

Artículo de Revisión

Rendimiento cognitivo en personas con patologías vestibulares: Una revisión integradora de la literatura

Patricia Oyarzún Díaz ^{a,*} y Osvaldo Borro ^b

^a Doctorado en Fonoaudiología, Universidad del Museo Social Argentino, Argentina.

^b Laboratorio de Investigaciones Fonoaudiológicas, Universidad del Museo Social Argentino, Argentina.

RESUMEN

El impacto de las alteraciones vestibulares sobre la calidad de vida y los aspectos físico, emocional y social ha sido ampliamente estudiado y documentado. Por el contrario, los estudios sobre rendimiento cognitivo son escasos y con los que se cuenta son principalmente de neuroimagen. Dichos estudios establecen que dominios cognitivos como la atención, memoria, orientación y navegación espacial estarían involucrados. Los objetivos de este estudio fueron: 1) identificar y sintetizar la evidencia científica disponible sobre el rendimiento cognitivo en personas con patologías vestibulares y 2) analizar la calidad metodológica de los artículos seleccionados. Se realizó una revisión integradora de literatura utilizando las bases de datos Proquest, Ebsco, Pubmed, ScienceDirect, Cochrane Library y Scielo. La evaluación de la calidad metodológica se efectuó completando la lista de verificación de estudios aleatorios y no aleatorios de las intervenciones de atención de salud de Downs y Black. De los 771 estudios encontrados, 5 fueron seleccionados y analizados. Los resultados demuestran que los dominios cognitivos estudiados contemplan en mayor medida estado cognitivo general, habilidades visoespaciales, funciones ejecutivas y atención. No obstante, los hallazgos son contrapuestos debido a las diferencias metodológicas (patología estudiada, estado de la patología, instrumento empleado, edad de los participantes, ausencia de grupos controles, entre otros).

Palabras clave:

Enfermedades Vestibulares; Sistema Vestibular; Cognición

Cognitive Performance in People with Vestibular Disorders: An Integrative Literature Review

ABSTRACT

The impact of vestibular disorders on quality of life and the physical, emotional, and social spheres has been widely studied and documented. However, although functional and anatomical relationships have been found between the vestibular system and cortical areas, neuroimaging studies have established that domains like attention, memory, spatial navigation, and orientation would be involved, despite there being few studies investigating cognitive performance. This study aimed to identify and synthesize the available scientific evidence on cognitive performance in people with vestibular disorders and to analyze the methodological quality of the selected articles. An integrative literature review was carried out which surveyed the databases of ProQuest, EBSCO, PubMed, ScienceDirect, Cochrane Library, and SciELO. The studies' methodological quality was assessed using the Downs & Black checklist for randomized and nonrandomized healthcare intervention studies. Altogether, 771 studies were found, of which 5 were selected and analyzed. The results show that the cognitive domains that are studied focus mainly on general cognitive status, visual-spatial skills, executive functions, and attention. Nonetheless, the findings are contradictory due to methodological differences (pathology studied, status of the pathology, instruments used, age of the participants, and lack of control groups, among others).

Keywords:

Vestibular Disorders; Vestibular System; Cognition

*Autor/a correspondiente: Patricia Oyarzún Díaz
Email: patriciaoyarzungundi@santotomas.cl

Recibido: 03-03-2023
Aceptado: 26-10-2023
Publicado: 23-11-2023

INTRODUCCIÓN

El impacto de las alteraciones vestibulares sobre la calidad de vida y los aspectos físico, emocional y social ha sido ampliamente estudiado y documentado (Agrawal et al., 2009; Herdman et al., 2020; MacDowell et al., 2017; Petri et al., 2017; Vélez León et al., 2010). No obstante, el estudio del impacto de patologías vestibulares sobre el rendimiento cognitivo es limitado pese a que se han establecido relaciones anátomo-funcionales entre el sistema vestibular y ciertas áreas corticales, principalmente a partir de estudios de neuroimagen (Jang et al., 2018; Kirsch et al., 2016).

Se ha descrito que las eferencias desde los núcleos vestibulares dan origen a diversas vías (tradicionalmente se menciona a las vías vestibulo-espinal, vestibulo-cólico, vestibulo-ocular y vestibulo-cerebelosa), que establecen conexiones sinápticas con múltiples estructuras y sistemas (Suárez, 2003). Sin embargo, la evidencia científica ha demostrado que también existen proyecciones desde los núcleos vestibulares a núcleos del tálamo, y desde éste a la corteza cerebral (Gallardo-Flores, 2018; Lopez & Blanke, 2011; Wijesinghe et al., 2015).

A partir del estudio en animales se ha mostrado que las principales áreas del tálamo involucradas son los núcleos intralaminar, ventrolaterales y ventrobasales, así como también los cuerpos geniculados lateral y medial (Lopez & Blanke, 2011; Wijesinghe et al., 2015). Del mismo modo, se ha documentado que el tálamo participa en la memoria episódica, la flexibilidad conductual, la memoria de trabajo y la memoria asociativa (Geier et al., 2020; Koenig et al., 2019; Parnaudeau et al., 2018), sin excluir su función a una zona de relevo hacia la corteza cerebral.

Por otra parte, también la evidencia científica respalda que ciertas zonas de la corteza cerebral (región temporal media superior, corteza vestibular parieto-insular, región ventral intraparietal, corteza somatosensorial, córtex premotor, hipocampo, giro parahipocámpal, giro cingulado, entre otras) estarían relacionadas con proyecciones de los núcleos vestibulares (Aedo Sánchez et al., 2016; Faúndez A et al., 2019; Jang et al., 2018). En este sentido, Dieterich y Brandt (2015) han destacado que la atención, la memoria, la orientación y la navegación espacial estarían relacionadas con áreas vestibulares. De manera más específica, otros autores han estudiado las asociaciones entre el sistema vestibular y los dominios cognitivos. Se entiende el dominio cognitivo general como un conjunto de procesos que se llevan a cabo luego del procesamiento perceptivo, en donde están involucradas las funciones ejecutivas, habilidades visoespaciales, atención, memoria, entre otras (Lavados & Slachevsky, 2013).

A continuación, se conceptualiza cada una de ellas. Las funciones ejecutivas son definidas como el “conjunto de habilidades implicadas en la regulación, ejecución, generación y supervisión de la conducta para alcanzar objetivos complejos” (Verdejo-García & Bechara, 2010, p. 227). Las habilidades visoespaciales se entienden como la capacidad para representar, analizar y comprender el manejo del espacio, la profundidad de los objetos y las distancias hacia o entre ellos (Ortega-Leonard et al., 2015). La atención es definida como el “proceso cognitivo que permite al organismo procesar aferencias sensoriales relevantes, pensamientos y acciones, a la vez que se ignoran los irrelevantes o distractores” (Gazzaniga et al., 2009 en Lavados & Slachevsky, 2013, p. 100). La memoria se entiende como la capacidad para recordar una secuencia de información visual y/o auditiva (Ballesteros Jiménez, 1999). La fluidez verbal como la “capacidad para crear, producir, expresar, relacionar palabras y conocer su significado de manera rápida y eficaz” (Velasco-Orozco et al., 2020, p. 29).

Lee et al. (2014) evidenciaron activación cortical de áreas relacionadas con la memoria luego de aplicar estimulación vestibular galvánica en adultos jóvenes sin alteración vestibular. Por su parte, Jacob et al. (2020) estudiaron la relación entre la función vestibular y la variación en la morfometría de ciertas estructuras cerebrales en personas mayores de 60 años sin especificación de patología vestibular. Estos autores concluyeron que la alteración vestibular se asocia con una reducción del volumen total del hipocampo y de la corteza entorrinal, así como también, con la forma de algunas estructuras subcorticales; aludiendo al impacto que dichas alteraciones podrían generar sobre la orientación, la navegación y la memoria espacial.

