparos o despolarizaciones de los motoneuronios Alfa dentro de un mismo **Burst**. Se sugieren entonces, frecuencias de modulación en **Bursts** de 40Hz. Valores superiores pueden llevar a la fatiga muscular precoz.

El uso de la Corriente Aussie (corriente Australiana) para la estimulación motora permite niveles mayores de torque muscular e inclusive una menor presencia de fatiga muscular. La duración de los **Bursts** se mantiene corta con el fin de evitar múltiples disparos de los motoneuronios Alfa.

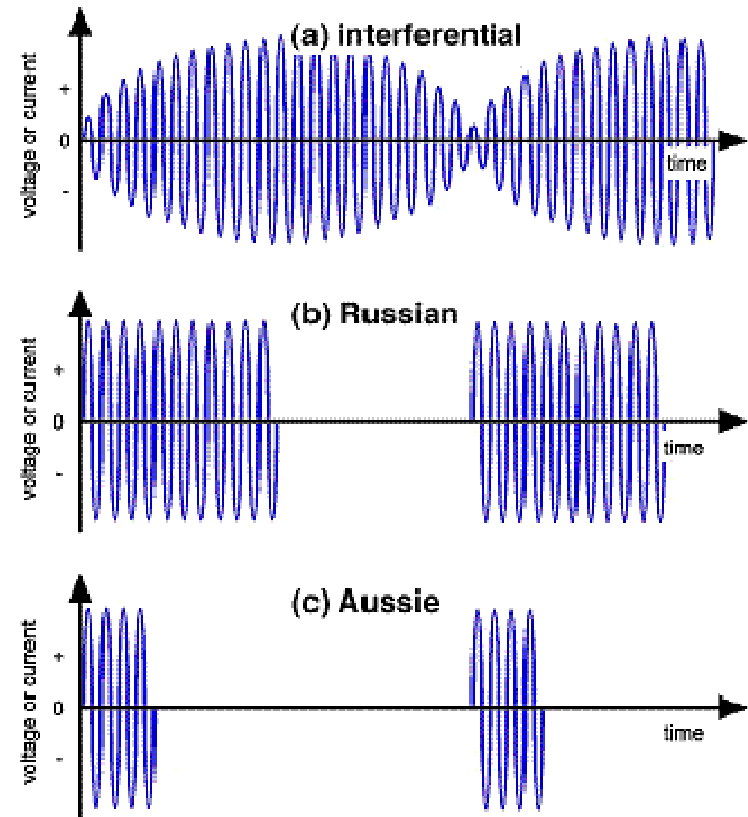
**Densidad de Corriente** - Cuando se utiliza como estímulo una corriente de media frecuencia (kHz) existe el riesgo de irritaciones u otras complicaciones cutáneas si la densidad de corriente media es elevada. Cuando hablamos de corrientes pulsadas como T.E.N.S. y FES, el riesgo es menor ya que los pulsos son cortos y separados por interna-los de tiempo mayores, así la media de corriente eléctrica utilizada durante los tratamientos es menor. Cuando se utiliza la corriente Interferencial en su forma quadripolar, los electrodos transcutáneos hacen la entrega de los pulsos de manera constante, logrando de esta forma, que la media de densidad de corriente eléctrica se torne elevada habiendo cierto riesgo de irritación cutánea.

Ese riesgo puede ser minimizado por medio del uso de electrodos mayores lo que automáticamente provoca la reducción en la densidad de corriente local. La densidad de corriente está mensurada en mA por centímetro de área, así, si el área aumenta automáticamente la densidad de corriente se reduce.

La Corriente Aussie (corriente Australiana) está estructurada por **Bursts** de corta duración, separados por intervalos de tiempo largos y de esa forma los riesgos de irritaciones cutáneas son pequeños, pues, la densidad de corriente eléctrica se reduce. De cualquier manera, electrodos mayores son ideales en función de proporcionar menor incomodidad por medio de la reducción de la densidad de corriente eléctrica y menor estimulación nociceptiva.

*¿Qué es realmente la Corriente Aussie (Corriente Australiana)?*

La corriente Aussie (corriente Australiana) es una corriente eléctrica terapéutica alternada con frecuencia en la franja de kHz con alguna semejanza en relación a la terapia interferencial y corriente Rusa. La diferencia está en el valor de la corriente de kHz utilizada así como en el formato de onda. Tradicionalmente, la Terapia Interferencial se modula en amplitud en forma senoidal (figura 1a) y la corriente Rusa se formada a partir de **Bursts** con 50% de ciclo de trabajo (tempo 'on' y 'off' – figura 1b). Ya la corriente Aussie (corriente Australiana) presenta duración de pulso corta (figura 1c) y es exactamente ese hecho que hace con que la estimulación proporcionada por la Corriente Aussie (corriente Australiana) sea más eficiente en comparación a las otras corrientes eléctricas terapéuticas.



**Figura 1** – Forma de onda de los estímulos proporcionados por la (a) Corriente Interferencial, (b) Corriente Rusa y (c) Corriente Aussie (corriente Australiana), ilustrando las diferentes duraciones de **Bursts**.

Clínicamente está bien aceptado el hecho de que la Corriente Interferencial es bastante cómoda y bien tolerada por los pacientes. La Corriente Rusa también se presenta como un corriente cómoda y capaz de producir contracciones musculares potentes pudiendo de esa forma, ser utilizada para reducción de la atrofia muscular por desuso y fortalecimiento muscular general. Tanto la Corriente Interferencial como la Corriente Rusa se presentan como siendo más eficientes cuando se las compara a las corrientes pulsadas de baja frecuencia (T.E.N.S. y FES). Hasta el presente momento, la T.E.N.S. o Corriente Interferencial son las modalidades terapéuticas de elección para la modulación del dolor mientras que la Corriente Rusa en general es la opción cuando el objetivo es la recuperación funcional de los músculos esqueléticos. Hasta ahora existe poca cantidad de evidencias científicas contra esas opciones o elecciones de tratamiento envolviendo el uso de corrientes eléctricas terapéuticas. Las investigaciones científicas realizadas a lo largo de los años, principalmente a lo largo de las últimas dos décadas, han comparado la Corriente Interferencial, Rusa y Corriente Pulsada como el T.E.N.S. en relación a la estimulación en términos de comodidad, fuerza de contracción muscular y eficiencia en procedimientos de analgesia. Los resultados encontrados sugieren que todas las corrientes presentan sus ventajas y desventajas, pero, ninguna de ellas debe ser considerada óptima para lo que se proponen hacer. Fuertes evidencias científicas apuntan que la corriente alternada de frecuencia en la banda de kHz modulada en **Bursts** de corta duración, o sea, la Corriente Aussie (corriente Australiana) es más cómoda y eficiente en la producción de torque muscular y analgesia.

La corta duración de pulso de la Corriente Aussie (corriente Australiana) proporciona una estimulación que:

-Es más eficiente que la FES, Corriente Interferencial y Corriente Rusa para elicitar la contracción muscular;

-Es tan eficiente como la T.E.N.S. y Corriente Interferencial para el control y modulación del dolor.

#### *Histórico de la estimulación por medio de corrientes alternadas*

D'Arsonval en 1894 fue el primero en relatar los efectos de la estimulación transcutánea por medio de corrientes eléctricas alternadas en el cuerpo humano. El investigador utilizó corrientes alternadas en la franja de frecuencia variable de 1kHz a 5kHz y observó que la tetania se alcanzaba entre frecuencias de 10 a 15 Hz, que la excitación neuromuscular se tornaba intensa con frecuencias entre 1250 – 1500 Hz, constante con frecuencias entre 1500 y 2500 Hz y por fin disminuyendo con valores de frecuencia de 5000 Hz (mayor valor que su aparato podía generar). D'Arsonval también notó que la corriente con frecuencia de 1500 Hz fue más incómoda cuando se la comparó a la corriente con valor de frecuencia igual a 5000 Hz, pero, la misma frecuencia de 1500 Hz fue más cómoda cuando se la comparó a una corriente de 1000 Hz. Así, fueron sus estudios que nos trajeron base teórica y científica para que el uso de las corrientes alternadas con frecuencia de kHz pudiese ser utilizado en la práctica clínica diaria. Su conclusión fue que las corrientes alternadas en la banda de kHz podrían producir mayor nivel de estimulación con menor incomodidad a partir de la elección adecuada de la frecuencia de la corriente de kHz.

En la década de 50, Nemeč propuso el uso terapéutico de la Corriente Interferencial. La base utilizada por Nemeč fue la dejada por D'Arsonval. Pero, en la época, parece que el mayor interés de los estudiosos estaba concentrado en una estimulación sensorial cómoda con poca preocupación relacionada a la activación y reclutamiento de los músculos esqueléticos, pues para eso, son necesarias frecuencias más bajas como de 1.5 kHz a 2.5 kHz .

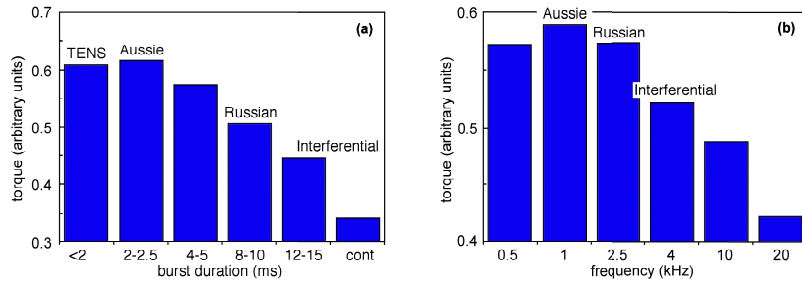
Para la creación de la corriente Interferencial Nemec argumentó que si dos corrientes alternadas en la banda de frecuencia de kHz con una pequeña diferencia entre sus portadoras se aplican usándose dos pares de electrodos, esas van a sufrir interferencia en el tejido, produciendo una estimulación máxima en la región de intersección de los dos pares de electrodos, siendo el resultado de eso, una mayor profundidad de estimulación y la presencia de una modulación en amplitud con una frecuencia de pulso igual a la diferencia entre los valores de las dos corrientes portadoras en la banda de kHz. Ya la Corriente Interferencial premodulada es una corriente eléctrica terapéutica ya modulada y por eso, puede ser utilizada con apenas un par de electrodos.

En la década de 70, Kots sugirió por primera vez el uso de una corriente alternada con frecuencia en la banda de 2,5kHz aplicada en **Bursts** rectangulares de 10ms con frecuencia de 50Hz. Kots atribuyó al uso de la corriente eléctrica, una ganancia de fuerza superior al 40% en atletas de elite Rusos. El protocolo sugerido presentaba período 'on' de 10 segundos y período 'off' igual a 50 segundos durante el período de tiempo de 10 minutos. El entrenamiento por medio de la corriente eléctrica fue realizado durante algunas semanas consecutivas. Kots y colaboradores compararon la corriente alterna constante y 10 ms, 50 Hz de **Bursts** con frecuencia variando de 100Hz a 5 KHz y atribuyeron la producción máxima de torque a 1 kHz cuando los electrodos fueron situados arriba del tronco nervioso y a 2,5 kHz cuando los electrodos fueron situados sobre el vientre muscular. Los hallazgos de Kots también sugieren que a pesar de pequeñas, hay una mayor producción de torque con **Bursts** de corriente alternada cuando se la compara a otras formas de corrientes alternadas. Así, la estimulación con **Bursts** de 10 ms es más eficiente en comparación a la estimulación por medio de corrientes alternadas constantes. En la época los investigadores no compararon la corriente a otras con **Bursts** de corta duración.

Como presentado en la figura 1, la corriente interferencial presenta una modulación en **Bursts** de larga duración. Ya la corriente Rusa presenta la duración de sus **Bursts** con duración menor cuando se la compara a la terapia interferencial y por fin, la Corriente Aussie (corriente Australiana), dentro del universo de las corrientes alternadas con banda de frecuencia en kHz es la que presenta los **Bursts** con menor duración. En la década de 80 un científico Ruso llamado Bankov, comparó en estudio realizado la corriente interferencial premodulada con **Bursts** de corriente alternada con un período de reposo entre sí. El investigador encontró que la modulación en **Bursts** con un período de reposo entre sí fue más cómoda durante la producción de contracciones musculares. En relación al formato de onda de los **Bursts** el investigador sugirió también que el formato rectangular de los **Bursts** sería más cómodo cuando se lo comparara a **Bursts** de formato sinusoidal.

*Evidencias recientes sobre la corriente Aussie (corriente Australiana)*

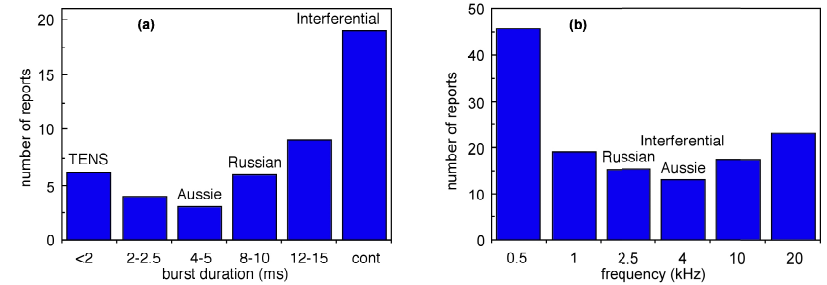
Más recientemente Ward et al. (2004) mensuraron la producción de torque así como la incomodidad producida por corrientes alternadas de frecuencia de kHz (500 Hz a 20 kHz). Los autores también compararon variaciones de **Bursts** para ciclos de pulsos individuales de corriente alternada (corriente pulsada bifásica) con **Bursts** de duración máxima (corriente alternada constante). Los autores encontraron que para la producción de torque máximo, la frecuencia de pulso de 1kHz y la duración de **Bursts** de 2-2,5ms fueron las mejores. Los resultados están presentados en la figura 2.



**Figura 2** – (a) duración de *Bursts* y (b) frecuencia ideal para la producción de torque. Las corrientes utilizadas en el experimento fueron T.E.N.S., corriente australiana (AUSSIE), corriente Rusa y corriente Interferencial. La corriente Aussie (corriente Australiana) fue la más eficiente.

De este modo, la Corriente Aussie (corriente Australiana) utiliza frecuencia de 1kHz combinada con *Bursts* de duración igual a 2 ms. De esta forma, la producción de torque es máxima. La modulación en rampa debe ser utilizada con el objetivo de evitar la fatiga muscular precoz.

Ward et al. (2007) también encontraron después de investigaciones que para una incomodidad mínima, la frecuencia de 4kHz con duración de *Bursts* de 4-5 ms son los mejores parámetros. La figura 3 presenta el número de reclamos de incomodidad referidas durante la estimulación. Se torna importante notar que la incomodidad referida depende esencialmente de la duración de *Bursts* y frecuencia de la corriente.



**Figura 3** – (a) duración de *Bursts* y (b) frecuencia ideal para la estimulación cómoda. Las corrientes utilizadas en el experimento fueron T.E.N.S., corriente australiana (corriente AUSSIE), corriente Rusa y corriente Interferencial. La corriente Australiana fue la más eficiente.

De este modo, se puede notar que la Corriente Aussie (corriente Australiana) debe ser utilizada cuando los objetivos terapéuticos sean la estimulación sensorial y en ese caso la modulación del dolor puede ser alcanzada así como para conseguir la estimulación motriz eficiente por medio de la activación de los motoneuronios. Para la estimulación sensorial deben ser utilizadas la frecuencia de 4 kHz y modulación en *Bursts* con duración de 4 ms. Para la estimulación motriz debe ser elegida la frecuencia de 1 kHz y modulación en *Bursts* con duración de 2 ms.

Es importante notar que la frecuencia utilizada por la terapia interferencial (4 kHz) también se utiliza para la estimulación sensorial con el objetivo principal de reducción de la incomodidad durante la estimulación. Sin embargo, la eficiencia en este tipo de estimulación no es máxima debido a la larga duración de la modulación en *Bursts*.

En relación a la estimulación por medio de la corriente Rusa, también debemos ser críticos en percibir que la corriente alternada de frecuencia en la banda de kHz no presenta frecuencia óptima para estimulación motriz. En suma, la corriente Rusa presenta la modulación en **Bursts** de duración muy larga, que la torna ineficiente para la producción del torque máximo y además relativamente incómoda en el aspecto sensorial.

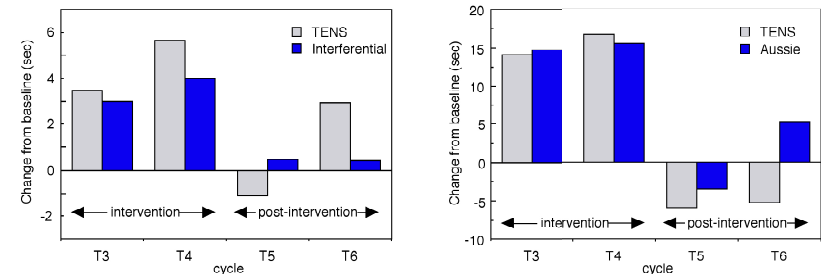
Las dos formas de utilizar la Corriente Aussie (corriente Australiana) son extremadamente eficientes y fieles a lo que se proponen hacer. Para la producción de torque máximo la corriente Australiana con frecuencia de 1 kHz y modulación en **Bursts** con duración de 2 ms debe ser utilizada. Para la estimulación sensorial con incomodidad mínima, y consecuentemente, mayor aceptación por parte del paciente se debe utilizar la corriente Aussie (corriente Australiana) con frecuencia de 4 kHz con modulación en **Bursts** de duración igual a 4 ms.

#### *Corriente Australiana para la modulación del dolor*

Tradicionalmente, la modalidad terapéutica elegida para trabajos de modulación del dolor son las T.E.N.S. con frecuencias de pulso que pueden variar de 10 a 180 Hz, tradicionalmente se opta por frecuencias de 100 Hz, y duración de pulso cortas de valores máximos entre 100 y 150  $\mu$ s. La corriente interferencial de 4000 Hz también puede ser elegida como opción de tratamiento. Un estudio de Shanahan et al. (2006) comparó el efecto hipoalgésico de la corriente interferencial con una corriente pulsada de baja frecuencia (T.E.N.S.). De acuerdo a los resultados obtenidos las dos corrientes utilizadas presentaron efectos positivos, mas la corriente interferencial parece ser más cómoda cuando se la compara al T.E.N.S.

Un estudio más reciente de McCarthy (2007) comparó la Corriente Aussie (corriente Australiana) con una corriente pulsada y encontró que la primera fue más cómoda y también más eficiente. La pequeña duración de los **Bursts** de la Corriente Aussie (corriente Australiana) resulta en eficiencia elevada durante procedimientos de analgesia sin comprometer la sensación más agradable durante la terapia. Un estudio similar realizado por Ward y Oliver (2007), comparó la corriente pulsada de baja frecuencia con la Corriente Australiana para analgesia y una vez más encontró mayor eficiencia con menor incomodidad de la Corriente Australiana en relación al T.E.N.S. (figura 4b).

De este modo, las evidencias apuntan que cuando se utiliza una corriente alternada con frecuencia en la banda de kHz modulada en **Bursts** de corta duración, el efecto de analgesia es mejor cuando se la compara en relación a un T.E.N.S.. La estimulación es más cómoda y el nivel de tolerancia por parte del paciente aumenta bastante, lo que torna el tratamiento más eficiente.



**Figura 4** – Cambio en el tiempo de tolerancia del dolor (tiempo en que el voluntario soporta inmersión de su mano en el agua fría). Los ciclos T1 y T2 apuntan el período preintervención. Los ciclos T3 y T4 durante la intervención y T5 y T6 justo después de la intervención.

Frente a lo presentado en los párrafos arriba, podemos notar que la Corriente Aussie (corriente Australiana) es un recurso físico terapéutico que nace para agregar valor clínico a las atenciones prestadas a pacientes que necesitan rehabilitación física en diversas áreas de especialidad de la Fisioterapia. Se torna importante resaltar que decenas de publicaciones científicas dan soporte indiscutible a la eficiencia del uso de la Corriente Aussie (corriente Australiana), situación que no se verificó durante la concepción de otros recursos electroterapéuticos a lo largo de los años. Todos los valores físicos atribuidos a la Corriente Aussie (corriente Australiana) tanto para refuerzo muscular como para la estimulación sensorial tienen por detrás de sus valores una vasta base científica y así, para esa modalidad terapéutica la práctica basada en evidencias es una realidad indiscutible.

## ULTRA-SOM

**INTRODUCCIÓN:** Hace más de treinta años que el ULTRASONIDO es ampliamente usado por profesionales del área médica (Lehmann and Krusen, 1958). Como el propio nombre sugiere, son ondas de sonido, son vibraciones mecánicas en un medio elástico. Estas ondas longitudinales hacen que la membrana del tímpano vibre. Son las vibraciones sonoras. La franja de frecuencia que el oído humano consigue “oír” está comprendida aproximadamente entre 20 Hz y 20.000 Hz. Frecuencias abajo de 20 Hz son los subsonidos o infrasonidos y arriba de 20.000 Hz son los ultrasonidos. De este modo podemos definir terapia por ultrasonido como siendo un tratamiento médico por medio de vibraciones mecánicas con la frecuencia arriba de 20.000 Hz (20 KHz).

**Ultrasonido Terapéutico** - El ultrasonido es un recurso vastamente utilizado por profesionales del área de la salud con diversos objetivos como herramienta diagnóstica, quirúrgica, y terapéutica.

Los estudios que investigaron los efectos del ultrasonido terapéutico en tejidos biológicos se basan en modelos experimentales utilizándose animales y humanos así como condiciones *in vitro*. Los efectos físicos del ultrasonido terapéutico pueden ser divididos en térmicos y atérmicos.

Algunas revisiones a respecto del ultrasonido terapéutico apuntan efectos térmicos como aumento del flujo sanguíneo en la región del tratamiento, reducción del dolor, reducción del espasmo muscular, aumento de la extensibilidad de los tejidos y mejora del flujo sanguíneo local. Mas los efectos atérmicos estarían relacionados a la existencia de la cavitación, o sea, formación de burbujas y también la agitación de esas burbujas en el interior de los tejidos en consecuencia del campo acústico formado por la aplicación del recurso. La literatura sugiere que los efectos térmicos y atérmicos ocurran de manera simultánea dando como resultado la estimulación de la actividad fibroblástica, el aumento de la síntesis de proteínas, el aumento del flujo sanguíneo y la regeneración de los tejidos. El ultrasonido terapéutico puede ofrecerse en dos regímenes diferentes siendo ellos el continuado o pulsado. Las frecuencias de los transductores también ejercen papel importante en los regímenes de tratamientos. El ultrasonido con frecuencia igual a 1MHz se absorbe por tejidos a profundidades entre 3 y 5 cm. Ya tratamientos ofrecidos por medio de transductores con frecuencias iguales a 3MHz consiguen promover efectos terapéuticos a profundidades entre 1 y 2 cm (*Van Der Windt et al. 1999, Spped 2002, Berná-serna et al. 2005*).

