

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE MEDICINA



“Análisis cuantitativo de acuerdo a la edad de la ganancia del reflejo vestíbulo-ocular (VOR) mediante Video Head Impulse Test (VHIT) en una población sana”

Por

DR. FÉLIX MALDONADO CHAPA

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN OTORRINOLARINGOLOGIA Y CIRUGIA DE
CABEZA Y CUELLO**

OCTUBRE 2021

“Análisis cuantitativo de acuerdo a la edad de la ganancia del reflejo vestibulo-ocular (VOR) mediante Video Head Impulse Test (VHIT) en una población sana”

Aprobación de la tesis:



Dr. Med. José Luis Treviño González
Director de la tesis



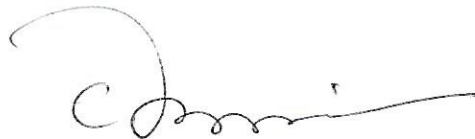
Dra. Josefina Alejandra Morales del Ángel
Coordinador de Enseñanza



Dr. José Rosmal Cortés Ponce
Coordinador de Investigación



Dr. Med. José Luis Treviño González
Profesor Titular del Programa



Dr. Med. Felipe Arturo Morales Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado

DEDICATORIA Y/O AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi esposa, Abigail González Guerrero por comprender mi estilo de vida, por hacer suyos también mis objetivos y acompañarme en cada decisión que he tomado en los últimos 10 años. Gracias a mis padres, Bertha Laura y Félix Manuel, por creer en mí en cada una de mis etapas, por darme las herramientas y el impulso emocional para completar cada uno de mis objetivos académicos.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo I	Página
1. RESÚMEN.	5
Capítulo II	
2. INTRODUCCIÓN.	7
Capítulo III	
3. HIPÓTESIS.	9
Capítulo IV	
4. OBJETIVOS.	10
Capítulo V	
5. MATERIAL Y MÉTODOS.	11
Capítulo VI	
6. RESULTADOS.	15
Capítulo VII	
7. DISCUSIÓN.	17
Capítulo VIII	
8. CONCLUSIÓN.	21

Capítulo IX

9. ANEXOS. 22

Capítulo X

10. BIBLIOGRAFÍA. 27

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto de la edad en la ganancia del reflejo vestibulo-ocular (VOR) medido mediante Video Head Impulse Test (VHIT). Presentar valores normativos de la ganancia general del VOR, ganancia media a 40,60, 80, 0-100ms y asimetría de la ganancia de acuerdo a décadas de la vida en una población sana.

Métodos: Se incluyeron 132 participantes adultos sin historia previa de desórdenes vestibulares. Se calculó la ganancia del VOR, ganancia media a 40, 60, 80, 0-100ms en ambos oídos y la asimetría de la ganancia, estimulando los canales semicirculares horizontales mediante la utilización del sistema Video Head Impulse Test (VHIT). Todos los estudios fueron realizados por el mismo operador.

Resultados: La ganancia media del VOR fue mayor en el oído derecho (0.99 ± 0.09) en comparación con el oído izquierdo (0.97 ± 0.08) ($p=0.001$). La ganancia media a 60ms fue 0.92 ± 0.12 en el oído derecho y 0.93 ± 0.10 para el oído izquierdo, sin diferencia significativa ($p=0.94$). Se produjo una disminución significativa de la ganancia de VOR con el aumento de la edad en el oído derecho ($r= 0.21$, $p= 0.01$). La ganancia media a 60 ms disminuyó significativamente a medida que aumentaba la edad en ambos oídos (derecho $r=0.17$, $p = 0.04$; izquierdo $r= 0.23$, $p=0.006$). No se observaron diferencias significativas en los valores de ganancia de VOR cuando la muestra se estratificó por edad según el análisis de varianza.

Conclusión: Una disminución pequeña, pero significativa, existe en la ganancia del VOR al aumentar la edad. Este estudio provee los valores normativos de acuerdo con el rango de edad de la ganancia del VOR calculado por VHIT.

INTRODUCCIÓN

El reflejo vestíbulo-ocular (VOR) es el reflejo encargado de proveer estabilidad a la mirada cuando ésta se fija en un objetivo fijo y existe un movimiento repentino de la cabeza. El VOR moviliza los ojos en sentido contrario, pero a la misma velocidad que el movimiento cefálico. La evaluación del VOR a través de la prueba de impulso cefálico (HIT) permite al clínico evaluar la pérdida vestibular periférica en función de la función del canal semicircular horizontal (HSC). Durante esta prueba, el clínico instruye al paciente para que fije la mirada en un objetivo ubicado frente al paciente y posteriormente gira la cabeza del paciente de manera repentina e impredecible en el eje horizontal hacia el HSC a evaluar. En pacientes con pérdida vestibular que afectan los HSC, los ojos se moverán con la cabeza durante el impulso, y se harán evidentes los movimientos sacádicos de recuperación (movimientos sacádicos abiertos) después del final del impulso¹.