En esta misma línea, a través de la volumetría de resonancia magnética, se encontró que personas con hipofunción vestibular bilateral crónica adquirida desarrollaron una atrofia significativa del hipocampo, lo que conlleva a dificultades en la memoria espacial y navegación (Brandt et al., 2005). Hallazgos similares encontraron Schautzer et al. (2003) al estudiar pacientes con neurectomía bilateral por neurofibromatosis tipo II. También, una investigación con ratas sugiere que, al menos hasta aproximadamente un año después, las alteraciones en la memoria espacial pueden ser permanentes pese a una posible adaptación de los síntomas físicos en la desaferenciación vestibular bilateral (Baek et al., 2010).

Además, se encontró que la atención, la capacidad visoespacial y la función ejecutiva mejoran luego de un programa de rehabilitación vestibular en personas jóvenes hospitalizadas por mareos persistentes (Sugaya et al., 2018). En contraposición a

estos datos, Bigelow et al. (2015) indicaron, a partir del análisis de una encuesta nacional de salud, que el rendimiento en pruebas de memoria verbal y función ejecutiva no se relacionan significativamente con la función vestibular, pero sí con el estado cognitivo general, la atención, la memoria visoespacial y la de trabajo. Sobre la atención, Nascimbeni et al. (2010) reportaron que las personas con neuritis vestibular unilateral poseen menos recursos atencionales durante la marcha, respecto a su grupo control. Zheng et al. (2004), a partir de la desaferenciación vestibular unilateral y bilateral en ratas, concluyeron que aquellas sometidas a desaferenciación bilateral presentaban dificultad en el reconocimiento espontáneo de objetos a 3 y 6 meses de la cirugía.

Considerando los hallazgos obtenidos a través de técnicas de neuroimagen y los resultados contrapuestos entre algunos estudios, resulta necesario revisar la literatura científica disponible sobre el rendimiento en dominios específicos de la cognición a partir del uso de test cognitivos, pues son escasas las revisiones recientes sobre este tópico. También, se requiere evaluar la calidad metodológica empleada en los estudios realizados. Se propone para tal caso una revisión integradora de la literatura, ya que este tipo de revisión se ha descrito como una herramienta útil para sintetizar las investigaciones sobre un tópico determinado y orientar la práctica basada en la evidencia en contextos de salud (Souza et al., 2010).

Por tanto, los objetivos de la presente revisión integradora son (1) identificar y sintetizar la evidencia científica disponible sobre el rendimiento cognitivo en personas con patologías vestibulares y (2) analizar la calidad metodológica de los artículos seleccionados.

METODOLOGÍA

Los investigadores realizaron una revisión integradora de la literatura sobre rendimiento cognitivo en personas con patologías vestibulares. El trabajo fue desarrollado de acuerdo con las etapas propuestas para la elaboración de dichas revisiones: 1) Elaboración de la pregunta orientadora, 2) Búsqueda o muestreo de la literatura, 3) Recolección de datos, 4) Análisis crítico de los estudios incluidos, 5) Discusión de los resultados, 6) Presentación de la revisión integradora (Souza et al., 2010). Asimismo, el diseño del trabajo se basó en las pautas y orientaciones de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses Protocols PRISMA-P (Moher et al., 2015).

Estrategia de búsqueda

La elaboración de la revisión se basó en la pregunta ¿cómo es el rendimiento cognitivo de las personas con patología vestibular en pruebas cognitivas comparado con personas sanas?

La revisión se basó en la búsqueda de estudios publicados en las bases de datos Proquest, Ebsco, Pubmed, ScienceDirect, Cochrane Library y Scielo. Los investigadores realizaron la búsqueda entre los meses de agosto de 2021 y diciembre de 2022, utilizando las combinaciones de términos en inglés disponibles en el Medical Subject Heading (MeSH), y sus equivalentes en español y portugués obtenidos en los Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS). La combinación entre descriptores se realizó con los operadores booleanos "OR" y "AND" (Tabla 1).

Criterio de selección y extracción de datos

Se consideraron en la búsqueda artículos que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión: a) publicados en idiomas inglés, español o portugués; b) publicados desde el año 2011; c) realizados en humanos con problemas vestibulares sin asociación a otro tipo de patologías; d) sin restricción de rango etario; y e) estudios de cohorte, ensayo clínico sin asignación aleatoria y aleatorizados. Por su parte, los criterios de exclusión contemplaron: a) trabajos no relacionados con el objetivo y pregunta de investigación; b) inclusión de otras condiciones o patologías relacionadas con alteraciones cognitivas y/o lingüísticas (accidente cerebrovascular, traumatismo encéfalo-craneano, demencia, enfermedad Parkinson, hipoacusia, entre otros); c) trabajos duplicados entre las bases de datos o con información irrelevante; d) escritos en idiomas diferentes a los señalados y e) revisiones sistemáticas, metanálisis y estudios de caso único o serie de casos.

En la búsqueda se identificaron 771 artículos potenciales de acuerdo a la combinación de descriptores y criterios de inclusión señalados anteriormente. El proceso de análisis de los artículos se realizó en tres etapas. La primera consideró la lectura de los títulos y resúmenes, a partir de la cual se eliminaron aquellos artículos duplicados, irrelevantes o no relacionados con los descriptores definidos. La segunda etapa de elegibilidad contempló la lectura exhaustiva de los artículos, determinando que respondieran a la pregunta de investigación y excluyendo los artículos que no cumplieran con los criterios previamente establecidos. Finalmente, el tercer paso consistió en el análisis de la calidad metodológica de los artículos seleccionados por dos de los investigadores, de acuerdo a la lista de verificación de estudios aleatorios y no aleatorios de las intervenciones de atención de salud (Downs & Black, 1998). La lista de verificación fue

adaptada en los casos de estudios no aleatorizados reduciendo la evaluación completa de 27 ítem a 17 criterios (Freke et al., 2016). Es decir, para estudios aleatorizados se consideró una puntuación total de 27 puntos, mientras que para investigaciones no aleatorizados se consideró un puntaje máximo de 17 puntos

(excluyendo los ítem 4,13,14,15,17,19,22,23,24 y 27). De acuerdo con lo anterior, los estudios se consideraron de alta calidad con una puntuación de 10 o más puntos. En caso de conflicto los investigadores revisaron el ítem en conjunto, para alcanzar consenso.

Tabla 1. Descriptores utilizados para la búsqueda en bases de datos electrónicas.

