



ARTÍCULO ESPECIAL

Presbivestibulopatía: criterios diagnósticos. Documento de consenso del Comité de Clasificación de la Bárány Society^{☆,☆☆}



Yuri Agrawal^{a,*}, Raymond Van de Berg^b, Floris Wuyts^c, Leif Walther^d, Mans Magnusson^e, Esther Oh^f, Margaret Sharpe^g y Michael Strupp^h

^a Departamento de Otorrinolaringología, Cirugía de Cabeza y Cuello, Universidad Johns Hopkins, Baltimore, EE. UU.

^b Departamento de Otorrinolaringología, Cirugía de Cabeza y Cuello, Centro Médico de la Universidad de Maastricht, Maastricht, Países Bajos

^c Laboratorio de Investigaciones de Equilibrio y Aeroespacial, Universidad de Amberes, Amberes, Bélgica

^d Departamento de Otorrinolaringología, Cirugía de Cabeza y Cuello, Universidad de Medicina de Mannheim, Universidad de Heidelberg, Heidelberg, Alemania

^e Departamento de Otorrinolaringología, Cirugía de Cabeza y Cuello, Universidad de Lund, Lund, Suecia

^f Departamento de Medicina Geriátrica y Gerontología, Universidad Johns Hopkins, Baltimore, EE. UU.

^g Centro de Mareos y Trastornos del Equilibrio, Adelaida, Australia

^h Departamento de Neurología y Centro Alemán para el Vértigo, Universidad Ludwig Maximilians, Múnich, Alemania

PALABRAS CLAVE

Presbivestibulopatía;
Diagnóstico;
Criterios

Resumen Este artículo describe los criterios diagnósticos de presbivestibulopatía (PVP) del Comité de Clasificación de la Sociedad Bárány. Se define la PVP como un síndrome vestibular crónico, caracterizado por inestabilidad, alteración de la marcha, y/o caídas recurrentes en presencia de déficits vestibulares bilaterales leves, con hallazgos en las pruebas de función vestibular situados entre la normalidad y los límites establecidos para la vestibulopatía bilateral. El diagnóstico de PVP se basa en la anamnesis, la exploración clínica y la evaluación mediante pruebas de función vestibular. El diagnóstico de PVP requiere una reducción bilateral de la función del reflejo vestibulo-ocular (RVO). Esta puede ser diagnosticada mediante el video-HIT (vHIT) para el rango de frecuencias altas del RVO; para el rango de frecuencias medias con la prueba de la silla rotatoria; y para el rango de bajas frecuencias mediante la prueba calórica. Para el diagnóstico de PVP, la ganancia de RVO angular horizontal debe ser en ambos lados $< 0,8$ y $> 0,6$, y/o la suma de las velocidades pico máximas de fase lenta del nistagmo calórico, tras estimulación con agua caliente y fría en cada lado, que debe estar entre $< 25^\circ/\text{s}$ y $> 6^\circ/\text{s}$ y/o la ganancia del RVO angular horizontal debe estar entre $> 0,1$ y $< 0,3$ con la

[☆] «Traducido de: *Journal of Vestibular Research*, vol. 29, Yuri Agrawal, Raymond Van de Berg, Floris Wuyts, Leif Walther, Mans Magnusson, Esther Oh, Margaret Sharpe and Michael Strupp, Presbyvestibulopathy: Diagnostic criteria Consensus document of the Classification committee of the Bárány Society, pp. 161-170, Copyright (2019), con permiso de IOS Press».

^{☆☆} La publicación está disponible en IOS Press a través del siguiente enlace: <https://doi.org/10.3233/VES-190672>.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: yagrawal@jhmi.edu (Y. Agrawal).

estimulación sinusoidal en silla rotatoria. La PVP habitualmente ocurre junto con otros déficits relacionados con la edad que afectan a la visión, propiocepción, y/o de las funciones corticales, cerebelosas y extrapiramidales que también contribuyen y que podrían incluso ser necesarias para la manifestación de los síntomas de inestabilidad, alteración de la marcha y caídas. Estos criterios consideran simplemente la presencia de estos síntomas en adultos mayores, junto con el deterioro documentado de la función vestibular.

© 2021 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello.

KEYWORDS

Presbyvestibulopathy;
Diagnosis;
Criteria

Presbyvestibulopathy: Diagnostic criteria Consensus document of the Classification Committee of the Bárány Society

Abstract This paper describes the diagnostic criteria for presbyvestibulopathy (PVP) of the Classification Committee of the Bárány Society. PVP is defined as a chronic vestibular syndrome characterized by unsteadiness, gait disturbance, and/or recurrent falls in the presence of mild bilateral vestibular deficits, with findings on laboratory tests that are between normal values and the thresholds established for bilateral vestibulopathy. The diagnosis of PVP is based on patient history, bedside examination, and laboratory evaluation. The diagnosis of PVP requires bilaterally reduced function of the vestibulo-ocular reflex (VOR). This can be diagnosed for the high frequency range of the VOR with video-HIT (vHIT), for the middle frequency range with rotary chair testing, and for the low frequency range with caloric testing. For the diagnosis of PVP, the horizontal angular VOR gain on both sides should be $< .8$ and $> .6$, and/or the sum of the maximal peak velocities of the slow phase caloric-induced nystagmus for stimulation with warm and cold water on each side should be $< 25^\circ/\text{s}$ and $> 6^\circ/\text{s}$, and/or the horizontal angular VOR gain should be $> .1$ and $< .3$ upon sinusoidal stimulation on a rotatory chair. PVP typically occurs along with other age-related deficits of vision, proprioception, and/or cortical, cerebellar, and extrapyramidal function which also contribute to and might even be required for symptoms of unsteadiness, gait disturbance, and falls to manifest. These criteria simply consider the presence of these symptoms, along with documented impairment of vestibular function, in older adults.

© 2021 Published by Elsevier España, S.L.U. on behalf of Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello.

Introducción

El envejecimiento de la población mundial es un importante cambio demográfico que se está produciendo en la actualidad. Por ello, se está reconociendo cada vez más el impacto que tienen sobre la salud pública los padecimientos que, de forma significativa, afectan a las personas mayores. Se está tomando cada vez más conciencia de las consecuencias que el envejecimiento de los sistemas sensoriales humanos supone para los individuos y para la salud pública¹. La pérdida de visión ligada a la edad (por disminución de la capacidad de acomodación del cristalino o presbicia, por cataratas o por degeneración macular) se ha relacionado con un aumento en el riesgo de incapacidad, caídas e institucionalización^{2–4}. La pérdida auditiva relacionada con la edad (presbiacusia) se ha asociado con mayor riesgo de demencia, depresión y mortalidad^{5–7}. Los estudios realizados muestran que las disfunciones subsiguientes al deterioro de los órganos sensoriales son frecuentes: el 15% de los mayores de 70 años experimentan alteraciones sintomáticas de la visión y el 26% hipoacusia manifiesta⁸.