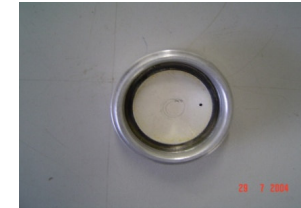
El ultrasonido no debe ser descrito como siendo un recurso electroterapéutico puro ya que la etiología de la terapia se debe a la vibración mecánica producida y mantenida eléctricamente. Estas vibraciones mecánicas presentan gran semejanza con ondas sonoras, sin embargo, la frecuencia es más alta tornándose así, fuera del alcance de la audición humana y en función de eso, se denominan ondas ultrasónicas. Dentro de los procedimientos terapéuticos, se utilizan bandas de frecuencias que varían de 0,5 a 5MHz, sin embargo, clínicamente las frecuencias más utilizadas son las de 1MHz y 3MHz.

Las ondas sonoras son una serie de compresiones y rarefacciones mecánicas en la dirección del trayecto de la onda y en consecuencia de eso son conocidas como ondas longitudinales. Esas ondas sonoras en los tejidos biológicos provocarán la compresión y la separación regular de moléculas, así como la vibración de esas moléculas en torno de su posición media. La propagación de esa energía mecánica ocurre por medio de onda siendo la materia, apenas un medio conductor el cual puede ser bueno o malo.

A medida que las ondas mecánicas se propagan en el interior de los tejidos la energía puede ser disipada o atenuada, siendo que en algunas situaciones la energía puede ser totalmente absorbida y en otras ella pasa por entre la materia casi sin pérdidas, existiendo entonces la propagación de la onda mecánica.

Existe una relación importante entre la tasa de agitación molecular y el calor producido, siendo esa relación directamente proporcional. Esa misma agitación molecular puede aumentar aún más la cantidad de calor en el sistema en consecuencia de que la transferencia de energía ocurre por la colisión entre las propias moléculas que componen el material estimulado. De este modo, la energía mecánica inyectada en el sistema se transforma en energía térmica.

Las ondas ultrasónicas pasan más rápidamente a través del material donde las moléculas están más próximas, de ese modo, la velocidad de propagación de la onda será más alta en sólidos y líquidos. Para que pueda ocurrir la producción del ultrasonido terapéutico, existe la necesidad del uso de transductores piezoeléctricos. La estimulación de esos transductores producirá energía mecánica en alta frecuencia para estimulación de diferentes tejidos. El componente principal de esos transductores se denomina cristal piezoeléctrico (*figura 1*). Para que se alcancen los efectos terapéuticos, esos cristales deben ser adecuadamente cortados y así, sobre la influencia de una carga eléctrica tengan su formato alterado y produzcan la onda mecánica adecuadamente.



**Figura 1** - Cristal piezoeléctrico insertado en la retro faz de un transductor de ultrasonido terapéutico. La frecuencia de la onda ultrasónica dependerá de la frecuencia de vibración de este cristal mediante el pasaje de una corriente eléctrica.

La materia prima más utilizada para la fabricación del cristal es el cuarzo, sin embargo, algunos otros materiales cerámicos sintéticos como titanato de bario y titanato zirconato de plomo pueden ser utilizados. Para que los efectos terapéuticos ocurran de manera ideal, el cristal piezoeléctrico precisa ser cortado con dimensiones apropiadas dándose atención especial a la espesura. De esta forma, cuando se ofrece una corriente eléctrica al material, este resonará en la frecuencia elegida alcanzando mayor vibración.

Para que las cargas eléctricas sean aplicadas al cristal, ese debe ser fijado en estructuras conocidas como transductores (*figuras 2 y 3*). Los transductores tienen como función principal pasar para el tejido las ondas ultrasónicas producidas por la vibración del cristal.



**Figuras 2 y 3** – Transductor de ultrasonido visto de diferentes ángulos.

Las ondas sonoras funcionan como un transferidor de energía. Esas ondas envuelven el movimiento vibratorio de moléculas de modo que existe una velocidad característica de progresión de la onda para cada medio en particular. La velocidad depende de la densidad y de la elasticidad del medio, que juntas especifican lo que se conoce como impedancia acústica del medio. Esa impedancia describe la naturaleza del material, o sea, la facilidad con que las moléculas se mueven una en relación a la otra, de modo que no sorprende que la velocidad de las ondas sonoras en aquel medio esté vinculada a él. La impedancia acústica del tejido puede ser encontrada multiplicándose la densidad de un medio por la velocidad de las ondas sonoras que pasan a través de él.

Se torna importante entender que la energía que es conducida por la onda ultrasónica depende de su frecuencia y amplitud. De este modo, cuanto más alta es la frecuencia, mayor es la energía y cuanto mayor es la amplitud, mayor es la energía ofertada al tejido.

Existe un coeficiente de absorción de las ondas ultrasónicas. Cuando un haz de ultrasonido pasa a través de los tejidos, su intensidad es constantemente reducida. La propagación de esos haces a través de los tejidos aumenta el movimiento de las moléculas causando más vibraciones y colisiones moleculares, resultando en calor. De este modo, la energía cinética se convierte en energía térmica a medida que las ondas ultrasónicas pasan por el material. La tendencia es que energía disminuya exponencialmente con la distancia de la fuente, pues una proporción fija se absorbe en cada unidad de distancia siendo que la cantidad de energía restante será un porcentaje cada vez menor de la energía inicial.

La profundidad de medio valor también es conocida como siendo la profundidad en la cual se absorbe la mitad de la energía ultrasónica inicialmente ofertada. La profundidad de medio valor será diferente en diferentes tejidos para las diferentes frecuencias de ultrasonido (1MHz y 3MHz). No existen muchos trabajos en la literatura que apunten valores exactos de profundidad de medio valor para diferentes tejidos biológicos.

Se sugiere que para el ultrasonido de 1MHz la profundidad de medio valor sea igual a 65mm e igual a 30mm para el ultrasonido de 3MHz.

En relación a la absorción de la energía sonora, esta parece ser mayor en tejidos con cantidades mayores de proteína estructural y menor contenido de agua.

Atenuación es el nombre dado a la pérdida de energía del haz de ultrasonido en los tejidos. La tasa de atenuación depende tanto de la absorción como del esparcimiento del haz. Para que la energía ultrasónica sea ofertada al paciente, se hace necesario un medio de acoplamiento que proporcione una buena combinación entre la impedancia acústica del metal de la cabeza del transductor y la piel. El ultrasonido terapéutico no consigue una buena propagación vía aire y de esta forma, otros tipos de sustancias deben interponerse entre la piel y el transductor.

El gel hidrosoluble (*figura 4*) es una buena opción de tratamiento. Para que el medio de acoplamiento sea aceptable desde el punto de vista terapéutico algunos requisitos deben estar presentes:

- La impedancia acústica del material debe ser similar a la de los tejidos;
- La transmisibilidad del material para el ultrasonido debe ser alta;
- La viscosidad del material debe ser alta;
- El material debe presentar baja susceptibilidad para la formación de burbujas;
- La naturaleza del material debe ser químicamente inactiva;
- El material debe presentar carácter hipoalérgico.



**Figuras 4** – Técnica subacuática y técnica del gel hidrosoluble.

A seguir serán discutidos algunos puntos en relación a la dosificación del tratamiento. La dosificación del ultrasonido está determinada por algunos factores:

- Tamaño del área a ser tratada;
- Profundidad de la lesión a partir de la superficie;
- Etiología de la lesión.

Para que el tratamiento pueda ser prescrito, algunos parámetros que ejercen influencia directa en los resultados terapéuticos deben ser conocidos:

- Frecuencia del transductor;
- Régimen terapéutico (continuado o pulsado);
- Frecuencia de pulso;
- Intensidad de tratamiento;
- Duración de la sesión.

-Frecuencia del transductor: las frecuencias utilizadas pueden ser de 1MHz y 3MHz siendo la primera capaz de alcanzar mayores profundidades en los tejidos en relación a la segunda. En cuanto al régimen terapéutico, se puede operar en el modo continuado o pulsado. Los efectos terapéuticos desencadenados serán detalladamente discutidos a seguir.

Sin embargo, se sabe que en el modo continuado el calentamiento de los tejidos será alcanzado si la intensidad utilizada es alta, en contrapartida, en el modo pulsado, en la misma intensidad instantánea presentará una media temporal de intensidad mucho más baja, ocasionando una menor cantidad de calentamiento de los tejidos. Ej.:  $0,4\text{W}/\text{cm}^2$  pulsados a 1:4 emitirán la misma energía ultrasónica que  $0,1\text{W}/\text{cm}^2$  en el modo continuo.

La intensidad del ultrasonido terapéutico se da por medio de la potencia (W), o sea, la energía total por segundo suplida por el aparato. Como esta potencia tiende a esparcirse por la faz del transductor, los cuales presentan tamaños diferentes, la intensidad debe ser dada en  $\text{W}/\text{cm}^2$  siendo que la mayoría de las fuentes generadoras de ultrasonido emiten una media espacial máxima de  $2\text{-}3\text{W}/\text{cm}^2$ . La intensidad de tratamiento debe ser aumentada cuando se objetiva tratar tejidos más profundos.

Por medio de conocimientos anatómicos se debe estimar la profundidad del tejido objetivo de la superficie y enseguida se debe aplicar la profundidad de medio valor y a partir de ahí seleccionar la intensidad de estimulación más adecuada. Partiendo de este principio de raciocinio se puede concluir que la intensidad necesaria para tratar una lesión situada en la profundidad de medio valor del ultrasonido debería ser el doble de la necesaria para una lesión de superficie y similar. Es importante para cualquier registro de intensidad, dejar claro si está refiriéndose a la intensidad de superficie, indicada en el panel del aparato, o a la dosis estimada pretendida en el objetivo. En relación a la duración de las sesiones, se debe optar por tiempos cortos de aplicación, en general, minutos. El factor más relevante para determinar el tiempo de una sesión de tratamiento es el tamaño del área a ser tratada. Esto se debe al hecho de que el cabezal es continuamente movido durante la sesión de tratamiento. Se sugiere 1 a 2 minutos de aplicación del área para cada  $10\text{cm}^2$  de superficie cubierta.

El tiempo máximo de uso debe estar en torno de 10 a 15 minutos, tiempo indicado para lesiones crónicas, siendo 5 minutos, un tiempo medio de tratamiento.

Son contraindicaciones para su uso: útero gravídico; tejidos neoplásicos; tejidos infectados; pato logías vasculares (TVP); áreas sometidas a radioterapia; sistema neurovegetativo; próximo a los ojos; implantes metálicos; pacientes portadores de alteraciones sensitivas.

### **Ultrasonido Terapéutico – Fonoforesis**

Común en procedimientos en el área de medicina estética, la fonoforesis es el uso del ultrasonido terapéutico con objetivo de introducir drogas terapéuticas en determinados puntos de lesiones de los tejidos. Naturalmente, muchas drogas pueden ser absorbidas por la piel, siendo las vibraciones en alta frecuencia del ultrasonido terapéutico capaces de acelerar este proceso.

La profundidad de penetración de una determinada droga es una cuestión incierta.

Cuando la droga a ser administrada atraviesa la epidermis puede ocurrir la dispersión en la circulación en una magnitud que va a depender de algunos factores como la vascularidad del tejido así como la facilidad con que las moléculas de la droga pueden entrar en los vasos sanguíneos. En cualquiera de estas situaciones existirá ciertamente la dispersión de la droga en los tejidos. En relación a las frecuencias de ultrasonido terapéutico más eficaces para la penetración de la droga, se sabe que frecuencias en la banda de 1,5 a 3MHz son bastante efectivas en comparación a la frecuencia de 0,75MHz. En relación al régimen terapéutico utilizado, continuado o pulsado, no existe un consenso en la literatura.

*Rosin et al., (2004)* objetivaron investigar la influencia del ultrasonido terapéutico en la transmisión transcutánea de diclofenaco sódico en su forma gel tópico en 14 voluntarios sanos (10 mujeres y 4 hombres). El ultrasonido terapéutico fue ofertado con las siguientes características: modo continuo, frecuencia de 1MHz, e intensidad igual a 0,5W/cm<sup>2</sup> por 5 minutos en áreas de piel igual a 225cm<sup>2</sup> utilizándose como medio de acoplamiento el gel hidrosoluble.

Los voluntarios recibieron el recurso en la región posterior del tronco. Después de la aplicación del recurso, el gel hidrosoluble fue removido y fue realizada la aplicación de 2,5g de gel de diclofenaco en las mismas áreas.

Muestras de sangre fueron colectadas inmediatamente antes y 60, 120 y 180 minutos después de la aplicación del gel de diclofenaco con el objetivo de evaluarse la masa presente en el plasma de los voluntarios por medio de cromatografía líquida de alta eficiencia. Los autores repitieron el procedimiento de evaluación del muestreo de sangre un mes más tarde en los mismos voluntarios, sin embargo, el equipo de ultrasonido permaneció apagado durante todo el tiempo de aplicación pretendiendo un procedimiento placebo para control.

Después del análisis de los resultados los autores encontraron que la masa de diclofenaco en el plasma fue significativamente más alta después de la aplicación del ultrasonido cuando se la comparó al procedimiento placebo. De esta forma, los autores concluyeron que la aplicación del ultrasonido terapéutico antes de la aplicación del gel de diclofenaco facilita la penetración transcutánea del medicamento permitiendo así la ocurrencia de posibles efectos terapéuticos.

Los resultados encontrados por los autores sugieren que el ultrasonido terapéutico pueda haber causado un aumento de la permeabilidad cutánea facilitando de esta forma la penetración del fármaco después de la aplicación. Esto puede haber ocurrido debido al efecto de calentamiento causado por el uso del recurso. A pesar de que la frecuencia del transductor utilizado haya sido igual a 1MHz, los efectos superficiales causados en la epidermis y dermis parecen haber ocurrido, ya que la droga fue encontrada en concentraciones aumentadas en el plasma, sugiriendo el efecto local y disipación sistémica.

*Parizotto et al. (2003)*, presentaron como objetivo analizar la relevancia y la confiabilidad del procedimiento terapéutico de fonoforesis en los desórdenes músculo-esqueléticos, así como su utilización clínica. Después de la búsqueda en la literatura, fueron levantados 56 artículos publicados en el idioma inglés y portugués entre los años 1954 y 2001. Las bases de datos utilizadas fueron el PubMed E Probe. Algunos criterios fueron determinados para la selección de los estudios y uno de ellos, el cual había sido inicialmente empleado, fue el referente a estudio clínico.

Después de esto, 14 filtros fueron aplicados: grupo control, estudio doble-ciego, estudio aleatorio, fármaco tipo antiinflamatorio: esterooidal y no esterooidal, fármaco manipulado en la forma gel, valor de concentración del fármaco en el gel, calibración del equipo de ultrasonido, número de la muestra, número de sesiones, modo de emisión de las ondas acústicas del equipo (continuado o pulsado), frecuencia del transductor, intensidad, tiempo y ERA (área de radiación efectiva), mensuración del dolor. Los autores concluyeron que la literatura investigada no atendió a los criterios mínimos establecidos en la meta-análisis, colocando en duda la relevancia y la confiabilidad de los resultados observados en razón de las fallas en el proceso de elaboración de la investigación u omisión de parámetros que se consideren importantes.

A pesar de eso, se encuentran publicados en la literatura algunos estudios que potencian el uso del ultrasonido terapéutico para finalidad de fonoforesis. La cuestión a ser levantada está asociada a grandes posibilidades de investigación científica en esta área, o sea, el tratamiento por medio de la fonoforesis.

## Efectos terapéuticos del Ultrasonido

**Baker et al. (2001)** publicaron un trabajo cuyo objetivo fue revisar los efectos del ultrasonido en la cicatrización de los tejidos, reducción del dolor y distensibilidad de los tejidos.

Para el ultrasonido terapéutico algunos efectos *in vitro* e *in vivo* en menor intensidad fueron investigados, sin embargo, los autores colocan que la homeostasis de los tejidos va de encuentro a los efectos desencadenados por la terapia y también que efectos *in vitro* pueden no ocurrir *in vivo*. De cualquier manera didácticamente los efectos terapéuticos del ultrasonido se dividen en térmicos y atérmicos. Sin embargo, en la práctica se observa una simultaneidad entre ambos durante la terapia. Como efecto térmico, se cita el aumento de la actividad metabólica, aumento del flujo sanguíneo, analgesia y por fin el aumento de la extensibilidad del tejido colágeno. El principal efecto atérmico es la cavitación, o el micromasaje de los tejidos.

Aun dentro de los efectos atérmicos se puede citar el aumento de síntesis de proteínas y aumento de producción de células mastocitos, producción de factores de crecimiento (angiogénesis), renovación de calcio y mejora de movilidad fibroblástica.

## Efectos producidos por el ultrasonido

**Reacciones Químicas** - Así como un tubo de ensayo es agitado en el laboratorio para acentuar las reacciones químicas, las vibraciones del ultrasonido estimulan el tejido a aumentar las reacciones y los procesos químicos locales, y asegura la circulación de los elementos y radicales necesarios por recombinación.

**Respuestas Biológicas** - La permeabilidad de las membranas aumenta por el ultrasonido, lo que acentúa la transferencia de los fluidos y nutrientes a los tejidos. Esa cualidad es importante en el proceso de la fonoforesis, donde moléculas son literalmente “empujadas” a través de la piel por la onda sonora con finalidades terapéuticas.

**Efectos Mecánicos** - En consecuencia de las vibraciones longitudinales, un gradiente de presión se desarrolla en las células individuales. Como resultado de esta variación de presión positiva y negativa, elementos de la célula son obligados a moverse, sintiendo así un efecto de micromasaje. Este efecto aumenta el metabolismo celular, el flujo sanguíneo y el abastecimiento de oxígeno.

**Cavitación** - Irradiar ultrasonido en líquidos lleva a la formación de burbujas de  $10^{-6}$  m de diámetro. Bajo la acción del campo ultrasónico, esas burbujas aumentan y disminuyen de tamaño (Cavitación Estable), o pueden colapsar (Cavitación Transitoria). Ambos tipos de cavitación producen movimiento en los líquidos alrededor de la burbuja. La cavitación estable puede ser terapéutica y la transitoria puede causar daños a los tejidos.

La vibración en alta frecuencia del ultrasonido deforma la estructura molecular de las sustancias no fuertemente unidas.

Ese fenómeno es terapéuticamente útil para producir efectos esclerolíticos, en el intento de reducir espasmos, aumentar la amplitud de movimientos debido a la acción en tejidos adheridos y quebrar depósitos de calcio, movilizandolos adherencias, tejidos cicatriciales, etc. Si es usado en los extremos de potencia o duración, este mecanismo deformador puede destruir la molécula de las sustancias.

**Efectos Térmicos** - Al lado del micromasaje, ocurre una elevación en la temperatura resultante de la conversión de energía cinética en calor por los tejidos. Este efecto puede producir un aumento en la extensibilidad del colágeno y por tanto se recomienda para la terapéutica de patologías causadas por la contracción de los tendones, ligamentos y juntas capsulares. Donde hay limitaciones de movimiento, el tratamiento es muy recomendado.

Sin embargo, se debe recordar que la formación de calor a partir del ultrasonido ocurre en los tejidos que están localizados directamente bajo el transductor. Desde que la técnica aceptada sea mantener el transductor en movimiento durante el tratamiento, es improbable que ocurra un calentamiento terapéutico apreciable.

Un calentamiento indeseable, sin embargo, podrá ocurrir si no hay movimiento del transductor o si la intensidad es muy alta. El ultrasonido pulsado ofrece al clínico una técnica con menor riesgo de formación de calor. La experiencia clínica indica que una sensación de calor de superficie debe servir como un aviso para impedir una super dosificación. Un transductor “caliente” no es solamente incómodo para el paciente, sino que puede ser también una señal de peligro eminente.

**Ondas Estacionarias** - ¡Cuidado! Estas ondas son frutos de la interacción entre la onda reflejada y la onda incidente, lo que crea áreas de alta densidad en un punto específico del tejido. Se evita la formación de esas ondas a través del movimiento continuo y adecuado del transductor. Si se utiliza la técnica estacionaria aplicar solamente ultrasonido pulsado.

### ***Terapia Combinada***

El uso simultáneo de dos modalidades terapéuticas asociadas y en una misma área corporal recibe el nombre de terapia combinada. La terapia combinada es un procedimiento terapéutico utilizado hace varios años, siendo los primeros relatos científicos de los descritos en la década de 70 (*Smeralová et al. 1975, Bernau & Kruppa 1981*). El modo más común de realización de la terapia combinada es el uso del ultrasonido terapéutico con algún tipo de corriente eléctrica terapéutica capaz de estimular el nervio periférico o el músculo esquelético. El procedimiento de terapia combinada solamente es posible en función de la baja impedancia eléctrica proporcionada por el ultrasonido al pasaje de la corriente en relación a la piel del paciente. Durante el uso de la terapia combinada el transductor del ultrasonido tiene la responsabilidad de propagar la energía mecánica producida por el equipo de ultrasonido y también la corriente eléctrica utilizada durante el procedimiento, de esta forma, el gel hidrosoluble utilizado debe presentar buena propiedad de conducción para las dos formas de energía, la mecánica y la eléctrica.

Los efectos del uso de la terapia combinada en general, son los mismos producidos por esos mismos recursos cuando esos se utilizan individualmente.

De este modo, la justificativa del uso de la terapia combinada está basada en el hecho de que los beneficios proporcionados por las dos modalidades terapéuticas combinadas pueden ser alcanzados al mismo tiempo y de esta forma, tornando la terapia más eficiente y objetiva tanto para el paciente como para el terapeuta. Un segundo factor importante que también puede ser utilizado para justificar la combinación de la terapia es el hecho de que los efectos de cada recurso combinado pueden potencializar un mejor efecto del segundo recurso. Es importante resaltar el hecho de que el uso de la terapia combinada puede de cierta forma traer algún riesgo a la integridad física del paciente cuando se la utiliza sin criterio. En general la terapia por corrientes presenta grande capacidad de activar mecanismos neurales periféricos y centrales para la modulación del dolor.