Inglés (MeSH)	Español (DeCS)	Portugués (DeCS)
Vestibular Diseases AND Cognition	Enfermedades Vestibulares AND Cognición	Doenças Vestibulares AND Cognição
Vestibular Diseases AND Cognition Disorders	Enfermedades Vestibulares AND Trastornos del Conocimiento	Doenças Vestibulares AND Transtornos Cognitivos
Vestibular Diseases AND Memory	Enfermedades Vestibulares AND Memoria	Doenças Vestibulares AND Memória
Vestibular Diseases AND Attention	Enfermedades Vestibulares AND Atención	Doenças Vestibulares AND Atenção
Vestibular Diseases AND Language	Enfermedades Vestibulares AND Lenguaje	Doenças Vestibulares AND Linguagem
Vestibular Diseases AND Executive Function	Enfermedades Vestibulares AND Función Ejecutiva	Doenças Vestibulares AND Função Executiva
Vestibulocochlear Nerve Diseases AND Cognition	Vestibulocochlear Nerve Diseases AND Cognición	Doenças do Nervo Vestibulococlear AND Cognição
Vestibulocochlear Nerve Diseases AND Cognition Disorders	Vestibulocochlear Nerve Diseases AND Trastornos del Conocimiento	Doenças do Nervo Vestibulococlear AND Transtornos Cognitivos
Vestibulocochlear Nerve Diseases AND Memory	Vestibulocochlear Nerve Diseases AND Memoria	Doenças do Nervo Vestibulococlear AND Memória
Vestibulocochlear Nerve Diseases AND Attention	Vestibulocochlear Nerve Diseases AND Atención	Doenças do Nervo Vestibulococlear AND Atenção
Vestibulocochlear Nerve Diseases AND Language	Vestibulocochlear Nerve Diseases AND Lenguaje	Doenças do Nervo Vestibulococlear AND Linguagem
Vestibulocochlear Nerve Diseases AND Executive Function	Vestibulocochlear Nerve Diseases AND Función Ejecutiva	Doenças do Nervo Vestibulococlear AND Função Executiva
Bilateral Vestibulopathy AND Cognition	Vestibulopatía Bilateral AND Cognición	Vestibulopatía Bilateral AND Cognição
Bilateral Vestibulopathy AND Cognition Disorders	Vestibulopatía Bilateral AND Trastornos del Conocimiento	Vestibulopatía Bilateral AND Transtornos Cognitivos
Bilateral Vestibulopathy AND Memory	Vestibulopatía Bilateral AND Memoria	Vestibulopatía Bilateral AND Memória
Bilateral Vestibulopathy AND Attention	Vestibulopatía Bilateral AND Atención	Vestibulopatía Bilateral AND Atenção
Bilateral Vestibulopathy AND Language	Vestibulopatía Bilateral AND Lenguaje	Vestibulopatía Bilateral AND Linguagem
Bilateral Vestibulopathy AND Executive Function	Vestibulopatía Bilateral AND Función Ejecutiva	Vestibulopatía Bilateral AND Função Executiva
“Vestibular System Syndrome” AND Cognition	Síndrome Sistema Vestibular AND Cognición	Síndrome Sistema Vestibular AND Cognição
“Vestibular System Syndrome” AND Cognition Disorders	Síndrome Sistema Vestibular AND Trastornos del Conocimiento	Síndrome Sistema Vestibular AND Transtornos Cognitivos
“Vestibular System Syndrome” AND Memory	Síndrome Sistema Vestibular AND Memoria	Síndrome Sistema Vestibular AND Memória
“Vestibular System Syndrome” AND Attention	Síndrome Sistema Vestibular AND Atención	Síndrome Sistema Vestibular AND Atenção
“Vestibular System Syndrome” AND Language	Síndrome Sistema Vestibular AND Lenguaje	Síndrome Sistema Vestibular AND Linguagem
“Vestibular System Syndrome” AND Executive Function	Síndrome Sistema Vestibular AND Función Ejecutiva	Síndrome Sistema Vestibular AND Função Executiva

Síntesis de datos

Los artículos seleccionados fueron analizados según los siguientes datos: país, objetivo del estudio, tipo de estudio, tamaño (n), edad media de la muestra, alteraciones vestibulares incluidas, examen o evaluación para diagnóstico, habilidades cognitivas evaluadas, instrumento y/o test aplicado y principales resultados.

RESULTADOS

De los 771 artículos encontrados inicialmente en las bases de datos, fueron excluidos 198 porque estaban duplicados entre las

búsquedas. Tras lectura del título y resumen se eliminaron 564 artículos por las siguientes razones: a) sin relación con el objetivo y/o la pregunta de investigación, b) corresponden a revisiones sistemáticas y c) están escritos en un idioma diferente a los señalados. Después de realizar la lectura completa de los 9 artículos evaluados para elegibilidad, 5 fueron seleccionados para la presente revisión (Balci et al., 2018; Caixeta et al., 2012; Deroualle et al., 2019; Jandl et al., 2015; Moser et al., 2017). La exclusión de los otros 4 artículos se debió a que no se relacionaban directamente con el objetivo declarado para la presente investigación o bien las conclusiones se extraen a partir de estudios en personas que no presentan alteraciones vestibulares, es decir, sujetos sanos (Figura 1).

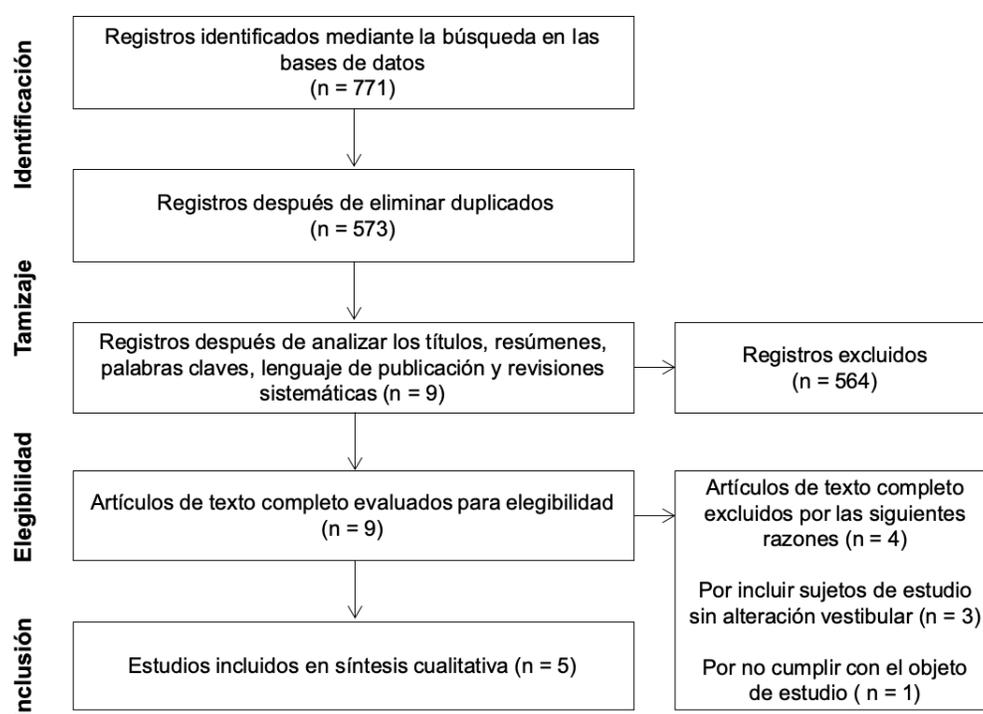


Figura 1. Diagrama de flujo para la selección de los artículos.

La tabla 2 resume los estudios seleccionados en cuanto a la identificación del año de publicación, país de realización, objetivo del estudio, características de los participantes y procedimientos utilizados para el diagnóstico de la patología vestibular estudiada. Por su parte, la tabla 3 presenta los principales resultados, según habilidades cognitivas estudiadas, instrumentos y/o procedimientos aplicados.

Respecto a los años de publicación, el primer artículo corresponde a la investigación de Caixeta, publicada en el año 2012. No obstante, los otros artículos revisados son más recientes, ya que su publicación se produjo entre los años 2015 y 2019. Por otra parte, la mayoría de las publicaciones se realizaron en Europa: Suiza, Alemania, Francia, Turquía y Brasil.