Dos desventajas principales están asociadas con HIT. Primero, la prueba es de naturaleza subjetiva y no permite ningún registro de sus resultados. En segundo lugar, los movimientos sacádicos que ocurren durante el impulso de la cabeza (movimientos sacádicos encubiertos) no son observables a simple vista². Para superar estos inconvenientes, el Video Head Impulse Test (VHIT) se está utilizando ampliamente como una prueba de diagnóstico adyuvante para abordar la pérdida vestibular y para el seguimiento de la recuperación de diferentes causas de vértigo³. El sistema VHIT está compuesto por un software de computadora junto con un par de gafas protectoras equipadas con una cámara para videooculografía y sensores de velocidad de la cabeza, que permiten registrar la velocidad de la cabeza y la

velocidad del ojo durante el impulso cefálico⁴. Esto proporciona una medida de la ganancia del VOR, una relación entre la velocidad del ojo y la cabeza durante un período de tiempo⁵.

A medida que el VHIT se vuelve cada vez más disponible, es importante establecer una ganancia de VOR normal según la edad para mejorar la interpretación de este valor al abordar diferentes patologías vestibulares. Estudios anteriores han demostrado una disminución leve pero significativa en la ganancia del VOR medida por VHIT a medida que aumenta la edad⁶⁻¹¹. La mayoría de ellos se centran en la ganancia del VOR general, como se definió anteriormente, y no han podido presentar los valores de ganancia del VOR en períodos de tiempo específicos durante el impulso cefálico y no han incluido la asimetría de ganancia, que es otro parámetro valioso al evaluar la pérdida vestibular.

Este estudio tiene como objetivo evaluar la influencia de la edad en la ganancia de VOR y la asimetría de la ganancia informando los datos normativos en diferentes marcos de tiempo específicos del impulso cefálico medido por VHIT según las décadas de vida.

HIPÓTESIS

Hipótesis alterna

La edad tiene una influencia significativa en la ganancia del VOR medida mediante VHIT.

Hipótesis nula

La edad no tiene una influencia significativa en la ganancia del VOR medida mediante VHIT.

OBJETIVO

Objetivo general

Establecer la influencia de la edad en la ganancia del VOR.

Objetivos específicos

- Determinar si existe un efecto significativo de la edad en la ganancia del VOR medido mediante VHIT.
- Establecer valores normativos del VOR de acuerdo a la edad medido mediante VHIT.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio transversal se realizó durante un período de 9 meses desde marzo de 2020 hasta diciembre de 2020 en el Centro Universitario de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Se enroló un grupo de 132 sujetos sanos consecutivos para determinar la ganancia de VOR bilateral y su asimetría mediante el uso de VHIT. La muestra se calculó en base a una fórmula de estimación de la media en una población infinita. Con un objetivo primario de establecer una medida normativa de la ganancia del VOR en pacientes sanos evaluados mediante VHIT. Se utilizó un valor sigma de 0.07 y un valor delta de 0.01 junto con un valor Z de 1.64 (CI 95%) en base a un estudio previo: Matíño-Soler E, Esteller-More E (2015) Normative data on angular vestibulo-ocular responses in the yaw axis measured using the video head impulse test. *Otol Neurotol* 36(3):466–471 (DOI: 10.1097/MAO.0000000000000661).

El estudio fue aprobado por el Comité de Investigación y Ética local, registrado con la clave OT20-00006. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los sujetos incluidos en este estudio.

El VHIT se realizó mediante un sistema de videooculografía (EyeSeeCam, Interacoustics, Dinamarca). Este sistema VHIT se compone de un par de gafas livianas, dispuestas con un espejo y una cámara para medir los movimientos

oculares, y un sensor inercial especializado para medir los movimientos angulares de la cabeza. Esta información se transmite al software EyeSeeCam, lo que permite determinar la ganancia del VOR en diferentes momentos a través del impulso cefálico y la asimetría de la respuesta entre ambas HSC.

Para realizar la prueba, los sujetos se sentaron en una silla no giratoria de altura ajustable, frente a una pared con un objetivo de fijación a la altura de los ojos, que estaba justo al frente y a un metro de distancia. Esta silla no giratoria se fijó al suelo para evitar cualquier inclinación durante los rápidos impulsos de la cabeza. Luego, la cámara se fijó a la máscara derecha para medir los movimientos oculares correctos. Las gafas se colocaron en la cara del sujeto y se ajustaron firmemente al cuero cabelludo con una banda elástica alrededor de la cabeza para disminuir el riesgo de deslizamiento.

Antes de continuar, se realizó la calibración de los movimientos oculares y de la cabeza. Para calibrar las señales oculares, se indicó a los sujetos que dirigieran su mirada hacia un punto láser cambiante hacia los lados y hacia arriba y hacia abajo alrededor de un ángulo conocido del objetivo visual. Después de esto, los movimientos de la cabeza se calibraron instruyendo a los sujetos para que fijaran la mirada en el objetivo visual central mientras se llevaban a cabo movimientos sinusoidales pasivos de cabeza cortos ($<15^\circ$, 0,3 Hz) en los ejes HSC derecho e izquierdo. Esta serie de pasos completó el proceso de calibración. Si los sujetos cometieron algún error o parpadearon en cualquier momento durante la calibración, se repitió hasta que no se produjeran errores.

Se instruyó a los sujetos para que evitaran mover o tocar las gafas, relajar la musculatura del cuello para permitir impulsos precisos, parpadear lo menos posible para permitir el seguimiento de los ojos y mantener la mirada sobre el objetivo visual fijo sobre la pared durante cada impulso.

