

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALENCIA
SAN VICENTE MÁRTIR**



**ESTUDIO PILOTO COMPARATIVO ENTRE LOS
RESULTADOS OBTENIDOS EN POSTUROGRAFÍA DINÁMICA
Y EL FALLSKIP EN PACIENTES CON HIPOFUNCIÓN
VESTIBULAR**

**TRABAJO FIN DE GRADO PARA OPTAR
AL TÍTULO DE
“GRADO EN MEDICINA”**

Presentado por:

María Jesús Guillén Fernández

Tutora: Dra. Luz Barona Lleó

En Valencia, a 11 de mayo de 2021

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora, la Dra. Luz Barona, por dirigir este trabajo en un año especialmente difícil con tanta paciencia y dedicación, y por enseñarme en el hospital el día a día de una especialidad tan bonita.

A la Universidad Católica de Valencia, por darme una oportunidad y formarme como médico, pero también por permitirme conocer a profesores y compañeros que me han enseñado mucho más que medicina.

A Alberto, por explicarme pacientemente la estadística todos los cursos.

A Elke, por dejarme siempre ese huequito en su mesa.

A Pepe y a Fer, por venir a abrazarme cada vez que ha hecho falta y saber tranquilizarme y hacerme reír. Guardo los post-it con consejos para el MIR.

A Jesús, por coger un remo por mí y apoyarme con tanta paciencia durante todos estos años. Tienes mucho que ver con que lo haya conseguido.

A mis padres, por sus “Querida María a los...” y sus “te recojo cuando acabes de estudiar”. Por enseñarme la importancia del esfuerzo y por confiar en que lo haría bien. Ya casi.

A mi abuela, por rezar por mí y considerarme doctora desde primero. Y a mi abuelo, mi “querido colega”, por transmitirme sus libros y su amor por la medicina. Has sido mi ejemplo a seguir.

ÍNDICE

1. RESUMEN	9
2. INTRODUCCIÓN	11
2.1. ANATOMÍA DEL OÍDO	11
2.1.1. Oído externo	11
2.1.2. Oído medio	12
2.1.3. Oído interno	14
2.1.3.1. <i>Laberinto anterior</i>	15
2.1.3.2. <i>Laberinto posterior</i>	15
2.2. SISTEMAS IMPLICADOS EN EL EQUILIBRIO	17
2.2.1. Laberinto vestibular	17
2.2.2. Sensibilidades posicionales	19
2.2.3. Sistema visual	20
2.2.4. Tronco del encéfalo	20
2.2.5. Cerebelo	21
2.2.6. Corteza cerebral	21
2.3. VÉRTIGO	22
2.4. EXPLORACIÓN DEL PACIENTE CON ALTERACIONES DEL EQUILIBRIO	23
2.4.1. Anamnesis	23
2.4.2. Exploración clínica	24
2.4.2.1. <i>Exploración oculomotora</i>	24
2.4.2.2. <i>Exploración espinal</i>	26
2.4.3. Exploración audiológica	27
2.4.4. Pruebas calóricas	28
2.4.5. Prueba rotatoria	29
2.4.6. Pruebas oculomotoras	29
2.4.7. Video head impulse test	30
2.4.8. Potenciales vestibulares miogénicos (VEMPs)	30
2.4.9. Posturografía Dinámica Computerizada	30
2.4.10. Sistema FallSkip®	31
2.5. MANEJO TERAPÉUTICO DEL VÉRTIGO	33
2.6. IMPORTANCIA DE ESTE TRABAJO	33
3. HIPÓTESIS	34
4. OBJETIVOS	34
5. MATERIAL Y MÉTODOS	34

5.1. DISEÑO Y PARTICIPANTES DEL ESTUDIO	34
5.2. MATERIAL Y MÉTODOS	35
5.3. ESTUDIO ESTADÍSTICO	38
6. RESULTADOS	38
7. DISCUSIÓN	40
8. CONCLUSIONES	46
9. BIBLIOGRAFÍA	47
10. TABLAS Y FIGURAS	55
10.1. TABLAS	55
10.2. FIGURAS	55
11. ANEXOS	56

1. RESUMEN

Objetivos: La hipofunción vestibular tiene una elevada prevalencia, y la inestabilidad que presentan estos pacientes puede limitar su calidad de vida, al generar dificultad en la deambulación y caídas. En este estudio se pretende comparar los resultados obtenidos de la valoración de la estabilidad de un grupo de pacientes con hipofunción vestibular mediante posturografía dinámica con el riesgo de caída de los mismos, medido mediante el sistema FallSkip®. Además, se quiere averiguar si presentan mayor riesgo de caída que la población general.

Material y métodos: Estudio piloto observacional analítico de corte transversal. Se seleccionaron 12 pacientes con hipofunción vestibular uni o bilateral de la Clínica Barona (Hospital Casa de Salud, Valencia, España), y se les realizó una otoscopia y una exploración vestibular clínica, seguidos de una prueba calórica (con videonistagmografía) que confirmó el déficit vestibular. Posteriormente fueron remitidos al Centro Otoneurológico (Valencia), donde se efectuó la Posturografía Dinámica, y finalmente se midió su riesgo de caídas mediante el sistema FallSkip®. El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el Test Exacto de Fisher.

Resultados: No se obtuvieron resultados estadísticamente significativos al comparar los resultados obtenidos mediante posturografía dinámica con los del sistema FallSkip®.

Conclusión: No podemos afirmar que los pacientes con hipofunción vestibular tengan un riesgo de caída aumentado, pero parece que los datos obtenidos respaldan esa hipótesis, animando a continuar investigando en esta línea. También se anima a usar FallSkip® en las consultas de otorrinolaringología, puesto que puede facilitar el estudio personalizado de pacientes con inestabilidad.

Palabras clave: Vértigo, pruebas de función vestibular, equilibrio postural, accidentes por caídas, teléfono inteligente.

ABSTRACT

Objectives: Vestibular hypofunction has a high prevalence, and the instability that these patients present can limit their quality of life, causing difficulty in ambulation and falls. The aim of this study is to compare the results obtained from the evaluation of the stability of a group of patients with vestibular hypofunction by dynamic posturography with their risk of falling, measured by the FallSkip® system. Besides, it is intended to find out if they have a higher risk of falling than the general population.

Methods: Cross-sectional analytical observational pilot study. Twelve patients with uni or bilateral vestibular hypofunction were selected from the Barona Clinic (Hospital Casa de Salud, Valencia, Spain), and an otoscopy plus a clinical vestibular examination were performed, followed by a caloric test (with videonystagmography) that confirmed the vestibular disease. Later, they were referred to the Otoneurological Center (Valencia), where the Dynamic Posturography was performed, and finally their risk of falls was measured with FallSkip® system. Statistical analysis of the data was performed using Fisher's Exact Test.

Results: There were no statistically significant results obtained by comparing the results of the dynamic posturography with those of the FallSkip® system.

Conclusion: We cannot say that patients with vestibular hypofunction have an increased risk of falls, but it seems that the data we obtained supports this hypothesis, encouraging further research in this line. Also, we encourage the use of FallSkip® system in otolaryngology, as it can ease the personalized study of patients with instability.

Key words: Vertigo, vestibular function tests, postural balance, accidental falls, smartphone.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. ANATOMÍA DEL OÍDO

El sentido de la audición y el equilibrio son funciones realizadas por el oído. Este se encuentra contenido en el hueso temporal, y se divide en tres partes: oído externo, medio e interno ¹.

2.1.1. Oído externo

El oído externo está formado por la oreja o pabellón auricular y por el conducto auditivo externo o CAE ¹.

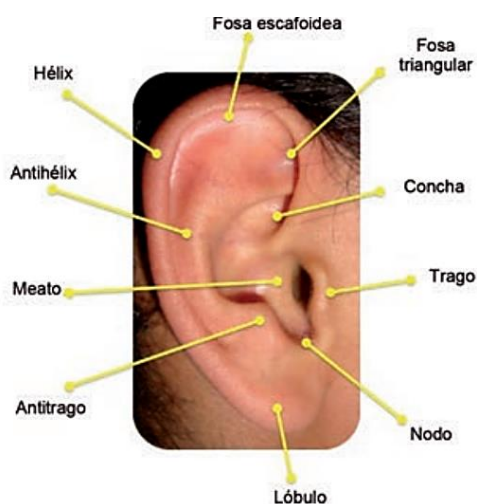
La oreja, a su vez, consta de diversos relieves anatómicos, que aparecen reflejados en la Figura 1.

Su irrigación depende de varias ramas de la carótida externa, concretamente, de la arteria temporal superficial, la arteria auricular posterior y la arteria occipital ¹. En cuanto a su inervación, corre a cargo del nervio aurículo-temporal, del plexo cervical y de la rama auricular del nervio facial o VII par craneal ¹.

El conducto auditivo externo va desde la oreja hasta el tímpano, con un trayecto que tiene forma de “S” itálica y un revestimiento cutáneo con muy poco tejido celular subcutáneo. Su tercio exterior es cartilaginoso, y cuenta con pelos y glándulas sebáceas, sudoríparas y ceruminosas; mientras que sus dos tercios internos están formados por el hueso temporal y el hueso timpánico, por lo que reciben el nombre de *pars ossea* ³. Lo inervan ramas del plexo cervical y ramas de los pares craneales V (nervio trigémino), VII (nervio facial) y X (nervio vago) ¹. Entre estos, cabe destacar que la rama auricular del nervio facial alcanza la *zona de Ramsay Hunt*, la cual comprende la pared posterior del CAE y del tímpano, así como la concha de la oreja y la raíz del antehélix ³.

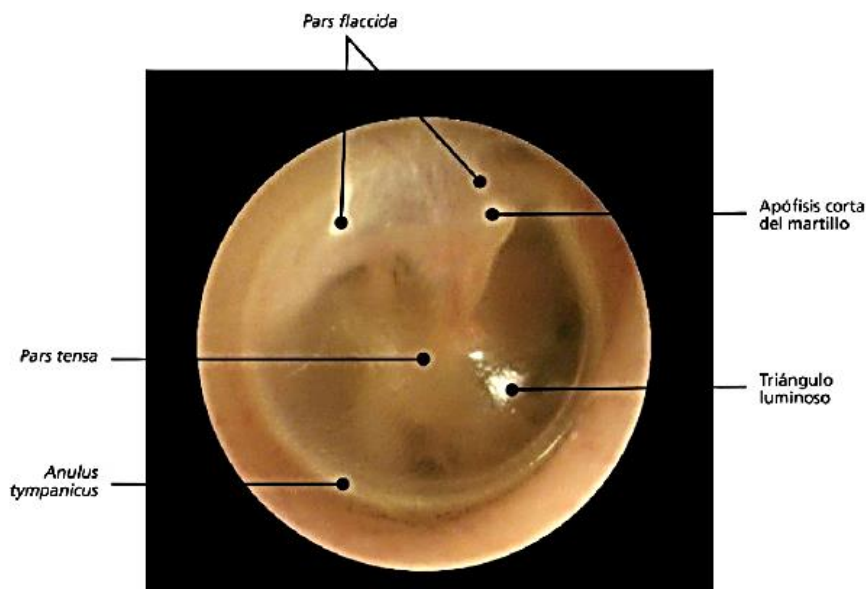
El CAE termina en la membrana timpánica (Figura 2), que lo comunica con el oído medio. Esta consta de dos partes: la inferior o *pars tensa*, delimitada mediante el ligamento

Figura 1. Relieves anatómicos de la oreja ².



anular de Gerlach, con el que se inserta en el hueso temporal; y la *pars flácida*, menos elástica y resistente, que se inserta por arriba en el hueso temporal y por abajo en el ligamento anular. Al ser una membrana translúcida, a través de ella se marca el inicio de la cadena de huesecillos del oído medio ³.

Figura 2. Tímpano normal ³.



2.1.2. Oído medio

El oído medio consiste en una cavidad neumatizada excavada en el hueso temporal que consta de tres partes intercomunicadas: la caja del oído medio o caja timpánica, la trompa de Eustaquio y la mastoides ³.

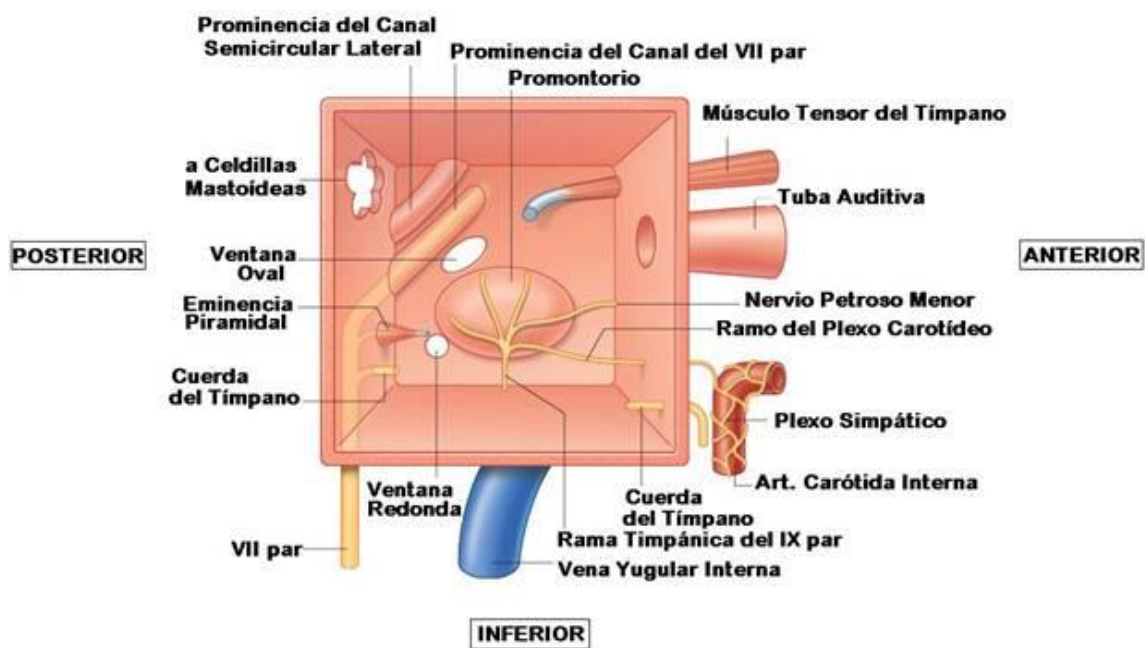
La trompa de Eustaquio se encuentra situada anteriormente a la caja del tímpano. En condiciones fisiológicas, tiene una luz virtual, que pasa a ser real al deglutir debido a la contracción de los músculos periestafilinos ³, permitiendo así que se equiparen presiones dentro y fuera de la caja del tímpano para que esta no se rompa. Además, se encarga de mantener la aireación y de drenar secreciones ¹. Se encuentra completamente tapizada por una mucosa respiratoria de epitelio cilíndrico ciliado, pero su composición anatómica difiere en el tercio superior, que es de hueso, de los dos tercios inferiores, que son de composición cartilaginosa ³.

Por detrás de la caja timpánica y comunicada con ella por el *additus ad antrum* se encuentra la mastoide. Esta posee unas zonas compactas y otras llamadas celdillas o zona esponjosa³, que son cavidades neumáticas revestidas de mucosa con epitelio plano o cúbico¹. Entre ellas, destaca el antro mastoideo.

De la mastoide cabe destacar sus relaciones anatómicas, ya que cerca de ella se sitúan las meninges, el laberinto posterior, el seno lateral y el nervio facial, lo que explica las posibles complicaciones de las infecciones del oído medio³.

Finalmente, la caja del oído medio o caja del tímpano es la que ocupa la parte central del oído medio. Tiene 6 paredes con complejas relaciones anatómicas¹, que aparecen representadas en la Figura 3.

Figura 3. Relaciones anatómicas de la caja del oído medio⁴.