El tamaño de la muestra para el grupo estudio varió entre 23 y 76 participantes, mientras que para el grupo control, constituido por personas sin patología vestibular, varió entre 23 y 31 participantes. Cabe destacar que un estudio no contempló grupo control o de referencia. Las edades de las personas con patología vestibular fluctuó entre los 27 y 75 años, mientras que para el grupo de personas sanas varió entre 30 y 72 años. También existe variabilidad entre las patologías vestibulares estudiadas, siendo más frecuente la inclusión de personas con neuritis vestibular (n = 2) y enfermedad de Ménière (n = 2), seguido de neurinoma del acústico (n = 1), déficit vestibular crónico de origen periférico sin

especificar (n = 1), vestibulopatía bilateral por ototoxicidad (n = 1) y migraña vestibular (n = 1). Respecto de los exámenes utilizados para el diagnóstico de las patologías vestibulares estudiadas, 3 investigaciones declaran haber utilizado alguna de las siguientes evaluaciones: audiometría, prueba calórica bitérmica, prueba de silla giratoria, potencial evocado vestibular miogénico (VEMP), test de impulso cefálico videoasistido (vHIT), vertical visual subjetiva (SVV) o prueba de agudeza visual dinámica (DVA). Sólo 2 artículos no especifican las evaluaciones utilizadas, aludiendo de manera general a pruebas médicas u otoneurológicas.

Tabla 2. Características de los estudios y de la muestra.

Estudio	País	Tipo de estudio	Objetivo	Grupo estudio		Grupo control		Patologías vestibulares incluidas	Examen para diagnóstico de patología vestibular
				N	Edad	N	Edad		
Moser et al. (2017)	Suiza	Estudio no experimental, transversal, analítico.	Investigar los efectos del déficit vestibular periférico agudo en la representación espacial de los números.	43	44.0 años +/- 17.2 DE.	28	46.5 años +/- 16.8 DE.	Déficit vestibular periférico agudo por infección viral (neuritis vestibular).	Prueba calórica bitérmica Prueba de silla giratoria cVEMP vHIT SVV DVA
Caixeta et al. (2012)	Brasil	Estudio transversal de cohorte contemporánea.	Evaluar la relación entre el procesamiento cognitivo y el equilibrio corporal en pacientes ancianos con enfermedad vestibular periférica crónica.	76	69 años +/- 6.21 DE.	NR	NR	Enfermedad vestibular periférica crónica de al menos 3 meses de evolución.	Pruebas médicas y fonaudiológicas. Sin mayor especificación.
Jandl et al. (2015)	Alemania	Estudio no experimental, transversal, analítico.	Identificar la actividad cerebral relacionada con eventos mediante imágenes de resonancia magnética funcional durante la navegación espacial y tareas de memoria visual en pacientes con vestibulopatía bilateral.	23	65 años +/- 10.4 DE.	26	63.7 años +/- 9.4 DE.	Vestibulopatía bilateral por ototoxicidad antibiótica, idiopática, neuritis vestibular secuencial y enfermedad de Ménière.	Prueba calórica bitérmica VHIT SVV VEMP (sin especificación de cervical u ocular).
Deroualle et al. (2019)	Francia	Estudio no experimental, transversal, analítico.	Aclarar las contribuciones vestibulares en la toma de perspectiva visoespacial.	23	51 años +/- 12 DE.	23	52 años +/- 12 DE.	Neurectomía vestibular unilateral por neurinoma del acústico o enfermedad de Ménière.	Audiometría prueba calórica bitérmica prueba de silla giratoria vHIT SVV
Balci et al. (2018)	Turquía	Estudio transversal, descriptivo, de caso y control.	Comparar el equilibrio y la cognición de pacientes con migraña vestibular, con migraña sin antecedentes de vértigo y sujetos sanos, y examinar los efectos del nivel de discapacidad en estas funciones.	64	41.32 años +/- 9.53 DE.	31	37.63 años +/- 7.18 DE.	Migraña vestibular.	Exámenes otoneurológicos (sin especificación) y confirmación de criterios diagnósticos para migraña según Neuhauser. VAS.

Sobre el rendimiento cognitivo, dos de las investigaciones abordaron su estudio por medio de pruebas de tamizaje como el Mini Mental State Examination (MMSE) y Montreal Cognitive Assessment (MoCA). De manera más específica, e independiente por cada estudio, fueron evaluadas las funciones ejecutivas y orientación espacial a través de Random Number Generation (RNG) y Stroop Test (ST), la atención por medio de Stroop Test

(ST) y tareas de realidad virtual registradas por imágenes de resonancia magnética (RM), las habilidades visoespaciales con Clock Test (CT) y tareas de detección visual y rotación mental de objetos 3D por medio de juego virtual, la fluidez verbal por medio de Verbal Fluency Test (VFT) y la memoria visual utilizando RM en tareas de realidad virtual.

Tabla 3. Principales resultados según habilidades cognitivas estudiadas e instrumentos aplicados.

Estudio	Función y/o habilidad evaluada	Instrumentos y/o tests cognitivos aplicados	Otros test aplicados	Principales resultados
Moser et al. (2017)	Funciones ejecutivas y orientación espacial	Tarea de generación de números aleatorios (RNG)	-	Grupo estudio muestra mayor redundancia en secuencias numéricas respecto a grupo control, generadas de manera aleatoria en condiciones dinámicas. No se observaron diferencias entre grupo estudio y control respecto a la magnitud de los números generados, indicativas de sesgo en el espacio numérico, tanto en condiciones estáticas como dinámicas.
	Rendimiento cognitivo general	Mini Mental Test (MMSE)	TUG TUGm	35,5% obtuvo puntuación inferior al rango normal, compatible con deterioro cognitivo. Correlación negativa entre MMSE y TUG/TUGm.
Caixeta et al. (2012)	Habilidades visoespaciales	Test del reloj (CT)	DGI	No demuestra alteraciones en habilidades visoespaciales. Correlación negativa entre CT y DGI.
	Fluidez verbal	Test de Fluidez Verbal (VFT).	DGI BBS	Adultos mayores con más educación presentaron resultados sugerentes con alteraciones cognitivas. Correlación positiva con DGI y BBS.
	Rendimiento cognitivo general	Test de Montreal (MoCA)	-	Puntuaciones no presentaron diferencia entre grupo estudio y control.
Jandl et al. (2015)	Atención sostenida y memoria visual.	RM en tareas de realidad virtual.	-	Pacientes con hipofunción vestibular en comparación con grupo control, presentaron una mayor actividad cerebelosa en tareas de atención sostenida que en tareas de memoria visual. No hubo diferencia en la latencia de respuesta entre ambos grupos para ambas pruebas.
Deroualle et al. (2019)	Habilidades visoespaciales	Tareas de detección visual y rotación mental de objetos 3D por medio de juego virtual. Cuestionario sobre estrategias utilizadas	-	Grupo estudio presentó mayor tiempo de respuesta que grupo control en tareas de perspectiva en tercera persona, no así de primera persona. Pacientes con neurectomía izquierda mostraron tiempo de respuesta significativamente mayor que grupo control. Los tiempos de respuesta no se correlacionaron con el grado de neurinoma.
Balci et al. (2018)	Funciones ejecutivas Atención	Test de Stroop (ST)	Evaluación del equilibrio (BESTest)	Grupo con migraña vestibular obtuvo puntajes más bajos que grupo control en ST, pero no que grupo de pacientes con migraña (sin vértigo). Correlación negativa entre ST y BESTest para grupo con migraña vestibular en comparación a grupo con migraña (sin vértigo) y control.

