



HOSPITAL  
GENERAL  
de MÉXICO



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO, O.D.  
SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA.

**“ESTUDIO CONTROLADO SOBRE EL EFECTO DE LAS ONDAS BINAURALES EN LA  
DISMINUCION DEL DOLOR PROVOCADO EN VOLUNTARIOS SANOS”**

**TESIS DE POSGRADO**

PARA OBTENER EL TITULO EN LA ESPECIALIDAD DE:

**ANESTESIOLOGÍA**

PRESENTA:

**DR. JHONATAN CORREA MONTOYA.**

ASESOR:

DRA. LAURA SILVA BLAS.

MEXICO, D.F.

JULIO 2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

**Dr. E. Francisco Javier Yáñez Cortes.**

Jefe del Servicio de Anestesiología  
Profesor Titular de la especialidad de Anestesiología  
Hospital General de México, O.D.

---

**Dra. Laura Silva Blas**

Medica Anestesióloga Pediatra, Algologa, Profesora Adjunta del Curso Universitario de  
Anestesiología UNAM

Hospital General de México, O.D.

---

**Dr. Guillermo Meléndez Mier**

Jefe de Servicio de Registro y Seguimiento de proyectos de investigación

Hospital General de México, O.D.

<b>Contenido</b>	<b>Pagina</b>
1. Resumen.....	1
2. Desarrollo del proyecto.....	2
Antecedentes y marco teorico.....	2
Sonidos Binaurales, Definicion.....	3
Historia de los sonidos Binaurales.....	4
Sonidos Binaurales en Medicina y Psicopatología .....	5
Planteamiento del problema y justificacion.....	6
Metodologia: tipo y diseño del estudio.....	7
Metodologia: recoleccion de muestras y datos.....	8
3. Analisis estadistico.....	9
Variables poblacionales y demograficas.....	10
Analisis de variables Dolor basal, Intermedio y final.....	11
Analisis de variables TA sistolica Basal, Intermedia y Final.....	12
Analisis de variables TA distolica Basal, Intermedia y Final.....	13
Analisis de variables FC Basal, Intermedia y Final.....	14
Analisis de variables FR Basal, Intermedia y Final.....	15
4.Aspectos Eticos, Bioseguridad y Conclusiones del Estudio.....	16
5. Anexos y Bibliografia.....	17

## RESUMEN

El concepto de analgesia multimodal implica controlar el dolor mediante el uso de diversas familias farmacológicas analgésicas, antiinflamatorias o adyuvantes con el fin de minimizar las dosis de cada grupo farmacológico y así sus efectos adversos o no deseados; también el uso de otros métodos no farmacológicos intervienen como complementos en la analgesia. Uno de estos métodos es el uso de ondas binaurales, las cuales son el resultado de la interacción de dos diferentes impulsos auditivos, originados en auriculares ubicados en ambos oídos; la diferencia entre los dos tonos, se experimenta como una sola onda. Esta onda resultante no se escucha en el sentido ordinario de la palabra (el rango de la audición humana es de 20-20.000 Hz); se percibe como un ritmo auditivo que estimula diferentes centros cerebrales para promover la secreción de neurotransmisores, que regulan numerosas funciones en el organismo. Teniendo en cuenta que la actividad neural es electroquímica y la función cerebral se puede modificar a través de la introducción en concreto de sustancias químicas (fármacos) o mediante la alteración del entorno electromagnético del cerebro, por medio de técnicas de sincronización de onda resonantes. Este tipo de ondas y sus efectos se usan actualmente como modulador cerebral para la reducción del estrés, mejorar la calidad del sueño, disminuir las necesidades del mismo, para facilitar y mejorar el aprendizaje, mejorar la creatividad y para el control del dolor en diversas situaciones.

El objetivo de este estudio es determinar la eficacia y seguridad de este tipo de tecnología binaural en el manejo y la modificación de la percepción del dolor agudo.

**PALABRAS CLAVES:** DOLOR, ANALGESIA MULTIMODAL, ONDAS BINAURALES

## DESARROLLO DE PROYECTO

### ANTECEDENTES MARCO TEORICO

El dolor se ha convertido en el quinto signo vital, es hoy día un tema crítico en la atención del paciente. La mejor definición de dolor es la respaldada por la IASP (International Association for the Study of Pain): «El dolor es una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada a una lesión tisular presente o potencial, o descrita en términos de tal lesión. **(1)**. Esta definición se aplica a dolor agudo, dolor canceroso y dolor crónico no canceroso.

El dolor agudo se define según la IASP como un dolor de reciente comienzo y duración limitada, generalmente tiene una relación causal y temporal con lesión o enfermedad; Esto lo distingue del dolor crónico, el cual se define como dolor que persiste a lo largo de períodos más allá del tiempo de cicatrización de la lesión, frecuentemente sin una causa claramente identificable.

El dolor es un complejo fenómeno de respuestas neurofuncionales, subjetivas e individuales a un estímulo, en donde influyen factores emocionales, de personalidad, aspectos socioculturales, así como la experiencia previa del paciente al dolor. El dolor agudo es una compleja constelación de sensaciones displacenteras y expresiones emocionales asociadas al daño tisular, ocasionada por estimulación nociva (inflamación) o por lesión directa (ruptura mecánica o estiramiento). Se asocia a respuestas autonómicas, psicológicas y conductuales en conjunto provocados por estímulos nocivos a nivel de la piel, estructuras somáticas superficiales y profundas o viscerales, disfunción muscular o visceral.

Su fisiopatología se explica por una lesión tisular, activación de nociceptores, una serie de cascada de eventos relacionados a la liberación de neuromediadores algógenos y proinflamatorios; el disparo de mecanismos homeostáticos endógenos antinociceptivos y conducción de la información a través de las vías neurales hacia centros nerviosos superiores. Los mensajes nociceptivos son transmitidos, modulados e integrados en diferentes niveles del sistema nervioso; van desde la periferia por vía medular a centros superiores (tálamo, corteza cerebral) **(2)**

Al ser el dolor una entidad multifactorial de gran impacto en la salud y la percepción de bienestar de las personas, se han ideado múltiples maneras de disminuir o atenuar dichas sensaciones displacenteras desde los inicios mismos de la humanidad; con el paso del tiempo y el conocimiento de la fisiopatología del dolor, las formas de calmarlo han evolucionado desde los medios netamente instintivos hasta los fármacos analgésico, antiinflamatorios, moduladores y de última generación que son la piedra angular en el manejo del dolor, sin embargo existe otra gran cantidad de métodos para modular el dolor de forma “no tradicional” o no alopática.

