



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN**

**ALTERACIONES EN LA PERCEPCIÓN DE LA
MIRADA VERTICAL EN PACIENTES CON
DISFUNCIÓN VESTIBULAR**

T E S I S

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:
**AUDIOLOGÍA, OTONEUROLOGÍA, FONIATRÍA Y
PATOLOGÍA DEL LENGUAJE**

P R E S E N T A :
VIRGILIO DE JESUS CABRERA MARTÍNEZ

PROFESOR TITULAR:
DRA. XOCHIQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ

ASESOR DE TESIS:
**DR. FRANCISCO ALFREDO LUNA REYES
DR. SAÚL LEÓN HERNÁNDEZ**



MÉXICO, D. F.

AGOSTO DE 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DRA. MATILDE L. ENRÍQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE ENSEÑANZA
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

DRA. XOCHIQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ
SUBDIRECTORA DE POSGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

DR. ALBERTO UGALDE REYES RETANA
JEFE DE ENSEÑANZA MÉDICA
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

DRA. XOCHIQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ

PROFESOR TITULAR

DR. FRANCISCO ALFREDO LUNA REYES

ASESOR CLÍNICO

DR. EN C. SAÚL RENÁN LEÓN HERNÁNDEZ

ASESOR METODOLÓGICO

ÍNDICE

	Página
I. RESUMEN DEL PROYECTO	5
II. INTRODUCCION	
- Definición	6
-Caudro clínico	7
-Anatomía y Fisiología del sistema vestibular	8
III.-Revisión del modelo del control de la mirada vertical	15
IV.- Modelo integrador del control de la mirada vertical	17
V.- La estimación visual de lo que esta vertical en alteraciones vestibulares	18
VI.-Exploración del sistema vestibular	21
VII.-Modelos utilizados para medir la percepción de la mirada vertical en pacientes con disfunción vestibular	35
VIII.-El cubo de la función vestibular estatica	25
IX.- El método de la cúpula hemisferica	40
X.- Aplicaciones de la medición de la vertical visual subjetiva (SVV) en la practica clínica.	
XI.JUSTIFICACIÓN	43
XII.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	43
XIII.HIPOTESIS	43
XIV.OBJETIVOS	44
XV.MATERIALES Y MÉTODOS	44
XVI.RESULTADOS	45
XVIIDISCUSSION	54
XVIII.CONCLUSIONES	56
XIX.BIBLIOGRAFIA	57

RESUMEN DEL PROYECTO.

Se analizarán posibles alteraciones en la mirada vertical en pacientes que cuenten con el diagnóstico de disfunción vestibular evaluándolos mediante una comparación a través del cubo de la función vestibular estática contra una aplicación para teléfono móvil con sistema operativo Android, llamada Geo Cam Free. Utiliza la realidad aumentada para mostrar en la parte superior de la cámara información geográfica, así como la orientación del compás, la posición GPS y diferentes inclinaciones a través del teléfono.

Además se construyó un cubo de la función vestibular consultando indicaciones para realizarlo en diferentes artículos médicos, cuyo objetivo será evaluar la mirada vertical en pacientes previamente seleccionados de acuerdo a criterios previamente establecidos.

Se utilizó un teléfono celular marca Samsung Galaxy con sistema android y se descargó la aplicación Geo cam Free.

INTRODUCCION.

1. DEFINICIONES:

Vestibulopatía unilateral aguda: Son aquellos cuadros en los cuales la lesión se sitúa en el receptor periférico o sus vías aferentes, por lo que el sitio de la enfermedad puede estar en las crestas ampollares 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 tálamo después de una lesión vestibular aguda unilateral y 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 movimientos.(14)

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 área¹.

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 (esto es en el laberinto posterior o nervio vestibular).(14,15)

El equilibrio es un acto complejo en el que se tiene que coordinar información sensorial, motora y biomecánica. La posición del cuerpo en relación con la gravedad y el entorno viene determinada por la información visual, vestibular y somatosensorial. Los movimientos del tobillo, rodilla y cadera que contribuyen al mantenimiento del equilibrio surgen del movimiento coordinado de los músculos del tobillo, muslo y la musculatura baja del tronco.

El sistema vestibular contribuye al mantenimiento del equilibrio mediante un mecanismo formado por los receptores de la información sensorial periférica, un procesador central y un mecanismo de eferencia motora.

El elemento periférico lo constituyen 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 cabeza con

respecto al centro de gravedad corporal. El sistema nervioso central (SNC) procesa la información y la combina con otras informaciones sensoriales del sistema somatosensorial y visual. Las eferencias del sistema vestibular central se dirigen a los músculos oculares y a la medula 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 la estabilidad de la cabeza y el equilibrio del cuerpo. El funcionamiento de estos reflejos es controlado por el SNC y reajustado según las necesidades por un proceso adaptativo.(2).

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

COMPONENTES	DEFICIENCIAS ESTATICAS	DEFICIENCIAS DINAMICAS
Perceptivo	-Desviación de la vertical subjetiva. -Vértigo.	-Desorientación espacial. -Ilusión óculo-grávica. -anómala percepción de aceleración.
Oculomotor	-Desviación ocular oblicua -Ciclotorsión ocular. -Nistagmus espontaneo	-Nistagmus de agitación cefálica. -Maniobra oculocefálica patológica.
Postural	-Inclinación cefálica. -Latero pulsión del cuerpo -Disminución tono extensores -Hipoexcitabilidad del reflejo espinal	-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	-Intensa
Hipoacusia	-Frecuente	-Rara
Síntomas neurológicos	-Raros	-Frecuentes
Nistagmus	-Unidireccional: horizontal torsional. -Reducido por la fijación visual	-Revierte en la dirección de fase lenta. -Vertical -Sostenido: Sin supresión visual.
Compensación	-Rápida	-Lenta

2. ANATOMIA Y FISILOGIA 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, a través de vías nerviosas transmiten la información a la corteza cerebral, médula espinal, cerebelo y formación reticular.

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).(2)

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).(2)

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. El conducto utrículo-sacular se continúa con el conducto endolinfático, que 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. (2)

Máculas

Las 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, las máculas 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 mecanorreceptoras tienen en el polo apical un quinocilio largo sobre el que se organizan un grupo de estereocilios (entre 30 y 50), de longitud menguante a medida que se alejan del quinocilio. 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 mecanorreceptoras están en contacto con la

membrana estatolítica, una masa gelatinosa con cristales de carbonato cálcico denominados estatoconías.(14,15,16)

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 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. El 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.(14,15,16)

Crestas ampulares

Las 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, este 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 quinocilios 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.(2,14)

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 cócleo-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 encéfalo (en particular, la formación reticular) relacionadas con el control postural y ocular. Otras fibras se dirigen directamente al cerebelo (núcleos fastigio, la úvula y los lóbulos flóculo-nodulares) y a otros núcleos del tronco encéfalo (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.(15,16)

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.(15)

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. (2)

Conexiones para la musculatura del globo ocular. Reflejo vestíbulo ocular

Una de las principales funciones del sistema vestibular y, concretamente, de los núcleos vestibulares, es regular el movimiento de los ojos mediante el reflejo vestíbulo-ocular, para mantener la estabilidad de la mirada durante los movimientos de la cabeza.

El movimiento de la cabeza produce una aceleración angular que es detectada por las crestas ampulares del par de conductos semicirculares situados en el mismo plano de giro.

La información se transmite a los núcleos vestibulares y éstos, por el FLM mandan las órdenes a los núcleos que inervan la musculatura del globo ocular que permite estabilizar la mirada. Los músculos del globo ocular actúan sinérgicamente en parejas: el musculo situado en el lado opuesto a la dirección del giro se contrae progresivamente durante la rotación de la cabeza, mientras que el músculo situado en el otro lado 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.(14,15)

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.(14,15,16)

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 somatosensitiva, cerca de la representación de la cara. La otra se ubica en el área 3ª de Brodmann. (2,15,16)

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. (8,14)

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 anterolateral de la médula, terminando en interneuronas y motoneuronas 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 antigravitatorios 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.(14,15)

III.-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. (11)

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 moto neuronas 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 (11,12)

Estructuras mesencefálicas implicadas.

Las estructuras nobles 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 (*burstneurons*) 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 pontinointerpositus 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 extraoculares, 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 *burstneuron* 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 ipsitorsionales. (1,13)

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 *burstneurons* 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 gigantocelular 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 diencéfalo. 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. (2,13)

IV. 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 motoneurona 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 motoneurona de dicho subnúcleo se cruza al lado opuesto) y del oblicuo inferior. (9)

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. (9,10,12)

V.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 que 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 somatosensorial 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 (4,9)

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 extraoculares.

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 contrarrotación 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 oculo-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. (3,5)

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 una barra luminosa 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 la barra está alineada 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 central y pueden estar situados en cualquier nivel de la vía vestibular desde el laberinto a la corteza vestibular. (4,9,10)

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. Por lo tanto aún se propone un nuevo método para analizar los datos SVV en pacientes con esta afección.

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.(1,4)

Al representar la vertical, el cerebro puede organizar una postura correcta erigida 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 antigravedad 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 somatosensorial, 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). (6,7,10)

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. (6,10)

VI.EXPLORACIÓN DEL SISTEMA VESTIBULAR.

La exploración del sistema vestibular exige una valoración precisa, sistemática y completa del reflejo vestíbulo oculomotor y de la aportación que el sistema vestibular tiene en el mantenimiento de la postura.

Dentro del estudio de los movimientos oculares, las sacadas y el seguimiento ocular lento, representan dos sistemas básicos en los que se fundamenta la respuesta refleja vestibulo-oculomotora de ahí la importancia de su exploración inicial.

El nistagmo espontáneo, de posición y agitación cefálica son fundamentales en la diferenciación del síndrome vestibular central y periférico aunque con poco valor localizador. La prueba calórica es fundamental y debería realizarse en todo paciente con mareo, vértigo o inestabilidad. La prueba rotatoria está especialmente indicada en el diagnóstico del síndrome vestibular bilateral y en la valoración del grado de compensación vestibular después de cualquier daño vestibular. La posturografía (estática y dinámica) aporta un conocimiento del grado de estabilidad del paciente y sirve para diferenciar la aportación de cada sistema (visual, vestibular, propioceptivo) en el mantenimiento del equilibrio.(1, 11)

Video-oculografía y videonistagmografía (VNG).

Sistema especial de registro y análisis de la motilidad ocular durante el estudio del sistema vestibular mediante diversos estímulos. Se basa en la detección de la posición ocular por medio de unas cámaras de vídeo situadas en una máscara especial sujeta firmemente a la cabeza del paciente.

Pruebas rotatorias.

La estimulación rotatoria posee una serie de ventajas que la hacen el complemento ideal de todo estudio vestibular clínico y calórico. El estímulo es el natural del sistema vestibular y menos molesto. Es controlado, de tal manera que el efecto sobre el laberinto siempre es el mismo eliminando los artefactos mecánicos asociados con la introducción del estímulo calórico: tamaño del CAE, grosor del tímpano, neumatización mastoidea, transmisión de la onda térmica generada, pérdida de temperatura en el flujo del agua. De acuerdo al tipo de estímulo y su presentación

temporal distinguimos la prueba rotatoria sinusoidal de aceleración armónica y la prueba rotatoria impulsiva. (11,14)

-Prueba rotatoria impulsiva.

Procedimiento. El paciente es bruscamente acelerado o decelerado a, o de 100°s^{-1} en 1 segundo. En el caso de la aceleración al llegar a la velocidad deseada se mantiene constante durante 60 segundos. Pasado este tiempo se frena, en un segundo, y se mantiene así durante otros 60 segundos. Esta secuencia se repite tres o cuatro veces, y en ocasiones el estímulo será hacia la derecha y en otras hacia la izquierda. Es muy importante en esta prueba mantener el grado de alerta del paciente sobre todo en el momento de la aceleración o deceleración, resulta extremadamente importante el hecho de trabajar en ausencia de fijación visual y que el paciente flexione la cabeza para que el plano de los canales semicirculares horizontales se disponga ortogonal al eje del estímulo.