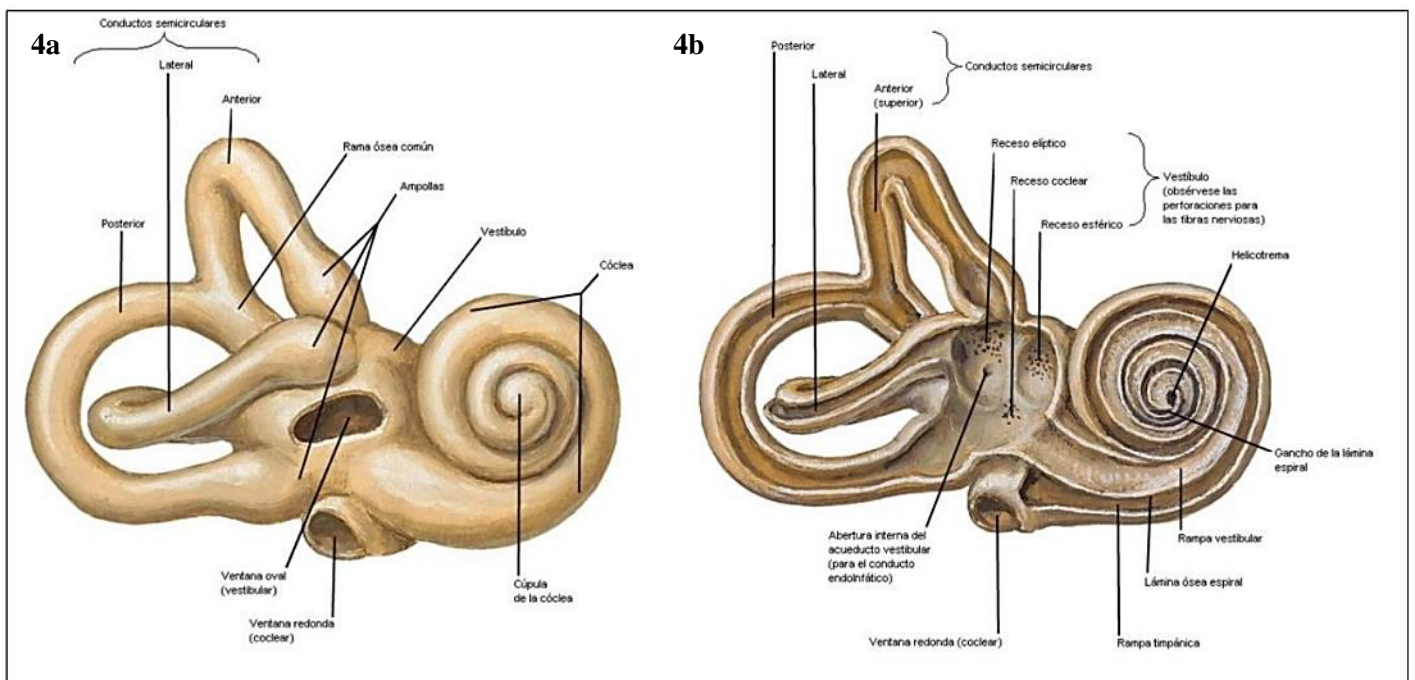


En el interior de la caja timpánica se encuentra la cadena osicular, formada por el martillo, el yunque y el estribo¹. Este último se articula con la ventana oval, a través de la cual pasa la vibración del sonido al oído interno.

2.1.3. Oído interno

Se encuentra ubicado en el interior del peñasco o hueso temporal. El oído interno se divide en anterior o coclear, que es aquel que alberga los órganos destinados a la audición; y posterior o vestibular, donde se encuentran los órganos del equilibrio⁵. Ambas constan de una serie de cavidades excavadas que constituyen la parte ósea, y de una parte membranosa que divide dichas cavidades (Figura 4).

Figura 4. Estructura del oído interno. **4a:** Laberinto óseo; **4b:** Laberinto membranoso⁶.



Además, el oído interno contiene dos líquidos diferentes. El primero, la perilinfa, se encuentra entre ambos laberintos, y es de composición similar al líquido cefalorraquídeo y a los líquidos extracelulares. El segundo es la endolinfa, contenida en el interior del laberinto membranoso, y cuya composición se asemeja más a la de los líquidos intracelulares¹.

Su irrigación depende de la arteria auditiva interna o rama laberíntica de la arteria cerebelosa anterioinferior (AICA), que en un pequeño porcentaje de los casos puede originarse en la arteria cerebelar superior o en la arteria basilar¹. También interviene la arteria estilomastoidea, una rama de la arteria petrosa que da irrigación al nervio facial¹.

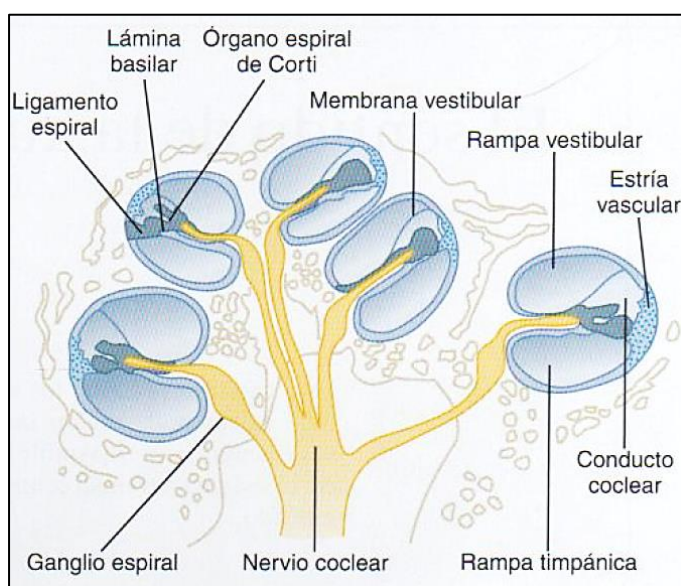
2.1.3.1. Laberinto anterior

El laberinto óseo anterior está formado por la cóclea, un órgano hueco de forma troncocónica que asciende con trayectoria espiral alrededor de su esqueleto central, llamado columela⁵. Su interior se encuentra subdividido en la rama vestibular, el conducto coclear o rama media y la rama timpánica (Figura 5).

La rama vestibular contacta con la ventana oval, que es presionada por el estribo en respuesta al sonido, mientras que la rama timpánica tiene su base en la ventana redonda. Ambas contactan en el helicotrema, que es el vértice de la cóclea¹.

En cuanto al conducto coclear, lo delimitan la membrana de Reissner, la membrana basilar y la lámina espiral, y la pared lateral de la cóclea. En su interior se halla el órgano de Corti, que es el órgano encargado de la audición¹.

Figura 5. Anatomía de la cóclea⁷.



2.1.3.2. Laberinto posterior

El laberinto posterior consta de dos partes: el vestíbulo, que contiene el sáculo y el utrículo; y los conductos semicirculares.

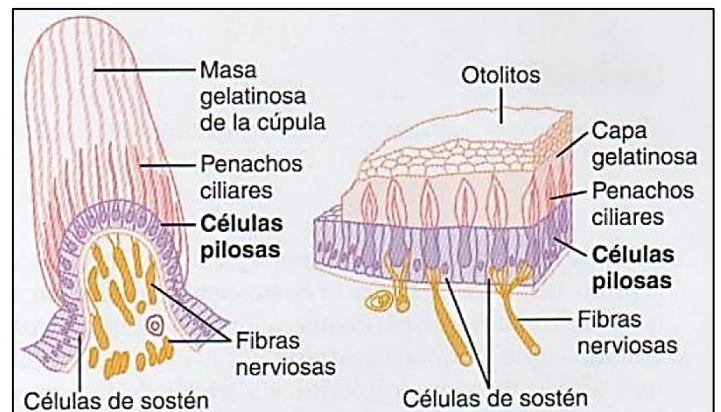
El vestíbulo es la parte central del laberinto. Se comunica anteriormente con la rama vestibular de la cóclea, y por la parte ínfero-posterior, con el orificio ampollar del conducto semicircular posterior. En su pared superior se encuentra el orificio ampollar del conducto semicircular superior y el de la rama común o *crus communis*; en la pared externa los orificios de las ventanas oval y redonda, y los dos del conducto semicircular horizontal o externo; y en su cara interna muestra múltiples perforaciones para la salida de los filetes nerviosos que formarán la rama vestibular del nervio vestibulococlear, además de

comunicarse con el fondo del conducto auditivo interno (CAI) y con el inicio del acueducto del vestíbulo ⁵.

En su interior se encuentran el sáculo, que conecta con el laberinto membranoso anterior mediante el *ductus reuniens* o conducto sáculo-coclear ¹; y el utrículo, en el que desembocan los conductos semicirculares. Ambas estructuras se mantienen unidas entre sí mediante un sistema de tubos encargado del drenaje de endolinfa ⁵.

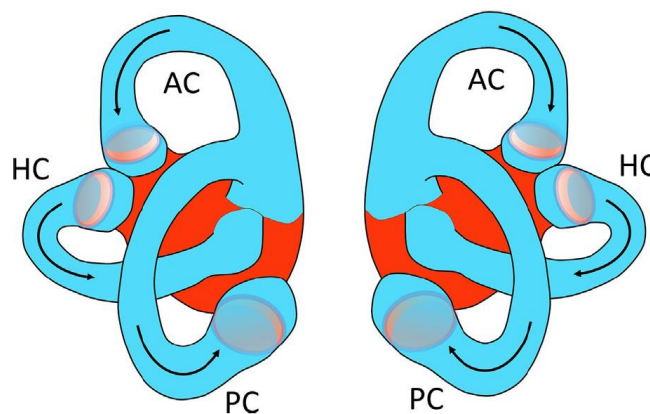
En ellas se encuentra una organización de elementos neurosensoriales conocidos como las máculas del utrículo y del sáculo (Figura 6). Su base la forman una serie de células de sostén que alojan los cuerpos de las neuronas sensoriales, sobre cuyos cilios se sostiene la membrana otolítica, una densa capa formada por mucopolisacáridos y pequeños cristales de carbonato cálcico que reciben el nombre de otolitos ⁵.

Figura 6. Organización de la cresta ampular y la mácula del utrículo ⁸.



Conectando con el vestíbulo se encuentran los conductos semicirculares, distribuidos en los tres planos del espacio: superior, posterior y lateral (Figura 7) ¹.

Figura 7. Vista posterior de ambos laberintos vestibulares ⁹.



HC: Canal horizontal; PC: Canal posterior; AC: Canal anterior. Las flechas indican la dirección de rotación (máxima sensibilidad) de cada canal.

El conducto semicircular superior se junta en la rama común con la terminación no ampollar del posterior. Este, por su parte, se dirige hacia atrás para luego curvarse hacia delante y abajo y acabar en el vestíbulo mediante su desembocadura ampollar. Finalmente, el conducto semicircular externo o lateral forma un ángulo de 30° respecto al plano horizontal del suelo, estando el individuo de pie, y proyecta un relieve sobre el conducto timpanomastoideo conocido como *aditus ad antrum* ⁵.

El laberinto posterior membranoso se encuentra dentro de estos conductos óseos, y posee el mismo nombre. Cada uno de estos conductos posee en su región anterior un ensanchamiento denominado cresta ampollar, que consta de los cuerpos de neuronas sensoriales ciliadas alojados entre células de sostén y de la llamada cúpula, formada por una sustancia gelatinosa que envuelve los somas neuronales ⁵.

2.2. SISTEMAS IMPLICADOS EN EL EQUILIBRIO

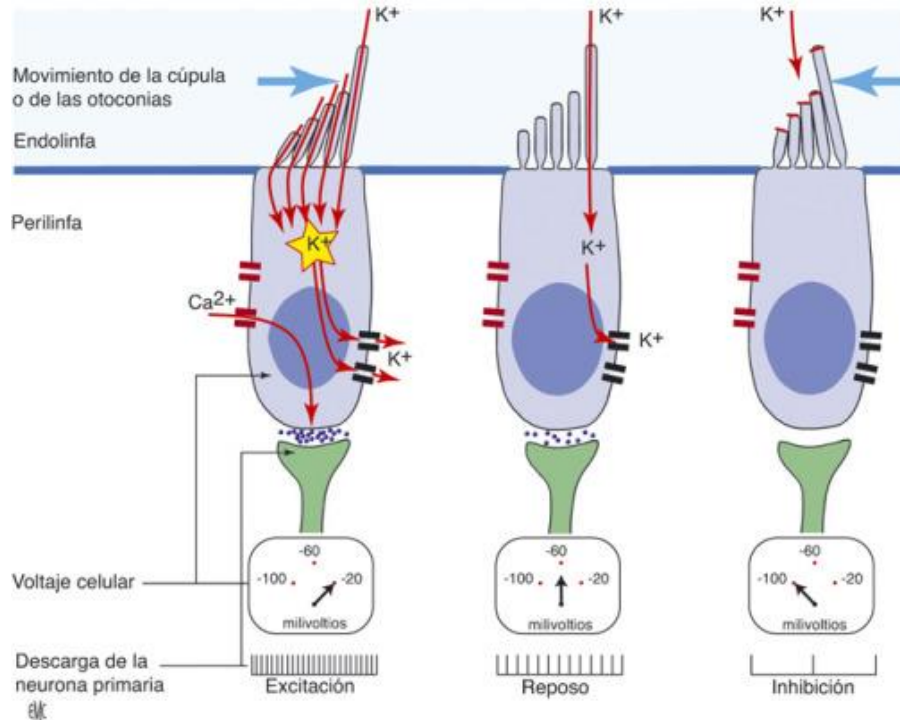
2.2.1. Laberinto vestibular

El laberinto vestibular se encarga de detectar los movimientos de la cabeza para compensarlos y mantener así estables la visión y la postura ¹⁰.

Los movimientos giratorios generan corrientes endolinfáticas de inercia que estimulan las neuronas sensoriales de los canales semicirculares ⁵. La corriente flexiona los cilios, generando corrientes de calcio y potasio al interior de las células ciliadas vestibulares, y en función de la dirección del movimiento se producirá excitación o inhibición (Figura 8) ⁵.

Además, cada vez que se produce un giro cefálico brusco, los conductos semicirculares envían señales para hacer que los ojos roten en una dirección igual pero opuesta a la suya, permitiendo así mantener una imagen estable sobre la retina. Esto deriva de los reflejos transmitidos a través de los núcleos vestibulares del troncoencéfalo y del fascículo longitudinal medial, que va desde el cerebelo hacia los núcleos oculomotores ⁸.

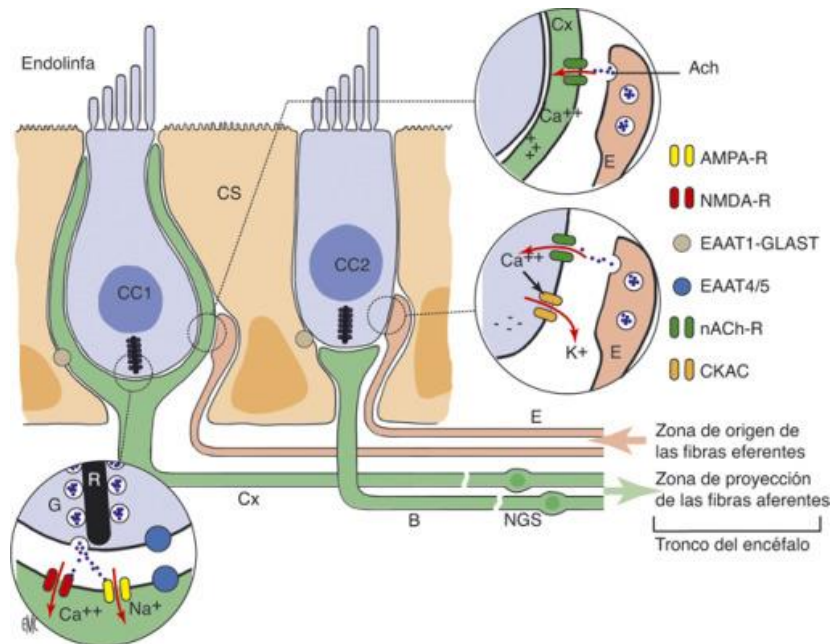
Figura 8. Transducción mecanoeléctrica de la aceleración recibida por la cabeza ¹¹.



Por otro lado, los movimientos de desplazamiento lineal y de gravitación son captados por las máculas del utrículo y el sáculo ⁵ (en el plano horizontal por la primera y en el plano vertical por la segunda). Se produce una estimulación mediante las variaciones de presión de los otolitos sobre las células ciliadas que variará según la posición de la cabeza ¹⁰, y esos “patrones” de estimulación comunicarán al encéfalo la posición de la cabeza con respecto a la fuerza de gravedad y si se está produciendo algún tipo de aceleración lineal ⁸.