Eso significa decir que las vías neurales que llevan informaciones al respecto de alteraciones de temperatura y presión quedan con su función deprimida después del pasaje de la corriente, independiente de su forma de aplicación (bipolar, tripolar o tetrapolar). De esta forma, el uso de ondas mecánicas producidas por el ultrasonido terapéutico, dependiendo de la intensidad utilizada ( $W/cm^2$ ) puede provocar lesiones de los tejidos, ya que el paciente en el momento de la terapia pierde la capacidad de identificar estímulos dolorosos y nocivos a la salud. Eso puede ser evitado con el uso adecuado de intensidad y régimen de pulso del ultrasonido (*Houglum 2005, Denegar et al. 2006, Robertson et al. 2007*).

### **MEDICINA ESTÉTICA Y FISIOTERAPIA DERMATO FUNCIONAL**

La medicina estética viene creciendo de manera rápida en los últimos años. Inicialmente, las intervenciones estéticas se realizaban por medio de cirugías con finalidad funcional o solamente con el objetivo de aumentar la belleza física. Esos procedimientos eran y aún hoy se realizan por médicos especialistas y en función del avance tecnológico pueden modificar todas las regiones del cuerpo humano.

Dentro de las principales técnicas quirúrgicas se destaca la lipoaspiración, lipoenxertia, abdominoplastia, mamoplastia, rejuvenecimiento facial incluyendo la blefaroplastia (cirugía plástica de los párpados), *Peeling quirúrgico* y rinoplastia. El precursor en el área de cirugía estética es el Dr. Ivo Pitangui, sin embargo, actualmente existe una cantidad grande de médicos especialistas en cirugía plástica en Brasil actuando de manera extremadamente competente.

Durante toda la década de ochenta e inicio de los años noventa, los pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos con finalidad estética no recibían en general, ningún tipo de cuidado en la fase de recuperación posquirúrgica. Eso, por muchos años, se presentó como un importante factor de lentificación del pronóstico de mejora de los pacientes e inclusive en el resultado final del procedimiento quirúrgico.

Paralelamente a eso, un grupo de profesionales denominados de esteticistas asistía clientes con el objetivo de proporcionarles cuidados relacionados a la apariencia por medio de masajes modeladores y limpieza de piel.

En esa época, la actuación de la Fisioterapia en el área era totalmente incipiente y no había ningún tipo de señal de que la profesión pudiese ofrecer cuidados específicos para ese tipo de paciente. En la mitad de los años noventa las primeras bibliografías relacionadas a la Fisioterapia Estética comenzaron a aparecer y con ellas las primeras sugerencias de intervenciones terapéuticas tanto primarias como conservadoras, o sea, preprocedimiento quirúrgico y a fin de evitar la necesidad de cirugía, así como intervenciones posprocedimiento quirúrgico. Desde entonces, hubo en el área un gran salto de desarrollo conceptual y tecnológico y por una serie de intereses la Fisioterapia en estética pasó a ser descrita como Fisioterapia Dermato Funcional.

Dentro de los procedimientos fisioterapéuticos relacionados al área de Dermato Funcional están: hidrolipoclasia, lipohidroclasia, edermoterapia, *Peeling* de ultrasonido, electrolipólisis, eletrolifting, desincruste, *Peeling* por ácidos, drenaje linfático y otros.

Todos los procedimientos citados en el párrafo anterior se utilizan aisladamente o en conjunto con el objetivo de combatir disturbios estéticos como estrías, celulitis (fibro edema geloide), grasa localizada, cicatrices hipertróficas y queloides. Se utilizan también con el objetivo de minimizar las alteraciones de los tejidos causadas por procedimientos quirúrgicos, mejorando de esa manera la evolución del cuadro del paciente.

Como ya ha sido mencionado, el ultrasonido es una onda mecánica capaz de causar alteraciones importantes en varios tejidos corporales por medio del calentamiento y de la cavitación, la cual puede ser estable o inestable, y eso ocurre en función de las subsecuentes compresiones y rarefacciones sufridas por la energía mecánica en el transcurso de la propagación de la onda longitudinal. Es una práctica bastante antigua dentro de la Fisioterapia y sus efectos biológicos y clínicos también son bastante conocidos hace algunas décadas.

En el área de estética el ultrasonido terapéutico se utiliza para el tratamiento de procesos fibróticos y de calcificación.

Los procesos de fibrosis son comunes en situaciones de posintervención inmediata por medio de la lipoaspiración. Cicatrices fuertemente adheridas así como procesos celulíticos avanzados están fuertemente influenciados por el uso del ultrasonido.

Trastornos circulatorios (edemas y hematomas) originados después de la cirugía responden muy bien al uso del ultrasonido terapéutico en función de la optimización circulatoria local. Además de la mejora de la circulación local, el ultrasonido presenta gran capacidad de promover la regeneración de los tejidos por medio de la estimulación de células blastos o reparadoras.

*El uso del ultrasonido para el tratamiento del fibro edema geloide o paniculopatía edemato fibro esclerótica o simplemente celulitis* como se la conoce convencionalmente es extremadamente común y los efectos del recurso en la patología son: mejora circulatoria en función de la optimización de la vascularización, mejora de la extensibilidad de las fibras colágenas, mejora de las propiedades mecánicas de los tejidos y también optimización de la acción tixotrópica en los nódulos de celulitis. En general, para el tratamiento de la celulitis y grasa localizada se utiliza el procedimiento de *FONOFORESIS*, o sea, el ultrasonido se utiliza con el objetivo de facilitar la penetración de principios activos que tienen la capacidad de auxiliar en la lipólisis y reducción del tejido adiposo en la hipodermis, lo que potencia la mejora de los cuadros de celulitis y grasa localizada. El procedimiento de FONOFORESIS es clásico en la literatura científica. Abajo describiremos algunos trabajos científicos publicados en importantes periódicos envolviendo el procedimiento de FONOFORESIS.

Por fin, el ultrasonido es muy utilizado para el tratamiento de grasa localizada. Sin embargo la dosis terapéutica adoptada para esa finalidad está muy por encima de los valores convencionalmente utilizados en la clínica fisioterapéutica convencional ( $1,5w/cm^2$ ).

Eso se hace necesario en función de que dosis bajas de ultrasonido no tienen la capacidad de promover disolución en las células de grasa. Esta terapéutica recibe el nombre de **HIDROLIPOCLASIA** ultrasónica. En este procedimiento, antes que ocurra el uso del ultrasonido, se realiza la inyección de suero fisiológico o alguna forma de medicamento como mesocaína y lidocaína.

De una forma general, la frecuencia del transductor utilizado en procedimientos estéticos es igual a 3MHz y la intensidad puede llegar a 3w/cm<sup>2</sup>.

La misma técnica puede ser utilizada en procedimientos de aspiración recibiendo el nombre de **HIDROLIPOCLASIA** aspirativa. El objetivo ahora es ayudar en la extracción de la grasa removida por la cánula de lipoaspiración. Se torna importante resaltar que todos los procedimientos supracitados son clásicos dentro de la medicina estética (*Adamo et al. 1997, Kinney 1999, Rosenberg & Cabrera 2000, Grespan et al. 2003*).

**Orientaciones Generales para la Terapia por Ultrasonido** - El área a ser tratada (según Lehmann) debe ser de aproximadamente 75 a 100 cm<sup>2</sup>, utilizándose el tiempo de 1 minuto por cm<sup>2</sup>. La duración máxima de tratamiento no debe exceder a 15 minutos por terapia. Tiempos mayores no aceleran ni producen efectos específicos deseables.

Para determinar la intensidad, debemos hacer una evaluación del lugar afectado, llevando en consideración que el ultrasonido sufre una pérdida de energía en su trayecto y, por tanto, la requerida intensidad debe, a veces, ser mayor en las superficies de los tejidos, especialmente en la piel, conectivos subcutáneos y capas musculares superficiales. Los circuitos de equipos de ultrasonido permiten el control de la amplitud de la corriente eléctrica suministrada al transductor. Modificaciones en la amplitud de la corriente repercutirán en la magnitud de las vibraciones mecánicas del cristal piezo-eléctrico y consecuentemente en la amplitud de las ondas sonoras. La amplitud de las ondas se conoce como intensidad y se define como la cantidad de energía (watts) que atraviesa una determinada área (Área de Radiación Efectiva – ERA) del cabezal (cm<sup>2</sup>). Por tanto la unidad de la intensidad es **W/cm<sup>2</sup>**.

La elección de la dosis o intensidad ultrasónica para un determinado cuadro clínico es un momento donde casi siempre surgen dudas entre alumnos y profesionales fisioterapeutas. Muchas veces la intensidad se elige de acuerdo a la experiencia clínica de cada uno en relación al equipo o entonces por sugerencia de colegas de profesión.

Sin embargo la determinación de la intensidad a ser usada depende de algunas variables como: (1) la naturaleza de la lesión (aguda o crónica); (2) la profundidad del tejido objetivo (tejido que quiero tratar) y (3) la composición de los tejidos que están localizados entre la piel y el tejido objetivo. De acuerdo con LOW y REED (1994), la intensidad aplicada debe ser alterada de acuerdo a la naturaleza de la lesión. Estos autores recomiendan dosis entre 0,1 y 0,5 W/cm<sup>2</sup> para lesiones agudas o postraumáticas, y dosis mayores que esta para lesiones crónicas. La profundidad en que se encuentra el tejido objetivo es otro punto importante en la elección de la dosis, pues cuanto más profundo es el tejido mayor deberá ser la intensidad de salida en el cabezal.

Esto ocurre debido a la atenuación que la energía ultrasónica sufre al pasar por los tejidos.

Los valores de los coeficientes de absorción y atenuación son variables de tejido para tejido. Esto se debe a la constitución de los tejidos biológicos, principalmente en relación al contenido colágeno (para revisión ver GOSS y col., 1979). En este sentido, tejidos ricos en colágeno como cápsulas articulares, fascias musculares y tendones absorben mucho más la energía ultrasónica y, consecuentemente, se debe trabajar con dosis un poco más altas cuando estos tejidos colagenosos están situados entre la piel y el tejido objetivo.

#### **Obs.: Tiempo de Aplicación**

1- Según Hecox et. al. (1993), orientan multiplicar el valor de la ERA por valores relacionados a la fase de la enfermedad:

-Fase Subaguda: Tiempo de aplicación =  $\frac{\text{Área de tratamiento en cm}^2}{1,5 \times \text{ERA}}$

-Fase Crónica: Tiempo de aplicación =  $\frac{\text{Área de tratamiento en cm}^2}{\text{ERA}}$

2- Según Hoogland (1986),

$$\text{Tiempo de aplicación} = \frac{\text{Área de tratamiento en cm}^2}{\text{ERA}}$$

En medicina estética sugerimos utilizar la orientación de Hoogland.

Como ejemplo: Suponiendo que el área de tratamiento mide aproximadamente 20 cm por 10 cm.

Entonces el área de tratamiento será  $20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} = 200 \text{ cm}^2$   
ERA del aparato HECCUS =  $18 \text{ cm}^2$

$$\text{Tiempo de Aplicación} = \frac{200 \text{ cm}^2}{18 \text{ cm}^2} = 11 \text{ minutos}$$

Según Lehmann, la duración máxima de tratamiento no debe exceder a 15 minutos por terapia. Tiempos mayores no aceleran ni producen efectos específicos deseables. De esta forma, se aconseja que cada tratamiento no exceda 15 minutos.

**LA DOSIS DE ULTRASONIDO** - La dosis es el producto de la intensidad por el tiempo de duración del tratamiento. Entonces:

$$\text{DOSE} = I \times T$$

**ABSORCIÓN DEL ULTRASONIDO** - Cuando el ultrasonido penetra en los tejidos, ocurren efectos biológicos debido a la absorción de la energía. De esta forma la intensidad de ultrasonido disminuye.

El coeficiente de absorción (a) se usa como medida de la absorción en diversos órganos.

Para ondas longitudinales e incidencia perpendicular podemos usar la fórmula:

$$I(x) = I_0 \cdot e^{-ax}$$

donde:

$I(x)$  = intensidad en  $\text{W/cm}^2$  a la profundidad de  $x$  (cm)  
 $I_0$  = intensidad en  $\text{W/cm}^2$  en la superficie del cuerpo  
 $e = 2,7$  (base de los logaritmos decimales)  
 $a$  = coeficiente de absorción ( $\text{cm}^{-1}$ )

**TABLA DE COEFICIENTES DE ABSORCIÓN ( a )  
PARA 1 MHz y 3 MHz**

| MEDIO                                  | COEFICIENTE DE ABSORCIÓN |
|--|--------------------------|
|  | <b>3.0 MHz</b>           |
| Sangre                                 | 0,084                    |
| Vasos Sanguíneos                       | 1,2                      |
| Tejido Óseo                            | -                        |
| Piel                                   | 1,86                     |
| Cartílago                              | 3,48                     |
| Aire (20 <sup>o</sup> C)               | 8,28                     |
| Tendón                                 | 3,36                     |
| Tejido Muscular<br>(haz perpendicular) | 2,28                     |
| Tejido Muscular<br>(haz paralelo)      | 0,84                     |
| Grasa                                  | 0,42                     |
| Agua (20 <sup>o</sup> C)               | 0,0018                   |
| Tejido Nervioso                        | 0,6                      |

Ejemplo: Se aplica  $1 \text{ W/cm}^2$  en la superficie del cuerpo y el medio por el cual el ultrasonido "pasa" es el tendón. ¿Cuál es la intensidad a 1 cm de profundidad?

Tenemos los siguientes datos:

medio Tendón -  $a = 1,12$   $I_0 = 1 \text{ W/cm}^2$   $e = 2,7$   $I(1 \text{ cm}) = ?$

Usando la fórmula  $I(x) = I_0 \cdot e^{-ax}$  tendremos:

$$I(1 \text{ cm}) = 1 \cdot 2,7^{-1,12(1)} = 0,32 \text{ W/cm}^2$$

Por tanto la intensidad a 1 cm de profundidad es de  $0,32 \text{ W/cm}^2$ .

Obs.: Antes de iniciar el tratamiento, sugerimos que haga una prueba rápida para saber si el transductor de su equipo está emitiendo ultrasonido. Coloque algunas gotas de agua en la faz de aluminio del transductor, aumente la intensidad y verifique el efecto de nebulización (cavitación del agua). La nebulización es la indicación de que su equipo está emitiendo ultrasonido y ella se presenta de maneras diferentes de aparato para aparato. El medio de conducción del ultrasonido emitido en este momento (gotas de agua + aire) es muy precario. Esto ocasionará una rápida elevación de la temperatura del aluminio para más de 40 grados centígrados. Por tanto, no exagere en la prueba para no dañar el cristal piezo eléctrico dentro del transductor.

## TRANSDUCTORES DE ULTRASONIDO

En un lenguaje bastante simple, transductor es un dispositivo que transforma un tipo de energía en otro. El transductor ultrasónico transforma energía eléctrica en energía mecánica (acústica). Esos dispositivos utilizan cristales piezoeléctricos, que, cuando reciben corriente alternada apropiada, generan ondas de ultrasonido en la frecuencia determinada por el cristal.

Ese transductor estará entonces emitiendo (generando) lo que llamamos de campo acústico, que se caracteriza por dos regiones:

- Campo Próximo (región de Fresnel) cilíndrico.
- Campo Distante (región de Fraunhofer) cónico.

Los efectos terapéuticos del ultrasonido ocurren en la región del campo próximo. El largo del campo próximo depende del diámetro del transductor y de la frecuencia del ultrasonido.

Note entonces que en las aplicaciones con gel, donde el transductor está en contacto con el paciente, la distancia entre la piel y la faz de aluminio es del orden de algunos milímetros, y por tanto dentro del campo próximo. En las aplicaciones subacuáticas sugerimos una distancia de la faz del aluminio a la piel del paciente de aproximadamente 2 a 3 cm.

*OBS.: Sugerimos que periódicamente sea hecho un mantenimiento preventivo del equipo de ultrasonido y su transductor. El transductor de los aparatos de ultrasonido de IBRAMED es a prueba de agua. Verifique regularmente si no hay rajaduras (arañazos) en el cuerpo del transductor que permitan la entrada de líquidos. Inspeccione también el cable y los conectores del transductor. Con el tiempo de uso, la faz de aluminio del transductor podrá tornarse áspera. Evite también “golpear” el transductor. Si ocurre esto, el equipo deberá ser mandado para mantenimiento, pues las características técnicas del transductor podrán estar alteradas.*

## IONTOFORESIS

Dentro del área de medicina estética la **IONTOFORESIS** es una técnica de tratamiento extremadamente utilizada (*Tamarkin, 2004*). Pero, dentro del área de rehabilitación general, el mismo procedimiento es bastante clásico (*Leduc, 1988*). Para la realización de la técnica se hace necesario el uso de una forma de corriente eléctrica que llamamos polarizada o monofásica, o sea, el flujo de cargas eléctricas acontece de manera unidireccional entre los polos positivo y negativo.

Se torna importante resaltar que la IONTOFORESIS no debe ser entendida como un tipo diferente de corriente eléctrica, sino como una manera terapéutica que asocia un agente físico, o sea, una determinada especie de corriente eléctrica, un principio activo terapéutico con polaridad conocida. Clínicamente eso significa que debemos utilizar la técnica de IONTOFORESIS para ofertar un determinado tipo de droga o ion activo a través de la piel con finalidad terapéutica. La posición de la solución conteniendo la droga debe ser directamente abajo del electrodo de tratamiento con la polaridad idéntica a la de la droga.

De esta forma, en el momento en que el flujo de corriente eléctrica se inicia habrá una repulsión de la droga y esta será repelida para el interior del organismo del paciente pudiendo aparecer en la circulación sistémica después de algunos minutos después del inicio del tratamiento.

La técnica de IONTOFORESIS puede ser utilizada para el tratamiento de hiperhidrosis, heridas de piel, dolor y procesos inflamatorios en curso.

Las drogas utilizadas para los principales fines terapéuticos son: dexametasona (antiinflamatorio), lidocaína (anestésico), ácido salicílico (control inflamatorio y analgésico) y ácido acético (auxilia en la quiebra de calcificaciones). Dentro del área de estética la cafeína es el principal principio activo utilizado, sin embargo, se utiliza también vitamina C, ácido láctico, glicólico, salicílico entre otros.

Para el uso de la técnica de IONTOFORESIS se utilizan dos polos de corriente eléctrica, el cátodo o polo negativo y el ánodo o polo positivo. Los dos polos pueden ser descritos como siendo electrodos activo y dispersivo.

Sin embargo, durante la aplicación de la corriente, el electrodo activo será el responsable por recibir los iones desplazados por el electrodo dispersivo. Eso acontecerá independientemente de la polaridad atribuida a los electrodos.

El mecanismo por el cual funciona la IONTOFORESIS es una conducción simple de corriente eléctrica terapéutica. Los iones del principio activo pasan a través de la interfaz de la piel primeramente por los folículos pilosos siendo que glándulas sudoríparas pueden ser utilizadas como camino para el pasaje de los iones. Algunos factores potencian una mayor penetración de principios activos a través de la piel: hidratación de la piel, vascularización del área que recibe el electrodo activo, la edad del paciente y finalmente, la intensidad de corriente eléctrica utilizada ( *Leduc et al. 2003, Oliveita et al. 2005*).

En general, la técnica de IONTOFORESIS se realiza utilizando una corriente eléctrica terapéutica conocida como GALVÁNICA. La galvanoterapia como también es conocida fue descrita primeramente en 1786 por Luigi Galvani. El investigador observó en la época, la contracción de los músculos de la pata de ranas sometidas a la estimulación por medio de corriente directa terapéutica. Años después, en 1870, Van Bruns observó durante experimentos la presencia de iones iodeto en la orina después de tratamiento por medio de la corriente galvánica.

Más tarde, en 1900 y hasta 1912, *LeDuc* demostró que era posible introducir iones de principios activos medicamentosos en el organismo de animales utilizándose la corriente galvánica. *Stephane LeDuc* (1853 – 1939) fue el pionero en el estudio aplicado de la iontoforesis e introdujo entonces el término conocido como iontoterapia”. Fue señalado como el creador de la técnica a principios del siglo XX. En su experiencia inicial se utilizaron conejos. En uno de los animales, *LeDuc* acopló el electrodo con polaridad positiva. O el ánodo, y bajo ese colocó una droga conocida como sulfato de estrocnina la cual posee la polaridad positiva. En el otro conejo, fue colocado el electrodo con la polaridad negativa (cátodo), y bajo ese la droga cianuro de potasio el cual posee la misma polaridad. Para el cierre del circuito eléctrico, fueron colocados electrodos conectando los dos animales, siendo el agua el medio de acoplamiento entre esos y la piel de los animales.

Después de algunos segundos de pasaje de corriente eléctrica entre los animales, se observó que el conejo “A” presentó convulsiones tetánicas con espasmos que más tarde lo llevaron a la muerte, mientras que el animal “B” murió por envenenamiento causado cianhídrico. Desde entonces el procedimiento de IONTOFORESIS viene siendo utilizado continuamente para tratamiento de pacientes en diversas áreas de cuidado.

Los efectos del uso de la técnica de IONTOFORESIS se han mostrado eficientes para el tratamiento de afecciones como Mal de Parkinson, hiperhidrosis palmar, fracturas óseas, enfermedad de Peyronie y disturbios de pigmentación (*Riedl et al. 1949, Harris 1982, Henley 1991, Gudeman et al. 1997, Huh et al. 2003, Kavanagh et al.2004, Zhou et al. 2004, Li et al. 2005, Nugroho et al. 2005*).

Algunos otros efectos clínicos se describen en la literatura en función del uso de la corriente directa tanto para procedimientos de iontoforesis como para la estimulación anódica o catódica directa sin el uso de principios activos específicos: analgesia, estimulación nerviosa motora, control inflamatorio local y estimulación circulatoria.

Obs.:

1- Como ya ha sido mencionado en párrafos anteriores, en la iontoforesis se necesita la utilización del efecto polar para la introducción de principios activos ionizables.

En los días de hoy, se utilizan las corrientes pulsadas polarizadas en el lugar de la corriente continuada (galvánica). Para minimizar efectos indeseables del uso de corriente polarizada, el HECCUS trabaja con corriente pulsada de media frecuencia en 4.000 Hz.