Parámetros de estudio. Valores normales. La repuesta al estímulo impulsivo es un nistagmo cuya velocidad de fase lenta declina con el tiempo en el que mantenemos constante la velocidad del estímulo rotatorio. Este fenómeno lo podemos describir por una “constante de tiempo” o el tiempo, en segundos, en que la respuesta se reduce a un 37% de su valor inicial. El valor normal de la constante de tiempo es de $15,3 \pm 3,3$ para la velocidad de 100°s^{-1} . (14)

Aceleración sinusoidal armónica.

Procedimiento. El paciente es sometido a un estímulo complejo y variado. Este es una oscilación sinusoidal en el eje vertical utilizando las siguientes frecuencias armónicas: 0.01, 0.02, 0.04, 0.08, 0.16, 0.32, 0.64 Hz. En cada una de ellas la velocidad máxima obtenida es de 50°s^{-1} y el ciclo de estimulación se repite varias veces. Con el objeto de lograr una estimulación correcta el paciente se encuentra en ambiente oscuro con la cabeza flexionada aproximadamente 30° para que los canales semicirculares estén en un plano correcto. Es necesario mantener el nivel de alerta constantemente.

Parámetros de estudio. Valores normales. El valor de la velocidad de fase lenta se convierte matemáticamente en una curva representativa y se compara con la del estímulo. Esto nos permite analizar tres elementos de la respuesta: 1. Fase. Es una relación temporal entre la velocidad del estímulo y la del ojo. Como el ojo responde al movimiento con una respuesta contraria o desfasada 180° para ser perfectamente compensadora. Si desplazamos la referencia de las curvas estímulo-respuesta esa magnitud, hablamos entonces de una compensación ocular perfecta desfasada 0

grados. Los valores de esta respuesta dependen de la frecuencia del estímulo. 2. Ganancia. Es la relación entre la velocidad máxima de la silla (50°s^{-1}) y la VFL máxima de los nistagmo generados. Si el sistema vestibular funciona adecuadamente este valor es 1 y el reflejo es correcto. 3. Asimetría. Diferencia entre el valor de la velocidad de fase lenta del nistagmo más intenso hacia la derecha e izquierda. Mide la tendencia a tener movimientos rápidos compensadores en una u otra dirección. (11,15)

Posturografía.

El control postural es un aspecto básico para comprender la capacidad del organismo para desarrollar todas sus actividades. Tiene como fin mantener el cuerpo en equilibrio, bien en situación de reposo (equilibrio estático), bien en movimiento o sometido a diversos estímulos (equilibrio dinámico). Cumple dos objetivos fundamentales:

1. Estabilidad. Es decir, la capacidad de mantener las proyecciones del centro de masas dentro de su base de soporte. Se definen así los límites de estabilidad.
2. Orientación. Capacidad para mantener una relación adecuada entre las diferentes partes del organismo, y entre éstas y el ambiente que rodea al sujeto. Estos objetivos se logran a través de la integración, a nivel del sistema nervioso central, de la información obtenida por los 3 sistemas principales encargados del equilibrio: sistema vestibular, visual y, somato-sensorial.

En la práctica clínica todos estos puntos de estudio del control postural se analizan con la utilización de la posturografía. (11)

-Posturografía estática.

Constituido por un software encargado de recoger la información producida por una plataforma estabilométrica, que a través de 3 sensores para la medida de presión nos informa de las diferentes posiciones del centro de presiones (fiel reflejo del centro de gravedad) del paciente durante la exploración.

A través de estos datos se obtiene diversa información, en forma de los siguientes parámetros básicos:

- Estatoquinesigrama: Representación gráfica de sucesivas posiciones del centro de presión grabadas con la plataforma

– Longitud del estatoquinesigrama: Representa el trayecto recorrido por el centro de presión durante la prueba.

– Área del estatoquinesigrama: Se obtiene calculando el área de confianza de la elipse que contiene el 90% de los puntos obtenidos durante la exploración, quedando excluidos el 10% de los puntos.(5,7)

La exploración se realiza en ortostatismo, en reposo, sobre la plataforma en diferentes condiciones de estimulación sensorial, debiendo estas ser introducidas desde el exterior durante el estudio para así obtener información de la influencia de los 3 sistemas implicados. Así el estudio se complementa realizándolo bajo 3 diferentes condiciones de estímulo visual (ojos abiertos, ojos cerrados y estímulo optokinético) sobre 2 diferentes superficies (superficie fija y superficie gomaespuma). (14,15)

-Posturografía dinámica computarizada.

El sistema está conformado por un soporte informático, una plataforma móvil y un entorno visual, referenciados ambos al movimiento que experimenta el propio paciente durante la exploración, y un entorno visual. Este sistema se basa en la detección del desplazamiento del centro de presión corporal, similar al centro de gravedad, en diferentes situaciones de conflicto sensorial (visualsomatosensorial) o estimulación vestibular. A partir de dicho dato se obtiene el ángulo de balanceo, para lo cual es preciso considerar que, en cuanto al equilibrio, el ser humano sigue un comportamiento funcional similar al de un péndulo invertido cuyo vértice está en el tobillo.

La prueba más extendida es la prueba de organización sensorial (SOT) en la que se puede determinar la aportación individual y combinada que cada sistema sensorial tiene en el mantenimiento del equilibrio.

Así la prueba se realiza bajo 6 condiciones diferentes de estimulación:

1. ojos abiertos, entorno visual fijo y plataforma fija.
2. ojos cerrados y plataforma fija.
3. ojos abiertos, entorno visual móvil y plataforma fija.
4. ojos abiertos, entorno visual fijo y plataforma móvil.
5. ojos cerrados y plataforma móvil.

6. ojos abiertos, entorno visual móvil y plataforma móvil.

De esta manera se obtienen una serie de parámetros referenciados a una población normal, pudiéndose así extrapolar 4 patrones básicos:

Patrón vestibular

- Patrón visual
- Patrón somatosensorial
- Patrón fisiológico

Son estos 2 sistemas de estudio del control postural una herramienta útil en el enfoque diagnóstico terapéutico de los pacientes con trastornos del equilibrio; aportándonos información útil acerca del estado funcional y de la evolución de numerosos cuadros clínicos, y pudiendo iniciar a través de ellos una terapéutica rehabilitadora en determinados pacientes con patologías descompensadas.

Previamente se expusieron las técnicas de gabinete utilizadas para la exploración del sistema del equilibrio, a continuación, se dará una breve explicación de las pruebas clínicas usadas todos los días en la práctica del médico otoneurólogo. (14,15)

SwayStar.

El sistema SwayStar, desarrollado por Allum, nos permite un análisis y cuantificación del control postural estático, dinámico y durante la marcha, así como de la contribución de cada uno de los sistemas (visual, somatosensorial y vestibular) al equilibrio global. Teniendo en cuenta el hecho de que los individuos con inestabilidad tienden a caerse en varias direcciones, este sistema es el único que proporciona un análisis tanto del desplazamiento látero-lateral (**balanceo del tronco**) como del desplazamiento en el plano ántero-posterior (**inclinación del tronco**).

Se basa en la medición de las desviaciones angulares del tronco cerca del centro de masa (alrededor de L3-L5) bajo diferentes situaciones de conflicto sensorial, por lo que no precisa la realización de estimaciones indirectas, como ocurre en la posturografía dinámica. La medición del movimiento del tronco cerca del centro de gravedad es, probablemente, la manera más eficaz de cuantificar la tendencia a las caídas. El SwayStar está provisto de dos sensores de velocidad angular, uno para la medición de la **inclinación** y otro para el **balanceo**. El dispositivo está instalado sobre un cinturón que permite la colocación del sensor a nivel lumbar; está conectado a un soporte informático (ordenador portátil) que realiza el análisis de datos. Para conseguir las distintas situaciones de conflicto sensorial se emplea un equipo auxiliar: superficie de espuma (foam), un taburete, unas escaleras y unas barreras. (14)

Con este dispositivo realizamos, por una parte, **pruebas estáticas**: manteniendo todas la aferencias, suprimiendo los estímulos visuales (ojos cerrados), modificando la estabilidad de apoyo (con una sola pierna o con superficie de apoyo de espuma)... También podemos realizar el análisis durante la **marcha**: con los ojos cerrados, girando la cabeza horizontalmente, hacia arriba y hacia abajo, sobrepasando un conjunto de barreras, en tándem, subiendo y bajando escalones, pruebas de cambio de posición de sedestación a bipedestación, pruebas de alcances...

Además de la medición de las desviaciones angulares, calculadas en tiempo real, proporciona cuatro ventanas de análisis por grabación: curvas de los ángulos de balanceo e inclinación, curvas de la velocidad angular del tronco, registros espectrales y valores de marcadores.

Dada la ingente cantidad de datos que nos proporcionan los análisis anteriores y su difícil manejo, el programa SwayStar permite la opción de un análisis resumido (resumen del control del balance, BCS), en el que se señalan los aspectos más relevantes de los análisis anteriores, tanto de forma gráfica como numérica (Figura 14). En la representación **gráfica**, se destacan seis apartados:

1. **Postura**
2. **Paso**
3. **Escaleras**
4. **Análisis sensorial**: se estima la contribución de cada uno de los sistemas al equilibrio global, mediante la aplicación de unas fórmulas algo más complejas que las del *test de organización sensorial* de la posturografía dinámica.
5. **Índice visual**: dependencia del sujeto de la información visual para mantener la estabilidad. Un valor alto indica que al eliminar la información visual el paciente presenta un mayor balanceo y puede llegar a caerse.
6. **• Índice somatosensorial**: dependencia del sujeto de la información propioceptiva de la extremidad inferior para mantener la estabilidad. Un valor alto indica que al eliminar la información somatosensorial (como al apoyarse en superficie de espuma) el paciente presenta un mayor balanceo y eventualmente se cae.
7. **• Índice vestibular y otros**: dependencia del sujeto de otros sistemas de control postural como el vestibular, predictivo, de hemicuerpo superior,... Se obtiene a partir de la sustracción de los valores de los índices visual y somatosensorial (5,16)

Según los resultados obtenidos en este análisis, se han descrito patrones similares a los expuestos para la posturografía dinámica.

A. Índice de control del balanceo (BCI): valor resumido derivado de varias pruebas de posición y pruebas andando, de las cuales se han podido extraer ciertas conclusiones. Por ejemplo, con

finalidad de screening o simplemente para resumir todos los resultados de las pruebas en una pantalla de registros.

B. Cociente paso/postura

En lo que respecta a los **datos numéricos**, se centra en el valor, en el 5%, mediana, 95%, tipo de valor, protocolo de la prueba o tipo de índice compuesto.

Aunque el SwayStar es un sistema muy prometedor, aún está por demostrar si su efectividad es comparable a la de la posturografía dinámica computarizada para valorar el equilibrio de un sujeto. Y, por ello, si las consecuencias clínicas que se puedan inferir de sus registros permitirían sustituir a la posturografía dinámica en la práctica cotidiana. (14,15)

Exploración clínica de la marcha: Test de *Timed up and Go*.

El test del *timed up and go*(TUG) es una de las pruebas funcionales más extendidas para determinar el equilibrio dinámico de un paciente. Esta prueba se utiliza habitualmente en adultos y, de forma preferente, en ancianos, estudiándose con ella principalmente su movilidad y capacidad locomotora. Está basado en la prueba de *get up and go*, descrita por primera vez en 1986. En ella, el paciente se incorpora desde una silla, camina tres metros en línea recta, gira, vuelve y se sienta. Se evalúa por medio de una escala de 5 puntos, en función de la normalidad o anormalidad de la prueba:

1. **Normal:** toda la prueba sin fallos y sin presentar inestabilidad.
2. **Muy poco anormal:** algún pequeño fallo, sin riesgo de caída.
3. **Medianamente anormal:** inestabilidad en la prueba, se levanta con ayuda de las manos, giros con pasos cortos, riesgo de caída.
4. **Moderadamente anormal:** no se levanta, giro muy defectuoso, evidente riesgo de caída, giro muy inestable.
5. **Gravemente anormal:** amago de caída en la prueba. (2,4,5)

Test de Romberg: es el test que hemos descrito. Mantener al paciente en bipedestación y observar si se cae. Susceptible de registro craneocorpográfico.

- En caso de crisis vertiginosa, el paciente no puede mantener la bipedestación aunque esté con los ojos abiertos y con pies muy abiertos (aumento de los límites de estabilidad)

- En fase más crónica, es necesario reducir los límites de estabilidad (juntar los pies) y cerrar los ojos. También se realiza la maniobra de distracción de Jendrassik, para hacer la prueba más fiable.