Toda esta información nerviosa se transmite a través del nervio vestibulococlear o VIII par craneal, que comienza con los filetes nerviosos procedentes de los receptores del laberinto posterior, los cuales perforan la cara interna del vestíbulo y forman la rama vestibular de dicho nervio (Figura 9) ⁵. La primera neurona de esta vía vestibular se encuentra en el ganglio de Scarpa, y continuará hacia los núcleos vestibulares del tallo, en el piso del IV ventrículo, para hacer sinapsis con la segunda neurona ¹⁰.

Figura 9. Sinapsis vestibulares ¹¹.



CC1: célula ciliada de tipo 1; CC2: célula ciliada de tipo 2; Cx: terminación aferente en cáliz; B: terminación aferente en botón; NGS: neuronas primarias del ganglio de Scarpa; E: fibras eferentes; CS: célula de sostén; C: cinta presináptica; G: glutamato; AMPA-R: receptor glutamatérgico de tipo AMPA; NMDA-R: receptor glutamatérgico de tipo NMDA; EAAT4/EAAT5: transportadores de glutamato; EAAT1-GLAST: transportador del glutamato expresado por las CS; ACh: acetilcolina; nAChR: receptores colinérgicos de tipo nicotínico; CKAC: canal de potasio activado por el calcio. Zona de proyección de las fibras aferentes: núcleos vestibulares del tronco del encéfalo; zona de origen de las fibras eferentes: próxima al núcleo abducens en el tronco del encéfalo.

Dado que en el equilibrio hay más sistemas implicados, existen conexiones con otras partes del sistema nervioso (como los núcleos oculomotores, la vía espinal, el X par craneal o nervio vago, las fibras propioceptivas cervicales y el cerebelo ¹²), de manera que los sistemas nerviosos pertinentes activarán los músculos posturales necesarios para mantener el equilibrio adecuado ⁸.

2.2.2. Sensibilidades posicionales

El conocimiento de la posición depende de la información sobre el grado de angulación de todas las articulaciones en cualquiera de sus planos y sus velocidades de cambio ¹¹.

Esto supone que habrá múltiples tipos de receptores encargados de determinar esa angulación articular y, con ella, la sensibilidad posicional. Intervienen receptores táctiles cutáneos, así como receptores profundos cercanos a las articulaciones, cobrando mayor o menor trascendencia unos u otros en función de la articulación en cuestión ¹³.

La información que aportan estos receptores se procesa en la vía de la columna dorsal-lemnisco medial. Entre las neuronas talámicas algunas se estimulan cuando la articulación se halla en rotación máxima, mientras que otras lo hacen cuando está en rotación mínima. De este procesamiento se derivan dos subtipos de sensibilidad posicional: estática, que supone la percepción consciente de la orientación de las diferentes partes del cuerpo unas respecto a otras; y dinámica o cinestesia, que es la percepción del movimiento ¹³.

2.2.3. Sistema visual

La vista aporta un análisis de la posición tridimensional, forma y movimiento de los objetos que aparecen en el campo visual; de la orientación de las líneas y los bordes; y de si existe algún tipo de desplazamiento de las mismas a lo largo del campo visual ¹⁴.

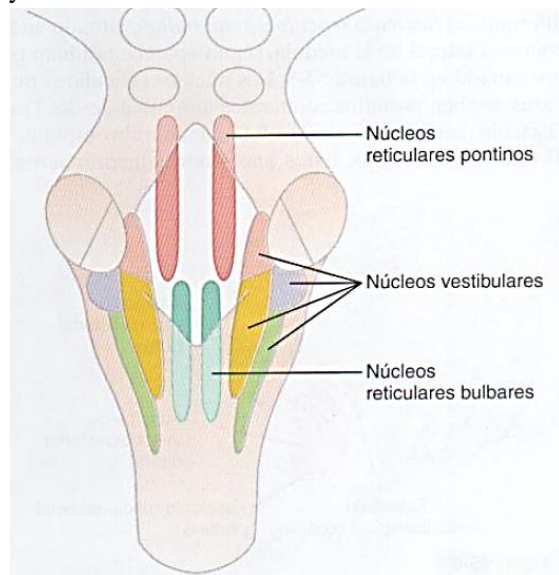
Las señales nerviosas visuales viajan desde la retina hasta la corteza visual primaria, que se encuentra en el lóbulo occipital medial del encéfalo. Previamente sinaptan en el núcleo geniculado lateral dorsal del tálamo, y también se producen conexiones con el mesencéfalo y la base del prosencéfalo ¹³. Esto supone que cualquier ligero movimiento del cuerpo desplaza al instante las imágenes visuales de la retina, y esta información se traslada inmediatamente hasta los centros del equilibrio ⁸, de manera que un paciente con destrucción del aparato vestibular y/o la pérdida de la mayoría de la información propioceptible del cuerpo puede conservar un equilibrio casi normal mientras sus ojos permanezcan abiertos ¹⁴.

2.2.4. Tronco del encéfalo

El tronco del encéfalo consta, de craneal a caudal, del mesencéfalo, la protuberancia o puente, y el bulbo raquídeo. Contiene núcleos sensitivos y motores que desempeñan funciones espinales, pero también se encarga de muchas funciones de control espacial, entre las que se encuentra el equilibrio (Figura 10) ⁸.

Destacan los núcleos vestibulares, que excitan selectivamente a los músculos antigravitatorios en respuesta a las señales procedentes del aparato vestibular para mantener el equilibrio. De ellos se envían señales a la médula espinal y a los núcleos reticulares pontinos y bulbares, que excitan e inhiben respectivamente los músculos antigravitatorios ⁸.

Figura 10. Localización de los núcleos reticulares y vestibulares en el tronco del encéfalo ⁸.



2.2.5. Cerebelo

Al cerebelo llegan fibras con información vestibular. Algunas de ellas se dirigen directamente a los núcleos del fastigio, la úvula y el lóbulo floculonodular, mientras que otras vienen de neuronas de segundo orden que han realizado sinapsis con los núcleos vestibulares del tronco del encéfalo ⁸.

Los lóbulos floculonodulares se ocupan de las señales que proceden de los canales semicirculares, es decir, del equilibrio dinámico; y la úvula cerebelosa hace lo propio con el equilibrio estático ⁸.

2.2.6. Corteza cerebral

El fascículo longitudinal medial y los fascículos reticulares envían aferencias a una zona de la corteza que se encuentra en el lóbulo parietal, en la profundidad del surco lateral al lado opuesto del área auditiva situada en la circunvolución temporal superior. Esta corteza recibe impulsos que informan al psiquismo de cómo se encuentra el equilibrio corporal ⁸.

2.2.7. Propioceptores cervicales

El aparato vestibular detecta la orientación y el movimiento solo de la cabeza, pero los centros nerviosos precisan también información sobre su orientación con respecto al propio cuerpo. Esa información la aportan los propioceptores del cuello y el tronco directamente

hasta los núcleos vestibulares y reticulares del tronco encéfalo, e indirectamente a través del cerebelo ⁸.

2.3. VÉRTIGO

La palabra “vértigo” viene del latín “vertere”, que significa “dar la vuelta”. Consiste en una sensación alterada de la orientación espacial, o una sensación errónea de desplazamiento que impide o altera la deambulaci3n ¹³.

Se trata de un sntoma que se presenta cuando existe incongruencia o asimetría en la informaci3n que recibe el cerebro de los 3rganos vestibulares, el sistema visual, o el propioceptivo, o bien de su integraci3n en el cerebelo ¹⁶, es decir, cuando se presenta una alteraci3n del equilibrio. Su etiología m3s frecuente es la vestibular, pero tambi3n pueden producirlo patologías neurol3gicas, endocrinol3gicas, vasculares, etc..., lo que lo convierte en uno de los motivos de consulta m3s frecuente ¹⁵, y de ah3 la importancia de su exploraci3n.

En funci3n de sus característic3s, se pueden distinguir tres tipos de vértigo (Tabla 1): central, perif3rico y mixto, que se presenta como un vértigo de característic3s centrales sobre el cual aparece y se superpone un vértigo perif3rico ¹⁵.

Tabla 1. Diferencias clínicas entre vértigo perif3rico y central ¹⁶.

VÉRTIGO	CENTRAL	PERIFÉRICO
Inicio	Lento	Brusco
Sntoma	Inestabilidad	Movimiento (giratorio)
Duraci3n	Variable	Corta (latencia y agotable)
Evoluci3n	Progresiva	Única o epis3dica
Sntomas asociados	Neurol3gicos	Otol3gicos, vegetativos...
Proporcionalidad del nistagmo	Desproporcionado	Proporcionado con el vértigo

En la Tabla 2 aparecen algunas de las patologías que m3s frecuentemente causan un tipo u otro de vértigo.

Tabla 2. Causas de vértigo periférico y central ¹⁶.

VÉRTIGO PERIFÉRICO	VÉRTIGO CENTRAL
Vértigo postural paroxístico benigno	Insuficiencia vertebrobasilar
Vestibulopatía recurrente	Migraña
Neuritis vestibular y laberintitis	Schwannoma acústico
Enfermedad de Ménière	Otros tumores del ángulo pontocerebeloso
Ototoxicidad	Traumatismo craneoencefálico
Fístula perilinfática	Esclerosis múltiple y enfermedades desmielinizantes
Síndrome de canal superior dehiscente	Malformación de Arnold-Chiari
Contusión laberíntica y barotrauma	Accidente vascular cerebral, isquemia

2.4. EXPLORACIÓN DEL PACIENTE CON ALTERACIONES DEL EQUILIBRIO

2.4.1. Anamnesis

La anamnesis es en muchas ocasiones el único arma disponible para el diagnóstico, ya que en la mayoría de los casos el paciente se atiende en una fase intercrítica de la enfermedad, cuando no hay crisis de vértigo y no se detecta ningún trastorno del equilibrio. Esto supone que hasta un 60% de los pacientes atendidos por estos motivos tienen una exploración complementaria completamente normal ¹⁷.

Cobra especial importancia el interpretar correctamente el lenguaje del enfermo, con objeto de saber exactamente lo que quiere expresar. Los principales datos que se pretende obtener son los siguientes ¹⁷:

- ¿Existe sensación de movimiento?: Indicará asimetría entre la función vestibular de ambos oídos, o una mala adecuación de la misma a la situación del paciente.
- Tiempo de evolución: Orientará el diagnóstico hacia diferentes etiologías.
- Provocación de los síntomas: Que las crisis aparezcan espontáneamente o al mover la cabeza habla a favor de un vértigo posicional, mientras que si se desencadenan al ponerse el paciente de pie tras estar tumbado indica un cuadro ortostático.
- Duración de las crisis: Probablemente sea uno de los datos más importantes para conducir el diagnóstico.
- Síntomas asociados: Se debe preguntar tanto por síntomas auditivos como neurológicos.

- Antecedentes: Es fundamental saber si el paciente padece alguna patología, así como la medicación que toma, especialmente en pacientes ancianos.

Así, con la realización de una historia clínica pormenorizada que se apoye en una adecuada exploración física, se puede establecer clínicamente el diagnóstico para más del 75-80% de lesiones vestibulares periféricas ¹⁸.

2.4.2. Exploración clínica

Acompañando a la anamnesis se debe realizar siempre una exploración clínica para valorar la respuesta motora que se elabora con a la información proporcionada por los sistemas vestibular, visual y somatosensorial. Esta consta de dos partes: exploración oculomotora y exploración espinal ¹⁷.

2.4.2.1. Exploración oculomotora

La exploración oculomotora busca posibles asimetrías en los movimientos oculares cuando no debería haberlas. Esta exploración puede hacerse de forma estática y de forma dinámica ¹⁷.

La exploración estática valora la alineación de los ejes oculares mediante un test de oclusión alternante o *skew test* (Figura 11), que en caso de ser positivo indicaría más probablemente un proceso central, y si el paciente presenta nistagmo espontáneo ¹⁷. Esto es un movimiento rítmico y tónico-clónico de ambos ojos que se produce por una asimetría en la información que envían ambos laberintos posteriores ¹⁹; si bien también puede presentarse en lesiones centrales, en cuyo caso se suele acompañar de sintomatología neurológica ¹⁸.

Figura 11. Skew Test ²⁰.



Inicialmente se debe explorar el nistagmo con fijación visual, anotando sus características e intensidad. Posteriormente se explora eliminando esa fijación, para lo cual se utilizan elementos como las gafas de Fenzel, la oftalmoscopia o simplemente pedirle al

paciente que cierre los ojos. En caso de que la causa sea una lesión vestibular periférica al eliminar la fijación visual el nistagmo aumentará de intensidad y amplitud ¹⁷. Otros datos que apoyan que el origen del nistagmo es periférico es que el movimiento de los ojos sea horizontal y rotatorio, con un componente lento producido por el estímulo laberíntico y otro rápido mediante el cual el sistema sacádico pretende recuperar la posición de visión al frente ¹⁹.

En cuanto a la exploración dinámica, consta de varias pruebas con las que se puede provocar la aparición del nistagmo ¹⁷:

- Prueba de Halmay o *Head impulse Test*.
- Prueba de Moritz o *Head Shaking Nystagmus*.
- Pruebas de sensibilidad a la gravedad:
 - Maniobra de Dix-Hallpike y del decúbito lateral.
 - Maniobra de McClure.
- Sensibilidad a otros estímulos:
 - Cambios de presión: Prueba de la fístula.
 - Sonido: fenómeno de Tullio.
- Ganancia del Reflejo Vestíbulo-Ocular:
 - Agudeza visual dinámica, test de la E dinámica ilegible (DIE-test).
 - Prueba de lectura.

Además, para que la exploración oculomotora sea completa se deben explorar otros movimientos oculares que no son de origen vestibular, pero pueden ayudar al diagnóstico, como el seguimiento visual, la vergencia, las sacadas de búsqueda, la fijación y el nistagmo optocinético ¹⁷.

2.4.2.2. Exploración espinal

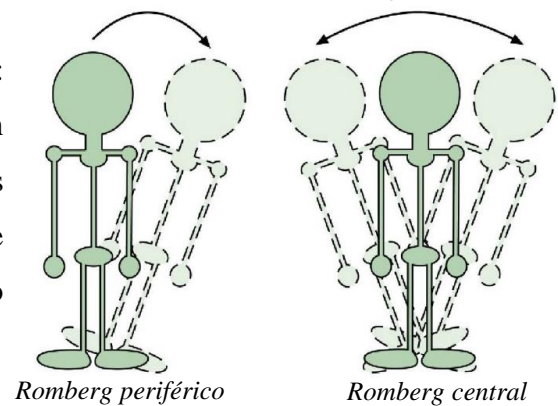
Con la exploración espinal se busca comprobar si el paciente puede mantener la postura en condiciones habituales. Al igual que la exploración oculovestibular, consta de pruebas estáticas y pruebas dinámicas ¹⁷.

Las pruebas estáticas son:

- Observación de la actitud del paciente en reposo y la posición de la cabeza, ya que si ésta está inclinada puede indicar una asimetría en el sistema del equilibrio ¹⁶.

Figura 12. Prueba de Romberg ¹⁹.

- Prueba de Romberg (Figura 12): Consiste en observar al paciente en ortostatismo, en posición firme y con los ojos cerrados; y será positiva si se objetiva la aparición de una caída o desviación del cuerpo hacia un lado ¹⁹.



- Índices de Bárány: Es similar al Romberg, pero con el paciente sentado, por lo que se limita a la mitad superior del cuerpo ¹⁷.

Las pruebas dinámicas son:

- Prueba de la marcha con ojos abiertos y cerrados o de Babinski-Weil: Se le pide al paciente que camine hacia delante y hacia atrás, y en caso de que haya lesión vestibular se describe una trayectoria “en estrella” (Figura 13), cuyas desviaciones serán en el mismo sentido del Romberg ¹⁹.

Figura 13. Trayectoria “en estrella” en el test de Babinski-Weil ²¹.

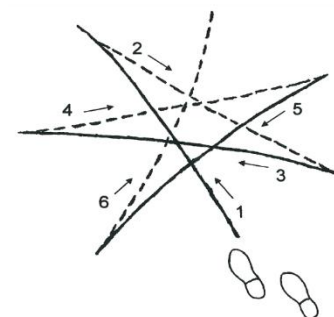
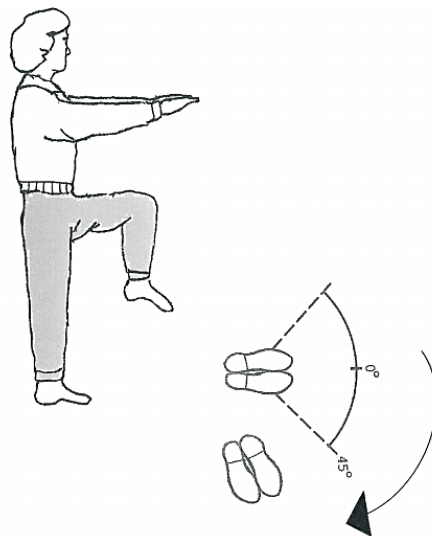


Figura 14. Prueba de Unterberger - Fukuda ²¹.