Varios estudios han demostrado que el envejecimiento también afecta considerablemente al sistema vestibular. Es más, en estudios poblacionales se ha visto que la disfunción vestibular es altamente prevalente en adultos mayores, con cerca del 50% de los mayores de 60 años, presentando algún tipo de hipofunción vestibular fisiológica^{9,10}. De hecho, el mareo y el desequilibrio se encuentran entre los síntomas más frecuentemente referidos por adultos mayores no institucionalizados^{11–14}. Se sabe que la disminución de la función vestibular secundaria al envejecimiento tiene importantes consecuencias para los mayores, destacando el desequilibrio postural, el deterioro de la marcha y las caídas^{15–20}. Además, la disminución de la función vestibular en los mayores ha demostrado predecir una disminución de la capacidad para realizar las actividades de la vida diaria y una marcada reducción de la calidad de vida²¹.

Dada la creciente evidencia de la prevalencia y del impacto de la pérdida de función vestibular ligada con la edad, proponemos establecer la definición del término presbivestibulopatía (PVP), al igual que se ha hecho para el envejecimiento de otros sistemas sensoriales (como la

presbicia o la presbiacusia). El diagnóstico de PVP pretende abarcar aquellas pérdidas vestibulares leves o incompletas atribuibles al proceso de envejecimiento normal, tal y como ocurre con otros deterioros sensoriales ligados con la edad como la presbicia y la presbiacusia que, del mismo modo, representan pérdidas incompletas (en contraposición con la ceguera y la sordera, respectivamente). El desarrollo de unos criterios diagnósticos precisos para la PVP será de utilidad tanto en la práctica clínica como para la investigación. En el ámbito clínico, asignar a los adultos mayores con disfunción vestibular sintomática un potencial diagnóstico de PVP se traduciría en un incremento de la prescripción de terapias vestibulares, especialmente rehabilitación vestibular precoz y continuada. Por otra parte, el establecimiento de unos criterios diagnósticos uniformes facilitará la estandarización de los estudios de investigación, y con ello, la capacidad de compararlos, así como la puesta en común de sus contenidos. Otros términos que han sido empleados para describir el fenómeno de la pérdida vestibular relacionada con la edad incluyen presbiastasia, presbiequilibrio, presbilíbrio, presbiotoconia y presbivértigo.

Metodología

Para el desarrollo de los criterios diagnósticos de PVP se siguió el procedimiento establecido por el Comité de Clasificación de la Sociedad Bárány (CCBS), a quien le fue encomendado establecer una Clasificación Internacional de Síndromes Vestibulares (ICVD)²². El diagnóstico fue propuesto al CCBS en 2017. El CCBS, que es un grupo de expertos multinacional y multidisciplinar, evaluó la literatura relevante y los fundamentos para establecer una definición de la PVP y nombró un subcomité para desarrollar los criterios diagnósticos formales. A lo largo del siguiente año se llevaron a cabo las reuniones del subcomité, que incluía una representación de tres continentes y de varias especialidades (otorrinolaringología, neurología, fisioterapia y geriatría). Se realizó una extensa revisión de la literatura y se construyó el borrador inicial de los criterios.

De acuerdo con la normativa establecida por el CCBS, los criterios están plenamente respaldados por notas, comentarios y por la transcripción de las discusiones. El borrador de los criterios fue revisado por el CCBS y también estuvo oportunamente a disposición de la opinión pública. Tras un proceso de sucesivas mejoras y revisiones, los criterios se consideraron finalizados y aptos para su publicación. Los principales compromisos de los autores eran desarrollar un documento sobre la PVP, aplicable a la práctica en los diferentes ámbitos clínicos para promover el cuidado de los pacientes y mejorar su condición, así como para delimitar las prioridades de investigación.

Criterios diagnósticos de presbivestibulopatía (PVP)

Deben cumplirse cada uno de los criterios de la A a la D.

- A. Síndrome vestibular crónico (de duración mínima de tres meses), incluyendo al menos dos de los siguientes síntomas¹:
 1. Desequilibrio (postural) o inestabilidad
 2. Alteraciones de la marcha
 3. Mareo crónico
 4. Caídas recurrentes
- B. Hipofunción vestibular leve² documentada, al menos, por una de las siguientes técnicas:
 1. Ganancia del RVO medida por vHIT comprendida entre 0,6 y 0,8, bilateralmente³.
 2. Ganancia del RVO comprendida entre 0,1 y 0,3 en la prueba rotatoria sinusoidal (frecuencia 0,1 Hz, velocidad máxima 50-60°/s)⁴.

¹ Los padecimientos relacionados con la edad, con frecuencia resultan de la afectación simultánea de múltiples sistemas orgánicos, así como de una capacidad reducida para compensar las pérdidas fisiológicas^{23,24}. En este contexto, la PVP probablemente ocurre simultáneamente con otras pérdidas sensoriales y funcionales (especialmente visión, propiocepción, fuerza de miembros inferiores y funciones cortical, extrapiramidal y cerebelosa)²⁵⁻³², dando como resultado los síntomas relacionados con la edad de desequilibrio postural, alteraciones de la marcha y caídas frecuentes³³. Por tanto, no podemos conocer de forma precisa el grado de contribución de la PVP a los síntomas. Estos criterios simplemente consideran la presencia de estos síntomas en mayores, junto con un deterioro documentado de la función vestibular. El desequilibrio postural, o la inestabilidad, pueden corresponderse con desequilibrio estático (por ejemplo, estar de pie) o dinámico (por ejemplo, ponerse de pie y lanzar una pelota). Las alteraciones de la marcha pueden incluir enlentecimiento o inestabilidad en la misma. El mareo crónico hace referencia a síntomas que están sistemáticamente presentes con los movimientos de la cabeza, la marcha o la bipedestación. Las caídas recurrentes aluden a más de una caída al año.

² Definimos la pérdida «leve» de función vestibular como un intermedio entre la función vestibular normal y la vestibulopatía bilateral (VPB). Remarcamos que los sujetos deben haber realizado las pruebas vestibulares, sin haber tomado recientemente medicación sedante (por ejemplo, benzodiacepina), pues es prescrita con frecuencia en individuos mayores.