El concepto de analgesia multimodal implica que la asociación de diferentes fármacos y métodos físicos administrados por diferentes vías, consiguen una efectividad mayor sobre su utilización única, disminuyendo los efectos secundarios y aumentando la satisfacción de los pacientes. **(3)**

El abordaje farmacológico se realiza con múltiples familias de medicamentos como los opioides, que son la base fundamental del manejo; los analgésicos, antiinflamatorios bien sean esteroideos o no esteroideos, anestésicos locales, coadyuvantes no anestésicos, moduladores del dolor entre otros, los cuales tiene sus efectos característicos actuando en determinados puntos específicos de las vías propias del dolor.

Los manejos no farmacológicos del dolor son diversos y en gran medida completan el tratamiento del mismo. En esta categoría se encuentra la acupuntura, la electro estimulación transcutánea (TENS) y la neuromodulación por ondas binaurales.

## SONIDOS BINAURALES

### DEFINICIÓN

La Audición Binaural se refiere a que los oídos forman canales receptores que son independientes entre sí, es decir, no hay interferencias entre ellos, ni combinaciones de las frecuencias recibidas por cada uno; los sonidos se reciben independientemente por cada oído y crean efectos diferentes en distintas partes del cerebro. La información recibida es procesada en el cerebro, donde, comparando los impulsos nerviosos que produce cada sonido, interpreta finalmente todos los aspectos de la onda sonora, generando la fusión binaural.

Por lo tanto, los seres humanos son capaces de determinar, con un considerable grado de precisión, la dirección de una fuente sonora. El método de localización es denominado audición binaural, existiendo dos factores que permiten determinar la dirección de llegada de un sonido: la intensidad relativa en los dos oídos y el intervalo de tiempo de llegada a los dos oídos, o lo que es lo mismo, la diferencia de fase entre la llegada de las ondas al oído derecho y al izquierdo. **(4)**

Por otro lado, el efecto de la fase relativa con las que las ondas sonoras llegan a los oídos, es tal que la diferencia de fase no sólo es función de la distancia entre los oídos y de la orientación de la cabeza, sino también de la longitud de onda del sonido. Para tonos puros de muy baja frecuencia y por lo tanto gran longitud de onda, la diferencia de fase entre el sonido recibido por los dos oídos es una fracción de la longitud de onda comparativamente pequeña, aunque un oído se gire directamente hacia la fuente. Entonces, a medida que aumenta la frecuencia, disminuye la longitud de onda, con lo que aumenta la diferencia de fase.

Esto es, si la diferencia entre las dos frecuencias aumenta, la razón de "pulsos" también aumenta, y para una razón de 6 ó 7 "pulsos" por segundo el sonido conserva su variación característica, suavemente. Para una razón de "pulsos" elevada, el nivel no parece prolongarse variando suavemente, y un aumento considerable en la diferencia de frecuencias, hace que el sonido parezca duro y discordante.

Cuando dos tonos puros en el rango audible difieren en frecuencia, una cantidad que se encuentra en este rango, percibe esta diferencia de frecuencia. La diferencia resultante se llama sonido diferencial y su presencia es un resultado directo de la no linealidad del oído.

Para intensidades sonoras grandes, el sistema mecánico del oído deja de ser lineal y, por consiguiente, al recibir un tono puro (senoidal) de suficiente intensidad, se produce una distorsión caracterizada por la generación de una serie de armónicos. Estos armónicos audibles, existen en la membrana basilar y excitan las correspondientes zonas. Estos tonos se llaman *sonidos combinatoriales*, de los cuales en general el más intenso es el denominado *sonido diferencial*, de frecuencia. Este sonido es perfectamente audible.

En definitiva, los armónicos que el oído puede separar en un sonido complejo existen en general objetivamente en la vibración sonora, pudiendo ponerlos en evidencia mediante un receptor sin distorsión y un análisis armónico, pero en la práctica indica que la audición de un sonido simple o compuesto, puede conducir a percibir frecuencias que no existen objetivamente en la vibración que actúa, debiéndose su apreciación al funcionamiento del oído.

Los sonidos binaurales pueden ser detectados por las personas cuando los sonidos audibles están sobre los 1000 Hz. La sensación de escucha binaural se produce cuando dos sonidos de similar frecuencia (sonidos audibles) se presentan en forma independiente para cada oído y el cerebro detecta diferencias de fase entre estos sonidos. Esta diferencia de fase normalmente proporciona información direccional para el oyente, pero cuando se presenta con audífonos o altavoces el cerebro integra las dos señales, produciendo una sensación de un tercer sonido llamado *pulso binaural*. La percepción de pulsos binaurales parece tener su origen en el núcleo olivar superior del tronco cerebral, que es el sitio de integración de la información auditiva contralateral. **(5)**

Esta sensación auditiva está orientada neurológicamente a la formación reticular y dirige simultáneamente el volumen a la corteza cerebral, donde se puede medir objetivamente como una respuesta del diferencial de frecuencia. La medición objetiva de la respuesta del diferencial de frecuencias proporciona pruebas de que la sensación de sonidos binaurales tiene una efectividad neurológica.

## HISTORIA DE LOS SONIDOS BINAURALES

El físico y meteorólogo prusiano Heinrich Wilhelm Dove (1803-1879) descubrió en 1839 la técnica de *Escucha Binaural*, donde diferentes frecuencias aplicadas separadamente en cada oído producen una sensación de un tono de interferencia igual al que se percibiría si fuera creado físicamente.

Posteriormente, el neurólogo y psiquiatra alemán Hans Berger (1873-1941), poco después de la II Guerra Mundial, demostró con un aparato denominado electroencefalograma (EEG) que existía un potencial eléctrico (oscilaciones de tensión) en el cerebro humano. En su investigación sobre la lateralización de las funciones cerebrales, los primeros tipos de frecuencia que descubrió fueron las frecuencias *Alpha* y *Theta*. Cada uno de estos tipos de onda cerebral se convertía en un estado psico-neuro-fisiológico diferente. Es decir, mente, cuerpo, actividad física y fisiológica son completamente diferentes en cada uno de estos estados. Además, descubrió que el tipo de sustancias neuroquímicas y de hormonas vertidas al flujo sanguíneo varía según el tipo de frecuencia. Y según la presencia y cantidad de dichas sustancias, como el estado de ánimo que se tenga, interactúan entre sí para producir un estado físico-fisiológico-mental-comportamental final. Luego, William Gray Walter (1910-1977) neurólogo y experto en robótica y neurofísica, influido por la obra del fisiólogo ruso Ivan Pavlov, visitó el laboratorio de Hans Berger para medir la actividad eléctrica en el cerebro. A raíz de esto, Walter produjo su propia versión del EEG con capacidades mejoradas, lo que le permitió detectar una variedad de tipos de Ondas Cerebrales que van desde la alta velocidad de las ondas Beta hasta la lenta velocidad de las ondas Delta, observadas durante el sueño. De esta manera, descubrió que los sonidos binaurales, alteraban los ritmos cerebrales y por consiguiente la actividad cerebral de todo el córtex. Dicha estimulación cerebral por medio de sonidos binaurales, en las frecuencias que van de 1 a 20 Hz, producen en la persona efectos de paz, bienestar y relajación. A principios de los años 60, también descubrió que

