



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**SECRETARIA DE SALUD**

**INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN**

**DR. LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA**

**ESPECIALIDAD EN AUDIOLOGÍA, OTONEUROLOGÍA Y FONIATRÍA.**

**“COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA MIOGÉNICA VESTIBULAR OCULAR  
CON ESTIMULACIÓN ACÚSTICA A 500 Y 1000 HZ”**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL DIPLOMA DE MÉDICO ESPECIALISTA EN AUDIOLOGÍA,  
OTONEUROLOGÍA Y FONIATRÍA.**

**PRESENTA:**

**DRA. MÓNICA SEGURA HERNÁNDEZ**

**PROFESOR TITULAR: DRA. XOCHQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ.**

**ASESORES CLÍNICOS: DR. FRANCISCO ALFREDO LUNA REYES/ DR.**

**DANIEL RAMOS MALDONADO.**

**ASESOR METODOLÓGICO: DR. EMILIO ARCH TIRADO**

**CIUDAD DE MÉXICO FEBRERO DEL 2018**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

---

**DIRECTORA MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL**

**DIRECTORA DE EDUCACIÓN EN SALUD**

---

**DRA. XOCHIQUETZALHERNANDEZ LÓPEZ**

**SUBDIRECTORA DE EDUCACIÓN MÉDICA**

---

**DRA. XOCHQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ**

**PROFESOR TITULAR**

---

**DR. DANIEL RAMOS MALDONADO.**

**ASESOR CLÍNICO**

---

**DR. FRANCISCO ALFREDO LUNA REYES**

**ASESOR CLÍNICO**

---

**DR. EMILIO ARCH TIRADO**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**ÍNDICE**

**AGRADECIMIENTOS**

**CAPITULO I INTRODUCCIÓN**

**CAPITULO II POTENCIAL MIOGÉNICO VESTIBULAR.**

**OVEMPS.**

**CAPITULO III JUSTIFICACIÓN**

**CAPITULO IV PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

**CAPITULO V HIPÓTESIS**

**CAPITULO VI OBJETIVO GENERAL**

**CAPITULO VII OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

**CAPITULO VIII MATERIAL Y MÉTODOS**

**CAPITULO IX ASPECTOS ÉTICOS**

**CAPITULO X RESULTADOS**

**CAPITULO XI DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

**CAPITULO XII CONCLUSIONES**

**CAPITULO XIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## **CAPITULO I INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Antecedentes.**

Las primeras respuestas vestibulares fueron descritas por Von Békésy en 1935, utilizando estímulos sonoros a alta intensidad (alrededor de 134 dB) con el fin de generar movimientos de la cabeza hacia el estímulo sonoro. La explicación para este fenómeno era la proximidad entre la base del estribo y las células ciliadas de la mácula del sáculo que activan a las neuronas aferentes.

En 1964 se tuvieron los primeros informes sobre los potenciales miogénicos evocados de latencia corta; sin embargo, fue sólo 7 años después de que Townsend et al. se dio cuenta de que el verdadero origen de estos potenciales se generaba en el sáculo. Los autores demostraron que los potenciales miogénicos vestibulares (VEMP por sus siglas en inglés) se encontraban presentes en los pacientes sordos; sin embargo, estaban ausentes en pacientes sometidos a neurectomía vestibular. Más tarde, estos mismos autores descubrieron que las respuestas VEMP estaban presentes en los pacientes que habían sido sometidos a la ablación de los canales semicirculares por estreptomina y en pacientes, que tenían vértigo postural paroxístico benigno (VPPB), mientras que estos mismos potenciales estaban ausentes en pacientes con síndrome de Ménière .

Con el fin de reforzar la base fisiológica de los VEMP, McCue y Guinan identificaron que algunas fibras de la división del nervio vestibular inferior en los gatos respondía eléctricamente a los estímulos sonoros por encima de 80 dB SPL (nivel de presión

sonora), y que aumentaba su actividad eléctrica al incrementar la intensidad del estímulo, lo que confirma la hipótesis de que estos potenciales musculares eléctricos inhibitorios tenían su origen en el sáculo y en consecuencia, tenían sus vías aferencias en el nervio vestibular inferior.(1)

Las pruebas para valorar función vestibular de los canales semicirculares son comunes mientras las pruebas para valorar función otolítica son escasas. Los VEMP son estudios que recientemente se han utilizados para valorar la función otolítica. Zhou y Cox describen a los PVME como una «herramienta diagnóstica relativamente nueva que está en proceso de ser usada para investigar a pacientes con trastornos vestibulares específicos». Antes de 1994 la captación del potencial se había hecho en diversos sitios de la cabeza sin lograr una reproducción fidedigna en todos los casos. La técnica descrita por primera vez en 1994 por Colebatch, Halmagyi y Skuse es la utilizada por la mayoría de los autores desde esa fecha.(2)

## **1.2 Elementos implicados en el funcionamiento vestibular.**

El aparato vestibular es uno de los centros de información sobre el estado de equilibrio del cuerpo.

El aparato vestibular está ubicado en la porción petrosa del peñasco, recordemos que el peñasco está formado además por la porción escamosa, que forma el techo del conducto auditivo externo, techo de la caja timpánica, la pared lateral del cráneo y el piso de la fosa cerebral media, y el timpanal que forma el piso, y parte de la pared anterior y posterior del conducto auditivo externo. El oído interno se compone



de un laberinto óseo y un laberinto membranoso. A su vez el laberinto se divide en un laberinto anterior formado por la cóclea y un laberinto posterior, formado en el hueso, por la cavidad vestibular, utrículo, sáculo y los conductos semicirculares.(3)

El laberinto óseo consiste en: la cóclea, la cavidad vestibular, los conductos semicirculares. La cóclea es una estructura pequeña que aloja al órgano de Corti, el receptor de la audición. Las estructuras del laberinto están en contacto con un fluido continuo de las mismas características del líquido cefalorraquídeo llamado perilinfa. El laberinto membranoso posee al epitelio sensorio y a las estructuras del sistema vestibular, y contiene a la endolinfa, un fluido con composición similar a los líquidos intracelulares, éste se produce en la estría vascular y se reabsorbe en el saco endolinfático. El aparato vestibular se compone de 5 órganos: el utrículo, sáculo y el conducto semicircular lateral, superior y posterior.

Para fines de este trabajo estudiaremos la anatomía de las estructuras del laberinto posterior.

### **Conductos semicirculares.**

Estas estructuras son sensibles a las aceleraciones angulares o de rotación de la cabeza. El canal semicircular superior y posterior presentan una angulación de 45° sobre el plano sagital, mientras que el canal lateral presenta una angulación de 30° sobre el plano axial. Los canales semicirculares se abren dentro del utrículo. Al final de cada conducto presenta una dilatación llamada ámpula la cual contiene al neuroepitelio denominado la cresta ampular, la cual se encuentra cubierta por la

cúpula, una sustancia gelatinosa que contiene a las células ciliadas, histológicamente es similar a la mácula, salvo que la ámpula no posee otolitos. El cinocilio de la célula ciliada en el conducto lateral se encuentra orientado hacia el utrículo y el del conducto semicircular superior y posterior están orientados hacia el conducto.