³ Video-HIT: el reflejo vestibulo-ocular angular (aRVO) puede cuantificarse mediante la prueba de impulso cefálico video-asistida (vHIT)^{34,35}. La definición de VPB de la ICVD establece como uno de sus criterios diagnósticos una ganancia del RVO menor de 0,6 bilateralmente²⁷. Por ello, el nivel mínimo de ganancia del aRVO para la PVP, que es una vestibulopatía leve, se fijó en 0,6. El límite superior de ganancia de 0,8 se determinó tras sintetizar los datos de diversos estudios. En un estudio se evaluó la ganancia del aRVO en una muestra de 62 individuos normales, y se apreció que el límite inferior de la ganancia del aRVO normal (2 desviación estándar [DE] por debajo de la media) era 0,79 a los 80 ms y 0,75 a los 60 ms³⁶. Sin embargo, en otro estudio, realizado en 243 adultos mayores sanos, se encontró que un valor de ganancia del aRVO menor de 0,9 estaba asociado con una prevalencia significativamente mayor de sacadas compensatorias, que se consideran un signo de déficit del RVO³⁷. Con el fin de caracterizar una pérdida vestibular leve, consistente con la PVP, hemos establecido los límites en $\geq 0,6$ y $< 0,8$.

⁴ Prueba rotatoria: la prueba rotatoria mide las respuestas del aRVO para estímulos de baja y media frecuencia (aproximadamente de 0,05 a 0,1 Hz). Una vez más, tomamos como referencia el punto de corte de ganancia del aRVO para la VPB ($\geq 0,1$) para establecer el límite inferior. Para el límite superior se seleccionó un nivel $< 0,3$,

3. Respuesta calórica disminuida (suma de las velocidades máximas de fase lenta de las estimulaciones bitérmicas de ambos oídos entre 6 y 25°/s)^{5,6}.
- C. Edad mayor o igual de 60 años⁷.
- D. No explicable por otra enfermedad o trastorno⁸.

Comentarios

Epidemiología

Prevalencia

Se estima que, en el año 2050, el 17% de la población mundial tendrá 65 o más años, lo que corresponde a 1,6 billones de individuos⁴⁹. Por tanto, se hace necesario conocer cómo se modifica con la edad la función vestibular, así como las manifestaciones clínicas y la repercusión en la población que estos cambios pueden suponer. La disfunción vestibular típicamente provoca mareo, desequilibrio o vértigo, síntomas que son altamente prevalentes en los adultos mayores, si bien no son exclusivos de la disfunción vestibular. La esti-

dado que 0,3-0,35 son los límites inferiores del rango de normalidad en muchos laboratorios³⁸.

⁵ Prueba calórica: la prueba calórica mide la respuesta del aRVO para frecuencias bajas (aproximadamente 0,003 Hz). Los criterios de VPB fijan como umbral para el diagnóstico una respuesta < 6°/s para ambas estimulaciones, caliente (44 °C) y fría (30 °C), de cada oído³⁹. Por ello, colocamos el límite inferior para la respuesta calórica en $\geq 6^\circ/\text{s}$. Definimos el límite superior justo en el valor donde muchos laboratorios establecen el límite inferior de normalidad: < 25°/s para ambas estimulaciones (caliente y fría) de cada oído⁴⁰. Dicho de otro modo, la suma de las velocidades máximas de la fase lenta de las dos estimulaciones, caliente y fría, de ambos oídos, $\geq 6^\circ/\text{s}$ y < 25°/s.

⁶ A pesar de las evidencias que sugieren una disminución de la función otolítica con la edad, esta no fue tenida en cuenta para los criterios diagnósticos. Como se discutirá posteriormente en el apartado de pruebas de laboratorio, actualmente los estudios de función otolítica no están optimizados y estandarizados al mismo nivel que los del RVO, a través de las pruebas calórica, rotatoria y vHIT. No obstante, la inclusión de la disfunción otolítica será reconsiderada en próximas revisiones de estos criterios diagnósticos.

⁷ La edad de inicio para la PVP se estableció en 60 años, basándose en la acotación marcada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para la definición de persona mayor⁴¹. Además, en estudios histológicos se ha documentado la degradación de la estructura de los órganos receptores vestibulares a la edad de 60 años. Se ha observado una marcada disminución de la población de células ciliadas a lo largo del epitelio sensorial de los conductos y de los órganos otolíticos desde la edad de 50 años⁴². También se ha documentado la degeneración de las otoconias del utrículo y del sáculo desde los 50 años⁴³. Se ha observado una reducción de las fibras nerviosas vestibulares, a partir de la quinta década de la vida⁴⁴, mientras que la pérdida de neuronas en el núcleo vestibular se inicia aproximadamente hacia los 40 años y la población celular ganglionar empieza a reducirse en líneas generales hacia los 60 años^{45,46}.

⁸ Debe tenerse en cuenta que, además de la PVP, algunos individuos podrían tener múltiples diagnósticos, como vértigo posicional paroxístico benigno (VPPB), cuya prevalencia aumenta con la edad, o una enfermedad neurológica (por ejemplo, enfermedad de Parkinson)^{47,48}. La cuestión decisiva es que los otros diagnósticos pueden presentar síntomas adicionales (por ejemplo, vértigo breve posicional en el VPPB, bradicinesia o rigidez en la enfermedad de Parkinson), pero no se ajustan plenamente a los criterios de PVP.

mación de la prevalencia del mareo y el desequilibrio en la población mayor va a depender fundamentalmente de las definiciones de mareo y desequilibrio que se empleen y de la población considerada. Varios estudios poblacionales en muestras amplias hallaron un 20-30% de prevalencia de mareo y desequilibrio en la población mayor (edad ≥ 65 años)¹²⁻¹⁴, prevalencia que aumentaba con la edad, alcanzando niveles superiores al 50% en mayores de 80 años, no institucionalizados¹¹. Por su parte, un estudio en pacientes institucionalizados en residencias mostró una prevalencia de mareo y vértigo del 68%¹⁹. El 24% de los pacientes de edad igual o superior a 65 años que consultaron en una clínica específica de atención primaria geriátrica referían mareo, que era el principal síntoma en un 17%⁵⁰.

Una serie de estudios de referencia realizados en Alemania, estimaron la prevalencia y la incidencia de vértigo vestibular en particular, es decir, vértigo resultante de disfunción vestibular. Entre los individuos no institucionalizados mayores de 18 años, la prevalencia a lo largo de la vida, la prevalencia anual y la incidencia de vértigo vestibular observados fueron 7,8, 4,9 y 1,5%, respectivamente⁵¹. La prevalencia anual aumentaba con la edad hasta alcanzar un 7,2% en el rango de edades de 60 a 69 años y un 8,8% en mayores de 80 años. En otro estudio, se estimó la prevalencia de disfunción vestibular en la población de EE. UU., empleando la prueba objetiva de Romberg modificada. El 35% de los estadounidenses de 40 años o más mostraron evidencia de disfunción vestibular con base en su métrica postural⁵². La frecuencia de disfunción vestibular se incrementaba significativamente con la edad, de modo que el 85% de los pacientes con 80 o más años evidenciaban disfunción vestibular. Estas estimaciones son considerablemente más altas que las correspondientes a la prevalencia del vértigo vestibular mencionado previamente para la población alemana, posiblemente porque la prueba de Romberg modificada permite capturar disfunción vestibular subclínica y puede estar reflejando de forma más general una incapacidad para usar la información vestibular.

