10.33881/1657-2513.art.22206

IbērAM

Artículo Invitado | Invited Article

Caracterización de resultados de posturografía en adolescentes con pérdida auditiva severa a profunda

Characterization of posturography results in adolescents with severe to profound hearing loss

CC BY NC SA

Amanda **Paez Pinilla**
Luz Yadira **Grimaldos Franco**
Andrés Felipe **Núñez Ramírez**

ART Volumen 22 #2 julio - diciembre

Revista ARETÉ Fonoaudiología

ISSN-l: 1657-2513 | e-ISSN: 2463-2252

Photo By/Foto: Just dance

IBERO
Planeta Formación y Universidades

Revista ARETÉ
ISSN-l: 1657-2513 | e-ISSN: 2463-2252 Fonoaudiología

ID: 10.33881/1657-2513.art.22206

Title: Characterization of posturography results in adolescents with severe to profound hearing loss

Título: Caracterización de resultados de posturografía en adolescentes con pérdida auditiva severa a profunda

Alt Title / Título alternativo:

[en]: Characterization of Posturography Results in Adolescents with Severe to Profound Hearing Loss

[es]: Caracterización de Resultados de Posturografía en Adolescentes con Pérdida Auditiva Severa a Profunda

Author (s) / Autor (es):

Paez Pinilla, Grimaldos Franco & Núñez Ramírez

Keywords / Palabras Clave:

[en]: Vestibular Function Test; Hearing loss; Adolescent; Educational Achievement, Postural Balance.

[es]: Pruebas de Función Vestibular; Pérdida Auditiva, Adolescencia, Rendimiento Académico, Posturografía.

Submited: 2022-10-29

Acepted: 2022-10-31

Resumen

Contexto: Las pérdidas auditivas en adolescentes se acompañan de desórdenes vestibulares desapercibidos que impactan el desarrollo motor e influyen en el aprendizaje. La identificación temprana y el conocimiento sobre la neuromaduración vestibular arroja alternativas para mejorar el rendimiento académico. Objetivos: caracterizar los resultados de la posturografía en adolescentes con pérdida auditiva severa a profunda. Método: estudio cuantitativo, con técnica descriptiva, buscando relaciones entre variables estudiadas. Población: 38 adolescentes con pérdida auditiva neurosensorial severa a profunda, en grupos de 12 – 15 y 16 - 19 años. Resultados: los adolescentes mayores presentaron un menor movimiento oscilatorio. Con antecedentes del desarrollo evidenciaron desempeño inferior en la posturografía y mayores dificultades en pensamiento cuantitativo, lenguaje y comunicación. Discusión: Los antecedentes neuromadurativos son importantes para el desarrollo del balance y el equilibrio. No se registraron relaciones directas entre la posturografía con bajo rendimiento académico, sin embargo, fue de utilidad clínica aportando datos del desempeño sensorial, motor y vestibular, para la intervención. Conclusiones: Los resultados sugieren efecto indirecto sobre el rendimiento académico verbal. La integración de los sistemas sensoriomotor, visual, vestibular y cognitivo, es clave para el desarrollo de habilidades de aprendizaje. La maduración es un proceso activo en el paso de la adolescencia a la edad adulta. La relación entre el déficit vestibular y los antecedentes del desarrollo, como nacimiento prematuro o edad de inicio de marcha, amerita identificar factores de riesgo del sistema vestibular en la primera infancia. El entorno socioafectivo, la familia y la convivencia con compañeros son importantes para el desempeño académico.

Abstract

Context: Hearing loss in adolescents is accompanied by unnoticed vestibular disorders that impact motor development and influence learning. Early identification and knowledge about vestibular neuromaturation provides alternatives to improve academic performance. Objectives: to characterize the results of posturography in adolescents with severe to profound hearing loss. Method: quantitative study, with descriptive technique, searching for relationships between studied variables. Population: 38 adolescents with severe to profound sensorineural hearing loss, in groups of 12 - 15 and 16 - 19 years old. Results: older adolescents presented less oscillatory movement. With a developmental history, they showed lower performance in posturography and greater difficulties in quantitative thinking, language and communication. Discussion: neuromadurative antecedents are important for the development of balance and equilibrium. No direct relationships were recorded between posturography with low academic performance, however, it was clinically useful providing sensory, motor and vestibular performance data, for intervention. Conclusions: The results suggest indirect effect on verbal academic performance. The integration of the sensorimotor, visual, vestibular and cognitive systems is key to the development of learning skills. Maturation is an active process in the transition from adolescence to adulthood. The relationship between vestibular deficit and developmental history, such as premature birth or age of onset of walking, merits identifying risk factors of the vestibular system in early childhood. The socio-affective environment, the family and living with peers are important for academic performance.}}

Citar como:

Paez Pinilla, A., Grimaldos Franco, L. Y., & Núñez Ramírez, A. F. (2022). Caracterización de Resultados de Posturografía en Adolescentes con Pérdida Auditiva Severa a Profunda . Areté , 22 (2), 51-62. Obtenido de: https://arete.ibero.edu.co/article/view/ 2533

Amanda **Paez Pinilla**
ORCID: *0000- 0003- 3260- 6405*

Source | Filiacion:
Universidad Nacional de Colombia

BIO:
Magíster en educación. Especialista en audiología. Fonoaudióloga. Docente Universidad Nacional de Colombia.

City | Ciudad:
Bogotá[Col]

e-mail:
atpaezp@unal.edu.co

Luz Yadira **Grimaldos Franco**, sp
ORCID: *0000-0002-4234-5467*

Source | Filiacion:
Independiente

BIO:
Especialista en audiología. Fonoaudióloga. Consultora Biosigma de Colombia S.A. S

City | Ciudad:
Bogotá[Col]

e-mail:
ygrimaldosf@gmail.com

Andrés Felipe **Núñez Ramírez**
ORCID: *0000-0002-7876-6431*

Source | Filiacion:
Independiente

BIO:
Fonoaudiólogo. Universidad Nacional de Colombia

City | Ciudad:
Bogotá[Col]

e-mail:
andnura97@gmail.com

Para su más amplia difusión, esta obra y sus contenidos se distribuyen bajo licencia: **Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International** Se autoriza cualquier tipo de reproducción y sus diferentes usos, siempre y cuando se preserve la integridad del contenido y se cite la fuente.

Areté
ISSN-L: 1657-2513

Caracterización de resultados de posturografía en adolescentes con pérdida auditiva severa a profunda

Characterization of posturography results in adolescents with severe to profound hearing loss

amanda **Paez Pinilla**
Luz Yadira **Grimaldos Franco**
Andrés Felipe **Núñez Ramírez**

Introducción

El sistema de balance es importante para el desarrollo, la supervivencia y el bienestar del ser humano a lo largo de su vida. Esto se da gracias a una compleja interacción de tres sistemas sensoriales importantes: la visión, la propiocepción y el sistema vestibular; *(O'Reilly, 2019)* este último controla las respuestas motoras y también los movimientos oculares que son provocados para dar respuesta a los estímulos del ambiente. El sistema vestibular recibe la información lineal y angular que llega desde los órganos periféricos y se extiende por el sistema nervioso central para integrarse con funciones relacionadas con la visión, la audición, la información somatosensorial, el movimiento e incluso la memoria y el aprendizaje *(Highstein & Popper, 2004)*, Aunque el sistema vestibular está completo durante la gestación, su maduración continúa durante la infancia y la adolescencia *(Taylor, 2011)*. El sistema vestibular, a diferencia del sistema visual y el somatosensorial, es el último de los tres sistemas que intervienen en el control postural y el balance en desarrollarse. Por lo cual, en edades más tempranas, hay una tendencia a depender en mayor parte del sistema visual y somatosensorial. Además, la información de la integración sensorial para el balance muestra un aporte importante del sistema auditivo durante la etapa de la adolescencia, determinando su eficiencia durante el control postural, como en un proceso adaptativo *(Suarez H. F., 2019)*.