### **El utrículo y Sáculo.**

Son estructuras del laberinto que detectan la orientación de la cabeza en el espacio, responden a la aceleración lineal, gravitacional y a la inclinación de la cabeza. Contienen un neuroepitelio sensorio llamado mácula, la mácula del utrículo se encuentra en un plano horizontal y la sacular se encuentra en un plano vertical. En su interior se encuentra una membrana gelatinosa de carbonato de calcio que contiene partículas llamadas otolitos u otoconias. Las células ciliadas proyectan a través de la membrana otolítica. El estereocilio y el cinocilio de las células ciliadas en el utrículo están orientadas hacia la estriola y en el sáculo se alejan. (4)

### **Células ciliadas vestibulares**

El epitelio neurosensorial vestibular está formado por células ciliadas que, a semejanza de las células ciliadas de la cóclea, transforman la señal mecánica de movimiento (corriente endolinfática) en señal eléctrica neuronal: es el fenómeno de mecanotransducción. Se distinguen dos tipos de células ciliadas con propiedades y orígenes distintos: las células ciliadas de tipo I y las de tipo II (5).

## **Mecanotransducción.**

Las células ciliadas codifican el desplazamiento de los líquidos endolinfáticos, al transformar una señal mecánica (la deflexión del penacho ciliar) en una señal eléctrica (el potencial de acción sobre la fibra aferente). Se trata de la mecanotransducción.

La primera fase de la mecanotransducción es la deflexión del penacho ciliar que, en el sentido del cinocilio, induce una elongación de las conexiones apicales. Esta elongación de la conexión apical (proteína elástica que actúa como un resorte) permite la abertura de los canales de mecanotransducción (canal MET TRPA1) y permite la entrada de los cationes  $K^+$  y  $Ca^{2+}$ . Se trata de la teoría del mecanismo de abertura (*gatingspring*)(6), a esta le sigue la fase de recuperación antes de una nueva activación, donde los cationes  $Ca^{2+}$  liberados en masa son captados a continuación por el retículo endoplásmico (reservorio cálcico de la célula). En las células ciliadas cocleares, el potencial endolinfático es esencial para la mecanotransducción al permitir obtener corrientes de entrada considerables y al inducir una gran despolarización celular y una respuesta neuronal inmediata.

### **1.3 Fisiología vestibular.**

#### **Anatomía funcional de las máculas otolíticas.**

Las dos máculas otolíticas presentan la misma composición. El epitelio neurosensorial está recubierto por una membrana gelatinosa de tipo proteico, cuya masa es mayor debido a la presencia de otoconias (formaciones cristalinas ricas en carbonato de calcio). Se han descrito tres capas en la membrana otolítica, de lateral a medial: la capa otoconial formada por los cristales otoconiales, la capa gelatinosa

formada por mucopolisacáridos y la capa del entramado submembranoso formada por proteínas fibrilares que constituyen una red mallada entre las que se entremezclan los extremos ciliares de las células neurosensoriales vestibulares. La formación de otoconias se realiza durante el período embrionario y termina poco después del nacimiento. Esta síntesis es muy dependiente de la abundancia de calcio y de la acidez de la endolinfa.

### **Distribución celular**

Existe una gran variabilidad en la composición celular de las máculas. La fundamental es la presencia de una región identificable desde el punto de vista macroscópico (la estriola) que divide cada mácula en dos zonas de superficies iguales. A cada lado de la estriola, los vectores de polarización celular son opuestos, de modo que todas las células tienen su cinocilio orientado hacia el lado de la estriola en el caso del utrículo y hacia el lado contrario en el sáculo.

### **Activación otolítica.**

Los órganos otolíticos son los responsables de la transducción de las fuerzas de aceleración lineal, como la gravedad. Su señal es una información necesaria para los reflejos oculomotores, los reflejos posturales y el sistema perceptivo en su conjunto.

La membrana otoconial representa una masa inercial que ejerce un peso sobre las células ciliadas en reposo, relacionada con la gravedad. Durante las variaciones lineales de la aceleración, como un desplazamiento horizontal o una inclinación de

la cabeza, esta masa va a desviar los cilios sensoriales y a provocar la mecano-transducción. La masa gelatinosa en la que se apoyan las otoconias actúa como un elemento cohesivo que aísla el sistema de las vibraciones.

Las neuronas aferentes responden a una aceleración con un aumento de su actividad en el sentido de la polarización de sus células ciliadas y con una disminución de su actividad en sentido inverso. También se distinguen dos tipos de neuronas, las regulares y las irregulares. Las neuronas regulares descargan de forma permanente y se modulan por los movimientos; su fibra es más pequeña y de velocidad de conducción más lenta. Inervan sobre todo la periferia de las máculas y de las cúpulas, y corresponden a las células de tipo II. Las neuronas irregulares descargan por el movimiento, tienen axones más gruesos y velocidades de conducción superiores. Se encuentran en menor número inervando el centro de la mácula y en el vértice de las cúpulas. Corresponden a las aferencias de tipo I.

### **Aferencias primarias**

Las neuronas aferentes responden a una aceleración con un aumento de su actividad en el sentido de la polarización de sus células ciliadas y con una disminución de su actividad en sentido inverso. Su frecuencia de descarga en reposo es de alrededor de 100 potenciales de acción (PA)/seg. También se distinguen dos tipos de neuronas, las regulares y las irregulares. Las neuronas regulares descargan de forma permanente y se modulan por los movimientos; su fibra es más pequeña y de velocidad de conducción más lenta. Inervan sobre todo la periferia de las máculas y de las cúpulas, y corresponden a las células de tipo II.

Las neuronas irregulares descargan por el movimiento, tienen axones más gruesos y velocidades de conducción superiores. Se encuentran en menor número innervando el centro de la mácula y en el vértice de las cúpulas. Corresponden a las aferencias de tipo I.

### **Vías otolíticas.**

Las aferencias utriculares se unen al nervio vestibular superior (con los nervios ampulares anterior y lateral) y se proyectan sobre la parte ventral del núcleo vestibular lateral en el puente. Las aferencias saculares se unen a la parte dorsolateral del núcleo vestibular inferior a través del nervio vestibular inferior.

Estas aferencias hacen sinapsis con las neuronas vestibulares secundarias y con una red de interneuronas que constituyen un primer nivel de integración de la información vestibular al estar conectadas con las aferencias visuales, propioceptivas y corticales.

Las neuronas secundarias de origen otolítico se proyectan en cuatro grandes sistemas: la médula, los núcleos oculomotores, el cerebelo y la corteza. Los dos primeros presentan especificidades respecto a su aferencia y se detallan a continuación.

**Vías maculoespinales.** Las vías otolíticas discurren sobre todo por los fascículos vestibuloespinales para distribuirse a las motoneuronas medulares desde la médula cervical a la médula lumbar. A nivel cervical, las neuronas secundarias hacen sinapsis directamente con las motoneuronas del asta ventral, mientras que a nivel

lumbar existen sinapsis intermedias. Las aferencias otolíticas facilitan la acción de los músculos extensores ipsolaterales a la estimulación. La mayoría de los efectos otolíticos se ejerce sobre la médula cervical.

Las vías utriculoespinales tienen como función principal el mantenimiento de la cabeza respecto al tronco durante las aceleraciones horizontales. Discurren por el fascículo vestibuloespinal lateral, que es estrictamente ipsolateral, para unirse a las motoneuronas axiales y distales ipsolaterales. De este modo, un desplazamiento hacia la derecha estimula al utrículo derecho e induce una facilitación de los PA a nivel de las motoneuronas extensoras y flexoras derechas y una inhibición en las extensoras y flexoras izquierdas, que permite el mantenimiento de la cabeza respecto al tronco durante una translación en un plano frontal.