- Prueba de la marcha simulada o de Unterberger-Fukuda (Figura 14): En caso de que no se pueda realizar la prueba anterior se le pide al paciente que de 40-60 pasos en el sitio con los ojos cerrados y los brazos extendidos, y en caso de lesión vestibular irá aumentando la base de sustentación y girando poco a poco, considerándose siempre patológico un giro mayor de 45° ¹⁷.



- *Standing Reach Test*: Útil para medir los límites de la estabilidad, que se verán reducidos en los pacientes con problemas de equilibrio ¹⁷.
- *Timed Up and Go*: Consiste en cronometrar el tiempo que tarda el paciente, a la orden del explorador, en levantarse de una silla, caminar 3 metros a su paso normal, darse la vuelta, volver y sentarse otra vez. Si tarda más de 12 segundos tiene aumentado el riesgo de caídas ¹⁷.

2.4.3. Exploración audiológica

En un paciente con vértigo, el estudio audiométrico debe realizarse siempre, incluso antes que el vestibular, ya que la hipoacusia es el segundo síntoma más importante que refieren estos pacientes. Permite establecer el diagnóstico de un síndrome laberíntico cócleovestibular o un síndrome dissociado vestibular puro, y también distinguir si la lesión es endo o retrolaberíntica ²².

Además de realizar un interrogatorio centrado en la presencia o no de hipoacusia y, en caso de que la presente, en las características de la misma, se realizarán ²²:

- Inspección del pabellón auricular y otoscopia.
- Acumetría con diapasones.
- Audiometría tonal liminar.

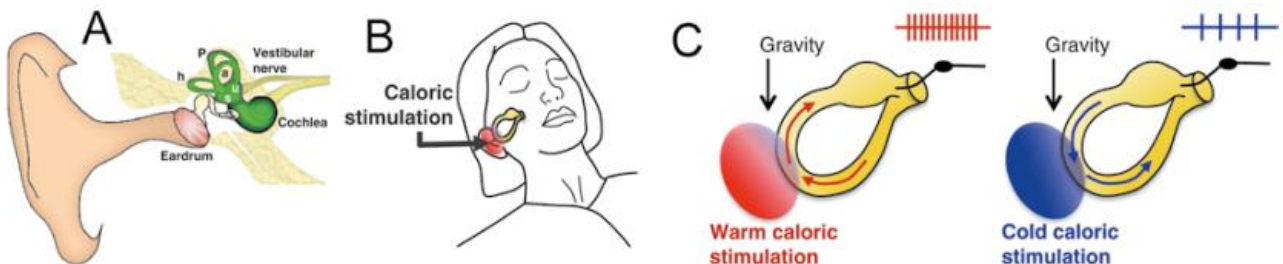
- Audiometría de alta frecuencia.
- Impedanciometría.
- Audiometrías supraliminales.
- *Tone Decay test* o deterioro del umbral tonal.
- Audiometría automática de *Von Bekesy*.
- Audiometría vocal o logaudiometría
- Electrocoqueografía.
- Potenciales evocados del tronco cerebral.
- Potenciales Evocados Auditivos de estado estable (PEAee).
- Otoemisiones acústicas (EOA).

2.4.4. Pruebas calóricas

Junto con las pruebas rotatorias estas pruebas sirven para cuantificar la respuesta nistágmica mediante un registro objetivo y detallado, que se recoge mediante un electronistagmógrafo o un videonistagmógrafo ¹⁹.

El objetivo de la prueba calórica es la estimulación de los neuroreceptores del conducto semicircular horizontal, para lo cual irriga el CAE con agua fría y caliente. La temperatura del agua se transmite vía ósea hasta el laberinto, enfriando o calentando la endolinfa y creando una corriente por variación térmica que barre los neurosensores, estimulándolos y produciendo un nistagmo que quedará registrado ¹⁸. Con esto se consigue evaluar la función del laberinto y sus vías eferentes, así como identificar las alteraciones vestibulares unilaterales ¹⁷, puesto que se estudia cada oído por separado (lo cual supone una ventaja respecto a las pruebas rotatorias) ¹⁹ (Figura 15).

Figura 15. Funcionamiento de la prueba calórica ²³.



Dado que es una prueba mal tolerada por algunos pacientes se ha planteado su posible sustitución por el Test de impulso cefálico videoasistido o Video Head Impulse Test, pero a día de hoy se considera que ambas pruebas son complementarias y que se pueden emplear secuencialmente para optimizar la evaluación del paciente ²⁴.

2.4.5. Prueba rotatoria

Consiste en sentar al paciente en una butaca rotatoria que se programa con un determinado tiempo y velocidad de giro, y tiempo de parada. Al iniciar el movimiento se genera una corriente endolinfática de inercia que estimula los elementos neurosensoriales de la cresta del conducto semicircular horizontal al quedar retrasada respecto a ellos, produciéndose un nistagmo de aceleración. Cuando la velocidad de ambos se equipara el nistagmo desaparece, pero al frenar la butaca aparece un nuevo nistagmo, esta vez de frenada al detenerse de golpe los neurosensores mientras la endolinfa continua en movimiento por inercia. La dirección de ese segundo nistagmo es contraria a la del nistagmo de aceleración ¹⁹.

Es una prueba bien tolerada, que se puede realizar en poco tiempo y que no depende de las características físicas del hueso temporal ni del CAE, por lo que está indicada para el diagnóstico de hipofunción o arreflexia vestibular bilateral y en caso de que no se puedan realizar las pruebas calóricas, fundamentalmente, aunque posee también diversas indicaciones relativas ²⁵.

2.4.6. Pruebas oculomotoras

En las pruebas oculomotoras se estimulará al paciente como corresponda para poder evaluar cada uno de los sistemas de mantenimiento de la estabilidad ocular, realizando un registro con Electronistagmografía o con Videonistagmografía ²⁶.

Permiten de esta forma valorar el estado de dichos mecanismos, que son tres ²⁶:

- **El Sistema Sacádico:** Permite centrar rápidamente en la fovea las imágenes que aparecen en la periferia del campo visual.
- **El Sistema de Seguimiento Lento:** Como su nombre indica permite seguir los objetos que se mueven despacio en el campo visual.

- **El Sistema Optoquinético:** Permite mantener la mirada estable cuando se produce un desplazamiento sucesivo de una serie de objetos en el campo visual.

2.4.7. Video head impulse test

El Test de impulso cefálico videoasistido ha surgido recientemente como método de estudio del Reflejo Vestíbulo Ocular (RVO). Se trata de una prueba rápida, sencilla y bien tolerada ²¹, por lo que está indicada en aquellos pacientes que por edad no toleran las pruebas caloricas (es decir, ancianos y niños) ²⁷.

Este sistema videoasistido consta de unas gafas ligeras con un acelerómetro para detectar los movimientos que se provocan en la cabeza del paciente y una cámara de alta velocidad que permiten explorar la ganancia del RVO (que es la diferencia entre que el sistema vestíbulo-oculomotor detecta aceleración cefálica y emite una respuesta) y los movimientos sacádicos, tanto evidentes como encubiertos ²⁷.

2.4.8. Potenciales vestibulares miogénicos (VEMPs)

Los potenciales evocados miogénicos vestibulares son un registro electromiográfico del potencial de latencia corta que se genera ante estímulos acústicos. Están generados por un reflejo muscular que depende de la integridad de la mácula sacular, del nervio vestibular inferior, de los núcleos vestibulares troncoencefálicos, de las vías vestíbulo-espinales y de la placa neuromuscular, de manera que ante una lesión en cualquiera de estas estructuras los potenciales se alterarán ²⁸.

2.4.9. Posturografía Dinámica Computerizada

Hoy en día el “*gold standard*” para diagnosticar a pacientes con alteraciones del equilibrio es la Posturografía Dinámica Computerizada, que cuantifica el impacto que tiene la discapacidad sensorial y motora del paciente en su equilibrio, así como su habilidad para realizar las estrategias de equilibrio y movilidad necesarias para las actividades de la vida diaria ²⁹.

Consta de una plataforma y una pantalla móvil frente a ella, que pueden mantenerse fijas o desplazarse. El paciente debe colocarse en bipedestación sobre la plataforma, y esta, a

través de unos sensores, permitirá ver la posición del Centro de Gravedad corporal y cuantificar sus desplazamientos, junto con la relación entre las fuerzas horizontales y verticales ejercidas para mantener el equilibrio en cada prueba ²⁹.

La prueba consta de seis condiciones sensoriales, representadas en la Tabla 3, en las cuales se van modificando las aferencias de los sistemas que mantienen el equilibrio para valorar individualmente la aportación de cada uno, así como el control motor y la capacidad de adaptación del paciente ²⁹.

Tabla 3. Las seis condiciones sensoriales para la posturografía dinámica (elaboración a partir de ²⁹).

CONDICIÓN	VISIÓN	VESTÍBULO	PROPIOCEPCIÓN
1	Funcionante: equilibra	Funcionante: equilibra	Funcionante: equilibra
2	Ojos cerrados: inhibida	Funcionante: equilibra	Funcionante: equilibra
3	La pantalla se acopla a las oscilaciones corporales (indica que no hay movimiento donde sí lo hay): inhibida	Funcionante: equilibra	Funcionante: equilibra
4	La pantalla se acopla a las oscilaciones corporales (indica que no hay movimiento donde sí lo hay): inhibida	Funcionante: equilibra	Plataforma móvil: inhibidas
5	Ojos cerrados: inhibida	Funcionante: equilibra	Plataforma móvil: inhibidas
6	Conflicto visual (entorno móvil): inhibida	Funcionante: equilibra	Plataforma móvil: inhibidas

2.4.10. Sistema FallSkip®

FallSkip® es una aplicación biomecánica diseñada por el Instituto Valenciano de Biomecánica que permite valorar de manera global el riesgo de caídas que tiene un paciente, combinando el resultado de la prueba con sus factores de riesgo ³⁰.

Consta de un sistema de registro basado en un sistema operativo Android, y mediante la colocación de un dispositivo tipo Smartphone en la zona lumbar del paciente queda

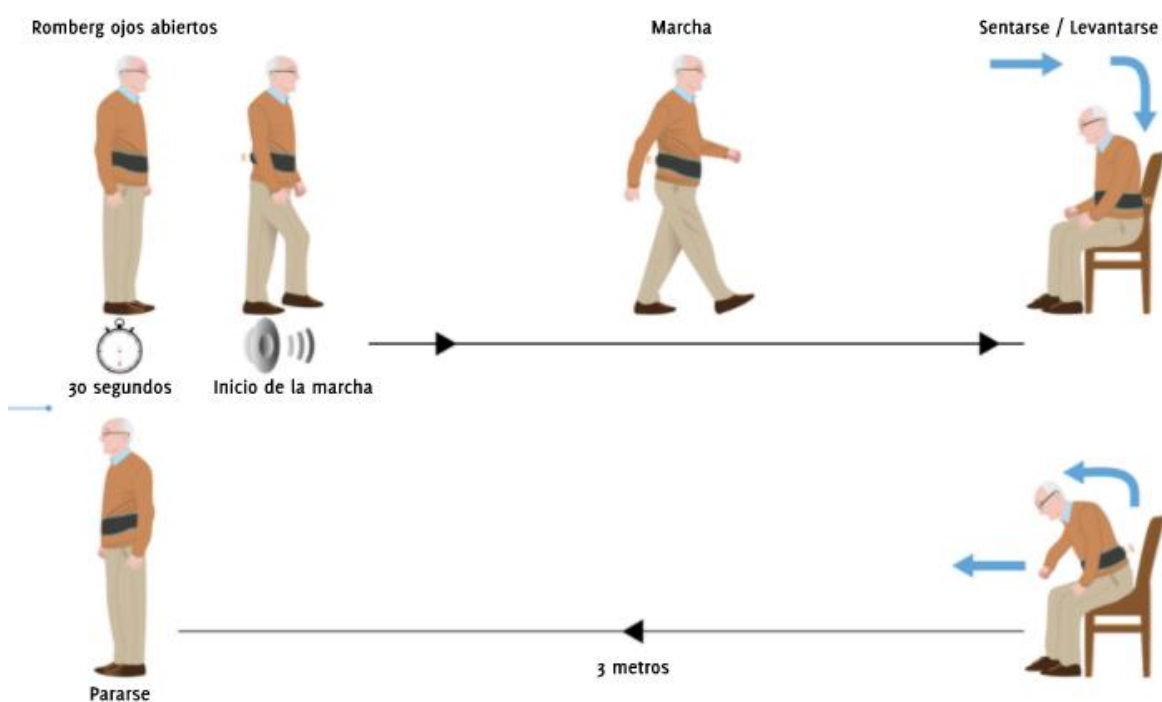
registrada su respuesta biomecánica al realizar un protocolo modificado del Test “Timed Up and Go”³⁰.

La prueba consta de 4 fases (Figura 16)³⁰:

- 1) **Bipedestación:** En el momento en que empieza la medición el paciente debe permanecer durante 30 segundos en esta posición, con los brazos a ambos lados del cuerpo y mirando al frente.
- 2) **Marcha:** El dispositivo emite un sonido que indica al paciente que debe caminar tres metros en línea recta hacia una silla que estará colocada a esa distancia.
- 3) **Sedestación y Levantamiento:** Al llegar a la silla el paciente debe sentarse y levantarse.
- 4) **Marcha:** El paciente debe volver caminando desde la silla hasta el punto donde se inició la prueba.

De esta manera se obtiene una completa valoración del equilibrio, de la marcha, de la capacidad de sentarse y levantarse y de la capacidad de reacción ante un estímulo sonoro en menos de un minuto³⁰.

Figura 16. Esquema de la prueba FallSkip®³¹



2.5. MANEJO TERAPÉUTICO DEL VÉRTIGO

Debido a su diversa etiología, el manejo terapéutico del vértigo es muy variable. En el vértigo de causa periférica encontramos opciones que van desde maniobras de reposicionamiento hasta cirugía. En otros tipos de vértigo también puede ser útil el tratamiento farmacológico con sedantes vestibulares ^{32,33}, benzodiazepinas ¹⁷ e incluso esteroides ³², recurriéndose a la cirugía ^{32,33} como último recurso.

Además, aquellos pacientes que presenten hipofunción vestibular podrán beneficiarse de un programa de rehabilitación vestibular ³⁴, que podrá complementarse con tratamiento instrumental hospitalario ³⁵. El inicio debe ser lo antes posible, puesto que de esta manera disminuye el riesgo de caídas y aumenta la esperanza de vida ³⁶.

2.6. IMPORTANCIA DE ESTE TRABAJO

Hoy en día, las caídas son la segunda causa mundial de muerte no intencional, y uno de los principales síndromes geriátricos ²⁹.

Se estima que uno de cada tres adultos mayores de 65 años sufre al menos una caída al año, llegando incluso al 50% en los mayores de 80 años ³⁷. Esto supone un deterioro en su calidad de vida y en su autonomía ²⁹, puesto que independientemente de las consecuencias físicas que pueda acarrear (fracturas, traumatismos craneoencefálicos, lesiones de partes blandas... ³⁷) suele generar un miedo a próximas caídas que restringe todavía más la actividad de los mayores ³⁷.

Los mecanismos de caída en el anciano son multifactoriales ³⁸, pero actualmente una de cada diez caídas va precedida por sensación de “mareo” ³⁷, y es que el aumento de la esperanza de vida ha supuesto también un aumento en la morbi-mortalidad de la patología del sistema vestibular ³¹. Se estima que un 20-30% de la población mundial presenta vértigo y mareos, suponiendo este síntoma un 2-3% de las consultas en puertas de urgencias ³⁹.

Por tanto, sería interesante investigar en qué medida las alteraciones del sistema vestibular pueden relacionarse con caídas, un problema cada vez más en auge debido al envejecimiento de la población mundial ³¹.

3. HIPÓTESIS

En este trabajo nos planteamos si los pacientes con hipofunción vestibular presentan un mayor riesgo de caídas que la población general, y si este riesgo de caídas se correlaciona con la alteración del equilibrio medida mediante posturografía dinámica.