En el control del balance postural son importantes dos procesos diferenciados. Por un lado, el proceso de organización sensorial en el sistema nervioso central, en el que se integra uno o varios de los sistemas, ya sea somatosensorial, visual o vestibular; y por el otro, el proceso motor que se encarga de ejecutar coordinadamente las respuestas musculoesqueléticas *(Hirabayashi, 1995)*.

La posturografía es un instrumento clínico efectivo en el estudio de la función vestibular pediátrica al ser una herramienta sencilla de operar y algunos casos de bajo costo, cuando se emplean técnicas clínicas subjetivas por observación que no incluyen modernas tecnologías, además de ser una potencial herramienta que puede ayudar en la rehabilitación vestibular *(Kelly, 2017)*. Este examen clínico consiste en pruebas de movilidad y balance junto con la evaluación del tono muscular, tanto dinámicas como estáticas *(Scataglini, 2019)*. La posturografía permite la valoración objetiva del reflejo vestibuloespinal en posición de Romberg a través de los movimientos del centro de presión, haciéndolo sobre una plataforma dinamométrica sobre la cual se proyecta el centro de gravedad del cuerpo, otorgando información sobre la integración de la información somatosensorial, visual y vestibular *(Bartual, 1999)*.

Con la posturografía se pueden llevar a cabo pruebas con diferentes tareas para la evaluación clínica del balance postural. Uno de los más ampliamente utilizados es el test clínico de integración sensorial de balance modificado (mCTSIB), que es una prueba que aísla los diferentes sistemas sensoriales en diferentes condiciones durante un tiempo determinado *(Kelly, 2017)* Además, la posturografía permite evaluar los límites de estabilidad (LOS), que se refiere a la habilidad del desplazamiento del sujeto de su centro de gravedad (COG), en ocho direcciones diferentes sin perder el equilibrio, como lo describe el autor citado *(Kanekar, 2013)*.

En los límites de estabilidad se establecen cuatro medidas o variables. La primera, el tiempo de reacción, indica el tiempo que tardó el sujeto evaluado en reaccionar a la indicación. Esto se relaciona con la velocidad del procesamiento del SNC, lo cual indica un mejor desempeño cuanto menor sea el tiempo, y decrece con los años *(Alvarez, 2017)*. La segunda, la velocidad del movimiento, que se mide en grados por segundo y puede indicar, al igual que con el tiempo de reacción, una habilidad fisiológica madurativa que permite desplazar el centro de gravedad en mayor espacio en un menor tiempo, lo que significa que se espera que el resultado sea más grados de desplazamiento por segundo. Los puntos de excursión, el tercer valor que se mide, son el máximo y el mínimo de desplazamiento corporal *(Alvarez, 2017)*. La última es el control direccional, que es la diferencia entre el total del movimiento hacia el objetivo y el total de movimientos extraños. Esto se expresa en porcentaje y se espera que los valores sean altos *(Faraldo García, 2003)*.

Aunque la posturografía no permite evaluar todos los aspectos del sistema vestibular, sí se incluyen sus resultados dentro de una batería de pruebas clínicas de la función vestibular. Es un importante complemento para obtener datos cuantitativos, mas no objetivos, que no dependen del entrenamiento del evaluador, sino que se pueden calificar con relación a una normativa, establecida por grupos de edad cronológica, para predecir si esta está acorde con el neurodesarrollo de cada sujeto evaluado.

En los desórdenes periféricos, se puede encontrar que la mayoría están relacionados con pérdida auditiva neurosensorial o con malformaciones del oído interno. También, en algunos casos hidrops endolinfático, neuronitis vestibular o vértigo postural paroxístico benigno (VPPB). Los casos de desórdenes centrales-periféricos están caracterizados por fracturas del hueso temporal, traumas craneoencefálicos, citomegalovirus y otros, los cuales presentan un reto para la rehabilitación (O'Reilly, 2019).

Las pérdidas auditivas que se desarrollan en edades tempranas pueden tener un impacto en el desarrollo del niño. Al presentarse desde el periodo crítico de adquisición del lenguaje (desde el nacimiento hasta los 5 años), pueden afectar habilidades como la extracción de pautas lingüísticas de los modelos comunicativos, repercutir en el desarrollo de la memoria tanto de trabajo como fonológica y el desarrollo del vocabulario *(Carney, 1998)*.

En los casos del tratamiento de las pérdidas auditivas en población pediátrica y juventud temprana, en el área del desarrollo de habilidades perceptuales y sensoriales se incluyen las ayudas auditivas, como los audífonos o los implantes cocleares *(Carney, 1998)*. Los implantes cocleares son la alternativa más eficaz para los adolescentes en los casos de las hipoacusias neurosensoriales severas a profundas, tanto en aquellos donde la pérdida sensorial se haya establecido antes de la adquisición del lenguaje como en los que se estableció después *(Suarez H. &., 2019)*

El efecto de los desórdenes auditivo-vestibulares en el rendimiento académico puede ser importante. Sin embargo, se debe tener en cuenta que comprende este rendimiento y cuáles son sus afectaciones. *(Sarant, 2015)*. cuatro categorías para evaluar el rendimiento: el lenguaje oral, las habilidades matemáticas, el lenguaje escrito y la lectura. Categorías cuyo desempeño exitoso depende de habilidades como demanda atencional, desarrollo de funciones oculomotoras, de funciones ejecutivas y de memoria, habilidades que se ven comprometidas con los desórdenes auditivo-vestibulares *(Bigelow, 2015) (Sarant, 2015)*.

Un aspecto importante es el desconocimiento de la neuromaduración y de los desórdenes del sistema vestibular, que se pueden presentar asociados a su pérdida auditiva, dada la cercanía anatomo- fisiológica, por lo cual no reciben tratamientos relacionados, presentándose interferencia en el éxito escolar. *(Horak, 1988)* ya habían estudiado el impacto de los desórdenes vestibulares en niños con pérdida auditiva, encontrando una relación significativa de los problemas de aprendizaje y la organización de la información visual, somatosensorial y vestibular. *(Suarez H. &., 2019)* discutieron el aporte de información auditiva cuando hay una modificación de la entrada somatosensorial y visual en los casos del déficit vestibular en las edades tempranas. El autor encontró que tanto la información auditiva, como la vestibular, es importante en la integración sensorial durante el desarrollo motor, evidenciado en la marcha y la estabilidad, cuando hay una modificación de la entrada somatosensorial y visual.