Las vías saculoespinales tienen el papel más accesorio de mantenimiento de la cabeza durante los desplazamientos verticales. Discurren por el fascículo vestibuloespinal, de forma bilateral, inmersas en las aferencias de los conductos semicirculares, y se proyectan sobre la médula cervical exclusivamente. Una estimulación sacular hacia abajo tiene como efecto la facilitación de las motoneuronas extensoras bilaterales del cuello, lo que permite estabilizar la cabeza durante las aceleraciones verticales

**Vías maculooculomotoras.** Su objetivo es mantener estable la imagen retiniana durante el movimiento. Las aferencias utriculares son mayoritariamente las conexiones excitadoras sobre el núcleo abducens ipsolateral e inhibitoras sobre el núcleo abducens contralateral. De este modo, durante un desplazamiento hacia la

derecha, se estimula el músculo abducens homolateral al desplazamiento y el globo sigue el movimiento (sin retraso respecto a la órbita). También existen proyecciones sobre el núcleo del oblicuo mayor (efecto excitador) y del oblicuo menor (efecto inhibitor). Estas últimas intervienen en la estabilización del ojo durante la aceleración en un plano frontal. Son las responsables de la ciclotorsión ocular observada en caso de enfermedad otolítica (por lo general, tras la neurotomía vestibular), que correlaciona en parte con las desviaciones en la percepción de la vertical y de la horizontal subjetiva.

La estimulación del nervio sacular provoca pocas respuestas oculomotoras; sólo responde un 30% de las neuronas oculomotoras: se trata de una activación de los músculos recto superior y oblicuo superior ipsolaterales y del recto inferior contralateral. El papel de estas conexiones, probablemente asociado al mantenimiento de la mirada, aún es poco conocido. (7)



## **CAPITULO II POTENCIAL MIOGÉNICO VESTIBULAR (VEMP)**

### **2.1 Generalidades.**

En 1977 Young reportó que las aferencias otolíticas en los monos pueden ser activadas por conducción del sonido por aire (ACS por sus siglas en inglés) y por conducción por vibración ósea (BCV por sus siglas en inglés), esto se ha confirmado

en muchas especies como el gato (McCue y Guinan, 1994, 1995, 1997), paloma (Wit et al., 1984), rata (Zhu et al., 2011, 2014), cobaya (Curthoys et al., 2006, 2012). (8)

En la actualidad se han desarrollado diversos métodos para el estudio de la función sacular y utricular, partiendo de múltiples investigaciones sobre la fisiología de sus maculas, y uno de ellos es la aplicación clínica del registro del reflejo vestíbulo espinal el cual se inicia con los trabajos desarrollados por Halmagyi y Colebatch en 1992, en los que se sientan las bases para emplearlos como prueba diagnóstica en pacientes con trastorno vestibular. Definiendo el VEMP como el registro electromiográfico de inhibición de la actividad contráctil máxima voluntaria en el músculo esternocleidomastoideo (ECM)(9).

Debido a que los VEMPs son un reflejo de latencia corta producida por la estimulación de los organosolíticos, es importante recordar esa función, donde los estereocilios presentan deflexiones por aceleraciones angulares (en el caso de los conductos semicirculares) y lineales (utrículo y saculo) de la cabeza lo que causan desplazamiento de las cúpulas o máculas, y tras prolongar o repetir un estímulo efectivo a intervalos cortos se incrementa la respuesta por un proceso de suma temporal. Existen algunos principios sobre el modo de activación, el primero es que con una estimulación intensa por ACS puede provocar la activación de las aferencias vestibulares primarias probablemente debido a que el movimiento del estribo genera una onda de presión en el flujo del oído interno provocando la deflexión del estereocilio y la activación de los receptores vestibulares adyacentes, en los mamíferos la macula sacular y la mácula utricular son estrechamente adyacentes al

estribo.(10) Sin embargo mediante estimulación por BCV en las mastoides genera ondas de presión que viajan a través y alrededor de la cabeza dando como resultado una aceleración lineal, donde la vibración puede causar el movimiento del labelinto óseo que a su vez causa el desplazamiento del líquido endolaberíntico(11), la segunda posibilidad es que la vibración se transmita a través del tejido blando y cause desplazamiento de fluido a través del conducto endolinfático o el acueducto de coclear. (12)

## **2.2 Potencial miogénico vestibulocervical.**

Respuesta electromiográfica evocada de latencia corta (EMG) desencadenada por estímulos acústicos de alto nivel registrados en el músculo esternocleidomastoideo (SCM). El cVEMP ha ganado popularidad como una prueba clínica para evaluar la función del nervio vestibular inferior y función sacular.

### **Técnica de registro.**

Para realizar la prueba el paciente debe estar consciente, ubicándose en posición decúbito supino sobre una camilla con la cabeza levantada (flexión cervical anterior), de tal forma que contraiga activamente el músculo esternocleidomastoideo.

El reflejo se registra a partir de un montaje de electrodos que consta de un electrodo de no inversión situado en el punto medio del vientre del músculo esternocleidomastoideo ipsilateral, un electrodo de inversión colocado en el manubrio del esternón, y un electrodo de tierra que se coloca en la frente.

Para la estimulación por vía aérea se sugieren los siguientes parámetros:

- Tono de 400-600 Hz (u otras frecuencias si se está evaluando) o clics de 0,1 ms.
- Duración del estímulo: hasta 7 ms (más de un ciclo durante el tiempo de la meseta).
- Nivel de sonido: 120-135 dB pSPL, máximo 140 dB pSPL.
- La frecuencia habitual es de 5 Hz (2-10 Hz: las velocidades más lentas prolongan la prueba excesivamente).
- La estimulación unilateral es menos ruidosa y permite la detección de ambas respuestas (p13 n23).

### **Nomenclatura.**

La nomenclatura de forma de onda se deriva más comúnmente de cualquiera de dos métodos (Chiappa, 1997); (1) los componentes se numeran en secuencia por polaridad, por ejemplo, N1, N2, N3, y así sucesivamente; O (2) los componentes se etiquetan de acuerdo con su polaridad y latencia media en sujetos normales. Con respecto al segundo método, los componentes de respuesta de el primer pico positivo mayor se denominará p13 (P1) y el siguiente pico negativo principal como n23 (N1). Sin embargo, dependerá de la institución la forma de etiquetado.

### **Parametros de normalidad.**

Los valores normativos están influenciados por la edad y posiblemente por género. Los límites de las normales se establecen generalmente a 2,0 o 2,5 desviaciones estándar por encima y por debajo del valor medio cuando la distribución es normal.

(13)

Para obtener información respecto al modo de activación, también se han hecho investigaciones sobre la intensidad y duración del estímulo adecuados para producir una respuesta efectiva, en el caso de los cVEMPs Welgampola y Colebatch (2001) demostraron que con la estimulación por AC a 1 kHz provocaba una facilitación temporal con un aumento progresivo en la respuesta a medida que el estímulo aumentaba en la duración de 1 a 7 ms disminuyendo posteriormente, en el transcurso de esas investigaciones se ha definido una nueva vía vestibular de latencia corta: el Potencial Miogénico Vestibular Ocular (oVEMP), registrado desde debajo de los ojos. En la actualidad, la estimulación por ACS y BCV se utilizan para evocar los dos reflejos. Sin embargo, no ha habido un estudio sistemático del efecto de la duración e intensidad utilizando estímulos de BCV o ACS sobre los oVEMP.(14)

### **2.3 Potenciales Miogénicos Vestibulo Oculares (oVEMP).**

Como se ha comentado previamente el VEMP es un potencial miogénico de latencia media que evalúa la respuesta muscular posterior a una estimulación auditiva, esta respuesta auditiva como ya se mencionó desencadena un arco reflejo que se registra por electromiografía.

Investigaciones recientes han demostrado que el oVEMP también puede ser generado a partir de los músculos extraoculares en respuesta a sonidos de elevada intensidad, el cual evalúa la vía vestibular superior y la contralateral ascendente.