Impacto

El impacto de la disfunción vestibular en los mayores ha sido puesto de manifiesto en múltiples estudios. Se ha asociado con reducción en la velocidad de la marcha y merma del control postural^{15,53}. También están surgiendo evidencias de que el deterioro de la función vestibular en individuos mayores se asocia con disminución de la capacidad cognitiva, especialmente del reconocimiento espacial^{17,54,55}. Además, el menoscabo de la función vestibular por la edad ha demostrado aumentar el riesgo de caídas, evento común y de resultados devastadores en adultos mayores^{56,57}. En varios estudios se observó una relación entre daño vestibular y riesgo de fracturas de cadera y muñeca por caídas⁵⁸⁻⁶⁰. Un estudio reciente estimó un exceso de 50.000 caídas al año atribuibles a pérdida de función vestibular en mayores⁶¹.

Asimismo, el mareo y la disfunción vestibular se han asociado con entorpecimiento para llevar a cabo actividades básicas imprescindibles para la vida diaria como acostarse y levantarse de la cama, conducir, comprar e, incluso, manejar dinero^{11,21}. Por lo que respecta al coste y al consumo de recursos sanitarios, el vértigo vestibular se ha relacionado con una mayor probabilidad de requerir consultas médicas,

causar bajas laborales y de evitar salir del domicilio⁶². Por último, el mareo y la disfunción vestibular se han asociado con una reducción sustancial de la calidad de vida, tanto en el ámbito físico como en el intelectual^{62,63}. Un estudio poblacional en Suecia observó que el mareo era uno de los síntomas con más influencia en la calidad de vida en individuos mayores⁶⁴.

En conjunto, estos estudios demuestran una amplia prevalencia y un profundo impacto de la pérdida de función vestibular en los mayores y reafirman su trascendencia para la salud pública. Además, queremos señalar que aunque el mareo, el desequilibrio y la disfunción vestibular son frecuentes en adultos mayores, no son una constante. No todos los individuos mayores de 90 años experimentan mareo¹¹ y los adultos mayores pueden mantener ganancias de RVO normales, incluso después de los 80 años⁶⁵. Por eso, el mareo, el desequilibrio y la disfunción vestibular deben ser considerados eventos concomitantes con la edad, más que debidos a la edad¹¹. Como corolario diremos que estos problemas deben considerarse potencialmente modificables, debiendo hacerse el esfuerzo de tratarlos. De hecho, hay firmes evidencias que avalan el beneficio de la rehabilitación vestibular en pacientes mayores con pérdida de función vestibular⁶⁶, así como en mayores con mareo, incluso aquellos en los que no se haya constatado específicamente un déficit vestibular⁶⁷.

Fisiopatología

Numerosas líneas de estudio han puesto de manifiesto el declive de la función sensorial vestibular con la edad. Este deterioro ligado con la edad de la función vestibular estructural y fisiológica se cree que puede deberse a factores endógenos (es decir, genéticos) y a una exposición acumulada a agentes vestibulotóxicos, incluyendo infección, inflamación, vasculopatía, fármacos y traumatismos. Los estudios histopatológicos han documentado ampliamente un deterioro ligado con la edad en el epitelio sensorial de todos los órganos receptores vestibulares (por ejemplo, una merma de la población de células ciliadas en los tres conductos semicirculares, el utrículo y el sáculo y cambios morfológicos en las otoconias), así como una reducción de células ganglionares, aferencias y de población celular en los núcleos vestibulares⁶⁸⁻⁷⁰.

En estudios fisiológicos se ha observado que con la edad, aumenta la latencia y disminuye la amplitud de las respuestas vestibulares a estímulos rotacionales, acústicos y vibratorios^{61,71-77}. En los estudios iniciales sobre envejecimiento y función vestibular se examinaron las respuestas en muestras representativas de las diversas franjas de edades. Estos estudios mostraron una disminución con la edad de la ganancia del RVO en la rotación sinusoidal⁷¹ y los autores concluyeron que la edad conlleva una pérdida progresiva de la función vestibular⁷³. También se puso de manifiesto un deterioro en los mecanismos de procesamiento del RVO, como el almacenamiento de velocidad⁷⁸. Subsiguientes estudios longitudinales mostraron que en un período de cinco años, en sujetos mayores sanos se producía una disminución de las respuestas del RVO^{79,80}. En estudios más recientes, empleado nuevos métodos portátiles de exploración vestibular, como la prueba de impulso céfalico

video-asistido (vHIT), se encontró en muestras amplias de población mayor, una reducción con la edad de la ganancia del RVO angular^{36,81,82}. Es más, también se ha demostrado el declive de la función otolítica, medida por diversos métodos que incluyen potenciales evocados miogénicos vestibulares (VEMP), pruebas de umbrales de percepción vestibular lineal y reflejos otolítico-oculares^{61,74,83}.

Diagnóstico diferencial

En la [tabla 1](#) se resume el diagnóstico diferencial de la PVP. Aunque la mayoría de las entidades incluidas se pueden diferenciar de la PVP por la ausencia de déficit bilateral en las pruebas de función vestibular, queremos destacar que la mayoría de estas condiciones (con la excepción de la vestibulopatía unilateral y la VPB) pueden ser concurrentes con una PVP. Es más, una característica del envejecimiento es la frecuente coincidencia de múltiples déficits, contribuyendo todos ellos al fenotipo observado.

De los diagnósticos considerados, el vértigo posicional paroxístico benigno (VPPB) requiere una mención especial, pues es muy frecuente en los mayores. El aumento de la prevalencia del VPPB en las personas mayores podría ser el reflejo de la degeneración con la edad de la membrana otolítica, que daría lugar a la liberación de otoconias a la endolinfa⁸⁴. En un estudio poblacional, se observó una prevalencia del VPPB en mayores de 60 años del 3,4% y una incidencia acumulada a lo largo de la vida de casi el 10% a los 80 años⁴⁷. El VPPB representa hasta un 39% de las causas de vértigo en pacientes mayores que consultan en clínicas neurootológicas⁸⁵. Sin embargo, las personas mayores no siempre experimentan la clínica clásica, es decir, episodios breves de vértigo rotatorio provocados por los cambios de posición de la cabeza. En un estudio realizado sobre 100 pacientes que consultaron por patologías crónicas en clínicas de geriatría general se halló que el 9% padecían un VPPB no reconocido⁴⁸. Por ello, en pacientes mayores con mareo debe considerarse siempre la posibilidad de un VPPB, pues es un problema común y tratable.