estas estimulaciones mantenidas en la misma frecuencia durante varios minutos inducían anestesia, iniciándose así el estudio de la activación de las endorfinas con relación a las estimulaciones sensitivas. **(6)**

Más adelante, Robert A. Monroe, hombre de negocios y pionero en la exploración del uso de los estimuladores cerebrales, inició su investigación a partir de la década de 1950. Descubrió que utilizando patrones específicos de sonidos binaurales se lograba optimizar y potenciar las

capacidades cerebrales de las personas. Por ejemplo, utilizando ciertas combinaciones de sonidos binaurales se conseguía aumentar los estados de atención y alerta, o por el contrario, inducir el sueño, así como evocar otros estados de conciencia. Monroe fue Inventor de la técnica *Binaural Hemi-Sync* (sincronización de los hemisferios cerebrales) y fundador del *Instituto Monroe* (organización mundial dedicada a la expansión del potencial humano).

Finalmente, el biofísico norteamericano Gerald Oster, a raíz de su publicación de 1973 titulada *Auditory Beats in the Brain*, descubrió que si se estimulaban los dos oídos simultáneamente y por separado con dos frecuencias levemente distintas, el cerebro percibe un "pulso binaural", cuya frecuencia es igual a la resta de las frecuencias iniciales. Por ejemplo, si estimulamos el oído derecho con una frecuencia de 500 Hz y el oído izquierdo con otra frecuencia de 510 Hz, se producirá un pulso de 10 Hz. Esta técnica demostró un importante efecto, ya que al enviar cada oído su señal nerviosa dominante al hemisferio cerebral opuesto (cada hemisferio cerebral rige la mitad opuesta del cuerpo; el hemisferio derecho rige la parte izquierda y el hemisferio izquierdo rige la parte derecha), los hemisferios finalmente actúan al unísono. Es decir, el sonido se convierte en una señal eléctrica que sólo puede ser creada por ambos hemisferios funcionando al unísono. **(7)**

### **Sonidos Binaurales en Medicina y Psicopatología**

Los efectos de los Sonidos Binaurales han sido estudiados mayormente en el ámbito de psicopatología y medicina comportamental. Sin embargo, también existen publicaciones sobre la aplicación de sonidos binaurales en cirugía, especialmente ligadas al efecto anestésico para controlar el dolor en los pacientes. Así, Kliemtpf describe, en 1999, que la escucha de sonidos binaurales, comparada con la escucha de *sonidos placebos*, disminuye significativamente la dosis de anestesia necesaria durante una intervención quirúrgica leve. De modo similar, Padmanabhan, Hildreth & Laws estudiaron en 2005, los efectos sobre la ansiedad pre-operatoria de los pacientes a los que se le aplicaba sonidos binaurales, llegando a la conclusión de que la ansiedad antes de la intervención, era significativamente más baja en aquellos pacientes que escuchaban estos sonidos. Por otra parte, Cox puso de manifiesto en 1996, que la escucha de sonidos binaurales de frecuencia *Alfa* disminuyen la presión arterial, la velocidad de las pulsaciones cardíacas, la sensación de dolor y el porcentaje de melatonina en la sangre, mientras que la escucha de sonidos binaurales de frecuencia *Beta* aumenta el porcentaje de endorfinas. Cox también notó un aumento de serotonina del 23% y una disminución de norepinefrina del 18% **(8)**

En resumen, existen variadas publicaciones investigativas asociadas a los efectos que producen los sonidos binaurales en el estado de las personas como; los cambios en los estados de excitación, foco de atención y niveles de conciencia que conducen a una mayor integración sensorial en respuesta a frecuencias *Alfa* inducidas (Foster 1990), la relajación, la meditación, la reducción del estrés, el manejo del dolor y la mejoría del sueño (Wilson 1990; Rodas, 1993), la salud (Carter 1993), los ambientes de aprendizaje enriquecidos (Akenhead 1993), la memoria mejorada (Kennerly 1994), la creatividad (Hiew 1995), el tratamiento de los niños con discapacidades del desarrollo (Morris, 1996), la facilitación de la atención (Guilfoyle y Carbone 1996), el máximo y otras experiencias excepcionales (Masluk 1997), la mejora de la hipnotizabilidad (Brady 1997), el tratamiento de la depresión en pacientes alcohólicos (Waldkoetter y Sanders, 1997), y los efectos positivos sobre el rendimiento y la vigilancia del estado de ánimo (Lane et al. 1998) **(9)**

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### JUSTIFICACIÓN

El dolor es una manifestación de protección del cuerpo humano y en el ambiente se encuentran una diversidad de estímulos nocivos que lo provocan, en el caso de pacientes con enfermedad el dolor puede convertirse en una situación que produce otros síntomas como ansiedad y depresión. En el hospital General de México la presencia de dolor en los pacientes es de una alta prevalencia, tanto en áreas médicas como quirúrgicas. Tradicionalmente la mitigación del dolor se hace mediante fármacos que con frecuencia no logran su objetivo. Una nueva alternativa de control de dolor son las ondas binaurales, abriendo la posibilidad de aplicar este modelo de analgesia como un método complementario en el manejo de los pacientes con diversas patologías que puedan desencadenar dolor agudo o crónico, teniendo como resultado la disminución del dolor y también el uso de medicamentos analgésicos minimizando además sus efectos adversos, lo cual impactara directamente sobre la calidad de vida del paciente y su entorno biopsicosocial.

### HIPÓTESIS

Se disminuirá la percepción de dolor en un 28% en sujetos sanos sometidos a un estímulo doloroso con el uso de ondas binaurales comparándolo contra placebo.