#### **Técnica de registro.**

Para realizar los oVEMP se limpia la superficie con alcohol seguido de pasta abrasiva, colocando posteriormente los electrodos de superficie, para su registro el electrodo activo (electrodo negativo) de canal 1, es colocado 1 cm abajo del párpado inferior y el electrodo de referencia (electrodo positivo) es colocado 1 cm por debajo del electrodo activo, el electrodo tierra es colocado en la frente (Fpz).(15)

### **Método de estimulación.**

Los receptores de otolitos responden a la aceleración lineal, pero para el clínico es un gran desafío medir la aceleración lineal de una manera sencilla y segura para probar la función de la otolita. Se han utilizado dispositivos grandes, costosos, complejos y potencialmente peligrosos.

Las neuronas de los otolitos son altamente especializadas y se originan en la estriola de las máculas utricular y sacular. Las aferencias otolíticas responden a los cambios en la aceleración lineal. El estímulo por conducción ósea utilizado normalmente utiliza 500 cambios en la aceleración lineal por segundo siendo este el estímulo óptimo, y las neuronas se activan a intensidades de estímulo muy bajas y a medida que se aumenta la intensidad las neuronas muestran un mayor aumento en su disparo, es decir, las neuronas de los otolitos tienen un umbral bajo y una respuesta muy sensible a la estimulación por vibración ósea, estas neuronas pueden ser activadas también por sonido a 500 Hz aunque a la intensidad para la activación debe ser más alta (aproximadamente 120-130 dB SPL). Muchas de estas neuronas activadas son utriculares por lo que a su vez sus aferencias se encuentran

localizadas en el nervio vestibular superior.(16)

Para fines de este trabajo se describirá el método de estimulación de oVEMPs con sonido, así como su registro.

Se midien tres parámetros de amplitud; El pico negativo inicial (n1), los picos positivos negativos iniciales (n1-p1) y la mayor amplitud de pico a pico (P-P) sobre toda la respuesta oVEMP. Las mediciones se realizan tras la estimulación del oído afectado, con sonido y se registraron en el oído contralateral. (17)

En cuanto a los parámetros de normalidad encontrados en un estudio elaborado en el departamento de audición y ciencias del hablaVanderbilt Bill Wilkerson, se reportaron por grupos de edad los siguientes parámetros:

<b>EDAD</b>	<b>LATENCIA N1 (msec)</b>	<b>LATENCIA P1 (msec)</b>	<b>LATENCIA N1P1 (msec)</b>	<b>AMPLITUD N1P1 (v)</b>	<b>dB</b>
<b>&lt;18 años</b>	12.1 (1.1)	17.1 (1.3)	5.2 (1.1)	5.3 (2.8)	90.7 (3.7)
<b>18-49 años</b>	12.5 (0.88)	17.6 (1.1)	5.0 (0.84)	5.1 (3.1)	92.8 (2.9)
<b>&gt;50 años</b>	12.7 (1.3)	17.4 (2.3)	4.0 (2.3)	1.5 (1.4)	94.1 (3.2)

De igual forma estos la amplitud de la respuesta disminuye y el umbral aumenta significativamente a mayor edad, siendo predominante en sujetos mayores de 50 años de edad y mayores (18).

### 2.3 Aplicaciones clínicas.

Las alteraciones de los vemps pueden presentarse en diferentes patologías como (19) :

PATOLGÍA	oVEMP	CAUSA
<b>Dehiscencia del canal semicircular superior</b>	Grandes y de bajo umbral. Es 20 dB inferior a los sujetos normales.  Amplitud: alta.	Presencia de tercera ventana, lo que produce oVEMPS de gran amplitud con umbrales bajos.
<b>Enfermedad de Meniere:</b>	Demasiado pequeños o demasiado grandes.	Dilatación utricular.
<b>Neurolabirintitis vestibular.</b>	Ausentes.	Daño al nervio vestibular superior.
<b>VPPB</b>	Intactos.	Cuando se afecta solamente el conducto semicircular posterior y el utrículo.



<b>Schwannoma vestibular.</b>	Anormal, de baja amplitud o ausente.	Que el origen del shwannoma sea en el nervio vestibular superior.
<b>Esclerosis múltiple.</b>	Anormales.	Afecta el tracto vestibuloespinal medial, continuación del fascículo longitudinal medial, sitio comúnmente afectado por la desmielinización.

---

### **CAPITULO III JUSTIFICACIÓN**

La literatura actual reporta una prevalencia de patología vestibular de 1.8% en adultos jóvenes, 30% en población ubicada en la etapa de la vejez y un registro anual de 17%. En 2016, el Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra” (INRLGII), atendió a 7476 pacientes con patología vestibular, en cuyo caso, los VEMPs han sido herramienta fundamental para su diagnóstico y rehabilitación.

Es importante determinar la amplitud de las frecuencias de los oVEMPa 500 y 1000 Hz con la finalidad de determinar cuál es la mejor frecuencia para evaluar la función otológica utricular, ya que actualmente existe un vacío en la literatura anglosajona e hispana a este respecto. En un estudio realizado (Curthoys et al, 2016), se estimularon 278 neuronas utriculares y 188 saculares en cobayos, con la finalidad de determinar la sensibilidad umbral y supraluminal producida por estímulos acústicos abarcando las frecuencias 250, 500, 1000 y 1500 Hz, obteniendo que en intensidades bajas no hay incremento en la tasa de respuesta ante la presentación del estímulo; a intensidades más altas, se observó un claro aumento en la velocidad de disparo y la técnica (Goonetillete et al; 2008), sin embargo no se ha establecido si en los seres humanos se muestra el mismo comportamiento al incrementar la frecuencia de estimulación.

La viabilidad del estudio se fundamenta al ubicarse dentro de las principales líneas de investigación del INRLGII (discapacidad de la audición, voz, deglución y lenguaje) y al ser parte de los tópicos curriculares y de la función asistencial. Finalmente, el estudio es factible, al contar con el personal capacitado y los recursos necesarios.

## **CAPITULO IV PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Ciertos estudios han comprobado que el sonido y la vibración ósea producen respuestas otolíticas (Curthoys 2016), sin embargo, no se ha establecido cuál es la aceleración lineal del sonido para producir una respuesta clínica de oVEMP (Weber y Rosengren, 2015).

De acuerdo al estudio realizado por Curthoys et al., en las intensidades bajas no aumenta la tasa de respuesta mediante la presentación del estímulo y a intensidades más altas se observa un claro incremento en la velocidad de disparo;

por lo que surge la pregunta *¿Existe diferencia en la amplitud de la respuesta miogénica vestibular ocular en las frecuencias de estimulación acústica 500 vs 1000 Hz?*

## **CAPITULO V HIPÓTESIS**

En los oVEMP en la frecuencia de 1000 Hz se encontrará una mayor amplitud en comparación con la frecuencia de 500 Hz.

## **CAPITULO VI OBJETIVO GENERAL**

Comparar las amplitudes del oVEMP con estimulación acústica a 500 vs 1000 Hz en oído izquierdo y oído derecho.

## **CAPITULO VII OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Medir la amplitud de los oVEMP por estimulación acústica de los sujetos de estudio
- Determinar si se produce algún cambio en la amplitud de los oVEMP en las frecuencias 500 y 1000 Hz.
- Observar el comportamiento en el intervalo N1P1.

## **CAPITULO VIII MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Tipo de estudio (en los casos que corresponda)**

Transversal, analítico.

### **Población**

Médicos residentes y personal administrativo del INRLGII seleccionados con base a los criterios de inclusión y a la presencia de oVEMP a 500 Hz.

### **Criterios de inclusión**

- Sujetos con edad de 18 a 57 años
- Ambos sexos.
- Que tengan oVEMP presentes en 500 Hz.
- Que acepten participar en el estudio y firmen carta de consentimiento informado.