- Aún podemos reducir más los límites de estabilidad (**test de Romberg sensibilizado**): colocando al paciente con un pie delante del otro, formando ambos una línea recta. En este caso, los límites de estabilidad se han reducido tanto que a un individuo sin patología alguna también le cuesta trabajo mantener el equilibrio. En este caso, conviene repetir la prueba colocando primero el pie derecho delante y luego el izquierdo. En muchos casos, la dirección de la caída del cuerpo depende de la posición de los pies. Esa situación hace pensar que la caída es de origen músculo-esquelético o postural, haciendo dudoso (pero no imposible) una lesión vestibular periférica. Otra forma de sensibilizar el test es haciéndolo sobre un solo pie, pero su interpretación es más dudosa.

En este test se investiga:

- Si el paciente se cae o no.
- En caso de caída, hacia qué lado (y si es siempre hacia el mismo)
- En caso de caída, cuánto tiempo tarda en caer tras cerrar los ojos (latencia)
- Si no hay caída, ver si el paciente se mantiene estable y sin moverse, o por el contrario se encuentra moviéndose continuamente, para evitar la caída (**ataxia estática**).

En caso de existir caída hacia uno u otro lado, es recomendable repetir la prueba girando la cabeza hacia uno u otro lado. En caso de patología vestibular periférica, la dirección de la caída también debe cambiar, dependiendo de la posición de la cabeza.

Como se ve, el test de Romberg y variantes es un test **estático**, es decir, sin movimiento.(2,7)

Test de Unterberger-Fukuda: o test de la marcha simulada. Con los ojos cerrados y brazos extendidos, el paciente tiene que marcar el paso, levantando las rodillas, y procurando no moverse del lugar de inicio. Tras unos 80 pasos son muy pocos los individuos sin patología que son capaces de mantenerse en el mismo lugar. La inmensa mayoría acaban adelantándose unos pasos. (5)

Los parámetros a valorar son:

- Angulo de desplazamiento: es el ángulo formado entre la posición inicial y la final. No debe sobrepasar aprox. 45-50 grados.
- Angulo de rotación: es el ángulo recorrido por el paciente al girar (si es que gira) entre el inicio y el final de la prueba. Sus valores normales son similares a los del ángulo de desplazamiento
- Amplitud de las oscilaciones: al apoyarse de un pie al otro. Nos da una idea de la amplitud de los límites de estabilidad. (2,7)

Test de Babinsky-Weil: o WOFEC (WalkOnFloorEyesClosed), o test de la marcha con ojos cerrados. Se trata de hacer andar al paciente hacia adelante y hacia atrás con los ojos cerrados, procurando que dé al menos 4-5 pasos en cada sentido.

Si existe laterotorsión del cuerpo, observaremos que el paciente no sigue una línea recta, sino que va sufriendo diversos tipos de desviaciones, conformando así las marchas en:

- Estrella
- Ballesta
- Abanico
- Atáxico

En líneas generales, el problema que tienen los tests vestibulo-espinales realizados de pie es que se ven influidos por muchas circunstancias del sistema músculo-esquelético. : patologías tales como escoliosis, cojera, contractura lumbar antiálgica, artrosis de rodilla, esguinces de tobillo mal resueltos, fracturas de piernas con secuelas, hemiparesias con resolución incompleta... que hacen que el centro de gravedad quede algo desplazado hacia un lado. Por tanto, son pacientes en los que estos tests pueden simular resultados propios de patología vestibular central como periférica. (2,7)

Desviaciones segmentarias. Indices de Bárány: con esta prueba investigamos si los miembros superiores sufren algo parecido a lo explicado anteriormente. La razón es que las vías nerviosas implicadas son diferentes. Lo podemos realizar también de forma estática y dinámica.

De forma **estática**, le pedimos al paciente que estire ambos brazos, y los mantenga quietos con los ojos cerrados. Hemos de valorar:

- Desviación de los brazos. En caso de desviación, si es uni o bilateral y simetría de la misma.

Si ambos brazos se mantienen en el mismo plano horizontal. En caso negativo, si se cae/sube uno o ambos. Estaríamos ante un caso de pérdida de tono muscular de posible origen central.

En la forma **dinámica**, el paciente, aún con los brazos estirados y ojos cerrados, ha de mover los brazos de diversa forma:

- Desde sus rodillas hasta el frente, valorando desviaciones en el plano horizontal

- Desde el lateral hacia adelante, valorando las desviaciones en los planos frontal y

Sagital. (2,7)

Tests con fijación visual:

-Cover-test o de oclusión visual alternante

Colocados frente al paciente le pedimos que fije su vista en la punta de nuestra nariz, seguidamente, utilizando nuestra mano u otro objeto a propósito, ocluimos primero un ojo y luego el otro, observando qué pasa con el ojo que ve.

Si el ojo que ve se mantiene siempre estático y sin moverse, quiere decir que el paciente puede fijar correctamente con ambos ojos. Si con alguno de los ojos (o ambos) se producen movimientos del ojo descubierto, para poder fijar la mirada, quiere decir que el paciente sólo fija con un ojo (uno, otro o de forma alternante). En caso de fijación unilateral, es posible que se trate de un estrabismo, anulación funcional de un ojo, o incluso ¡una prótesis ocular!. (2,14)

-Test de Halmagyi (*head-thrust test, head-impulsive movements test*)

Probablemente este sea uno de los tests más rentables y fiables a la hora del diagnóstico.

Se basa en la siguiente teoría: sabemos que, en reposo, cada laberinto emite descargas

neuronales a una frecuencia determinada. Si hablamos de movimientos en el plano horizontal, al girar la cabeza hacia la derecha, el laberinto derecho aumenta su frecuencia de descarga (se estimula), y el izquierdo disminuye su frecuencia de descarga (se inhibe). Dicha **señal conjunta** será la que informe a los núcleos oculomotores para mover los ojos adecuadamente y mantener la estabilidad visual. (1,3)

Si el movimiento que realiza la cabeza es muy brusco (de una frecuencia muy alta), el laberinto que se estimula aumentará su frecuencia de descarga lo que haga falta (supongamos que hasta el infinito). Pero el lado que se inhibe, sólo podrá disminuir su frecuencia de descarga hasta 0 (evidentemente, no puede disminuir a menos de 0 *spikes/segundo*). En ese caso, **el movimiento de los ojos depende únicamente del laberinto que se estimula**, y no de la señal conjunta de ambos laberintos.

Colocados frente al paciente le pedimos que fije su mirada en nuestra nariz. Se le mueve la cabeza suavemente hacia un lado, seguido de un movimiento muy rápido y brusco hasta devolver la cabeza a su posición neutra inicial. La dirección del movimiento rápido de la cabeza será la que defina la dirección del test. (6,7)

Si ambos laberintos funcionan correctamente: los ojos no se han movido en el espacio, aunque sí se han movido de un lado a otro de la órbita.

Supongamos el caso extremo de una neurectomía vestibular izquierda. Es decir, el laberinto izquierdo envía una señal 0 al Sistema Nervioso Central.

Al realizar el test hacia la derecha, ocurrirá como en el caso normal: el ojo no se mueve en el espacio. Si realizamos el test hacia la izquierda encontramos que el laberinto derecho ha disminuido su señal a 0. El izquierdo sigue dando una señal 0, porque no puede responder de forma alguna. La situación que se produce es la descrita más arriba cuando describimos el caso de maniobra oculocefálica con ganancia = 0. Lo que el explorador percibe es la aparición de sacadas de corrección cuya dirección es **siempre hacia el lado sano. (15)**

-Test de supresión vestibular

Se realiza de la siguiente manera: con el paciente de pie, le pedimos que estire los brazos al frente, cogiéndose ambas manos. Que fije la vista en punto de las manos (p.ej. en un dedo pulgar levantado). A continuación ha de realizar un giro de cadera de manera que cabeza y tronco giren hacia uno y otro lado formando un bloque, con la vista siempre fija en el punto anterior.

Si el test es normal, los ojos no deben realizar absolutamente ningún movimiento, a pesar de existir un estímulo rotatorio (vestibular) y visual del entorno (optoquinético). De esta forma investigamos si el paciente es capaz de inhibir sus nistagmos fisiológicos cuando le sea necesario.

Evidentemente, cuando aparezcan movimientos oculares de cualquier tipo durante este test, serán siempre debidos a procesos centrales. (15)

Tests sin fijación visual:

-Nistagmo espontáneo sin fijación visual.

El significado de este nistagmo es el mismo que el obtenido sin fijación visual: un laberinto (o una vía oculomotora, en caso de patología central pura) predomina sobre el otro. Se realiza igual que con fijación visual, pero usando alguno de los métodos de eliminación de la fijación visual que describimos más adelante.

Se trata de ver si, al eliminar la fijación:

- Aparece un nistagmo espontáneo que antes no aparecía (4,8)

- El nistagmo espontáneo con fijación se hace **más** evidente
- El nistagmo espontáneo con fijación se hace **menos** evidente
- Existen, o no, movimientos disociados

También hay que investigarlo en las 5 direcciones de la mirada, posibilidad de nistagmo de rebote, direccional y grado I, II ó III.

Para eliminar la fijación visual podemos usar varios métodos, alguno de ellos muy útiles en Urgencias, cuando uno se da cuenta que el material complementario de que dispone es el reloj de pulsera. Estos métodos son:

- El más sencillo de todos consiste en que el paciente cierre los ojos. Podemos mirar entonces los párpados, intentando adivinar el movimiento de la córnea, o colocar nuestros dedos sobre los párpados del paciente, intentando palpar algo moviéndose. Es un método muy poco fiable. La máxima información que se obtiene es si el ojo se mueve o no. No obstante, siempre se puede tener como un método de "emergencia". (3.4)

- Método Ganzfeldt: consiste en usar un folio de papel completamente en blanco o una superficie lisa y sin marcas, colocada de forma que ocupe el máximo campo visual posible del paciente. El paciente deberá mirar al centro de ese papel. A veces resulta.

- Gafas de Frenzel o Bartels: son unas gafas con luces interiores y lentes de al menos 15 dioptrías. Es el método más útil actualmente, porque:

- Elimina la fijación visual en gran medida, aunque algunos pacientes pueden fijar en las lamparillas o los bordes de las lentes

- Permite investigar nistagmos en las 5 posiciones de la mirada

- Permite investigar los movimientos oculares

- Las lentes de aumento y las luces permiten ver claramente movimientos oculares muy pequeños

Para que sea lo más efectivo posible, se recomienda usar las gafas siempre con sus lamparillas encendidas y las luces de la habitación apagadas. Si no se hace así, el enfermo puede llegar a fijar la vista en puntos exteriores. (14,15)

-Nistagmo posicional.

El test de Dix-Hallpike.

Definiremos el **nistagmo posicional** como aquel nistagmo que aparece **al cambiar de posición**. No confundir con el **nistagmo de posición**, el cual aparece al adoptar una postura determinada.

El nistagmo posicional suele tener una cierta latencia de aparición, y se agota a los pocos segundos de provocado. Si es periférico, además, se fatiga al provocarlo repetidamente.

El test de Dix-Hallpike es el test de provocación de nistagmos posicionales más útil. Se realiza de la siguiente manera: tumbamos al paciente en una camilla, procurando que su cabeza quede fuera de la camilla, apoyada en nuestra mano. Lo volvemos a sentar y le explicamos la prueba. Seguidamente, y **con las gafas de Frenzel puestas**, se gira la cabeza hacia un lado, y se le tumba bruscamente. La postura final del paciente es: decúbito supino, con la cabeza girada hacia un lado y caída hacia abajo. Tras unos 20 seg. aprox., lo volvemos a sentar bruscamente. Esperamos unos 3-4 minutos, y repetimos la prueba con la cabeza girada hacia el otro lado.

Con este test tratamos de estimular los conductos semicirculares (CSC) posteriores y superiores. Por ello hay que colocar la cabeza en un plano en el cual dichos conductos sufran una estimulación máxima.

