



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA**

UTILIDAD DE LA DETERMINACIÓN DE LA DESVIACIÓN
VERTICAL VISUAL SUBJETIVA MEDIANTE MEDICIÓN DIGITAL
Y MANUAL EN PACIENTES CON DISFUNCIÓN VESTIBULAR
UNILATERAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE MÉDICO ESPECIALISTA EN:

AUDIOLOGÍA, OTONEUROLOGÍA Y FONIATRÍA

P R E S E N T A:

DR. ANTONIO DE JESÚS VELÁZQUEZ CHIRINOS

PROFESOR TITULAR:

DRA. XOCHIQETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ

ASESORES :

DR. DANIEL RAMOS MALDONADO
DR. FRANCISCO ALFREDO LUNA REYES
DR. SERGIO DIAZ LEINES



CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., 2018



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.

DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE EDUCACIÓN EN SALUD

DRA. XOCHIQETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ
SUBDIRECTORA DE EDUCACIÓN CONTÍNUA
PROFESOR TITULAR

DR. ALBERTO UGALDE REYES RETANA
JEFE DE SERVICIO DE EDUCACIÓN MÉDICA

DR. DANIEL RAMOS MALDONADO
ASESOR CLÍNICO

DR. FRANCISCO ALFREDO LUNA REYES
ASESOR CLÍNICO

DR. SERGIO DIAZ LEINES
ASESOR METODOLÓGICO

Contenido

RESUMEN DEL PROYECTO.....	5
INTRODUCCION.....	6
DEFINICIONES:.....	6
ANATOMIA Y FISIOLOGIA DEL SISTEMA VESTIBULAR.....	7
REVISIÓN DEL MODELO DEL CONTROL DE LA MIRADA VERTICAL.....	14
LA ESTIMACIÓN VISUAL DE LO QUE ESTÁ VERTICAL EN ALTERACIONES VESTIBULARES.....	16
MÉTODOS DE MEDICIÓN DE LA VERTICAL VISUAL SUBJETIVA.....	18
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	20
JUSTIFICACIÓN.....	21
HIPÓTESIS.....	22
OBJETIVO GENERAL.....	22
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	24
RESULTADOS.....	25
DISCUSIÓN.....	31
CONCLUSIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
BIBLIOGRAFIA.....	34

RESUMEN DEL PROYECTO.

Se establecerá la especificidad y sensibilidad de la medición de la desviación vertical visual subjetiva tanto por el método de obtención manual mediante la prueba del cubo, como por el método de obtención digital mediante la prueba y software diseñado por la marca Synapsys™; en pacientes que cuenten con el diagnóstico de disfunción vestibular unilateral evidenciado en la prueba de irrigación calórica de videonistagmografía previa. Se hará una comparación entre ambos métodos para identificar aquel con mayor utilidad clínica y diagnóstica en la identificación y seguimientos de los pacientes que cuenten con el diagnóstico antes mencionado.

INTRODUCCION

El ser humano es capaz de identificar visualmente lo que está vertical con una precisión de $\pm 2^\circ$ de arco. Cuando se inclina la cabeza en el plano frontal (derecha-izquierda) la percepción de lo que está vertical aparece como una desviación en dirección opuesta. En el caso de una lesión vestibular asimétrica o unilateral, la diferencia en la descarga vestibular corresponde a un estímulo similar a cuando se inclina la cabeza. (*,1)

Los órganos otolíticos provocan reflejos posturales subconscientes y contribuyen a la orientación y estabilización espacial así como a la locomoción. Para tal efecto, el cerebro construye una representación central de la vertical basada en la integración de las señales vestibulares, visuales y somatosensoriales. La sensibilidad de los órganos otolíticos a la fuerza de gravedad sugiere que juegan el papel principal en la estimación de la orientación vertical física. La vertical visual subjetiva (SVV) es un estudio que evalúa tanto la función otolítica como las vías graviceptivas periféricas y centrales. La desviación de la SVV es un signo sensible de disfunción vestibular. (*,2,3)

DEFINICIONES:

Vestibulopatía unilateral aguda

Cuadros en los cuales la lesión se sitúa en el receptor periférico o sus vías aferentes, por lo que el sitio afectado puede estar en las crestas ampulares o cualquier punto del laberinto posterior, utrículo, sáculo, ganglio de Scarpa o en el trayecto del VIII par craneal antes de su entrada en el tallo. Produce una profunda alteración del equilibrio, que posee un componente neurosensorial y que se manifiesta por un trastorno de la percepción y control de los ajustes posturales y de la realización de praxias. (*,4)

La base fisiopatológica de este problema es la pérdida del balance y de la correspondencia de polaridad de las descargas (espontáneas y provocadas por el movimiento) en los nervios vestibulares. Esta disparidad e incongruencia se transmite a ambos núcleos vestibulares y desde ellos la información errónea se lleva a todo lo largo de las conexiones vestibulares centrales generando una sintomatología propia en cada área. (*,1)

Se puede resumir el conjunto de síntomas y signos de acuerdo a una serie de componentes fundamentales como se refleja en la [Tabla 1](#). Ante un paciente con una crisis de vértigo, intensa, de aparición súbita, es preciso identificar la localización de la causa por las características de la clínica y de la exploración otoneurológica. En la [Tabla 2](#) se resumen las características diferenciales del vértigo agudo de origen periférico (daño a nivel de el laberinto posterior o nervio vestibular). (*,4,5)

El sistema vestibular contribuye al mantenimiento del equilibrio mediante un mecanismo conformado por los receptores de la información sensorial periférica, un procesador central y un mecanismo de eferencia motora. El elemento periférico lo constituye un conjunto de sensores de movimiento que envían información al sistema nervioso central, fundamentalmente a los núcleos vestibulares y al cerebelo, sobre la velocidad angular de la cabeza, la aceleración

lineal y la orientación de la misma con respecto al centro de gravedad corporal. El sistema nervioso central (SNC) procesa en conjunto esta información y la combina con otras aferencias sensoriales del sistema somatosensorial y visual. Las eferencias del sistema vestibular central se dirigen a los músculos oculares y a la médula espinal formando parte del reflejo vestíbulo ocular (RVO) y el vestíbulo espinal (RVE). El RVO genera los movimientos de los ojos necesarios para mantener la visión estable durante los movimientos de la cabeza, mientras que el RVE da lugar a los movimientos de compensación necesarios para mantener tanto la estabilidad de ésta, como el equilibrio del resto del cuerpo. El funcionamiento de estos reflejos es controlado por el SNC y reajustado según las necesidades por un proceso adaptativo. (*,6)

ANATOMIA Y FISIOLOGIA DEL SISTEMA VESTIBULAR.

Anatómicamente el sistema vestibular consta de unos receptores situados a cada lado de la cabeza, que traducen en impulsos nerviosos los movimientos de la cabeza y cuerpo. Las neuronas ganglionares conectan con los receptores periféricos y envían la información a los núcleos vestibulares situados en el tronco del encéfalo. Éstos, a su vez, transmiten la información a la corteza cerebral, médula espinal, cerebelo y formación reticular.

Tabla 1: Componente del síndrome vestibular unilateral agudo con sus síntomas y signos característicos.

Componentes	Deficiencias estáticas	Deficiencias dinámicas
Perceptivo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desviación de la vertical subjetiva ▪ Vértigo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desorientación espacial ▪ Ilusión oculo-grávica ▪ Anómala Percepción de aceleración
Oculomotor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desviación ocular oblicua ▪ Ciclo torsión ocular ▪ Nistagmus espontáneo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nistagmus de agitación cefálica ▪ Maniobra oculocefálica patológica
Postural	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inclinación cefálica ▪ Lateropulsión del cuerpo ▪ Disminución tono extensores ▪ Hipoexcitabilidad del reflejo espinal 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desviación de la marcha

Tabla 2.: Diagnóstico diferencial topográfico del vértigo.

Clínica	Periférico	Central
Nausea/Vómito	▪ Intenso	▪ Variable, puede no aparecer
Inestabilidad/Desequilibrio	▪ Ligera/moderada	▪ Intenso
Hipoacusia	▪ Frecuente	▪ Rara
Síntomas neurológicos	▪ Raros	▪ Frecuentes
Nistagmus	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unidireccional: horizontal torsional ▪ Reducido por la fijación visual 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Revierte en la dirección de la fase lenta ▪ Vertical ▪ Sostenido: Sin supresión visual ▪ Lenta
Compensación	▪ Rápida	▪ Lenta

Receptores vestibulares

El desplazamiento del cuerpo o de la cabeza con respecto al resto del cuerpo, se realiza en las tres dimensiones del espacio definidas por tres ejes: X (antero-posterior), Y(transversal) y Z (vertical). Los receptores del sistema vestibular detectan el desplazamiento en los planos horizontal y vertical (aceleración lineal) y la rotación sobre cada uno de los tres ejes (aceleración angular). Diferenciamos dos tipos de receptores vestibulares: las máculas del utrículo y sáculo (especializadas en detectar aceleraciones lineales) y las crestas ampulares de los conductos semicirculares (encargadas en detectar aceleraciones angulares).

(6)

Utrículo y sáculo.

El utrículo y el sáculo son dos estructuras del laberinto membranoso situadas en el interior del vestíbulo óseo; están unidos entre sí por medio del conducto utrículo-sacular, que se continúa con el conducto endolinfático, y éste a su vez termina en el saco endolinfático. El utrículo y el sáculo contienen líquido endolinfático, y entre ellos y el vestíbulo óseo circula líquido perilinfático. El utrículo tiene forma de pequeño saco al que se comunican directamente los tres conductos semicirculares. El sáculo es una vesícula redondeada unida al conducto coclear mediante el *ductus reuniens de Hensen*.⁽⁶⁾

Máculas

Son pequeñas estructuras sensoriales especializadas en la detección de aceleraciones lineales. La del utrículo se sitúa en el suelo de la pared anterior en un plano paralelo al conducto semicircular horizontal. La del sáculo se ubica en la pared medial, en un plano sagital, paralelo al del conducto semicircular anterior. Las dos máculas forman entre sí un ángulo próximo a los 90°. Estructuralmente, son engrosamientos del epitelio que revisten la cara interna del utrículo y del sáculo. Están formadas por dos tipos de células: ciliadas mecano receptoras y de soporte. Las células mecano receptoras tienen en el polo apical un quincilio largo sobre el que se organizan un grupo de estereocilios (entre 30 y 50), de longitud menguante a medida que se alejan del quincilio. Esta disposición es muy importante porque determina la polarización funcional de las células receptoras. Además, las máculas de un lado de la cabeza guardan una simetría en espejo con las máculas del lado opuesto. Los cilios de las membranas mecano receptoras están en contacto con la membrana estatolítica, una masa gelatinosa con cristales de carbonato cálcico denominados estatoconías.^(4,5,7)

Conductos semicirculares

Los conductos semicirculares membranosos se sitúan en el interior de los conductos semicirculares óseos y nacen y mueren en el utrículo, con el que forman una unidad anatómica y funcional.