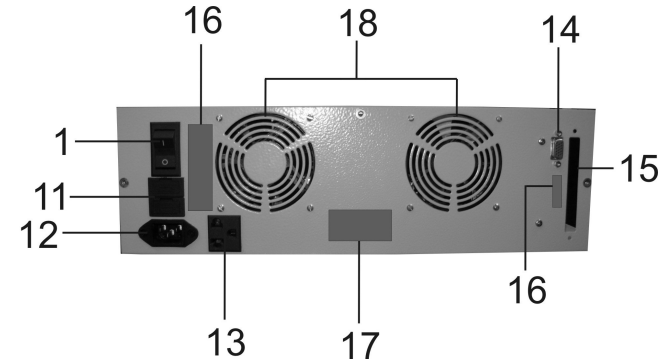
2- La corriente pulsada de media frecuencia produce alteraciones en el umbral de sensibilidad, ocasionando una analgesia que le impide al paciente reportar el inicio de una sensación desagradable e inicio de agresión a la piel. Entonces, la aplicación de la **SONO-ELECTRO-PORACIÓN** debe ser hecha solamente por profesionales de medicina estética, calificados y debidamente habilitados.

**HECCUS**  
Controles, indicadores e instruções de uso.

VISTA FRONTAL



VISTA TRASERA



**Llave encender/apagar**

2 - Indicador luminoso (verde) de la condición "encendido".

3- Monitor de vídeo.

4- Conexión del cabezal aplicador (transductor) emisor de ultrasonido y corrientes.

5- Cabezal aplicador (transductor) emisor de ultrasonido y corrientes.

6- Conexiones de los cables del paciente: Los canales 1 a 4 son salidas para corriente Aussie y corriente Polarizada. El canal 1 también se utiliza para conexión del electrodo dispersivo.

7- Indicador luminoso en color amarillo. Este indicador luminoso (amarillo) indica la presencia de una salida que pueda entregar a una resistencia de carga de 1000 ohms una tensión mayor que 10 V o una corriente mayor que 10 mA eficaces. Después de haber programado el equipo, siempre que el aparato esté encendido en el modo de Corriente Aussie continuo, este indicador quedará continuamente encendido. Cuando esté en el modo Corriente Aussie sincronizado o recíproco, este indicador "parpadeará" de acuerdo con los tiempos (envoltoria) On, OFF, Rise y Decay. Cuando esté en el modo Corriente Aussie secuencial, este indicador se encenderá de acuerdo con la secuencia de estimulación de los canales. Sugerimos aumentar la intensidad siempre durante el ciclo On (indicador amarillo encendido).

- 8- Gabinete de la CPU - Tablero del equipo Heccus.
- 9- Estante con puerta del equipo Heccus.
- 10- Ruedas para locomoción.
- 11- Fusibles de protección.
- 12- Conexión del cable de alimentación a ser conectado a la red eléctrica.
- 13- Enchufe portátil múltiple: conexión de salida AC para conexión del cable de fuerza del monitor de vídeo.
- 14- Conexión de salida para el monitor de vídeo.
- 15- Conexión de entrada USB.
- 16- Placa de identificaciones (características de red eléctrica, salida de vídeo y entrada USB).
- 17- Placa de identificación general.
- 18- Ventiladores para enfriamiento del equipo. Nunca los obstruya.

### Instrucciones de uso – Sistema Electro médico



La aplicación y el desarrollo rápido de las tecnologías biomédicas y electrónicas modernas en la práctica médica ya resultaron en una situación donde, al contrario de un simple ítem, equipo electro médico, sistemas bastante complejos de equipos eléctricos se utilizan para diagnóstico, terapia y monitorización de los pacientes. Cada vez más tales sistemas comprenden equipos fabricados originalmente para ser utilizados en diferentes campos de aplicación específicos (no obligatoriamente médicos) conectados entre sí de una manera directa o indirecta. De esta forma, los equipos electro médicos en conformidad con la norma NBR IEC 6060-1-1 y IEC 60601-1 pueden ser conectados con otros equipos eléctricos no utilizados en la práctica médica. El **HECCUS** es un equipo electro médico que está conectado a un **monitor de vídeo** que normalmente no se utiliza en la práctica médica. Juntos ellos forman un **sistema electro médico** (a partir de ahora referido como **sistema**).

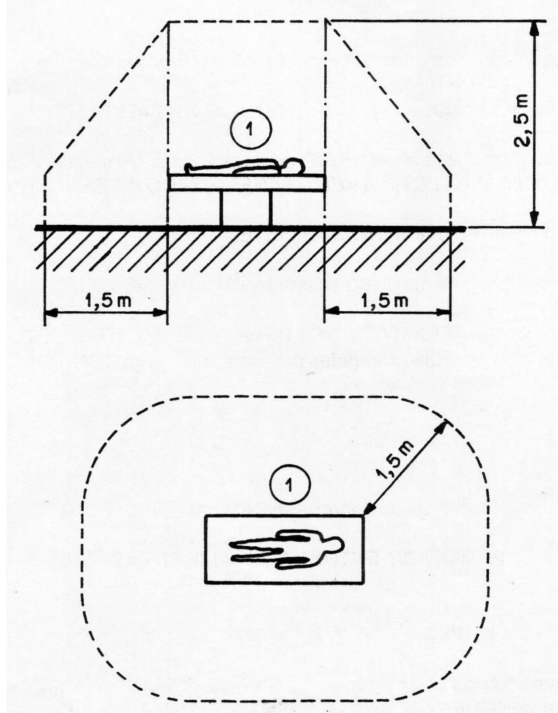
Cada equipo mencionado arriba puede atender separadamente las prescripciones estipuladas en las normas de seguridad aplicables en su campo específico. Mas, frecuentemente, ellos no atienden las prescripciones de seguridad necesarias exigidas para equipo electro médico, pudiendo influenciar en la seguridad del sistema de manera integral.

El equipo eléctrico puede ser instalado en un local de uso exclusivamente médico, destinado a diagnóstico, tratamiento o monitorización del paciente, o en una sala de uso no médico donde no se realiza ninguna actividad médica.

En una sala para uso médico, el equipo eléctrico puede ser instalado dentro de un área definida como **ambiente del paciente** o fuera de esta área.

Las diversas partes de un **sistema** (HECCUS más el monitor de vídeo), pueden estar instaladas dentro del ambiente del paciente o fuera de él.

**Ambiente del Paciente** – cualquier volumen en el cual pueda ocurrir contacto intencional o no intencional entre **paciente** y partes del **sistema** o entre **paciente** y otras personas tocando partes del **sistema**. Es el volumen que delimita el ambiente en que el diagnóstico médico, monitorización o tratamiento se realiza. Es difícil fijar dimensiones rígidas al ambiente del paciente. En la práctica, una distancia de 2,5 metros arriba del piso en el cual está el personal médico y una distancia horizontal de 1,5 metros se han justificado como indicativas de las dimensiones del **ambiente del paciente** (NBRIEC 60601-1-1 y IEC 60601-1-1). Ver figura abajo:



Exemplo de AMBIENTE DO PACIENTE

Vimos hasta ahora, que un **sistema** es la combinación de ítems de equipos, de los cuales por lo menos uno debe ser equipo electro médico. El HECCUS es el equipo electro médico y el monitor de vídeo es el equipo no-electro médico. Juntos ellos forman el **sistema electro médico HECCUS**.

Un **sistema** debe suministrar:

- dentro del **ambiente del paciente**, un nivel de seguridad comparable al proporcionado por **equipo electro médico** en conformidad con las normas NBR IEC 60601-1 y sus normas particulares relevantes, y

- fuera del **ambiente del paciente**, el nivel de seguridad apropiado para **equipo no-electro médico** en conformidad con otra norma de seguridad IEC o ISO.

El HECCUS es un equipo electro médico en conformidad con las prescripciones de la norma NBR IEC 60601-1 (IEC 60601-1), NBR IEC 60601-1-1 (IEC 60601-1-1), NBR IEC 60601-1-2 (IEC 60601-1-2) y sus normas particulares NBR IEC 60601-2-5 (IEC 60601-2-5) y NBR IEC 60601-2-10 (IEC 60601-2-10).

El monitor de vídeo suministrado con el HECCUS es un equipo no-electro médico en conformidad con las prescripciones de la norma de seguridad IEC 60950-1.

*De esta forma, el sistema electro médico HECCUS, DEBE SER UTILIZADO EN SALA DE USO MÉDICO:*

- HECCUS DENTRO DEL AMBIENTE DEL PACIENTE Y MONITOR DE VÍDEO FUERA DEL AMBIENTE DEL PACIENTE,

- HECCUS Y MONITOR DE VÍDEO FUERA DEL AMBIENTE DEL PACIENTE.

**SI EL USUARIO UTILIZA OTRO MONITOR DE VÍDEO DIFERENTE DEL SUMINISTRADO CON EL HECCUS, DEBERÁ ESTAR DE ACUERDO CON LAS PRESCRIPCIONES DE LA NORMA IEC 60950-1. ESE MONITOR DEBERÁ TENER CERTIFICADO EMITIDO POR LABORATORIO DE ENSAYO CAPACITADO QUE COMPRUEBE LA CONFORMIDAD CON ESA NORMA.**

Informaciones generales:

- El monitor de vídeo posee manual de instrucciones propio. LÉALO CON ATENCIÓN.
- El sistema HECCUS debe ser instalado de modo que el usuario sea capaz de realizar la limpieza necesaria. No usar sustancias volátiles (bencina, alcohol, thinner y solventes en general) para limpiar el gabinete, pues las mismas pueden dañar la terminación. Usar solamente un paño blando, seco y limpio.
- Un enchufe portátil múltiple puede ser un componente separado o una parte integrada al equipo médico o no-médico. El sistema HECCUS posee un enchufe portátil múltiple integrado para conexión del monitor de vídeo (ver la página 52 el ítem 13). Otros tipos de enchufes portátiles múltiples adicionales (ejemplo: cordón de extensiones) no deben ser usados.
- No conectar ítems que no están especificados como parte del sistema.
- Respetar la carga máxima permitida para el enchufe portátil múltiple (400VA).
- El enchufe portátil múltiple integrado al HECCUS debe ser utilizada solamente para suministro de energía al monitor de vídeo.

- El sistema HECCUS está constituido del equipo electro médico HECCUS y sus accesorios (electrodos, transductor, cables para conexión al paciente, cable de fuerza destacable, etc.) y del equipo no-electro médico monitor de vídeo. Para evitar riesgos de seguridad al paciente y operador, NUNCA CONECTAR equipo eléctrico que no se suministre como una parte del sistema al enchufe portátil múltiple integrado al HECCUS.

- Se recomienda al instalador, que el sistema HECCUS sea instalado de manera que le permita al usuario conseguir la utilización más adecuada y realización de todos los procedimientos de limpieza y ajustes recomendados en este manual y/o en el manual del monitor de vídeo.

### **Instrucciones de uso - Encendiendo el HECCUS**

Después de haberlo retirado debidamente de la caja de transporte e instalado la CPU y el Monitor de vídeo del Heccus en los compartimientos del hack, como en la foto de la página 50 de este manual (controles e indicadores), proceder de la siguiente manera:

- Conectar el cable de vídeo del monitor en la conexión salida de vídeo (14) (video out) y el cable de fuerza en la conexión salida AC (13) del equipo HECCUS. Si es necesario, lea con atención el manual de instrucciones que acompaña el monitor de vídeo.
- Conectar el cable de fuerza en la conexión que se enchufará a la red eléctrica (12) del equipo HECCUS y conectar el enchufe de red en el enchufe de fuerza de la red eléctrica. El HECCUS es un equipo monofásico en el cual la selección de tensión de red es automática (120/ 220 volts 50/60 Hz). Por lo tanto, no es necesario preocuparse con la tensión de la red local. El cable de conexión a la red eléctrica es removible y posee blindajes internos a las perturbaciones electromagnéticas. Por lo tanto, el cable de fuerza posee enchufe tripolar con terminal especial de conexión a tierra. De este modo, el local de instalación de los aparatos debe poseer “toma de fuerza con terminal tierra de protección”.
- Conectar el cabezal aplicador (transductor) emisor de ultrasonido y corrientes Aussie en la conexión (4).

4- Encender el equipo HECCUS a través de la llave encender/apagar (1). El indicador luminoso (2) será accionado y después de algunos segundos, la pantalla del monitor de vídeo (3) exhibirá la Pantalla Inicial de Abertura o Pantalla Principal del equipo HECCUS:



**Pantalla Inicial de Abertura o Pantalla Principal**

### **SONOFORESIS TRIDIMENSIONAL –**

En este modo, el cabezal aplicador es parte activa en el tratamiento. El equipo HECCUS permite la selección de:

- 1- Sonoforesis, o sea, solamente emisión a través del cabezal aplicador de ultrasonido de 3,0 MHz.
- 2- Corriente Aussie despolarizada, o sea, solamente emisión a través del cabezal aplicador de corriente Aussie despolarizada (bifásica simétrica).

La corriente Aussie despolarizada se emite de manera tridimensional, o sea, circula entre los tres polos del cabezal. No es necesario el uso de electrodo dispersivo.

- 3- Sonoforesis Tridimensional, o sea, terapia combinada donde existe a través del cabezal aplicador emisión de ultrasonido de 3.0 MHz asociado con corriente de Aussie despolarizada. La corriente Aussie despolarizada se emite de manera tridimensional, o sea, circula entre los tres polos del cabezal. No es necesario el uso de electrodo dispersivo.

### **SONO ELECTRO PORACIÓN –**

En este modo, el cabezal aplicador es parte activa en el tratamiento. El equipo HECCUS permite la selección de:

- 1- Sonoforesis, o sea, solamente emisión a través del cabezal aplicador de ultrasonido de 3,0 MHz.
- 2- Corriente polarizada, o sea, solamente emisión a través del cabezal aplicador de corriente polarizada con selección de la polaridad (positiva o negativa). La corriente polarizada se emite al mismo tiempo en los tres polos del cabezal. Es necesario uso de electrodo dispersivo conectado en el canal 1.
- 3- Sono electro poración, o sea, terapia combinada donde existe a través del cabezal aplicador emisión de ultrasonido de 3.0 MHz asociado con corriente polarizada con selección de la polaridad (positiva o negativa). La corriente polarizada se emite al mismo tiempo en los tres polos del cabezal. Es necesario uso de electrodo dispersivo conectado en el canal 1.

### **CORRIENTE AUSSIE –**

En este modo, la emisión de ultrasonido y corrientes a través del cabezal aplicador será apagada y apenas los canales 1 a 4 estarán habilitados para electroestimulación con emisión de corriente Aussie despolarizada (bifásica simétrica) a través de electrodos conductivos colocados en la piel del paciente. El equipo HECCUS permite la selección de:

- MODO CONTINUADO
- MODO SINCRONIZADO (con rampas: On, Off, Rise y Decay)
- MODO RECÍPROCO (con rampas: On, Off, Rise y Decay)
- MODO SECUENCIAL (con rampas: Rise)

### **CORRIENTE POLARIZADA –**

En este modo, la emisión de ultrasonido y corrientes a través del cabezal aplicador será apagada y apenas los canales 1 a 4 estarán habilitados para electroestimulación en el modo continuo con emisión de corriente polarizada y selección de la polaridad (positiva o negativa) a través de electrodos conductivos colocados en la piel del paciente.

### **INFORMACIONES –**

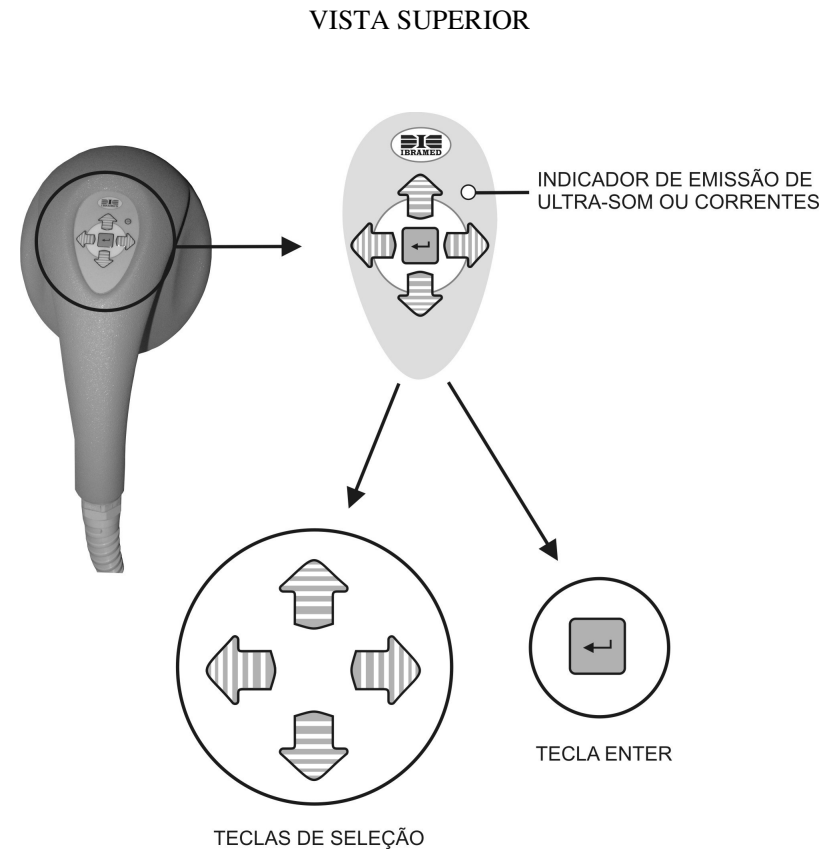
Informaciones generales sobre el equipo HECCUS.

### **APAGAR –**

Para apagar el equipo HECCUS.

En el equipo HECCUS, todos los parámetros se programan por teclado de toque (parte superior del cabezal aplicador) y se indican en monitor de vídeo.

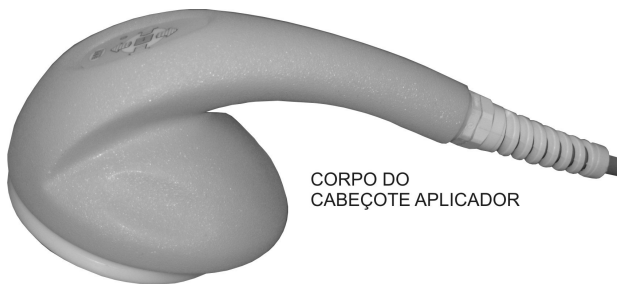
### **DESCRIPCIÓN DEL CABEZAL APLICADOR:**



## VISTA INFERIOR

EMISSORES DE ULTRA-SOM E  
CORRENTES TRIDIMENSIONAIS

## VISTA LATERAL

CORPO DO  
CABEÇOTE APLICADOR

Como ya fue mencionado anteriormente, en el equipo HECCUS, todos los parámetros se programan por teclado de toque (parte superior del cabezal aplicador) y se indican en monitor de vídeo.

## PANTALLA PRINCIPAL:



1- A través de las teclas de SELECCIÓN  seleccione la opción:


**Sonoforesis Tridimensional** o

**Sono Electro Poración** o

**Corriente Aussie** o

**Corriente Polarizada** o

**Informaciones** o **Apagar.**

2- Después de seleccionar una opción, presione la tecla ENTER 

a) Si la selección fue **Sonoforesis Tridimensional**, el monitor de vídeo exhibirá la siguiente pantalla:



Pantalla SONOFORESIS TRIDIMENSIONAL

En esta pantalla, a través de las teclas de SELECCIÓN podrán ser

seleccionados los datos referentes al tratamiento del paciente:

- **Modalidad Terapéutica:** selección manual, celulitis grado 1, celulitis grado 2, celulitis grado 3, grasa localizada, posquirúrgico inmediato, posquirúrgico tardío, drenaje de hematomas, hidrolipoclasia, drenaje linfático, protocolo particular 1, protocolo particular 2, protocolo particular 3, protocolo particular 4, protocolo particular 5.

Todas las modalidades terapéuticas (con excepción de selección manual) tales como, tiempo de aplicación (1 a 30 minutos), modo de emisión del ultrasonido (continuado o pulsado), intensidad de ultrasonido, frecuencia de portadora de la corriente Aussie (1.000Hz o 4.000Hz) y frecuencia de modulación de la corriente Aussie (10Hz a 120Hz) ya están preprogramadas (valores ya definidos por el software del equipo). Para algunas modalidades terapéuticas, es posible seleccionar la capa adiposa. En la selección manual, todos esos parámetros descritos están liberados para que el profesional elija los valores.

Después de elegir una modalidad terapéutica, seleccione **Iniciar** y presione la tecla enter en el cabezal aplicador. Observar ahora que el monitor de vídeo exhibirá la siguiente pantalla:



Todos los parámetros para la modalidad elegida serán exhibidos y el programa estará siendo ejecutado (observar el tiempo de aplicación retrocediendo). Con el cabezal aplicador apoyado en la piel del paciente (ya con gel aplicado), seleccione ahora la intensidad de la corriente Aussie necesaria para el tratamiento.

Al final del tiempo programado, la emisión de ultrasonido y corriente Aussie se apagará, se emitirá una señal sonora y se exhibirá un mensaje en el monitor de vídeo (Aplicación Finalizada) indicando el término del tratamiento.

El ícono **Parar** o **Reiniciar** sirve para interrumpir o reiniciar el tratamiento de acuerdo con la necesidad del profesional. Siempre que el tratamiento haya sido interrumpido a través del ícono Parar, las intensidades de corriente serán “anuladas”. Por tanto al Reiniciar el tratamiento, será necesario seleccionar nuevas intensidades de corriente.

El ícono **Cerrar** sirve para interrumpir el tratamiento y volver a la pantalla anterior.

Obs.: En esta pantalla se exhibe también la temperatura de las faces de aluminio del cabezal aplicador (transductor). Existe dentro del cabezal aplicador un sensor de temperatura que estará verificando y manteniendo constante la temperatura de trabajo del cristal piezo eléctrico y consecuentemente la de la faz de aluminio del transductor, evitando al paciente aquella sensación desagradable de calor excesivo. Este sensor está programado para que la temperatura en el aluminio nunca exceda a 41 grados centígrados. Durante el tratamiento, principalmente cuando la cantidad de gel no es suficiente o el gel de acoplamiento utilizado no es de buena calidad, la temperatura podrá exceder los 41 grados. Cuando esto ocurre, el Heccus para y “congela” el tiempo programado apagando la emisión del ultrasonido. Un mensaje de Temperatura Excesiva será exhibido en la pantalla del monitor de vídeo. El profesional deberá continuar “pasando” el Cabezal aplicador (transductor) como si nada hubiese ocurrido, pues transcurridos algunos segundos la temperatura volverá a ser normal. El equipo automáticamente “descongela” el tiempo retomando la programación original.