4. OBJETIVOS

General: Comparar los resultados obtenidos de la valoración de la estabilidad mediante posturografía dinámica y mediante FallSkip[®] en pacientes con déficit vestibular.

Específico: Averiguar si los pacientes con hipofunción vestibular tienen mayor riesgo de caída que la población general.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. DISEÑO Y PARTICIPANTES DEL ESTUDIO

Se trata de un estudio piloto observacional analítico de corte transversal para comparar dos pruebas que miden inestabilidad y riesgo de caídas.

La población seleccionada para participar en este proyecto fueron sujetos que acudieron a la Clínica de Otorrinolaringología Barona y Asociados en el Hospital Casa de Salud (Valencia) por presentar inestabilidad y/o vértigo entre los meses de enero y marzo de 2021.

Tras explicarles verbalmente en qué consistía el trabajo y las pruebas que se iban a realizar, así como de resolver sus dudas, se les entregó una hoja con toda la información pertinente [Anexo 1] y todos los participantes firmaron de manera libre y voluntaria un Consentimiento Informado [Anexo 2].

Los criterios de inclusión para participar en el estudio fueron:

- Hipofunción vestibular uni o bilateral.
- Edad >40 años.

Quedando excluidos los siguientes sujetos:

- Pacientes a los que no se pueda realizar la posturografía dinámica.
- Pacientes con patología neurológica conocida que pueda afectar al equilibrio.
- Pacientes que estén en tratamiento con fármacos anticolinérgicos, antihistamínicos, benzodiazepinas y/o bloqueantes de canales de calcio.
- Pacientes diagnosticados de síndrome de ansiedad-pánico.
- Pacientes con déficit visual demostrado que altere la estabilidad.
- Pacientes con función vestibular normal.

Inicialmente, el grupo de pacientes seleccionados era de 20 participantes, de los cuales 10 eran varones y 10 mujeres. Tras aplicar los criterios de exclusión, 8 de los participantes fueron excluidos, quedando una muestra total de 12 sujetos: 9 varones y 3 mujeres de edades comprendidas entre los 43 y los 87 años.

El proyecto fue presentado al Comité de Ética de la Universidad Católica de Valencia el día 11 de enero de 2021, siendo aprobado para su realización el día 28 de enero de 2021 [Anexo 3].

5.2. MATERIAL Y MÉTODOS

Tras la aprobación del proyecto se inició el reclutamiento de pacientes. A todos los sujetos incluidos en el estudio se les realizó en primer lugar una anamnesis completa acerca del episodio actual, así como una otoscopia para descartar patología del oído externo y una exploración vestibular clínica.

Ante la sospecha de alteración vestibular, los pacientes fueron citados nuevamente, esta vez habiendo cumplido 4 horas de ayuno, para realizar una prueba calórica, que se llevó a cabo mediante el sistema de videonistagmografía VNG ULMER (Synapsys).

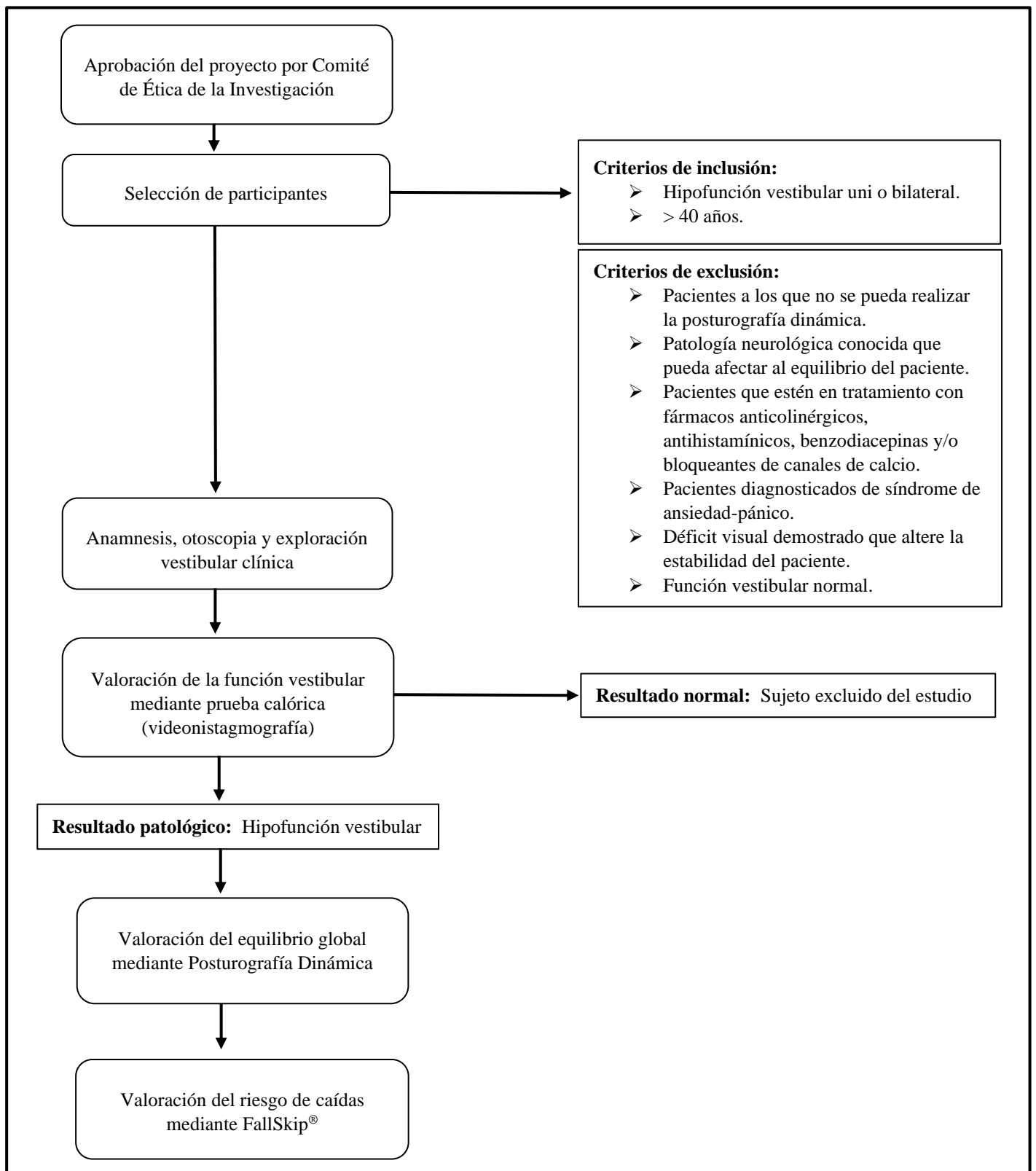
Posteriormente, los sujetos en los que se confirmó el diagnóstico de hipofunción vestibular mediante la prueba calórica fueron remitidos al Centro Otoneurológico (Valencia), donde se efectuó la Posturografía Dinámica, con el sistema de SMART Balance Master® (NeuroCom®). Los protocolos de software utilizados fueron los siguientes:

- **Deficiencias sensoriales:** Prueba de organización sensorial (SOT).
- **Deficiencias motoras:**
 - Prueba de adaptación (ADT).
 - Límites de estabilidad (LOS).
 - Cambio rítmico de peso (RWS).
 - Distribución del peso al agacharse (WBS).
- **Limitaciones funcionales:** Postura unilateral.
- **Protocolos de entrenamiento:**
 - Entrenamiento por secuencia.
 - Entrenamiento con carga del peso corporal.
 - Entrenamiento personalizado.

Finalmente, los pacientes acudieron nuevamente al Hospital Casa de Salud y se realizó la prueba FallSkip®, con una silla y un dispositivo smartphone Android.

Todo este proceso aparece reflejado en la Figura 17.

Figura 17. Diagrama de flujo del estudio.



5.3. ESTUDIO ESTADÍSTICO

La recogida de datos de cada paciente se realizó mediante la hoja que aparece en el Anexo 5, y posteriormente se volcó en un documento del programa Microsoft Office Excel (versión de 2016). Este programa se utilizó también para la realización de tablas y gráficos.

En cuanto al análisis estadístico de los datos obtenidos, se llevó a cabo con el programa IBM SPSS versión 24.0. Se ordenaron los datos en una tabla de contingencia [Tabla 6] y mediante el Test Exacto de Fisher se compararon las dos muestras independientes en busca de diferencias entre ellas, considerándose significativas si $p < 0.05$.

6. RESULTADOS

Un total de 12 pacientes fueron incluidos en el estudio. De ellos, un 75% fueron hombres, y un 25%, mujeres. Las edades de los participantes estuvieron comprendidas entre los 43 y los 87 años, siendo la mediana de 68 años (Tabla 4).

Tabla 4. Valores de edad de la muestra.

n	12
Mediana	68
Valor mínimo	43
Valor máximo	87

Todos los participantes presentaban una hipofunción vestibular diagnosticada mediante la prueba calórica, siendo esta déficit en un 25% de los casos bilateral, mientras que el 75% restante tenía un déficit unilateral.

Los resultados obtenidos en la posturografía dinámica fueron normales en el 50% de los sujetos, siendo el otro 50% de los resultados patológicos (Figura 18).

En relación a los resultados de la prueba FallSkip[®], se observó que todos los pacientes presentaron riesgo de caída en diferentes grados: en un 33'33% de los casos el riesgo fue moderado, un 58'33% obtuvo un riesgo alto, y el 8'33% presentó un riesgo muy alto de caída (Figura 19).

Figura 18. Correlación de los resultados de la videonistagmografía y la Posturografía Dinámica Computerizada (PDC)

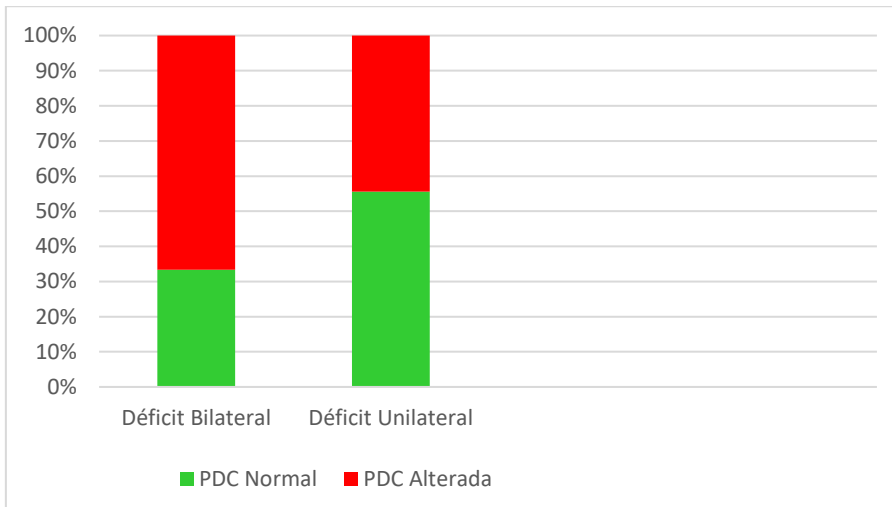
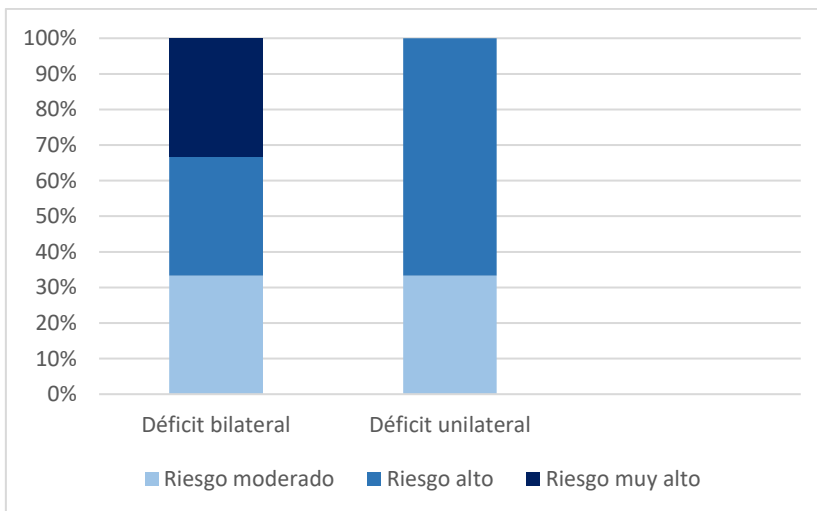


Figura 19. Correlación de los resultados de la videonistagmografía y el Fallskip®



La correlación de los resultados obtenidos en la Posturografía Dinámica y el FallSkip® queda reflejada en la Tabla 5.

Tabla 5. Posturografía Dinámica y Riesgo de caídas medido mediante FallSkip®.

		Riesgo de caídas medido mediante FallSkip®			Total	SE (p)
		<i>Moderado</i>	<i>Alto</i>	<i>Muy alto</i>		
Posturografía Dinámica	<i>Normal</i>	3	3	0	6	0'545
	<i>Alterada</i>	1	4	1	6	
Total		4	7	1	12	

* SE: Significación estadística; Test exacto de Fisher.

No se obtuvieron resultados estadísticamente significativos, por ser el valor de $p > 0'05$ (Test exacto de Fisher).

7. DISCUSIÓN

El actual envejecimiento de la población mundial es un hecho que preocupa especialmente a la Organización Mundial de la Salud (OMS) y, más concretamente, lo hacen las caídas.

Como se ha comentado previamente, estas suponen una importante causa de mortalidad, discapacidad y gasto. En la última nota informativa de la OMS acerca de este problema se manifiesta que el coste medio para el sistema sanitario por cada lesión relacionada con caídas en mayores de 65 años es de 3611 US\$ en Finlandia, y de 1049 US\$ en Australia ⁴⁰.

Sabiendo que al año se producen 37'3 millones de caídas que requieren atención médica por su gravedad ⁴⁰, no es de extrañar que se insista a nivel mundial en la necesidad de identificar y prevenir los factores de riesgo ³⁷. En este trabajo nos hemos centrado en explorar la repercusión que tiene uno de ellos: la hipofunción vestibular.

La prevalencia de esta patología no es nada despreciable: Grill et al. (2018) estiman que la hipofunción vestibular puede afectar a entre 53 y 95 millones de adultos en Europa y Estados Unidos y, a pesar de que no todos los afectados presenten síntomas, se asocia con una peor salud, caídas, pérdida de audición, deficiencia auditiva y presión en el oído. Por ello, afirman que en la atención sanitaria estándar deben utilizarse medidas diagnósticas y

terapéuticas adecuadas, a fin de reducir la carga que supone tanto esta enfermedad como sus consecuencias ⁴¹.

Lo cierto es que, pese a no ser estadísticamente significativos, los resultados obtenidos en este trabajo sugieren que existe una relación entre la hipofunción vestibular y el riesgo de caídas. Todos los participantes en este estudio presentaban hipofunción vestibular medida mediante videonistagmografía, pero en un 50% de ellos se observó que esta quedaba compensada por la vista y/o las sensibilidades propioceptivas, dando un resultado normal en la posturografía dinámica. A pesar de ello, el 100% de los pacientes presentaba un riesgo de caída, lo cual nos lleva a suponer que, independientemente de que exista compensación del equilibrio por otros sistemas, una alteración vestibular constituye por sí misma un factor de riesgo de caídas.

Otros investigadores ya han intentado dilucidar el impacto de la disfunción vestibular en la inestabilidad. Varriano et al. (2020) publicaron que en pacientes ancianos con antecedentes de caídas se tiene que estudiar tanto la función cognitiva como la función vestibular, resaltando la importancia de realizar cribados para reducir el impacto clínico y financiero de las caídas. En este estudio participaron 41 pacientes con historia de caídas previas, de los cuales el 82'9% presentaba deterioro vestibular, y un 72'3% tenía, además, deterioro cognitivo. Por tanto, en un importante porcentaje de los casos existía una hipofunción vestibular que podría haber sido causante de esas caídas ⁴².

Herdman, Blatt, Schubert y Tusa (2000) obtienen resultados similares en su estudio: la incidencia de caídas en pacientes con hipofunción vestibular bilateral fue de un 51'1% frente a un 25% en la población general de la misma edad (de 65 a 74 años), es decir, más del doble. Sin embargo, se observó que a partir de los 75 años la incidencia pasaba a ser significativamente menor en los pacientes con hipofunción vestibular bilateral que en la población general, hecho que los autores achacan a una conducta más prudente y al uso de dispositivos de asistencia. En este estudio también se afirma que la incidencia de lesiones relacionadas con caídas que requieren atención médica en pacientes con hipofunción vestibular unilateral fue similar a la de la población general ⁴³.