Metodología

Variables estudiadas y controladas, para posteriormente analizar posibles relaciones estadísticamente significativas entre ellas, dado que en los métodos descriptivos se perfilan no solo las variables en forma aislada, sino que es muy importante describir sus posibles relaciones, para establecer su relevancia dentro de una caracterización. El estudio se llevó a cabo con un grupo de 38 adolescentes del Instituto de la Sabiduría, en Bogotá, los cuales presentaron pérdidas auditivas severas a profundas. Para el análisis de datos y para determinar si existen efectos madurativos de acuerdo con la edad cronológica, la población se distribuyó en dos grupos: adolescentes jóvenes (Grupo 1: 12 a 15 años) y adolescentes mayores (Grupo 2: 16 a 19 años), sin limitaciones ortopédicas, ni trastornos motores evidentes.

Los posibles efectos madurativos en los resultados de la posturografía, son un aspecto importante de la caracterización, porque permiten interpretar la normalidad o anormalidad, cuando se aplique la prueba a una población en diferentes etapas del neurodesarrollo. Los sujetos examinados no presentan ninguna condición clínica de enfermedad actual, ni comorbilidades ortopédicas, su pérdida auditiva es congénita y no tienen medicamentos formulados de manera

permanente, la institución donde asisten está registrada en el Ministerio de Educación, para formación académica y no es una institución de salud, por lo cual no se prestan servicios de terapia ocupacional o física. La principal utilidad de los estudios de caracterización radica en la posibilidad de extrapolar las manifestaciones individuales de las variables estudiadas, a las posibles relaciones entre ellas, para futuras aplicaciones prácticas y útiles. Las características de la población de sexo y grado de pérdida auditiva se describen en los resultados.

Instrumentos

Para describir los resultados de las pruebas audiológicas y vestibulares aplicadas, se utilizaron los resultados de la posturografía y de la audiometría tonal, tomados de la historia clínica de los pacientes.

En el examen de la posturografía, se ubicó al paciente sobre una plataforma dinamométrica estática y se lo situó en posición de Romberg, con los pies ubicados en una posición predeterminada. Se utilizaron dos pruebas: por un lado, el test de integración sensorial del balance modificado (CTSIB) y los límites de estabilidad (LOS).

Para el registro del CTSIB modificado, en la primera condición, se le pidió al paciente mantener la posición con los ojos abiertos durante 30 segundos. En la segunda condición, que lo haga con los ojos cerrados durante el mismo tiempo. En la tercera, se colocó sobre la plataforma una lámina de gomaespuma y se le pidió que mantuviera la posición con los ojos abiertos en los mismos 30 segundos. Al igual que la anterior, se realizó la cuarta condición, pero esta vez con los ojos cerrados.

Para el registro de LOS, se le pidió al paciente que se ubicara en la plataforma y observara la pantalla que se encontraba en frente de él. En esta se proyecta la posición del sujeto y los ocho puntos a los cuales se debe desplazar. Por cada uno de los puntos objetivo, se le indicó al paciente que debía desplazarse sin mover los pies y manteniendo las piernas lo más rectas posibles y alineadas con el tronco del cuerpo; el objetivo se muestra en la pantalla. Para realizar la prueba tuvo un intento para practicar su movimiento y después, al sonido indicado, debió desplazar su cuerpo al punto indicado. Esto se hace en cada una de las direcciones indicadas.

Por último, se hizo una entrevista informal a padres, para identificar el contexto individual del estudiante y a los profesores directores de grupo para la información sobre el desempeño escolar, acerca de los datos registrados en el informe escolar periódico. Estas entrevistas se realizaron a través de los formularios de Google en el internet, dado que por la condición de pandemia el contacto directo estaba restringido.

La información solicitada durante la entrevista a los padres se seleccionó con base en los antecedentes clínicos de los desórdenes vestibulares referidos por los pacientes, asistentes a las prácticas audiológicas cursadas por los estudiantes.

Análisis estadístico

Para caracterizar los resultados de la posturografía en la población estudiada, se realizó, por un lado, un análisis univariado para perfilar las características individuales de cada variable y luego un análisis multivariado para establecer sus relaciones, aspecto importante en los métodos descriptivos, ya que pueden aflorar variables que en el planteamiento no se consideraron importantes, pero al recolectar los datos surgen otras no esperadas, que por su relevancia no se pueden ignorar. Se realizó un análisis estadístico a partir de medidas descriptivas básicas como media, mediana y desviación estándar. Además, se utilizaron los intervalos de confianza (BCa) no paramétricos. La correlación entre los resultados de las pruebas de la posturografía y la encuesta se hizo por medio del análisis de componentes principales (PCA: Principal Component Analysis). Partiendo del PCA, se hizo un análisis por Clusters para hallar las relaciones entre el promedio académico según áreas del conocimiento y la posturografía.

Resultados

El grupo 1, de edades entre 12 y 15 años, comprendió un total de 22 estudiantes, cuya edad más frecuente fue de 15 años. El grupo 2, con edades entre 16 y 19 años, comprendió un total de 16 estudiantes, cuya edad más frecuente fue de 16 años. La mayor parte de los oídos comprometidos en el grupo más joven fue el oído derecho con 15 casos de grado profundo, seguido del izquierdo con 11 casos en el mismo grado. En el grupo de estudiantes mayores el grado profundo es el más prevalente para ambos oídos. No se pudo establecer el grado de pérdida de 6 oídos para el lado izquierdo y 7 para el lado derecho. Estos casos no fueron concluyentes, puesto que en la historia clínica no se encontró el diagnóstico preciso del grado de hipoacusia. En cuanto a la utilización de ayudas auditivas, se encontró que los estudiantes en su mayoría no son usuarios de implante coclear o de audífono. Entre quienes utilizan ayudas auditivas, es más frecuente el uso de audífonos.

Tabla 1. Resultados Mctsib

Prueba	Variable	12 – 15	16 – 19	Unidades de medida	
		M ± DE	Intervalo	M ± DE	Intervalo
mCTSIB	Firm-OA	0.49 ± 0.29	0.2-1.6	0.38 ± 0.13	0.2-0.7
	Firm-OC	0.74 ± 1.0	0.2-5.1	0.46 ± 0.19	0.2-1.0

Fuente: Elaboración propia

Nota. Firm-OA: Superficie firme, ojos abiertos. Firm-OC: Superficie firme, ojos cerrados. Foam-OA: Superficie inestable, ojos abiertos. Foam-OC: Superficie inestable, ojos cerrados. Comp: compilado o composite. Alin COG: Alineamiento del centro de gravedad. M: Media. DE: desviación estándar. Intervalo: mínimo – máximo de los intervalos de confianza no paramétricos.

En los resultados de la prueba mCTSIB (Tabla 1.), se encontró un mayor valor de oscilación según se va suprimiendo el aporte de los sistemas visuales y somatosensorial en ambos grupos de edad. En cuanto a la comparación de los resultados de acuerdo con cada grupo de edad, se observa un menor valor de oscilación en el grupo de adolescentes mayores, esto comparando los valores del intervalo superior entre los dos grupos, lo cual puede sugerir efectos de neuromaduración de los sistemas de integración, permitiendo un mayor control del equilibrio, exceptuando la prueba de piso inestable y ojos cerrados (Foam-OC), donde la media del valor del movimiento en la plataforma del grupo de adolescentes jóvenes fue menor, aunque en ambos grupos se identificó un valor cercano y bastante elevado con respecto a la subprueba anterior (Foam-OA).