### **Criterios de eliminación**

- Sujetos que no presenten oVEMP a 500 Hz
- Que no puedan realizar el estudio por falta de cooperación o por algún impedimento físico o de salud.

### **Criterios de exclusión**

- Sujetos menores de 18 y mayores de 45 años.
- Con patología otoneurológica.
- Con patología de oído medio.
- Con nistagmus congénito
- Con enfermedades crónicas degenerativas y metabólicas.
- Con acúfeno.
- Con enfermedades degenerativas del SNC.
- Con alteraciones en la movilidad ocular.
- Con antecedente de evento vascular cerebral
- Con antecedente de traumatismo craneoencefálico severo.
- Con patología de columna cervical.



### Tipo de muestreo

Censal. Todos los sujetos candidatos que cumplieron con los criterios de inclusión.

### Tamaño de muestra.

El presente estudio se llevó a cabo con 25 sujetos, 6 del género masculino y 19 del femenino, todos residentes o personal administrativo del INRLGII que aceptó participar en el estudio.

### Descripción de las variables de estudio, unidades de medida y escalas de medición:

VARIABLE	TIPO	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDADES DE MEDIDA	IMPORTANCIA
Edad	Cuantitativa	Discreta	Años	Describir que grupo de edad es mas predominante al estimular con distintas frecuencias.
Sexo	Cualitativa	Nominal Dicotómica	M/F	Describir el género predominante al estimular con distintas frecuencias.

Intensidad	Cuantitativa	Continua	Hz	Activar el sistema vestibular y evocar un reflejo muscular de breve latencia evocado por el sonido en el músculo orbicular inferior.
Amplitud	Cuantitativa	Continua	Microvolts	La amplitud del oVEMP es pequeña en contraste con el cVEMP, un hallazgo esperado ya que se cree que emana del músculo oblicuo inferior, que es significativamente menor que el SCM. La respuesta a oVEMP está presente en la mayoría (90%) de sujetos neurológicos y otológicamente intactos jóvenes. Sin embargo, todavía se desconoce mucho sobre las características de respuesta del oVEMP.
Intervalo N1-P1	Cuantitativa	Continua	Milisegundos	En estudios realizados la latencia se mantiene estable en grupos de edad, alterándose en patologías otoneurológicas.

### **Análisis estadístico.**

Se realizaron prueba de estadística descriptiva con la finalidad de conocer las características de la población con respecto a la media, de la misma manera se calcularon intervalos de confianza para la media con un 95% de confiabilidad y se compararon las medias por medio de la prueba “t”, se construyeron gráficas de error estándar.

### **Recursos materiales.**

- Computadora genérica
- Otoacces 2.1.1 con licencia EP 25
- Electroodos
- Pasta abrasiva.
- Pasta Ten 20 conductive.
- Algodón

### **Método**

Una vez seleccionados los sujetos de estudio se canalizaron al servicio de Otoneurología del INRLGII en dónde se les identificó e ingresó sus datos al programa Otoacces, una vez concluido el proceso de identificación se limpiaron parpados y frente frotando la piel con un algodón humedecido en alcohol y posteriormente con pasta abrasiva para garantizar limpieza y condiciones apropiadas para la colocación de los electrodos. El electrodo activo (electrodo negativo) de canal 1 se colocó 1 cm por debajo del parpado inferior, el electrodo de referencia (electrodo positivo) 1 cm por debajo del electrodo activo y el electrodo

tierra al centro de la frente (Fpz). Para obtener el registro de oVEMP se presentaron estímulos acústicos tipo Burst a frecuencias de 500 y 1000 Hz a una tasa de estimulación de 5.1 a 100 dB en ambos oídos.

## **CAPITULO IX ASPECTOS ÉTICOS**

Se obtuvo consentimiento informado de cada paciente antes de la realización de los estudios, así mismo, en conformidad con la Ley General de Salud últimas reformas publicadas DOF-09-05-2007 el presente estudio está catalogado como de riesgo mínimo (no se expone a riesgos y daños al paciente) y el uso de datos personales de los pacientes no invadió su privacidad ya que se manejaron con carácter confidencial.

## **CAPITULO X RESULTADOS**

Se estudió a 25 sujetos (residentes y personal administrativo) del INRLGII que aceptaron participar en el estudio y cumplieron con los criterios de inclusión, 6 (24%) del género masculino y 19 (76%) del femenino (ver tabla 1), con edades comprendidas entre 27 y 57 años (rango de 30) y un promedio de edad de  $40.64 \pm 9.40$  años (media  $\pm$  desviación estándar). Las edades que se presentaron con mayor frecuencia fueron 30, 45 y 50 años cada una con 3 sujetos respectivamente,

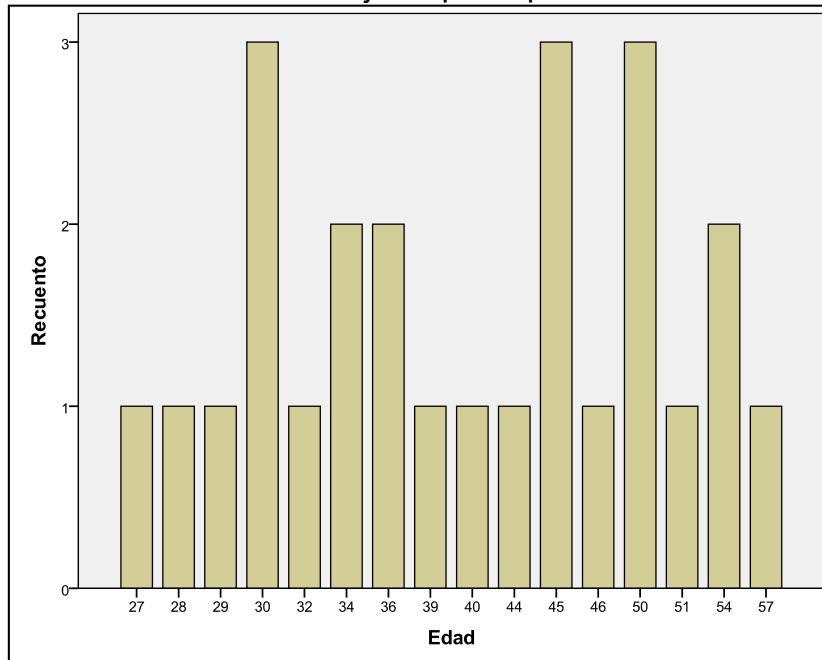
seguida por las edades 34, 36 y 54 años cada una con 2 sujetos (ver gráfica 1 y tabla 2).

Tabla 1. Frecuencia de los sujetos de estudio por género,

	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	6	24
Femenino	19	76
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>100</b>

Se observa que la población con mayor proporción con respecto al género es el femenino con 19 sujetos (76%) de la muestra.

Gráfica 1. Edad de los sujetos participantes en el estudio



Se observa que las edades más frecuentes fueron 30, 45 y 50 años.