Lagunas de conocimiento actuales y directrices futuras

Síntomas

El comité para la clasificación de la PVP decidió incluir en los criterios diagnósticos síntomas frecuentemente asociados con disfunción vestibular, como desequilibrio postural, anomalías de la marcha, mareo y caídas recurrentes. Todos ellos son síntomas referidos habitualmente en las consultas. No obstante, no se ha incluido una cuantificación de la severidad de estos síntomas. Las pruebas de Romberg y Romberg en tándem y la posturografía constituyen posibles métodos objetivos para medir el desequilibrio postural. Para objetivar las anomalías de la marcha, se pueden emplear la medida de la velocidad de la marcha, la marcha en tándem e índices como el Índice Dinámico de la Marcha y la Valoración Funcional de la Marcha⁸⁶. La limitación por el mareo puede ser convenientemente valorada por medio de cuestionarios como el *Dizziness Handicap Inventory* (DHI)⁸⁷. Las caídas pueden ser cuantificadas con base en las sufridas durante un determinado período de tiempo o, más adecuadamente,

Tabla 1 Diagnóstico diferencial de la PVP

Diagnóstico diferencial de la PVP	Diferencias con la PVP
<i>Otros cuadros vestibulares</i>	
Vértigo posicional paroxístico benigno	Prueba de Dix- Hallpike / maniobra diagnóstica de Semont o prueba de rotación cefálica positivas PVP es bilateral
Vestibulopatía unilateral persistente	Los déficits vestibulares en PVP no son tan severos como en BVP
Vestibulopatía bilateral	Ausencia de déficit bilateral en las pruebas vestibulares
Mareo funcional (p. ej., PPPD, mareo visual)	Ausencia de déficit bilateral en las pruebas vestibulares
<i>Otros problemas sensoriomotores</i>	
Mareo ortostático	Ausencia de déficit bilateral en las pruebas vestibulares
Visión reducida	Ausencia de déficit bilateral en las pruebas vestibulares
Trastorno propioceptivo	Ausencia de déficit bilateral en las pruebas vestibulares
<i>Sistema nervioso central</i>	
Ataxia cerebelosa sin vestibulopatía bilateral	Ausencia de déficit bilateral en las pruebas vestibulares
Síndrome del nistagmo vertical inferior	Presencia de nistagmo vertical inferior, con o sin déficits vestibulares periféricos
Trastornos extrapiramidales	Síntomas extrapiramidales (p. ej., rigidez, bradicinesia) con o sin déficits vestibulares periféricos
Hidrocefalia normotensiva (HNT)	Síntomas de HNT, hidrocefalia, tap test positivo con o sin déficits vestibulares periféricos
Medicaciones sedantes vestibulares	Ausencia de déficit bilateral en las pruebas vestibulares
<i>Sistémicas</i>	
Intoxicaciones	Ausencia de déficit bilateral en las pruebas vestibulares

PVP: presbivestibulopatía; BVP: Vestibulopatía bilateral; PPPD: *persistent postural- perceptual dizziness*, mareo postural perceptual persistente; HNT: hidrocefalia normotensiva.

por medio de cuestionarios como la *Falls Efficacy Scale*⁸⁸. Por el momento, el comité para la clasificación de la PVP reconoce que hay una insuficiente estandarización de estas medidas, así como una falta de umbrales de normalidad consensuados, como para justificar la inclusión de mediciones específicas de los síntomas. En futuras revisiones de estos criterios diagnósticos, se reconsiderará con más detalle qué evaluaciones pueden ser añadidas a los criterios diagnósticos de PVP.

Además, están surgiendo estudios que demuestran el impacto que en personas mayores, tiene la disfunción vestibular sobre las funciones cognitivas, fundamentalmente espaciales, como la memoria, la navegación y la orientación espaciales^{17,89}. No obstante, el comité para la clasificación de la PVP considera que las funciones cognitivas son el resultado de una amplia red de conexiones del sistema nervioso central y elementos periféricos y que se necesitan más evidencias para demostrar un nexo directo entre disfunción vestibular y cognición. En futuras revisiones de estos criterios diagnósticos, se reevaluará si el deterioro cognitivo debe ser incluido en la configuración del diagnóstico de la PVP y qué medición o mediciones serían adecuadas para definir la función cognitiva.

Pruebas de laboratorio

Como se comentó previamente, hay estudios que demuestran un deterioro de la función otolítica con la edad, tanto estructural (células ciliadas saculares y utriculares, integridad otoconial) como funcional (medidas de VEMP y pruebas de umbrales de percepción). Además, hay evidencias que

sugieren que la disfunción otolítica se asocia con anomalías posturales, así como con deterioro del reconocimiento espacial^{17,74}. No obstante, las mediciones clínicas de función otolítica no están tan optimizadas y estandarizadas como lo están las del RVO, a través de las pruebas calórica y rotatoria o el vHIT. Los VEMP, prueba más ampliamente empleada para medir la función otolítica, pueden ser difíciles de reproducir con fiabilidad. Además, con frecuencia están ausentes en los mayores y la significación de esta ausencia no está aún convenientemente aclarada^{90,91}. En un reciente documento de consenso, la Academia Americana de Neurología establece que, por el momento, la utilidad clínica de los VEMP está sólo bien documentada para el diagnóstico del síndrome de dehiscencia del conducto semicircular superior y otros casos de tercera ventana en el oído interno⁹². Por ello, el comité de clasificación para la PVP tomó la decisión de excluir de sus criterios diagnósticos a la disfunción otolítica. En futuras revisiones se reevaluará la situación de las pruebas de función otolítica y se reconsiderará la inclusión de la disfunción otolítica en los criterios de PVP.

Para los criterios de PVP, los resultados de laboratorio de vHIT y pruebas rotatoria y calórica seleccionados, están comprendidos entre los valores diagnósticos de VPB y el límite inferior de los valores de normalidad. Nuestra intención era seleccionar un nivel de hipofunción leve, de manera similar a la presbiacusia o la presbicia, que se distinguen de las correspondientes pérdidas sensoriales profundas (sordera y ceguera, respectivamente). No obstante, se desconoce si para estas pruebas existen unos umbrales específicamente asociados con la aparición de síntomas. En futuras revisiones se considerará si los valores de corte para

la disfunción vestibular leve en mayores deben ser reajustados.

Para futuras revisiones de estos criterios, se proyecta establecer subtipos de PVP, definidos, por ejemplo, por la alteración de los conductos semicirculares frente a la de los órganos otolíticos, o por disfunción vestibular de baja frecuencia vs. alta frecuencia. Por ejemplo, en la presbiacusia se sabe que la pérdida auditiva se produce para las frecuencias altas y, de forma análoga, se sabe que en los órganos sensoriales vestibulares las células ciliadas tipo I, sensibles a las altas frecuencias, están proporcionalmente más degradadas que las células ciliadas tipo II, sensibles a bajas frecuencias⁶⁹. Además, estudios histopatológicos apuntan a que, con la edad, las células ciliadas de los conductos semicirculares alcanzan un mayor grado de degeneración que las de los órganos otolíticos, habiéndose corroborado este hallazgo en estudios clínicos^{9,68}. En futuras revisiones de estos criterios se valorará si la PVP puede ser específicamente definida en virtud de los tipos de disfunción vestibular que se producen con la edad.