En cuanto a los principales resultados informados por los estudios, MMSE arroja que el rendimiento cognitivo general se encuentra alterado en el 35,5% de las personas evaluadas, porque obtuvieron una puntuación inferior al rango normal. Asimismo, se informa que sujetos con puntajes inferiores en MMSE presentan mayor

tiempo de desplazamiento en pruebas de marcha cuando se incorpora una tarea de evocación. Por su parte, el Test de MoCA demuestra que no existen diferencias en las puntuaciones entre las personas con diagnóstico de vestibulopatía bilateral y función vestibular normal.

Tabla 4. Evaluación de la calidad metodológica según lista de verificación de Downs y Black.

Criterio	Moser et al. (2017)	Caixeta et al. (2012)	Jandl et al. (2015)	Deroualle et al. (2019)	Balci et al. (2018)
1. ¿Se describe claramente la hipótesis/finalidad/objetivo del estudio?	1	1	1	1	1
2. ¿Se describen claramente los principales resultados a medir en la sección introducción o métodos?	1	1	1	1	1
3. ¿Se describen claramente las características de los pacientes incluidos en el estudio?	1	0	1	1	1
4. ¿Se describen claramente las distribuciones de los principales factores de confusión en cada grupo de sujetos a comparar?	0	0	0	0	0
5. ¿Se describen claramente los principales hallazgos del estudio?	1	1	1	1	1
6. ¿El estudio proporciona estimaciones de la variabilidad aleatoria en los datos para los resultados principales?	0	0	0	0	0
7. ¿Se han informado todos los eventos adversos importantes que pueden ser consecuencia de la intervención?	ND	ND	ND	ND	ND
8. ¿Se han descrito las características de los pacientes perdidos durante el seguimiento?	ND	ND	ND	ND	ND
9. ¿Se han informado los valores de probabilidad reales (p.e. 0,035 en lugar de <0,05) para los resultados principales, excepto cuando el valor de probabilidad es menor que 0,001?	1	0	1	1	1
10. ¿Los participantes del estudio eran representativos de la población de la que fueron reclutados?	1	1	0	1	1
11. ¿Fueron los sujetos que estaban preparados para participar representativos de toda la población de la que fueron reclutados?	0	0	0	0	0
12. ¿Quedó claro si alguno de los resultados del estudio se basó en dragado de datos (es decir, mal uso del análisis de los datos para presentarlos como estadísticamente significativos)?	1	1	1	1	1
13. ¿Se utilizaron las pruebas estadísticas apropiadas para evaluar los principales resultados?	1	1	1	1	1
14. ¿Se utilizaron las principales medidas de resultado precisas (válidas y confiables)?	1	1	1	1	1
15. ¿Los pacientes en diferentes grupos de intervención (ensayos y estudios de cohortes) o los casos y controles (estudios de casos y controles) fueron reclutados de la misma población?	1	0	1	1	1
16. ¿Hubo un ajuste adecuado para la confusión en los análisis de los cuales se extrajeron los principales hallazgos?	1	0	1	1	1
17. ¿Se han tenido en cuenta las pérdidas de pacientes durante el seguimiento?	ND	ND	ND	ND	ND
Total	11	7	10	11	11

En relación a la evaluación de habilidades cognitivas específicas, destaca que para las funciones ejecutivas ($n = 2$) y orientación espacial ($n = 1$) las personas con déficit vestibular periférico agudo presentan menor inhibición ante respuestas estereotipadas, puesto que mostraron mayor redundancia en sus secuencias de números respecto del grupo control en tareas de RNG; no obstante, no se evidencia sesgo en el espacio numérico. En el caso de la atención ($n = 2$), el test de Stroop mostró puntajes significativamente inferiores en el grupo de pacientes con migraña vestibular respecto del grupo control, no así del grupo de pacientes que solo presentaban migraña (sin vértigo). Adicionalmente, se encontró que las personas con el puntaje más bajo en ST presentaron mayor riesgo de caída en condiciones de marcha en Dynamic Gait Index para los pacientes con migraña vestibular en comparación a grupo con migraña (sin vértigo) y control. En tareas de realidad virtual registradas por RM, los pacientes con hipofunción vestibular en comparación con el grupo control evidenciaron una mayor actividad cerebelosa en tareas de atención sostenida que en tareas de memoria visual. Sin embargo, no hubo diferencia en la latencia de respuesta entre ambos grupos para ambas pruebas.

Por otra parte, sobre habilidades visoespaciales ($n = 2$) los hallazgos demuestran que las personas con déficit vestibular crónico de origen periférico no presentaron alteraciones en CT, no obstante, se evidenció que las personas que obtenían puntajes más bajos en dicho test presentaron mayor dificultad en pruebas de marcha y riesgo de caída. En este mismo sentido, otro estudio revela que los pacientes con neurectomía requieren mayor tiempo de respuesta en tareas de perspectiva en tercera persona, no así cuando la tarea es en primera persona; evaluado a través de juego de lanzamiento de pelota en condición virtual. Respecto de la fluidez verbal ($n = 1$), los resultados informan que los adultos mayores con más educación manifestaron dificultad para evocar palabras. Adicionalmente, los sujetos con mejores puntajes en prueba de fluidez verbal evidenciaron mejores puntajes en pruebas de marcha y equilibrio.

Finalmente, los estudios seleccionados fueron analizados metodológicamente por la lista de verificación modificada de Downs y Black (Freke et al., 2016) como se presenta en la tabla 4. Cuatro obtuvieron un 60% o más del puntaje total de la escala (10/17 puntos), por tanto, se consideraron de alta calidad (Balci et al., 2018; Deroualle et al., 2019; Jandl et al., 2015; Moser et al., 2017) mientras que uno (Caixeta et al., 2012) obtuvo una puntuación inferior al 60% del total de la escala. Dicha puntuación se explica por las siguientes razones: las características de los participantes no fueron descritas claramente (por ejemplo, diagnóstico vestibular específico, instrumentos utilizados para

establecer el diagnóstico), no se consideró un grupo control para contrastar los hallazgos de grupo estudio y tampoco se describieron los factores de confusión.

DISCUSIÓN

Los objetivos de la presente revisión integradora de la literatura fueron 1) identificar y sintetizar la evidencia científica disponible sobre el rendimiento cognitivo en personas con patologías vestibulares y 2) analizar la calidad metodológica de los artículos seleccionados. Solo 5 estudios cumplieron con los criterios de inclusión, pese a que un creciente cuerpo de literatura actual sugiere que el sistema vestibular impacta sustancialmente en áreas del tálamo y la corteza cerebral. Esta evidencia se obtiene principalmente mediante técnicas de neuroimagen en animales o personas sanas (Bigelow et al., 2015; Dieterich & Brandt, 2015; Gallardo-Flores, 2018; Lopez & Blanke, 2011; Wijesinghe et al., 2015). Específicamente, en esta revisión los resultados y conclusiones surgen a partir del estudio de personas con alteraciones vestibulares propiamente tal, como neuritis vestibular, neurinoma del acústico, enfermedad de Ménière, déficit vestibular crónico de origen periférico, vestibulopatía bilateral por ototoxicidad y migraña vestibular. Las recomendaciones actuales, derivadas de la Clasificación Internacional de Trastornos Vestibulares (Bisdorff et al., 2015), sugieren considerar el enfoque de capas para contar con criterios de inclusión estandarizados en contextos de investigación. Sin embargo, los trabajos revisados no especifican parámetros relevantes de inclusión más allá del diagnóstico, como el perfil temporal de sus signos y síntomas (estado agudo o crónico del cuadro, número de crisis, permanencia en rehabilitación vestibular, entre otros) lo que se considera relevante de definir y/o delimitar en futuras investigaciones que aborden alteraciones vestibulares, aun tratándose de la misma patología.