Tabla 2. Distribución de edad por género

Edad	Masculino	Femenino	Total
27	1	-	1
28	-	1	1
29	1	-	1
30	2	1	3
32	1	-	1
34	-	2	2
36	-	2	2
39	-	1	1
40	-	1	1
44	-	1	1
45	-	3	3
46	-	1	1
50	-	3	3
51	-	1	1
54	1	1	2
57	-	1	1
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>19</b>	<b>25</b>

*Se observa que la edad más frecuente en el género masculino fue 30 años, en el caso del femenino fueron 45 y 50 años.*

Se calcularon los intervalos de confianza para la media con el 95% de confiabilidad (ver tabla 3). Considerando la amplitud del oído derecho, se observa en las respuestas obtenidas que el registro se desencadena de una forma más rápida en comparación con el oído izquierdo, así mismo, los intervalos obtenidos son proporcionales con respecto a su anchura. Cabe mencionar que a 1000 Hz la

respuesta es más rápida en comparación con todas las medidas realizadas. Así mismo, con respecto al intervalo de confianza de amplitud para el oído izquierdo se observa que las respuestas en ambas frecuencias son más tardías en comparación con el oído derecho. Por otra parte, los intervalos con respecto a la media presentan una mayor amplitud debido a que la dispersión es mayor con respecto al oído derecho. De igual manera, con la estimulación a 1000 Hz la respuesta es más rápida en comparación con 500 Hz, llama la atención que al comparar ambos oídos las respuestas obtenidas tiene comportamientos totalmente opuestos (ver tabla 4 y gráfica 2).

Tabla 3. Datos descriptivos de amplitud de oVEMP e intervalo N1P1 por frecuencia y oído

	<i>N</i>	<i>Rango</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Suma</i>	<i>Media</i>		<i>Desv. est.</i>	<i>Varianza</i>
							<b>Error estándar</b>		
<b>Amplitud500OD</b>	25	5.97	.000	5.97	37.25	1.49	.35	1.75	3.07
<b>Amplitud1000OD</b>	25	4.28	.000	4.28	22.00	<b>.88</b>	.24	1.24	1.54
<b>Amplitud500OI</b>	25	12.90	.000	12.90	58.39	2.33	.55	2.78	7.78
<b>Amplitud1000OI</b>	25	11.17	.000	11.17	54.57	2.18	.62	3.10	9.66
<b>IntervaloN1P1500OD</b>	25	12.60	-11.67	.933	-107.06	-4.28	.58	2.94	8.70
<b>IntervaloN1P11000OD</b>	25	17	-17	.000	-91.33	-3.65	.77	3.86	14.95
<b>IntervaloN1P1500OI</b>	25	16	-10.67	5.33	-127.34	-5.09	.61	3.09	9.55
<b>IntervaloN1P11000OI</b>	25	17	-11.67	5.33	-115.83	-4.63	.80	4.02	16.23

Se observan las respuestas más rápidas en amplitud oído derecho a 1000 Hz,

Tabla 4. Intervalos de confianza con respecto a amplitud e intervalo N1P1 de oídos derecho e izquierdo en 500 y 1000 Hz

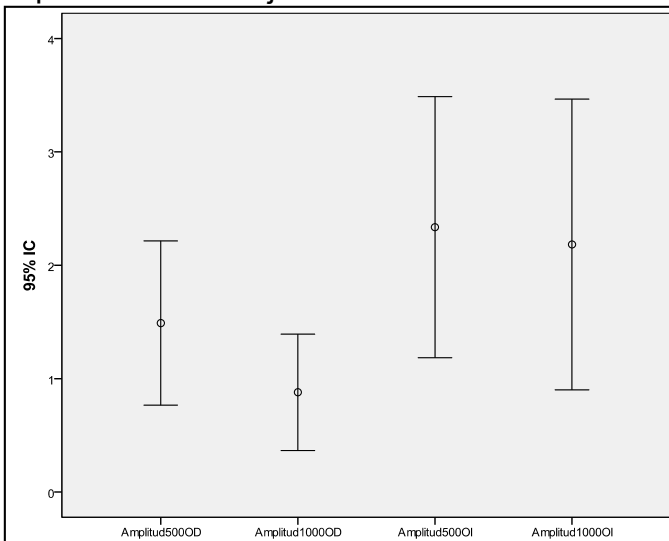
<b>Oído</b>	$(\bar{x} \pm s) \left[ \bar{x} - t_{\frac{\alpha}{2}} \left( \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < \bar{x} + t_{\frac{\alpha}{2}} \left( \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \right]$
Amp OD 500 Hz	0.7238±1.4 [0.7662<μ<2.2138]
Amp OD 1000 Hz	0.5135±0.8801 [0.3666<μ<1.3936]
Amp OI 500 Hz	1.1515±2.3356 [1.1841<μ<3.4871]
Amp OI 1000 Hz	1.2829±2.1831 [0.9002<μ<3.466]
Int N1P1 OD 500 Hz	1.2175±4.2826 [-5.5001<μ<-3.0651]



Int N1P1 OD 1000 Hz	1.5965±-3.6532	<b>[-5.2497&lt;μ&lt;-2.0567]</b>
Int N1P1 OI 500 Hz	1.2761±-5.0936	<b>[-6.3697&lt;μ&lt;-3.8175]</b>
Int N1P1 OI 1000 Hz	1.6631±-4.6333	<b>[-6.2964 &lt;μ&lt; -2.9702]</b>

*Amp: Amplitud, Int: intervalo, OD: Oído derecho, OI: Oído izquierdo. Se observa el intervalo de confianza más corto y con la respuesta más rápida en amplitud de oído derecho a 1000 Hz.*

Gráfica 2. Comparativo de la amplitud a 500 y 1000 Hz oído derecho vs oído izquierdo de los sujetos de estudio

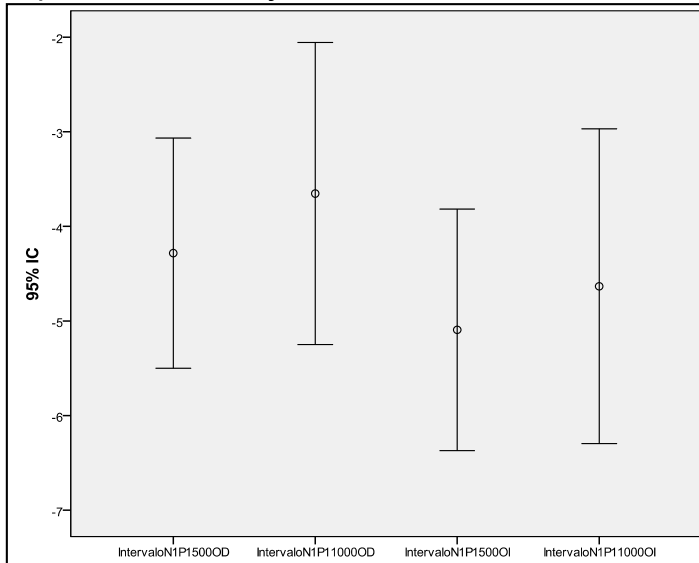


*Se observa la respuesta más rápida a 1000 Hz en el oído derecho.*

Con respecto a los intervalos de confianza para la media de los intervalos N1P1, se observa que en el oído derecho los valores mínimos del intervalo son casi iguales, no así en los valores máximos. Con respecto a 1000 Hz, tanto la amplitud como el intervalo N1P1 tienen el mismo comportamiento con respecto a las ponderaciones en el eje Y ya que tienden a cero. Con respecto a oído izquierdo los valores mínimos para 500 y 1000 Hz tienden al mismo valor, no así para los valores máximos (tomando como referencia la posición en el intervalo; es de mencionar que con respecto a la densidad y el signo los valores están invertidos ya que los más cercanos al cero son los mayores con respecto a la gráfica obtenida). Así mismo,

se observa mayor dispersión en la frecuencia de 1000 Hz en ambos oídos, con la diferencia de que en el oído derecho las medias están más cercanas a cero (ver tabla 3 y gráfica 3).