### OBJETIVO GENERAL

- Demostrar que en sujetos sanos sometidos a estímulos dolorosos, la percepción del dolor disminuye en 28% usando ondas binaurales durante 30 minutos comparada con placebo. **(10)(11)**

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar reducciones en la tensión arterial en sujetos sanos estimulados con ondas binaurales, sometidos a estímulos dolorosos
- Determinar reducciones de la frecuencia cardiaca en sujetos sanos estimulados con ondas binaurales, sometidos a estímulos dolorosos

## **METODOLOGÍA**

### **TIPO Y DISEÑO DEL ESTUDIO**

Es un estudio prospectivo, abierto, paralelo, entre dos grupos, comparando el efecto de disminución del dolor con una estimulación binaural en voluntarios sanos y un grupo control con dos mediciones repetidas.

### **POBLACIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Para la estimación del tamaño de muestra se utilizó el estudio de Dabu-Bondoc. (10), que hizo la comparación de ondas binaurales con un grupo estimulado con música y un grupo control que solo se expuso a ruidos.

Los supuestos para el tamaño de muestra son:

Valor de P (Alpha) = 0.0500

Poder = 0.8000

Diferencia entre los dos grupos (delta) = 0.4082

Numero de grupos = 2

Número de mediciones repetidas después de la medición basal = 2

Varianza intragrupo = 0.1500

Varianza entre grupos = 0.9000

Error de la varianza = 1.0000

Correlación = 0.8000

Tamaño de muestra estimado:

N. = 50

N. por grupo = 25

Se estima una pérdida probable de individuos sanos en 20%, por lo que se incrementa la muestra a 60 sujetos totales quedando 30 r grupo

**N Total 60**

**N por grupo 30**

## **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Sujetos sanos
- Sujetos de ambos sexos
- Sujetos en edades entre 18 y 35 años

## **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Sujetos quienes han consumido analgésicos 24 horas antes del estudio.
- Sujetos con alteraciones auditivas estudiadas y documentadas
- Sujetos con patologías de origen neurológico estudiadas y documentadas
- Sujetos quienes cursen actualmente con patologías que generen dolor agudo o crónico.

## **CRITERIOS DE ELIMINACIÓN**

- Sujetos que no deseen ser voluntarios en el estudio y no firmen su consentimiento informado.
- Sujetos con sordera unilateral o bilateral.
- Sujetos con patologías auditivas agudas.

## **METODOLOGÍA.**

Previo consentimiento informado y la aprobación del comité de ética e investigación del Hospital General de México, se realizó un estudio prospectivo, abierto, paralelo, entre dos grupos, comparando el efecto de disminución del dolor con una estimulación binaural en voluntarios sanos de ambos sexos entre 18 y 35 años, en mediciones repetidas a quienes por métodos de aleatorización se dividieron en dos grupos, uno a quien se sometió a la estimulación binaural o grupo 1 y el otro a quien se estimuló con una grabación en blanco (placebo) o Grupo 2. Se realizó el estudio en un ambiente controlado y se dio monitorización a ambos grupos con electrocardiografía, tensión arterial no invasiva y frecuencia respiratoria. Se tomaron las variables vitales basales, en ambos grupos y se procedió a realizar un estímulo doloroso con 1kgxcm<sup>2</sup> de presión y 10 segundos de duración en la primera falange del 2º dedo de la mano derecha, con algómetro de presión (Somedic Type II, Somedic Production AB, Hörby, Sweden); al terminar los 10 segundos de estimulación dolorosa, se evaluó la percepción de dolor en cada voluntario de estudio, la medición se realizó con la escala numérica de dolor, teniendo en cuenta que (0) cero, equivale a ningún dolor y (10) diez, equivale al dolor más fuerte que se ha sentido, posteriormente al grupo control se le estimuló auditivamente con una grabación en blanco (placebo), durante un periodo de 30 min, y al grupo de estudio se estimuló auditivamente con las ondas sonoras binaurales entre 10 y 20hz, ya determinadas como analgésicas durante el mismo periodo de tiempo de 30 min.

Se realizó durante el transcurso de la estimulación sonora en ambos grupos, una medición de las variables vitales (Frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y tensión arterial), también se realizó un nuevo estímulo doloroso con iguales características al inicial y se solicitó que evalué nuevamente su percepción del dolor.

Al finalizar el estímulo con las ondas sonoras binaurales en el grupo 1 y la estimulación con la grabación en blanco (placebo) en el grupo 2, se realizó una nueva estimulación dolorosa durante 10 segundos, con la misma presión aplicada previamente (1kgxcm<sup>2</sup>), en el mismo sitio de la medición inicial y se compararon estadísticamente los datos obtenidos en la medición basal y la medición intermedia.

La finalidad del estudio fue comparar la eficacia de las ondas binaurales en reducir la percepción del dolor comparada con el placebo, en individuos sanos sometidos a estimulación dolorosa aguda; abriendo esto, un campo de acción más amplio en el manejo del dolor agudo y crónico, sumando otro método para el manejo del dolor.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico se utilizó el software STATA/MP 13.1 con el cual se realizaron análisis estadístico inicial demográfico poblacional con variables descriptivas, se evaluó la normalidad de los datos.

En el caso de la evaluación de la disminución del dolor con la estimulación binaural comparada con el grupo control el análisis se hará con análisis de varianza para mediciones repetidas, comparando la varianza entre los grupos y el error estándar.

Para el análisis de la frecuencia cardíaca, se llevará a cabo con pruebas no paramétricas, tipo ANOVA para mediciones repetidas no paramétricas sobre la diferencia de las mediciones.

Para el análisis de Presión sistólica se compararán los promedios de las mediciones con la prueba de ANOVA para mediciones repetidas no paramétricas.

Para el análisis de Presión diastólica se compararán los promedios de las mediciones con la prueba de ANOVA para mediciones repetidas no paramétricas.

Para el análisis de Frecuencia respiratoria se compararán los promedios de las mediciones con la prueba de ANOVA para mediciones repetidas no paramétricas.