En cuanto a los límites de estabilidad (LOS) (Tabla 2.), se observó un desempeño equitativo entre los dos grupos. En cuanto a tiempo de reacción y velocidad del movimiento el desempeño es más similar entre ambos grupos. En cuanto al punto máximo que alcanzan (Comp_MXE), observamos un punto más restringido por parte del grupo de mayor edad, pero sigue estando dentro de un rango muy parecido a los valores para adolescentes jóvenes. En esta prueba se observó una diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos

ART 22 (2) pág. 1-62
Areté
ISSN-L: 1657-2513

en la variable del compilado hacia la derecha (**Wilcoxon = 0,02**), que puede indicar un mejor control direccional hacia el lado derecho por parte de los adolescentes mayores. Los anteriores resultados son preliminares y deben contrastarse con otros estudios que profundicen en la dominancia cerebral.

Contexto individual y socioeconómico

La mayoría de los estudiantes reportó la presencia principalmente de la madre (**36,17 % y 32 %**). También, que sus hijos son usuarios de lengua de señas (85,3 %) y en igual grado, que el estudiante se hace entender cuando expresa sus necesidades en el hogar. Aunque se reporta el uso de audífonos, hay preferencia por el uso de lengua de señas.

En la mayoría de los casos no se reportaron antecedentes. Las enfermedades más frecuentes durante el embarazo, fueron preeclampsia o eclampsia, con dos casos cada una, toxoplasmosis, la enfermedad vírica varicela y la enfermedad de malaria. Seguido de los accidentes durante el embarazo (4 casos), y un solo reporte de consumo de sustancias psicoactivas. Se consideró como antecedente el nacimiento prematuro y el uso de instrumentación para asistir el parto. En cuanto a las semanas de gestación, hubo un total de 5 casos de nacimiento prematuro (menos de 37 semanas) y 29 a término. En cuanto a las condiciones de parto, hubo un total de 2 partos asistidos con instrumentación (uso de fórceps o ventosa obstétrica), 22 partos naturales y 10 por cesárea.

En los antecedentes posnatales reportados por los padres, se encontraron 6 de otitis media, además de meningitis, vértigo, diabetes mellitus tipo 1, parálisis cerebral, distonía, rinitis y dolor de oído; cada uno de estos con un solo reporte.

Se indagó también por antecedentes sobre el desarrollo, donde se preguntó por las edades aproximadas en que empezó a caminar y en la que empezó a hablar el estudiante. Se encontró una edad esperada para el inicio de la marcha en un total de 19 estudiantes. Un inicio más tardío fue reportado por seis padres, con edades aproximadas a 3 y 4 años. La mayoría de los padres reportaron una edad cercana al año, en total 11 estudiantes, seguidos por un reporte de la edad de dos años. Los registros de edades más tardías, alrededor de los 3 y los 5 años, obtuvieron un total de 5 y 6 estudiantes, respectivamente. Seis padres reportaron que sus hijos no han hablado, esperado por el enfoque de población de la institución. Teniendo en cuenta que la mayoría no son usuarios de dispositivos de amplificación y además se comunican por lengua de señas, los casos donde se reporta una edad más temprana para comenzar a hablar pueden referirse a producciones o balbuceo no indicativas del inicio del lenguaje, o un establecimiento posterior de la pérdida auditiva.

El instituto presta servicios educativos a personas con dificultades económicas, por lo cual el acceso a servicios de salud se limita a los seguros del estado para personas laboralmente activas, por lo tanto, no todos tienen acceso a diagnóstico precoz o intervención temprana con sistemas de amplificación auditiva, predominando la lengua de señas como principal medio de comunicación. Algunos familiares tampoco dominan la lengua de señas, lo cual hace crítica la situación comunicativa de estos estudiantes.

Tabla 2. Resultados LOS

Prueba	Variable	12 – 15	16 – 19	Unidad de medida		
		M ± DE	Intervalo	M ± DE	Intervalo	
LOS	F-RT	1.03 ± 0.59	0.11-2.52	1,01 ± 0.6	0.31-3.0	Seg
	F-MVL	4.36 ± 2.01	1.9-9.3	4,81 ± 2.7	2.1-11.4	Grado/seg
	F-EPE	70 ± 18.69	39-114	70 ± 21.6	34-116	Porcentaje
	F-MXE	96 ± 11.9	74-124	93 ± 17.76	45-116	Porcentaje
	F-DCL	84 ± 19.31	1-96	85 ± 10.78	59-97	Porcentaje
	RF-RT	0.9 ± 0.36	0.17-1.53	1,01 ± 0.44	0.60-2.26	Seg
	RF-MVL	5.0 ± 2.5	1.05-11.90	4,68 ± 2.01	2.50-8.5	Grado/seg
	RF-EPE	79 ± 19.8	26-127	84 ± 18.75	54-112	Porcentaje
	RF-MXE	98 ± 10.9	75-127	101 ± 14.03	57-112	Porcentaje
	RF-DCL	84 ± 7.9	66-92	85 ± 10.35	62-96	Porcentaje
	R-RT	0.78 ± 0.36	0.12-1.49	0.85 ± 0.40	0.33-1.61	Seg
	R-MVL	8.68 ± 19.02	1.10-91	4.24 ± 1.29	2.20-7.50	Grado/seg
	R-EPE	64 ± 20.54	26-92	71 ± 18.62	34-102	Porcentaje
	R-MXE	86 ± 12.26	53-103	89 ± 13.81	46-104	Porcentaje
	R-DCL	78 ± 9.49	56-93	84 ± 8.09	65-92	Porcentaje
	RB-RT	0.84 ± 0.39	0.10-1.35	0,76 ± 0.3	0.38-1.49	Seg
	RB-MVL	3.65 ± 1.56	1.70-6.6	7,6 ± 13.27	1.90-57	Grado/seg
	RB-EPE	58 ± 18.01	22-98	64 ± 21.97	22-110	Porcentaje
	RB-MXE	86 ± 12.25	46-106	84 ± 15.57	46-110	Porcentaje
	RB-DCL	62 ± 18.52	12-87	63 ± 14.28	36-89	Porcentaje
	B-RT	0.71 ± 2.29	0.18-1.31	0.78 ± 0.34	0.28-1.76	Seg
	B-MVL	3.32 ± 2.37	1.20-11.7	2.66 ± 1.09	1.0-4.7	Grado/seg
	B-EPE	46 ± 15.91	27-89	46 ± 14.48	26-80	Porcentaje
	B-MXE	67 ± 12.83	30-89	68 ± 13.77	45-95	Porcentaje