En nuestro trabajo, en cambio, todos los pacientes con déficit vestibular unilateral tenían riesgo de caída alto, a excepción de uno, que presentó un riesgo de caída moderado. Esto podría deberse a la diferencia de edad, ya que todos los pacientes tenían 65 años o más a excepción del que presentó menor riesgo de caídas, que tenía menos de 50 años.

Encontramos resultados similares en los pacientes con déficit vestibular bilateral. El riesgo de caídas en pacientes con más de 60 años era alto o muy alto, mientras que en un paciente fue moderado, pero este también tenía menos de 50 años.

Lo cierto es que la edad ha sido una variable muy heterogénea en nuestro estudio, lo cual supone una limitación que debería intentar salvarse en próximos estudios para tratar de dilucidar en qué medida el riesgo de caídas aumenta conforme aumenta el déficit vestibular, ya que sabemos que los pacientes ancianos tienen un mayor riesgo de caídas que los pacientes más jóvenes, debidos tanto a los trastornos físicos, sensoriales y cognitivos derivados del envejecimiento como a la inactividad física, la polimedicación y la falta de adaptación del entorno a sus necesidades ⁴⁰.

Hemos intentado minimizar el impacto de algunas de estas variables añadiéndolas a los criterios de exclusión (no se incluyeron en el estudio pacientes con ciertas patologías o tratamientos farmacológicos que pudieran alterar su estabilidad), pero de cara a futuras investigaciones en este campo consideramos que quizás en una muestra de edades más homogéneas podría observarse mejor el impacto del déficit vestibular en el equilibrio de los pacientes.

Otra limitación importante de nuestro estudio fue su reducido tamaño muestral, que hizo imposible llegar a conclusiones estadísticamente significativas que pudieran extrapolarse a la población general. Sin embargo, la tendencia de nuestros resultados sí parece apoyar la hipótesis inicial, por lo que consideramos que podría ser interesante seguir investigando en esta dirección en estudios que incluyan a un mayor número de pacientes.

En resumen, quizás las caídas sean la consecuencia que más preocupa de la hipofunción vestibular, y por ello en este trabajo hemos intentado establecer cuanto más riesgo tienen

estos pacientes de sufrir una caída. Para ello hemos utilizado el sistema FallSkip[®] que, a pesar de no estar muy distribuido por las consultas de otorrinolaringología, sí está siendo utilizado en otras especialidades médicas, como la neurología.

Serra-Añó et al. (2020) publicaron un trabajo en el que utilizaban el sistema FallSkip[®] en esta especialidad, concretamente para valorar el impacto de la enfermedad de Parkinson leve – moderada en ciertas actividades funcionales, como el equilibrio y la marcha. En él se demuestra que los resultados obtenidos mediante esta aplicación son fiables, defendiendo su uso por tratarse de una prueba rentable, objetiva y de funcionamiento sencillo, que puede facilitar a los sanitarios encargados de estos pacientes la monitorización de la enfermedad y la adaptación del tratamiento según las características individuales de cada enfermo ⁴⁴.

También se ha utilizado para valorar el control postural en pacientes con enfermedad de Alzheimer. En 2019, Serra-Añó et al. publican otro estudio, que compara los resultados obtenidos por FallSkip[®] en pacientes con diferentes grados de la enfermedad y en pacientes sanos. En él se demuestra la existencia de un déficit funcional en los pacientes con Alzheimer, concretamente al andar, girar, sentarse y en el tiempo de reacción. Nuevamente, se apoya el uso de FallSkip[®] para esta clase de estudios, por considerar que es un método sencillo que aporta resultados válidos ⁴⁵.

No obstante, lo cierto es que frente a una población que envejece cada vez más, es urgente desarrollar sistemas válidos y fiables de detección de riesgo de caídas. Wang, Ellul y Azzopardi (2020) achacan en un artículo la dificultad para avanzar en este campo a la ausencia de un conjunto de datos de referencia que permita evaluar y comparar los sistemas de detección de caídas. Además, afirman que los acelerómetros son los sensores más populares en dispositivos portátiles, mientras que Kinect es actualmente el sensor visual más popular, siendo la combinación entre ambos un sistema de detección de riesgo de caídas que está en auge ⁴⁶.

Otros investigadores han intentado predecir el riesgo de caídas mediante los pasos medidos por un Smartphone. Wang et al. (2020) plantearon que el uso de un dispositivo adicional y el elevado coste del mismo reduce el cumplimiento a largo plazo de los adultos

mayores, mientras que la adherencia al uso de aplicaciones de los Smartphone es mayor, al no requerir mucho esfuerzo ⁴⁷ (como ya afirmaron en 2016 Harries et al. ⁴⁸).

Motivos similares son los que llevaron a utilizar FallSkip[®] en este trabajo. Se trata de una prueba sencilla, bien tolerada por los pacientes y no invasiva, que puede hacerse en la propia consulta de otorrinolaringología por personal no especializado ³⁰. De esta forma no necesitamos que el paciente tuviera que utilizar ningún aparato en casa, ni realizar múltiples pruebas, sino que en menos de un minuto en la propia consulta se obtuvo un resultado objetivo y fácilmente interpretable.

Otra ventaja de utilizar este aparato es que mide el riesgo de caídas sin necesidad de que el paciente haya sufrido alguna previamente. Esto diferencia este trabajo del publicado en 2006 por Whitney, Manchetti y Schade, cuyo objetivo era “describir la relación entre el Test de Organización Sensorial o SOT (realizado mediante posturografía dinámica computerizada) y las caídas en pacientes con patología vestibular y del equilibrio”. Se trata de un estudio muy similar al nuestro, pero en este caso se estudió a pacientes que ya habían tenido caídas previamente, observando que los pacientes que habían sufrido varias caídas en los últimos 6 meses obtenían un peor resultado en el SOT (≤ 38) que los que solo habían tenido una o ninguna en el mismo periodo de tiempo. En este artículo también se destaca el papel de la posturografía dinámica computerizada para guiar al médico a la hora de desarrollar un programa de ejercicios para los pacientes ⁴⁹.

A pesar de que es cierto que la posturografía dinámica computerizada puede utilizarse para orientar la rehabilitación vestibular y realizar un seguimiento de los avances del paciente, hoy en día no es una práctica muy habitual, ya que para realizarla hay que acudir a centros especializados y entraña una cierta complejidad. Por ello, dispositivos de uso más sencillo como FallSkip[®] pueden suponer un gran avance, al aportar una valoración del equilibrio fácilmente comparable con resultados futuros que se puede realizar, si así se desea, en cada visita.

Algunos médicos ya están dándole este tipo de uso al sistema FallSkip[®], concretamente como tecnología de valoración de pacientes con COVID-19 en los procesos de rehabilitación

posteriores a la enfermedad, tanto para hacer el seguimiento terapéutico como para personalizar las intervenciones clínicas necesarias en cada paciente ⁴⁸. Algo similar podría hacerse en las consultas de otorrinolaringología, permitiendo adaptar la rehabilitación vestibular a las necesidades concretas de cada paciente, e incluso modificarla conforme el paciente vaya mejorando más o menos. Además, supondría una herramienta de seguimiento fiable, sencilla y objetiva, mejorando la atención a los pacientes con vértigo e inestabilidad.

Un poco más extendido está el uso del “hermano mayor” de FallSkip[®], el test “Timed Up And Go (TUG)”. Swanenburg et al. (2014) seleccionaron a 21 pacientes con déficit vestibular bilateral y midieron dos veces su resultado en el TUG, la segunda tras una pausa de una hora, para evaluar la fiabilidad relativa y absoluta, el cambio detectable más pequeño y las capacidades discriminatorias de cada paciente. De esta manera determinaron que este test podría facilitar el estudio de los pacientes con déficit vestibular bilateral, alegando que es fiable, con mínimos errores de medición ⁵¹.

Sin embargo, otros estudios consideran que este test no es el más adecuado para medir el riesgo de caídas. Así lo afirman Barry et al. (2014) en una revisión sistemática y metaanálisis en el que rechazan el uso del TUG para evaluar el riesgo de caídas en pacientes mayores que viven en la comunidad, al menos de forma aislada. El motivo principal que alegan es que, a pesar de que este test evalúa la marcha, el equilibrio, la visión y la cognición, no incluye otros factores importantes de riesgo de caídas, tales como la medicación del paciente u otras enfermedades. No descarta, sin embargo, que pueda ser útil en grupos concretos con déficits específicos de movilidad y/o equilibrio ⁵².

En lo que sí concuerdan todos los estudios consultados es en la imperiosa necesidad de mejorar los sistemas de detección de caídas, con el fin de minimizar las complicaciones derivadas de las mismas. Poniendo este trabajo de ejemplo: la mitad de los pacientes obtuvo un resultado normal en la posturografía dinámica, es decir, presentó un equilibrio compensado en la prueba. Tal vez viendo este resultado aislado podríamos pensar que estos pacientes tienen un riesgo bajo de caídas, pero al realizar otra prueba (el test FallSkip[®]) vimos que, independientemente del resultado de la posturografía, todos ellos tenían riesgo de caídas en mayor o menor medida.

8. CONCLUSIONES

A partir de la realización de este trabajo se obtienen las siguientes conclusiones:

1. Los datos obtenidos en este estudio no permiten afirmar que los pacientes con hipofunción vestibular tengan un riesgo de caída aumentado, ya que no se han alcanzado resultados estadísticamente significativos. No obstante, se observa una tendencia: que, a mayor alteración del equilibrio, mayor riesgo de caídas, con lo que parece que con un mayor tamaño muestral podrían alcanzarse resultados concluyentes.
2. Sabiendo esto, este estudio puede ser un punto de partida para investigar en qué medida la hipofunción vestibular contribuye a las caídas, ya que, si se demostrara una relación directamente proporcional entre ambas, con medidas de rehabilitación vestibular sería posible reducir ese riesgo en la población global y, en consecuencia, un importante porcentaje de los costes económicos directos e indirectos que suponen las caídas, así como de las consecuencias físicas que tienen en los pacientes.
3. También, debido a la importancia que cobra la búsqueda de un sistema válido para evaluar el riesgo de caídas, puede suponer una invitación a implementar el uso de FallSkip[®] en las consultas de otorrinolaringología, puesto que es una prueba sencilla, no invasiva y fácilmente interpretable que puede facilitar el estudio personalizado de los pacientes con inestabilidad.
4. Finalmente, en un mundo donde el envejecimiento poblacional es un hecho y, con él, el deterioro del sistema vestibular, esclarecer el papel de la hipofunción vestibular en las caídas puede llevar a reducir significativamente el número de las mismas, mejorando así la calidad de vida de nuestros pacientes y ahorrándoles las complicaciones derivadas.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Prado Caballeros H. Anatomía del oído. Prado Caballeros. Práctica de la Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2012. 836-841.
2. Fierro Arias L, Peniche Castellanos A, Ponce Olivera RM. Cirugía dermatológica básica de la oreja. Dermatología Revista Mexicana [Internet]. 2013 [citado 3 abril 2021];(57):64–72. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/derrevmex/rmd-2013/rmd1311.pdf>
3. Basterra Alegría J. Oído externo y medio: bases embriológicas, anatomía clínica y fisiología aplicada. Basterra Alegría. Otorrinolaringología y Patología Cervicofacial Manual Ilustrado. 2ª edición. Barcelona: Elsevier Masson; 2015. 3-11.
4. Anatomía de la caja del oído medio. [Internet]. Audiología didáctica para estudiantes. 2021 [citado 3 de abril 2021] Disponible en: <http://audiologiaacademica.blogspot.com/2013/07/anatomia-del-oido-oido-medio.html>.
5. Basterra Alegría J. Oído interno: bases embriológicas, anatomía clínica y fisiología aplicada. Basterra Alegría. Otorrinolaringología y Patología Cervicofacial Manual Ilustrado. 2ª edición. Barcelona: Elsevier Masson; 2015. 13-20.
6. P. Falley; G.Geuze. Manual de audiometría. 1º edición. Buenos Aires: Quorum; 2007.
7. Guyton A, Hall J. El sentido de la audición. Guyton A. Tratado de Fisiología Médica. 11ª edición. Madrid: ELSERVIER; 2006. 651-662.
8. Guyton A, Hall J. Control de la función motora por la corteza y el tronco del encéfalo. Guyton A. Tratado de Fisiología Médica. 11ª edición. Madrid: ELSERVIER; 2006. 685-697.

9. Kingma H, Van de Berg R, Furman JM, Lempert T, editores. Anatomy, physiology, and physics of the peripheral vestibular system. Handbook of Clinical Neurology volume 137. 2016. 1-16.
10. Prado Caballeros H. Fisiología vestibular. Prado Caballeros. Práctica de la Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2012. 855-857.
11. Chabbert C. Anatomía y fisiología del vestíbulo. EMC Otorrinolaringología [Internet]. 2016 [citado 3 abril 2021];(3):1-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1632347516796834>
12. Esteban Sánchez J, Muerte Moreno I, Cardoso López I, Garrote Garrote M. Oído. AMIR. Manual AMIR Otorrinolaringología. 14ª edición. Madrid: Academia de Estudios MIR, S.L; 2020. 13-36.
13. Guyton A, Hall J. Sensibilidades somáticas: I. Organización general, las sensaciones táctil y posicional. Guyton A. Tratado de Fisiología Médica. 11ª edición. Madrid: ELSERVIER; 2006. 585-597.
14. Guyton A, Hall J. El ojo: III. Neurofisiología central de la visión. Guyton A. Tratado de Fisiología Médica. 11ª edición. Madrid: ELSERVIER; 2006. 640-650.
15. Bastera Alegría J. Vértigo: concepto general, clasificación clínica. Enfermedad de Ménière. Vértigo postural paroxístico benigno. Neuronitis (fracaso vestibular agudo). Vértigos de origen central. Bastera Alegría. Otorrinolaringología y Patología Cervicofacial Manual Ilustrado. 2ª edición. Barcelona: Elsevier Masson; 2015. 117-125.

16. Prado Caballeros H. Evaluación clínica del vértigo. Prado Caballeros. Práctica de la Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2012. 954-959.
17. Oliva Domínguez M. Anamnesis y exploración clínica. Ponencia Sociedad Gallega de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial 2016. Lugo y Santiago de Compostela; 2016. 12-20.
18. Prado Caballeros H. Evaluación clínica del vértigo. Prado Caballeros. Práctica de la Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2012. 954-959.
19. Basterra Alegría J. Exploración funcional del equilibrio: manifestaciones vestibulares espontáneas y provocadas. Basterra Alegría. Otorrinolaringología y Patología Cervicofacial Manual Ilustrado. 2ª edición. Barcelona: Elsevier Masson; 2015. 33-40.
20. Strupp M, Dieterich M, Zwergal A, Brandt T. Diagnosestellung und Therapieoptionen bei Schwindelsyndromen. Der Nervenarzt [Internet]. 2015 [citado 4 abril 2021];86(10):1277–1290. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/282646086_Diagnosis_and_treatment_options_in_vertigo_syndromes
21. Chu Y- T, Cheng L. Vertigo and Dizziness. Acta Neurologica Taiwanica [Internet]. 2007 [citado 4 abril 2021];(16 (1):50–60. Disponible en: http://www.antsjournal.com/Mag_Files/16-1/dw2007510161114_16-1%20p50.pdf
22. Pallas Pallas E. Exploración audiológica. Ponencia Sociedad Gallega de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial 2016. Lugo y Santiago de Compostela; 2016. 21-40.