SEXO	Freq.	Porcentaje
-----+-----		
Grupo 1	29	48.33
Grupo 2	31	51.67
-----+-----		
Total	60	100.00

### EDAD EN GRUPO 1

Variable	Media en años	Desv. Standard	Min	Max
Edad	27.86667	1.851995	25	32

---

---

EDAD EN GRUPO 2

Variable	Media en años	Desv. Standard	Min	Max
Edad	28.66667	2.005739	26	34

PERCEPCION DEL DOLOR EN GRUPO 1

ONDAS SONORAS BINAURALES

Variable	MEDIA	DESVIACION STANDARD .	Min	Max
-----+-----				
DOLOR BASAL	3.273333	1.139248	1	5.6
DOLOR INTERMEDIO	1.943333	0.8483994	0.6	4.5
DOLOR FINAL	1.363333	0.84506	0.5	4.2

PERCEPCION DE DOLOR EN GRUPO 2

ONDAS SONORAS EN BLANCO

Variable	MEDIA	DESVIACION STANDARD .	Min	Max
-----+-----				
DOLOR BASAL	2.95	0.7623693	1.5	4.3
DOLOR INTERMEDIO	2.386667	0.828265	0.8	4.4
DOLOR FINAL	1.983333	0.76252	0.5	4.1

# ANALISIS ESTADISTICO

## COMPARACION ENTRE GRUPOS

DOLOR BASAL, DOLOR INTERMEDIO, DOLOR FINAL

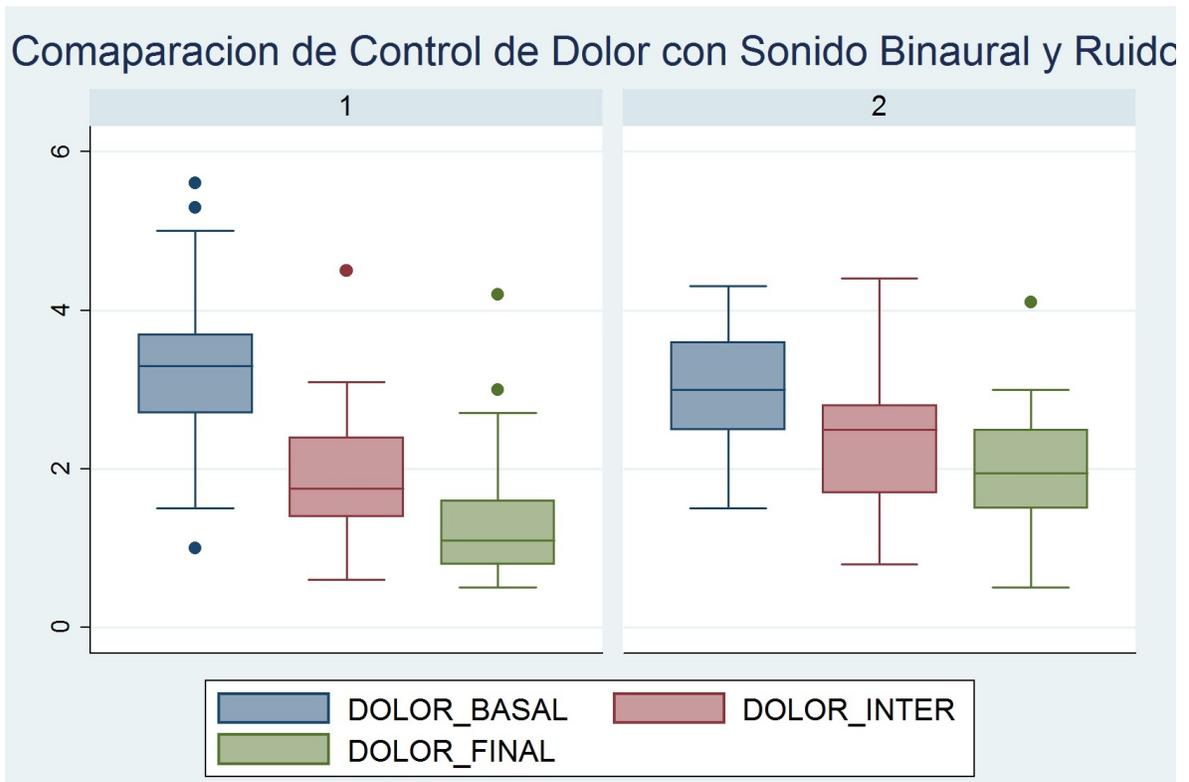
W = Wilks' lambda    L = Lawley-Hotelling trace

P = Pillai's trace    R = Roy's largest root

Source | Statistic      F(df1, df2) =    F      Prob>F

---

Grupo   W	0.7411	3.0	56.0	6.52	0.0007
P	0.2589	3.0	56.0	6.52	0.0007
L	0.3494	3.0	56.0	6.52	0.0007
R	0.3494	3.0	56.0	6.52	0.0007



## COMPARACION ENTRE GRUPOS

TA SISTOLICA BASAL, TA SISTOLICA INTERMEDIA, TA SISTOLICA FINAL

W = Wilks' lambda    L = Lawley-Hotelling trace

P = Pillai's trace    R = Roy's largest root

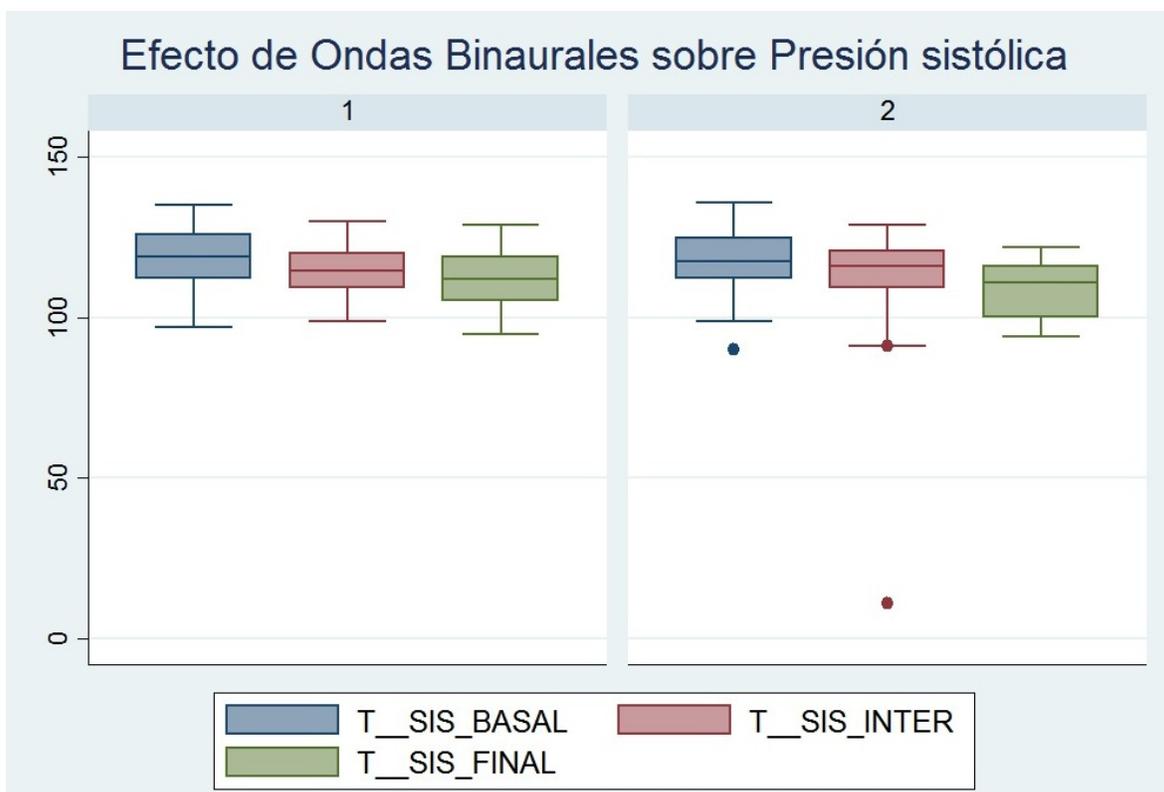
Source | Statistic    F(df1, df2) =    F    Prob>F