Gráfica 3. Comparativo del intervalo N1P1 a 500 y 1000 Hz oído derecho vs oído izquierdo de los sujetos de estudio



*Se observa mayor dispersión en la frecuencia de 1000 Hz en ambos oídos, sin embargo en oído derecho la media es la más cercana a cero.*

Al analizar la velocidad de respuesta con respecto a las frecuencias evaluadas se obtuvieron respuestas más rápidas a 1000 Hz y más tardías a 500 Hz ambas predominantes en oído izquierdo. Con respecto a las medias por oído no hay gran diferencia entre las frecuencias evaluadas presentando la misma tendencia con respecto a la abscisa (eje  $x$ ) y su distancia con respecto al cero, sin embargo para el oído derecho la frecuencia de 1000 Hz se encuentra más cercana a cero, seguida por la de 500 Hz del mismo oído (ver tabla 3 y gráficas 2 y 3).

Se calculó la prueba t para muestras relacionadas con la finalidad de evaluar si existía diferencia significativa entre amplitud a 500 y 1000 Hz en oído derecho y

oído izquierdo e intervalo N1P1 a 500 y 1000 Hz oído derecho y oído izquierdo en forma pareada, de esta manera, se encontró diferencia significativa en amplitud a 1000 Hz oído derecho – oído izquierdo, con un valor de significancia de .025; esto es, al incrementar la frecuencia en la amplitud aumenta la diferencia significativa entre los valores obtenidos por oído, en caso contrario, los intervalos tienden hacia la igualdad conforme aumentan los Hz (ver tabla 5).

Tabla 5. Intervalos de confianza para pares evaluados.

<b>Pares evaluados</b>	<b>Significancia</b>
Amplitud 500 Hz oído derecho – oído izquierdo	.187
Amplitud 1000 Hz oído derecho – oído izquierdo	<b>.025</b>
Intervalo N1P1 500 Hz oído derecho – oído izquierdo	.317
Intervalo N1P1 1000 Hz oído derecho – oído izquierdo	.385

Se observa que solo en la diferencia entre los valores registrados en la amplitud a 1000 Hz se encontró diferencia significativa.

## **CAPITULO XI DISCUSIÓN.**

Debido a la escasa información sobre la estimulación por vía acústica para desencadenar una adecuada respuesta en los oVEMPS y en base a los antecedentes de frecuencias de estimulación en este estudio se realizó la prueba para evaluar la diferencia entre medias con la finalidad de conocer si existía diferencia significativa al evaluar los oVEMPS por ACS con las frecuencias de 500 y 1000 Hz.

Se trabajo con una población donde la mayor proporción con respecto al género es el femenino con 19 sujetos (76%) de la muestra. Esta selección fue basada en los hallazgos de *M. Versino et al.* En el cual se estudiaron a 54 sujetos sin patología, 29 hombres y 25 mujeres en un rango de edad entre 12 y 83 años, y las comparaciones de género no mostraron ninguna diferencia significativa entre hombres y mujeres para todos los parámetros y para modalidades de estimulación.

(20)

En base al estudio realizado por Nguyen et al donde se realizaron oVEMPs a 53 individuos sin patología vestibular, 24 hombres y 25 mujeres en un rango de edad de 20 a 70 años de edad, encontrando que la amplitud de los oVEMP disminuye significativamente en sujetos mayores de 50 años, obteniendo una mejor respuesta a los tonos y clicks en un edad entre los 20 a 50 años de edad (21), para este trabajo la edad más frecuente evaluada en el género masculino fue 30 años y en el caso del femenino fueron de 45 y 50 años de edad.

En cuanto al comportamiento de la amplitud, en la literatura internacional Sun-Young Oh et al (2013) realizaron un estudio con pacientes con neuritis vestibular (n = 30) y controles normales (n = 45), dicho estudio sometieron a un registro de cVEMP y oVEMP en respuesta a estímulo acústico (1.000 Hz, 5 ms, con tono burst) y vía ósea (500 Hz, tono burst). Los pacientes con neuritis vestibular mostraron una alta proporción de anomalías en los oVEMPS tanto en vía aérea como ósea. Lo interesante y novedoso de este estudio es que se utilizó la frecuencia de 1000 Hz para la medición de la respuesta utricular además de la multicitada frecuencia de 500Hz, encontrándose evidencia que 1000 Hz es útil para medir la actividad del nervio vestibular superior, por lo que este resultado apoya en cierta medida el que se utilice 1000 Hz como indicador de respuesta utricular (22), por otra parte estos hallazgos fueron encontrados en sujetos con patología vestibular, por lo que en nuestro estudio buscamos el comportamiento de la amplitud en sujetos sanos.

Entre los hallazgos encontrados en este estudio los cambios generados en la amplitud de los oVEMP, confirman nuestra hipótesis ya que al realizar el estímulo acústico a una frecuencia de 1000 Hz, la respuesta es más rápida en comparación con 500 Hz, es decir al incrementar la frecuencia de estimulación incrementa la respuesta en la amplitud, por lo que dicha frecuencia podría ser el indicador numérico que pudiera ser utilizado como parámetro basal en un mismo sujeto en ambos oídos evaluados, en poblaciones sin ninguna sintomatología vestibular ni aspectos degenerativos con respecto a la edad. Hallazgos similares se encontraron el estudio de IanCurthoys (2016) donde buscó caracterizar la respuesta de las neuronas otolíticas primarias de mamíferos al sonido y la vibración midiendo las

tasas de descarga en reposo, los umbrales de los aumentos de las tasas de disparo y la sensibilidad supraumbral de las aferencias utriculares y saculares, utilizando vibración conducida por hueso (BCV) y el sonido por aire (ACS) con las frecuencias de 100 Hz a 3000 Hz, marcando la ubicación de las neuronas con neurobiotina, y corroboró que la mayoría de las aferencias utriculares y saculares pueden ser evocadas tanto por BCV Y ACS, donde para la estimulación BCV: las neuronas utriculares y saculares mostraban umbrales bajos en la tasa de disparo para las frecuencias de 100 Hz a 750 Hz, con un aumento abrupto en el umbral al cambio de frecuencia por encima de 750 Hz. Mientras que para la estimulación por ACS: las neuronas utriculares y saculares eran activadas por estímulos de alta intensidad para frecuencias de 250 Hz a 3000 Hz, con los umbrales más bajos para frecuencias alrededor de 1000 y 2000 Hz, por lo que fue considerada esta frecuencia para realizar este estudio en humanos y así corroborar si se presentaban umbrales mas bajos a esta frecuencia manifestandose en un incremento en la amplitud del oVEMP.(23)

El segundo propósito de la investigación que va ligado a la modificación de la amplitud es el comportamiento del intervalo N1P1 que tiende hacia la igualdad conforme se incrementan los Hz, es decir no existen diferencias significativas entre los oídos y entre las evaluaciones. J. D. Lee et al (2013) realizaron un estudio prospectivo el cual tuvo como objetivo probar la hipótesis de que la disfunción otolítica mediante la prueba VEMPs es una causa de recurrencia de VPPB, en este trabajo se utilizó estímulos de tono burst a 500 Hz demostrándose que en los

intervalos N1P1 no hay diferencia mientras se incrementan los Hz en el grupo control corroborándose así nuestros datos.(24).

Por otro lado en nuestros hallazgos, además de que el intervalo N1P1 tienden hacia la igualdad conforme se incrementan los Hz , se aprecia una mayor dispersión a mayor amplitud en ambos oídos de predominio derecho, pero su presentación sigue siendo mas rápida al incrementar la frecuencia de estimulación a 1000 Hz, mismo comportamiento descrito en el estudio de H.J. Park et al donde las latencias tienen una mejor respuesta a la estimulación máxima de sonido. (25)

Con respecto a la relación existente en la amplitud entre los oídos y el intervalo N1P1, pareciera que existen relaciones inversas, ya que en los intervalos se observa que al aumentar la amplitud aumenta la diferencia entre los valores obtenidos por oídos, es decir entre mas se parecen los intervalos la amplitud es diferente, tal como se ha descrito en la literatura internacional, que las latencias promedio se encuentran prolongadas 2 desviaciones estándar, por lo que le confiere una pobre sensibilidad y una buena especificidad para los VEMP, por lo que la evocación o no del potencial es más indicativo de patología, que la prolongación de la respuesta (26). Sin embargo se deberían generar estudios experimentales con la finalidad de evaluar si a mayor frecuencia existe mayor diferencia en la amplitud y mayor igualdad con el intervalo, y de no ser así nos haría pensar que la mácula utricular en seres humanos no es tan sensible a la estimulación acústica con 1000Hz.