23. Bell A. What bárány's caloric test might have overlooked: the primary factor may be the middle ear muscles. *Journal of Hearing Science*. 2019; 9(4): 9-22. doi:10.17430/1003537.
24. Franco Gutiérrez V, Pérez Vázquez P. Pruebas calóricas. Ponencia Sociedad Gallega de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial 2016. Lugo y Santiago de Compostela; 2016. 41-51.
25. Martín Sanz E, Sanz Fernández R. Pruebas rotatorias. Ponencia Sociedad Gallega de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial 2016. Lugo y Santiago de Compostela; 2016. 52-59.
26. Arán González I. Pruebas oculomotoras. Ponencia Sociedad Gallega de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial 2016. Lugo y Santiago de Compostela; 2016. 60-70.
27. Vázquez de la Iglesia F. Video-Head Impulse Test (v-HIT). Ponencia Sociedad Gallega de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial 2016. Lugo y Santiago de Compostela; 2016. 71-80.
28. Vaamonde Sánchez-Andrade I. Potenciales vestibulares miogénicos (VEMPs). Ponencia Sociedad Gallega de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial 2016. Lugo y Santiago de Compostela; 2016. 81-87.
29. Sanz Fernández R, Esteban Sánchez J, Martín Sanz E. Posturografía Dinámica Computerizada. Ponencia Sociedad Gallega de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial 2016. Lugo y Santiago de Compostela; 2016. 136-151.
30. Medina Ripoll E, Pedrero Sánchez JF, Garrido Jaén JD, López Pascual J, Bermejo Bosch I, Pitarch Corresa S et al. FallSkip: Valoración del riesgo de caídas en personas mayores. *Revista de Biomecánica [Internet]*. 2017 [citado 19 enero 2020];(64):55–60. Disponible en: <https://www.ibv.org/revista/RB64/>

31. Medina Ripoll E, Pedrero Sánchez JF, Garrido Jaén J, López Pascual J, Bermejo Bosch I, Pitarch Corresa S et al. FallSkip permite la valoración del riesgo de caídas en personas mayores en menos de un minuto. GeriatricArea [Internet]. 2018 [citado 17 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.geriatricarea.com/2018/02/21/fallskip-permite-la-valoracion-del-riesgo-de-caidas-en-personas-mayores-en-menos-de-un-minuto/>
32. Prado Caballeros H. Vértigo postural paroxístico benigno y otros trastornos vestibulares periféricos. Prado Caballeros. Práctica de la Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2012. 968-969.
33. Prado Caballeros H. Enfermedad de Ménière. Prado Caballeros. Práctica de la Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2012. 970-971.
34. Benito Orejas JI, Alonso Vielba J, Valda Rodrigo J, Cifuentes Navas VA. Resultados y seguimiento de la rehabilitación vestibular. Revista ORL [Internet]. 2020 [citado 18 enero 2021];11 (1):107–114. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7444786>
35. Rossi Izquierdo M. Indicaciones y limitaciones de la rehabilitación vestibular. Ponencia Sociedad Gallega de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial 2016. Lugo y Santiago de Compostela; 2016. 101-106.
36. Soto Varela A. Rehabilitación vestibular con sistemas de posturografía con neurofeedback vibrotáctil. Ponencia Sociedad Gallega de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial 2016. Lugo y Santiago de Compostela; 2016. 152-158.

37. Rodríguez-Molinero A, Narvaiza L, Gálvez-Barrón C, De la Cruz JJ, Ruiz J, Gonzalo N. Caídas en la población anciana española: incidencia, consecuencias y factores de riesgo. *Revista Española de Geriatria y Gerontología* [Internet]. 2015 [citado 21 febrero 2021];50 (6):274–280. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-geriatria-gerontologia-124-resumen-caidas-poblacion-anciana-espanola-incidencia-S0211139X15000931>
38. Suárez H, Suárez A. El síndrome vestibular en el adulto mayor. *Revista Médica Clínica Las Condes* [Internet]. 2016 [citado 22 febrero 2021]; 27 (6):872–879. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-el-sindrome-vestibular-en-el-S0716864016301225>
39. Teggi R, Manfrin M, Balzanelli C, Gatti O, Mura F, Quaglieri S et al. Point prevalence of vertigo and dizziness in a sample of 2672 subjects and correlation with headaches. *Acta otorhinolaryngologica Italica: organo ufficiale della Societa italiana di otorinolaringologia e chirurgia cervico-facciale* [Internet]. 2016 [citado 22 febrero 2021]; 36 (3): 215–219. Disponible en: <https://doi.org/10.14639/0392-100X-847>
40. OMS (2018) OMS | Caídas Nota descriptiva.
41. Grill E, Heuberger M, Strobl R, Saglam M, Holle R, Linkohr B et al. Prevalence, Determinants, and Consequences of Vestibular Hypofunction. Results From the KORA-FF4 Survey. *Frontiers in Neurology* [Internet]. 2018 [citado 4 abril 2021];(9). Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fneur.2018.01076/full>
42. Barriano B, Sulway S, Wetmore C, Dillon W, Misquitta K, Mutani N et al. Prevalence of Cognitive and Vestibular Impairment in Seniors Experiencing Falls. *Canadian Journal of Neurological Sciences* [Internet]. 2020 [citado 19 marzo 2020];48 (2):245–252. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/canadian-journal-of-neurological->

- sciences/article/abs/prevalence-of-cognitive-and-vestibular-impairment-in-seniors-experiencing-falls/1FCA0E6086EFF8D49BB096F80125F5D8
43. Herdman S, Blatt P, Schubert M, Tusa R. Falls in patients with vestibular deficits. *American Journal Of Otolaryngology* [Internet]. 2000 [citado 19 marzo 2020];21 (6):847–851. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11078074/>
 44. Serra Añó P, Pedrero Sánchez JF, Inglés M, Aguilar Rodríguez M, Vargas Villanueva I, López Pascual J. Assessment of Functional Activities in Individuals with Parkinson’s Disease Using a Simple and Reliable Smartphone-Based Procedure. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [Internet]. 2020 [citado 30 diciembre 2020];17 (11). Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/11/4123/htm>
 45. Serra Añó P, Pedrero Sánchez JF, Hurtado Abellán J, Inglés M, Espí López GV, López Pascual J. Mobility assessment in people with Alzheimer disease using smartphone sensors. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [Internet]. 2019 [citado 30 diciembre 2020]; 16 (1). Disponible en: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-019-0576-y>
 46. Wang X, Ellul J, Azzopardi G. Elderly Fall Detection Systems: A Literature Survey. *Frontiers in robotics and AI* [Internet]. 2020 [citado 26 de febrero 2021]; 7: 71. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00071>.
 47. Wang Y, Gangwani R, Kannan L, Schenone A, Wang E, Bhatt T. Can Smartphone-Derived Step Data Predict Laboratory-Induced Real-Life Like Fall-Risk in Community- Dwelling Older Adults?. *Frontiers in Sports and Active Living* [Internet]. 2020 [citado 19 marzo 2021];2 (73). Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fspor.2020.00073/full>
 48. Harries T, Eslambolchilar P, Rettie R, Stride C, Walton S, C van Woerden H. Effectiveness of a smartphone app in increasing physical activity amongst male

- adults: a randomised controlled trial. *BMC Public Health* [Internet]. 2016 [citado 17 marzo 2021]; 16 (925). Disponible en: <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-016-3593-9>
49. Whitney SL, Marchetti GF, Schade AI. The relationship between falls history and computerized dynamic posturography in persons with balance and vestibular disorders. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [Internet]. 2006 [citado 1 abril 2020];(87 (3):402–407. Disponible en: [https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(05\)01375-4/fulltext](https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(05)01375-4/fulltext)
50. ¿Cómo usan FallSkip? [Internet]. FallSkip – La aplicación biomecánica para evaluar el riesgo de caída en adultos mayores. 2021 [citado 20 marzo 2021] Disponible en: <http://fallskip.com/como-usan-fallskip/>
51. Swanenburg J, Hegemann SC, Zurbrugg A, Palla A, de Bruin ED. Reliability and validity of the extended timed-get-up-and-go test in patients with bilateral vestibular loss. *NeuroRehabilitation* [Internet]. 2014 [citado 20 marzo 2021];34 (4):799–807. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24796440/>
52. Barry E, Galvin R, Keogh C, Horgan F, Fahey T. Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta- analysis. *BMC Geriatrics* [Internet]. 2014 [citado 22 marzo 2020];14 (14). Disponible en: <https://bmcgeriatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2318-14-14>

10. TABLAS Y FIGURAS

10.1. TABLAS

Tabla 1. Diferencias clínicas entre vértigo periférico y central.....	22
Tabla 2. Causas de vértigo periférico y central.	23
Tabla 3. Las seis condiciones sensoriales para la posturografía dinámica.	31
Tabla 4. Valores de edad de la muestra.....	38
Tabla 5. Posturografía Dinámica y Riesgo de caídas medido mediante FallSkip®.....	40

10.2. FIGURAS

Figura 1. Relieves anatómicos de la oreja.....	11
Figura 2. Tímpano normal.....	12
Figura 3. Relaciones anatómicas de la caja del oído medio.....	13
Figura 4. Estructura del oído interno.....	14
Figura 5. Anatomía de la cóclea.....	15
Figura 6. Organización de la cresta ampular y la mácula del utrículo.	16
Figura 7. Vista posterior de ambos laberintos vestibulares.....	16
Figura 8. Transducción mecanoeléctrica de la aceleración recibida por la cabeza.	18
Figura 9. Sinapsis vestibulares.....	19
Figura 10. Localización de los núcleos reticulares y vestibulares en el tronco del encéfalo.	21
Figura 11. Skew Test.	24
Figura 12. Prueba de Romberg.....	26
Figura 13. Trayectoria “en estrella” en el test de Babinski-Weil.....	26
Figura 14. Prueba de Unterberger - Fukuda.....	27
Figura 15. Funcionamiento de la prueba calórica.	28
Figura 16. Esquema de la prueba FallSkip®.....	32
Figura 17. Diagrama de flujo del estudio.....	37
Figura 18. Correlación de los resultados de la videonistagmografía y la Posturografía Dinámica Computerizada (PDC).....	39
Figura 19. Correlación de los resultados de la videonistagmografía y el Fallskip®.....	39

11. ANEXOS

ANEXO 1. Hoja de información al paciente

1) INTRODUCCIÓN

Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio comparativo de pruebas diagnósticas en el que se le invita a participar. Nuestra intención es que usted reciba la información correcta y suficiente para que pueda evaluar y juzgar si desea participar. Para ello lea esta hoja informativa con atención, y si le surge alguna duda pregunte al investigador responsable o al personal del estudio sobre cualquier aspecto que necesite para aclararla. Además, puede consultar con las personas que considere oportuno.

2) PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

Una vez usted haya comprendido este estudio, si desea participar se le pedirá que firme un Consentimiento Informado, del cual recibirá una copia firmada y fechada.

Debe saber que su participación en este estudio es voluntaria y que puede decidir no participar y retirar el consentimiento en cualquier momento, sin que por ello se altere en modo alguno su atención médica.

3) DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

A usted se le está invitando a participar en un estudio consistente en la realización de una prueba no invasiva que valora el riesgo de caídas en pacientes con alteración del equilibrio debido a un déficit vestibular, es decir, en el oído interno, para posteriormente comparar sus resultados con los obtenidos en la posturografía dinámica, prueba que se realiza rutinariamente en los pacientes que consultan inestabilidad.

Esta nueva prueba se llama **FallSkip**[®], y es una aplicación biomecánica que analiza el patrón de la marcha, la coordinación motora, el tiempo de reacción y la potencia y fuerza muscular de un paciente para calcular con ello el riesgo de caídas que tiene. Dura apenas unos minutos, y únicamente precisa introducir unos datos del paciente (peso, talla, sexo, edad, caídas anteriores) y realizar una serie de movimientos con un cinturón al que se engancha el teléfono móvil.

El objetivo de este estudio es comparar los resultados obtenidos en ambas pruebas y ver si se corresponden. Esperamos encontrar en los pacientes que presenten mayor alteración en la posturografía dinámica un mayor riesgo de caídas medido por Fallskip. Si esto es así, se pretende plantear la posibilidad de utilizar Fallskip para ver la evolución del paciente tras hacer la rehabilitación vestibular. Este es un estudio piloto, por lo que inicialmente seleccionaremos a 20 participantes, pero podrán reclutarse más en caso de que se considere necesario.

En caso de que acepte usted participar en el estudio, se le realizará en primer lugar una otoscopia para descartar patología del oído externo, y después una prueba calórica con el fin de diagnosticar que, efectivamente, el oído interno está alterado. Tras el diagnóstico, se le realizarán tanto la posturografía dinámica como la valoración por Fallskip. Se espera que la duración del conjunto de pruebas no supere los 30 - 45 minutos, y si es posible se realizará todo en una única visita para evitarle desplazamientos.

4) BENEFICIOS Y RIESGOS DERIVADOS DE SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO

Este estudio tiene el beneficio de producir conocimiento científico respecto a la valoración del equilibrio, explorando una prueba alternativa como es el Fallskip® que, en un futuro, podrían usarse de forma sistemática en la práctica clínica, ahorrando tiempo y aumentando la comodidad del paciente debido a su sencillez. A nivel individual, usted obtendrá el beneficio de una valoración más exhaustiva y personalizada de su inestabilidad, de cara a diseñar una rehabilitación vestibular lo más adecuada posible.

Se trata de un proyecto no remunerado, con lo cual usted no recibirá ningún tipo de compensación económica por su participación.

A juicio de los investigadores, este estudio no implica ninguna clase de riesgo físico o psicológico para usted, ni tendrá repercusión alguna en la atención médica que usted vaya a recibir.

5) CONFIDENCIALIDAD

El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes, se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. De acuerdo a lo que establece la legislación mencionada, usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse a su médico del estudio. Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código, de forma que su identidad quedará protegida y sólo su médico del estudio o colaboradores podrán relacionar dichos datos con usted y con su historia clínica. Su identidad no será revelada a persona alguna salvo excepciones, en caso de urgencia médica o requerimiento legal, y no se divulgará ninguna información de usted obtenida durante el estudio.

El acceso a su información personal quedará restringido al médico del estudio, colaboradores, autoridades sanitarias y al Comité Ético de Investigación Clínica de la Universidad Católica de Valencia, cuando lo precisen para comprobar los datos y procedimientos del estudio, pero siempre manteniendo la confidencialidad de los mismos de acuerdo a la legislación vigente. El acceso a su historia clínica ha de ser sólo en lo relativo al estudio.

6) OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE

Cualquier nueva información referente a las pruebas utilizados en el estudio que se descubra durante su participación y que pueda afectar a su disposición para participar en el estudio, le será comunicada por su médico lo antes posible.

Si usted decide retirar el consentimiento para participar en este estudio, no se añadirá ningún dato nuevo a la base de datos y, puede exigir la destrucción de todos los datos identificables previamente obtenidos.

También debe saber que puede ser excluido del estudio si el promotor o los investigadores del mismo lo consideran oportuno, ya sea por motivos de seguridad, por cualquier acontecimiento adverso que se produzca en estudio o porque

consideren que usted no está cumpliendo con los procedimientos establecidos. En cualquiera de los casos, usted recibirá una explicación adecuada del motivo por el que se ha decidido su retirada del proyecto.

Al firmar la hoja de consentimiento informado adjunta, se compromete a cumplir con los procedimientos del estudio que se le han expuesto.

ANEXO 2. Consentimiento informado

Título del proyecto: Estudio piloto comparativo entre los resultados obtenidos en posturografía dinámica y el FallSkip® en pacientes con hipofunción vestibular.

Investigador principal: María Jesús Guillén Fernández.

Centro: Clínica Barona y Asociados (Hospital Casa De Salud).

Yo, _____ (nombre y apellidos)

1. Declaro que he leído la Hoja de Información al Participante sobre el estudio citado, en la que quedan debidamente explicadas las características del mismo, sus potenciales beneficios y riesgos.
2. Se me ha entregado una copia de la Hoja de Información al Participante y una copia de este Consentimiento Informado, fechado y firmado.
3. He contado con el tiempo y la oportunidad para plantear dudas, siendo todas ellas aclaradas de manera satisfactoria.
4. Se me ha asegurado que se mantendrá la confidencialidad de mis datos.
5. Otorgo este consentimiento de manera voluntaria, y sé que soy libre de retirarme del estudio en cualquier momento, por cualquier motivo, sin tener que dar explicaciones y sin que eso tenga repercusión en mis cuidados médicos.

Doy libremente mi consentimiento para la participación en el estudio propuesto.

Fecha:

Fecha:

Firma del paciente:

Firma del investigador:

Revocación consentimiento informado

Yo, _____ (nombre y apellidos)

Declaro mediante el presente documento la revocación del consentimiento informado firmado el día _____ en el que consentí participar en el estudio arriba mencionado por las siguientes razones: (este apartado es opcional, y puede dejarse en blanco si así lo desea el paciente)

Si el paciente así lo desea, podrá solicitar que le sea entregada o que se destruya toda la información que se haya recabado sobre él a lo largo del estudio.