El extremo anterior tiene una porción dilatada, la ampolla, que termina en el utrículo de forma independiente y contiene las crestas ampulares con su estructura sensorial. El otro extremo puede desembocar en el utrículo de manera aislada, en el caso del conducto semicircular externo, o formando un conducto común (cruz común), en el caso de los conductos semicirculares anterior y posterior (verticales). La disposición espacial de los conductos semicirculares en planos perpendiculares entre sí permite detectar las aceleraciones angulares sobre cada uno de los tres ejes espaciales.

El conducto semicircular lateral se considera horizontal, aunque forma con este plano un ángulo de 30° abierto hacia delante. Los conductos semicirculares anterior y posterior son verticales. La anterior forma un ángulo de 45° con el plano sagital, mientras que el posterior forma un ángulo de 135° con este mismo plano. Por encontrarse en el mismo plano del espacio, o en planos paralelos, los conductos semicirculares de ambos lados pueden agruparse en pares. Los dos conductos horizontales se agrupan entre sí, el anterior derecho con el posterior izquierdo y el anterior izquierdo con el posterior derecho, los conductos

semicirculares horizontales se encuentran en el mismo plano, mientras que los de los dos últimos pares se encuentran en planos paralelos. ^(4,5,7)

Crestas ampulares

Se sitúan en los extremos dilatados (ampollas membranosas) de los conductos semicirculares y tienen forma de semiluna que protruye en la luz de la ampolla, están formadas por tejido conjuntivo recubierto de epitelio sensorial, que está constituido por células ciliadas y células de soporte.

Las primeras son similares a las de las máculas, con la diferencia de que todas ellas tienen la misma polaridad morfológica y funcional. Sin embargo, cada uno de los conductos que forman un par tiene sus células ciliadas polarizadas en direcciones opuestas. Los quincilios y los estereocilios se encuentran en el interior de una masa gelatinosa denominada cúpula, que contacta con el techo de la ampolla cerrando herméticamente el conducto semicircular a este nivel. ^(4,6)

Conexiones neuronales: ganglio vestibular y núcleos vestibulares

Las células ciliadas de las máculas y de las crestas se conectan con la prolongación periférica de las neuronas ganglionares, cuyo soma se encuentra en el ganglio vestibular o de Scarpa, en el suelo del conducto auditivo interno. Las prolongaciones centrales de las neuronas ganglionares forman parte del nervio cóclea-vestibular, que penetra en el tronco del encéfalo por el ángulo pontocerebeloso.

La mayor parte de estas fibras terminan en los núcleos vestibulares donde hacen sinapsis con neuronas de segundo orden. Éstas mandan fibras hacia el nódulo flóculo-nodular, la corteza y otras porciones del cerebelo, el haz vestibulo espinal, el haz longitudinal posterior y otras partes del tronco encefálico relacionadas con el control postural y ocular (en particular, la formación reticular). Otras fibras se dirigen directamente al cerebelo (núcleos fastigio, la úvula y los lóbulos flóculo-nodulares) y a otros núcleos del tronco encefálico (núcleo abducens, núcleo prepósito hipogloso, núcleo coclear-probablemente del sáculo-, núcleo cuneiforme y formación reticular).

Los núcleos vestibulares principales constituyen cuatro grupos anatómicos diferenciados: superior, lateral, medial y descendente. Están situados cerca de la superficie del IV ventrículo, donde forman el relieve del área vestibular. Además, el complejo de núcleos vestibulares incluye pequeños grupos de células que se encuentran asociadas topográficamente con el núcleo principal pero que tienen características morfológicas y anatómicas distintas. ^(5,7)

Integrador neuronal

Es un sistema estabilizador de la mirada que mantiene el ojo en su sitio y valora el grado de tensión necesaria para compensar las fuerzas elásticas de la órbita que puedan desplazar la posición del ojo. Hay dos integradores neuronales conocidos. El integrador neuronal horizontal está localizado en el núcleo prepósito hipogloso, justo por debajo del núcleo vestibular medial; se proyecta a todas las estructuras que necesitan conocer la posición del ojo (núcleos del VI y III par craneal y colículo superior). El integrador neuronal vertical y torsional está localizado en el núcleo intersticial de Cajal. El flóculo y paraflóculo también participan en el integrador neuronal. ⁽⁵⁾

Eferencias de los núcleos vestibulares

Los núcleos vestibulares establecen numerosas conexiones con otras estructuras del SNC. Las más importantes se realizan con los núcleos de la musculatura del globo ocular, corteza cerebral, médula espinal, cerebelo, formación reticular y receptores vestibulares. Estas últimas corresponden a las fibras que se originan en los núcleos vestibulares y llegan a las células ciliadas vestibulares tras discurrir por el VIII par craneal. Son fibras de retroalimentación cuyo significado funcional se desconoce. ⁽⁶⁾

Conexiones para la musculatura del globo ocular. Reflejo vestibulo ocular

Dentro de las principales funciones del sistema vestibular se encuentra la de regular el movimiento ocular mediante el reflejo vestibulo-ocular, con el fin de mantener la estabilidad de la mirada durante los movimientos cefálicos. Éstos producen una aceleración angular que es detectada por las crestas ampulares del par de conductos semicirculares situados sobre el mismo plano de giro.

Esta información es transmitida a los núcleos vestibulares que, a través del fascículo longitudinal medio, envían las señales a los núcleos que inervan la musculatura del globo ocular, lo que permite estabilizar la mirada. Dichos músculos actúan sinérgicamente en pares: el músculo situado en el lado opuesto a la dirección del giro se contrae progresivamente durante la rotación de la cabeza, mientras que el músculo situado de manera contralateral se relaja.

Los conductos semicirculares están dispuestos en planos perpendiculares entre sí que coinciden aproximadamente con un funcionamiento emparejado de los músculos extrínsecos del ojo.

Las conexiones vestibulares con los núcleos motores oculares reflejan la disposición geométrica, con simetría en espejo, de estas estructuras, las aferencias procedentes de cada una de las crestas ampulares del par de conductos semicirculares se proyectan sobre los núcleos motores oculares; de este modo, en cada pareja muscular se excita el músculo cuya dirección de acción se opone al sentido de rotación de la cabeza, mientras que se inhibe el músculo cuya acción sigue la misma dirección. ^(4,5)

De los núcleos vestibulares salen dos importantes tractos de sustancia blanca. El tracto ascendente de Deiters, que va al núcleo abducens ipsilateral (recto lateral), está relacionado con el RVO horizontal, y el fascículo longitudinal medial que transmite el resto de la información relacionada con el RVO, a los núcleos motores oculares.

El fascículo longitudinal medial es un tracto nervioso muy mielinizado a través del cual los axones de las neuronas vestibulares alcanzan los núcleos de los nervios que inervan los músculos del globo ocular. El fascículo se extiende desde el nivel del colículo superior hasta el límite caudal del bulbo. Por debajo de este límite, el fascículo pierde su identidad y las fibras forman tractos descendentes que discurren por delante del cordón anterior de la médula espinal. En su trayecto por el tronco del encéfalo, el fascículo longitudinal medial

se ubica en un plano dorsal, muy próximo a la línea media y de forma progresiva en la parte baja del bulbo se vuelve anterior para entrar en la medula espinal en posición anterior.

Está formado por fibras ascendentes y descendentes, directas y cruzadas, que proceden fundamentalmente de neuronas de asociación cuyo soma se sitúa en los núcleos vestibulares, y los núcleos de los nervios que inervan los músculos del globo ocular. Estos axones conectan los núcleos vestibulares, los núcleos motores oculares y las motoneuronas espinales destinadas a músculos del cuello.

A través del fascículo longitudinal medial se coordinan los movimientos de los ojos y de la cabeza en respuesta a la estimulación vestibular. En caso del reflejo de fijación de la mirada, están implicadas principalmente las neuronas localizadas en los núcleos vestibulares superior y medial. (4,5,7)

Conexiones con la corteza cerebral

La existencia de una representación cortical del sistema vestibular se basa en los estudios de potenciales evocados cerebrales recogidos tras la estimulación del nervio vestibular en animales y el vértigo generado en humanos tras la estimulación directa de la corteza temporal.

Las vías por las que la información vestibular llega la corteza no son bien conocidas. El sistema ascendente vestibulo-cortical tiene al menos tres niveles sinápticos: núcleos vestibulares, tálamo y corteza cerebral. Las proyecciones vestibulo-talámicas parten de los núcleos vestibulares superior y lateral y, fundamentalmente, se dirigen por el tracto ascendente de Deiters al núcleo ventro-postero-lateral del tálamo; en menor medida ascienden por el lemnisco lateral, mezcladas con las fibras de la vía acústica, terminando cerca del cuerpo geniculado medial. Desde el tálamo, los axones se proyectan sobre dos áreas específicas de la corteza cerebral. Una de ellas se sitúa inmediatamente por detrás de la corteza somato sensitiva, cerca de la representación de la cara. La otra se ubica en el área 3a de Brodmann. (5,6,7)

Conexiones con el cerebelo

El cerebelo es la estructura que recibe más señales procedentes de los núcleos vestibulares y también la que más manda a ellos a través de circuitos específicos cerebelosos del lóbulo floculo- nodular, el vermis del lóbulo posterior y el lóbulo anterior. Parece ser que cada una de estas regiones cerebelosas interviene en diferentes funciones motoras vestibulares. La disfunción del lóbulo floculo-nodular tiene un efecto primario en la ganancia y duración del RVO.