Se realizó VHIT en el eje X evaluando ambos HSC. El mismo operador diestro examinó a todos los sujetos. El operador tomó la cabeza del sujeto colocando sus manos en ambas áreas temporo-parietales, con cuidado de estar lo suficientemente lejos de mover la banda elástica. El clínico realizó 7-15 impulsos de cabeza por lado de una manera abrupta e impredecible en cuanto a dirección y magnitud. Cada impulso se realizó con una velocidad máxima de 150-250 m/s, dentro de un rango de movimiento de 15-20 ° en cada lado. Se tuvo cuidado de evitar cualquier rebote al final de cada impulso.

El software EyeSeeCam calcula automáticamente los siguientes datos para cada HSC: ganancia media de VOR a 40, 60 y 80 ms, ganancia media de VOR de 0 a 100 ms y ganancia de VOR. El software calcula la ganancia del VOR como la relación del área bajo la curva entre la velocidad del ojo y la cabeza durante el impulso. El software también calculó la asimetría entre ambos canales laterales basándose en la ganancia del VOR utilizando la siguiente fórmula: $[1 - (\text{menor ganancia} / \text{mayor ganancia})] \times 100$.

Diseño

El trabajo es un estudio original, de tipo observacional, descriptivo y transversal por su única toma de resultados en la población. La selección de los sujetos de estudio está dada por los criterios estipulados en los siguientes párrafos.

Criterios de inclusión:

Las características de los sujetos que se incluyen en el estudio son las siguientes: ser mayor de 18 años de edad.

Criterios de exclusión:

Las características de los pacientes que no se enrolan en el estudio son los siguientes: antecedente de enfermedad vestibular o neurológica, vértigo o mareo, alteraciones de la postura o de la marcha, alteraciones de la audición.

Captura, análisis e interpretación de la información

Nuestro grupo de estudio se estratificó por décadas de vida y la normalidad de la ganancia de VOR de los HSC de los lados derecho e izquierdo en diferentes marcos de tiempo (40, 60, 80 y 0-100ms), la ganancia de VOR y la asimetría de ganancia se llevó a cabo mediante el uso de la Prueba de Kolmogorove-Smirnov. Los grupos emparejados se compararon para los diferentes parámetros mencionados mediante la prueba *t* y más de dos grupos se compararon mediante el análisis de varianza (ANOVA). Se consideró significativo un valor de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Se incluyeron 132 sujetos sanos (132 oídos izquierdos y 132 oídos derechos), con edades comprendidas entre 21 y 79 años. Se inscribieron un total de 63 mujeres, de 48.44 ± 17.73 años, junto con 69 hombres de 46.43 ± 17.24 años. No hubo diferencia significativa con respecto a la edad entre hombres y mujeres ($p = 0.47$). Nuestro grupo de estudio se estratificó según décadas de vida en 20-30 ($n = 28$), 31-40 ($n = 26$), 41-50 ($n = 21$), 51-60 ($n = 19$), 61-70 ($n = 22$) y 71-80 ($n = 16$) años. Los valores medios de ganancia, mediana de ganancia a 40, 60, 80 y 0-100 ms para ambos oídos y la asimetría de ganancia se muestran en la Tabla 1. La ganancia media del VOR para el oído derecho fue de 0.99 ± 0.09 y 0.97 ± 0.08 para el oído izquierdo. oído, mostrando una diferencia significativa entre ambos oídos ($p = 0.001$). La ganancia media a 60ms fue de 0.92 ± 0.12 para el oído derecho y 0.93 ± 0.10 para el oído izquierdo, sin diferencia significativa ($p = 0.94$). La ganancia media a 80 ms fue significativamente mayor en los hombres en comparación con las mujeres en el oído derecho (0.90 ± 0.11 frente a 0.84 ± 0.10 , $p = 0.001$) y el oído izquierdo (0.94 ± 0.12 , 0.88 ± 0.12 , $p = 0.01$). No se observaron diferencias significativas al comparar los otros parámetros de ganancia del VOR entre sujetos masculinos y femeninos.

Observamos una disminución leve pero significativa en la ganancia de VOR a medida que aumentaba la edad en el HSC izquierdo ($r = -0.21$, $p = 0.01$). La misma relación se observó en el HSC derecho, aunque en menor grado y sin significación estadística ($r = -0.09$, $p = 0.25$) (fig. 1). Estos hallazgos fueron consistentes para la

ganancia media a 60 ms (HSC derecho $r = -0.17$, $p = 0.04$; HSC izquierdo $r = -0.23$, $p = 0.006$) (Fig.2).

La Tabla 2 muestra los datos normativos (± 2 DE alrededor de la media) para la ganancia, la ganancia media a 60 ms y los intervalos de asimetría según la edad. Observamos la mayor ganancia en el grupo de 20 a 30 años para ambos HSC (derecho 1 ± 0.08 , izquierdo 0.99 ± 0.07), sin embargo, la diferencia entre subgrupos no fue significativa (derecho $p = 0.86$, izquierdo $p = 0.29$) (Fig. 3). La mediana de ganancia a 60ms también fue mayor en el grupo de los más jóvenes (derecho 0.94 ± 0.1 , izquierdo 0.95 ± 0.08), sin diferencia significativa respecto a los grupos de mayor edad (derecho $p = 0.24$, izquierdo $p = 0.25$) (fig. 4). Solo se observó una diferencia significativa para la ganancia media a 80 ms en los diferentes grupos de edad ($p = 0.005$). No se observaron diferencias significativas al comparar el resto de variables entre los distintos subgrupos de edad (Tabla 3).