-----+-----  
grupo | W 0.9890    3.0 56.0    0.21    0.8904

      | P 0.0110    3.0 56.0    0.21    0.8904

      | L 0.0111    3.0 56.0    0.21    0.8904

      | R 0.0111    3.0 56.0    0.21    0.8904



## COMPARACION ENTRE GRUPOS

TA DIASTOLICA BASAL, TA DIASTOLICA INTERMEDIA, TA DIASTOLICA FINAL

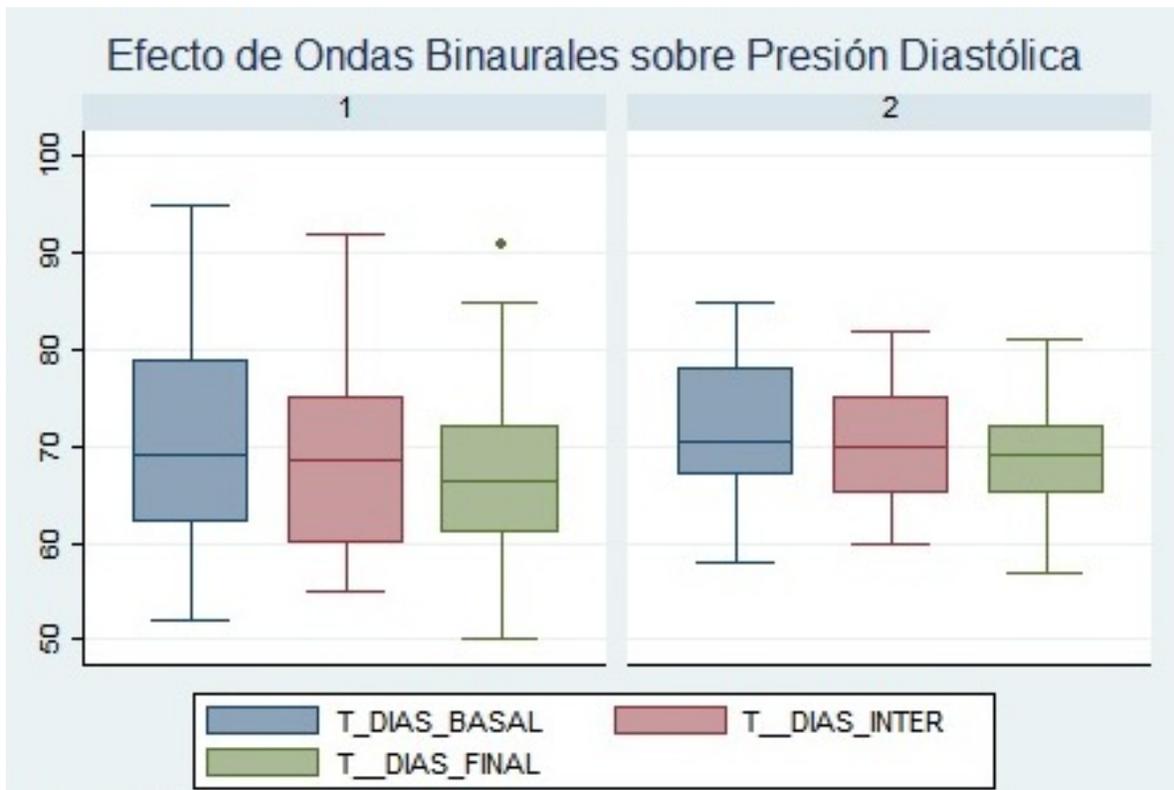
W = Wilks' lambda    L = Lawley-Hotelling trace

P = Pillai's trace    R = Roy's largest root

Source | Statistic    F(df1, df2) =    F            Prob>F

---

grupo	W	0.9519	3.0	56.0	0.94	0.4262
	P	0.0481	3.0	56.0	0.94	0.4262
	L	0.0505	3.0	56.0	0.94	0.4262
	R	0.0505	3.0	56.0	0.94	0.4262