La degeneración del lóbulo anterior (en la degeneración cerebelar alcohólica y deficiencias de tiamina) influye principalmente en el control postural, dificultando la utilización de la información sensorial de las extremidades inferiores, necesaria para estabilizar la postura.

El cerebelo no genera actividad muscular. Su importancia radica en que vigila y establece ajustes correctores de las actividades des encadenadas por otras partes del encéfalo. Compara el estado físico de cada parte del cuerpo, según le indica la información sensorial, con el estado que intenta lograr el sistema motor, transmitiendo las señales correctoras oportunas al sistema motor

para lograr alcanzarlo. (4,8)

Conexiones con la médula espinal. Reflejo vestibulo-espinal

Los núcleos vestibulares se proyectan sobre la medula espinal por medio de los tractos vestibulo-espinal lateral y medial, y retículo espinal.

El tracto vestibulo-espinal lateral se forma por los axones de neuronas del núcleo vestibular lateral, que descienden homolateralmente por el cordón antero lateral de la médula, terminando en interneuronas y moto neuronas alfa del asta anterior de la médula. Es un haz directo. La organización de esta vía es somatotópica. Su función es favorecer el tono de la musculatura extensora de forma directa o indirecta a través de las interneuronas.

El tracto vestibulo-espinal medial está constituido por axones directos y cruzados de neuronas situadas en los núcleos vestibular medial y en menor proporción por axones de neuronas situadas en los núcleos vestibulares laterales e inferior. Se distribuyen desde las láminas IV a IX del nivel medio-torácico. Cada axón emite colaterales a motoneuronas que inervan diversos músculos cervicales para realizar movimientos compensadores de la cabeza en el plano del conducto semicircular estimulado. Por otro lado, casi la mitad de las neuronas vestibulares que se proyectan sobre los núcleos oculomotores dan colaterales descendentes que se incorporan al fascículo longitudinal medial descendente. El fascículo vestibulo-espinal medial participa en el control de los reflejos vestibulo-oculares y vestibulo-cervicales, con el objetivo de regular los movimientos cérvico-oculares para mantener la orientación espacial.

Los tractos vestibulo-espinales son esenciales para el ajuste postural de la cabeza y tronco: el tracto vestibulo-espinal lateral es la principal vía nerviosa que interviene en el equilibrio y mantenimiento de la bipedestación. A través de éste, el sistema vestibular realiza los cambios posturales necesarios para compensar las inclinaciones y movimientos corporales.

El tracto vestibulo-espinal medial regula la posición de la cabeza con respecto al tronco, controlando las contracciones de los músculos cervicales en respuesta a la estimulación de los conductos semicirculares por aceleraciones angulares.

El tracto retículo-espinal recibe información sensorial de todos los núcleos vestibulares y de los sistemas sensoriales y motores relacionados con el mantenimiento del equilibrio. Tiene componentes cruzados y directos, y está muy colateralizado. Probablemente intervenga en la mayoría de los movimientos reflejos posturales, incluyendo el ajuste postural por información sensorial no vestibular (auditiva, visual y táctil).

Los reflejos vestibulo-espinales son los encargados de mantenerla estabilidad postural estática y dinámica mediante la contracción de músculos agonistas y antagonistas específicos; éstos provocan movimientos musculares automáticos para lograr el control del equilibrio estático y dinámico, en bipedestación y en la marcha.

Es un mecanismo complejo que forma una especie de gran red neural

sensorio-motora multisensorial, que afecta al cerebelo, corteza, ganglios basales y a la médula espinal. Se ha propuesto un mecanismo de “tira y afloja”, en el que los músculos extensores anti gravitatorios del cuello, tronco y extremidades actuarían como órganos efectores principales. Sin embargo, el RVE no produce patrones rígidos de activación muscular, siendo variable el grupo de músculos activados en respuesta a un estímulo particular según la postura del cuerpo, las estrategias de equilibrio o las condiciones visuales. ^(4,5)

Revisión del modelo del control de la mirada vertical.

Las diferentes vías que controlan los movimientos oculares, tanto voluntarios como reflejos, comprenden estructuras del córtex cerebral, el cerebelo y el tronco encefálico. El control de las sacadas oculares implica diferentes sistemas según si son en el plano horizontal (localizados en la protuberancia) o si son verticales (en el mesencéfalo). Mientras que el mecanismo de las sacadas horizontales es bien conocido, las conexiones y estructuras responsables de las sacadas verticales no están del todo bien definidas en el ser humano.

Diversos estudios con modelos animales, así como a través de las descripciones de casos clínicos, han intentado precisar las estructuras implicadas en dichos movimientos, pero a pesar de ello no existe hoy en día un modelo totalmente contrastado en la generación de los movimientos verticales oculares. ^(1,9)

Las principales estructuras mesencefálicas implicadas en la mirada vertical son el núcleo intersticial del fascículo longitudinal medial (riFLM), el núcleo intersticial de Cajal (NIC), la comisura posterior (CP), el complejo oculomotor y el núcleo del IV par. Las neuronas encargadas de las sacadas de la mirada superior tienen una proyección bilateral de ambos núcleos del riFLM (una misma neurona hace sinapsis con las motoneuronas del recto superior e oblicuo inferior de ambos lados), mientras que las neuronas que proyectan desde el riFLM hacia los músculos depresores (recto inferior y oblicuo superior) son ipsilaterales.

De acuerdo con este esquema anatómico, una lesión unilateral del riFLM provocaría una afectación de las sacadas de la mirada inferior, mientras que las sacadas de la mirada superior quedarían preservadas al recibir estas motoneuronas inervación bilateral. ^(1,9)

Estructuras mesencefálicas implicadas.

Las estructuras encargadas del movimiento ocular vertical son el riFLM, el NIC y la CP. El riFLM es un núcleo par, situado en la formación reticular del mesencéfalo, dorsomedial al núcleo rojo y ventral respecto a la sustancia gris periacueductal. El riFLM contiene neuronas inhibitorias y excitatorias (*burst neurons*) que actúan en las sacadas verticales y en la fase rápida del componente torsional del nistagmo. Recibe aferencias de las neuronas omnipausa (situadas en el núcleo pontino interpositus del rafe), colículo superior, CP, núcleo fastigial del cerebelo, riFLM contralateral y en la región cortical a través de los FEF (*frontal eye fields, campos oculares frontales*). Estas neuronas proyectan hacia las diferentes motoneuronas de los músculos extra oculares,

con la particularidad de que una misma neurona activa al mismo tiempo aquellas motoneuronas encargadas del movimiento ocular en la misma dirección. Por ejemplo, una única *burst neuron* inervará el recto inferior de un ojo y el oblicuo superior del otro ojo. Esto contrasta con la generación de sacadas horizontales, donde participa el fascículo longitudinal medial (FLM) como vía intermediaria. Una lesión del riFLM afecta a la velocidad de las sacadas verticales y a la pérdida de las sacadas ipsitorcionales. ^(1,10)

El NIC es un núcleo par, situado caudal al riFLM y separado del complejo oculomotor (próximo al núcleo de Edinger-Westphal) por el FLM. Es el principal integrador neural de la motilidad ocular vertical y de los movimientos de persecución finos, mantiene el ojo en posición excéntrica tras una sacada vertical y participa en la coordinación ojo-cabeza durante las rotaciones cefálicas. Recibe aferencias de las *burst neurons* del riFLM y de los núcleos vestibulares. Sus eferencias proyectan hacia el complejo oculomotor, el núcleo del IV par craneal, el NIC contralateral a través de la CP, ambos riFLM, la formación reticular gigante celular y el asta anterior medular de los cuatro primeros segmentos cervicales. La afectación aislada del NIC limita la amplitud del movimiento vertical tanto superior como inferior, pero no afecta a la velocidad de las sacadas.

La CP se sitúa rostral al colículo superior, en la unión entre el acueducto y el III ventrículo. Esta estructura marca la transición entre el mesencéfalo y el diencefalo. Se compone de un grupo de cuerpos neuronales que forman el núcleo de la CP que se conecta al NIC, y por axones provenientes del NIC que acabarán finalmente en el complejo oculomotor y el NIC contralateral. Las lesiones de la CP provocan una afectación en la mirada vertical tanto superior como inferior, y se puede asociar un nistagmo de convergencia-retracción al intentar la mirada superior, disociación luz-cerca y retracción palpebral (signo de Collier), lo que constituye el síndrome de Parinaud. ^(6,10)

Modelo integrador del control de la mirada vertical.

El modelo de la mirada inferior parece ser unánime y bien definido. En la región cortical se genera la señal en el FEF que proyecta al riFLM ipsilateral. Éste proyecta hacia el NIC ipsilateral (éste, a su vez, envía información al NIC y al riFLM contralateral a través de la CP), hacia el subnúcleo del recto inferior ipsilateral y hacia el núcleo del oblicuo superior ipsilateral (recordando que el axón de la moto neurona de este núcleo cruzará dorsalmente el tronco del encéfalo). La misma neurona excitatoria hace sinapsis en el subnúcleo del recto inferior y en el núcleo del oblicuo superior.

Del mismo modo, para la mirada superior el FEF proyecta de manera ipsilateral al riFLM y éste, a su vez, envía axones hacia ambos NIC (como anteriormente éstos han enviado información al riFLM contralateral a través de la CP), y de manera bilateral hacia los subnúcleos del recto superior (el axón de la moto neurona de dicho subnúcleo se cruza al lado opuesto) y del oblicuo inferior. ⁽¹¹⁾

Así se explica por qué lesiones unilaterales del riFLM ocasionan un enlentecimiento de las sacadas de la infraducción mientras que lesiones bilaterales provocan una parálisis vertical en las dos direcciones. Sin embargo, como hemos comentado, este modelo no es completo, ya que existen

descripciones de casos donde una lesión unilateral mesencefálica, respetando la CP, da lugar a una alteración de la mirada vertical, tanto superior como inferior. En estos casos, donde la lesión es unilateral, existiría una interrupción de las fibras que cruzan del lado contralateral. Es precisamente la diferente localización propuesta de la decusación de estas fibras la principal diferencia hallada entre los dos modelos descritos: en un primer modelo estos axones cruzan a la altura del complejo oculomotor para alcanzar los subnúcleos contralaterales, mientras que en el segundo modelo los axones cruzarían a través del riFLM contralateral para luego descender hacia los subnúcleos del recto superior y oblicuo inferior.