DISCUSIÓN

En este estudio, buscamos presentar datos normativos de ganancia de VOR en diferentes marcos de tiempo durante el impulso cefálico y asimetría de ganancia de VOR según la edad. Los datos aquí proporcionados sirven como referencia con la que se podrían comparar los resultados de VHIT para cualquier paciente.

Investigaciones anteriores han demostrado que la dirección del impulso en el HSC sesga significativamente la magnitud de la ganancia del VOR obtenida. Teniendo esto en cuenta, nuestro equipo decidió analizar la ganancia de VOR en paralelo y no promediar los datos en ambos oídos e incluir la asimetría de ganancia en los datos analizados. Al comparar las medias de la ganancia del VOR, la ganancia media a 40, 60, 80 y 0-100 ms, observamos que solo la ganancia media a 60 ms no fue significativamente diferente entre ambos lados. Con base en esta observación nuestro equipo de investigación favorece el uso de esta variable con fines diagnósticos, ya que se mantuvo estable entre ambos oídos, con un valor cercano a 1.0. La ganancia del VOR y la ganancia media a 40 ms aumentaron significativamente en el HSC derecho en comparación con el HSC izquierdo. Este hallazgo es consistente con estudios previos, que muestran una mayor ganancia de VOR en el oído derecho^{6,7,9,11}.

Se han propuesto varias explicaciones para el sesgo generado por la dirección de los impulsos. En un estudio que comparó los valores de ganancia de VOR según el ojo registrado, Weber et al observaron que cuando se registraba el ojo derecho, se

obtenía una ganancia de VOR más alta para el lado derecho y, a la inversa, cuando se registraba el ojo izquierdo, se obtuvo una mayor ganancia de VOR para el HSC izquierdo¹². En nuestro estudio se registró el ojo derecho al evaluar todos los canales semicirculares. Se ha sugerido que la razón de esta diferencia radica en el comportamiento de los músculos extraoculares en respuesta al impulso cefálico. El recto medial podría provocar un movimiento más fuerte que el recto lateral o podría estar involucrada una vía sináptica más corta para el músculo anterior¹³. Matíño-Soler et al propusieron que se podría ejercer inadvertidamente una mayor velocidad para los impulsos del lado izquierdo cuando la prueba la realizan médicos diestros⁷. Demostraron que los impulsos de mayor velocidad dan como resultado una disminución de la ganancia de VOR. En este estudio, todos los impulsos fueron entregados por el mismo probador diestro. Finalmente, McGarvie et al sugirieron que esta diferencia es el resultado de mayores demandas de ganancia de VOR en el ojo derecho¹¹. Cuando se gira la cabeza hacia la derecha, el ojo derecho debe girar una distancia mayor que el ojo izquierdo, y en esta situación existe una “demanda” de una velocidad ocular más alta para fijar el objetivo, dando una respuesta VOR más alta.

A pesar del sistema VHIT utilizado y la distancia del objetivo que difieren según los diferentes estudios, los valores medios de ganancia del VOR obtenidos en este estudio son cercanos a 1.0, que se asemejan a los obtenidos en estudios previos⁶⁻¹¹. Nuestros resultados también son comparables a los obtenidos por la técnica de la bobina de búsqueda escleral, considerada el estándar de oro para la evaluación del VOR^{4,14,15}. Se observó que la ganancia del VOR era el valor más cercano a 1.0,

incluso para la mayoría de los pacientes de edad avanzada. Dada esta observación, también es importante considerar esta variable al interpretar los estudios VHIT, junto con la ganancia media a 60 ms, como se discutió anteriormente.

La ganancia media a los 40 ms fue superior a 1.0, lo que no es fisiológico. Este valor puede estar sobrecalculado debido a la propensión a un mayor deslizamiento de las gafas al inicio del impulso, que disminuye a medida que el movimiento de la cabeza alcanza una velocidad constante a través del impulso de la cabeza.

Observamos que existe una ligera disminución en la ganancia del VOR y la ganancia media del VOR a los 60 ms a medida que aumenta la edad según el coeficiente de correlación de Pearson. Los estudios basados en HIT han demostrado una disminución de la función vestibular con el envejecimiento avanzado^{16,17}. Este hallazgo está respaldado por estudios recientes basados en VHIT, que también informan de un efecto menor de la edad en la respuesta del VOR^{6,7}. A pesar de esto, el análisis ANOVA no mostró diferencias estadísticamente significativas para ninguna de las variables de ganancia del VOR analizadas entre diferentes grupos de edad. Kim et al, informaron una disminución significativa en la ganancia de VOR en sujetos mayores de 70 años, mientras que Matíño-Soler et al informaron que la ganancia de VOR se mantuvo estable hasta los 90 años, después de lo cual se observó una disminución significativa^{6,7}. Los estudios con muestras más pequeñas no pudieron mostrar diferencias significativas^{8,10}. Aunque los histólogos han demostrado que hay una pérdida sustancial de células ciliadas y fibras nerviosas vestibulares aferentes¹⁸⁻²⁰, no parece correlacionarse clínicamente

con la función vestibular, ya que encontramos que incluso en personas de edad avanzada los intervalos $\pm 2DE$ son notablemente cercanos a 1.0.