El paciente debe tener **siempre** los ojos abiertos, y referir si siente o no vértigo. Al tumbar al paciente podemos observar los siguientes nistagmos:

- Rotatorio geotrópico (hacia el suelo) y vertical hacia arriba. Originado en el CSC posterior del oído que está más bajo
- Rotatorio geotrópico y vertical hacia abajo. Originado en el CSC superior del oído que está más alto
- Otros nistagmos: su origen se valorará en el conjunto de la exploración vestibular (14)

-El test de McClure o *roll-test*

Existe descrita otra variedad de vértigo posicional paroxístico benigno: la del CSC horizontal (poco frecuente). La investigamos siguiendo la misma filosofía: moviendo la cabeza en un plano que corresponda al de los CSC horizontales.

La maniobra es la siguiente: con el paciente en decúbito supino (y gafas de Frenzel, ojos abiertos y todo lo demás), giramos la cabeza hacia uno y otro lado. Si existe un VPPB del CSC horizontal derecho (p.e.) se producirá:

- Al mover la cabeza hacia el lado izquierdo (lado sano), un nistagmo horizontal hacia la izquierda, más o menos intenso
- Al mover la cabeza hacia el lado derecho (lado enfermo), un nistagmo horizontal mucho más intenso que el anterior, acompañado de intensa sensación rotatoria. (2,7)

-Nistagmo por agitación cefálica: test de Moritz o head-shaking nystagmus (HSN)

Es otro test para poner de manifiesto un imbalance entre ambos laberintos (o vías vestibulo-oculares. Se ha demostrado que la señal laberíntica, por sí sola, no es la responsable de **toda** la respuesta nistágmica, ya que la descarga neuronal medida en el VIII par decae antes de que lo haga la respuesta nistágmica (dicho por lo fino es que la constante de tiempo de la señal laberíntica es menor que la constante de tiempo de la respuesta nistágmica). Se atribuye a que existe una red neuronal en tronco cerebral, el **velocitystorage**(lo traduciremos como almacenador de velocidad), que se encarga de prolongar en el tiempo esa señal laberíntica, de forma que el nistagmo dure el tiempo necesario.

En otras palabras: el almacenador de velocidad actúa como un **acumulador**. El HSN intenta sobrecargar ese acumulador, de forma que, cuando existe una asimetría leve entre ambos laberintos, al sobrecargar el acumulador la asimetría se hace mucho más manifiesta, sobreviniendo el nistagmo.

Para realizar el test, primero se le explica al paciente que cogiéndolo delicadamente por ambos lados de la cabeza, procedemos a moverla de un lado a otro progresivamente más rápido, hasta conseguir el máximo posible, durante unos 5 segundos más o menos. Las gafas de Frenzel podemos colocarlas desde el principio, o inmediatamente al detener la cabeza del paciente.

Si el paciente tiene algún problema cervical (hernia de disco, artrosis o similares), mejor pasarla por alto.

Al detener el movimiento, hay que observar muy atentamente los ojos del paciente. Lo normal es que simplemente no pase nada (salvo un cierto "mareo" del paciente), pero no debe aparecer nistagmo alguno. (16)

Si apareciera algún nistagmo, describir como siempre sus características (dirección, Intensidad, etc.) y, tras dejar descansar al paciente, repetir la prueba, para confirmar el resultado. La prueba la podemos realizar agitando la cabeza en el plano horizontal (el más rentable) y sagital. La agitación en el plano frontal es menos rentable e interpretable.

Habitualmente, el nistagmo que se obtiene se corresponde con el plano en el que realizamos la prueba (si agitación horizontal, nistagmo horizontal, si agitación sagital, nistagmo vertical).

Si se obtiene un nistagmo "de otro plano" (***crosscouplednystagmus***, **nistagmo cruzado**), pensar en que el SNC está actuando por ahí de alguna forma. En la agitación sagital se puede obtener un nistagmo horizontal sin que implique patología central.

Otro tipo de nistagmo central que puede aparecer con esta maniobra es aquél que no sigue siempre la misma dirección, sino que va cambiando.(16)

El nistagmo de posición.

Es aquel nistagmo que aparece al adoptar una postura determinada. Ya que tenemos al paciente tumbado, lo colocamos en decúbito supino con la cabeza hacia arriba, hacia la derecha y hacia la izquierda, manteniendo la posición de la cabeza varios segundos y verificando:

- Si aparece nistagmo
- En el caso de que aparezca, que persista mientras la cabeza esté en esa posición
- Características del nistagmo y relación con la posición (misma/opuesta dirección que la cabeza, si el nistagmo siempre es en la misma dirección con la misma posición de la cabeza, si unas veces bate hacia un lado y otras hacia el otro).

Si apareciera nistagmo, repetir en decúbitos laterales: si aparece nistagmo en los decúbitos, se califica de nistagmo de posición sin más. En el caso de que sólo aparezca cuando es la cabeza la que gira, existe una base para sospechar que el origen está "en las cervicales. (14)

3. MODELOS UTILIZADOS PREVIAMENTE POR OTROS AUTORES PARA MEDIR LA PERCEPCIÓN DE LA MIRADA VERTICAL EN PACIENTES CON DISFUNCIÓN VESTIBULAR.

La disociación entre la percepción de la verticalidad del cuerpo y la vertical visual en el trastorno vestibular periférica agudo en los seres humanos.

En el presente experimento las estimaciones de la vertical visual subjetiva y vertical postural, se obtuvieron de cinco pacientes con lesiones vestibulares periféricas agudas y 20 sujetos normales. La vertical visual se evaluó preguntando a los sujetos como alinear una línea vertical a la tierra por medio de control remoto. Los Juicios posturales verticales se obtuvieron mediante la exposición a los desplazamientos giratorios en un plano, mientras está sentado en una silla impulsada por motor teniendo que adaptar su cuerpo a la vertical con una palanca de mando. Mientras que los pacientes mostraron fuertes desviaciones de la vertical visual hacia el lado de la lesión, sus juicios verticales posturales permanecieron verídicos. Llegamos a la conclusión de que las percepciones anteriores no son procesadas de forma idéntica y que los sistemas sensoriales participantes se medirán de forma diferente durante estas tareas.

Los sujetos normales son capaces de establecer una línea, en ausencia de señales adicionales muy cerca a la verdadera vertical terrestre (vertical visual subjetiva, SVV). También pueden dar estimaciones precisas de su verticalidad corporal. No está claro sin embargo, si los mismos mecanismos neuronales que cumplen las funciones anteriores y si la información aferente de diversas entradas sensoriales en la que las estimaciones de la rectitud son basados en el mismo para las dos tareas. Mientras lesiones agudas periféricas unilaterales o lesiones vestibulares centrales producen inclinaciones patológicas de la SVV, los pacientes no informan sentirse inclinados. (10,11)

En un estudio que evaluó la percepción de la verticalidad del cuerpo (vertical postural subjetiva, SPV) en un simulador y la vertical estática visual SVV de cuatro pacientes que habían previamente sufrido una neurectomía vestibular unilateral, una clara disociación entre los dos fue encontrado; la vertical postural subjetiva (SPV) era verídica, es decir, los pacientes señalaron correctamente su ser, mientras que en posición vertical la vertical estática visual (SVV) se inclina hacia el lado de la lesión.

Sin embargo, las condiciones de prueba de las dos estimaciones en el estudio anterior no eran totalmente comparables; la vertical estática visual SVV se determinó de forma activa mediante el establecimiento de una línea vertical de destino por medio de una perilla de control después de compensaciones al azar a cada lado. Con el fin de determinar el SPV, los sujetos indicado tan pronto como empezaron a sentirse en posición vertical y tan pronto como se sentían inclinados mientras gira lentamente al 1,5°/s velocidad constante. El objetivo del presente estudio fue comparar directamente los juicios verticales visuales y posturales del personas normales mediante procedimientos comparables, es decir, la los sujetos tenían que establecer tanto una línea de

destino y de ellos mismos a la tierra vertical. La contribución del sistema vestibular fue evaluado separadamente mediante pruebas de cuatro pacientes con lesiones unilaterales agudas no compensados que conducen a la asimetría del tono vestibular.

El anillo exterior del sistema es accionado por motor y se puede girar alrededor de un eje horizontal a la Tierra. Con un apropiado posicionamiento del anillo medio, que podría ser girado alrededor de un eje perpendicular a la del anillo exterior permitiendo inclinaciones de los sujetos sobre un eje naso-occipital. Se colocó la cabeza del sujeto aproximadamente en el eje de rotación subiendo o bajando la silla a lo largo del eje longitudinal del cuerpo. A 10 cm de largo una línea luminosa, generada por un láser proyectada sobre la pared de la cabina en la parte delantera a nivel de los ojos. Tanto la cabina y la línea de meta podría ser girada en el plano, ya sea por medio de palancas de mando separadas o por el control de los ordenadores manejados por el experimentador que generan los perfiles de estímulos. 10.12)

La Vertical estática visual (SVV) se determinó por medio de seis ajustes de un desplazamiento de la línea de meta (variable hasta $\pm 40^\circ$ desde la vertical terrestre) en la oscuridad. El sujeto estaba obligado a establecer la línea 'de modo que parece ser la vertical terrestre ". Se midió la desviación angular de la vertical verdadera en grados por un potenciómetro y leído por el experimentador. (+ Desviación hacia la derecha en sentido horario, hacia la izquierda, en sentido anti horario-). Los juicios se hicieron binocularmente. La Vertical postural subjetiva (SPV) se determinó después de 12-16 ajustes de la asignatura de modo que él "sintiera su cuerpo en vertical" después de un desplazamiento al azar, ya sea 5° o 15° o 25° a la izquierda o a la derecha. La aceleración de los estímulos utilizados para compensar a los sujetos se mantuvo constante a $10^\circ / s$, seguido de una desaceleración de aproximadamente la misma magnitud y duración, lo que resulta en un perfil de velocidad triangular (velocidad máxima $7.0^\circ / s$, $12,1^\circ / s$ y $15,5^\circ / s$, respectivamente). Un límite de velocidad superior de cualquiera de los $2^\circ / s$ o $3^\circ / s$ se estableció al azar cuando los sujetos estaban ajustando a sí mismos a la vertical terrestre. Este procedimiento garantiza la ausencia de señales de tiempo para reposicionar a posición vertical. La posición angular y la velocidad de la cabina fue digitalizado y guardado a $30 / s$, la frecuencia de muestreo fue analizado en un equipo de laboratorio para el análisis. Los Ajustes se determinaron de forma manual desde el desplazamiento de la cabina en la pantalla por medio de un software escrito en MATLAB. **MATLAB** (abreviatura de *MATrixLABoratory*, "laboratorio de matrices") es una herramienta de software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) con un lenguaje de programación propio (lenguaje M) y servicio de especie. Está disponible para las plataformas Unix, Windows, Mac OS X y GNU/Linux . (11,13)

Entre sus prestaciones básicas se hallan: la manipulación de matrices, la representación de datos y funciones, la implementación de algoritmos, la creación de interfaces de usuario (GUI) y la

comunicación con programas en otros lenguajes y con otros dispositivos hardware. El paquete MATLAB dispone de dos herramientas adicionales que expanden sus prestaciones, a saber, Simulink (plataforma de simulación multidominio) y GUIDE (editor de interfaces de usuario - GUI). Además, se pueden ampliar las capacidades de MATLAB con las *cajas de herramientas (toolboxes)*; y las de Simulink con los *paquetes de bloques (blocksets)*.

Nuestros pacientes con desequilibrio no compensado del tono vestibular han tenido desviaciones anormales, ipsilesionales del SVV pero no mostraron inclinaciones del SPV en un procedimiento experimental comparable. Además, las estimaciones de la SVV y SPV dada por los sujetos normales no se correlacionan. Estos resultados nos llevan a asumir que las funciones anteriores no son idénticamente procesadas.

Lo mismo se puede deducir de la observación de que los sujetos normales son capaces de ajustar su cuerpo a la horizontal, Parece que los distintos estímulos sensoriales que participan en el cálculo del vector gravitacional son ponderados de manera diferente en las dos tareas; el SVV se calcula principalmente sobre la base de información vestibular y ocular, mientras que el SPV, por lo menos mientras estaba sentado con el cuerpo atado al asiento, se determina de manera abrumadora por input somatosensorial. (9,11,13)

EL CUBO DE LA FUNCION VESTIBULAR ESTATICA.