No existe un modelo definitivo que explique el control de las sacadas verticales. Sin embargo, está bien establecido que la mirada superior presenta una doble inervación de ambos riFLM, lo que implica que lesiones unilaterales de esta estructura provocarán una alteración de la mirada inferior, respetando la mirada superior. ^(11,12)

La estimación visual de lo que está vertical en alteraciones vestibulares.

La Vertical visual subjetiva (VVS) es el ángulo entre la línea vertical física (eje gravitacional) y la posición de un marcador visual lineal ajustado verticalmente por un sujeto. Esta se calcula a partir de la misma información sensorial como la vertical postural. (Posición del eje del cuerpo cuando el sujeto estima qué es vertical), pero la contribución respectiva de cada una de estas informaciones para la estimación de lo vertical es muy diferente.

La sensibilidad de los órganos otolíticos a la fuerza de la gravedad sugiere que juegan el papel principal en la estimación de la orientación vertical física. Sin embargo, la información visual puede modificar esta percepción, por otra parte, el uso eficiente de esta información otolítica y visual para el control postural implica el ajuste de posición de la cabeza con respecto al tronco, la sensibilidad somato sensorial cervical, la información muscular, articular y cutánea son capaces de contribuir a la estimación de la orientación vertical física.

El SVV se deteriora con frecuencia en desordenes laberínticos, lesión del nervio vestibular, de las vías vestibulares en el tronco cerebral. O en las áreas corticales vestibulares. ^(11,13)

Para mantener la postura y una adecuada orientación espacial se requiere de la información de los sistemas visual, vestibular y propioceptivo. En particular, los órganos otolíticos de las máculas detectan la aceleración lineal y el vector de la gravedad, lo que contribuye a identificar lo que está vertical con respecto a la tierra. La mácula del utrículo está dispuesta con una inclinación aproximada de 30° sobre el plano horizontal y tiene en su superficie zonas con diferente orientación, a las que corresponde la activación de diferentes músculos extra oculares.

Esto permite que ante aceleración lineal o reorientación de la cabeza se efectúen movimientos oculares compensatorios, congruentes con el plano en el que se hizo la reorientación de la cabeza.

La inclinación de la cabeza produce un estímulo asimétrico de los órganos otolíticos derecho e izquierdo con una contra rotación ocular compensatoria y

desviación contralateral de lo que se percibe como vertical.

El ser humano es capaz de identificar visualmente lo que está vertical con una precisión de $\pm 2^\circ$ de arco, en la oscuridad, cuando la estimación se efectúa con la cabeza inclinada en el plano frontal (hacia la derecha o a la izquierda), la percepción de lo que está vertical aparece como una desviación en dirección opuesta. En el caso de una lesión vestibular asimétrica o unilateral, la diferencia en la descarga vestibular derecha-izquierda corresponde a un estímulo similar a cuando se inclina la cabeza.

Por este motivo se produce desviación de la percepción de lo que está vertical, pero esta desviación no se acompaña de ilusión de inclinación corporal. Aunque después de una lesión vestibular periférica el compromiso del reflejo óculo-motor a la aceleración lineal lateral está afectado aun años después de la lesión, la desviación de la percepción de lo que está vertical se observa sólo durante la fase aguda.

En una disfunción vestibular bilateral (BVD) que es el resultado de un deterioro funcional de ambos laberintos en el oído interno. Esta conduce al deterioro del reflejo vestibulo-ocular (VOR) y como consecuencia, la incapacidad para estabilizar y contemplar un objeto durante el movimiento cefálico rápido. La BVD es una rara pero importante causa de desequilibrio y es a la vez poco reconocida y mal entendida. Los síntomas más comunes e importante son inestabilidad y oscilopsia durante la locomoción. En aproximadamente la mitad de todos los pacientes con BVD, no hay causa clínica especificada que puede ser identificada, lo que hace el diagnóstico de esta importante condición muy difícil. (14,15)

La evaluación de la vertical visual subjetiva (SVV) es un válido examen clínico que evalúa la capacidad de un individuo para determinar si un objeto se alinea en la posición vertical, sin ninguna referencia vertical real. Se realiza la prueba, pidiendo a una persona alinear un estímulo lineal en una posición que el experimentador se asegure que sea vertical. La inclinación o posición elegida del individuo con respecto a la vertical de la tierra se mide en grados. La capacidad de juzgar si el estímulo está alineado con la verdadera vertical, depende de la integridad visual y de la información vestibular otolítica. La inclinación de la vertical visual subjetiva (SVV) es un signo sensible de disfunción vestibular. Los signos pueden estar presentes en cualquiera de los dos trastornos, periférico y central; y pueden estar situados en cualquier nivel de la vía vestibular desde el laberinto a la corteza vestibular. (11,12,13)

En pacientes con disfunción vestibular unilateral, la vertical visual subjetiva (SVV) se inclina por lo general en el mismo lado de la lesión vestibular. Este resultado sugiere que el mantenimiento de la reacción de inclinación ocular es ipsilateral al trastorno vestibular, disfunción central o lesión de los órganos otolíticos, o cambios en las vías aferentes graviceptivas en el nervio vestibular. En estudios previos, la vertical visual subjetiva (SVV) en pacientes con disfunción vestibular bilateral (BVD) fue indistinguible de la de los voluntarios sanos cuando se examina utilizando técnicas convencionales.

El estudio de la precisión con que se estima lo que está vertical se ha

convertido en una prueba de uso clínico para investigar afección aguda de la función otolítica periférica o afección de vías otolíticas en el sistema nervioso central. Pero con la limitante de que cuando ya han actuado mecanismos de compensación o de adaptación la evaluación en postura erguida proporciona resultados en los límites de lo que se considera normal. (1,13)

Al representar la vertical, el cerebro puede organizar una postura correcta con respecto al suelo. De hecho, el control de la orientación del cuerpo, la estabilización en el espacio, así como la locomoción depende de los comandos de anti gravedad dedicadas al mantenimiento del eje del cuerpo alineado con la vertical. Para lograr tal control, el cerebro tiene que construir una representación central de la vertical. Esta representación está basada en la integración de las señales vestibular, visual y somato sensorial, y que se trata de áreas corticales multimodales.

Además, el papel de las señales visuales en la percepción de la verticalidad se ha estudiado mediante la manipulación estática y dinámica de señales visuales. La inclinación del marco visual de referencia con respecto a la verdadera vertical gravitacional es conocido como percepción de la vertical estática visual (SVV; la terminología "Vertical estática visual" se refiere a la vertical visual percibida en presencia de un entorno visual inmóvil). (12,16,17)

La pérdida vestibular es un buen modelo para la evaluación de señales vestibulares y visuales que se combinan en la construcción de una representación central de la verticalidad. Las consecuencias de la alteración de la función vestibular en la percepción de la vertical visual se han estudiado sobre todo para los pacientes con pérdida vestibular unilateral. Típicamente, en ausencia de señales visuales, la SVV se inclina de manera espectacular hacia el lado lesionado.

Poco se sabe, sin embargo, sobre el efecto de las señales visuales dinámicas en la percepción de la vertical, (DVV "Dinámica Vertical Visual) que se define como la inclinación visual inducida de la vertical visual subjetiva en la dirección de un estímulo optocinético. Este efecto de percepción ha sido ampliamente descrito con estimulaciones optocinéticas circulares en velocidad constante. Después de una pérdida vestibular unilateral. Una inclinación asimétrica de la DVV se identificó en pacientes con lesiones del tronco cerebral en el área vestibular y para los pacientes operados de schwannoma vestibular. (12,16)

Métodos de medición de la vertical visual subjetiva

Todos los métodos pueden realizarse tanto de manera mono como binocular; en el último caso aumentando la sensibilidad con respecto a la medición monocular. El límite normal que se considera en la mayoría de las publicaciones es de 2,5°. Valores por encima de éste indicaría una disfunción vestibular. En el año 2009 se validó el método del cubo con igual confiabilidad, sensibilidad y especificidad con respecto al método de la cúpula hemisférica (sensibilidad: 89%, especificidad 90%). Un estudio reciente ha establecido una sensibilidad del 74% y especificidad del 93% para el método digital. (17)

- Método del cubo de la función vestibular estática. El paciente se sienta con la espalda recta mirando dentro de un cubo de plástico traslúcido de tal manera que los bordes del cubo limiten la visión periférica del paciente. En el fondo, por dentro del cubo, se encuentra una línea diametral recta, negra, que no contacta la circunferencia del fondo del cubo. Por fuera del cubo, en la base del mismo, existe un péndulo que surge del centro de un cuadrante dividido en grados de arco con la línea base (0°) correspondiendo a la vertical espacial verdadera. Para la medición se rota el cubo hasta una posición inicial aleatoria; se permite al paciente rotarlo hasta alinear la línea a una posición vertical. El examinador registra la desviación en grados de arco desde el exterior del cubo con ayuda del péndulo. Permite evaluar solo la vertical visual subjetiva estática. (14, 17, 18)
- Método de la cúpula hemisférica. En este método, el paciente se sienta con la barbilla sobre un reposa barbillas y mira dentro de un domo hemisférico cubierto de manera aleatoria con puntos de colores que puede ser rotado alrededor de la línea de visión. Delante del sujeto existe un objetivo lineal que puede ser rotado en el plano frontal del paciente. Posterior a que el objetivo lineal y el domo son colocados en una posición inicial aleatoria, el paciente deberá alinear el objetivo lineal hasta su posición horizontal con el uso de un mando a distancia. Una computadora personal registra la diferencia entre la posición ajustada por el paciente y la verdadera vertical espacial. Permite evaluar tanto la vertical visual subjetiva estática como dinámica. (14,17)
- Medición digital a través de software. Mediante la implementación de nuevas tecnologías se han desarrollado diferentes softwares. Este método se realiza empleando limitación del campo visual; se proyecta sobre una superficie vertical plana, frente al paciente, la línea objetivo que tendrá que alinear hasta una posición vertical con ayuda de un mando a distancia. El software se encarga tanto de proyectar el objetivo como de cuantificar los grados de desviación con base a la vertical espacial verdadera. Puede realizarse tanto con fondo estático como dinámico.

APLICACIONES DE LAS MEDICIONES DEL SVV EN LA PRÁCTICA CLÍNICA.