Este estudio tiene varias limitaciones que mencionar. Primero, no medimos la ganancia de VOR para los canales anterior y posterior. Sin embargo, su medición implica más dificultades técnicas, generando un mayor riesgo de sesgo, que no se encuentra al calcular la ganancia del VOR estimulando el HSC. En segundo lugar, no utilizamos ningún método de detección inicial (p. Ej., CVEMP, prueba calórica) para evaluar una posible disfunción vestibular subclínica en los sujetos incluidos. Finalmente, no incluimos a ningún paciente mayor de 79 años, después de lo cual se podría esperar una disminución significativa en la ganancia del VOR.

CONCLUSIÓN

Existe un pequeño efecto de la edad sobre la actividad del VOR, que pudiera no ser clínicamente significativo en pacientes de hasta 79 años. Es importante considerar, al interpretar los resultados de VHIT, el sesgo que podría generar la dirección del impulso, dependiendo del ojo registrado y la mano dominante del probador. La ganancia del VOR y la ganancia mediana a 60ms son las variables más confiables a considerar al evaluar a un paciente con disfunción vestibular, dada su estabilidad y proximidad al valor fisiológico de 1.0. Se necesitan estudios que evalúen la ganancia del VOR para patologías vestibulares centrales y periféricas para ayudar a comprender la función del VOR.

ANEXOS

Tabla 1. Parámetros de la ganancia del VOR para el HSC derecho e izquierdo y comparación entre géneros.

	General n= 132	Masculino n=69	Femenino n=63	p valor
HSC derecho				
Ganancia	0.99 (0.09)	1 (0.08)	0.98 (0.09)	0.16
Ganancia media 40ms	1.11 (0.24)	1.11 (0.22)	1.11 (0.26)	0.87
Ganancia media 60ms	0.92 (0.12)	0.93 (0.11)	0.91 (0.13)	0.48
Ganancia media 80ms	0.87 (0.11)	0.9 (0.11)	0.84 (0.1)	0.001*
Ganancia media 0-100ms	1.01 (0.1)	1.02 (0.09)	0.99 (0.1)	0.07
HSC izquierdo				
Ganancia	0.97 (0.08)	0.96 (0.07)	0.98 (0.08)	0.18
Ganancia media 40ms	0.96 (0.19)	0.92 (0.16)	1.01 (0.22)	0.36
Ganancia media 60ms	0.93 (0.1)	0.91 (0.09)	0.94 (0.11)	0.15
Ganancia media 80ms	0.91 (0.12)	0.94 (0.12)	0.88 (0.12)	0.01*
Ganancia media 0-100ms	0.97 (0.09)	0.97 (0.09)	0.98 (0.09)	0.23
Asimetría (%)	3.46 (2.5)	3.7 (2.42)	3.21 (2.59)	0.26

VOR: *reflejo vestibulo-ocular*; HSC: *Canal semicircular horizontal*.

*Estadísticamente significativo de acuerdo a t test pareado de dos colas ($p < 0.05$).

Tabla 2. Valores normativos (intervalos \pm 2DE) para ganancia, ganancia media a 60ms y asimetría de acuerdo a la edad.

Grupo de edad (años)	Ganancia de HSC derecho	Ganancia de HSC izquierdo	Ganancia media 60 ms de HSC derecho	Ganancia media 60ms de HSC izquierdo	Asimetría (%)
20-30	0.88- 1.14	0.90-1.12	0.75-1.10	0.83-1.13	1-7
31-40	0.83-1.12	0.80-1.11	0.72-1.15	0.74-1.15	0-8.8
41-50	0.87-1.13	0.84-1.11	0.75-1.10	0.80-1.08	0.5-8.5
51-60	0.81-1.11	0.83-1.07	0.67-1.11	0.65-1.07	0.5-6.6
61-70	0.79-1.10	0.81-1.06	0.67-1.08	0.72-1.08	0.5-8
71-80	0.79-1.13	0.82-1.10	0.68-1.09	0.74-1.06	0.4-11.6

VOR: *reflejo vestibulo-ocular*; HSC: *Canal semicircular horizontal*.

Tabla 3. Comparación de promedio de ganancia del VOR entre diferentes grupos de edad (años).