Respecto del rendimiento cognitivo general fue evaluado a través de pruebas de tamizaje en 2 estudios. Una investigación aplicó Mini Mental Test, encontrando puntuaciones inferiores al rango normal en personas con déficit vestibular crónico de origen periférico, compatible con deterioro cognitivo, aunque estos resultados no se contrastaron con un grupo control. Además, se han encontrado ciertas falencias estructurales y psicométricas de Mini Mental Test (Broche-Pérez, 2017; Carnero-Pardo, 2014). El otro estudio consideró el Test de Montreal y no encontró diferencias entre el grupo control y el grupo de estudio compuesto por personas con vestibulopatía bilateral, neuritis vestibular y enfermedad de Ménière. Al tratarse de pruebas de tamizaje

hubiese sido recomendable utilizar otros instrumentos para habilidades específicas, o pruebas neuropsicológicas que estudien en mayor profundidad el rendimiento cognitivo en sus diferentes dominios, por ejemplo ACE-R (Torralva et al., 2011; Véliz García et al., 2020) y NEUROPSI (Marreros-Tananta & Guerrero-Alcedo, 2022; Ostrosky-Solis et al., 1998). Se sugiere para futuras investigaciones instrumentos que posean mayor robustez psicométrica.

Los dominios cognitivos que se han investigado, en los artículos analizados, son principalmente, funciones ejecutivas, habilidades visoespaciales y atención y en menor medida se ha analizado la memoria visual, la fluidez verbal y la orientación espacial. Las funciones ejecutivas fueron evaluadas en personas con migraña vestibular y neuritis vestibular, respectivamente. Los instrumentos utilizados fueron el test de Stroop y la prueba Random Number Generation (RNG). En esta prueba las personas debían producir una secuencia de números aleatorios al ritmo indicado por un metrónomo en condiciones estáticas (cabeza recta) y dinámicas (giros rítmicos de la cabeza), siguiendo el paradigma de (Loetscher & Brugger, 2007). En el primer caso si bien hubo un rendimiento inferior del grupo con migraña vestibular respecto del grupo control no hubo diferencia con el grupo de solo migraña (sin vértigo) siendo el factor diferencial con el grupo control la migraña per se. Tampoco en el segundo caso se observaron diferencias significativas entre ambos grupos. La ST es un instrumento neuropsicológico que evalúa únicamente el control inhibitorio, en consecuencia, otros aspectos de la función ejecutiva como alternancia e inhibición, memoria de trabajo, conceptualización y abstracción no fueron abordadas. Para el análisis de la función ejecutiva sería mejor utilizar el INECO Frontal Screening (IFS) porque es más completo para la evaluación de esta función, con aceptables propiedades psicométricas y precisión diagnóstica (Ihnen et al., 2013). Adicionalmente, estos hallazgos son concordantes con las conclusiones de Bigelow et al. (2015), quienes refieren que las dificultades en las funciones ejecutivas son significativamente más comunes entre las personas con vértigo de origen vestibular en comparación con la población en general. Es necesario señalar que los datos fueron obtenidos a partir de una encuesta nacional de salud en población estadounidense. Sin embargo, se contraponen a los resultados de Sugaya et al. (2018) quienes señalan que la función ejecutiva mejora en personas hospitalizadas por mareos persistentes, luego de una rehabilitación vestibular.

Los datos son contrapuestos entre los estudios sobre las habilidades visoespaciales que fueron evaluadas con el CT para personas con déficit vestibular crónico y para sujetos con

neurectomía vestibular se utilizaron tareas de rotación mental de objetos 3D. Así, en algunos estudios no se evidenció alteración en CT, mientras que en otros se concluye que existe mayor tiempo de respuesta en tareas de detección visual y rotación mental por medio de juego virtual. Las diferencias expuestas se pueden explicar por las distintas patologías investigadas, los diferentes instrumentos y/o procedimientos utilizados para la evaluación, la ausencia de grupo control, entre otros.

La atención fue evaluada en personas con vestibulopatía bilateral, neuritis vestibular y enfermedad de Ménière por medio de tareas de realidad virtual y en personas con migraña vestibular a través de test de Stroop. Para el primer caso los hallazgos indican mayor actividad cerebelosa en tareas de atención sostenida, mientras que para el segundo caso se obtuvieron puntajes más bajos en ST en comparación a un grupo control; no obstante, los puntajes no fueron más bajo que el grupo de personas solo con migraña (sin vértigo). El test de Stroop es una prueba que principalmente evalúa funciones ejecutivas a través del control inhibitorio (Golden, 1994; Rodríguez Barreto et al., 2016). Por lo tanto, no incluye una evaluación de la atención que se ha relacionado con áreas vestibulares (Bigelow et al., 2015; Dieterich & Brandt, 2015; Nascimbeni et al., 2010).

Se han realizado investigaciones en personas con neuritis vestibular, vestibulopatía bilateral y enfermedad de Ménière para evaluar la memoria visual y la orientación espacial, sin embargo, estos trabajos no utilizaron pruebas neuropsicológicas. Al igual que con otras habilidades cognitivas sería importante estudiarlas con instrumentos neuropsicológicos específicos, ya que los datos encontrados por medio RM en tareas de realidad virtual y tareas de generación de números aleatorios respectivamente son aún escasos para establecer conclusiones.

En el caso de la fluidez verbal, estudiada en personas con enfermedad vestibular periférica crónica, los resultados indican que las personas mayores con más educación presentaron alteraciones sugerentes con alteraciones cognitivas a diferencia de las personas con menor educación. Lo anterior se estableció a partir de los hallazgos y conclusiones de los autores que indican que el 21,1% de los participantes con mayor educación nombraron hasta 13 animales (puntaje de corte 13 animales por minuto para más de 9 años de escolaridad). En cambio, el 15,8% de las personas con menor nivel educativo nombraron entre 0 a 8 animales (puntaje límite 9 animales por minuto para menos de 9 años de educación). La evidencia previa resulta contradictoria, ya que tanto la escolaridad como la edad, son considerados factores relevantes en la cognición (Samper Noa et al., 2011; Santos et al.,

2014). También, es discutible el análisis realizado para extraer las conclusiones.

En relación a la evaluación de la calidad metodológica, según la lista de verificación de estudios aleatorios y no aleatorios de las intervenciones de atención de salud (Downs & Black, 1998; Freke et al., 2016), se aprecia que la mayoría de los artículos son de buena calidad, aunque existen aspectos a mejorar como la información sobre las características de los participantes, el control de factores de confusión (como la escolaridad y la edad), el uso de instrumentos de evaluación más específicos, la consideración de un grupo control para contrastar los hallazgos de grupo estudio, entre otros.

Las limitaciones del presente trabajo incluyen tres ámbitos. El primero refiere a que no se realizó una evaluación del riesgo de sesgo de los artículos incluidos. El segundo apunta a que los estudios analizados presentan algunos factores que amenazan la validez interna. Por ejemplo, la ausencia de especificación de la escolaridad y la edad de los participantes, el tipo de pruebas y la falta de grupo control en algunos casos. Finalmente, faltó profundizar en los hallazgos de las pruebas diagnósticas y de equilibrio utilizadas. A pesar de las limitaciones mencionadas, el trabajo cuenta con fortalezas destacables. La incorporación de variadas bases de datos consideradas dentro de las más importantes y/o utilizadas en ciencias de la salud (Pubmed, Proquest, Ebsco, ScienceDirect, Cochrane Library y Scielo). Asimismo, el uso del protocolo PRISMA-P y la utilización de la lista de verificación de Downs y Black, lo que favoreció la selección de los estudios. Por último, la consideración de los idiomas inglés, portugués y español permitió ampliar el compendio de información.