En el siguiente cuadro, se da un breve resumen de las patologías en las que se puede usar el cubo de la función estática vestibular, para medir la percepción de la vertical subjetiva.

Patologías en las que se puede usar el cubo de la función estática vestibular para medir la percepción de la vertical subjetiva:	Desviación patológica de SVV
Detección de daño unilateral de la vía graviceptiva (principalmente otolítica)	

Neuritis vestibular	>90 %
Pseudoneuritis vestibular	>90 %
Síndrome de Wallenberg	>90 %
Oftalmoplejia internuclear	>90 %
Daño a: Mesencéfalo	>90 %
Núcleo vestibular	>90 % ipsilesional
Fascículo longitudinal medial entre el núcleo del motor ocular externo y mesencéfalo	>90 % contralesional
Mesencéfalo	>90 % contralesional
Nervio III	Desviación variable de la VVS (SVV monocular en el lado afectado)

Definición del problema

La estimación de la desviación de la vertical visual subjetiva representa una prueba fiable para la determinación de disfunción vestibular unilateral. El método del cubo de la función vestibular estática es además una prueba económica y simple para medir la vertical visual subjetiva.

Su precisión diagnóstica es tan buena como el más sofisticado método de la cúpula hemisférica (Sensibilidad del 89% y especificidad del 90%). Es una prueba rápida que requiere una capacitación mínima, y se puede realizar en cualquier lugar, garantizando así una aplicación amplia. ⁽¹⁷⁾

Se cuenta actualmente en el instituto con un test y software diseñado por la marca Synapsys™, específicamente para la determinación de la vertical visual subjetiva tanto de forma estática como dinámica; sin embargo, no se cuenta con datos en la literatura internacional ni nacional sobre la especificidad y sensibilidad en trastornos vestibulares periféricos unilaterales de este método en específico. De igual manera, no se cuenta con datos en población mexicana

sobre la correlación entre la evaluación de la visual vertical subjetiva y los resultados de las pruebas vestibulares calóricas; éstas últimas considerada el Gold estándar para la determinación de una disfunción vestibular a través de la demostración de paresia canalicular. ⁽¹⁹⁾

Justificación

El servicio de otoneurología del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra (INRLGII), perteneciente a la división de Audiología, Otoneurología, Foniatría y Patología del lenguaje; atendió tan sólo en el año 2017 a 2591 pacientes de primera vez, de los cuales 451 de ellos fueron diagnosticados con disfunción vestibular unilateral. Para poder llegar a dicho diagnóstico es necesario realizar al paciente pruebas vestibulares calóricas, dentro del estudio de videonistagmografía.

La estimulación calórica se basa en la metodología descrita por Fitzgerald y Hallpike en 1942; se trata del procedimiento más largo y difícil del estudio vestibular. Su objetivo es estimular los conductos semicirculares horizontales de cada lado con diferentes temperaturas, lo cual genera una respuesta nistágmica que permite determinar la actividad refleja de cada oído. ⁽¹⁹⁾ Se debe tomar en especial consideración, el hecho de que al estimular de esta forma el sistema vestibular, tanto en pacientes sanos como en aquellos con alteración del mismo, no solo se desencadena la respuesta nistágmica, sino que también condiciona una sensación subjetiva de giro (vértigo) por cada vez que se estimula un oído con cada temperatura (4 ocasiones en total); acompañada a su vez, en menor o mayor de signos y síntomas propios como Nistagmus, taquicardia, diaforesis, náusea, vómitos; mareo e inestabilidad a la marcha residual posterior al estudio; e incluso respuestas fóbicas; todo ello cuando menos molesto para la persona explorada.

Tomando en cuenta que en el año 2017 se realizaron un total de 1292 videonistagmografías en el instituto, de las cuales solo 451 determinaron una disfunción unilateral; consideramos pertinente contar con alguna prueba que sea fácil de realizar, que tome menor tiempo y que además no genere malestar en el paciente para poder asentar este diagnóstico.

En la bibliografía se ha asentado que la vertical visual subjetiva, al ser medida, constituye un signo sensible para demostrar o descartar disfunción vestibular unilateral; la estimación de la misma es además de muy fácil realización, no invasiva, rápida y que requiere un entrenamiento básico que permitiría realizarla incluso durante el tiempo establecido de consulta normal sin tener que postergar la evaluación del paciente como generalmente se hace al solicitar una prueba de videonistagmografía. Si bien, la estimulación calórica, así como es la prueba más larga de la evaluación vestibular, es la que más información proporciona sobre la localización de la lesión; creemos que la determinación de la vertical visual subjetiva es una excelente opción para asentar y dar seguimiento al diagnóstico de disfunción vestibular unilateral; de igual forma podría suponer una excelente alternativa para aquellos pacientes que muestren hipersensibilidad o que por características anatómicas propias y particulares no se les pueda realizar la estimulación convencional con agua.

En población mexicana no contamos con datos específicos sobre sensibilidad y especificidad de la medición de la vertical visual subjetiva en pacientes con disfunción vestibular unilateral, así como tampoco se cuenta con un correlato entre ésta y los resultados de las pruebas vestibulares calóricas. Es necesario asentar estos puntos para poder determinar la utilidad clínica de esta prueba en nuestra población con la consecuente posible disminución de tiempo, costo y molestias en la atención de estos pacientes. Actualmente se cuenta con los recursos humanos y materiales necesarios para realizar este proyecto, lo que lo convierte en un proyecto viable y factible.

Hipótesis

Tanto el método del cubo como la medición digital de la vertical visual subjetiva, en cuanto a sensibilidad y especificidad, son herramientas útiles en la determinación de disfunción vestibular unilateral y pueden ser una alternativa fiable, tanto una como la otra, a la estimulación vestibular calórica.

Objetivo general

Demostrar la utilidad clínica de la medición de la vertical visual subjetiva para el diagnóstico de disfunción vestibular unilateral; así como demostrar cuál de los métodos (cubo y digital) cuenta con mayor sensibilidad y especificidad para esta entidad patológica.

Objetivos específicos

- Determinar grado de sensibilidad y especificidad para ambos métodos en disfunción vestibular unilateral en pacientes del INR LGII del servicio de Otoneurología.
- Comparar los resultados entre ambos métodos y con los resultados de la estimulación vestibular calórica realizada mediante videonistagmografía.

Materiales y métodos

Diseño del estudio:

Estudio transversal, comparativo y analítico.

Descripción del universo de trabajo:

Pacientes con disfunción vestibular unilateral que acuden al INR LGII al servicio de otoneurología con pruebas calóricas positivas para disfunción vestibular unilateral de menos de tres meses de haberse realizado.

Tamaño de muestra

Muestreo no probabilístico por conveniencia.

Criterios de inclusión

- Género indistinto.
- Edades comprendidas entre 20 y 80 años de edad.

- Únicamente con problema vestibular unilateral corroborado mediante pruebas calóricas dentro del estudio de videonistagmografía.
- Con historia clínica completa y en seguimiento actual por el servicio de Otoneurología.
- Aceptar participar en el protocolo con firma de consentimiento informado.

Criterios de exclusión

- Pacientes no pertenecientes al INR.
- Pacientes que no cuenten con Historia Clínica.
- Pacientes que no deseen participar en la prueba.
- Pacientes con alteración vestibular central u otros problemas neurológicos.
- Pacientes con disfunción vestibular bilateral.

Criterios de eliminación

- Pacientes que decidan interrumpir la prueba.

Recursos Humanos

- Investigador.
- Asesores Clínicos.
- Asesor Metodológico.
- Asistente / Capturista de datos (Opcional).

Recursos Materiales

- Cubo de la función vestibular estática.
- Software SVV Synapsys™.
- Computadora portátil.
- Mando a distancia compatible.
- Máscara ocular de limitación del campo visual.
- Proyector portátil.

Análisis estadístico propuesto

- Estadística Descriptiva
 - Frecuencias y porcentajes
 - Medidas de tendencia central (media)
 - Dispersión (Varianza y Desviación standard)
- Estadística Inferencial
 - Sensibilidad / Especificidad

- Valor predictivo positivo / negativo
- Likelihood Ratio positivo / negativo

Variables

Nombre	Tipo de Variable	Escala	Unidad de medida
Género	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Masculino/Femenino
Edad	Cuantitativa	Discreta	Años
Tiempo de evolución	Cuantitativa	Discreta	Meses
Comorbilidades	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Presente/Ausente
Método de medición	Cualitativa	Nominal	Cubeta /Synapsis Estática/Synapsis Dinámica
Inclinación Cefálica	Cualitativa	Nominal	Sin inclinación /Derecha/ Izquierda
Desviación de la SVV	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Positivo / Negativo
Grado de desviación	Cuantitativa	Continua	Grados de arco
VNG previa	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Realizada / No Realizada
Disfunción vestibular diagnosticada mediante VNG	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Disfunción Vestibular unilateral/ Sin Disfunción vestibular
Lateralidad de la lesión	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Derecha / Izquierda

Consideraciones éticas

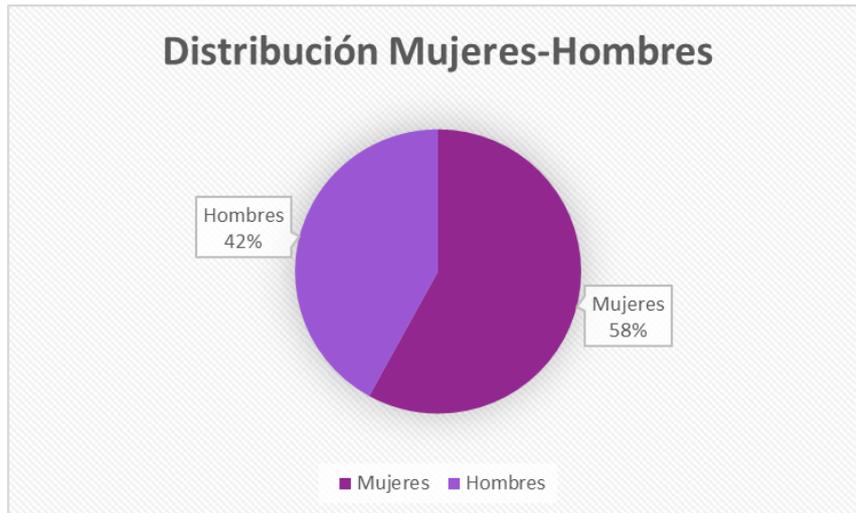
En lineamiento con la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud Artículo 17: Investigación tipo II (Riesgo Mínimo),

En lineamiento con los principios básicos y operacionales de la declaración de Helsinki.