Una inclinación de la vertical visual subjetiva (SVV) es el signo más sensible de desequilibrio del tono vestibular. Puede ser consecuencia de lesiones de las vías vestibulares centrales y periféricas. La inclinación de la SVV se observa en el 94 % de los pacientes con lesiones agudas unilaterales del tronco cerebral que afectan vías graviceptivas centrales (que va desde los núcleos vestibulares a través del fascículo longitudinal medial hasta el cerebro medio). Esta cifra supera considerablemente la sensibilidad diagnóstica de dispositivos corrientes comunes como imágenes cerebrales. Como regla topográfica las lesiones del tronco cerebral y tegmento ponto medular, causan inclinaciones de forma ipsilateral, mientras que las lesiones del tegmento ponto mesencefálico causan inclinación contralateral; las vías graviceptivas cruzan entre los núcleos vestibular y el nervio motor ocular externo, las lesiones unilaterales del tálamo posterolateral o la corteza vestibular parieto- insular también puede causar desviaciones de la SSV ipsiversivas o contraversivas. Más del 90% de los pacientes con neuritis vestibular aguda muestran desviación ipsilateral de la SVV.

A pesar de su gran valor para el diagnóstico de alteración unilateral de la función de la vía graviceptiva (principalmente otolítica) las pruebas de SVV todavía está restringida a centros especializados. Tanto métodos estándar es decir, el método de la cúpula hemisférica y la barra de

luz en el método oscuro, requieren equipo costoso, estacionaria que es costoso mantener y operadores experimentados deben aplicarlo.

Nuestro objetivo era introducir y validar una herramienta práctica y fiable de cabecera para determinar el SVV: tenía que ser de bajo costo, fácil de hacer, aplicar y operar, pero todavía producir resultados fiables a partir de análisis simples. Le llamamos el método del cubo.

- A) Método de la cúpula hemisférica se usa para determinar la vertical visual monocular y binocular los pacientes se sientan con su barbilla descansando sobre una almohadilla fija y miran en una cúpula hemisférica cubierta aleatoriamente con puntos de colores, que se puede girar en torno a su línea de visión por un motor. Enfrente del sujeto hay un objetivo lineal, que se puede girar en el plano frontal del sujeto.

Después la cúpula se gira a una posición de desplazamiento aleatorio, se instruye al paciente para alinear el objetivo con la vertical percibida con una palanca de mando. Un ordenador personal registra la diferencia entre la orientación ajustada y la vertical y calcula el promedio de 10 reajustes.

- B) El método del cubo se usa para determinar la vertical visual monocular y binocular. Los pacientes se sientan en posición vertical que mira en un cubo de plástico transparente para que los bordes del cucharón prevengan cualquier pista de orientación gravitacional. En la parte inferior interior del cubo hay una línea oscura, recta, diametral. En la parte inferior exterior hay una perpendicular que se origina desde el centro de un cuadrante dividido en grados con la línea de cero correspondiente a la vertical verdadera. Para la medición, el examinador rota el cubo en sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario y luego, lentamente gira de nuevo hacia la posición de cero grados. Los pacientes indican la posición en la que estiman la línea de fondo en el interior para ser verdaderamente vertical mediante la señalización de parada. El examinador lee afuera los grados en el exterior. Se realizaron un total de 10 repeticiones. Un parche en el ojo se utilizó para la prueba monocular (11,13)

MÉTODOS: Treinta sujetos sanos del mismo sexo emparejados por edad (46,1 +/- 16,4 años) y 30 pacientes (51,3 +/- 17,1 años) con lesiones vestibulares periféricas o centrales agudas (15 con neuritis vestibular, 12 infartos de tronco cerebral unilaterales, 3 neurectomías unilaterales del nervio vestibular) se incluyeron en el estudio. Todos los sujetos fueron sometidos a exploración neurológica y neurooftalmológica completa. La determinación de la SVV se realizó utilizando los métodos siguientes.

1.-El método de la cúpula hemisférica: Los pacientes se sentaron con su barbilla apoyada en una almohadilla fija y miraron a la cúpula hemisférica, de 60 cm de diámetro, la que podría ser girada alrededor de su línea de visión. La superficie de la cúpula se extendió sobre todo el campo visual y se cubrió con un patrón aleatorio de puntos de colores, sin señales para la orientación gravitacional, treinta centímetros de frente al sujeto había un objetivo lineal cuyo centro se fija en el eje de un motor. El objetivo podría ser girado en el plano frontal del sujeto. Después el objetivo y la cúpula se hacen girar a una posición de desplazamiento aleatorio, los pacientes fueron instruidos para alinear el objetivo con la percepción vertical utilizando un dispositivo de joystick. Un ordenador personal registra la diferencia entre la orientación ajustada y la vertical verdadera espacial, se calcula el promedio de 10 reajustes. La SVV se determina binocularmente. (9,11)

2.-El método del cubo: Los pacientes se sentaron en posición vertical y mirando en un cubo de plástico transparente; su campo visual estaba cubierto completamente por el borde de la cubeta. Por abajo, en el interior del cubo, había una línea oscura recta. En la parte inferior externa se produjo una línea perpendicular originada desde el punto central de un cuadrante dividido en grados con la línea cero ajustado a la línea oscura en el interior. Para la medición al azar se rotaba hacia la derecha o hacia la izquierda por el examinador (para excluir pistas) y luego rotan lentamente a la posición de cero grados. Los pacientes señalaron cuando se estima que la línea de fondo en el interior sea realmente vertical, diciendo "alto". Los Grados se leen en el exterior por el examinador. El procedimiento se repitió 10 veces (hacia la derecha y giro a la izquierda). (3,4)

Las mediciones se hicieron con los dos ojos abiertos (binocular) y con un ojo tapado (monocular izquierda / derecha). Se midió la VVS por el método de la cúpula hemisférica y el método del cubo por dos examinadores diferentes para evitar el sesgo.

Los datos fueron recogidos y evaluados por SPSS (SPSS Inc, Chicago, IL). La fiabilidad intertest, es decir, la correlación de los valores medios absolutos de SVV en un individuo mediante el método hemisférico y el método del cubo, se expresó por el coeficiente de Pearson.

En estadística, el **coeficiente de correlación de Pearson** es una medida de la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas, la correlación de Pearson es independiente de la escala de medida de las variables. (3)

De manera menos formal, podemos definir el coeficiente de correlación de Pearson como un índice que puede utilizarse para medir el grado de relación de dos variables siempre y cuando ambas sean cuantitativas.

Este estudio fue aprobado por el comité de ética de la Universidad Hospital de Múnich. Se realizó un consentimiento informado por escrito para llevar a cabo el estudio a los pacientes.

RESULTADOS. En el grupo de sujetos sanos ($n= 30$), el rango de desviaciones absolutas binoculares de la SVV (de la verdadera verticalidad) fue de 1,1mas/menos 0,9 ° utilizando el método de cúpula hemisférica, y 0,9 más/menos 0.7 ° utilizando el método del cubo. Para la prueba monocular, el rango de las desviaciones absolutas VVS fue de 1,3 mas/menos1.1 ° (cúpula hemisférica) y 1.1 más/menos 0.7 ° (cubo).

En el grupo de pacientes con lesiones periféricas agudas o lesiones vestibulares centrales ($n =30$), las desviaciones absolutas VVS utilizando el método de cúpula hemisférica varió desde 8.9 más/menos 5.4 ° (binoculares) a 9.5 más/menos 6.7 ° (monocular). En comparación, los valores de la VVS en las pruebas del cubo fueron de 8,3 más/menos 5.0 ° (binoculares) y 8,7 más/menos 5,0 (monocular) en pacientes. No hubo dependencia de uno u otro método sobre la SVV binocular o monocular respecto a edad y sexo.

La comparación estadística de los valores medidos por la VVS entre el método de la cúpula hemisférica y el método del cubo no mostraron diferencias significativas en la distribución de los valores. La fiabilidad intertest fue de 0,9 por mediciones binoculares y 0,89 para mediciones monoculares. La fiabilidad intertest del método del cubo (en 10 repeticiones) fue de 0,92 para las mediciones binoculares y monoculares de la VVS. El promedio del tiempo necesario para las pruebas de la cúpula hemisférica fue de 15 minutos; para las pruebas del cubo 5 minutos.

El método del cubo se debe utilizar de cabecera en las siguientes situaciones clínicas:

1. En todos los pacientes se presentan vértigo agudo. Desviación SVV patológica es un indicador muy sensible de daño agudo de las vías graviceptivas centrales o periféricas.
2. En todos los casos en los que el infarto agudo del tronco cerebral se sospeche, incluso en la ausencia de síntomas de percepción o postura. SVV se inclina debido a las lesiones unilaterales del tallo cerebral. Son de valor topográfico para indicar el nivel o el lado de la lesión.
3. En pacientes con síntomas motores oculares. Pruebas para el test monocular y binocular de la SVV puede ayudar a diferenciar entre síntomas de un origen periférico o central. (3,11)

Utilice el método del cubo para medir la SVV puede convertirse fácilmente en parte de los exámenes clínicos de rutina (especialmente de los pacientes con vértigo, equilibrio y trastornos motoresoculares). También podría servir como una prueba de detección de lesiones de las vías vestibulares centrales o periféricas. (3)

4. 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.

Las solicitudes de medición de laSVV	Desviación patológica deSVV
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 %
Cuantificación de la compensación vestibular	
Daño unilateral a la vía graviceptiva	Media en tiempo de normalización de 20 días
Daño unilateral a la vía graviceptiva central (núcleo vestibular, Fascículo longitudinal medial)	
Clasificación topográfica de lesiones del tegmento del tronco cerebral con síntomas vestibulares o motores oculares.	
Núcleo vestibular	>90 % ipsilesional
Fascículo longitudinal medial entre el núcleo del motor ocular externo y mesencéfalo	>90 % contralesional
Mesencéfalo	>90 % contralesional
Detección de daño del motor ocular a nivel central	
Nervio III	Desviación variable de la VVS (SVV monocular en el lado afectado)
Nervio IV	

JUSTIFICACION:

A diferencia de la VNG, utilizada diariamente en la consulta de otoneurología, el método del cubo de la función vestibular estática es una prueba barata y simple para medir SVV. 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. Por otro lado, la aplicación Geo Cam Free es una aplicación gratuita para teléfonos celulares, que no requiere del uso de materiales extras a los que utiliza una persona cualquiera en su vida diaria, es un método sencillo y de fácil acceso, por lo que podría ser una buena opción para suplir el uso del cubo en la práctica clínica diaria.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Establecer las alteraciones en la desviación de la mirada vertical en pacientes con disfunción vestibular comparando el método del cubo con la aplicación Geo Cam Free.

HIPOTESIS:

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 que la vertical postural (posición del eje del cuerpo cuando el sujeto estima que es vertical).

La hipótesis a seguir es que el método del cubo es superior o igual en sensibilidad y especificidad a Geo Cam Free para la detección de alteraciones en la vertical visual subjetiva en pacientes con disfunción vestibular unilateral.

OBJETIVOS:

- Demostrar la utilidad clínica del método del cubo en patologías vestibulares comparándolo con la aplicación Geo Cam Free, disminuyendo costos y tiempo para realizar otros estudios de gabinete.

MATERIALES Y METODOS:

- ***Diseño del estudio:*** transversal, comparativo y observacional.

- ***Descripción del universo de trabajo:***

Pacientes con disfunción vestibular unilateral que acuden al INR al servicio de otoneurología.

- **Tamaño de muestra:**

La población estará formada por 20 sujetos sanos (comprendidos entre 20 y 40 años de edad) y 20 sujetos con disfunción vestibular unilateral ya diagnosticada.

- ***Criterios de inclusión:***

Sexo indistinto.

Edades comprendidas entre 20 y 40 años.

Únicamente con problema vestibular unilateral.

Con una historia clínica completa y en seguimiento por parte de los servicios de Otoneurología.

Firma de consentimiento informado.

- ***Criterios de exclusión:***

Pacientes sin historia clínica.

Pacientes sin seguimiento otoneurológico.

Pacientes que no deseen participar en la prueba.