CONCLUSIÓN

Según el análisis de los estudios revisados, se puede concluir que se ha investigado el rendimiento cognitivo en patologías vestibulares aisladas (neuritis vestibular, neurinoma del acústico, enfermedad de Ménière, enfermedad vestibular crónica de origen periférico, vestibulopatía bilateral por ototoxicidad y migraña vestibular) sin considerar parámetros comunes que permitan identificar criterios de inclusión estandarizados. Asimismo, se han utilizado metodologías e instrumentos diversos en las investigaciones, que explica la obtención de resultados disímiles, aun tratándose de un mismo cuadro. En esta misma línea, los dominios cognitivos estudiados evalúan en mayor medida el estado cognitivo general, las habilidades visoespaciales, las funciones ejecutivas y la atención a través de pruebas de tamizaje.

En menor medida, se han investigado la orientación espacial, la memoria visual y la fluidez verbal. Los hallazgos son contrapuestos dadas las diferencias metodológicas (patología estudiada, estado agudo/crónico de la patología, edad de los participantes, escolaridad, carencia de grupos controles e instrumentos no completos para la evaluación del dominio cognitivo específico). Finalmente, respecto de la evaluación de la calidad metodológica de los artículos analizados se puede concluir que la calidad es buena, aunque existen aspectos a mejorar como entregar mayor detalle en la descripción de las características de los participantes, controlar los factores de confusión como la escolaridad y la edad, usar instrumentos de evaluación más específicos por dominio cognitivo, entre otros.

REFERENCIAS

- Aedo Sánchez, C., Collao, J. P., & Délano Reyes, P. (2016). Anatomy, physiology and clinical role of the vestibular cortex. *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 76(3), 337–346. <https://doi.org/10.4067/S0718-48162016000300014>
- Agrawal, Y., Carey, J. P., Della Santina, C. C., Schubert, M. C., & Minor, L. B. (2009). Disorders of Balance and Vestibular Function in US Adults: Data From the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001-2004. *Archives of Internal Medicine*, 169(10), 938–944. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2009.66>
- Baek, J. H., Zheng, Y., Darlington, C. L., & Smith, P. F. (2010). Evidence that spatial memory deficits following bilateral vestibular deafferentation in rats are probably permanent. *Neurobiology of Learning and Memory*, 94(3), 402–413. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2010.08.007>
- Balci, B., Şenyuva, N., & Akdal, G. (2018). Definition of Balance and Cognition Related to Disability Levels in Vestibular Migraine Patients. *Noro Psikiyatri Arsivi*, 55(1), 9–14. <https://doi.org/10.29399/npa.12617>
- Ballesteros Jiménez, S. (1999). Memoria humana: Investigación y teoría. *Psicothema*, 11(4), 705–723.
- Bigelow, R. T., Semenov, Y. R., Trevino, C., Ferrucci, L., Resnick, S. M., Simonsick, E. M., Xue, Q.-L., & Agrawal, Y. (2015). Association Between Visuospatial Ability and Vestibular Function in the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Journal of the American Geriatrics Society*, 63(9), 1837–1844. <https://doi.org/10.1111/jgs.13609>
- Bisdorff, A. R., Staab, J. P., & Newman-Toker, D. E. (2015). Overview of the International Classification of Vestibular Disorders. *Neurologic Clinics*, 33(3), 541–550. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2015.04.010>
- Brandt, T., Schautzer, F., Hamilton, D. A., Brüning, R., Markowitsch, H. J., Kalla, R., Darlington, C., Smith, P., & Strupp, M. (2005). Vestibular loss causes hippocampal atrophy and impaired spatial memory in humans. *Brain*, 128(11), 2732–2741. <https://doi.org/10.1093/brain/awh617>

- Broche-Pérez, Y. (2017). Alternativas instrumentales para la exploración cognitiva breve del adulto mayor: Más allá del Mini-Mental Test. *Rev. cuba. med. gen. integr.* http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252017000200010
- Caixeta, G. C. dos S., Doná, F., & Gazzola, J. M. (2012). Cognitive processing and body balance in elderly subjects with vestibular dysfunction. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 78(2), 87–95. <https://doi.org/10.1590/S1808-86942012000200014>
- Carnero-Pardo, C. (2014). ¿Es hora de jubilar al Mini-Mental? *Neurología*, 29(8), 473–481. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2013.07.003>
- Deroualle, D., Borel, L., Tanguy, B., Bernard-Demanze, L., Devèze, A., Montava, M., Lavieille, J.-P., & Lopez, C. (2019). Unilateral vestibular deafferentation impairs embodied spatial cognition. *Journal of Neurology*, 266(1), 149–159. <https://doi.org/10.1007/s00415-019-09433-7>
- Dieterich, M., & Brandt, T. (2015). The bilateral central vestibular system: Its pathways, functions, and disorders. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1343(1), 10–26. <https://doi.org/10.1111/nyas.12585>
- Downs, S. H., & Black, N. (1998). The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 52(6), 377–384. <https://doi.org/10.1136/jech.52.6.377>
- Faúndez A, J. P., Déllano R, P., Faúndez A, J. P., & Déllano R, P. (2019). Associations between vestibular function and cognitive abilities: From basic to clinical approach. *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 79(4), 453–464. <https://doi.org/10.4067/S0718-48162019000400453>
- Freke, M., Kemp, J. L., Svege, I., Risberg, M. A., Semciw, A. I., & Crossley, K. M. (2016). Physical impairments in symptomatic femoroacetabular impingement: A systematic review of the evidence. *British Journal of Sports Medicine*, 50(19), 1180–1180. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096152>
- Gallardo-Flores, M. A. (2018). Alteraciones cognitivas espaciales y no espaciales relacionadas al sistema vestibular: Una entidad subdiagnosticada. *Revista de Neuro-Psiquiatría*, 81(2), Article 2. <https://doi.org/10.20453/rmp.v81i2.3335>
- Geier, K. T., Buchsbaum, B. R., Parimoo, S., & Olsen, R. K. (2020). The role of anterior and medial dorsal thalamus in associative memory encoding and retrieval. *Neuropsychologia*, 148, 107623. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107623>
- Golden, C. J. (1994). *STROOP. Test de Colores y Palabras* (B. Ruiz-Fernández, T. Luque, & F. Sánchez-Sánchez, Trads.). TEA Ediciones.
- Herdman, D., Norton, S., Pavlou, M., Murdin, L., & Moss-Morris, R. (2020). Vestibular deficits and psychological factors correlating to dizziness handicap and symptom severity. *Journal of Psychosomatic Research*, 132, 109969. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2020.109969>
- Ihnen, J., Antivilo, A., Muñoz-Neira, C., & Slachevsky, A. (2013). Chilean version of the INECO Frontal Screening (IFS-Ch): Psychometric properties and diagnostic accuracy. *Dementia & Neuropsychologia*, 7, 40–47. <https://doi.org/10.1590/S1980-57642013DN70100007>
- Jacob, A., Tward, D. J., Resnick, S., Smith, P. F., Lopez, C., Rebello, E., Wei, E. X., Tilak Ratnanather, J., & Agrawal, Y. (2020). Vestibular function and cortical and sub-cortical alterations in an aging population. *Heliyon*, 6(8), e04728. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04728>
- Jandl, N. M., Sprenger, A., Wojak, J. F., Göttlich, M., Münte, T. F., Krämer, U. M., & Helmchen, C. (2015). Dissociable cerebellar activity during spatial navigation and visual memory in bilateral vestibular failure. *Neuroscience*, 305, 257–267. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2015.07.089>
- Jang, S. H., Lee, M. Y., Yeo, S. S., & Kwon, H. G. (2018). Structural neural connectivity of the vestibular nuclei in the human brain: A diffusion tensor imaging study. *Neural Regeneration Research*, 13(4), 727–730. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.230304>
- Kirsch, V., Keeser, D., Hergenroeder, T., Erat, O., Ertl-Wagner, B., Brandt, T., & Dieterich, M. (2016). Structural and functional connectivity mapping of the vestibular circuitry from human brainstem to cortex. *Brain Structure and Function*, 221(3), 1291–1308. <https://doi.org/10.1007/s00429-014-0971-x>
- Koenig, K. A., Rao, S. M., Lowe, M. J., Lin, J., Sakaie, K. E., Stone, L., Bermel, R. A., Trapp, B. D., & Phillips, M. D. (2019). The role of the thalamus and hippocampus in episodic memory performance in patients with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*, 25(4), 574–584. <https://doi.org/10.1177/1352458518760716>
- Lavados, J., & Slachevsky, A. (2013). *Neuropsicología: Bases neuronales de los procesos mentales*. Editorial Mediterráneo.
- Lee, J.-W., Lee, G.-E., An, J.-H., Yoon, S.-W., Heo, M., & Kim, H.-Y. (2014). Effects of Galvanic Vestibular Stimulation on Visual Memory Recall and EEG. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(9), 1333–1336. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.1333>
- Loetscher, T., & Brugger, P. (2007). Exploring number space by random digit generation. *Experimental Brain Research*, 180(4), 655–665. <https://doi.org/10.1007/s00221-007-0889-0>
- Lopez, C., & Blanke, O. (2011). The thalamocortical vestibular system in animals and humans. *Brain Research Reviews*, 67(1), 119–146. <https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2010.12.002>
- MacDowell, S. G., Wellons, R., Bissell, A., Knecht, L., Naquin, C., & Karpinski, A. (2017). The impact of symptoms of anxiety and depression on subjective and objective outcome measures in individuals with vestibular disorders. *Journal of Vestibular Research*, 27(5–6), 295–303. <https://doi.org/10.3233/VES-170627>
- Marreros-Tananta, J., & Guerrero-Alcedo, J. M. (2022). Propiedades psicométricas del test de evaluación neuropsicológica – Neuropsí en población peruana. *revecuatneurol - Revista Ecuatoriana de Neurología - Publicación Oficial de la Sociedad Ecuatoriana de Neurología*, 31(1), 40–48.
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., & PRISMA-P Group. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- Moser, I., Vibert, D., Caversaccio, M. D., & Mast, F. W. (2017). Acute peripheral vestibular deficit increases redundancy in random number generation. *Experimental Brain Research*, 235(2), 627–637. <https://doi.org/10.1007/s00221-016-4829-8>
- Nascimbeni, A., Gaffuri, A., Penno, A., & Tavoni, M. (2010). Dual task interference during gait in patients with unilateral vestibular disorders. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 7(1), 47. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-7-47>