Obs.: Es común para probar el aparato, colocar algunas gotas de agua en las faces de aluminio del cabezal aplicador para ver el efecto de nebulización (cavitación del agua). El medio de conducción del ultrasonido emitido en este momento (gotas de agua + aire) es muy precario. Esto ocasionará una rápida elevación de la temperatura para más de 40 grados centígrados. El control de temperatura entra en acción y cortará la emisión del ultrasonido evitando daños a los cristales piezo eléctricos colocados dentro del transductor.

## ATENCIÓN:

1- Como ya ha sido visto anteriormente, dentro del cabezal aplicador (transductor) existe el cristal piezoeléctrico responsable por la generación de las ondas ultrasónicas. Esos cristales tienen una banda de tolerancia de la frecuencia de resonancia. Ejemplo: Un transductor de ultrasonido de 3.0MHz podrá tener una banda de +/- 5% de tolerancia, o sea, podrá estar emitiendo ultrasonido entre 2,85MHz (-5%) y 3,15MHz (+5%). De esta forma el cabezal aplicador (transductor) del HECCUS tiene marcado el “número de transductor” (transducer number). Éste es igual al número de serie del equipo. Esto es importante, pues cada transductor deberá ser conectado con su equipo. **Por tanto no es posible intercambiar transductores (cabezales) diferentes en el mismo equipo. Siempre verificar si el “transducer number” es igual al número de serie del equipo.**

2- Advertimos que el manoseo incorrecto del transductor puede afectar sus características. Por tanto, evite “golpes y choques mecánicos”. Utilice solamente gel conductor de ultrasonido apropiado.

b) Si la selección fue **Sono Electro Poración**, el monitor de vídeo exhibirá la siguiente pantalla:



Pantalla SONO ELECTRO PORACIÓN –

En esta pantalla, a través de las teclas de SELECCIÓN podrán ser



seleccionados los datos referentes al tratamiento del paciente:

- **Modalidad Terapéutica:** selección manual, celulitis grado 1, celulitis grado 2, celulitis grado 3, grasa localizada, posquirúrgico inmediato, posquirúrgico tardío, protocolo particular 1, protocolo particular 2, protocolo particular 3, protocolo particular 4, protocolo particular 5.

Todas las modalidades terapéuticas (con excepción de selección manual) tales como, tiempo de aplicación (1 a 30 minutos), modo de emisión del ultrasonido (continuado o pulsado), intensidad de ultrasonido, frecuencia modulación de la corriente polarizada de media frecuencia (10Hz a 120 Hz) y polaridad de la corriente polarizada (negativa o positiva) ya están preprogramadas (valores ya definidos por el software del equipo). Para algunas modalidades terapéuticas, es posible seleccionar la capa adiposa. En la selección manual, todos esos parámetros descritos están liberados para que el profesional elija los valores.

Después de elegir una modalidad terapéutica, seleccione **Iniciar** y presione la tecla Enter en el cabezal aplicador. Observar ahora que el monitor de vídeo exhibirá la siguiente pantalla:



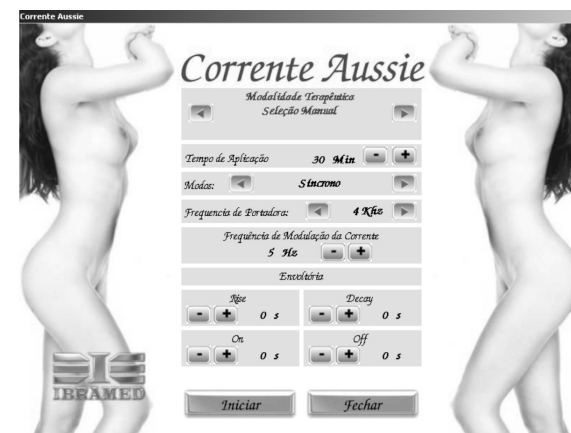
Todos los parámetros para la modalidad elegida serán exhibidos y el programa estará siendo ejecutado (observar el tiempo de aplicación retrocediendo). Con el cabezal aplicador apoyado en la piel del paciente (ya con gel aplicado), y con el electrodo dispersivo conectado en el canal 1 y debidamente situado en el paciente (ya con gel aplicado), seleccione ahora la intensidad de la corriente necesaria para el tratamiento.

Al final del tiempo programado, la emisión de ultrasonido y corriente Aussie se apagará, se emitirá una señal sonora y se exhibirá un mensaje en el monitor de vídeo (Aplicación Finalizada) indicando el término del tratamiento.

El ícono **Parar** o **Reiniciar** sirve para interrumpir o reiniciar el tratamiento de acuerdo con la necesidad del profesional. Siempre que el tratamiento haya sido interrumpido a través del ícono Parar, las intensidades de corriente serán “anuladas”. Por tanto al Reiniciar el tratamiento, será necesario seleccionar nuevas intensidades de corriente.

El ícono **Cerrar** sirve para interrumpir el tratamiento y volver a la pantalla anterior.

c) Si la selección fue **Corriente Aussie**, el monitor de vídeo exhibirá la siguiente pantalla:



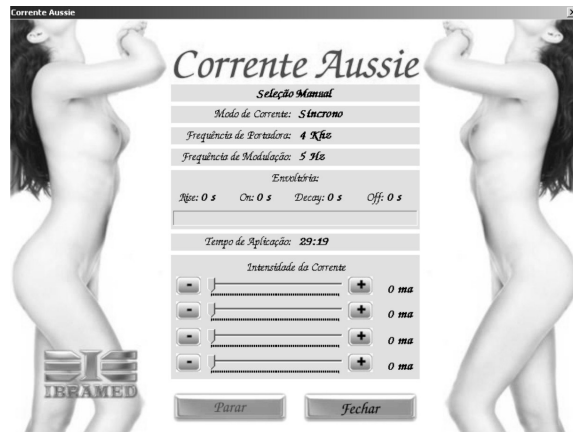
En esta pantalla, a través de las teclas de SELECCIÓN podrán ser

seleccionados los datos referentes al tratamiento del paciente:

- **Modalidad Terapéutica:** selección manual, drenaje linfático, fortalecimiento muscular sedentario 1, fortalecimiento muscular sedentario 2, fortalecimiento muscular sedentario 3, fortalecimiento muscular condicionado 1, fortalecimiento muscular condicionado 2, fortalecimiento muscular condicionado 3, relajamiento muscular leve, relajamiento muscular moderado, drenaje edema agudo, drenaje edema agudo doloroso, drenaje edema crónico, drenaje edema crónico doloroso, protocolo particular 1, protocolo particular 2, protocolo particular 3, protocolo particular 4, protocolo particular 5.

Todas las modalidades terapéuticas (con excepción de selección manual) tales como, tiempo de aplicación (1 a 30 minutos), modo de estimulación (síncrono, secuencial, recíproco o continuado), frecuencia de portadora de la corriente Aussie (1.000Hz o 4.000Hz), frecuencia de modulación de la corriente Aussie (10Hz a 120Hz), envoltoria (rampas: Rise y Decay – 1 a 9 segundos, On – 1 a 30 segundos y Off – 1 a 60 segundos) ya están preprogramadas (valores ya definidos por el software del equipo. En la selección manual, todos esos parámetros descritos están liberados para que el profesional elija los valores.

Después de elegir una modalidad terapéutica, seleccione **Iniciar** y presione la tecla Enter en el cabezal aplicador. Observar ahora que el monitor de vídeo exhibirá la siguiente pantalla:



Todos los parámetros para la modalidad elegida serán exhibidos y el programa estará siendo ejecutado (observar el tiempo de aplicación retrocediendo). Seleccione ahora la intensidad de la corriente Aussie del canal en uso (1, 2, 3 y/o 4) necesaria para el tratamiento.

Al final del tiempo programado, la emisión de la corriente Aussie se apagará, se emitirá una señal sonora y se exhibirá un mensaje en el monitor de vídeo (Aplicación Finalizada) indicando el término del tratamiento.

El ícono **Parar** o **Reiniciar** sirve para interrumpir o reiniciar el tratamiento de acuerdo con la necesidad del profesional. Siempre que el tratamiento haya sido interrumpido a través del ícono Parar, las intensidades de corriente serán “anuladas”. Por tanto al Reiniciar el tratamiento, será necesario seleccionar nuevas intensidades de corriente.

El ícono **Cerrar** sirve para interrumpir el tratamiento y volver a la pantalla anterior.

d) Si la selección fue **Corriente Polarizada**, el monitor de vídeo exhibirá la siguiente pantalla:



En esta pantalla, a través de las teclas de SELECCIÓN podrán ser

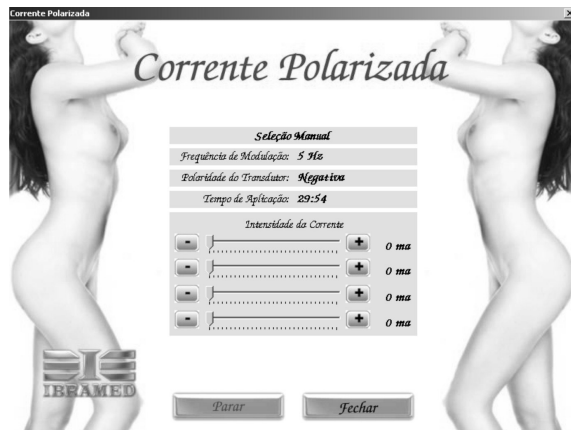


seleccionados los datos referentes al tratamiento del paciente:

- **Modalidad Terapéutica:** selección manual, ionización, protocolo particular 1, protocolo particular 2, protocolo particular 3, protocolo particular 4, protocolo particular 5.

Todas las modalidades terapéuticas (con excepción de selección manual), tales como, tiempo de aplicación (1 a 30 minutos), frecuencia de modulación de la corriente polarizada (10Hz a 120Hz), polaridad de la corriente emitida en el cabezal aplicador (negativa o positiva) ya están preprogramadas (valores ya definidos por el software del equipo). En la selección manual, todos esos parámetros descritos están liberados para que el profesional elija los valores.

Después de elegir una modalidad terapéutica, seleccione **Iniciar** y presione la tecla Enter en el cabezal aplicador. Observar ahora que el monitor de vídeo exhibirá la siguiente pantalla:



Todos los parámetros para la modalidad elegida serán exhibidos y el programa estará siendo ejecutado (observar el tiempo de aplicación retrocediendo). Seleccione ahora la intensidad de la corriente polarizada del canal en uso (1, 2, 3 y/o 4) necesaria para el tratamiento.

Al final del tiempo programado, la emisión de la corriente polarizada se apagará, se emitirá una señal sonora y se exhibirá un mensaje en el monitor de vídeo (Aplicación Finalizada) indicando el término del tratamiento.

El ícono **Parar** o **Reiniciar** sirve para interrumpir o reiniciar el tratamiento de acuerdo con la necesidad del profesional. Siempre que el tratamiento haya sido interrumpido a través del ícono Parar, las intensidades de corriente serán “anuladas”. Por tanto al Reiniciar el tratamiento, será necesario seleccionar nuevas intensidades de corriente.

El ícono **Cerrar** sirve para interrumpir el tratamiento y volver a la pantalla anterior.

e) Si la selección fue **Informaciones**, el monitor de vídeo exhibirá la siguiente pantalla:

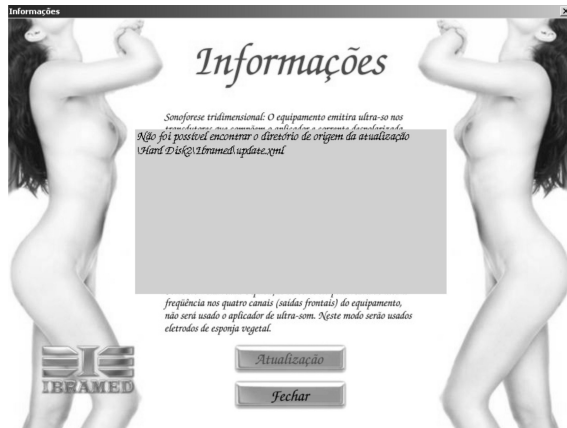


Esa pantalla exhibe un descriptivo resumido de las principales funciones del equipo Heccus y permite acceso a actualizaciones de software.

Existe en esa pantalla el ícono **Actualización**.

A través de las teclas de SELECCIÓN  elija la opción Actualización.

El monitor de vídeo exhibirá la siguiente pantalla:



Observe que apareció una caja con el siguiente texto:

*“No fue posible encontrar el directorio de origen de la actualización\harddisk2\Ibramed\update.xml”.*

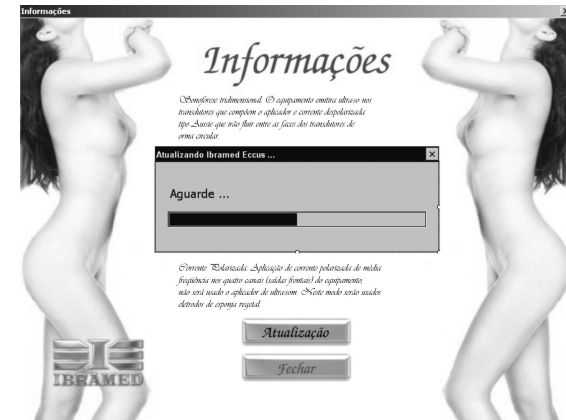
Este mensaje de error fue exhibido, porque un dispositivo para actualización no fue encontrado.

Cuando una actualización de software sea necesaria, será liberada para el propietario del equipo a través de internet. El propietario deberá hacer “download” en la página de IBRAMED y guardar la actualización en un “pen drive”. Ese “pen drive” deberá ser entonces, insertado en la entrada USB (15) localizada en la parte trasera del Heccus.

De este modo, antes de la selección de la opción **Actualización**, el “pen drive” deberá estar insertado en la entrada USB (15) del equipo Heccus.

Seleccione ahora la opción **Actualización**.

El monitor de vídeo exhibirá la siguiente pantalla:



Observe que apareció una caja con el siguiente texto:

“ Por favor, espere...”

“Aplicación Ibramed Heccus...”

“ Archivo de configuración...”

“ Actualización concluida con éxito.”

Después del mensaje “Actualización concluida con éxito” el equipo retorna a la Pantalla Principal y estará actualizado y listo para uso.

**FRECUENCIA DE TRATAMIENTO** - La frecuencia de tratamiento del ultrasonido depende de los factores físicos y de la interacción que se desea producir del ultrasonido con los tejidos. Como ya ha sido visto, los tejidos absorben el ultrasonido, y esta absorción depende de la frecuencia del tratamiento. Para frecuencias bajas la absorción en los tejidos es más baja que para frecuencias más altas.

De 1.0 MHz a 10 MHz esta afinidad es lineal para los tejidos (excepto hueso). Existe entonces una relación entre frecuencia, absorción y profundidad de acción del ultrasonido. La intensidad del ultrasonido de 3.0 MHz será reducida a la mitad después de pasar a través de aproximadamente 16 mm de grasa, o 3 mm de músculo. Pero con el ultrasonido de 1.0 MHz esta intensidad será reducida a la mitad en 48 mm de grasa o 9 mm de músculo.

Es por eso que el ultrasonido de 3.0 MHz se utiliza para estructuras más superficiales, y 1.0 MHz para estructuras más profundas. Esto explica también porque los equipos de ultrasonido de 3.0 MHz se utilizan en celulitis.

**Ultrasonido en CELULITIS:** Hace siglos, el ideal estaba representado por mujeres con exceso de peso y con nítida presencia de celulitis, que sólo el realismo, característica del período Barroco en las artes permitió mostrar. Sin embargo, el ideal de belleza al final del segundo milenio, cambió muchísimo. La presencia de tejido adiposo es poco aceptada y las irregularidades del mismo, la celulitis, es el pavor de las mujeres modernas. La celulitis, sin embargo, el gran villano de la belleza femenina, está presente en 80% de las mujeres occidentales. Cada vez aparece más temprano, alcanzando inclusive jóvenes y adolescentes sin respetar ni siquiera las mujeres delgadas. Los fotógrafos modernos y directores de cine, sucesores de los antiguos pintores realistas, no tienen el mismo ideal estético de aquella época, y caracterizan la belleza femenina de hoy en tipos delgados, atléticos y sin celulitis.

¿Qué es la celulitis? ¿Qué hacer para tratarla y prevenirla?

El tejido grasoso queda debajo de la piel y sobre los músculos. Las células que componen este tejido son la reserva de grasa del organismo.

Cuando se come más de lo que se precisa, ellas aumentan de tamaño como si fuesen globos de goma. Es que el organismo intenta guardar el máximo de comida que es posible, en el propio cuerpo, imaginando que la comida pueda faltar.

En el proceso de aumento de volumen grasoso ocurren alteraciones de la microcirculación, y aumenta el tejido fibroso apareciendo la llamada Celulitis. En la piel se observa entonces la ondulación característica y el aspecto de cáscara de naranja.

La Celulitis recibe varios nombres científicos como: Fibro Edema Geloide, Lipodistrofia Ginoide, Lipodistrofia Edemato Fibroesclerótica o Paniculopatía Fibroesclerótica. Lipodistrofia significa grasa con crecimiento anormal, Ginoide es referencia al sexo femenino, Paniculopatía es enfermedad del tejido grasoso debajo de la piel, Edemato fibroesclerótica significa hinchazón, retracción y endurecimiento. Estos nombres científicos aclaran lo que ocurre con la celulitis, mas son difíciles de usar en la práctica. Todos saben lo que es celulitis y es ese el nombre que vamos a usar. La celulitis es diferente de la grasa, podemos decir que en la mujer existen dos tipos de grasa: la normal y la grasa con celulitis. La celulitis es una alteración del tejido grasoso en la mujer. Es grasa, pero grasa enferma, alterada. Localización de la Celulitis: La celulitis puede localizarse en varias regiones del cuerpo. Existe una predilección por la región glútea, la región lateral del muslo, la faz interna y posterior del muslo, el abdomen, la nuca, la parte posterior y lateral de los brazos y la faz interna de las rodillas, pero en personas predispuestas puede alcanzar inclusive los tobillos.

**Tratamiento de Celulitis con Ultrasonido:** En este caso, el ultrasonido de 3.0 MHz es una fuerte herramienta para producir la despolimerización de los mucopolisacarideos de la sustancia fundamental, a través de su acción tixotrópica sobre geles, o sea, transformación de coloides en estado gel para estado sol. Además, produce aumento de la permeabilidad capilar, mejorando la irrigación sanguínea y linfática, estimulando la reabsorción tisular y desplazamiento de iones.

El uso del ultrasonido en el tratamiento del fibro edema geloide está vinculado a sus efectos fisiológicos asociados a su capacidad de vehiculación de sustancias a través de la piel (fonoforesis). Entre otros efectos, se puede destacar la neovascularización con consecuente aumento de la circulación, reordenación y aumento de la extensibilidad de las fibras colágenas, y mejora de las propiedades mecánicas del tejido. El metabolismo de los tejidos puede ser modificado. También se constató experimentalmente que un acentuado aumento en la permeabilidad de las membranas biológicas y alteraciones en los potenciales de membrana pueden ser producidos. Se constató que la permeabilidad de las membranas biológicas es el principal factor que torna posible la penetración de fármacos en el organismo. Los efectos no térmicos son los principales responsables por la permeabilidad de sustancias.

El tiempo de aplicación y la intensidad de la radiación ultrasónica deben ser mensurados. Como regla general se puede establecer el tiempo de dos minutos para áreas próximas de  $10 \text{ cm}^2$ . La intensidad varía según el efecto deseado y el tejido a ser estimulado, y cuanto mayor sea la intensidad más profunda será su acción. Existe una íntima relación entre el tiempo de aplicación y la intensidad del haz ultrasónico, los cuales son inversamente proporcionales. Para minimizar el riesgo de lesión celular los valores de tiempo de exposición y de la intensidad utilizada deben ser los más bajos posibles, desde que se produzcan los efectos terapéuticos deseados (GUIRRO & GUIRRO, 2001).

**Sugerencia de tratamiento:** Se puede utilizar ultrasonido continuado o pulsado, ambos producen los efectos ya mencionados. Utilizándose ultrasonido continuado, podemos realizar la fonoforesis, que es la administración percutánea de sustancias a través de ultrasonido. Las sustancias más utilizadas para el tratamiento de la celulitis son: mucopolisacaridase o hialuronidase, que actúan en los mucopolisacáridos (glicosaminoglicanas); o centella asiática.

La enzima hialuronidase es la más indicada para realizar la fonoforesis.

La sugerencia es usar gel con aditivos, listos e indicados para ese tratamiento o mezclar el gel de ultrasonido con la enzima hialuronidase en la proporción aproximada de 1 parte de gel para 1 parte de enzima. Se recomienda que la intensidad sea baja, en torno de  $0,5 \text{ W/cm}^2$ . Durante el tratamiento, si el paciente reporta dolor o incomodidad, baje la intensidad progresivamente hasta que el dolor desaparezca.

Debido a los efectos mecánicos/térmicos del ultrasonido, las enzimas se desnaturalizan en torno de  $40^\circ \text{ C}$ . Entonces, considerando que la media de la temperatura corpórea es  $36^\circ \text{ C}$ , la intensidad más recomendada de aplicación debe variar entre  $0,1$  y  $0,3 \text{ W/cm}^2$  lo que elevará la temperatura delante del transductor entre  $0,5$  y  $0,9^\circ \text{ C}$ , con un tiempo de aplicación en torno de 5 a 8 minutos/región.

Ultrasonido en Cirugía Plástica: Toda cirugía produce, en mayor o menor grado, el hematoma, que si no es debidamente tratado puede evolucionar para grados variados de fibrosis. Diversas son las técnicas que auxilian la reabsorción de los hematomas, como el ultrasonido.

La reabsorción del hematoma es de vital importancia en esta primera fase, ya que su evolución puede encaminarse a la formación de fibrosis. Caso el proceso de reparo esté concluido y haya adherencias y fibrosis instaladas, la energía ultrasónica puede ser utilizada como coadyuvante en la disminución de esas secuelas, aumentando la elasticidad del tejido conjuntivo. En estos casos, la energía ultrasónica depositada deberá ser mayor, aumentando el tiempo de aplicación y/o la intensidad.