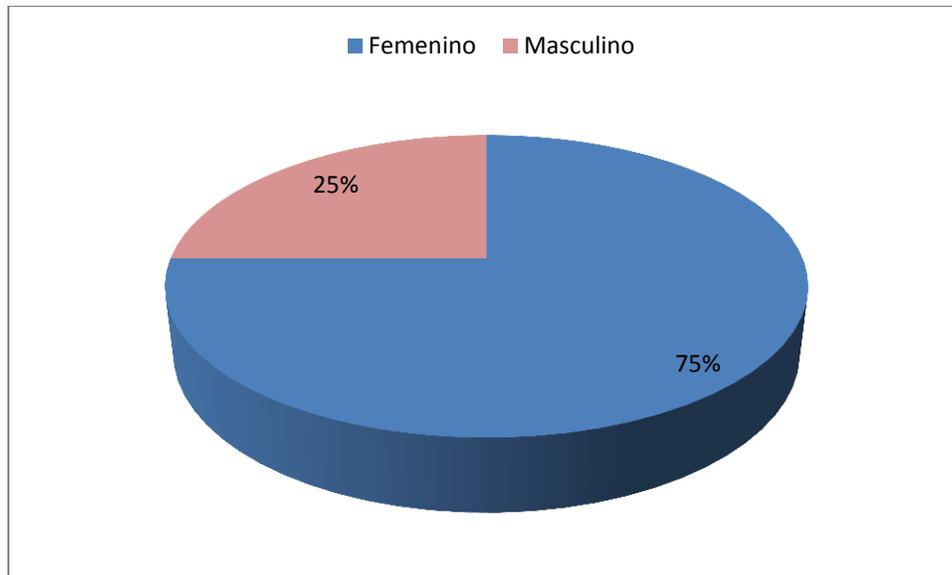
Pacientes con otros problemas neurológicos o alteraciones vestibulares centrales.

Pacientes con disfunción vestibular bilateral.

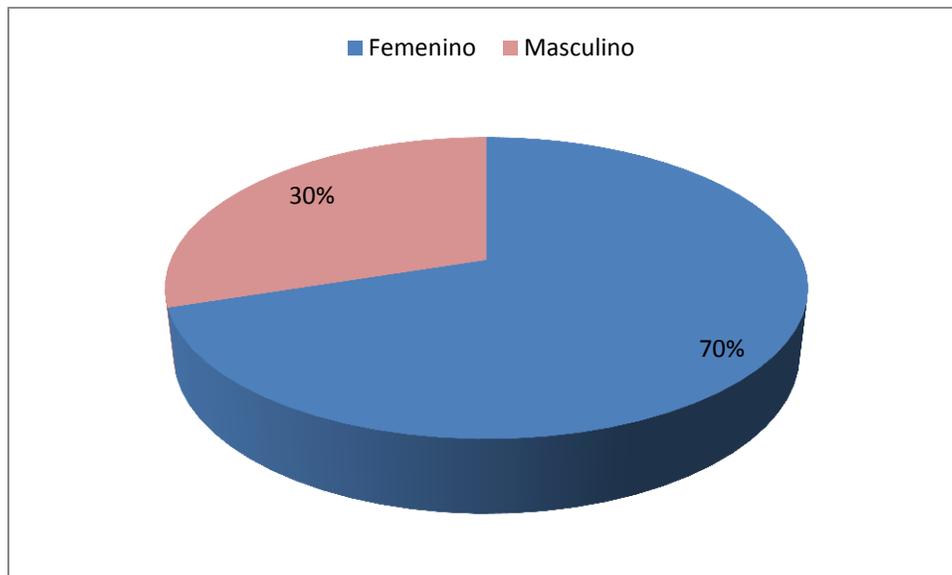
RESULTADOS:

La muestra estuvo compuesta por 29 mujeres (72.5%) y 11 hombres (27.5%) con una edad comprendida en el intervalo de 25 a 40 años con una media de 33.3 y 5.2 años de desviación estándar. Comparando el grupo control y el grupo de pacientes con alteración vestibular, se obtuvo poca diferencia entre la distribución por género en ambos grupos (Gráfica 1 y 2). En las gráficas 3 y 4, se muestra la distribución etaria de estos grupos.

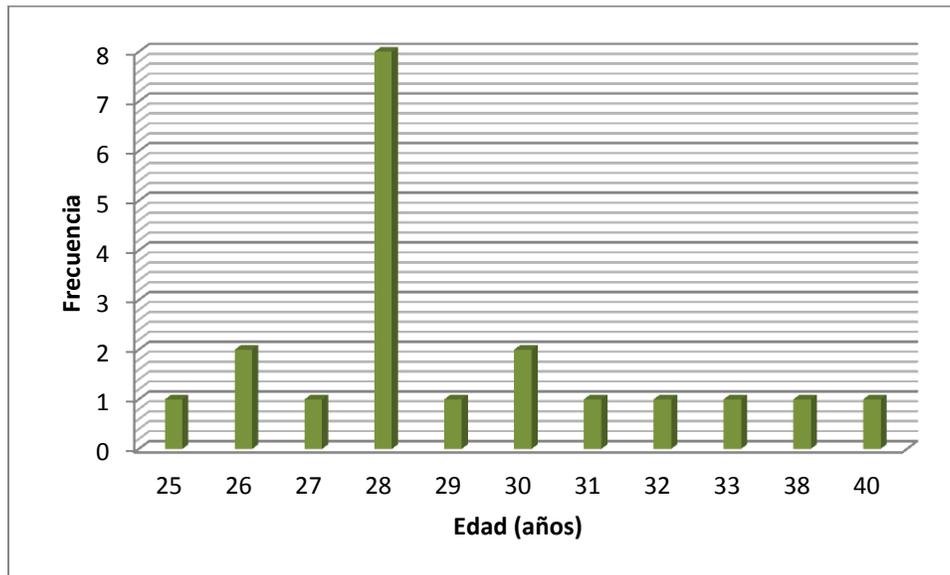
Gráfica 1. Distribución por género de los pacientes controles.



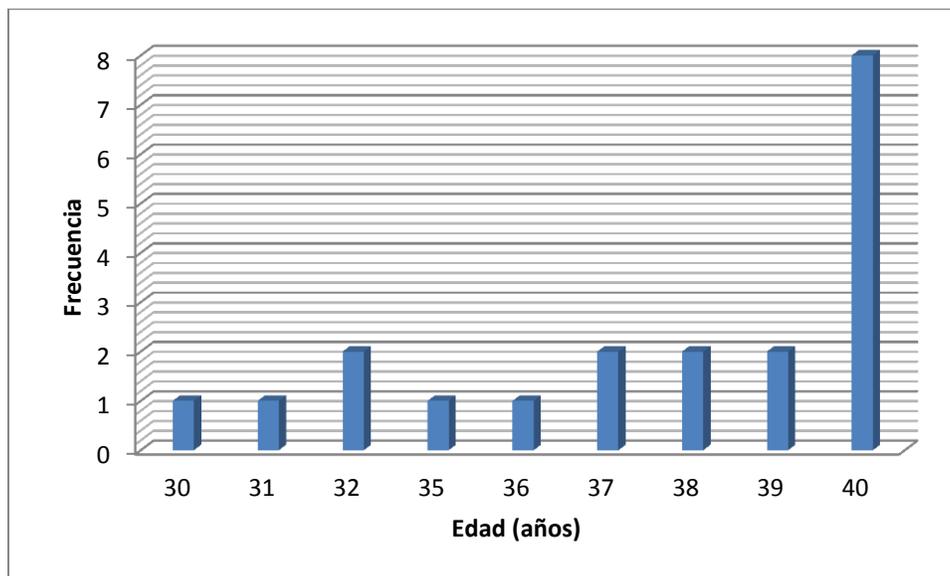
Gráfica 2. Distribución por género de los pacientes con alteración vestibular.



Gráfica 3. Distribución etaria en el grupo de los pacientes controles.



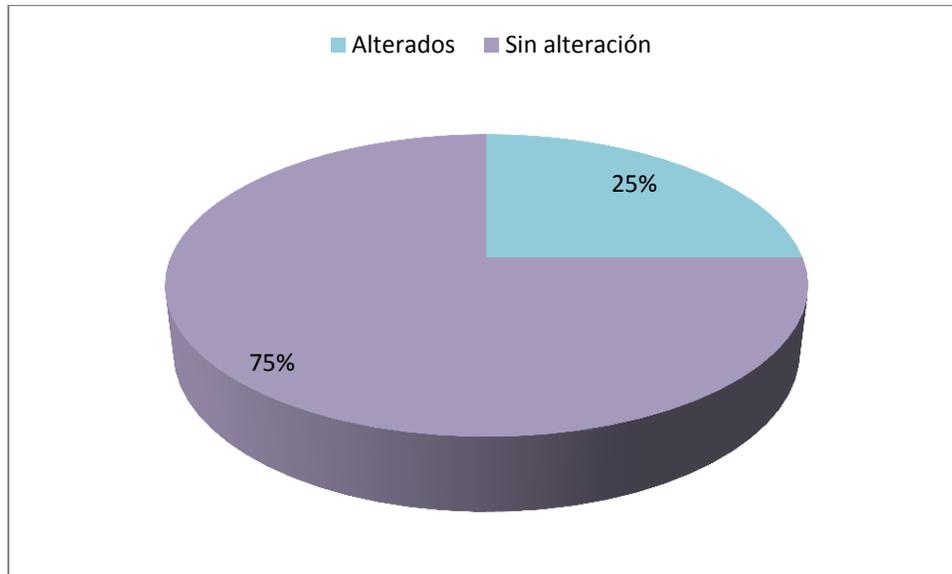
Gráfica 4. Distribución etaria en el grupo de los pacientes con patología vestibular.



El tiempo de evolución de la enfermedad fue de 1.8 +/- 1.3 años con un rango de 2 meses hasta 4 años. El grupo control sano fue comparable ($p = 0.72$ por chi cuadrada) en las proporciones de hombres (30% enfermos 25% sanos) y mujeres (70% enfermos y 75% sanos); sin embargo, diferían en los promedios de edad ya que el grupo de enfermos tuvo 37.2 +/- 3.4 años contra 29.5 +/- 3.7 de los sanos ($p = 0.0001$ por t de Student).

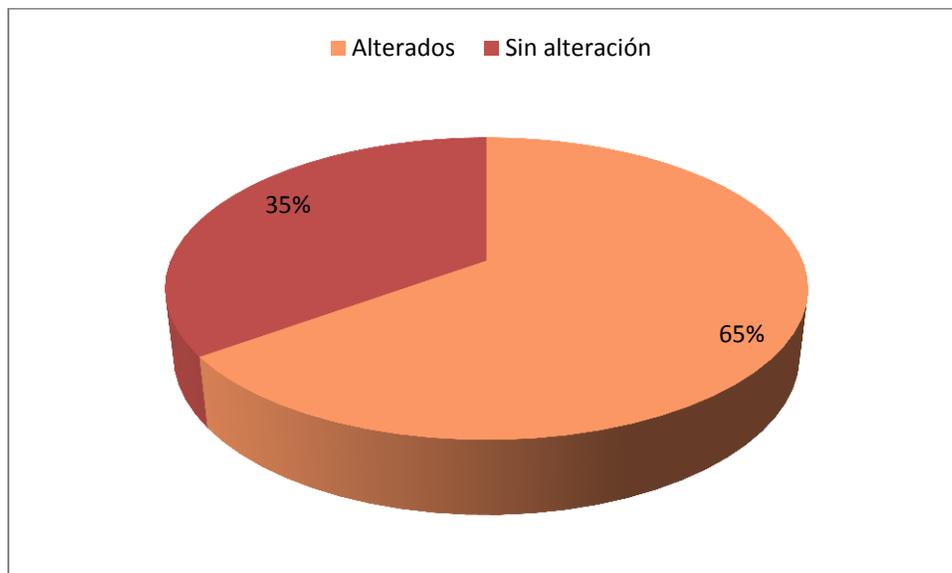
Algunos de los pacientes controles, a pesar de no tener historia previa de patología vestibular, presentaron alteración en las pruebas vestibulares (Gráfica 5).

Gráfica 5. Pacientes controles que presentaron alteración en las pruebas vestibulares.