Fecha:

Firma Paciente:

ANEXO 3. Dictamen favorable del Comité de Ética de la Investigación Universidad Católica de Valencia.



INFORME DEL COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALENCIA SAN VICENTE MÁRTIR (CEI).

Dra. Mar Aranda Jurado, Secretaria del Comité de Ética de la Investigación de la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir

Certifico que:

Ha tenido entrada en la reunión del Comité de Ética de la Investigación (CEI) de la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir en su reunión, de fecha **28 de enero de 2021**, la solicitud de evaluación del proyecto de investigación, relacionado a continuación:

Título: “Estudio piloto comparativo entre los resultados obtenidos con posturografía dinámica y el Fallskip en pacientes con hipofunción vestibular”.

Código del proyecto: **UCV/2020-2021/035**

Investigador Principal: **María Jesús Guillén Fernández**

El Comité de Ética de la Investigación ha acordado **informar favorablemente el mismo.**

Valencia, 9 de febrero de 2021.

MARIA
MAR|
ARANDA|
JURADO

Firmado digitalmente por
MARIA MAR|ARANDA|JURADO
Nombre de reconocimiento
(DN): cn=MARIA MAR|ARANDA|
JURADO,
serialNumber=52648490H,
givenName=MARIA MAR,
sn=ARANDA JURADO,
ou=CIUDADANOS, o=ACCV,
c=ES
Fecha: 2021.02.09 13:08:54
+01'00'

Mar Aranda Jurado
Secretaria del Comité de Ética de la Investigación

ANEXO 4. Hoja de recogida de datos

General

- Código identificación:
- Sexo:
- Edad:
- Altura:
- Peso:
- Número de caídas hasta la fecha:

Posturografía dinámica computerizada

- Análisis sensorial:
 - Cociente somatosensorial (SOM):
 - Cociente visual (VIS):
 - Cociente vestibular (VEST):
 - Cociente preferencia visual (PREF):
- Cálculo global:

Fallskip

- Riesgo de caídas:
 - Muy alto
 - Alto
 - Moderado

Estudio piloto comparativo entre los resultados obtenidos en Posturografía Dinámica y el FallSkip® en pacientes con hipofunción vestibular

Autora: María Jesús Guillén Fernández ¹ **Tutora:** Dra. Luz Barona Lleó ^{1,2}

¹ Facultad de Medicina. Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir. ² Clínica Barona y Asociados, Hospital Casa de Salud.

INTRODUCCIÓN

La hipofunción vestibular tiene una elevada prevalencia: Se estima que un 20-30% de la población mundial presenta vértigo y mareos, suponiendo este síntoma un 2-3% de las consultas en puertas de urgencias. Estos pacientes presentan una inestabilidad que puede limitar su calidad de vida, al generar dificultad en la deambulación y caídas.

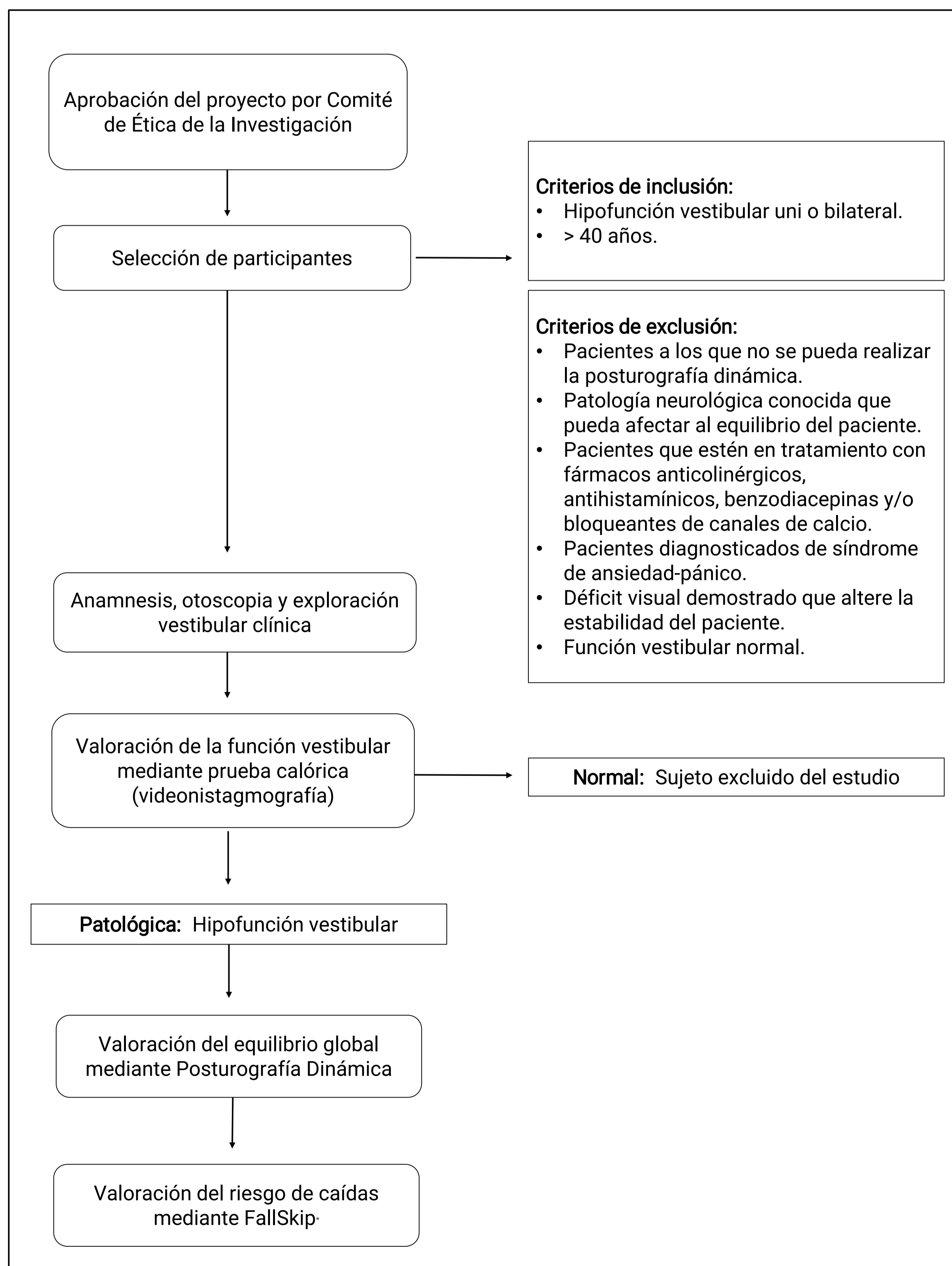
Por tanto, sería interesante investigar en qué medida las alteraciones del sistema vestibular pueden relacionarse con caídas, un problema cada vez más en auge debido al envejecimiento de la población mundial.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

En este trabajo nos planteamos si los pacientes con hipofunción vestibular presentan un mayor riesgo de caídas que la población general, y si este riesgo de caídas se correlaciona con la alteración del equilibrio medida mediante posturografía dinámica.

Para comprobarlo se plantean los siguientes objetivos: comparar los resultados obtenidos de la valoración de la estabilidad de un grupo de pacientes mediante posturografía dinámica con el riesgo de caída de los mismos, medido mediante el sistema FallSkip®; y averiguar si los pacientes con hipofunción vestibular tienen mayor riesgo de caída que la población general.

MATERIAL Y MÉTODOS

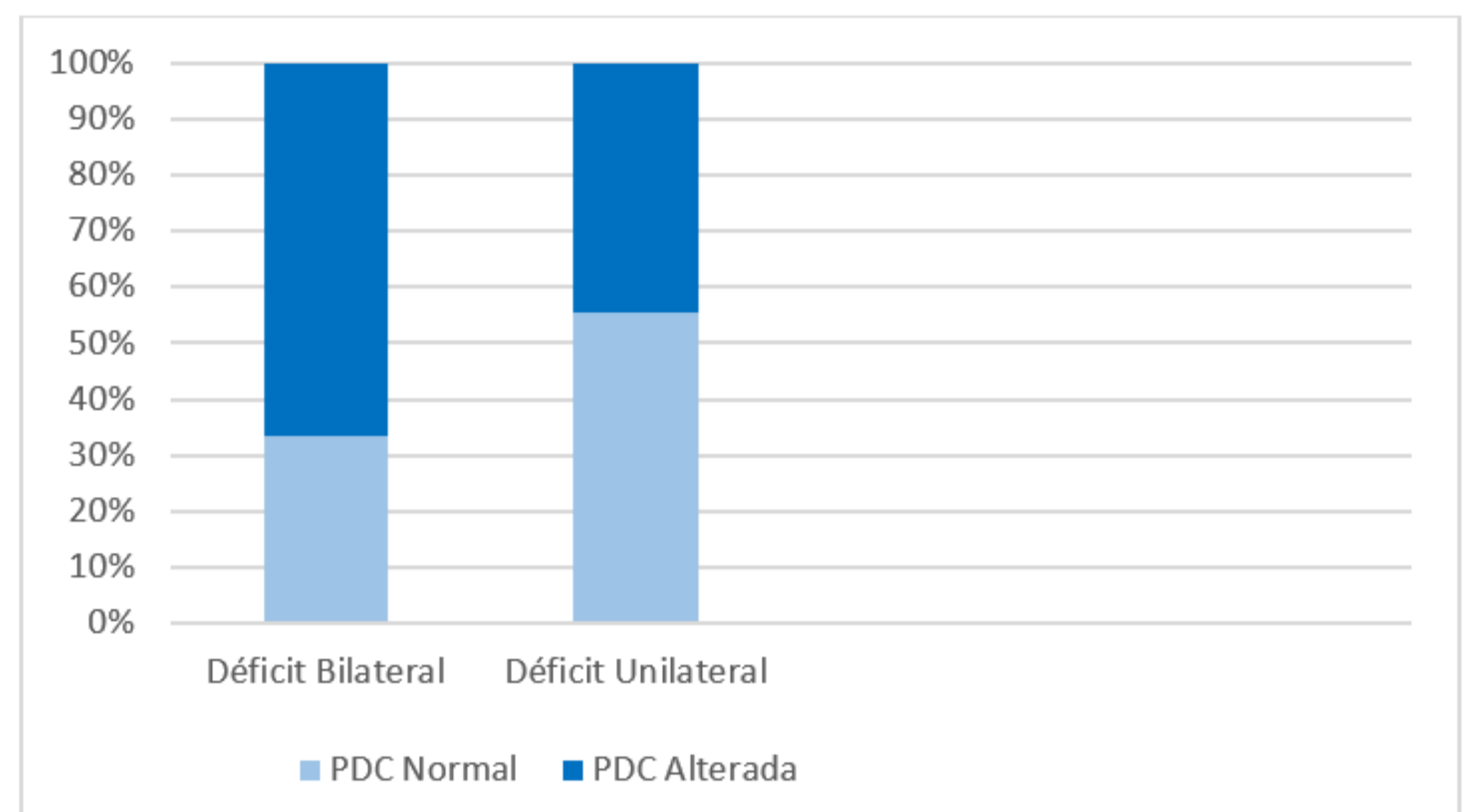


RESULTADOS

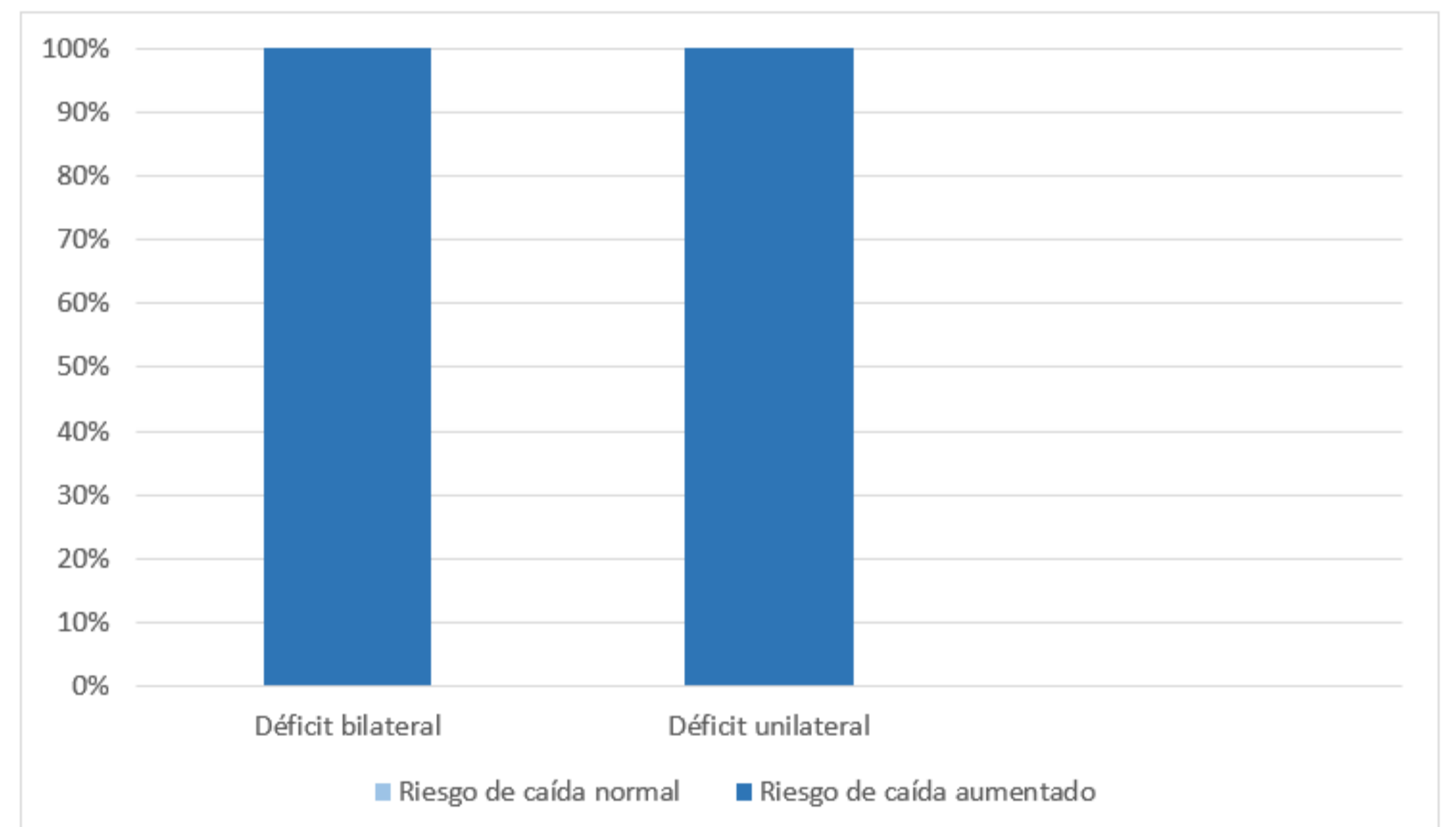
Un 25% de los pacientes presentaba hipofunción vestibular bilateral, mientras que el 75% restante tenía un déficit unilateral.

En la posturografía dinámica computarizada (PDC) se obtuvieron resultados normales para el 50% de los sujetos, siendo el otro 50% de los resultados patológicos.

En cuanto a la prueba FallSkip®, se observó un riesgo de caída aumentado en todos los pacientes, siendo este moderado en un 33'33% de los casos, alto en un 58'33%, y muy alto en el 8'33% restante.



Correlación de los resultados de la videonistagmografía y la Posturografía Dinámica.



Correlación de los resultados de la videonistagmografía y FallSkip®.

CONCLUSIONES

Los datos obtenidos no nos permiten afirmar que los pacientes con hipofunción vestibular tienen más riesgo de caídas, pero parecen respaldar esta hipótesis.

Sabiendo esto, este estudio puede ser un punto de partida para investigar en qué medida la hipofunción vestibular contribuye a las caídas, ya que, si se demostrara una relación directamente proporcional entre ambas, con medidas de rehabilitación vestibular sería posible reducir ese riesgo en la población global, así como sus consecuencias.

Además, se anima a implementar el uso de FallSkip® en las consultas de otorrinolaringología para facilitar y optimizar el estudio personalizado de los pacientes con inestabilidad.

Finalmente, esclarecer el papel de la hipofunción vestibular en las caídas puede llevar a reducir significativamente el número de las mismas, mejorando así la calidad de vida de nuestros pacientes y ahorrándoles las complicaciones derivadas.