La utilización del ultrasonido en el posoperatorio inmediato está vinculada directamente al proceso de cicatrización, visto que su eficacia ya está comprobada por innúmeros trabajos,<sup>32,33,34,35</sup> siendo los protocolos más efectivos los iniciados inmediatamente después de la ocurrencia de la lesión, esto es, durante la fase inflamatoria. El objetivo de la utilización precoz de esta modalidad de energía es promover una mejora tanto en la circulación sanguínea como linfática, posibilitando de este modo una mejor nutrición celular. En esta fase también se requiere la disminución del dolor. (GUIRRO & GUIRRO, 2001).

La frecuencia determina la profundidad que el haz ultrasónico puede alcanzar. De este modo, en cirugías localizadas en regiones de poca masa muscular, como las ritidoplastias (también denominadas liftings), las frecuencias mayores son más indicadas.

**CONTRAINDICACIONES:** No utilizar ultrasonido sobre -

- Útero en el embarazo
- Globo ocular
- Áreas de Tromboflebitis
- Dispositivo Electrónico Implantado – se recomienda que un paciente con un dispositivo electrónico implantado (ej.: marcapaso cardíaco) no sea sujeto a la terapia por ultrasonido, a menos que una opinión médica especializada haya sido obtenida anteriormente.
- Corazón
- Cerebro
- Órganos reproductores
- Infecciones agudas
- Áreas tratadas por radioterapia
- Tumores

### Eletro-Estimulação

Esencialmente todas las funciones y actividades del cuerpo involucran alguna forma de electricidad. Cuando se aplica una señal eléctrica sobre el cuerpo humano, utilizando dos placas con diferentes potenciales, pasamos a tener como carga del circuito una impedancia compuesta por dos resistencias, siendo variable de acuerdo con la resistencia impuesta por el revestimiento cutáneo: humedad, temperatura, grasitud, área de la piel que está sometida a la corriente (área del electrodo), espesor de la piel, presencia de pelos, espesor del tejido adiposo, solución de continuidad, distancia entre los electrodos, etc.

El **HECCUS** es un equipo moderno en el sentido que utiliza una forma de corriente diferente de los programas tradicionales de electroestimulación (E.E.) del área de estética, donde las corrientes polarizadas, representadas principalmente por la corriente farádica, ocupaban lugar de destaque.

La inconveniencia de la utilización de las corrientes polarizadas para los programas de E.E. empleados actualmente, está en la capacidad de esas corrientes de causar la polarización bajo los electrodos, debido al flujo iónico irregular.

La forma de pulso farádica es triangular y, como consecuencia de este formato, el ancho del pulso es de mayor duración. Esta mayor duración va a ser responsable, en parte, por la mayor incomodidad promovida por la corriente farádica, ya vez que el umbral de dolor será alcanzado con una menor amplitud del pulso, además por su formato puntiagudo necesitará una alta amplitud de corriente de salida para promover la contracción motriz, es por ese motivo que la sensación de la E.E. por corriente farádica es desagradable.

La estimulación eléctrica neuromuscular E.E es la aplicación de la corriente eléctrica, que busca promover una contracción muscular, tratamiento de la hipotrofia muscular, espasticidad, contracturas y fortalecimiento, además de programas de entrenamiento de atletas, generando un aumento del torque isométrico de hasta 44%, la cual puede presentar incontables protocolos diferentes (PICHON et al., 1995). La E.E ha sido, al lado de la cinesioterapia, uno de los recursos ampliamente utilizados para producir fortalecimiento e hipertrofia muscular, especialmente desde la mitad de los años 70 (NORONHA et al., 1997).

### Programa para Fortalecimiento Muscular

De acuerdo con VILLAR et al. (1997), la estimulación eléctrica es una técnica utilizada para reeducación muscular, retardo de la atrofia, inhibición temporaria de espasticidad, reducción de contracturas y edemas, siendo útil, también, para aumentar la fuerza muscular, en que son reclutadas preferentemente unidades motrices mayores. Muchos autores constataron a través de biopsia muscular, pre y post tratamiento con E.E., la hipertrofia de la fibra muscular.

Hipertrofiar un músculo significa aumentar su poder motor (aumento del número de sarcómeros en paralelo), el diámetro de las fibras musculares individuales y número total de miofibrilas (que entran en el juego de la contracción) y aumentar los mecanismos de nutrición para su mantenimiento (ATP - adenosina trifosfato, PC - fosfato de creatina, glicógeno, etc.). La hipertrofia es el resultado de una actividad muscular vigorosa, contrarresistida.

Así, no hay efecto trófico sobre el músculo si el mismo no realiza trabajo, la electroestimulación debe trabajar contra la resistencia de una carga y con intensidad suficiente para promover contracciones musculares potentes.

La electroestimulación se puede utilizar en forma efectiva para brindar asistencia a los pacientes en ejercicios activos, contra resistidos o simplemente contra la gravedad. Se deberán tomar algunas precauciones para que el músculo no se fatigue en exceso por un programa de electroestimulación muy intenso. El número de contracciones desarrolladas por el músculo deberá ser controlado, la modulación en rampa, (tiempos On, Off, Rise y Decay), la variación de la frecuencia y la intensidad de la corriente son factores que se deben tener en cuenta. De este modo, muchos programas pueden intercalar la E.E. con la contracción muscular voluntaria o inclusive realizarlas concomitantemente. Esos protocolos pueden ser más efectivos para pacientes que necesiten fortalecer grupos musculares específicos, por ejemplo, los músculos abdominales, el músculo vasto medial, etc.

La contracción normal de las fibras musculares esqueléticas es comandada por los nervios motrices. Estos nervios se ramifican dentro del tejido conjuntivo del epimisio, donde cada nervio origina numerosas ramificaciones. Una fibra nerviosa puede inervar una única fibra muscular o entonces ramificarse e inervar hasta 150 o más fibras musculares. En el local de inervación, el nervio pierde su vaina de mielina y forma una dilatación que se coloca dentro de una depresión de la superficie de la fibra muscular. Esa estructura se denomina punto motor o unión mioneural.

Los puntos motrices son las mejores áreas para la estimulación de los músculos esqueléticos. El estímulo umbral para el músculo será menor en estos puntos. Por lo general están localizados en el área donde el nervio penetra en el epimisio.

Como el músculo se puede dividir en unidades motrices, es decir, el conjunto de fibras musculares inervadas por una única fibra nerviosa, el disparo de una única célula nerviosa determina una contracción cuya fuerza es proporcional al número de fibras musculares inervadas por la unidad motriz. Del mismo modo, el número de unidades motrices accionadas y el tamaño de cada unidad motriz controlan la intensidad de la contracción del músculo.

Cuando no se tiene el debido conocimiento de la localización de los puntos motrices, se recomienda la aplicación de la técnica mioenergética, que consiste en la localización de dos electrodos del tipo placa sobre cada extremo del vientre muscular a ser estimulado, de modo tal que la corriente atravesase el músculo en toda su longitud.

Por lo general, los cambios producidos en el músculo por la electroestimulación son semejantes a aquellos producidos por las contracciones voluntarias: hay un aumento del metabolismo muscular, una mayor oxigenación, liberación de metabolitos, dilatación de arteriolas y un resultante aumento de la irrigación sanguínea en el músculo.

La contracción muscular eléctricamente provocada es metabólicamente más desgastante y fatigosa que la contracción muscular generada por la actividad fisiológica voluntaria. La electroestimulación provoca una contracción sincrónica de algunas pocas unidades motrices, mientras que la contracción voluntaria moviliza una población mayor de unidades motrices activas, en baja frecuencia y en forma asincrónica. De esta forma se preconiza el uso de los Trenes de Pulso para retardar el surgimiento de la fatiga muscular, ya que el músculo trabaja en un ciclo de contracción-relajación. La sugerencia para la relación entre la **TON** y la **TOFF** de los trenes de pulso es de 1:2, para que músculos con bajo trofismo no presenten fatiga precozmente.

Otro punto que merece ser destacado son las diferentes frecuencias que están disponibles en el **HECCUS**. En los programas de fortalecimiento muscular por E.E. la elección de la frecuencia es de vital importancia una vez que, se puede obtener la contracción muscular no tetánica con frecuencias inferiores como 10 Hz y la tetánica un poco arriba de este valor. Como resultado, la fuerza total de la contracción aumenta progresivamente con el aumento de la frecuencia de estimulación hasta alcanzar un límite máximo próximo a la frecuencia de 50 Hz. Incluso utilizando frecuencias superiores a 50 Hz no se producirá un aumento adicional de la fuerza de contracción. Durante la contracción tetánica, la tensión muscular desarrollada es cerca de cuatro veces la desarrollada por los estremecimientos musculares únicos.

La frecuencia también interfiere en el umbral sensitivo, siendo que frecuencias mayores desencadenan percepciones menores, una vez que reducen la capacidad de resistencia de la epidermis al paso de la corriente.

Los efectos de la E.E son:

- Facilitación de la contracción muscular: La E.E. podrá ayudar a lograr una contracción muscular voluntaria, inhibida por el dolor o por lesión reciente.
- Reeducción de la acción muscular: El reposo prolongado o el uso incorrecto de una musculatura pueden afectar su funcionalidad.
- Aprendizaje de una acción muscular nueva: Después de trasplante tendinoso o después de cirugías reconstructivas, la E.E. puede auxiliar en el restablecimiento de un nuevo estándar de movimiento muscular.
- Hipertrofia y aumento de la potencia muscular: Su aplicación en intensidades adecuadas aporta en el proceso de hipertrofia y aumento de potencia de un músculo debilitado.
- Aumento de la irrigación sanguínea: La vasodilatación muscular y los reflejos de estimulación sensorial promovidos por la E.E. propician una mejora en la irrigación sanguínea local.
- Aumento del retorno venoso y linfático: La E.E., al promover sucesivas contracciones y relajamientos musculares y actuar sobre los movimientos articulares, favorece el retorno venoso y linfático. Ésta acción es más efectiva si la estimulación se realiza con el segmento corporal a ser tratado en la posición de drenaje linfático, además de una faja de compresión. - Prevención y eliminación de adherencias: Las contracciones musculares eléctricamente provocadas ayudan en la prevención de adherencias post- hemorragias y también a eliminar adherencias músculo-tendinosas ya formadas.

## **ORIENTACIONES Y PRECAUCIONES PARA EL PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO**

- En las primeras sesiones de un programa de E.E., la intensidad de la corriente se deberá elevar lentamente, ya que la E.E. es una experiencia sensorial nueva para la mayoría de los pacientes.
- Para los programas de fortalecimiento muscular que necesitan más de un canal, se debe seleccionar la forma sincrónica de estimulación. Ya en los casos de reeducación funcional se puede optar por la forma secuencial o recíproca, situando los electrodos de forma que desarrollen el movimiento de toda la cadena muscular envuelta, pre-tendiéndose con eso la facilitación del movimiento a través de la contracción de los diferentes grupos musculares.

- El electrodo activo deberá ser situado sobre los puntos motrices del músculo a ser estimulado.

- En la obesidad, una gran capa de grasa puede efectivamente separar el nervio o el punto motor a ser alcanzado por el electrodo de superficie. El resultado será una entrada extremadamente alta a la estimulación, requiriendo una alta intensidad para conseguir el efecto deseado.

- En el caso de diabéticos o de otros pacientes que presentan neuropatías periféricas, la E.E. puede no ser capaz de provocar la respuesta muscular deseada.
- Evitar E.E. sobre un área que haya sido sometida a un tratamiento por corrientes polarizadas, especialmente en el polo positivo, ya que en el ánodo, el potencial aplicado aumenta el potencial de membrana. Esto hace con que la membrana se torne menos permeable al sodio, y de allí resulte una resistencia aumentada a la estimulación por otros medios;
- Evitar la utilización del frío antes de la E.E. dado que LEHMANN et al. (1994) relataron que el enfriamiento puede afectar la conducción nerviosa a través del nervio periférico, tanto sensitivo como motor, así como la transmisión de los impulsos nerviosos a través de la unión mioneural.

## **Programa para Drenaje Linfático**

Las técnicas de drenaje linfático deberán ser realizadas en la forma secuencial, con los electrodos situados en vientre muscular (mioenergética), tronco nervioso (emergencia de raíz nerviosa) o punto motor.

## NOCIONES SOBRE EL SISTEMA LINFÁTICO

**Morfología** - El sistema linfático está compuesto por: 1) un sistema vascular, constituido por un conjunto particular de capilares, vasos colectores y troncos linfáticos; 2) por linfonodos, que sirven como filtros del líquido recolectado por los vasos, y 3) por los órganos linfoides, que incluyen tonsilas, bazo y el timo. El sistema linfático se encarga de recoger, en el interior de los tejidos, el líquido intersticial y reconducirlo al sistema vascular sanguíneo. Cuando el líquido intersticial entra en los capilares linfáticos, recibe la denominación de linfa. La linfa presenta una composición semejante a la del plasma sanguíneo: se compone principalmente de agua, electrolitos y de cantidades variables de proteínas plasmáticas que escapan de la sangre a través de los capilares sanguíneos. La linfa difiere de la sangre principalmente por la ausencia de células sanguíneas. El sistema vascular linfático posee vasos superficiales y profundos. Según MACHADO (1970), los vasos colectores linfáticos subfasciales (profundos) son menos numerosos que los superficiales, y más numerosos, sin embargo, que los vasos sanguíneos a los cuales generalmente acompañan. Los vasos profundos generalmente siguen las venas profundas, que por lo general van con las arterias. Los vasos superficiales pasan a través de la fascia superficial y los linfonodos relacionados son encontrados por lo general donde las grandes venas superficiales se anastomosan con las profundas.

Los capilares se presentan con fondo ciego, es decir, son cerrados y sus extremidades ligeramente dilatadas bajo la forma de pequeños bulbos, siendo encontrados por lo general en la mayoría de las áreas donde están situados los capilares sanguíneos. Por lo tanto, el sistema linfático es un sistema de sentido único, es decir, el mismo solamente retorna el líquido intersticial hacia la corriente circulatoria, y de esta forma previene la formación de edema. Los capilares linfáticos están compuestos por un cilindro de células endoteliales que se unen al tejido conjuntivo intercelular a través de los filamentos de protección. Sin embargo, no existen conexiones entre las células endoteliales que forman la pared del capilar, las mismas se superponen en escamas.

Este arreglo forma una válvula funcional de sentido único. La presión del líquido intersticial fuera de los capilares linfáticos empuja las márgenes de las células endoteliales hacia adentro, permitiendo que el líquido penetre en los capilares. Una vez en el interior de los capilares, ese líquido no puede volver a los espacios debido a la presión en el interior de los capilares, que obliga a los bordes de las células endoteliales a unirse, cerrando la válvula. Debido a ese arreglo estructural, los capilares linfáticos son más permeables que la mayoría de los capilares sanguíneos.

Los vasos linfáticos poseen una gran capacidad de reparación y de formación de nuevos vasos post daños. Los nuevos vasos son formados en un primer momento como sólidos brotes celulares producidos por división mitótica de las células endoteliales de los vasos que permanecen, tornándose los brotes posteriormente canalizados.

El linfangion se caracteriza como parte de un vaso precolector o colector linfático, situado entre dos válvulas, dotadas de una terminación nerviosa propia, y con automatismo propio (LEDUC, 2000).

El flujo de la linfa es relativamente lento: aproximadamente tres litros de linfa penetran en el sistema cardiovascular en 24 horas. Ese flujo es lento porque, al contrario del sistema cardiovascular, el sistema linfático no posee un órgano central bombeador, siendo por lo tanto dependiente de fuerzas externas al organismo, tales como la gravedad, los movimientos pasivos, la electroestimulación o el masaje, además de las fuerzas internas tales como la contracción muscular, la pulsación de las arterias próximas a los vasos, el peristaltismo visceral y los movimientos respiratorios.

La linfa absorbida en los capilares linfáticos es transportada para los vasos precolectores y colectores. Pasa a través de varios linfonodos, siendo ahí filtrada y recolocada en la circulación hasta alcanzar los vasos sanguíneos. En el miembro superior tanto los vasos linfáticos superficiales como los profundos alcanzan los linfonodos axilares. En el miembro inferior los vasos superficiales y profundos fluyen hacia los linfonodos inguinales.

Dentro del contexto edema linfático, la E.E. es uno de los recursos de gran ayuda para el profesional. El objeto básico de la E.E. es drenar el exceso de fluido acumulado en los espacios intersticiales, para mantener el equilibrio de las presiones tisulares e hidrostática.

En el caso de la patología estética fibroedema geloide (erróneamente denominada celulitis), existe un cuadro de dificultad para el retorno venoso y linfático, ocasionado por el aumento de la presión de la substancia fundamental amorfa, polimerizada sobre los vasos. Por lo tanto la E.E. en el fibroedema geloide será de gran utilidad bajo dos aspectos: incremento en el retorno sanguíneo y linfático, y en el fortalecimiento muscular del segmento en cuestión, auxiliando en el tratamiento de esa afección.

#### **ORIENTACIONES Y PRECAUCIONES DE DRENAJE POR E.E.**

- Los mejores resultados se obtienen a través de la asociación de la E.E. con la posición del segmento corporal en cuestión elevado (posición de drenaje);
- El sentido de la estimulación deberá ser siempre de distal hacia proximal, acompañando el flujo de la circulación linfática y venosa;
- Otro recurso que se puede asociar al secuencial es el enfajado compresivo, siendo que su intensidad de compresión es mayor en la porción distal del segmento a ser tratado. Los electrodos en este caso se fijan bajo la banda;
- Al contrario del programa de fortalecimiento muscular, aquí los electrodos se deben situar de tal forma que no se contraigan músculos específicos, sino grupos musculares que ejerzan la función de bomba, preferentemente en el sentido de distal hacia proximal;
- Se recomienda que los electrodos sean dispuestos en el trayecto del nervio que se relaciona con los músculos a ser estimulados.

- La electroestimulación, en la FEG, además de ayudar en el drenaje del área acometida ejerce una valiosa acción sobre la hipotonía muscular, que con raras excepciones, no está asociada al FEG.

**CORRIENTE POLARIZADA** - La corriente polarizada, definida como aquella en que el movimiento de las cargas de misma señal se desplazan en el mismo sentido, con una intensidad fija. La aplicación de la corriente polarizada es llamada de iontoforesis (ionización).

Los tejidos biológicos presentan una gran cantidad de iones positivos y negativos disueltos en los líquidos corporales, los cuales pueden ser colocados en movimiento ordenado por un campo eléctrico polarizado, aplicado a la superficie de la piel. Este movimiento de los iones dentro de los tejidos tiene importantes consecuencias, en primer lugar, físicas y consecuentemente químicas, pudiendo ser agrupadas en las siguientes categorías:

- Efectos electroquímicos
- Efectos osmóticos
- Modificaciones vasomotrices
- Alteraciones en la excitabilidad

Al lado de esos efectos polares de transferencia iónica, durante la galvanización ocurrirán otros efectos denominados interpolares:

- Electroforesis
- Electrosmosis
- Vasodilatación de la piel
- Electrotono

Electroforesis - Según DUMOULIN (1980), es la migración, bajo la influencia de la corriente continua, de soluciones coloidales, células de sangre, bacterias y otras células simples, fenómeno que ocurre por absorción u oposición de iones.

Electrosmosis - Bajo la influencia de la carga eléctrica adquirida por las estructuras membranosas, se produce una modificación del agua contenida en los tejidos.

Vasodilatación de la piel - Todas las reacciones químicas, y alteraciones de enlaces que ocurren en presencia de la corriente polarizada, liberan energía y alteran la temperatura local.

Electrotono o potencial electrónico: son las modificaciones eléctricas locales, producidas por la corriente eléctrica, en el potencial de reposo de las membranas celulares.

Al iniciarse la aplicación, el paciente relatará una pequeña sensación de hormigueo. Con el aumento gradual de la intensidad, la sensación se transforma en hormigueo más pronunciado, puntadas, ardor y dolor.

La corriente polarizada, al pasar por el tejido, transfiere iones de un polo al otro. Hay una disociación electrolítica del cloruro de sodio (NaCl) tisular, en cationes sodio (Na) y aniones cloruro (Cl). El anion cloro, como portador de carga negativa, migrará hacia el polo positivo del electrodo, perdiendo su carga eléctrica negativa y de esa forma reaccionando y transformándose en cloro molecular (Cl<sub>2</sub>). Lo mismo ocurre con el sodio, que al migrar hacia el polo negativo perderá su electrón, reaccionando y transformándose en sodio metálico (Na).

La hiperemia se activa debido a la acción de la corriente polarizada sobre los nervios vasomotrices, pronunciándose en forma más significativa en el polo negativo. Los nervios vasomotrices permanecen hipersensibilizados por mucho tiempo. La hiperemia llega también a las estructuras más profundas, por acción refleja. Con ello ocurre un aumento de la irrigación sanguínea, causando mayor nutrición de los tejidos profundos (subcutáneo, fascias y músculos superficiales). Resultante de la hiperemia, se produce una mayor oxigenación, aumento del metabolismo, aumento de las sustancias metabolizadas.

La presencia de los metabolitos produce reflejamente vasodilatación de las arteríolas y capilares, lo que lleva a un aumento del flujo sanguíneo, mayor cantidad de sustancias nutritivas, más leucocitos y anticuerpos, facilitando la reparación del área.

#### ORIENTACIONES PARA UTILIZACIÓN DE LA CORRIENTE POLARIZADA

- Los experimentos han demostrado que las bajas intensidades son más efectivas como fuerza direccional que las altas intensidades de corriente;
- La intensidad de la corriente no debe exceder 0,1 mA/cm<sup>2</sup> de área de electrodo activo;
- Comúnmente, el electrodo negativo deberá ser de mayor tamaño, por ser más irritante que el positivo;
- Existe la necesidad de un buen acoplamiento entre los electrodos y la piel, y una buena humidificación de las almohadas para que disminuya la resistencia y evitar quemaduras;
- Para las corrientes polarizadas se deberán utilizar electrodos metálicos, preferentemente de aluminio;
- Soluciones de continuidad (heridas, ulceraciones etc.) pueden concentrar flujo iónico y causar quemaduras;
- Después de las ionizaciones, las almohadas deben ser lavadas, para remover los residuos químicos utilizados;
- No hay ninguna ventaja en utilizar solución con concentración superior a la indicada por el fabricante.