El fenotipo anciano

Como se ha expuesto, el envejecimiento se caracteriza por el deterioro progresivo y simultáneo de múltiples sistemas fisiológicos. Por tanto, es de esperar que la disminución de la función vestibular tenga lugar junto con el deterioro de otras funciones, sensoriomotoras, del SNC y sistémicas. Aunque estos criterios diagnósticos están focalizados en el decremento de la función vestibular, es lógico pensar que el impacto clínico de la PVP va a ser modulado por la situación funcional de otros sistemas fisiológicos. Por ejemplo, los mayores pueden tener diferente capacidad para compensar un mismo nivel de hipofunción vestibular, según sea su situación sensoriomotora, su habilidad para reevaluar las informaciones sensoriales y la plasticidad de su sistema nervioso central (SNC). En futuras revisiones de estos criterios diagnósticos, se espera situar de forma explícita a la PVP en el contexto de los demás sistemas fisiológicos y del efecto conjunto que sus alteraciones tienen en la limitación funcional de los mayores.

Traducido de: *Journal of Vestibular Research*, vol. 29, Yuri Agrawal, Raymond Van de Berg, Floris Wuyts, Leif Walther, Mans Magnusson, Esther Oh, Margaret Sharpe and Michael Strupp, Presbyvestibulopathy: Diagnostic criteria Consensus document of the Classification committee of the Bárány Society, pp. 161-170, Copyright (2019), con permiso de IOS Press.

La publicación está disponible en IOS Press a través del siguiente enlace: <https://doi.org/10.3233/VES-190672>.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Baltes PB, Lindenberger U. Emergence of a powerful connection between sensory and cognitive functions across the adult life span: A new window to the study of cognitive aging? *Psychol Aging*. 1997;12:12–21.
- Cumming RG, Ivers R, Clemson L, Cullen J, Hayes MF, Tanzer M, et al. Improving vision to prevent falls in frail older people: A randomized trial. *J Am Geriatr Soc*. 2007;55:175–81.
- Harwood RH. Visual problems and falls. *Age Ageing*. 2001;30 Suppl 4:13–8.
- Brody BL, Gamst AC, Williams RA, Smith AR, Lau PW, Dolnak D, et al. Depression, visual acuity, comorbidity, and disability associated with age-related macular degeneration. *Ophthalmology*. 2001;108:1893–900.
- Genther DJ, Betz J, Pratt S, Kritchevsky SB, Martin KR, Harris TB, et al. Association of hearing impairment and mortality in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2015;70:85–90.
- Mener DJ, Betz J, Genther DJ, Chen D, Lin FR. Hearing loss and depression in older adults. *J Am Geriatr Soc*. 2013;61:1627–9.
- Lin FR, Metter EJ, O'Brien RJ, Resnick SM, Zonderman AB, Ferrucci L. Hearing loss and incident Dementia. *Arch Neurol*. 2011;68:214–20.
- Dillon CF, Gu Q, Hoffman HJ, Ko C. Vision, hearing, balance, and sensory impairment in Americans aged 70 years and over: United States, 1999–2006. *NCHS Data Brief*. 2010:1–8.
- Agrawal Y, Zuniga MG, Davalos-Bichara M, Schubert MC, Walston JD, Hughes J, et al. Decline in semicircular canal and otolith function with age. *Otol Neurotol*. 2012;33:832–9.
- Agrawal Y, Carey JP, Della Santina C, Schubert MC, Minor LB. Disorders of balance and vestibular function in US adults: Data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001–2004. *Arch Intern Med*. 2009;169:938–44.
- Lin HW, Bhattacharyya N. Balance disorders in the elderly: Epidemiology and functional impact. *Laryngoscope*. 2012;122:1858–61.
- Stevens KN, Lang IA, Guralnik JM, Melzer D. Epidemiology of balance and dizziness in a national population: Findings from the English Longitudinal Study of Ageing. *Age Ageing*. 2008;37:300–5.
- Ekwall A, Lindberg A, Magnusson M. Dizzy - why not take a walk? Low level physical activity improves quality of life among elderly with dizziness. *Gerontology*. 2009;55:652–9.
- Gopinath B, McMahon CM, Rochtchina E, Mitchell P. Dizziness and vertigo in an older population: The Blue Mountains prospective cross-sectional study. *Clin Otolaryngol*. 2009;34: 552–6.
- Xie YJ, Liu EY, Anson ER, Agrawal Y. Age-Related Imbalance Is Associated With Slower Walking Speed: An Analysis From the National Health and Nutrition Examination Survey. *J Geriatr Phys Ther*. 2017;40:183–9.
- Xie YJ, Bigelow RT, Frankenthaler SF, Studenski S, Moffat SD, Agrawal Y. Vestibular Loss in Older Adults is Associated with Impaired Spatial Navigation: Data from the Triangle Completion Task. *Front Neurol*. 2017:173.
- Bigelow RT, Semenov YR, Trevino C, Ferrucci L, Resnick SM, Simonsick EM, et al. Association between visuospatial ability and vestibular function in the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *J Am Geriatr Soc*. 2015;63:1837–44.
- Agrawal Y, Davalos-Bichara M, Zuniga MG, Carey JP. Head impulse test abnormalities and influence on gait speed and falls in older individuals. *Otol Neurotol*. 2013;34:1729–35.
- Tuunainen E, Poe D, Jäntti P, Varpa K, Rasku J, Toppila E, et al. Presbyequilibrium in the oldest old, a combination of vestibular, oculomotor and postural deficits. *Aging Clin Exp Res*. 2011;23(5–6):364–71.
- Jacobson GP, McCaslin DL, Grantham SL, Piker EG. Significant vestibular system impairment is common in a cohort of elderly patients referred for assessment of falls risk. *J Am Acad Audiol*. 2008;19:799–807.
- Harun A, Semenov YR, Agrawal Y. Vestibular function and activities of daily living: Analysis of the 1999 to 2004 National Health and Nutrition Examination Surveys. *Gerontol Geriatr Med*. 2015;1, 2333721415607124.