Prueba	Variable	12 – 15	16 – 19	Unidad de medida		
	B-DCL	60 ± 28.01	0-89	70 ± 17.11	32-89	Porcentaje
	LB-RT	0.71 ± 0,41	0.17-1.67	0.97 ± 0.43	0.44-1.76	Seg
	LB-MVL	4.61 ± 1,97	2.2-8.5	3.72 ± 1.33	1.4-5.8	Grado/seg
	LB-EPE	68 ± 18,04	37-107	70 ± 18.03	28-100	Porcentaje
	LB-MXE	90 ± 13,32	50-107	85 ± 11.83	66-100	Porcentaje
	LB-DCL	63 ± 18.47	0-83	66 ± 12.08	33-91	Porcentaje
	L-RT	0.87 ± 0.35	0.19-1.53	0.81 ± 0.3	0.21-1.38	Seg
	L-MVL	6.10 ± 3.91	2.1-18	5.24 ± 2.76	2.60-13.8	Grado/seg
	L-EPE	73 ± 22.10	23-108	73 ± 15.83	45-96	Porcentaje
	L-MXE	96 ± 11.14	71-108	89 ± 10.97	67-104	Porcentaje
	L-DCL	85 ± 9.72	49-93	81 ± 12.71	47-93	Porcentaje
	LF-RT	0.98 ± 0.54	0.27-2.75	0.74 ± 0.3	0.13-1.42	Seg
	LF-MVL	5.64 ± 2.92	1.4-12.4	7.68 ± 11.9	2.0-52	Grado/seg
	LF-EPE	88 ± 27.24	58-115	82 ± 27.24	18-115	Porcentaje
	LF-MXE	104 ± 15.07	93-115	98 ± 15.07	59-115	Porcentaje
	LF-DCL	79 ± 14.98	37-93	81 ± 14.98	41-94	Porcentaje
	Comp-RT	0,86 ± 0,41		0,87 ± 0,39		Seg
	Comp-MVL	5,12 ± 4,38		5,08 ± 4,55		Grado/seg
	Comp-EPE	69 ± 19,18		70 ± 19,56		Porcentaje
	Comp-MXE	91 ± 11,16		88 ± 14,10		Porcentaje
	Comp-DCL	75 ± 15,77		76 ± 12,54		Porcentaje

Fuente: Elaboración propia

Nota. Tiempo de reacción: adelante (F-RT), adelante a la derecha (RF-RT), derecha (R-RT), atrás a la derecha (RB-RT), atrás (B-RT) atrás a la izquierda (LB-RT), izquierda (L-RT), adelante a la izquierda (LF-RT) y compilado (Comp-RT). Velocidad de movimiento: adelante (F-MVL), adelante a la derecha (RF-MVL), derecha (R-MVL), atrás a la derecha (RB-MVL), atrás (B-MVL) atrás a la izquierda (LB-MVL), izquierda (L-MVL), adelante a la izquierda (LF-MVL) y compilado (Comp-MVL). Punto de excursión mínimo (EPE) y máximo (MXE): adelante (F-EPE, F-MXE), adelante a la derecha (RF-EPE, RF-MXE), derecha (R-EPE, R-MXE), atrás a la derecha (RB-EPE, RB-MXE), atrás (B-EPE, B-MXE) atrás a la izquierda (LB-EPE, LB-MXE), izquierda (L-EPE, L-MXE), adelante a la izquierda (LF-EPE, LF-MXE) y compilado (Comp-EPE, Comp-MXE). Control direccional (DCL): adelante (F-DCL), adelante a la derecha (RF-DCL), derecha (R-DCL), atrás a la derecha (RB-DCL), atrás (B-DCL) atrás a la izquierda (LB-DCL), izquierda (L-DCL), adelante a la izquierda (LF-DCL) y compilado (Comp-DCL). No se realizó intervalo máximo y mínimo para los compilados. Media (M) y desviación estándar (DE). Intervalo: mínimo – máximo de los intervalos de confianza no paramétricos. Elaboración propia.

Desempeño escolar

Se obtuvo un total de 28 respuestas para los 38 estudiantes (10 respuestas faltantes) que hicieron parte del estudio. En general, el reporte del alcance del logro académico es aceptable en la mayoría de los estudiantes.

Tabla 3. Desempeño general de los estudiantes

Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
5	16	3	3

Nota. Desempeño general del total de estudiantes. Tabla de elaboración propia

Se indagó a partir de ello sobre las materias donde presentaban un mejor promedio y en las que el logro académico no era satisfactoriamente alcanzado. La respuesta dada por cada docente para cada niño podía ser de respuesta múltiple, por lo cual, el análisis se estableció teniendo en cuenta las áreas informadas por cada estudiante.

Tabla 4. Desempeño en áreas del conocimiento

Desempeño	Pensamiento cuantitativo	Lenguaje y	Ciencias y tecnología	Educación física, expresión artística y cultural
Bueno	15 %	36 %	39 %	55 %
Deficiente	55 %	58 %	15 %	30 %

Nota. Porcentaje del desempeño de los estudiantes por área según la respuesta de cada profesor. Tabla de elaboración propia

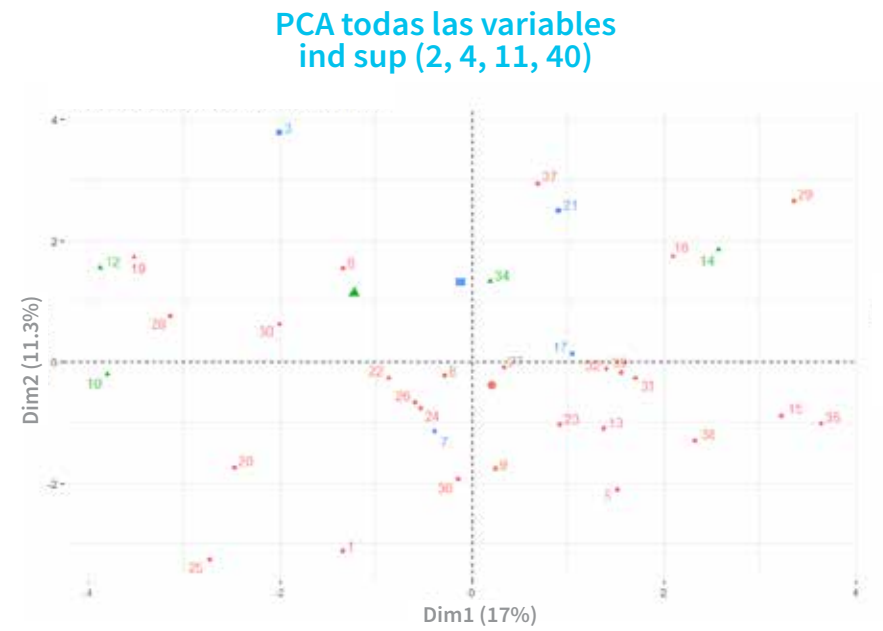
Se puede observar (Tabla 3.), que más de la mitad de los estudiantes reportaron un mejor desempeño en educación física, expresión artística y cultural, seguido de ciencia y tecnología con 39 %, lenguaje y comunicación con 39 % y por último pensamiento cuantitativo con apenas el 15 %. En cuanto a las áreas con menor desempeño, se observó que las áreas donde la mayoría de los estudiantes presentan dificultades son: lenguaje y comunicación, con un total de 58 % de los estudiantes que reportaron desempeño deficiente, seguido de pensamiento cuantitativo, igualmente con más de la mitad. En menor medida se reporta una dificultad en educación física, expresión artística y cultural y, por último, ciencia y tecnología.

ART 22 (2) pág. 1-62
Areté
ISSN-L: 1657-2513

Correlaciones entre los resultados

Se mantiene la tendencia a un menor movimiento durante la prueba sensorial por parte del grupo de 16 a 19 años, indicativo de mejor control postural. Por otro lado, los adolescentes menores demuestran un comportamiento más heterogéneo en el desempeño de ambas pruebas. Según el grado de pérdida auditiva de los estudiantes, se pudo observar un desempeño heterogéneo para el total del grupo. Las pérdidas de menor grado, severo y severo a profundo, mostraron una tendencia a ubicarse en cuadrantes donde el movimiento oscilatorio durante la prueba sensorial es menor. En este estudio reportaron un mejor desempeño los estudiantes con pérdidas severas a profundas, si bien estos son muy pocos para establecer una generalidad.