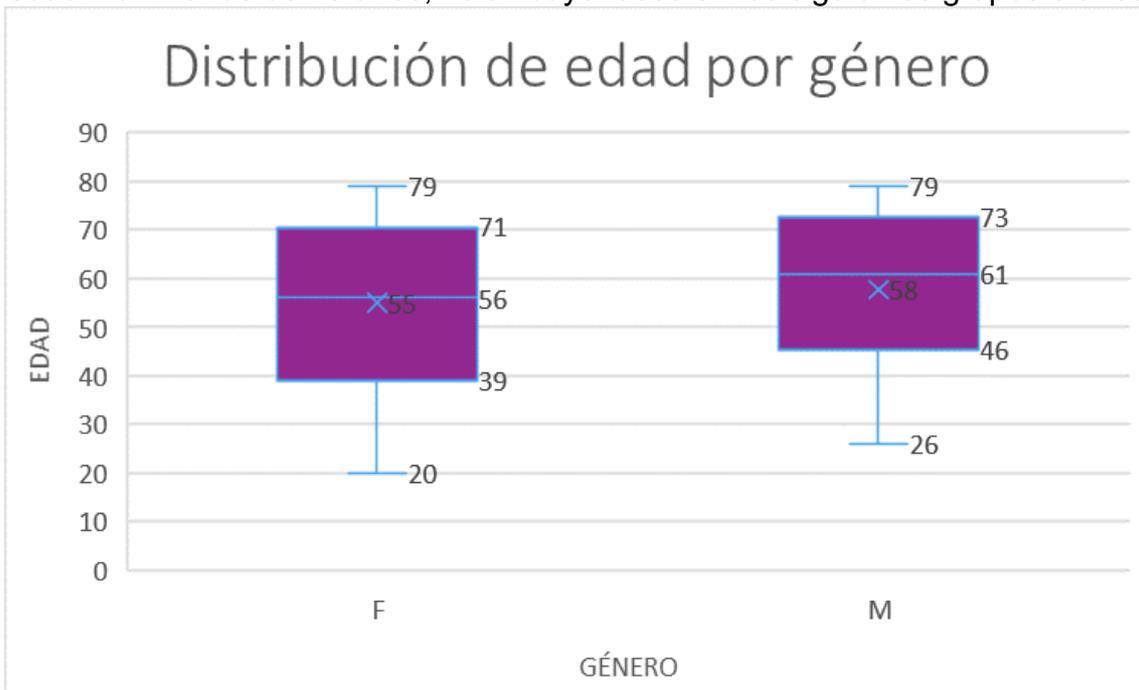
Resultados

Se estudiaron un total de 100 pacientes, de los cuales, 50 de ellos conformaron el grupo de personas con diagnóstico de disfunción vestibular unilateral confirmado mediante pruebas calóricas dentro del estudio de videonistagmografía (grupo A); y el resto, pareados por edad y género con sus contrapartes pertenecientes al grupo A, conformaron el grupo de personas con diagnóstico descartado de disfunción vestibular uni o bilateral mediante la misma prueba (grupo B).

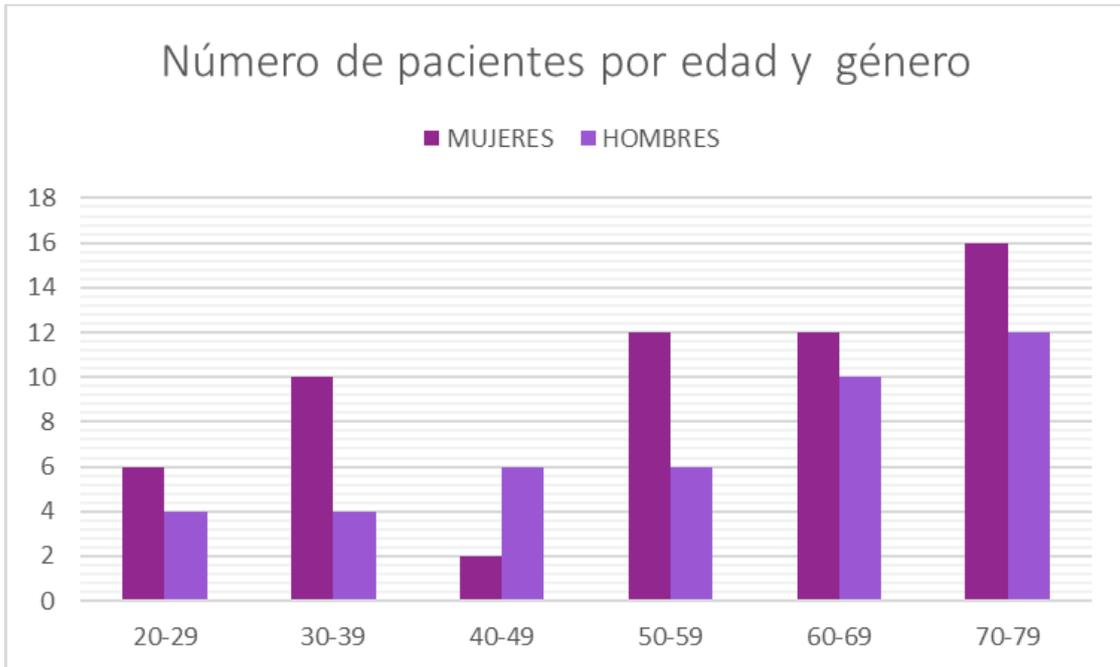
La muestra total fue conformada por un 58% de mujeres (58 pacientes) y un 42% de hombres (42 pacientes).



De forma global, las edades mínimas y máximas fueron de 20 y 79 años respectivamente, con una media de 56 años. En el caso de los hombres la edad mínima fue de 26 años, con una media de 58 años; y en el caso de las mujeres la edad mínima fue de 20 años, con una media de 55 años; en ambos casos la edad máxima fue de 79 años; distribuyéndose en los siguientes grupos etarios

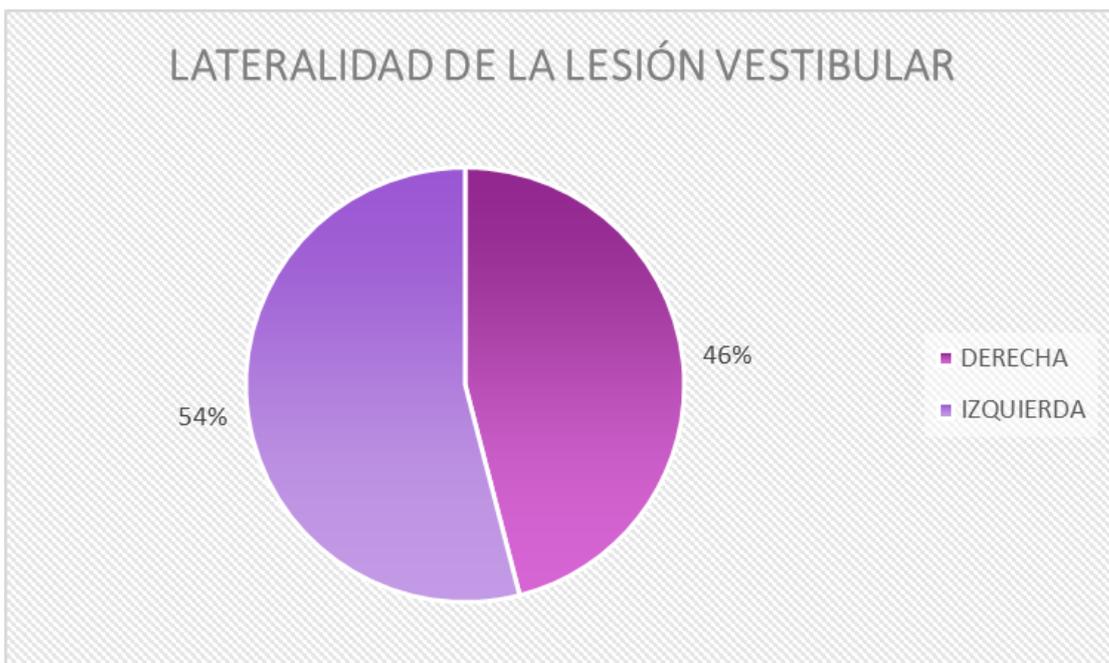


de esta forma:

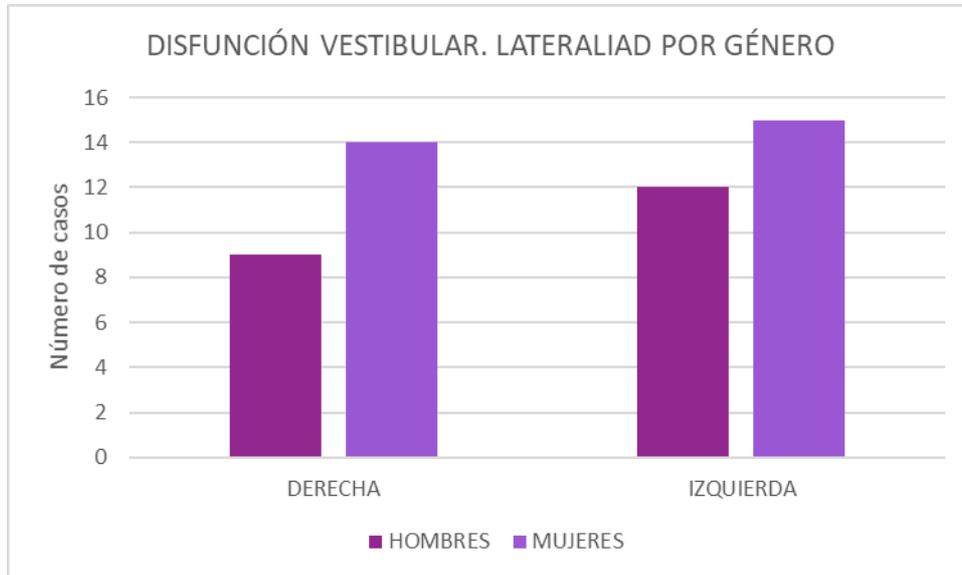


	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79
Hombres	4	4	6	6	10	12
Mujeres	6	10	2	12	12	16
Total	10	14	8	18	22	28

Del total de pacientes con disfunción vestibular unilateral (50 personas), se encontró que el 46% correspondían a lesiones vestibulares del lado derecho (23 casos), y el 54% (27 casos) a lesiones vestibulares del lado izquierdo.