22. Bisdorff A, Von Brevern M, Lempert T, Newman-Toker D. Classification of vestibular symptoms: Towards an international classification of vestibular disorders. *J Vestib Res*. 2009;19:1–13.
23. Gadkaree SK, Sun DQ, Li C, Lin FR, Ferrucci L, Simonsick EM, et al. Does sensory function decline independently or concomitantly with age? Data from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *J Aging Res*. 2016;1865038.
24. Matheson AJ, Darlington CL, Smith PF. Dizziness in the elderly and age-related degeneration of the vestibular system. *NZ J Psychol*. 1999;28:10–6.
25. Skinner HB, Barrack RL, Cook SD. Age-related decline in proprioception. *Clin Orthop Relat Res*. 1984;208–11.
26. You SH. Joint position sense in elderly fallers: A preliminary investigation of the validity and reliability of the SENSErite measure. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86:346–52.
27. Robbins S, Waked E, McClaran J. Proprioception and stability: Foot position awareness as a function of age and footwear. *Age Ageing*. 1995;24:67–72.
28. Warren DE, Thurtell MJ, Carroll JN, Wall M. Perimetric Evaluation of Saccadic Latency, Saccadic Accuracy, and Visual Threshold for Peripheral Visual Stimuli in Young Compared With Older Adults. *Perimetric Evaluation Using Saccadic Eye Movements*. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013;54:5778–87.
29. Swenor BK, Ramulu PY, Willis JR, Friedman D, Lin FR. The prevalence of concurrent hearing and vision impairment in the United States. *JAMA Intern Med*. 2013;173:312–3.
30. Gittings NS, Fozard JL. Age related changes in visual acuity. *Exp Gerontol*. 1986;21(4–5):423–33.
31. Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, Salive ME, Wallace RB. Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med*. 1995;332:556–61.
32. Hicks GE, Shardell M, Alley DE, Miller RR, Bandinelli S, Guralnik J, et al. Absolute strength and loss of strength as predictors of mobility decline in older adults: The InCHIANTI study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2012;67:66–73.
33. Marchetti GF, Whitney SL. Older adults and balance dysfunction. *Neurol Clin*. 2005;23:785–805.
34. Bartl K, Lehen N, Kohlbecher S, Schneider E. Head impulse testing using video-oculography. *Ann N Y Acad Sci*. 2009;1164:331–3.
35. MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Halmagyi GM, Curthoys IS. The video head impulse test: Diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy. *Neurology*. 2009;73:1134–41.
36. Matño-Soler E, Esteller-More E, Martín-Sánchez J, Martínez-Sánchez J, Pérez-Fernández N. Normative data on angular vestibulo-ocular responses in the yaw axis measured using the video head impulse test. *Otol Neurotol*. 2015;36:466–71.
37. Anson ER, Bigelow RT, Carey JP, Xue QL, Studenski S, Schubert MC, et al. VOR Gain Is Related to Compensatory Saccades in Healthy Older Adults. *Front Aging Neurosci*. 2016;8:150.
38. Chan FM, Galatioto J, Amato M, Kim AH. Normative data for rotational chair stratified by age. *Laryngoscope*. 2016;126:460–3.
39. Strupp M, Kim J, Murofushi T, Straumann D, Jen JC, Rosengren SM, et al. Bilateral vestibulopathy: Diagnostic criteria Consensus document of the Classification Committee of the Bárány Society. *J Vestib Res*. 2017;27:177–89.
40. Van Der Stappen A, Wuyts FL, Van De Heyning PH. Computerized electronystagmography: Normative data revisited. *Acta Otolaryngol*. 2000;120:724–30.
41. United Nations, Department of Economic and Social Affairs. World Population Ageing 2015. 2015 (ST/ESA/SER.A/390).
42. Rosenhall U. Degenerative patterns in the aging human vestibular neuro-epithelia. *Acta Otolaryngol*. 1973;76:208–20.
43. Campos A, Canizares FJ, Sanchez-Quevedo MC, Romero PJ. Otoconial Degeneration in the Aged Utricle and Sacculi. *Ciges M, Campos A (eds): Inner Ear Pathobiology. Symposium, Granada, September 1989. Adv Otorhinolaryngol*. 1990:143–53.
44. Bergström B. Morphology of the vestibular nerve. II. The number of myelinated vestibular nerve fibers in man at various ages. *Acta Otolaryngol*. 1973;76:173–9.
45. Lopez I, Honrubia V, Baloh RW. Aging and the human vestibular nucleus. *J Vestib Res*. 1997;7:77–85.
46. Richter E. Quantitative study of human Scarpa's ganglion and vestibular sensory epithelia. *Acta Otolaryngol*. 1980;90(3–4):199–208.
47. von Brevern M, Radtke A, Lezius F, Feldmann M, Ziese T, Lempert T, et al. Epidemiology of benign paroxysmal positional vertigo: A population based study. *J Neurol Neurosurg Psychiatr*. 2007;78:710–5.
48. Oghalai JS, Manolidis S, Barth JL, Stewart MG, Jenkins HA. Unrecognized benign paroxysmal positional vertigo in elderly patients. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2000;122:630–4.
49. Kowal P, Goodkind D, He W. An aging world: 2015, International Population Reports. U.S. Government Printing Office. 2016.
50. Kao AC, Nanda A, Williams CS, Tinetti ME. Validation of dizziness as a possible geriatric syndrome. *J Am Geriatr Soc*. 2001;49:72–5.
51. Neuhauser HK, von Brevern M, Radtke A, Lezius F, Feldmann M, Ziese T, et al. Epidemiology of vestibular vertigo: A neurotologic survey of the general population. *Neurology*. 2005;65:898–904.
52. Agrawal Y, Carey JP, Della Santina C, Schubert MC, Minor LB. Disorders of balance and vestibular function in US adults: Data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001–2004. *Arch Intern Med*. 2009;169:938–44.
53. Keshner EA. Head-trunk coordination in elderly subjects during linear anterior-posterior translations. *Exp Brain Res*. 2004;158:213–22.
54. Semenov YR, Bigelow RT, Xue Q, du Lac S, Agrawal Y. Association between vestibular and cognitive function in U.S. adults: Data from the National Health and Nutrition Examination Survey. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2016;71:243–50.
55. Bigelow RT, Semenov YR, du Lac S, Hoffman HJ, Agrawal Y. Vestibular vertigo and comorbid cognitive and psychiatric impairment: The 2008 National Health Interview Survey. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2016;87:367–72.
56. Liston MB, Bamiou DE, Martin F, Hopper A, Koohi N, Luxon L, et al. Peripheral vestibular dysfunction is prevalent in older adults experiencing multiple non-syncopal falls versus age-matched non-fallers: A pilot study. *Age Ageing*. 2014;43:38–43.
57. Ekvall Hansson E, Magnusson M. Vestibular asymmetry predicts falls among elderly patients with multi-sensory dizziness. *BMC Geriatr*. 2013;13:77.
58. Kristinsdóttir EK, Jarnlo GB, Magnusson M. Asymmetric vestibular function in the elderly might be a significant contributor to hip fractures. *Scand J Rehabil Med*. 2000;32:56–60.
59. Kristinsdóttir EK, Nordell E, Jarnlo GB, Tjader A, Thorngren KG, Magnusson M. Observation of vestibular asymmetry in a majority of patients over 50 years with fall-related wrist fractures. *Acta Otolaryngol*. 2001;121:481–5.
60. Nordell E, Kristinsdóttir EK, Jarnlo GB, Magnusson M, Thorngren KG. Older patients with distal forearm fracture. A challenge to future fall and fracture prevention. *Aging Clin Exp Res*. 2005;17:90–5.
61. Bermúdez Rey MC, Clark TK, Wang W, Leeder T, Bian Y, Merfeld DM. Vestibular perceptual thresholds increase above the age of 40. *Front Neurol*. 2016;7:162.
62. Neuhauser HK, Radtke A, von Brevern M, Lezius F, Feldmann M, Lempert T. Burden of dizziness and vertigo in the community. *Arch Intern Med*. 2008;168:2118–24.
63. Agrawal Y, Pineault KG, Semenov YR. Health-related quality of life and economic burden of vestibular loss in older adults. *Laryngoscope Invest Otolaryngol*. 2017;3:8–15.