Figura 1.

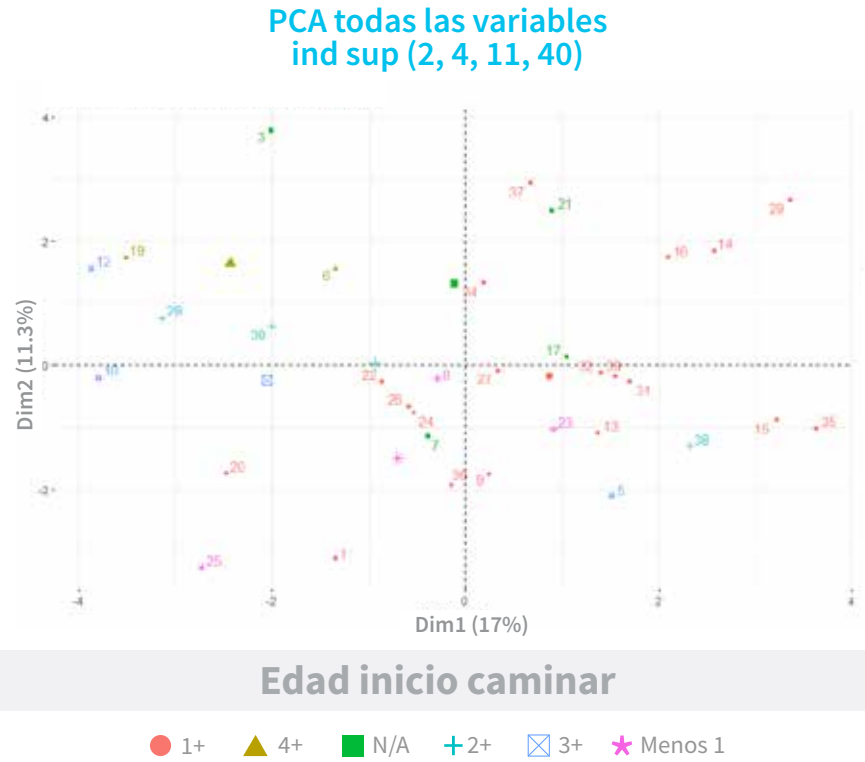


Nota. Distribución de PCA según el tiempo. NA: datos faltantes. Tabla de elaboración propia.

Los estudiantes con pérdidas profundas obtuvieron un desempeño que no se restringe a un solo cuadrante; no se puede identificar un perfil predominante de desempeño en ambas pruebas. Tampoco se pudo identificar cambios significativos del desempeño respecto al lado de la pérdida auditiva, derecha o izquierda. Se anota que la dominancia cerebral no fue objeto de estudio.

Se observa un desempeño más heterogéneo para quienes no reportaron el uso de dispositivo de amplificación. Así mismo, se mantiene la misma tendencia para la utilización de ayudas auditivas en el lado izquierdo. El desempeño de quienes reportaron la utilización del implante coclear mostró un comportamiento que varía entre valores que tienden a movimiento oscilatorio alto en la prueba sensorial, pero también se puede observar un desempeño con valores de oscilación bajos y puntos de excursión cercanos al objetivo durante la prueba motora. Si bien la tendencia en el uso del implante es a un desplazamiento más restringido respecto a los usuarios con audífono, se pudo identificar un desempeño heterogéneo, pero que tiende a tener valores elevados para los puntos de excursión y los tiempos de reacción; por lo que se puede observar que la mayoría se ubica en los puntos más alejados del centro, esto para ambos oídos.

Figura 2. PCA de la edad reportada en que empezó a caminar



Nota. Distribución del PCA de la edad en la cual empezó a caminar. 1+: más de un año. 4+: más de 4 años. NA: datos faltantes. 2+: más de dos años. 3+: más de 3 año. Menos de 1: menos de un año. Tabla de elaboración propia.

En cuanto a la relación entre los resultados de la posturografía y la denominación del parto (Figura 1), los índices para los estudiantes con nacimiento prematuro se ubicaron en puntos de mayor movimiento oscilatorio en la prueba de integración sensorial y en general de menor desplazamiento durante la prueba de los límites de estabilidad (LOS). Teniendo en cuenta la edad que reportaron los padres del inicio de marcha del estudiante, los índices para un inicio reportado más tardío, como los de alrededor de los cuatro años tienden a tener un valor mayor de movimiento de oscilación y puntos de excursión mínimos y máximos restringidos. Los que reportaron una edad de inicio de marcha alrededor de los tres años (índices 10 y 5) mantienen la tendencia de menor desplazamiento en la prueba de límites de estabilidad (LOS - interpretado como mayor riesgo de caída de altura corporal) y el movimiento oscilatorio en la prueba de integración sensorial (mCTSIB) tiende a ser menor.

El Cluster 4 lo conforman 6 estudiantes con un buen desempeño en ciencias y educación física, la mitad un desempeño bueno en pensamiento cuantitativo y el 2 en lenguaje. Este grupo se destaca por su promedio global superior en las variables Firm. OA y RT_L, mientras que los valores promedio para MXE_R y EPE_L son menores.

El Cluster 5 está conformado por cinco estudiantes que se caracteriza por un mal desempeño en todas las áreas del aprendizaje por parte del **80%** de los estudiantes. Para estos estudiantes se presentan valores promedios mayores al promedio global en variables MVL_R, MXE_L y MVL_B.

El Cluster 6, está conformado por 7 estudiantes, en los cuales se puede observar que aproximadamente el **71%** tienen un buen desempeño en todas las áreas del conocimiento, estos presentan valores promedios mayores que el promedio global para las variables MVL_R, MVL_F, RT_F y *Foam.OC*.

Finalmente, el Cluster 7 está conformado por 6 estudiantes que se caracterizan porque el **100%** tiene buen desempeño en lenguaje y el **50%** tiene buen desempeño en pensamiento cuantitativo. Estos presentan valores promedios mayores que el promedio global para las variables EPE_B, MXE_B, DL_R, DL_B, EPE_L y MXE_F. Por otro lado, presenta valores promedios menores para Firm. OA.

Discusión

La integración entre los sistemas sensoriomotores y sensorio cognitivos durante la infancia y a través de la adolescencia es un proceso activo de adaptación *(Suarez H. &., 2019)* El control postural y del equilibrio es una habilidad que integra las funciones visuales, somatosensoriales y vestibulares, que se desarrolla a través de los primeros años de vida y llega a madurar completamente hasta la edad de 14 o 15 años *(O'Reilly, 2019)*. El impacto en el sistema coclear durante los primeros años de vida puede tener una relación con el desarrollo del sistema vestibular, que puede verse afectado por las cercanías y afinidades anatomofisiologías entre los dos sistemas, y comprometer el desarrollo de los ejes involucrados. Explorar las relaciones entre estos sistemas ha sido el objetivo del análisis del presente trabajo.