Una particularidad en este estudio es que en los parámetros evaluados tanto la en amplitud como el intervalo N1P1, el oído derecho desencadena una respuesta vestibular mas pronta en comparación con el oído izquierdo, lo que nos hace pensar en una posible lateralidad vestibular, la cual aun no es reportada en la literatura.



## **CAPITULO XII CONCLUSIONES.**

Con estos resultados confirmamos la hipótesis planteada que en los oVEMP la frecuencia de 1000 Hz provoca una mayor amplitud en relación a los de 500 Hz por estimulación acústica. Sin producir diferencias significativas en el intervalo N1P1. Además de que nos arrojó un dato significativo respecto a la lateralidad de la presentación más rápida de la respuesta, la cual corresponde para el oído derecho, y respecto a este último punto no existe de igual forma mención en la literatura. Sin embargo se deben de realizar más estudios de estas características ampliando la muestra y construyendo intervalos con respecto a la edad más pequeños y por género con la finalidad de evaluar si las desviaciones estándar disminuyen al analizar los datos de estas mismas variables en estos grupos.

## CAPITULO XIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Cal R, Bahmad Jr. F. Vestibular evoked myogenic potentials. Braz J Otolaryngol [Internet]. 2009;75(3):456–62. Available from: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&opt=Citation&list\\_uids=7769642](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&opt=Citation&list_uids=7769642)
2. Curiel SG, Javier F, Mejía M, Héctor J, Treviño A, Ángel J, et al. Artemisa Potencial vestibular miogénico evocado : parámetros en una población normal y en patología vestibular. 2008;90–6.
3. Arru F. Anatomía del aparato vestibular Vestibular anatomy. 2015;(1):47–56.
4. Khan S, Chang R. Anatomy of the vestibular system: A review. NeuroRehabilitation. 2013;32(3):437–43.
5. Moser T, Lysakowski A. NIH Public Access. 2014;326(2):347–59.
6. Alharazneh A, Luk L, Huth M, Monfared A, Steyger PS, Alan G, et al. Functional Hair Cell Mechanotransducer Channels Are Required for Aminoglycoside Ototoxicity. 2011;6(7).
7. Lévêque M, Seidermann L, Ulmer E, Chays A. Fisiología vestibular: bases anatómicas, celulares, inmunohistoquímicas y electrofisiológicas. EMC - Otorrinolaringol [Internet]. 2009;38(4):1–15. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1632347509702796>
8. Curthoys IS. A critical review of the neurophysiological evidence underlying clinical vestibular testing using sound, vibration and galvanic stimuli. Clin

Neurophysiol [Internet]. 2010;121(2):132–44. Available from:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2009.09.027>

9. Rey-Martínez J, Rama-López J, Pérez-Fernández N, Barona-De Guzmán R. ¿Cómo analizar un Potencial evocado Miogénico Vestibular? Aplicación de un método no lineal. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2011;62(2):126–31.
10. Curthoys IS, Vulovic V. Vestibular primary afferent responses to sound and vibration in the guinea pig. *Exp Brain Res*. 2011;210(3–4):347–52.
11. Stenfelt S, Goode RL. Bone-Conducted Sound: Physiological and Clinical Aspects. *Otol Neurotol* [Internet]. 2005;26(6):1245–61. Available from:  
<http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00129492-200511000-00031>
12. Sohmer H, Freeman S, Geal-Dor M, Adelman C, Savion I. Bone conduction experiments in humans - A fluid pathway from bone to ear. *Hear Res*. 2000;146(1–2):81–8.
13. Papathanasiou E, Murofushi T, Akin F, Colebatch J. International guidelines for the clinical application of cervical vestibular evoked myogenic potentials: an expert consensus report. *Clin Neurophysiol* [Internet]. 2014;125(4):658–66. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24513390>
14. Lim LJZ, Dennis DL, Govender S, Colebatch JG. Differential effects of duration for ocular and cervical vestibular evoked myogenic potentials evoked by air- and bone-conducted stimuli. *Exp Brain Res*. 2013;224(3):437–45.

15. Silva TR, Resende LM de, Santos MAR. Potencial evocado miogênico vestibular ocular e cervical simultâneo em indivíduos normais. *CoDAS* [Internet]. 2016;28(1):34–40. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2317-17822016000100034&lng=pt&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-17822016000100034&lng=pt&nrm=iso&tlng=en)
16. Curthoys IS, Vulovic V, Manzari L. Ocular vestibular-evoked myogenic potential (oVEMP) to test utricular function: neural and oculomotor evidence. *Acta Otorhinolaryngol Ital organo Uff della Soc Ital di Otorinolaringol e Chir Cerv-facc* [Internet]. 2012;32(1):41–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22500066> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC3324959>
17. Zhang AS, Govender S, Colebatch JG. Tuning of the ocular vestibular evoked myogenic potential (oVEMP) to air- and bone-conducted sound stimulation in superior canal dehiscence. *Exp Brain Res*. 2012;223(1):51–64.
18. Piker EG, Jacobson GP, McCaslin DL, Hood LJ. Normal characteristics of the ocular vestibular evoked myogenic potential. *J Am Acad Audiol*. 2011;22(4):222–30.
19. Halmagyy GM, Curthoys IS, Prince R, Hospital A. Pruebas de función otolítica. *REV MED UNIV NAVARRA*. 2003;47(Nº 4):29–37.
20. Versino M, Colnaghi S, Ranzani M, Alloni R, Bolis C. Ocular vestibular evoked myogenic potentials in response to air-conducted 500 Hz short tones : Effect

of stimulation procedure ( monaural or binaural ), age and gender. 2015;25:143–9.

21. Manuscript A, Reliability T, Vestibular C, Myogenic E, Tests P. NIH Public Access. 2011;31(5):793–802.
22. Yang SOJKT. Cervical and ocular vestibular-evoked myogenic potentials in vestibular neuritis : comparison between air- and bone- conducted stimulation. 2013;2102–9.
23. Curthoys IS, Vulovic V, Burgess AM, Sokolic L, Goonetilleke SC. The response of guinea pig primary utricular and saccular irregular neurons to bone-conducted vibration (BCV) and air-conducted sound (ACS). *Hear Res* [Internet]. 2016;331:131–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.heares.2015.10.019>
24. Lee JDAE, Park MOOK, Lee BDON, Lee TAEK, Sung KI, Park JIYUN. Abnormality of cervical vestibular-evoked myogenic potentials and ocular vestibular-evoked myogenic potentials in patients with recurrent benign paroxysmal positional vertigo. 2013;(August 2012):150–3.
25. Ju H, Lee I, Eun J, Jin Y, Su M. *Clinical Neurophysiology* Frequency-tuning characteristics of cervical and ocular vestibular evoked myogenic potentials induced by air-conducted tone bursts. *Clin Neurophysiol* [Internet]. 2017;121(1):85–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2009.10.003>

26. Young Y, Huang T, Cheng P. Assessing the Stage of Ménière's Disease Using Vestibular Evoked Myogenic Potentials. 2017;129:815–8.