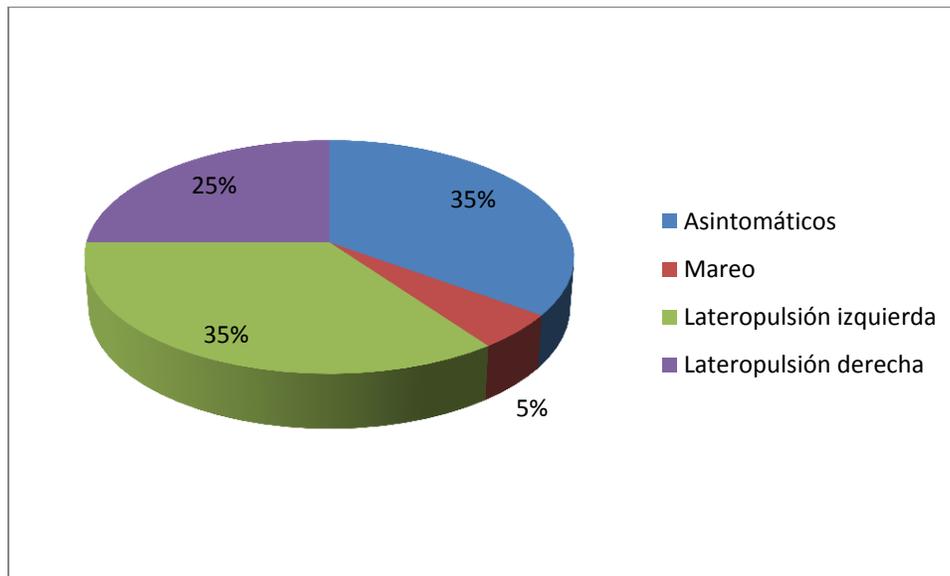
En la siguiente gráfica se muestran los pacientes con patología vestibular que mostraron alteración en las pruebas utilizadas (gráfica 6).

Gráfica 6. Pacientes con patología vestibular que presentaron alteración en las pruebas vestibulares.



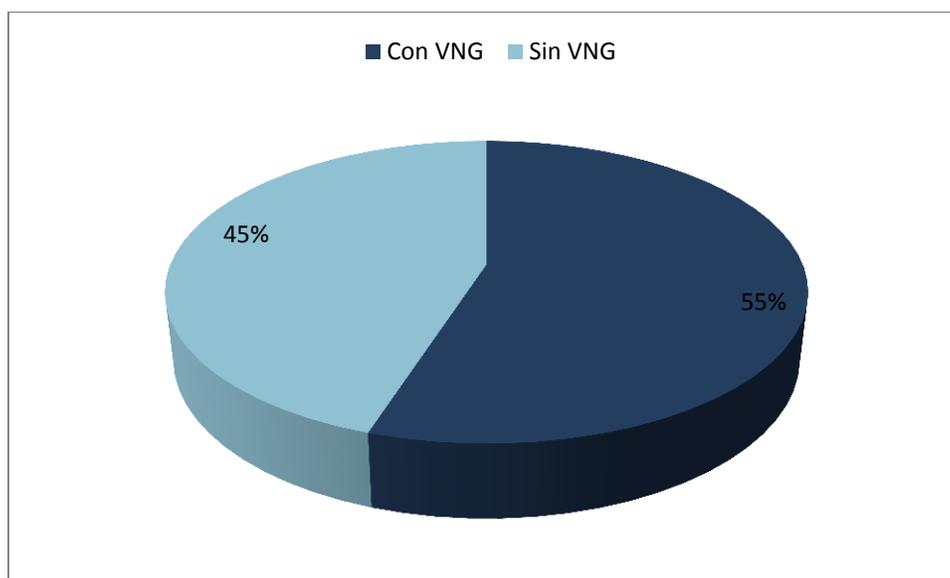
Dentro del grupo de pacientes con alteración vestibular, refirieron sintomatología 13 (65%) de los 20 pacientes: 5 (25%) lateropulsión derecha, 7 (35%) lateropulsión izquierda y 1 (5.0%) mareos; nótese que 7 (35%) no tuvieron sintomatología alguna (gráfica 7).

Gráfica 7. Porcentaje de pacientes que refirieron sintomatología asociada a la patología vestibular.



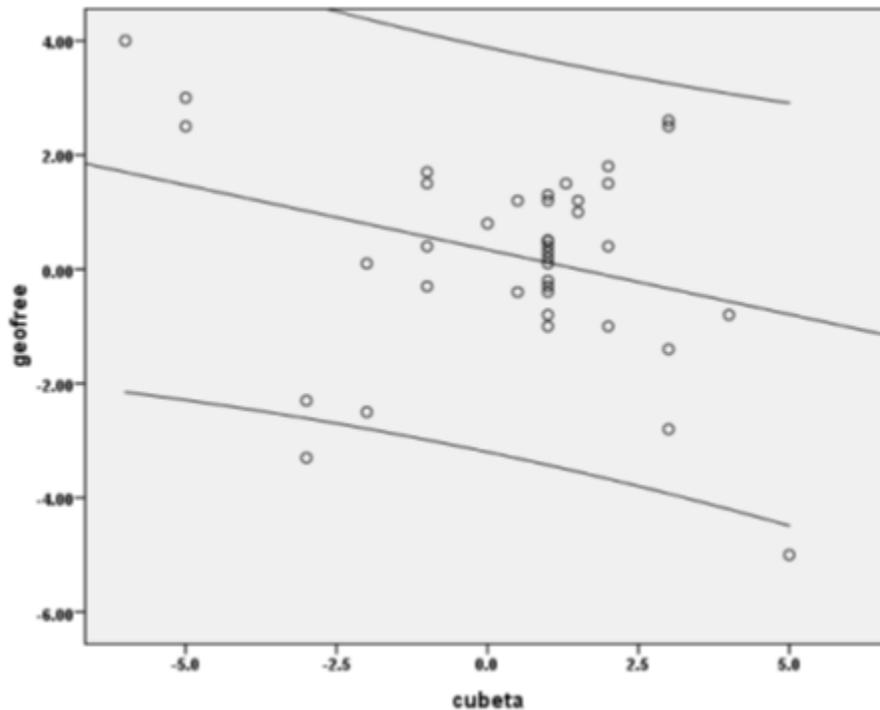
Es importante mencionar que a sólo un porcentaje de nuestros pacientes con patología vestibular se les había realizado previamente VNG (gráfica 8).

Gráfica 8. Porcentaje de pacientes que tenían previamente una valoración con VNG.



Tomando como referente la prueba de la cubeta, ésta correlacionó con Geocam de manera negativa ($r = -0.301$, $p = 0.05$); el sentido de la correlación negativa indica que mientras en la prueba de la cubeta se obtienen resultados con grados positivos, en Geocam tiendes a ser negativos (gráfica 9).

Gráfico 9. Correlación entre los grados medios por la prueba de la cubeta y Geocam.



Al transformar los datos cuantitativos a cualitativos, comparado con la prueba de la cubeta, Geocamp tendría 84.6% de sensibilidad, 100% de especificidad, 100% de valor pronóstico positivo, 93.1% de valor pronóstico negativo con un 15.4% de falsos negativos y 95% de exactitud (tabla 1).

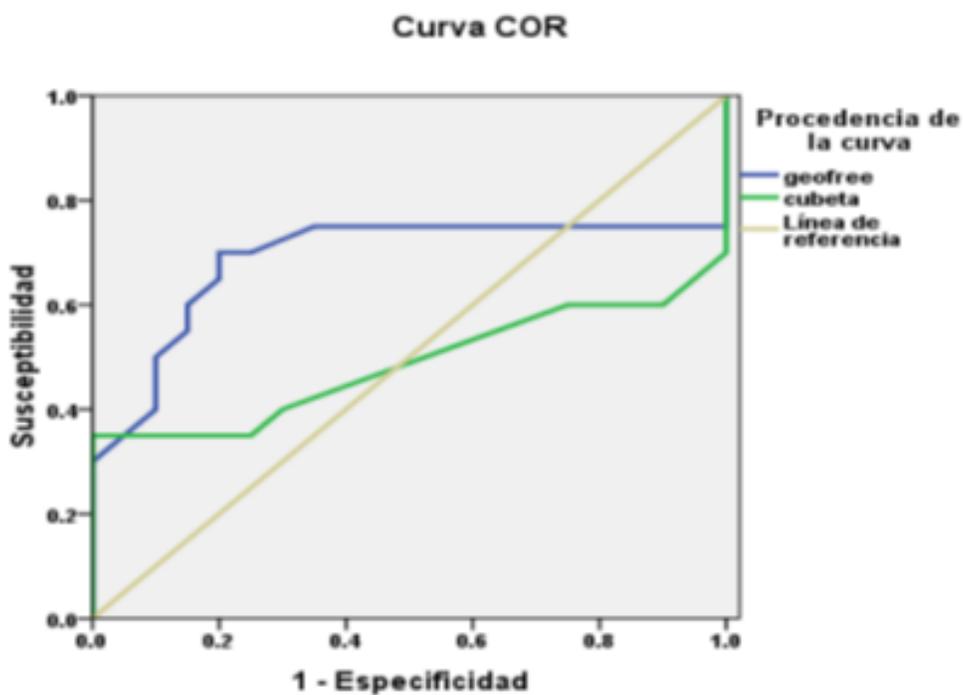
Respecto al poder discriminante entre enfermos y sanos véase (gráfico 10) Geocam tuvo un área de $68.8 \pm 9\%$ por debajo de la curva COR ($p = 0.04$); el mejor punto de corte para discriminar enfermos de sanos con Geocam fue de 0.25 grados con una sensibilidad de 70% y especificidad del 80%.

Nótese (gráfico 10) que la prueba de la cubeta reportada en grados no garantiza la discriminación entre enfermos y sanos ya que reporta un área de $48.6 \pm 10\%$ debajo de la curva COR ($p = 0.88$).

Tabla 1. Resultado geo cam * resultado cubeta

			resultado cubeta		Total
			Alterado	Normal	
resultado geo cam	Alterado	Recuento	11	0	11
		% dentro de resultado cubeta	84.6%	.0%	27.5%
	Normal	Recuento	2	27	29
		% dentro de resultado cubeta	15.4%	100.0%	72.5%
Total		Recuento	13	27	40
		% dentro de resultado cubeta	100.0%	100.0%	100.0%

Gráfico 10. Curva COR para discriminar enfermos de sanos con los grados de Geocam y de la prueba de la cubeta.



Los segmentos diagonales son producidos por los empates.

Ahora bien, si Geocam medido en grados es más confiable que la cubeta lo importante es estimar las razones de probabilidad de la enfermedad a distintos puntos de corte. Véase (tabla 2) que de -5.0 hasta -1.4 grados de Geocam todos los individuos pertenecen al grupo de enfermos, por tanto, en este intervalo de Geocam se confirma la enfermedad; por otra parte, por arriba de +1.80 grados también están solo enfermos lo cual también ubica a este intervalo como zona de confirmación; los casos problemáticos están en los intervalos en los que enfermos y sanos se solapan y por ello se miden las razones de probabilidad de la enfermedad, así, de -1.0 a +0.20 es 2.0 veces más probable que el individuo sea clasificado como enfermo en vez de sano; por el contrario, de +0.30 hasta +1.80 grado la probabilidad de enfermedad es apenas 0.06 veces o, dicho de otra manera, es 16 veces más probable que el individuo sea sano porque $80\%/5\% = 16$.

Tabla 2. Cocientes de probabilidad de la enfermedad según intervalos de los valores en grados de Geocam.