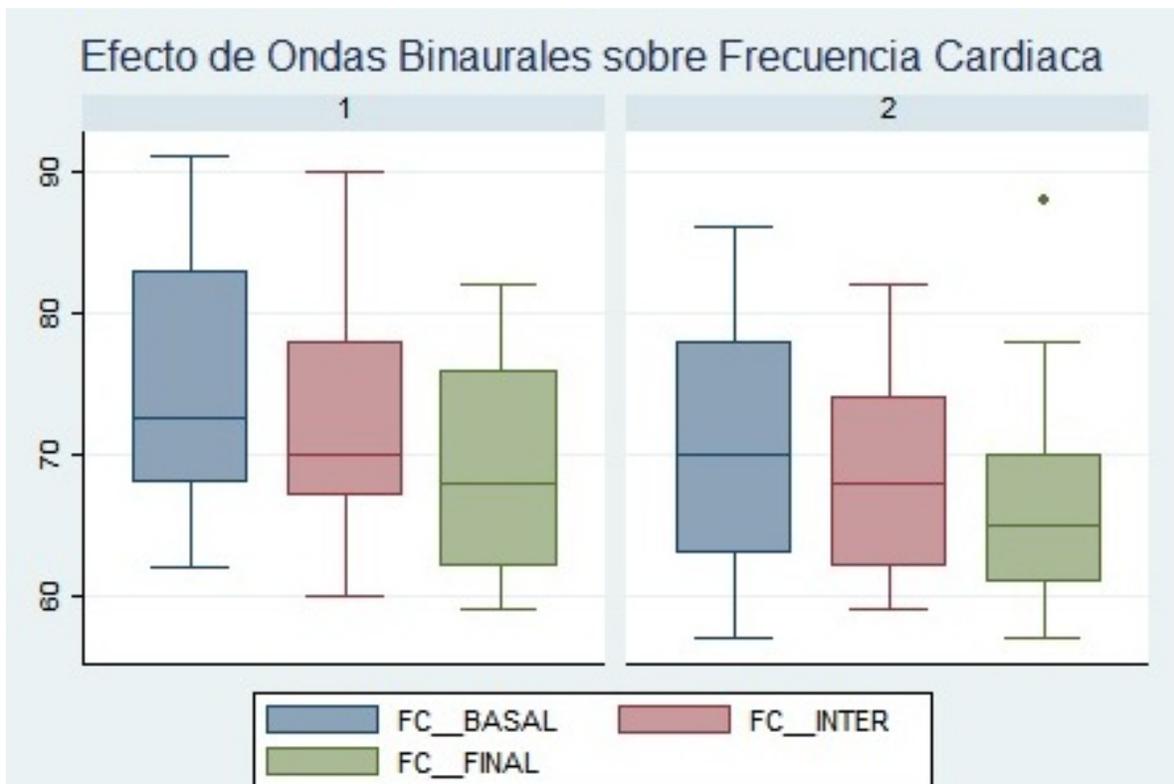
## COMPARACION ENTRE GRUPOS

FC BASAL, FC INTERMEDIA, FC FINAL

W = Wilks' lambda    L = Lawley-Hotelling trace

P = Pillai's trace    R = Roy's largest root

Source	Statistic	F(df1, df2)	F	Prob>F
grupo	W	0.8849	3.0 56.0	2.43 0.0750
	P	0.1151	3.0 56.0	2.43 0.0750
	L	0.1300	3.0 56.0	2.43 0.0750
	R	0.1300	3.0 56.0	2.43 0.0750



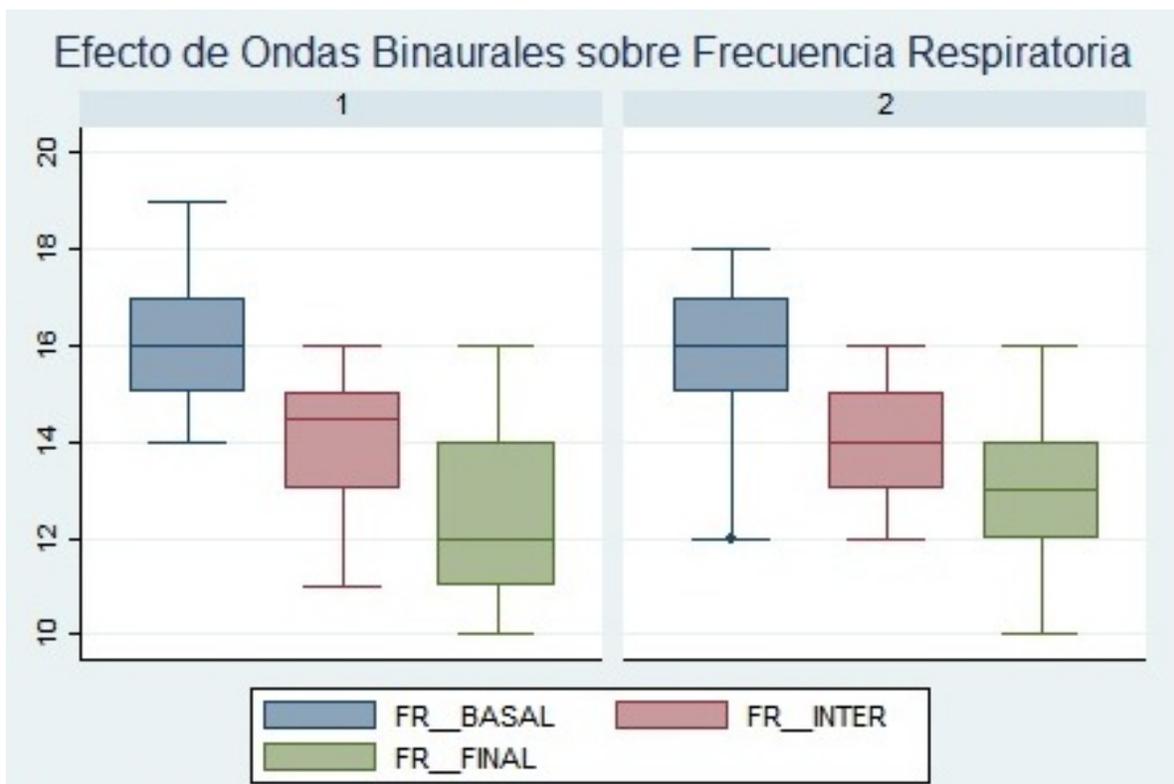
## COMPARACION ENTRE GRUPOS

FR BASAL, FR INTERMEDIA, FR FINAL

W = Wilks' lambda    L = Lawley-Hotelling trace

P = Pillai's trace    R = Roy's largest root

Source	Statistic	F(df1, df2) =	F	Prob>F
grupo	W 0.9588	3.0 56.0	0.80	0.4975
	P 0.0412	3.0 56.0	0.80	0.4975
	L 0.0430	3.0 56.0	0.80	0.4975
	R 0.0430	3.0 56.0	0.80	0.4975



## **ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD**

Este estudio se condujo de acuerdo a las normas de ética sobre investigación en sujetos humanos de la declaración de Helsinki, la Ley General de Salud y el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud.

La participación del paciente en este estudio fue de importancia por la necesidad de incluir nuevos métodos para disminución del dolor en el tratamiento multimodal del mismo; Dentro de los riesgos a los que se expuso a los sujetos de este estudio esta inicialmente la estimulación dolorosa la cual en ningún momento puso en riesgo la integridad física y emocional de los voluntarios en estudio, además sin secuelas permanentes en los lugares de estimulación dolorosa; Respecto a la estimulación con ondas binaurales se podría presentar como efecto adverso de la estimulación, la sensación de tinnitus, mareo, náuseas, los cuales serán de corta duración, trauma acústico si se usara con niveles de volumen elevados. **(12)** Sin embargo no habrá lesión acústica permanente ni se pondrá en riesgo la integridad física ni emocional de las personas estudiadas mediante el uso de las ondas binaurales.