	20-30 n= 28	31-40 n=26	41-50 n= 21	51-60 n= 19	61-70 n= 22	71-80 n=16	p valor
HSC derecho							
Ganancia	1 (0.08)	0.99 (0.09)	1 (0.09)	0.98 (0.1)	0.97 (0.09)	0.99 (0.1)	0.86
Ganancia media 40ms	1.16 (0.2)	1.17 (0.23)	1.13 (0.25)	1.01 (0.29)	1.07 (0.22)	1.06 (0.24)	0.18
Ganancia media 60ms	0.94 (0.10)	0.96 (0.13)	0.93 (0.11)	0.89 (0.13)	0.89 (0.11)	0.92 (0.14)	0.24
Ganancia media 80ms	0.89 (0.13)	0.86 (0.1)	0.85 (0.13)	0.88 (0.09)	0.87 (0.11)	0.85 (0.1)	0.73
Ganancia media 0-100ms	1.02 (0.08)	1.02 (0.1)	1.03 (0.11)	0.98 (0.1)	0.99 (0.09)	1.02 (0.12)	0.65
HSC izquierdo							
Ganancia	0.99 (0.07)	0.97 (0.09)	0.97 (0.08)	0.98 (0.07)	0.94 (0.08)	0.95 (0.09)	0.29
Ganancia media 40ms	0.99 (0.15)	1.07 (0.27)	0.92 (0.12)	0.94 (0.18)	0.91 (0.2)	0.92 (0.14)	0.4
Ganancia media 60ms	0.95 (0.08)	0.94 (0.11)	0.95 (0.08)	0.91 (0.12)	0.9 (0.11)	0.89 (0.1)	0.25
Ganancia media 80ms	0.97 (0.13)	0.84 (0.1)	0.92 (0.12)	0.91 (0.1)	0.9 (0.13)	0.92 (0.11)	0.005*
Ganancia media 0-100ms	0.99 (0.06)	0.98 (0.12)	0.98 (0.1)	1 (0.06)	0.93 (0.08)	0.96 (0.09)	0.16
Asimetría (%)	3.11 (2.08)	3.58 (2.82)	3.57 (2.38)	2.63 (1.89)	3.64 (2.28)	4.5 (3.5)	0.35

VOR: reflejo vestibulo-ocular; HSC: Canal semicircular horizontal.

*Estadísticamente significativo de acuerdo a ANOVA unilateral ($p < 0.05$).

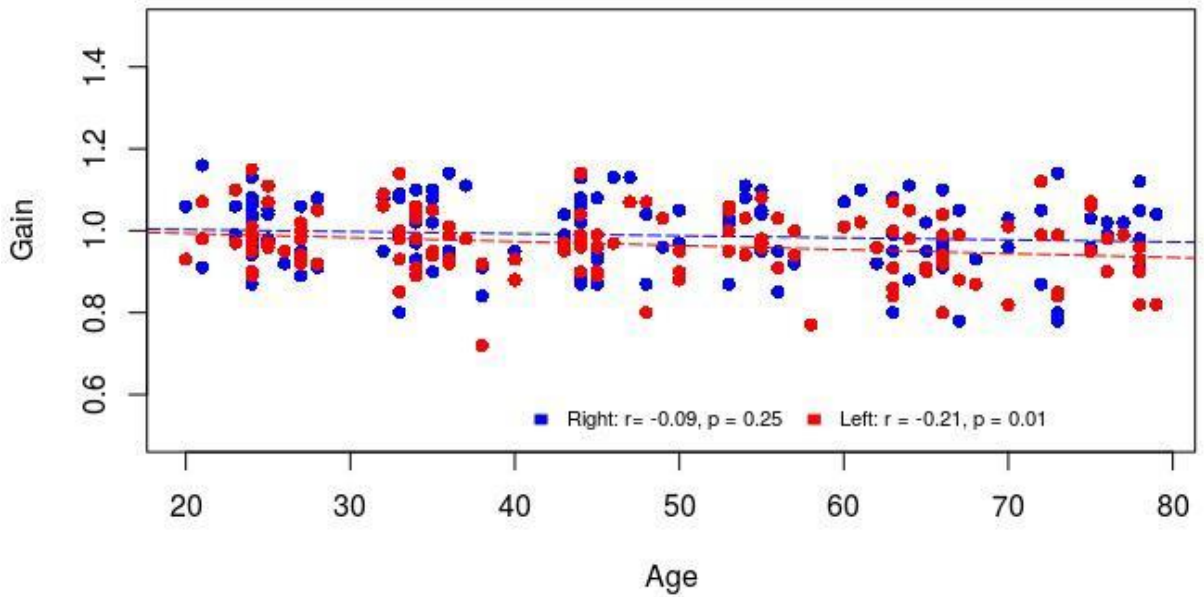


Figura 1. Diagrama de dispersión de la ganancia del reflejo vestibulo-ocular de los canales semicirculares horizontales derecho e izquierdo. Según el análisis de correlación de Pearson, existe una tendencia a una disminución de la ganancia a medida que aumenta la edad en ambos canales (línea azul y punto: lado derecho, línea roja y punto: lado izquierdo).