De los 23 casos de disfunción vestibular unilateral derecha, 14 casos fueron presentados por mujeres y 9 por hombres; en los casos de lateralidad izquierda, del total de 27 casos, 15 corresponden a mujeres y 12 a hombres.



A todos los pacientes, tanto del grupo A como del grupo B se les realizaron tres mediciones por cada una de las modalidades estudiadas (cabeza al centro, cabeza inclinada 45° a la derecha y cabeza inclinada 45° a la izquierda) en cada uno de los métodos evaluados (método del cubo, medición digital estática y medición digital con fondo dinámico). En total se realizaron 27 mediciones por paciente, agrupadas en 9 grupos. De cada grupo se calculó el promedio de las 3 mediciones obtenidas y estos fueron los que se tomaron en cuenta para determinar si existe o no alteración en la determinación de la desviación de la vertical visual subjetiva en los pacientes; tomando como normal todo aquel valor promediado por modalidad ubicado entre -2.5 y 2.5 grados de arco; desviaciones

	Cabeza al centro	Cabeza inclinada a la derecha	Cabeza inclinada a la izquierda	
	Método del cubo			Total
Número de mediciones	3	3	3	9
	Medición digital. Fondo estático			
Número de mediciones	3	3	3	9
	Medición digital. Fondo dinámico			
Número de mediciones	3	3	3	9
				27

mayores a estos límites se tomaron, de acuerdo a la bibliografía expuesta, como patológicos.

Se consideró como positivo para cada una de las pruebas cuando existió alteración en el resultado promediado de al menos una de las modalidades (cabeza al centro, inclinada a la derecha o inclinada a la izquierda); mientras que se consideró negativo cuando hubo ausencia de alteración en todas y cada una de las tres modalidades del método evaluado.

Sensibilidad y especificidad de las pruebas

	A	B	C
	Método del cubo	Medición digital con fondo estático	Medición digital con fondo dinámico
Verdaderos positivos	40	35	31
Verdaderos negativos	45	46	46
Falsos negativos	10	15	19
Falsos positivos	5	4	4
Sensibilidad	80%	70%	62%
Especificidad	90%	92%	92%

Es vital recalcar la importancia de considerar las tres modalidades (cabeza al centro, inclinada a la derecha e inclinada a la izquierda) al momento de valorar el resultado de alguno de estos métodos; ya que si se realiza, por ejemplo, la medición solamente en la condición de cabeza al centro sin tomar en cuenta las otras dos modalidades, la sensibilidad se ve francamente disminuida, aumentando considerablemente los casos de falsos negativos; cuestión que es ampliamente corregida al incorporar las otras dos modalidades a la medición.

	Método del cubo. Sólo modalidad cabeza al centro	Método del cubo. Tres modalidades
Verdaderos positivos	19	40
Verdaderos negativos	47	45
Falsos negativos	31	10
Falsos positivos	3	5
Sensibilidad	38%	80%
Especificidad	94%	90%

De igual manera, los resultados mejoran en el caso de la medición digital si la medición con fondo estático (B) se complementa con la medición con fondo dinámico (C):

	Métodos B+C
Verdaderos positivos	42
Verdaderos negativos	45
Falsos negativos	8
Falsos positivos	5
Sensibilidad	84%
Especificidad	90%

Y aún incluso, si a lo anterior le agregamos la evaluación manual (A), obtenemos:

	Métodos A+B+C
Verdaderos positivos	48
Verdaderos negativos	45
Falsos negativos	2
Falsos positivos	5
Sensibilidad	96%
Especificidad	90%

Valores predictivos

Al determinar los valores predictivos para cada una de las pruebas se obtienen los siguientes resultados:

	A	B	C
	Método del cubo	Medición digital con fondo estático	Medición digital con fondo dinámico
VP positivo	89%	90%	89%
VP negativo	82%	75%	71%

De manera similar a lo que ocurre con la sensibilidad y especificidad, al combinar y complementar las pruebas, se obtienen mejores valores predictivos:

	Métodos digitales (B+C)	Métodos A+B+C
VP positivo	89%	91%
VP negativo	85%	96%

Razones de verosimilitud (Likelihood Ratios)

De forma aislada se obtienen para cada método:

	A	B	C
	Método del cubo	Medición digital con fondo estático	Medición digital con fondo dinámico
Likelihood Ratio positivo	8.0	8.8	7.8
Likelihood Ratio negativo	0.2	0.3	0.4

Y al complementar las pruebas se obtiene:

	Métodos digitales (B+C)	Métodos A+B+C
Likelihood Ratio positivo	8.4	9.6
Likelihood Ratio negativo	0.2	0.1

Índice de Youden

Para cada una de las pruebas el valor obtenido es:

	A	B	C
	Método del cubo	Medición digital con fondo estático	Medición digital con fondo dinámico
Índice de Youden	0.7	0.6	0.5

Y para las pruebas complementadas entre sí:

	Métodos digitales (B+C)	Métodos A+B+C
Índice de Youden	0.7	0.9

Discusión

La sensibilidad y la especificidad de los tres métodos evaluados en este estudio (método del cubo, medición digital con fondo estático y medición digital con fondo dinámico) demostraron que las tres pruebas son confiables para determinar la presencia de disfunción vestibular unilateral. Al ser tomadas en cuenta de forma individual, de las tres pruebas, el método del cubo ofrece mejor sensibilidad con respecto a las mediciones digitales (sensibilidad del 80% versus 70 y 62% respectivamente); sin embargo, ambas pruebas digitales ofrecen una especificidad del 92%, 2% mayor que el 90% que ofrece el método del cubo. Sin embargo, si ambas pruebas digitales se consideran y complementan como una sola, supera en sensibilidad tan solo en un 4% al método del cubo y la especificidad resulta igual en ambos casos, siendo discretamente superior el método digital con base a estos valores. Al incluir las tres pruebas como un solo test diagnóstico se obtienen resultados realmente favorecedores, obteniendo una sensibilidad del 96% y una especificidad del 90%.

Con respecto a los valores predictivos no se encuentran diferencias significativas entre las pruebas individuales, sin embargo, de igual forma que lo que sucede con la sensibilidad y especificidad, se alcanzan valores superiores al 90% al realizar las tres pruebas en conjunto (Valor predictivo positivo del 91%, valor predictivo negativo del 96%).

Con respecto a la razón de verisimilitud o “Likelihood Ratio”, tanto positivo como negativo, obtenemos que el método del cubo es una buena prueba diagnóstica, mientras que ambas pruebas digitales tratadas por separado conforman una prueba regular; sin embargo, al ser tratadas en conjunto, la medición digital con fondo estático complementada con fondo dinámico vuelve la prueba equiparable al método del cubo. De nueva cuenta, al ser tratadas las tres pruebas como una sola, se obtiene un resultado prometedor en donde, de acuerdo a estos índices, estamos ante una prueba relevante.

El índice de Youden corrobora los datos antes expuestos, tomando en cuenta que la prueba será considerada como relevante entre más se acerque al valor de 1, y como irrelevante cuando el valor sea igual o menor a .5, obtenemos que tanto el método del cubo como el método digital completo (fondo estático + fondo dinámico) obtienen un valor de 0.7; mientras que las pruebas digitales por separado obtienen un valor de 0.6 y 0.5 respectivamente. Por otro lado, al juntar las tres pruebas dentro de una misma evaluación se obtiene un valor de 0.9.

Conclusión

Tanto el método manual y digital, siempre y cuando éste último sea considerado como la combinación de las mediciones con fondo estático y dinámico, demostraron ser pruebas fiables, confiables y suficientes para el diagnóstico acertado de pacientes con disfunción vestibular unilateral y descartar acertadamente a los pacientes sanos. Cada método deberá ser considerado completo sólo si se realizaron un mínimo de tres promediaciones por cada una de las modalidades a realizar (cabeza al centro, cabeza inclinada a la derecha y cabeza inclinada a la izquierda). Si se quiere llegar a valores óptimos de sensibilidad, especificidad y el resto de índices expuestos, se recomienda realizar una medición complementaria empleando ambos métodos; si se tiene que optar por alguno de los dos, sabiendo que ambos son equiparables e igual

de confiables, tendrá que basarse la decisión meramente en cuestiones de practicidad, simplicidad y disponibilidad; ganando en este terreno la opción de realizar la medición manual.

Anexos

Consentimiento informado



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN MÉDICA

Título del protocolo: Utilidad de la determinación de la desviación vertical visual subjetiva mediante medición digital y manual en pacientes con disfunción vestibular unilateral del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

Investigador principal: Antonio de Jesús Velázquez Chirinos

Sede donde se realizará el estudio:

Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

Nombre del paciente: _____ Expediente: _____

A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación médica. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Una vez que haya comprendido el estudio, y si usted desea participar, se le pedirá que firme esta forma de consentimiento, de la cual se le entregará una copia firmada y fechada.

Justificación del Estudio

El método del cubo de la función vestibular estática es una prueba económica y simple para medir la vertical visual subjetiva. Su precisión diagnóstica es tan buena como el más sofisticado método de la cúpula hemisférica. Es una prueba rápida y fiable, y se puede realizar en cualquier lugar, garantizando así una aplicación amplia. La desviación de la vertical visual subjetiva es un signo altamente sensible indicador de disfunción vestibular.

Objetivo del Estudio

Se busca comparar la especificidad y sensibilidad entre la prueba del cubo y la medición mediante el test y software desarrollado por la marca Synapsis®. A usted se le está invitando a participar para llevar a cabo ambas mediciones y poder obtener así los datos necesarios para determinar la utilidad de ambos estudios. Esto permitirá determinar métodos diagnósticos con menor costo y tiempo.

Beneficios del Estudio

Este estudio ayudara a determinar la utilidad de ambas pruebas propuestas. En su momento esta información puede ser utilizada para agilizar y disminuir los costos de las pruebas empleadas para detectar disfunción vestibular unilateral.