## **CONCLUSIONES DEL ESTUDIO**

Durante el estudio se pudo identificar el equilibrio demográfico entre ambos grupos, con lo que no se verían afectadas las variables a estudiar, se hace relevante que en ambos grupos existe una disminución de la percepción del dolor, sin embargo se hace notoria la significancia estadística en el grupo estimulado con ondas binaurales, resultando en una mayor disminución del dolor comparado con el grupo control, por otro lado no se ven afectadas las variables de tensión arterial sistólica, tensión arterial diastólica, y frecuencia respiratoria, no siendo así para la variable de frecuencia cardíaca la cual se ve influenciada por la estimulación con ondas binaurales, con tendencia a disminuir, resultando estadísticamente significativa.

Por lo que podemos concluir que la estimulación con ondas binaurales disminuye significativamente la percepción del dolor y la frecuencia cardíaca en sujetos de ambos sexos sometidos a estimulación dolorosa.

## ANEXOS

### ESTUDIO CONTROLADO SOBRE EL EFECTO DE LAS ONDAS BINAURALES EN LA DISMINUCION DEL DOLOR PROVOCADO EN VOLUNTARIOS SANOS

#### HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

Identificación: \_\_\_\_\_

Número consecutivo y de consentimiento informado: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

	Mediciones basales	Mediciones intermedias	Mediciones finales
Percepción en la Escala numérica de dolor			
Tensión arterial sistólica			
Tensión arterial diastólica			
Frecuencia cardiaca			
Frecuencia Respiratoria			

**ESTUDIO CONTROLADO SOBRE EL EFECTO DE LAS ONDAS BINAURALES EN LA DISMINUCION DEL DOLOR PROVOCADO EN VOLUNTARIOS SANOS**

Identificación: \_\_\_\_\_

Número consecutivo y de consentimiento informado: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**ESCALA VISUAL NUMERICA DE DOLOR**

**Medición Basal**

**INSTRUCCIONES DE USO**

La escala visual numérica de dolor se compone de una línea horizontal de 10 cm de longitud dividida en centímetros.

Para la evaluación de la percepción individual del dolor se requiere que el sujeto evaluado indique sobre la línea con una X el lugar que mejor describa su dolor actual, teniendo en cuenta que el 0 (cero) equivale a ningún dolor y el 10 (diez) equivale al dolor más intenso que ha sentido en la vida.

0    1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

\_\_\_\_\_

**ESTUDIO CONTROLADO SOBRE EL EFECTO DE LAS ONDAS BINAURALES EN LA DISMINUCION DEL DOLOR PROVOCADO EN VOLUNTARIOS SANOS**

Identificación: \_\_\_\_\_

Número consecutivo y de consentimiento informado: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**ESCALA VISUAL NUMERICA DE DOLOR**

**Medición intermedia**

**INSTRUCCIONES DE USO**

La escala visual numérica de dolor se compone de una línea horizontal de 10 cm de longitud dividida en centímetros.

Para la evaluación de la percepción individual del dolor se requiere que el sujeto evaluado indique sobre la línea con una X el lugar que mejor describa su dolor actual, teniendo en cuenta que el 0 (cero) equivale a ningún dolor y el 10 (diez) equivale al dolor más intenso que ha sentido en la vida.

0    1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

\_\_\_\_\_

**ESTUDIO CONTROLADO SOBRE EL EFECTO DE LAS ONDAS BINAURALES EN LA DISMINUCION DEL DOLOR PROVOCADO EN VOLUNTARIOS SANOS**

Identificación: \_\_\_\_\_

Número consecutivo y de consentimiento informado: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**ESCALA VISUAL NUMERICA DE DOLOR**

**Medición Final**

**INSTRUCCIONES DE USO**

La escala visual numérica de dolor se compone de una línea horizontal de 10 cm de longitud dividida en centímetros.

Para la evaluación de la percepción individual del dolor se requiere que el sujeto evaluado indique sobre la línea con una X el lugar que mejor describa su dolor actual, teniendo en cuenta que el 0 (cero) equivale a ningún dolor y el 10 (diez) equivale al dolor más intenso que ha sentido en la vida.

0    1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

\_\_\_\_\_

## REFERENCIAS

- 1, International Association for the Study of Pain, Subcommittee on Taxonomy. Classification of Chronic Pain. Pain 1986; 3:S3-S12 y S216-S221.
2. Dra .Hernández L. Dra. Zaldívar V. *Manejo del dolor postoperatorio: experiencia terapéutica en unidad de terapia quirúrgica central del Hospital General de México*. Enseñanza de la anestesiología vol; 31, Supl 1, abril-junio 2008: 246-251
3. Mugabure B. B., Tranque B. I., *Estrategias para el abordaje multimodal del dolor y de la recuperación postoperatoria*. Rev. Española Anestesiología y Reanimación. 2007; 54: 29-40.
4. González P.M. md., *Influencia de la estimulación sonora binaural en la generación de ondas cerebrales. Estudio electroencefalográfico*. Madrid, 2013
5. Miyara, f., *introducción a la psicoacústica*. Extraído el 15 de noviembre de 2012 de <http://es.scribd.com/doc/50452349/11/fenomenos-no-lineales-en-el-oido>
- 6.. Holmes, f., *Inducing states of consciousness with a binaural beat technology, research division, the Monroe institute*. Extraído el 15 de noviembre de 2012 de <http://www.monroeinstitute.org/research/cat/binaural-beats1/inducing-states-ofconsciousness-with-a-binaural-beat-technology>
7. Oster, g. *Brainwave Stimulator, history binaural beats* (1973). Scientific American, 229, 94---102
8. Jane, j.d., Kasian, s.j., Owens, j.e., & marsh, g.r. (1998). *Binaural auditory beats affect vigilance performance and mood*. Physiology and behavior, 63(2), 249---252.
9. Llancafil N.F., ing. Valdivia V. ing. *Efectos de los infrasonidos en la conducta humana*. (2007) Universidad austral de chile facultad de ciencias de la ingeniería escuela de ingeniería civil acústica.
10. Dabu-bondoc S., md, Drummond-lewis J., md *Hemispheric Synchronized Sounds and Perioperative Analgesic Requirements*. Anesth & Analg Vol. 110, No. 1, January 2010
11. Dabu-bondoc S., md, Drummond-lewis J., *hemispheric synchronized sounds and intraoperative anesthetic requirements* Anesth& Analg 2003; 97:772-5
12. Arau, H., *Nocividad de las ondas acústicas*, Revista Anales Otorrinolaringológicos ibero-americanos, No registro 18161, Barcelona (2004)