Intervalos Geocam	Grupo		Cociente de probabilidad de la enfermedad
	Enfermos	Sanos	
-5.0 a -1.40	6 (30%)	0	Zona de confirmación
-1.0 a +0.20	8 (40%)	4 (20%)	2.0
+0.30 a +1.80	1 (5%)	16 (80%)	0.06
>+1.80 a 4.0	5 (25%)	0	Zona de confirmación

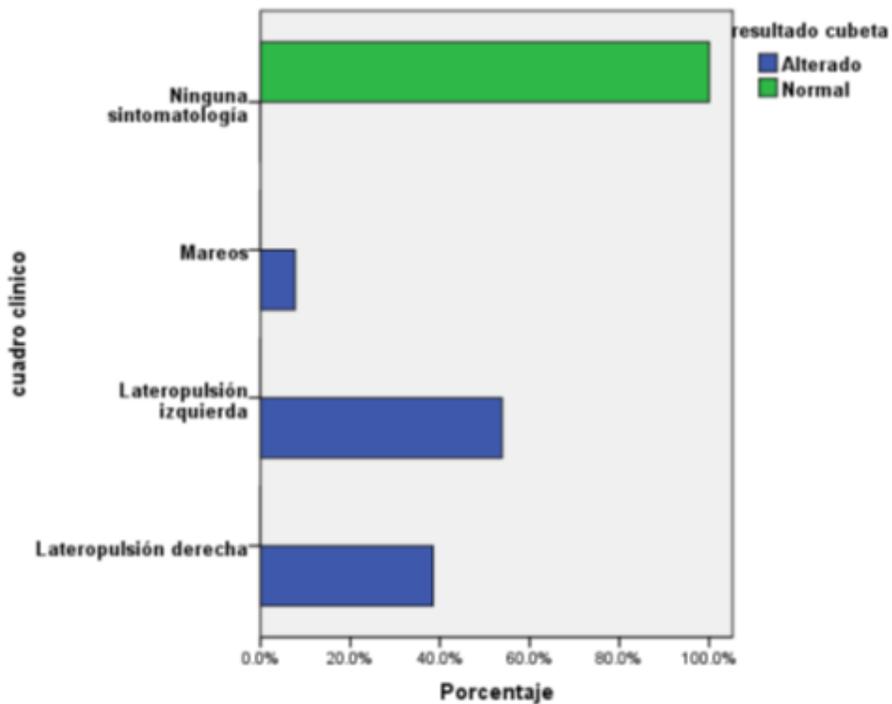
La edad de los sujetos no correlacionó significativamente con los grados de Geocam ($r = -0.11$, $p = 0.49$); de acuerdo al sexo de los sujetos (tabla 3) tanto en mujeres como en hombres el intervalo de -5.0 hasta -1.40 confirma la enfermedad, pero mientras que en las mujeres en el intervalo de -1.0 hasta +0.20 arroja 1.60 veces más probabilidad de que estén enfermas en los hombres continúa siendo zona de confirmación de la enfermedad y, por último, en las mujeres hubo 5 casos >+1.80 grados en los hombres no hubo ninguno.

Dentro de los 20 casos enfermos, en ambas pruebas (cubeta y Geocam) hubo una estrecha y significativa asociación entre el resultado de la prueba y la sintomatología, véase (gráfico 11) que para cubeta el 100% de los pacientes sin sintomatología (7 casos) tenían una prueba normal y, el 100% de los casos con alguna sintomatología eran positivos ($p = 0.0001$).

Tabla 3. Cocientes de probabilidad de la enfermedad según intervalos de los valores en grados de Geocam por sexo.

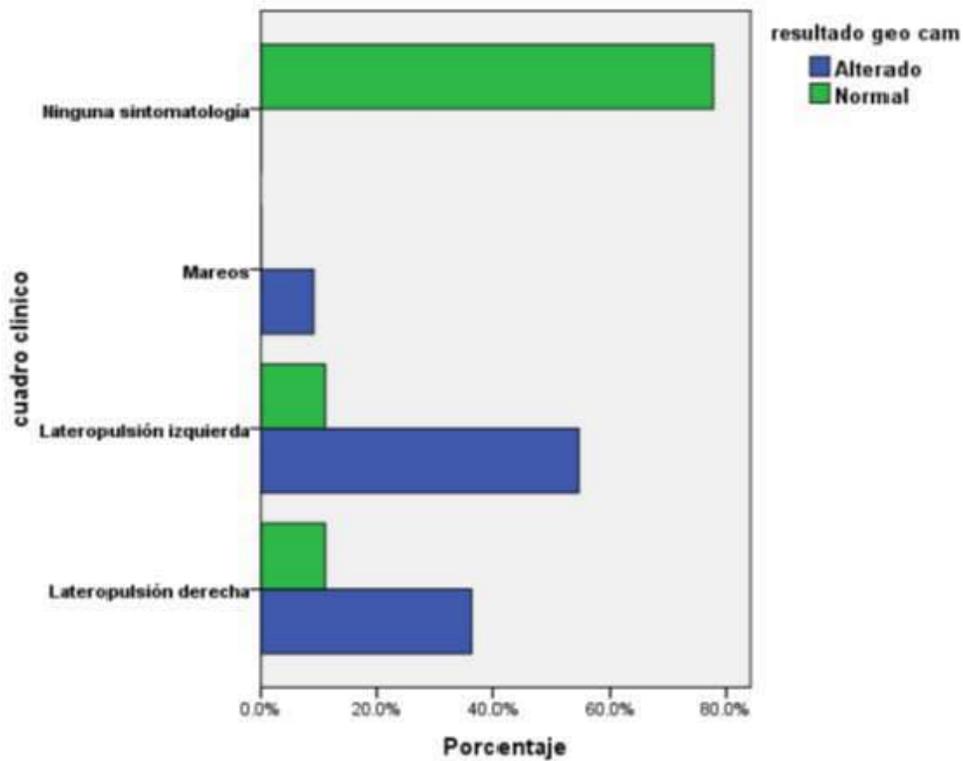
			Grupo		Cociente de probabilidad de la enfermedad
			Enfermos	Sanos	
Femenino	Intervalos Geofree	-5.0 a -1.40	3	0	Confirma
			21.4%	.0%	
		-1.0 a +0.20	6	4	1.60
			42.9%	26.7%	
	+0.30 a +1.80	0	11	0	
		.0%	73.3%		
>1.80	5	0	Confirma		
	35.7%	.0%			
Total		14	15	29	
		100.0%	100.0%	100.0%	
Masculino	Intervalos Geofree	-5.0 a -1.40	3	0	Confirma
			50.0%	.0%	
		-1.0 a +0.20	2	0	0.16
			33.3%	.0%	
	+0.30 a +1.80	1	5	0.16	
		16.7%	100.0%		
Total		6	5	11	
		100.0%	100.0%	100.0%	

Gráfico 11. Asociación entre resultado de la prueba de la cubeta con la sintomatología.



En cambio, para Geocam (gráfico 12) habría 2 casos con sintomatología que se reportan como normales en la prueba, pero el 100% de los que no tenían ninguna sintomatología fueron a su vez normales en la prueba Geocam ($p = 0.004$).

Gráfico 12. Asociación entre resultado de la prueba de Geo Cam con la sintomatología.



DISCUSION:

En el grupo de pacientes controles, se aprecian 5 pacientes (3 femeninos y 2 masculinos) que varían en sus mediciones de la percepción vertical por ambos métodos de medición (cubeta y Geo Cam) hacia la negatividad (izquierda) y positividad (derecha) pero dentro de los parámetros normales. Todos los pacientes fueron interrogados acerca de padecimientos vestibulares previos, algunos negándolo completamente (n= 3) y otros no recordaron sintomatología de afección vestibular previa (n=2). Por lo anterior se genera una discusión en este punto con el fin de investigar si estos cinco pacientes tuvieron alguna patología de índole vestibular que no hayan referido en el interrogatorio, esto explicaría la posible compensación vestibular que se perpetúa hasta el día de hoy, siendo esta, por ende, la causa de las desviaciones hacia la derecha y hacia la izquierda obtenidas por ambos métodos de medición. Ya que el resto de pacientes evaluados tuvieron desviaciones hacia el mismo lado, pero con diferentes valores en cuanto a los grados de desviación.

En el grupo de pacientes con disfunción vestibular unilateral 6 pacientes, (5 femeninos y 1 masculino) mostraron desviaciones hacia la derecha o hacia la izquierda con los dos métodos de medición estudiados (cubeta otoneurológica y Geo Cam) presentaron diferentes valores que salen del rango normal, es decir (-1.2 a +2 grados), cabe mencionar que dichos pacientes tenían un tiempo de evolución prolongado entre 1 y 2 años de la enfermedad y contaban ya con alguna experiencia en cuanto a rehabilitación vestibular para su tratamiento, esto hace sospechar que dichos pacientes estaban en proceso de compensación vestibular, presentando de forma ocasional sintomatología vestibular (lateropulsión derecha o izquierda al caminar), de esta manera mejoraron su estimación de la percepción de la mirada vertical.

7 pacientes más (4 femeninos y 3 masculinos) tenían desviaciones hacia la derecha o a la izquierda con ambos métodos de medición (cubeta otoneurológica y Geo Cam), pero todas las desviaciones estaban dentro del rango normal (-1.2 a +2 grados de inclinación), dichos pacientes tenían más tiempo de evolución que los previos, aproximadamente unos 3 a 4 años desde que les fue diagnosticado en el momento agudo, y con más experiencia en cuanto a rehabilitación vestibular se refiere, por lo anterior estaban ya compensando y no mostraron ninguna sintomatología vestibular.

Adicionalmente a los pacientes ya mencionados 5 pacientes presentaban disfunción vestibular unilateral (2 masculinos y 3 femeninos) mostrando desviación hacia la derecha o la izquierda, presentando algunas décimas de grado de diferencia, pero correspondiendo al lado afectado en ambos métodos de medición, (cubeta otoneurológica y Geo Cam), dichos pacientes fueron medidos en su percepción de la vertical en el momento agudo y sin experiencia en cuanto a tratamiento vestibular se refiere, es decir tenían solo algunos meses de diagnóstico entre 2 y 4 meses, por lo

cual esto corrobora con la literatura que describe que en el momento agudo de la patología tienden a desviar la percepción de la vertical hacia el mismo lado de la lesión, todos con sintomatología vestibular (lateropulsion a la marcha ya sea derecha o izquierda).

Dos pacientes más ambos del sexo femenino presentaban desviaciones en la percepción de la vertical por ambos métodos una a la derecha y otra a la izquierda por el método de la cubetaotoneurológica y con una desviación inversa por el método del Geo Cam con un tiempo de evolución de su sintomatología de nueve meses a un año sin haber recibido valoración previa y por lo tanto tampoco tratamiento alguno, sin embargo presentaban sintomatología vestibular y lateropulsion hacia el lado de desviación que presentaban en la medición con la cubeta.

CONCLUSIONES:

De acuerdo a los hallazgos de este estudio, encontramos que la aplicación Geo Cam presenta utilidad para valorar los grados de disfunción vestibular en patología aguda y/o diagnosticada previamente; sin embargo presenta una menor efectividad en la evaluación de una sospecha de disfunción vestibular no aguda.

BIBLIOGRAFIA.

1. Revisión del modelo del control de la mirada vertical. Miguel Ángel Rubio-Pérez, Alberto L. Gálvez-Ruiz, María Sepúlveda-Gázquez, Lluís Planellas-Giné, Jaume Roquer-González.
2. Síndrome vestibular periférico. S. Santos Pérez¹, N. Pérez Fernández², A. Soto Varela¹, R. Barona de Guzmán³Departamento 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
3. 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.
4. Dieterich M, Brandt T. Ocular torsion and tilt of subjective visual vertical are sensitive brainstem signs. Ann Neurol 1993;33:292–299.
5. 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.
6. Dieterich M, Brandt T. Thalamic infarctions: differential effects on vestibular function in the roll plane (35 patients). Neurology 1993;43:1732–1740.
7. Kim HA, Hong JH, Lee H, et al. Otolith dysfunction in vestibular neuritis: recovery pattern and a predictor of symptom recovery. Neurology 2008;70:449–453.
8. Hospital del Mar. Parc de Salut Mar. Barcelona, España. 2011 Revista de Neurología
9. Dissociation between the perception of body verticality and the visual vertical in acute peripheral vestibular disorder in humans Dimitri Anastasopoulos^{a,c,*}, Thomas Haslwantera, Adolfo Bronstein^b, Michael Fettera, Johannes Dichgans^a accepted 21 August 1997.
10. 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.

11. 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
12. Revisión del modelo del control de la mirada vertical Miguel Ángel Rubio-Pérez, Alberto L. Gálvez-Ruiz, María Sepúlveda-Gázquez, Lluís Planellas-Giné, Jaume Roquer-González Hospital del Mar. Parc de Salut Mar. Barcelona, España. 2011 Revista de Neurología.
13. Dissociation between the perception of body verticality and the visual vertical in acute peripheral vestibular disorder in humans Dimitri Anastasopoulos, c, *, Thomas Haslwantera, Adolfo Bronstein, Michael Fettera, Johannes Dichgans accepted 21 August 1997.
14. Bartual Pastor J, Pérez Fernández N eds. El sistema vestibular y sus alteraciones. Tomo I: fundamentos y semiología. Masson SA, Madrid 1998.
15. Baloh, R.W.; Honrubia, V: Clinical neurophysiology of the vestibular system. Ed. 2. FA Davis Company, Philadelphia. 1990.
16. Brandt, T.: Vertigo. Its multisensory syndromes. Springer-Verlag, London. 1991