#### OBSERVACIONES IMPORTANTES SOBRE EL EQUIPO

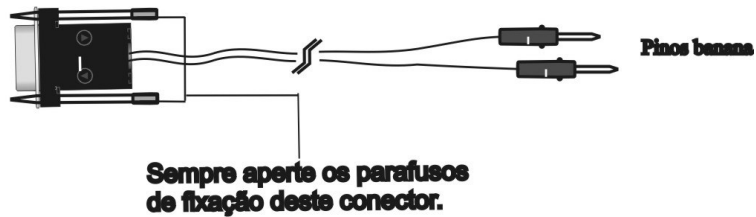
1 – Cuando el modo seleccionado sea Corriente Aussie Sincrono, secuencial o recíproco los LEDs (luces indicadoras) de cada canal en uso “parpadearán” de acuerdo con el tiempo Rise, On, Decay y Off elegido (on- Led indicador totalmente “encendido”, off- Led indicador “totalmente apagado”). ***Sugerimos aumentar la intensidad de los canales solamente cuando estos LEDs indicadores estén “totalmente encendidos” (máxima contracción).***

2 – Una vez presionado el ícono INICIAR, no será posible alterar ningún parámetro, solamente las intensidades. Para ello, se deberá interrumpir el tratamiento utilizando el ícono CERRAR y reiniciar una nueva programación.

3 - EL HECCUS posee 4 juegos (cada uno con 2 cables) de cables para corriente AUSSIE y 4 juegos de cables (cada uno con 2 cables) para corriente Polarizada y un juego (con un cable) de cable para el electrodo dispersivo utilizado en Sono electro Poración.

Los cables utilizados en CORRIENTE AUSSIE tiene **pines** en las puntas, como el dibujo siguiente:

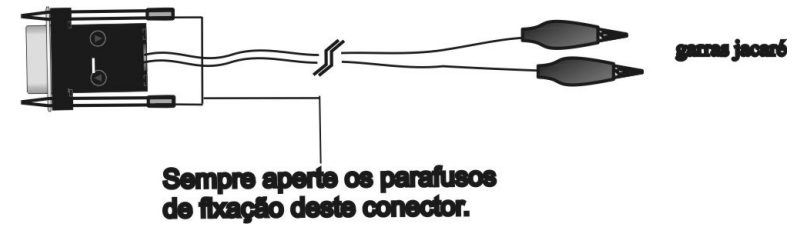
**Conector de fixação do cabo dos eletrodos.**



Obs.: Éstos 4 juegos con pines en las puntas fueron realizados para ser utilizados del canal 1 al canal 4 (de acuerdo con los colores en el tablero del equipo), y, solamente para corriente AUSSIE.

Los cables utilizados en CORRIENTE POLARIZADA tienen **garras** (roja y negra) en las puntas, como el dibujo siguiente:

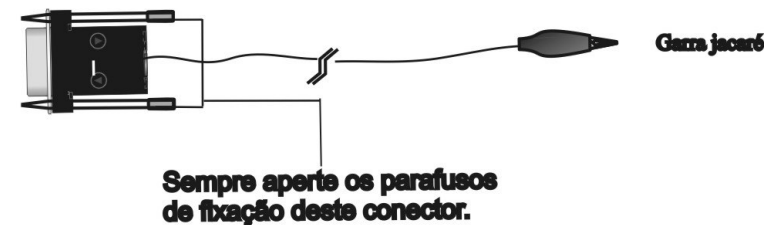
**Conector de fixação do cabo dos eletrodos.**



Obs.: Éstos 4 juegos con pines en las puntas fueron realizados para ser utilizados del canal 1 al canal 4 (de acuerdo con los colores en el tablero del equipo), y, solamente para corriente POLARIZADA.

4- El juego (con un cable negro con garra) es utilizado solamente en SONO ELECTRO PORACIÓN para el electrodo dispersivo y debe ser conectado en el canal 1.

**Conector de fixação do cabo dos eletrodos.**



5- Atención, si se coloca el cable equivocado, es decir, el cable que no es el correcto para ese tipo de corriente, no habrá salida del canal utilizado.

UTILIZAR SIEMPRE EL CABLE CORRECTO Y DE ACUERDO CON EL TIPO DE CORRIENTE seleccionada en el aparato Y NECESARIO PARA EL TRATAMIENTO.

**OBS.: Sugerimos que los procedimientos de preparación del paciente y colocación de los electrodos se realicen antes de encender y programar el aparato.**

Recordatorio (texto transcripto de la Performance esencial): La técnica utilizada en el tratamiento es no invasiva, sin efectos sistémicos, no causa dependencia y no tiene efectos colaterales indeseables. La intensidad de corriente necesaria para el tratamiento depende de la sensación del paciente. De ese modo, se deberá iniciar el tratamiento con niveles de intensidad mínimos (muy bajos), aumentándose cuidadosamente hasta conseguir los efectos adecuados al procedimiento y de acuerdo con el reporte del paciente.

## ELECTRODOS - RECOMENDACIONES

El HECCUS permite estimulación neuromuscular transcutánea a través de electrodos especiales que son suministrados con el equipo.

El tamaño (área en  $\text{cm}^2$ ) de los electrodos utilizados en la electroestimulación es muy importante;

- Recomendamos usar solamente los electrodos que se suministran como accesorios de este equipo. El método de aplicación de estos electrodos es muy sencillo. Por lo general, los electrodos utilizados se acomodan perfectamente en varias partes del cuerpo causando un efecto profundo en los tejidos y un tratamiento confortable al paciente.
- Si el usuario desea utilizar otro tipo de electrodo, recomendamos siempre los de mayor tamaño que los suministrados como accesorio.
- Los electrodos cuyo tamaño sea inferior a aquellos suministrados como accesorios, podrán causar irritaciones y quemaduras en la piel. Si es necesaria la utilización de estos electrodos menores, recomendamos que la densidad de corriente no exceda 2 mA eficaces/ $\text{cm}^2$ . En caso de ser necesario exceder estos valores, el usuario deberá estar atento a posibles efectos perjudiciales (NBR IEC 60601-2-10).

- Los valores máximos de corriente de salida hacia el paciente, suministrados por este equipo, no exceden el límite de densidad de corriente especificado por la norma NBR IEC 60601-2-10. De ese modo, con los electrodos recomendados, el equipo puede ser operado con la salida al máximo, en caso de ser necesario.
- Algunos productos químicos (gel, cremas, etc) podrán causar daños a los electrodos, reduciendo su vida útil. Utilizar siempre el gel suministrado como accesorio.
- Después de usar los electrodos, limpiarlos con agua corriente. Siempre limpiar los electrodos antes de guardarlos.

**Atención: La aplicación de los electrodos próximos al tórax puede aumentar el riesgo de fibrilación cardíaca.**

## BIOCOMPATIBILIDAD de los materiales en contacto con el paciente (ISO 10993-1):

IBRAMED declara que los electrodos, transductor de ultrasonido y gel de acoplamiento suministrado con el equipo no ocasionan reacciones alérgicas. El transductor y el gel solamente se deberán colocar en contacto con la superficie intacta de la piel, respetándose un tiempo límite de duración de este contacto de 24 horas. No existe riesgo de efectos perjudiciales a las células, ni reacciones alérgicas o de sensibilidad. El gel y el transductor (material que es construido) no ocasionan irritación potencial en la piel.

**Protección ambiental:** IBRAMED declara que no existen riesgos o técnicas especiales asociadas con la eliminación de este equipo y accesorios al final de sus vidas útiles.

**Durabilidad de los electrodos de goma de silicona:** Es normal el desgaste debido al tiempo de utilización de los electrodos de silicona. Un electrodo destruido perderá la homogeneidad de la conducción a la corriente eléctrica, dando la sensación de que el aparato está débil. Podrá aún ocurrir la formación de puntos de conducción eléctrica, donde la densidad de corriente será muy alta, pudiendo causarle una sensación incómoda al paciente. Reemplazar los electrodos de silicona como máximo cada seis meses, aunque no sea utilizado, o incluso mensualmente en caso de uso intenso. Cuando aparezcan fisuras, el electrodo deberá ser reemplazado de inmediato.

## LIMPIEZA DEL CABEZAL APLICADOR (TRANSDUCTOR) y ELECTRODOS PARA ELECTROESTIMULACIÓN

Después de usar el cabezal aplicador o electrodos para estimulación eléctrica, límpielos con agua corriente. Siempre limpie y proteja el transductor antes de guardarlo.

## MANTENIMIENTO

Sugerimos que el usuario realice una inspección y mantenimiento preventivo en IBRAMED o en los puestos autorizados técnicos cada 12 meses de utilización del equipo. Como fabricante, IBRAMED se responsabiliza por las características técnicas y seguridad del equipo solamente en los casos donde la unidad fue utilizada de acuerdo con las instrucciones de uso contenidas en el manual del propietario, donde mantenimiento, reparaciones y modificaciones hayan sido efectuadas por la fábrica o agentes expresamente autorizados; y donde los componentes que puedan causar riesgos de seguridad y funcionamiento del aparato hayan sido reemplazados en caso de avería, por repuestos originales. *En caso de ser solicitado, IBRAMED podrá colocar a disposición la documentación técnica (esquemas de los circuitos, lista de piezas y componentes, etc.) necesaria para eventuales reparaciones del equipo.* Esto, sin embargo, no implica una autorización de reparación. No asumimos ninguna responsabilidad por reparaciones efectuadas sin nuestra explícita autorización por escrito.

Sugerimos también que sea hecho un mantenimiento preventivo del transductor. Lea en este manual la página 46 – *Transductores de Ultrasonido*”.

**GARANTÍA** - IBRAMED Indústria Brasileira de Equipamentos Médicos Ltda., aquí identificada ante el consumidor por la dirección y teléfono: rua Milão, 50 Jd. Itália – Amparo SP; teléfono (19) 38179633, garantiza el HECCUS por el período de dieciocho (18) meses, excepto monitor de vídeo suministrado como accesorio cuya garantía es de doce (12) meses, observadas las condiciones del término de garantía anexo a la documentación de este aparato.

**ASISTENCIA TÉCNICA** ¡Ante cualquier duda o problema de funcionamiento de su equipo, entrar en contacto con nuestro departamento técnico!

## Término de garantía

1-) Su producto IBRAMED está garantizado contra defectos de fabricación, si se consideran las condiciones establecidas por este manual, por 18 meses corridos.

2-) El período de garantía será contado a partir de la fecha de la compra por el primer adquirente consumidor, aunque el producto sea transferido a terceros. Comprenderá el reemplazo de piezas o mano de obra en la reparación de defectos debidamente constatados como siendo de fabricación.

3-) La atención en garantía será realizado **EXCLUSIVAMENTE** por puntos de venta IBRAMED, por la misma IBRAMED u otro específicamente designado por escrito por el fabricante.

4-) LA GARANTÍA NO ABARCARÁ LOS DAÑOS SUFRIDOS POR EL PRODUCTO COMO CONSECUENCIA DE:

El producto no sea utilizado exclusivamente para uso médico.

En la instalación o uso no se observen las especificaciones y recomendaciones de este Manual.

Accidentes o agentes de la naturaleza, conexión a sistema eléctrico con voltaje impropio y/o sujeto a oscilaciones excesivas o sobrecargas.

El aparato haya recibido maltratos, descuido o aún sufrir alteraciones, modificaciones o reparaciones realizadas por personas o entidades no acreditadas por IBRAMED. En caso de remoción o adulteración del número de serie del aparato.

Accidentes de transporte.

5-) La garantía legal no cubre: los gastos con la instalación del producto, transporte del producto hasta la fábrica o punto de venta, los gastos con mano de obra, materiales, piezas y adaptaciones necesarias para la preparación del local para la instalación del aparato, tales como red eléctrica, mampostería, red hidráulica, puesta a tierra, así como sus adaptaciones. La garantía tampoco cubre piezas sujetas al desgaste natural, tales como botones de mando, teclas de control, tiradores y piezas móviles, cable de alimentación, cables de conexión al paciente, cable del transductor, electrodos de goma de silicona conductora, electrodos para diatermia, electrodos de vidrio para microdermoabrasión, pilas y baterías de 9 voltios, cabezal aplicador/ transductor ultrasónico (cuando constatado el uso indebido o caída del mismo), gabinetes de los aparatos.

6-) Ningún punto de venta está autorizado a cambiar las condiciones aquí mencionadas o asumir compromisos en nombre de IBRAMED.

**Aparelho :**  
**Número de série :**  
**Registro Anvisa (M.S.) :**

**Data de fabricação :**

**Prazo de validade : 5 anos**

**Engenheiro responsável : Alexandre Pio Gon**

**CREA - 0685098583**



## LOCALIZACIÓN DE DEFECTOS

Lo que en un primer momento puede parecer un problema no siempre es realmente un defecto. Por lo tanto, antes de solicitar asistencia técnica, se deberán verificar los ítems que se describen en la

tabla siguiente.

| Problemas  | Solución  |
|--|---|
| El aparato no se enciende 1.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>¿El cable de alimentación está debidamente conectado?<br/>En caso contrario, es necesario conectarlo. Verificar también el enchufe en la pared.</li> </ul>   |
| El aparato no se enciende 2.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Ha verificado usted el fusible de protección?<br/>Verificar si no hay mal contacto. Verificar también si el valor está correcto, tal como indicado en el manual de operación.</li> </ul>                                      |
| El aparato esta encendido pero no emite corriente hacia el paciente 1.             | <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Ha seguido usted correctamente las recomendaciones e instrucciones del manual de operación?<br/>Verificar y rehacer los pasos indicados en el ítem sobre <i>controles, indicadores e instrucciones de uso</i>.</li> </ul>     |
| El aparato esta encendido pero no emite corriente hacia el paciente 2.             | <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Ha verificado usted los transductores y los cables de conexión al paciente?<br/>Verificar si el enchufe del cable está debidamente colocado en el aparato.</li> </ul>   |
| El aparato no se enciende y/o está funcionando pero parece que lo hace débilmente. | <ul style="list-style-type: none"> <li>¿La llave de conmutación 110/220v está correctamente ajustada para la red local?<br/>Algunos equipos IBRAMED utilizan esta llave, otros no. Verificar y en caso de ser necesario, ajustar adecuadamente esta llave.</li> </ul> |

**PUNTOS DE VENTA**

100

101

| <i>ESTADO</i>  | <i>CIUDAD</i> | <i>EMPRESA</i>        | <i>TELÉFONO</i> |
|----------------|---------------|-----------------------|-----------------|
| Ceará          | Fortaleza     | Escossia e Pita Ltda  | (85) 3258 0777  |
| Mato Grosso    | C.Grande      | SóFisio               | (67) 3025 6872  |
| Minas Gerais   | BH            | FisioEletro           | (31) 3241 2978  |
| Paraná         | Sta. Tereza   | ISP Venda Nacional    | 0800 7070 010   |
| Paraná         | Curitiba      | ISP                   | (45) 3322 8315  |
| Rio de Janeiro | R Janeiro     | HB Fisioterapia Ltda  | (21) 2295 6811  |
| Rio de Janeiro | R Janeiro     | HB Fisio e Estética   | (21) 2432 8970  |
| Rio de Janeiro | R Janeiro     | ISP                   | (21) 2142 7100  |
| Rio Grande Sul | Port Alegre   | ProFisiomed Ltda      | (51) 3217 4439  |
| São Paulo      | Mogi Guaçu    | AP Nucci Comercial    | (19) 8125 7977  |
| São Paulo      | Piracicaba    | CSBM                  | (19) 3422 1066  |
| São Paulo      | São Paulo     | Ello'A Representações | (11) 5587 3592  |
| São Paulo      | São Paulo     | ISP                   | (11) 2161 7200  |
| São Paulo      | São Paulo     | Casa da Estética Ltda | (11) 3864 4659  |
| São Paulo      | Santos        | Presmam Ltda          | (13) 3234 7666  |
| São Paulo      | São Paulo     | Carci Ind.Com Ltda    | (11) 3346 2100  |
| São Paulo      | Araçatuba     | Med Ata               | (18) 624 1954   |
| São Paulo      | Amparo        | IBRAMED               | (19) 3817 9633  |

**Sistema HECCUS  
Accesorios que acompañan el aparato**

Caja CPU HECCUS:

- 01 cabezal aplicador (transductor tripolar):

Frecuencia de cada transductor: 3.0 MHz (+/-10%)  
ERA de cada tranductor: 6 cm<sup>2</sup> (+/-20%), BNR < 8:1  
ERA total del cabezal aplicador: 18 cm<sup>2</sup>

Caja HECCUS RACK:

- 01 rack  
- 01 monitor de 15" certificado IEC 60950-1  
- caja HECCUS ACCESORIOS

Caja HECCUS ACCESORIOS

- 01 soporte para cabezal aplicador  
- 01 tubo de Gel (1 Kg)  
- 01 cable de fuerza removible  
- 04 cables (cada uno con 2 cables y pines en las puntas) de conexión al paciente p/ Corriente Aussie (canal 1 a 4)  
- 04 cables (cada uno con 2 cables y garras roja y negra en las puntas) de conexión al paciente p/ Corriente Polarizada (canal 1 a 4)  
- 01 cable para electrodo dispersivo (con 1 cable negro y garra negra en la punta) de conexión al paciente p/ Sono Electro Poración  
- 04 electrodos pad azul de goma de silicona 75 mm  
- 04 electrodos pad verde de goma de silicona 75 mm  
- 04 pares de electrodo de aluminio-esponja vegetal 80 x 100 mm  
- 01 toalla de rostro  
- 01 toalla de cuerpo  
- 01 funda para monitor  
- 01 CD manual de operación  
- 02 fusibles 10A de protección excedentes

*El uso de cables, transductores y otros accesorios diferentes de aquellos especificados anteriormente, pueden dar como resultado un aumento de las emisiones o disminución de la inmunidad del equipo.*

**Equipo electro médico HECCUS – Características técnicas**

Alimentación: -----selección automática 120/220 V~ (50/60 Hz)

Potencia de entrada (consumo máx.)-----1KVA

Carga máxima del enchufe portátil múltiple-----400VA

Equipo de:

El HECCUS es un equipo monofásico proyectado para uso en *modo continuo de operación, Clase I con parte aplicada de tipo BF de seguridad y protección contra descarga eléctrica*. El equipo está protegido contra goteo de agua (clasificación IPX1). *Inadecuado para uso en presencia de anestésicos inflamables. En lo que se refiere a los límites para perturbación electromagnética, el HECCUS es un equipo electromédico que pertenece al Grupo 1 Clase A.*

Frecuencia de trabajo do ultrasonido:

Tres transductores con frecuencia de 3.0 MHz (+/- 10%) cada uno.

Modo de Emisión del Ultrasonido:

- Continuo: forma de onda senoidal en la frecuencia de 3.0 MHz
- Pulsado: portadora con forma de onda senoidal en la frecuencia de trabajo del ultrasonido modulada por onda cuadrada con las siguientes características:

*Pulsado 50%:*

Emisión de ultrasonido pulsado con frecuencia de repetición del pulso de 100 Hz. Índice de modulación de 100% con ciclos de duración del pulso de 5,0 ms on / 5,0 ms off (relación de 1/2).

*Pulsado 20%:*

Emisión de ultrasonido pulsado con frecuencia de repetición del pulso de 100 Hz. Índice de modulación de 100% con ciclos de duración del pulso de 2,0 ms on / 8,0 ms off (relación de 1/5).

Potencia efectiva de ultrasonido:

Modo continuado-----1,8 a 54 W  
 Modo pulsado 100Hz (1/2)----- 1,8 a 54 W  
 Modo pulsado 100Hz (1/5)----- 1,8 a 54 W

Intensidad efectiva de ultrasonido:

Modo continuado-----0,1 a 3,0 W/ cm<sup>2</sup>  
 Modo pulsado 100Hz (1/5)-----0,1 a 3,0 W/cm<sup>2</sup>

Precisión de los valores indicados:

ERA (área efectiva de radiación)--- 20%  
 Intensidad de potencia--- 20%  
 Frecuencia acústica de trabajo (3.0 MHz)---10%  
 BNR (no uniformidad del haz) ---30%  
 Duración de pulso, frecuencia de repetición del pulso ---5%

Canales de salida para electroestimulación:

04 canales independientes en amplitud

Banda de Amplitud (mA pico a pico):

*Corriente AUSSIE*-----0 a 120 mA  
*Corriente Polarizada*-----0 a 30 mA

Forma de Pulso:

*Corriente AUSSIE* - cuadrada bifásica simétrica (despolarizado) modulada en burst.

*Corriente Polarizada* - cuadrada monofásica (polarizada) modulada en burst.

Frecuencia de repetición del pulso (R):

*Corriente AUSSIE*:- portadora de 1.000 Hz o 4.000 Hz, modulada (burst) por baja frecuencia con posibilidad de elección de 10 a 120 Hz.

*Corriente Polarizada*:-portadora de 4.000 Hz modulada (burst) por baja frecuencia con posibilidad de elección de 10 a 120 Hz.

Duración (ancho - T) de un único Pulso de la corriente AUSSIE al

50% de la amplitud máxima-----125 useg

Duración (ancho - T) de un único Pulso de la corriente Polarizada al

50% de la amplitud máxima-----125 useg

Duración (ancho - T) de un único BURST de la corriente AUSSIE al

50% de la amplitud máxima-----4 useg

Duración (ancho - T) de un único BURST de la corriente AUSSIE (1000 Hz) al 50% de la amplitud máxima-----2 useg

On Time:-----variable de 1 a 30 segundos

Off Time:-----variable de 1 a 60 segundos

RISE (tiempo de Ascenso del Tren de Pulso)-----variable de 1 a 9 s.

DECAY (tiempo de Bajada del Tren de Pulso)---variable de 1 a 9 s.

Timer:-----variable de 1 a 60 minutos

Dimensiones CPU HECCUS (aprox. en mm):

400 x 410 x 130 (L x P x A)

Dimensiones RACK HECCUS (aprox. en mm):

448 x 520 x 935 (L x P x A)

Peso CPU HECCUS (con accesorios):

8,5 Kg

Apilado máximo:-----5 cajas

Temperatura para transporte -----5 a 50C

Temperatura ambiente de trabajo-----5 a 45<sup>0</sup> C P

**Los valores de las duraciones de los pulsos y frecuencias de repeticiones de los pulsos aquí descritas fueron medidas al 50% de la amplitud máxima de salida.**

Estos parámetros son válidos para una impedancia de carga de 900 a 1100 ohms. El efecto de la impedancia de carga en los parámetros descritos es muy importante. Si el aparato es operado fuera de la banda de impedancia de carga especificada, podrá ocurrir imprecisión en los valores de los parámetros, así como alteración de las formas de onda aquí descritas.