El instrumento que se utilizó fue de una utilidad clínica e investigativa destacable, aportando datos detallados sobre el desempeño sensorial y motor del sistema vestibular en la población pediátrica, siguiendo la línea de investigación de *(Kelly, 2017)*, si bien una completa utilidad viene de la mano con una normativa adecuada, como lo señala Szczerbik et al. *(2019)*.

Estudiar el factor de la neuromaduración en la integración de los sistemas vestibulares, somatosensorial y visual fue una de las partes del estudio. El aporte y la integración de cada uno de estos sistemas no alcanza una maduración sino hasta los 15 años *(O'Reilly, 2019)*, donde ya se puede considerar a nivel del adulto. En la investigación se evidenció un mejor desempeño de la prueba sensorial (mCTSIB) por parte de los adolescentes mayores (16 a 19 años); los valores del movimiento oscilatorio durante la prueba tendieron a ser menores, además de mantener una mejor alineación del COG. Si bien, estadísticamente no se halló una diferencia significativa (Prueba de Wilcoxn), las medias y los intervalos de confianza, junto con la lectura detallada del PCA, sugieren un mayor movimiento oscilatorio en adolescentes menores (12 a 15 años). Esto puede indicar una mejor asociación de los centros integrativos que se sigue especializando durante la adolescencia y cercana a la adultez, efecto de las exigencias del ambiente, que contribuyen a la neuromaduración y de la experiencia a través del crecimiento *(O'Reilly, 2019*). Esto visto en estudiantes con pérdida auditiva, lo cual no llega a ser del todo conclusivo mientras no se tengan los datos del desempeño en sujetos normativos.

En concordancia también con *(Kelly, 2017)*, se evidenció una mayor dificultad en la variable Foam-OC, donde se suprime tanto el aporte de la información visual como de la somatosensorial para ambos grupos de edad, los cuales presentaron valores de movimiento oscilatorio muy elevados respecto a la condición con los ojos abiertos (Foam-OA). Lo cual, sugiere que en el grupo estudiado hay una mayor dependencia del sistema visual y el sistema somatosensorial para el control postural y del balance. Si bien se puede intuir que los valores elevados al encontrar solo el aporte del sistema vestibular pueden correlacionarse con pérdidas auditivas graves a profundas, hace falta la información del desempeño de estudiantes con sensibilidad auditiva dentro de parámetros normales para llegar a conclusiones sólidas sobre este aspecto, muestra impedida de recoger por el advenimiento de la pandemia Covid 19.

En los límites de estabilidad (LOS) ambos grupos se desempeñaron de forma muy regular en las pruebas. Solo se halló una variable con una diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos de edad, que fue el control direccional hacia la derecha (DCL_R), donde el grupo de estudiantes mayores lograron un desplazamiento mayor que los adolescentes menores. Las señales propioceptivas, visuales y vestibulares se integran en la corteza en el área insular posterior, las áreas sensoriomotoras como 3aV., o la corteza visual *(Aedo, 2016); (Bartual, 1999)*. Esto podría indicar una mayor integración en el hemisferio izquierdo, donde puede existir una influencia de las proyecciones de la corteza auditiva primaria, ya que el sistema auditivo puede tener un rol importante dentro de la entrada sensorial en el control postural y el balance cuando se aíslan los sistemas visual y somatosensorial *(Suarez H. &., 2019)*, además de ser importante para la autopercepción corporal, donde se integran estímulos somatosensoriales, propioceptivos, vestibulares, auditivos y visuales (*Aedo, 2016)*, considerando que estos resultados requieren más evidencia investigativa para ser tenidos en cuenta de manera prevalente.

(Kelly, 2017) refieren, siguiendo la línea de la revisión de la literatura sobre el tema, que la hipoacusia neurosensorial en niños puede estar relacionada con un compromiso en la función vestibular, incluso sugieren que el implante coclear puede tener un efecto de deterioro en este sistema. En el presente estudio se evidenció un desempeño durante la prueba sensorial por parte de los estudiantes usuarios de implante coclear que tendía a un mayor movimiento oscilatorio, resultado que concuerda con lo hallado en el estudio de *(Suarez H. &., 2019)* donde reportan una diferencia significativa en el desempeño de las pruebas de evaluación del balance entre población con implante coclear y quienes no son usuarios de este dispositivo. Si bien, el presente estudio no llega a ser conclusivo por la limitación en la información reportada. La entrada de un estímulo auditivo puede ayudar en las condiciones del balance a aumentar los soportes del ambiente *(Suarez H. F., 2019*) a diferencia de lo encontrado en el presente estudio, donde el desempeño en la prueba de integración sensorial fue heterogéneo en los estudiantes cuyos padres reportaron el uso audífono, además de presentar una tendencia a desplazamientos más restringidos en los límites de estabilidad (LOS). Aunque la mayoría del reporte de los padres indicaba que los estudiantes son usuarios preferentes de lengua de señas, lo que puede indicar que se apoyan menos en entradas de tipo auditivo, y esto podría influir en el resultado reflejado.

Los sistemas sensoriales y propioceptivos involucrados en el control postural y el balance se desarrollan más lento que los procesos motores; el proceso sigue una línea cefalocaudal, iniciando con el mantenimiento de la cabeza en posición sedente y se espera que a la edad del año y medio ya se pueda empezar a caminar *(O'Reilly, 2019)*. En la presente investigación, los estudiantes cuyos padres reportaron un inicio tardío para caminar (alrededor de 3 y 4 años), evidenciaron un mayor movimiento oscilatorio durante la prueba de integración sensorial (MCTSIB) y un desplazamiento restringido en los límites de estabilidad (LOS). El desarrollo del sistema del equilibrio y del balance es un proceso activo que envuelve a los sistemas sensoriales y motores, que al verse afectado desde edades tempranas requiere una intervención inmediata para el desarrollo exitoso de habilidades y estrategias de compensación, como sugieren Szczerbik et al. *(2019)*. Otro de los hallazgos que puede sugerir esta investigación es la influencia del tiempo de gestación sobre el desempeño en la posturografía. Los estudiantes cuyos padres reportaron un parto prematuro demostraron un mayor valor de oscilación en la prueba de integración sensorial (mCTSIB).

En cuanto al desempeño académico y los resultados de las pruebas de la posturografía, no se evidenció una correlación directa entre el promedio general de calificaciones y el desempeño durante las dos pruebas de la posturografía. Dentro de la investigación, las respuestas de los profesores están muy sujetas a su valoración subjetiva, por lo cual, no es un indicativo determinante. *(Sarant, 2015)* señalan en su estudio que los estudiantes con pérdida auditiva tienen un peor desempeño que los estudiantes con audición conservada, además de que tienen un especial déficit en el desempeño en el lenguaje oral y escrito, así como en matemáticas. Nuestra investigación encontró estas

ART 22 (2) pág. 1-62
Areté
ISSN-L: 1657-2513

mismas conclusiones; las áreas del aprendizaje con mayor dificultad reportadas fueron en primer medida lenguaje y comunicación, y después pensamiento cuantitativo (matemáticas). Esto se puede deber a la falta de la influencia de la retroalimentación del sistema auditivo durante el desarrollo del lenguaje. *(Sarant, 2015)*, citando a (Bolajoko, 2007) relacionan la dificultad en habilidades aritméticas (matemáticas y lo que en el presente estudio se denominó: pensamiento cuantitativo) en estudiantes con implante coclear respecto a un grupo control sin pérdida auditiva, sugiriendo una mediación del lenguaje, más allá de una dificultad en habilidades matemáticas y la complejidad de la explicación en la enseñanza de las matemáticas. Conclusión que puede verse reflejada en esta investigación.