64. Grimby A, Rosenhall U. Health-related quality of life and dizziness in old age. *Gerontology*. 1995;41:286–98.
65. McGarvie LA, MacDougall HG, Halmagyi GM, Burgess AM, Weber KP, Curthoys IS. The video head impulse test (vHIT) of semicircular canal function – Age-dependent normative values of VOR gain in healthy subjects. *Front Neurol*. 2015;6:154.
66. Whitney SL, Wrisley DM, Marchetti GF, Furman JM. The effect of age on vestibular rehabilitation outcomes. *Laryngoscope*. 2002;112:1785–90.
67. Yardley L, Donovan-Hall M, Smith HE, Walsh BM, Mullee M, Bronstein AM. Effectiveness of primary care-based vestibular rehabilitation for chronic dizziness. *Ann Intern Med*. 2004;141:598–605.
68. Rauch SD, Velazquez-Villasenor L, Dimitri PS, Merchant SN. Decreasing hair cell counts in aging humans. *Ann N Y Acad Sci*. 2001;942:220–7.
69. Merchant SN, Velazquez-Villasenor L, Tsuji K, Glynn RJ, Wall 3rd C, Rauch SD. Temporal bone studies of the human peripheral vestibular system. Normative vestibular hair cell data. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*. 2000;181:3–13.
70. Walther LE, Westhofen M. Presbyvertigo-aging of otoconia and vestibular sensory cells. *J Vestib Res*. 2007;17:89–92.
71. Peterka RJ, Black FO, Schoenhoff MB. Age-related changes in human vestibulo-ocular and optokinetic reflexes: Pseudorandom rotation tests. *J Vestib Res*. 1990-1991;1:61–71.
72. Peterka RJ, Black FO, Schoenhoff MB. Age-related changes in human vestibulo-ocular reflexes: Sinusoidal rotation and caloric test. *J Vestib Res*. 1990-1991;1:49–59.
73. Paige GD. Senescence of human visual-vestibular interactions. 1. Vestibulo-ocular reflex and adaptive plasticity with aging. *J Vestib Res*. 1992;2:133–51.
74. Serrador JM, Lipsitz LA, Gopalakrishnan GS, Black FO, Wood SJ. Loss of otolith function with age is associated with increased postural sway measures. *Neurosci Lett*. 2009;465:10–5.
75. Maes L, Dhooge I, D’haenens W, Bockstael A, Keppler H, Philips B, et al. The effect of age on the sinusoidal harmonic acceleration test, pseudorandom rotation test, velocity step test, caloric test, and vestibular evoked myogenic potential test. *Ear Hear*. 2010;31:84–94.
76. Tian JR, Shubayev I, Baloh RW, Demer JL. Impairments in the initial horizontal vestibulo-ocular reflex of older humans. *Exp Brain Res*. 2001;137(3–4):309–22.
77. Roditi RE, Crane BT. Directional asymmetries and age effects in human self-motion perception. *J Assoc Res Otolaryngol*. 2012;13:381–401.
78. Baloh RW, Jacobson KM, Socotch TM. The effect of aging on visual-vestibuloocular responses. *Exp Brain Res*. 1993;95:509–16.
79. Baloh RW, Ying SH, Jacobson KM. A longitudinal study of gait and balance dysfunction in normal older people. *Arch Neurol*. 2003;60:835–9.
80. Baloh RW, Enrietto J, Jacobson KM, Lin A. Age-related changes in vestibular function: A longitudinal study. *Ann N Y Acad Sci*. 2001;942:210–9.
81. Mossman B, Mossman S, Purdie G, Schneider E. Age dependent normal horizontal VOR gain of head impulse test as measured with video-oculography. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2015;44:29.
82. Li C, Layman AJ, Geary R, Anson E, Carey JP, Ferrucci L, et al. Epidemiology of vestibulo-ocular reflex function: Data from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Otol Neurotol*. 2015;36:267–72.
83. Welgampola MS, Colebatch JG. Vestibulocollic reflexes: Normal values and the effect of age. *Clin Neurophysiol*. 2001;112:1971–9.
84. Ishiyama G. Imbalance and vertigo: The aging human vestibular periphery. *Semin Neurol*. 2009;29:491–9.
85. Katsarkas A. Dizziness in aging: A retrospective study of 1194 cases. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1994;110:296–301.
86. Wrisley DM, Kumar NA. Functional gait assessment: Concurrent, discriminative, and predictive validity in community-dwelling older adults. *Phys Ther*. 2010;90:761–73.
87. Jacobson GP, Newman CW. The development of the Dizziness Handicap Inventory. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1990;116:424–7.
88. Tinetti ME, Richman D, Powell L. Falls efficacy as a measure of fear of falling. *J Gerontol*. 1990;45:P239–43.
89. Bigelow RT, Agrawal Y. Vestibular involvement in cognition: Visuospatial ability, attention, executive function, and memory. *J Vestib Res*. 2015;25:73–89.
90. Brantberg K, Granath K, Scharf N. Age-related changes in vestibular evoked myogenic potentials. *Audiol Neurotol*. 2007;12:247–53.
91. Rosengren SM, Welgampola MS, Colebatch JG. Vestibular evoked myogenic potentials: past, present and future. *Clin Neurophysiol*. 2010;121:636–51.
92. Fife TD, Colebatch JG, Kerber KA, Brantberg K, Strupp M, Lee H, et al. Practice guideline: Cervical and ocular vestibular evoked myogenic potential testing Report of the Guideline Development, Dissemination, and Implementation Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*. 2017;89:2288–96, <http://dx.doi.org/10.1212/WNL.0000000000004690>.