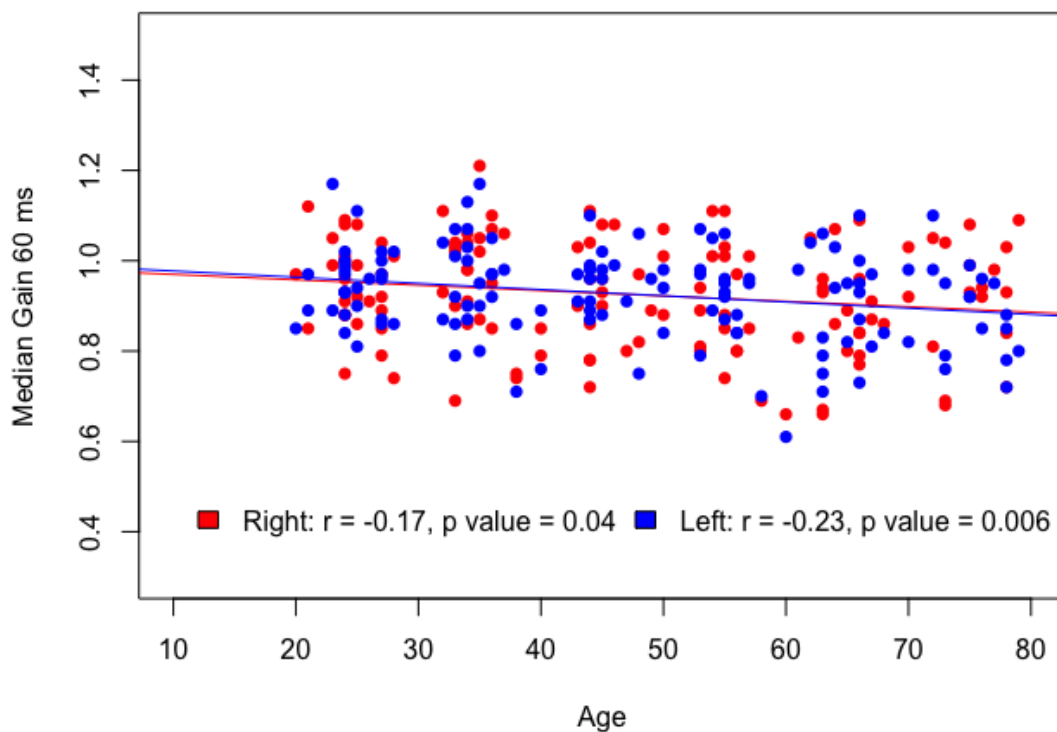


Figura 2. Diagrama de dispersión de la ganancia media a 60 ms del canal semicircular horizontal derecho e izquierdo. Según el análisis de correlación de Pearson, existe una tendencia a una disminución de la ganancia a medida que aumenta la edad en ambos canales (línea y punto rojos: lado derecho, línea azul y punto: lado izquierdo).

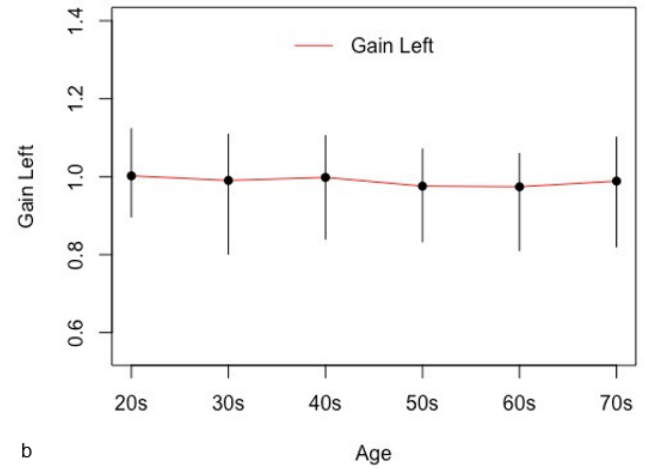
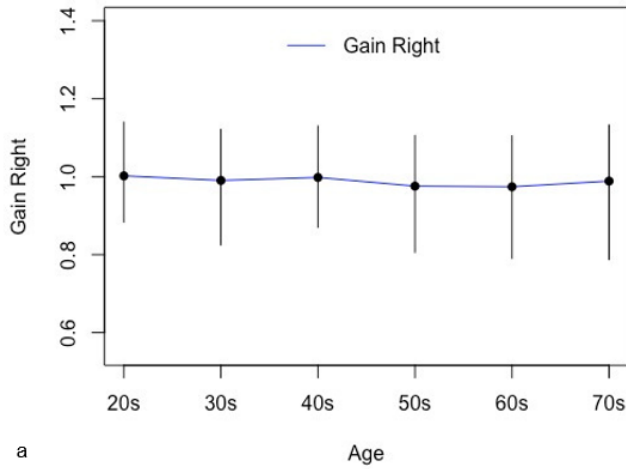


Figura 3. **a** Análisis de la ganancia del reflejo vestibulo-ocular derecho por grupos de edad, **b** Análisis de la ganancia del reflejo vestibulo-ocular izquierdo por grupos de edad.

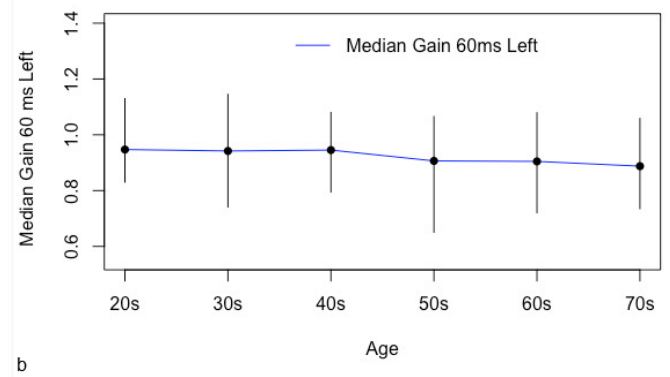
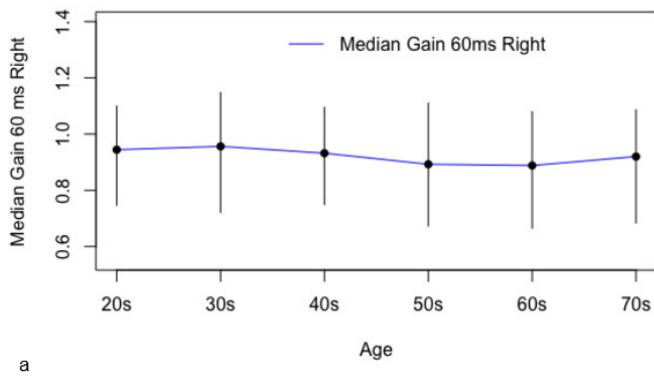