En lo personal, la aplicación de ambas pruebas no tendrá costo monetario para usted.

Procedimiento del Estudio

Si reúne las condiciones para participar en este protocolo y de aceptar la participación en el mismo, se le realizarán las siguientes pruebas y procedimientos.

- Las mediciones a realizarse en ambas pruebas se realizaran sentado sobre una silla con respaldo erguido a 90° con respecto al suelo.
- Durante ambas pruebas se le colocara una máscara ocular (googles) que limita el campo visual periférico, para poder así enfocarse solamente en el estímulo presentado.
- En ambas pruebas la medición se realizará en tres condiciones diferentes: con su cabeza completamente erguida, inclinada a la izquierda e inclinada a la derecha. En cada condición se repetirá la medición 3 veces para poder obtener un promedio de la misma.



- Prueba del cubo de la función estática vestibular
 - Dentro de un cubo especialmente diseñado para este propósito se ha marcado una línea longitudinal diametral al centro del fondo del mismo; usted sostendrá dicho cubo, adentrando su cara en este y se le pedirá rotarlo desde una posición inicial aleatoria de tal modo que la línea al fondo del cubo quede, desde su perspectiva, completamente de manera vertical.
- El método Synapsis® comprende dos pruebas diferentes:
 - Prueba Synapsis® estática
 - A un metro de distancia de usted será proyectada en la pared una línea.
 - A través de un mando a distancia se le pedirá que acomode la misma desde una posición inicial aleatoria de tal modo que la línea quede, a su parecer, completamente en posición vertical.
 - Prueba Synapsis® dinámica
 - Se realizará de la misma manera que el procedimiento anterior, sin embargo en este caso se agrega un fondo con elementos giratorios.
 - Se realizarán las medidas antes comentadas tanto con el fondo girando en sentido horario como antihorario
- En total se realizarán 27 mediciones; tomando un aproximado de 30 minutos para realizar la totalidad de las pruebas.

Riesgos asociados con el estudio

Durante el procedimiento, especialmente mediante el método Synapsis® dinámico, puede llegar a sentir mareo y en algunos casos náuseas.

Aclaraciones

- Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.
- Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee, aún cuando el investigador responsable no se lo solicite, pudiendo informar o no las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad.
- No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio.
- No recibirá pago por su participación.
- Los gastos correspondientes para acudir al instituto correrán por su cuenta.
- En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo al investigador responsable.
- La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores.
- Si considera que no hay dudas, ni preguntas, acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento informado que forma parte de este documento.



CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación. Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Firma del participante

Fecha: _____

Testigo 1: _____

Fecha: _____

Testigo 2: _____

Fecha: _____

Esta parte debe ser completada por el Investigados o su representante:

He explicado al Sr(a). _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar la investigación con seres humanos y me apego a ella.

Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

Firma del Investigador

Fecha: _____



CARTA DE REVOCACIÓN DE CONSENTIMIENTO

Título del protocolo: Utilidad de la determinación de la desviación vertical visual subjetiva mediante medición digital y manual en pacientes con disfunción vestibular unilateral del Instituto Nacional de Rehabilitación –Luis Guillermo Ibarra Ibarra–.

Investigador principal: Antonio de Jesús Velázquez Chirinos

Sede donde se realizará el estudio: Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

Nombre del paciente: _____ Expediente: _____

Por este conducto deseo informar mi decisión de retirarme de este protocolo de investigación por las siguientes razones (opcional):

Firma del participante Fecha: _____

Testigo 1: _____ Fecha: _____

Testigo 2: _____ Fecha: _____

c.c.p El Paciente.

Formato de captura de datos



FORMATO DE CAPTURA DE DATOS

Título del protocolo: Utilidad de la determinación de la desviación vertical visual subjetiva mediante medición digital y manual en pacientes con disfunción vestibular unilateral del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

Investigador principal: Antonio de Jesús Velázquez Chirinos
 Sede donde se realizará el estudio:
 Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

Fecha: ____/____/____

Ficha de Identificación

NOMBRE			EDAD		SEXO	
DIRECCIÓN						
OCUPACION	ACTUAL:			PREVIA:		
EDO. CIVIL		ESCOLARIDAD				
Casado, UL (años de unión)						
EXPEDIENTE			TEL.			

Padecimiento actual

Fecha de Inicio		Evolución	
Sintomatología			
Estudios previos:			
Fecha VNG:		Disfunción:	Derecha / Izquierda / Sin disfunción
Manejo/Mejoría			

Antecedentes personales patológicos

TUMORALES		DIABETES M.	
HIPERTENSION		OTORREAS	
EVC		OTORRAGIAS	
QUIRÚRGICOS		INFARTOS	
EXP. A RUIDO		TRAUMATICOS	
HEPATITIS / ICTERICIA		DEPRESION	
OTROS			

Modalidad	Mediciones			\bar{X}
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	
Prueba del cubo cabeza al centro	o	o	o	o
Prueba del cubo cabeza a la derecha	o	o	o	o
Prueba del cubo cabeza a la izquierda	o	o	o	o
Proyector cabeza al centro	o	o	o	o
Proyector cabeza a la derecha	o	o	o	o
Proyector cabeza a la izquierda	o	o	o	o
Optoquinético cabeza al centro	o	o	o	o
Optoquinético cabeza a la derecha	o	o	o	o
Optoquinético cabeza a la izquierda	o	o	o	o
Notas				

BIBLIOGRAFIA.

- *. Cabrera, V. Alteraciones en la percepción de la mirada vertical en pacientes con disfunción vestibular (Tesis para obtener el grado de Especialista en Medicina), 2014, UNAM.
1. Rubio, M; Gálvez, A; Sepúlveda, M; et al. Revisión del modelo del control de la mirada vertical. *Rev Neurol* 2011;53:477-482
 2. Zeferino, T; Funabash, M; Oliveira, J; et al. Software for subjective visual vertical assessment: an observational cross-sectional study. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2012;78(5):51-8.
 3. Kumagami, H; Saino, Y; Fujiyama D; Baba, A; Oku, R. Subjective Visual Vertical In Acute Attacks Of Ménière's Disease. *Otology & Neurotology.* Issue: Volume 30(2), february 2009, pp 206-209.
 4. Bartual Pastor J, Pérez Fernández N eds. El sistema vestibular y sus alteraciones. Tomo I: fundamentos y semiología. Masson SA, Madrid 1998.
 5. Baloh, R.W.; Honrubia, V: Clinical neurophysiology of the vestibular system. Ed. 2. FA Davis Company, Philadelphia. 1990.
 6. Síndrome vestibular periférico. S. Santos Pérez¹, N. Pérez Fernández², A. Soto Varela¹, R. Barona de Guzmán³ Departamento de Otorrinolaringología. ¹Facultad de Medicina-Universidad de Santiago de Compostela. Complejo Hospitalario Universitario Santiago de Compostela. ²Clínica Universitaria. Facultad de Medicina. Universidad de Navarra. ³Hospital Casa de Salud. Valencia
 7. Brandt, T.: Vertigo. Its multisensory syndromes. Springer-Verlag, London. 1991
 8. Hospital del Mar. Parc de Salut Mar. Barcelona, España. 2011 Revista de Neurología
 9. A new method to analyze the subjective visual vertical in patients with bilateral vestibular dysfunction Martha Funabashi, I Taiza Elaine Grespan Santos-Pontelli, I José Fernando Colafemina, II Theo Zeferino Pavan, III Antonio Adilton Oliveira Carneiro, III Osvaldo Massaiti Takayanaguill University of São Paulo, School of Medicine at Ribeirão Preto, Department of Neurosciences and Behavior, Ribeirão Preto/SP, Brazil. II University of São Paulo, School of Medicine at Ribeirão Preto, Department of Ophthalmology, Otorhinolaryngology and Head and Neck Surgery, Ribeirão Preto/SP, Brazil. III University of São Paulo, School of Philosophy, Sciences and Letters at Ribeirão Preto, Department of Physics, Ribeirão Preto/SP, Brazil
 10. Dissociation between the perception of body verticality and the visual vertical in acute peripheral vestibular disorder in humans Dimitri Anastasopoulos, c*, Thomas Haslwantera, Adolfo Bronsteinb, Michael Fettera, Johannes Dichgans accepted 21 August 1997.

11. Dissociation between the perception of body verticality and the visual vertical in acute peripheral vestibular disorder in humans Dimitri Anastasopoulou, c,*, Thomas Haslwanter, Adolfo Bronstein, Michael Fetter, Johannes Dichgans accepted 21 August 1997.
12. La estimación visual de lo que está vertical en alteraciones vestibulares. Catalina Aranda-Moreno,* Kathrine Jáuregui -Renaud** Hospital Regional 72, Instituto Mexicano del Seguro Social ** Unidad de Investigación Médica, HG "GGG", Centro Médico Nacional La Raza, Instituto Mexicano del Seguro Social.
13. Dieterich M, Brandt T. Ocular torsion and tilt of subjective visual vertical are sensitive brainstem signs. *Ann Neurol* 1993;33:292–299.
14. A bucket of static vestibular function A. Zwergal, MD N. Rettinger. C. Frenzel. M. Dieterich, MD. T. Brandt, MD, FRCP. M. Strupp, MD *Neurology*. 2009;72:1689–1692.
15. Zwergal ACC, Arbusow V, Glaser M, Fesl G, Brandt T, Strupp M. Unilateral INO is associated with ocular tilt reaction in pontomesencephalic lesions: INO plus. *Neurology* 2008;71:590–593.
16. Dieterich M, Brandt T. Thalamic infarctions: differential effects on vestibular function in the roll plane (35 patients). *Neurology* 1993;43:1732–1740.
17. Oliva C, Ochoa N, Kuroiwa M, Barraza C, et al. Nuevo método para evaluar el test subjetivo vertical. *Rev. Otorr Cir Cab Cuello*. 2017;77:124-134
18. Mian M, Cunha F, Freitas G, Malavasi G, Caovilla H. Subjective visual vertical with the bucket method in Brazilian healthy individuals. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2016;82:442-6.
19. Lasagno S. Evaluación vestibular cuantitativa: Pruebas calóricas. *Revista Faso* año 22 - Suplemento vestibular 1º Parte – 2015.