- Ortega-Leonard, L., Orozco-Calderón, G., Vélez, A., & Cruz, F. (2015). El papel del cuerpo calloso en el procesamiento visoespacial. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 25–30.
- Ostrosky-Solís, F., Ardila, A., & Rosselli, M. (1998). *Test Neuropsi*. Universidad Autónoma de México. <https://neuropsi.com.mx/>
- Parnaudeau, S., Bolkan, S. S., & Kellendonk, C. (2018). The Mediodorsal Thalamus: An Essential Partner of the Prefrontal Cortex for Cognition. *Biological Psychiatry*, 83(8), 648–656. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2017.11.008>
- Petri, M., Chirilă, M., Bolboacă, S. D., & Cosgarea, M. (2017). Health-related quality of life and disability in patients with acute unilateral peripheral vestibular disorders. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 83(6), 611–618. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2016.08.004>
- Rodríguez Barreto, L. C., del Carmen Pulido, N., & Pineda Roa, C. A. (2016). Propiedades psicométricas del Stroop, test de colores y palabras en población colombiana no patológica. *Universitas psychologica*, 15(2), 255–272.
- Samper Noa, J. A., Llibre Rodríguez, J. J., Sánchez Catasús, C., Pérez Ramos, C., Morales Jiménez, E., Sosa Pérez, S., & Solórzano Romero, J. (2011). Edad y escolaridad en sujetos con deterioro cognitivo leve. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 40(3–4), 203–210.
- Santos, I. M. M. dos, Chiossi, J. S. C., Soares, A. D., Oliveira, L. N. de, & Chiari, B. M. (2014). Phonological and semantic verbal fluency: A comparative study in hearing-impaired and normal-hearing people. *CoDAS*, 26, 434–438. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20142014050>
- Schautzer, F., Hamilton, D., Kalla, R., Strupp, M., & Brandt, T. (2003). Spatial Memory Deficits in Patients with Chronic Bilateral Vestibular Failure. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1004(1), 316–324. <https://doi.org/10.1196/annals.1303.029>
- Souza, M. T. de, Silva, M. D. da, & Carvalho, R. de. (2010). Integrative review: What is it? How to do it? *Einstein (São Paulo)*, 8(1), 102–106. <https://doi.org/10.1590/s1679-45082010rw1134>
- Suárez, C. (2003). Morfología y función del sistema Vestibular. En R. Ramírez Camacho (Ed.), *Trastornos del equilibrio: Un abordaje multidisciplinario*. McGraw-Hill Interamericana. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=115391>
- Sugaya, N., Arai, M., & Goto, F. (2018). Changes in cognitive function in patients with intractable dizziness following vestibular rehabilitation. *Scientific Reports*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28350-9>
- Torralva, T., Roca, M., Gleichgerricht, E., Bonifacio, A., Raimondi, C., & Manes, F. (2011). Validación de la versión en español del Addenbrooke's Cognitive Examination-Revisado (ACE-R). *Neurología*, 26(6), 351–356. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2010.10.013>
- Velasco-Orozco, M. A., Leyva-Cárdenas, M. G., Arch-Tirado, E., & Lino-González, A. L. (2020). Fluidez verbal fonémica y semántica en pacientes con trastorno del aprendizaje. *Anales de Otorrinolaringología Mexicana*, 65(1), 28–36.
- Vélez León, V., Lucero Gutiérrez, V., Escobar Hurtado, C., & Ramirez-Velez, R. (2010). Relación entre la calidad de vida relacionada con la salud y la discapacidad en mujeres con vértigo de origen periférico. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 61(4), 255–261. <https://doi.org/10.1016/j.otorri.2010.03.001>
- Véliz García, Ó., Calderón Carvajal, C., Beyle Sandoval, C., Véliz García, Ó., Calderón Carvajal, C., & Beyle Sandoval, C. (2020). Psychometric properties of the Addenbrooke's Cognitive Examination III (ACE-III) for the detection of dementia. *Revista médica de Chile*, 148(9), 1279–1288. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872020000901279>
- Verdejo-García, A., & Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, 22(2), 227–235.
- Wijesinghe, R., Protti, D. A., & Camp, A. J. (2015). Vestibular Interactions in the Thalamus. *Frontiers in Neural Circuits*, 9, 1–8. <https://doi.org/10.3389/fncir.2015.00079>
- Zheng, Y., Darlington, C. L., & Smith, P. F. (2004). Bilateral labyrinthectomy causes long-term deficit in object recognition in rat. *NeuroReport*, 15(12), 1913–1916.