Figura 4. **a** Análisis de la ganancia media a 60ms del reflejo vestibulo-ocular derecho por grupos de edad, **b** Análisis de la ganancia media a 60ms del reflejo vestibulo-ocular izquierdo por grupos de edad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Halmagyi GM, Chen L, MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Curthoys IS. The Video Head Impulse Test. *Front Neurol*. 2017 Jun 9;8:258.
2. Blödow A, Pannasch S, Walther LE. Detection of isolated covert saccades with the video head impulse test in peripheral vestibular disorders. *Auris Nasus Larynx*. 2013 Aug;40(4):348-51.
3. Zellhuber S, Mahringer A, Rambold HA. Relation of video-head-impulse test and caloric irrigation: a study on the recovery in unilateral vestibular neuritis. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2014 Sep;271(9):2375-83.
4. MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Halmagyi GM, Curthoys IS. The video head impulse test: diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy. *Neurology*. 2009 Oct 6;73(14):1134-41.
5. Alhabib SF, Saliba I. Video head impulse test: a review of the literature. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2017 Mar;274(3):1215-1222.
6. Kim TH, Kim MB. Effect of aging and direction of impulse in video head impulse test. *Laryngoscope*. 2018 Jun;128(6):E228-E233.

7. Matíño-Soler E, Esteller-More E, Martín-Sánchez JC, Martínez-Sánchez JM, Pérez-Fernández N. Normative data on angular vestibulo-ocular responses in the yaw axis measured using the video head impulse test. *Otol Neurotol*. 2015 Mar;36(3):466-71.
8. Mossman B, Mossman S, Purdie G, Schneider E. Age dependent normal horizontal VOR gain of head impulse test as measured with video-oculography. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2015 Jul 4;44(1):29.
9. Pogson JM, Taylor RL, Bradshaw AP, McGarvie L, D'Souza M, Halmagyi GM, Welgampala MS. The human vestibulo-ocular reflex and saccades: normal subjects and the effect of age. *J Neurophysiol*. 2019 Jul 1;122(1):336-349.
10. Yang CJ, Lee JY, Kang BC, Lee HS, Yoo MH, Park HJ. Quantitative analysis of gains and catch-up saccades of video-head-impulse testing by age in normal subjects. *Clin Otolaryngol*. 2016 Oct;41(5):532-8.
11. McGarvie LA, MacDougall HG, Halmagyi GM, Burgess AM, Weber KP, Curthoys IS. The Video Head Impulse Test (vHIT) of Semicircular Canal Function - Age-Dependent Normative Values of VOR Gain in Healthy Subjects. *Front Neurol*. 2015 Jul 8;6:154.

12. Weber KP, Aw ST, Todd MJ, McGarvie LA, Pratap S, Curthoys IS, Halmagyi GM. Inter-ocular differences of the horizontal vestibulo-ocular reflex during impulsive testing. *Prog Brain Res.* 2008;171:195-8.

13. Collins CC, Carlson MR, Scott AB, Jampolsky A. Extraocular muscle forces in normal human subjects. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1981 May;20(5):652-64.

14. Agrawal Y, Schubert MC, Migliaccio AA, Zee DS, Schneider E, Lehnen N, Carey JP. Evaluation of quantitative head impulse testing using search coils versus video-oculography in older individuals. *Otol Neurotol.* 2014 Feb;35(2):283-8.

15. Weber KP, MacDougall HG, Halmagyi GM, Curthoys IS. Impulsive testing of semicircular-canal function using video-oculography. *Ann N Y Acad Sci.* 2009 May;1164:486-91.

16. Agrawal Y, Zuniga MG, Davalos-Bichara M, Schubert MC, Walston JD, Hughes J, Carey JP. Decline in semicircular canal and otolith function with age. *Otol Neurotol.* 2012 Jul;33(5):832-9.

17. Schubert MC, Migliaccio AA, Della Santina CC. Dynamic visual acuity during passive head thrusts in canal planes. *J Assoc Res Otolaryngol.* 2006 Dec;7(4):329-38.

18. Paige GD. Senescence of human visual-vestibular interactions. 1. Vestibulo-ocular reflex and adaptive plasticity with aging. *J Vestib Res.* 1992 Summer;2(2):133-51.

19. Rosenhall U. Degenerative patterns in the aging human vestibular neuro-epithelia. *Acta Otolaryngol.* 1973 Aug-Sep;76(2):208-20.

20. Bergström B. Morphology of the vestibular nerve. 3. Analysis of the calibers of the myelinated vestibular nerve fibers in man at various ages. *Acta Otolaryngol.* 1973 Nov;76(5):331-8.