**mA** = miliampéres    **Hz** = Hercios    **useg** = microsegundos    **mseg** = milisegundos  
**VA** = voltio ampéres    **KVA**= kilo volt ampéres    **aprox.** = aproximado  
**mm** = milímetro

**Nota:** El aparato y sus características podrán sufrir alteraciones sin previo aviso.

### Equipo no-electromédico Monitor de Vídeo –

Accesorios, características técnicas, garantía, precauciones de seguridad, instrucciones adicionales de limpieza e instalación, controles y conectores, localización de defectos, etc... - Ver manual del usuario del monitor de vídeo.

### Referencias bibliográficas – Ultrasonido

- 1- Allen, K. Battye, C. - "Performance of Ultrasonic Therapy Instruments" *Phisioterapy*, 64 (6), 174-179 (1978).
- 2- Antich, T.J. - "Phonofhoresis". *Journal of orthop. and sports phys. therapy*, 4 (1982) 2, 99-103.
- 3- Basset, C.A.L., "Electrical Effects in Bone", *Scient. Am.* 213 (1965) 10, 18-25.
- 4- Basset, C.A.L., "Biologic Significance of Piezoelectricity", *Calif. tissue res.*, 1 (1968) 252-272.
- 5- Bearsy H., "Clinical Aplication of Ultrasound Energy in Treatment of Acute and Chronic Subacromial Bursits", *Arch Phys. Med. Rehabil.* (1953) 34:228.
- 6-Behari, J. en S, Singh, "Ultrasound Propagation "in vivo" Bone", *Ultrasonics* (1981).
- 7- Clarke, G. Stenner, L. - "The Therapeutic Use of Ultrasound", *Physiotherapy*, 62 (6), 185-190 (1976).
- 8- Coakley, W.T., "Biophysical Effects of Ultrasound at Therapeutic Intensities", *Physiotherapy (Eng.)* 64 (1978) 6, 166-169.
- 9- Cosentino, A.B., D.L. Cross, R.J. Harrington, G.L. Soderberg, "Ultrasound Effects on Electroneurographic Measures in Sensory Fibers of Median Nerve", *Physical Therapy*", 63 (1983) 11.
- 10- Cyriax J., "Textbook of Orthopaedic Medicine", vol 1, Baltimore, Willians & Wilkins (1975).
- 11-Dumoulin, J en G. de Bisschop, "Electrotherapie"4 ed., Maloine SA Paris.
- 12- Dyson, M, C. Franks, J. Suckling, "Stimulation of Healing of Varicose Ulcera by Ultrasound", *Ultrasonics* (1976), 9.

- 13- Dyson, M., J. Suckling, "Stimulation of Tissue Repair by Ultrasound: A Survey of the Mechanisms Involved", *Physiotherapy* 64 (1978), 4.
- 14- Dyson, M. en J.B. Pond, "Biological Effects of Therapeutic Ultrasound", *Reumatol. and Rehab.* (1973) 12, 209-213.
- 15- Dyson, M. Pond, J. Josephy, J. Warick, R. "Stimulation of Tissue Regeneration by Means of Ultrasound", *J.Ch. Sci.*, 35, 273-285 (1968).
- 16- Fukada, E., "Mechanical Deformation and Electrical Polarization in Biological Substances", *Biorheology* (1968) 5, 199-208.
- 17- Fukada, E. en I. Yasuda, "Piezoelectric Effects in Collagen", *Japan J. Appl. Phys.*, (1964) 3, 117-121.
- 18- Griffin, J.E. en J.C. Touchstone, "Ultrasonic Movement of Cortisol Into Pig Tissues, 2, Movement Into Skeletal Muscle", *Am. J. Phys. Med.* 43 (1963) 77.
- 19- Haar, Ter G., "Basic Physics of Therapeutic Ultrasound", *Physiotherapy* 64 (1978), 4.
- 20- Jones R. "Treatment of Acute Herpes Zoster Using Ultrasonic Therapy", *Physiotherapy*, 70 (3), 94-96 (1984).
- 21- Lehmann J.F. e outros, "Therapy With Continuous Wave Ultrasound" in *Ultrasound Applications in Medicine and Biology*, Ch. X, Ed. Francis J. Fry, Part. 2, Elsevier Publishing. Co, 561 (1978).
- 22- Lehmann, J.F., "Effects of Therapeutic Temperature on Tendon Extensibility", *Arch. Phys. Med. Rehab.* 51, 481 (1970).
- 23- Lehmann, J.F., "Therapeutic Heat and Cold, 3e druk. Williams and Wilkins Baltimore, Londen (1982).
- 24- Macdonald, B. Shipster, S., "Temperature Changes Induced by Continuous Ultrasound", *South African Journal of Physiotherapy*, 37 (1), 13-15 (1981).
- 25- Oakley, E.M., "Dangers and Contra-indications of Therapeutic Ultrasound", *Physiotherapy (Eng.)* 64 (1978) 6, 173-174.
- 26- Patrick, M.K., "Ultrasound in Physiotherapy", *Ultrasonics*, 4, (1976), 10-14.
- 27- Patrick, M.K., "Applications of Therapeutic Pulsed Ultrasound", *Physiotherapy* 64 (1978) 4.

- 28- Santiesteban, Joseph A., "Physical Agents and Musculoskeletal Pain in Orthopaedic and Sports Phys. Therapy", vol 2, Ed. J.A. Gold Mosby Co., Toronto (1985).
- 29- Stewart, H.F. , J.L. Abzug, G.R. Harris, "Considerations in Ultrasound Therapy and Equipment Performance", *Physiotherapy* 60 (1980) 4.
- 30- R. Hoogland, "Ultrasound Therapy", Enraf Nonius Delft
- 31 GUIRRO, E.C.O.; GUIRRO, R.R.J. *Fisioterapia Dermatofuncional. Fundamentos, Recursos e Patologias*, 3ª ed., ed. Manole, 2001.
- 32 GUIRRO, E.C.O., FERREIRA, A.L., GUIRRO, R.R.J. *Efeitos da estimulação ultra-sônica pulsada de baixa intensidade no processo cicatricial. Estudo experimental em ratos. Ciência e Tecnologia*, 83:37-47, 1995.
- 33 HARVEY, W., DYSON, M., SUCKLING, J. *Stimulation of tissue repair by ultrasound: a survey of the mechanisms involved. Physioter.*, 64:4, p.105, 1979.
- 34 YOUNG, S.R., DYSON, M. *Macrophage responsiveness to therapeutic ultrasound. Ultr. In Med. And Biol.*, 16:809-816, 1990.
- 35 YOUNG, S.R., DYSON, M. *The effect of therapeutic ultrasound on the healing of full-thickness excised skin lesion. Ultrasonics*, 28:175-180, 1990.

#### Referencias bibliográficas – Corriente Aussie y Polarizada

- Ward AR, Lucas-Toumbourou S. (2007). Lowering of sensory, motor and pain-tolerance thresholds with burst duration using kHz frequency alternating current electrical stimulation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(8). 1036-1041.
- Ward AR, Oliver W. (2007). A comparison of the hypoalgesic effectiveness of low frequency and burst modulated kHz frequency currents. *Physical Therapy*, 87(8). 1056-1063.

Shanahan C, Ward AR, Robertson VJ. (2006). A Comparison of the analgesic efficacy of interferential therapy and TENS. *Physiotherapy*, 92, 247-253.

Ward AR, Oliver W, Buccella D. (2006). Wrist extensor torque production and discomfort associated with low frequency and burst modulated kHz frequency currents. *Physical Therapy*, 86(10), 1360-1367.

McManus FJ, Ward AR, Robertson VJ. (2006). The analgesic effects of interferential therapy on two experimental pain models: cold and mechanically induced pain. *Physiotherapy*, 92, 95-102.

Robertson VJ, Ward AR, Jung P. (2005). The contribution of heating to tissue extensibility: a comparison of deep and superficial heating. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(4).

Ward AR, Robertson VJ, Ioannou H. (2004). The effect of duty cycle and frequency on muscle torque production using kHz frequency range alternating current. *Medical Engineering and Physics*, 26(7), 569-579.

Ozcan J, Ward AR, Robertson VJ. (2004). A comparison of true and premodulated interferential currents. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(3), 409-415.

Ward AR, Shkuratova N. (2002). Russian electrical stimulation: the early experiments. *Physical Therapy*, 82(10), 1019-1030.

Robertson VJ, Ward AR. (2002). Use of electrical stimulation to strengthen the vastus medialis muscle following a lateral patellar retinacular release. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 32(9), 437-446.

Ward AR, Robertson VJ, Makowski RJ. (2002). Optimal frequencies for electrical stimulation using medium frequency alternating current. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(7), 1024-1027.

Ward AR, Robertson VJ. (2001). The variation in motor threshold with frequency using kHz frequency alternating current. *Muscle and Nerve*, 24, 1303-1311.

Ward AR, Robertson VJ. (2000). The variation in fatigue rate with frequency using kHz frequency alternating current. *Medical Engineering and Physics*, 22(9), 637-646.

Ward AR, Robertson VJ. (1998). Sensory, motor and pain thresholds for stimulation with medium frequency alternating current. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 79(3), 273-278.

Ward AR, Robertson VJ. (1998). The variation in torque production with frequency using medium frequency alternating current. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79(11), 1399-1404.

Grills BJ, Schuijers JA, Ward AR. (1997). Topical application of nerve growth factor improves fracture healing in rats. *Journal of Orthopaedic Research*, 15, 235-242.

Robertson VJ, Ward AR. (1997). Longwave (45 kHz) ultrasound reviewed and reconsidered. *Physiotherapy*, 83(3), 123-130.

Robertson VJ, Ward AR. (1997). Decreasing of longwave ultrasound [Letter]. *Physiotherapy*, 83(7), 392.

Robertson VJ, Ward AR. (1997). 45 kHz (Longwave) ultrasound [Letter]. *Physiotherapy*, 85(5), 271-272.

### ***Compatibilidad Electromagnética:***

El HECCUS fue desarrollado para cumplir los requisitos exigidos en la norma IEC 60601-1-2 de compatibilidad electromagnética. El objeto de esta norma es:

- garantizar que el nivel de las señales espurias generadas por el equipo e irradiados al medio ambiente están abajo de los límites especificados en la norma IEC CISPR 11, grupo 2, clase A (Emisión radiada).
- garantizar la inmunidad del equipo a las descargas electrostáticas, por contacto y por el aire, provenientes de la acumulación de cargas eléctricas estáticas adquiridas por el cuerpo (Descarga Electrostática - IEC 61000-4-2).
- garantizar la inmunidad del equipo cuando sometido a un campo electromagnético incidente a partir de fuentes externas (Inmunidad a RF Irradiada - IEC 61000-4-3).

#### **Precauciones:**

*- La operación a corta distancia (1 metro, por ejemplo) de un equipo de terapia por ondas cortas o micro ondas podrá producir inestabilidad en la salida de otros aparatos.*

*Equipos de comunicación por radiofrecuencia, móviles o portátiles, podrán causar interferencia y afectar el funcionamiento del HECCUS. Siempre instale este equipo de acuerdo con lo descrito en este manual de instrucciones.*

#### **Atención:**

- El HECCUS cumple los requisitos de las normas técnicas de compatibilidad electromagnética en caso de ser utilizado con los cables, electrodos y otros accesorios suministrados por IBRAMED que se describen en este manual (capítulo: Accesorios y características técnicas).

- El uso de cables, electrodos y otros accesorios de otros fabricantes y/o diferentes de aquellos especificados en este manual, así como el reemplazo de componentes internos del HECCUS, pueden dar como resultado un aumento de las emisiones o disminución de la inmunidad del equipo.

*- El HECCUS no se deberá utilizar al lado o sobre otro equipo.*


| <b>Orientación y declaración del fabricante – emisiones electromagnéticas</b>   |                    |   |
|---|--------------------|---|
| El HECCUS está destinado para uso en ambiente electromagnético especificado a continuación. El usuario del equipo deberá asegurarse que el mismo sea utilizado en tal ambiente. |                    |   |
| <b>Ensayo de emisión</b>  | <b>Conformidad</b> | <b>Ambiente electromagnético - orientaciones</b>  |
| Emisiones de RF<br>NBR IEC CISPR 11<br>IEC CISPR 11   | Grupo 1            | El HECCUS utiliza energía de RF apenas para sus funciones internas. Sin embargo, sus emisiones de Rf son muy bajas y es probable que no causen ninguna interferencia en equipos electrónicos cercanos.  |
| Emisiones de RF<br>NBR IEC CISPR 11<br>IEC CISPR 11   | Clase A            | El HECCUS es adecuado para utilización en todos los establecimientos que no sean habitacionales y que no estén directamente conectados a la red pública de distribución de energía eléctrica de baja tensión que alimente edificaciones para utilización doméstica. |
| Emisiones de Armónicos<br>IEC 61000-3-2   | Clase A            |   |
| Emisiones debido a la oscilación de tensión/centelleo<br>IEC 61000-3-3  | Clase A            |   |

| <b>Orientación y declaración del fabricante – inmunidad electromagnética</b>  |  |  |  |
|---|--|--|--|
| El HECCUS está destinado para uso en ambiente electromagnético especificado a continuación. El usuario del equipo deberá asegurarse que el mismo sea utilizado en tal ambiente. |  |  |  |
| <b>Ensayo de inmunidad</b>  | <b>Nivel de Ensayo IEC 60601</b>   | <b>Nivel de Conformidad</b>  | <b>Ambiente electromagnético - orientaciones</b>   |
| Descarga electrostática (ESD)<br>IEC 61000-4-2  | ± 6 kV por contacto<br>± 8 kV por el aire  | ± 6 kV por contacto<br>± 8 kV por el aire  | Los pisos deberían ser de madera, hormigón o cerámica. Si los pisos se cubren con material sintético, la humedad relativa deberá ser de por lo menos el 30%. |
| Transitorios eléctricos rápidos / tren de pulsos (Burst)<br>IEC 61000-4-4   | ± 2 kV en las líneas de alimentación<br>± 1 kV en las líneas de entrada / salida | ± 2 kV en las líneas de alimentación<br>± 1 kV en las líneas de entrada / salida | La calidad del suministro de energía deberá ser la de un ambiente hospitalario o comercial típico.   |
| Surtos<br>IEC 61000-4-5   | ± 1 kV modo diferencial<br>± 2 kV modo común                                     | ± 1 kV modo diferencial<br>± 2 kV modo común                                     | La calidad del suministro de energía deberá ser la de un ambiente hospitalario o comercial típico.   |

| Ensayo de inmunidad   | Nivel de Ensayo<br>IEC 60601  | Nivel<br>de Conformidad   | Ambiente electromagnético -<br>orientaciones   |
|---|---|---|--|
| <p>Caídas de tensión, interrupciones cortas y variaciones de tensión en las líneas de entrada de alimentación</p> <p>IEC 61000-4-11</p> | <p>&lt; 5% U<br/>(&gt; 95% de caída de tensión en U) por 0,5 ciclo</p> <p>40% U<sub>T</sub><br/>(60% de caída de tensión en U<sub>T</sub>) por 5 ciclos</p> <p>70% U<sub>T</sub><br/>(30% de caída de tensión en U<sub>T</sub>) por 25 ciclos</p> <p>&lt; 5% U<sub>T</sub><br/>(&gt; 95% de caída de tensión en U<sub>T</sub>) por 5 segundos</p> | <p>&lt; 5% U<sub>T</sub><br/>(&gt; 95% de caída de tensión en U<sub>T</sub>) por 0,5 ciclo</p> <p>40% U<sub>T</sub><br/>(60% de caída de tensión en U<sub>T</sub>) por 5 ciclos</p> <p>70% U<sub>T</sub><br/>(30% de caída de tensión en U<sub>T</sub>) por 25 ciclos</p> <p>&lt; 5% U<sub>T</sub><br/>(&gt; 95% de caída de tensión en U<sub>T</sub>) por 5 segundos</p> | <p>La calidad del suministro de energía deberá ser la de un ambiente hospitalario o comercial típico. Si el usuario del equipo exige operación continuada durante una interrupción de energía, se recomienda alimentar el equipo por medio de una fuente de alimentación continua o batería.</p> |
| <p>Campo magnético en la frecuencia de alimentación (50/60 Hz)</p> <p>IEC 61000-4-8</p>   | <p>3 A/m</p>  | <p>3 A/m</p>  | <p>Los campos magnéticos en la frecuencia de la alimentación deben estar en niveles característicos de un local típico en un ambiente hospitalario o comercial típico.</p>   |
| <p>NOTA: U es la tensión de alimentación c.a antes de la aplicación del nivel de ensayo</p>   |   |   |  |

### Orientación y declaración del fabricante – inmunidad electromagnética

El HECCUS está destinado para uso en ambiente electromagnético especificado a continuación. El usuario del equipo deberá asegurarse que el mismo sea utilizado en tal ambiente.

| Ensayo de inmunidad           | Nivel de Ensayo IEC 60601      | Nivel de Conformidad | Ambiente electromagnético - orientaciones  |
|-------------------------------|--------------------------------|----------------------|--|
| RF Conducida<br>IEC 61000-4-6 | 3 Vrms<br>150 kHz hasta 80 MHz | 3 V                  | Equipos de comunicación de RF portátil y móvil no se deberán utilizar en las proximidades de cualquier parte del HECCUS, incluyendo cables, con distancia de separación menor que la recomendada, calculada usando la ecuación aplicable a la frecuencia del transmisor.<br><br>Distancia de separación recomendada<br>$d = 1,2 \sqrt{P}$<br>$d = 1,2 \sqrt{P}$ 80 MHz hasta 800 MHz<br>$d = 2,4 \sqrt{P}$ 800 MHz hasta 2,5 GHz   |
| RF Irradiada<br>IEC 61000-3-2 | 3 V/m<br>80 MHz hasta 2,5 GHz  | 3 V/m                | Donde P es la potencia máxima nominal de salida del transmisor en watts (W). de acuerdo con el fabricante del transmisor, y d es la distancia de separación recomendada en metros (m).<br>Se recomienda que la intensidad de campo establecida por el transmisor de RF, tal como se determina a través de una inspección electromagnética en el local, sea menor que el nivel de conformidad en cada banda de frecuencia.<br>Podrá ocurrir interferencia alrededor del equipo marcado con el siguiente símbolo:<br> |

NOTA 1: En 80 MHz y 800 MHz se aplica la banda de frecuencia más elevada.

NOTA 2: Estas directrices pueden no ser aplicables en todas las situaciones. La propagación electromagnética es afectada por la absorción y reflexión de estructuras, objetos y personas.

Las intensidades de campo establecidas por los transmisores fijos, tales como estaciones de radio base, teléfono (celular/inalámbrico) y radios móviles terrestres, radioaficionado, transmisión radio AM y FM y transmisión de TV no se pueden prever teóricamente con precisión. Para evaluar el ambiente electromagnético debido a transmisores de RF fijos, se recomienda una inspección electromagnética en el local. Si la medida de intensidad de campo en el local en el que el HECCUS se utiliza excede el nivel de conformidad utilizado anteriormente, el aparato deberá ser observado para verificar si la operación ocurre normalmente. Si se observa un desempeño anormal, podrán ser necesarios procedimientos adicionales, tales como la reorientación o recolocación del equipo.

<sup>b</sup> Por encima de la banda de frecuencia de 150 KHz hasta 80 MHz, la intensidad del campo deberá ser menor que 3 V/m.

| <b>Distancias de separación recomendadas entre los equipos de comunicación de RF portátil y móvil y el HECCUS</b>  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| El HECCUS está destinado para uso en ambiente electromagnético en el cual se controlan las perturbaciones de RF. El usuario podrá ayudar a prevenir la interferencia electromagnética manteniendo una distancia mínima entre los equipos de comunicación de RF portátil y móvil (transmisores) y el HECCUS, como se recomienda a continuación, de acuerdo con la potencia máxima de los equipos de comunicación.   |  |   |  |
| <b>Potencia máxima nominal de salida del transmisor<br/>W</b>  | <b>Distancia de separación de acuerdo con la frecuencia del transmisor<br/>m</b> |   |  |
|  | 150 kHz hasta 80 MHz<br>$d = 1,2\sqrt{P}$  | 80 MHz hasta 800 GHz<br>$d = 1,2\sqrt{P}$ | 800 MHz hasta 2,5 GHz<br>$d = 2,4\sqrt{P}$ |
| 0,01   | 0,12   | 0,12                                      | 0,24                                       |
| 0,1  | 0,38   | 0,38                                      | 0,76                                       |
| 1  | 1,2  | 1,2                                       | 2,4  |
| 10   | 3,8  | 3,8                                       | 7,6  |
| 100  | 12   | 12  | 24   |
| Para transmisores con una potencia máxima nominal de salida no mencionada anteriormente, la distancia de separación recomendada d en metros (m) se puede determinar a través de la ecuación aplicable para la frecuencia del transmisor, donde P es la potencia máxima nominal de salida en watts (W) de acuerdo con el fabricante del transmisor.<br>NOTA 1: Desde 80 MHz hasta 800 MHz, se aplica la distancia de separación para la banda de frecuencia más elevada.<br>NOTA 2: Estas directrices pueden no ser aplicables en todas las situaciones. La propagación electromagnética es afectada por la absorción y reflexión de estructuras, objetos y personas. |  |   |  |

**ENCUESTA COMERCIAL**

**SEPARAR Y ENVIAR ESTA PÁGINA A IBRAMED.**

Para poder servirlo mejor en el futuro, le solicitamos responder las siguientes preguntas:-

**1-** Su elección de este producto IBRAMED se basó en:

- anuncios en diarios o revistas especializadas
- consejo del revendedor
- opinión de amigos
- ferias y exposiciones
- imagen del fabricante
- asistencia técnica

**2-** ¿Usted ya poseía un equipo semejante?

- sí, IBRAMED
- sí, otras marcas
- no

**3-** Usted diría que en un equipo, lo más importante es:

- aspecto
- recursos - versatilidad, asistencia, tecnología, etc.
- precio

**4-** ¿Cuál es su edad?

- menos de 25 años
- 25 a 40 años
- más de 40 años

**5-** Comparando con sus rendimientos mensuales, usted diría que el precio es:

- barato
- razonable
- caro
- excesivo

**6-** La forma de pago utilizada fue:

- al contado
- en cuotas

**7-** Por favor, hacer aquí los comentarios, positivos o negativos, que le parezcan procedentes:

.....

.....

.....

.....

**Nombre:**-----

**Fecha Nac.**-----

**Dirección:**-----

**Barrio:**-----**Ciudad:**-----

**Estado:**-----

**CP:**-----**Tel.:**-----

**Aparato:**-----**Serie:**-----