Respecto a la influencia en el control postural, se observa una correlación entre mejor comportamiento en la prueba LOS por parte de los estudiantes con mejores promedios, y en especial de los estudiantes con desempeños altos en áreas del lenguaje y matemáticas con valores superiores al promedio en variables de movimiento y compilado del movimiento hacia la derecha. Es importante aclarar que la mayoría de los estudiantes fueron reportados como no usuarios de ayudas auditivas y que también son usuarios de lengua de señas, y que el reporte de los padres fue mayor para la edad alrededor del año en el inicio del habla, si bien este concepto se encontró ligado a la subjetividad de los padres.

El rol de los padres es también fundamental en el desempeño académico de los estudiantes, siendo un factor importante en el currículo y en la intervención *(Sarant, 2015)*. En este estudio se vio de igual forma una fuerte presencia de la familia en la convivencia familiar. El promedio general de los estudiantes fue en su mayoría regular y bueno. La madre estuvo presente tanto en el hogar como en el grupo familiar en casi todos los casos, seguido de los hermanos y los padres. Aquí se puede sugerir una importancia de la presencia de la familia en la formación de los estudiantes. Y, adicionalmente, nuestra investigación puede indicar que la influencia de una mejor relación con los compañeros en el buen desempeño académico.

El estudio se vio limitado en aspectos como las respuestas sobre el desempeño académico del total de los sujetos (12 estudiantes faltaron por esta información) y en menor medida la de los padres (información de 4 estudiantes). Además del impedimento por la pandemia para aplicar la prueba en el grupo de control normativo. Este es el siguiente paso para realizar en el futuro. Es necesaria mayor investigación que ahonde en las relaciones entre las implicaciones del desarrollo motor y cognoscitivo con los centros de integración del sistema del equilibrio durante los primeros años de vida. También profundizar en el estudio del aporte de la entrada auditiva en el desarrollo de habilidades cognitivas necesarias para alcanzar el logro académico.

Conclusiones

Es importante destacar la pertinencia de la posturografía en la evaluación de la función vestibular en población pediátrica, siendo una técnica que puede aportar información importante sobre el desempeño y el desarrollo del sistema del balance y el equilibrio, tanto en la práctica clínica como en la investigación, incluyéndola como herramienta de apoyo dentro de un protocolo.

En cuanto a la integración de los sistemas vestibular, visual y somatosensorial, se evidencia que la maduración es un proceso activo donde influye el desarrollo sensoriomotor en edades tempranas y que puede influir en el desempeño hasta la adolescencia y el paso a la edad adulta.

La relación entre los problemas del sistema vestibular y los antecedentes importantes del desarrollo, como el nacimiento prematuro o la edad en que empezó a caminar, es un campo que amerita mayor investigación, encaminada a mejorar el proceso de adaptación que permitan un desarrollo eficiente desde la primera infancia.

Adicionalmente a la caracterización de las variables individuales, no se estableció una relación entre el desempeño general de los estudiantes, si bien se puede señalar una importancia del uso de una entrada de información auditiva en el proceso de educación, ayudando a entender información más compleja si es intervenido se encuentra en edades más tempranas.

El entorno socioafectivo, como la presencia de la familia y la buena relación con los compañeros, es importante en el desempeño académico de los estudiantes.

Referencias

Perez, P. F. (2018). Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento del vértido posicional paroxístico benigno. Acta Otorrinolaringológica Española, 69(6), 3-4. doi: https://doi.org/10.1016/j.otorri.2017.05.001

Adulto:, I. M. (s.f.). Obtenido de http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/410_IMSS_10_VPPB/EyR_IMSS_410_10.pdf

Aedo, C. C. (2016). Anatomía, fisiología y rol clínico de la corteza vestibular. Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello, 76(3), 337-346. doi: https://doi.org/10.4067/S0718-48162016000300014

Alvarez, R. &. (2017). The limits of stability in patients with unilateral vestibulopathy. Acta Oto-Laryngologica, 137(10), 1051-1056. doi: https://doi.org/10.1080/00016489.2017.1339326

Bartual, J. &. (1999). El sistema vestibular y sus alteraciones. España: ELSEVIER-MASSON. Obtenido de https://www.todostuslibros.com/libros/el-sistema-vestibular-y-sus-alteraciones_978-84-458-0872-6#synopsis

Bastidas, A. S. (2021). Calidad de Vida En Personas Que Padecen Vértigo Posicional Paroxístico Benigno. Areté, 21(2), 21-28. doi:https://doi.org/10.33881/1657-2513.art.21203

Bhattacharyya, N. G. (2017). Clinical Practice Guideline: Benign Paroxysmal Positional Vertigo (Update). SAGE JOURNALS, 156(3), 403-416. doi:https://doi.org/10.1177/0194599816689667

Bigelow, R. &. (2015). Vestibular involvement in cognition: Visuospatial ability, attention, executive function, and memory. Journal of Vestibular Research, 25(2), 73-89. doi: https://doi.org/10.3233/VES-150544

Bolajoko, O. S. (January de 2007). Progress toward early detection services for infants with hearing loss in developing countries. BMC Health Service Research, 31.

Bourges, H. F. (2018). La vitamina D, nutrimento clave para la salud humana, y su estado general en la población mexicana. Salud Pública De México, 60(4), 375-376. doi: https://doi.org/10.21149/9028

Carney, A. &. (1998). Treatment Efficacy Hearing Loss in Children. Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 41(1), 5-116. doi: https://doi.org/10.1044/jslhr.4101.s61

Carrillo, R. B. (2021). A single Epley manoeuvre can improve self-perceptions of disability (quality of life) in patients with pc-BPPV: A randomised controlled trial in primary care. Atención Primaria, 58(3), 10-20-77. doi: https://doi.org/10.1016/j.aprim.2021.102077

Castanedo, J. T. (2012). Estimación del tiempo de exposición solar para quemadura en población mexicana. Gaceta Médica de México, 148(3), 243-247. Obtenido de https://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2012/gm123e.pdf

Ceballos Lizarraga, R. &. (2004). Aplicación y utilidad del Dizziness Handicap Inventory en pacientes con vértigo del Servicio de Otorrinolaringología del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI. Anales Médicos de la Asociación Médica del Centro Médico ABC, 49(4), 176-183. Obtenido de https://www.medigraphic.com/pdfs/abc/bc-2004/bc044d.pdf

Cıkrıkcı-Işık, G. C. (2017). Analysis of Vitamin D and Calcium Levels in Benign Paroxysmal Positional Vertigo. Eurasian Journal of Emergency Medicine, 16(3), 128-132. doi: https://doi.org/10.5152/eajem.2017.58077

Elizondo, L. C. (2017). Seasonal Variation in Vitamin D in Association with Age, Inflammatory Cytokines, Anthropometric Parameters, and Lifestyle Factors in Older Adults. Mediators of inflammation. Mediators of Inflammation, 2017. doi: https://doi.org/10.1155/2017/5719461

Faraldo García, E. R. (2003). Evaluación del paciente con trastornos del equilibrio y de la marcha. Presbivértigo y Caída en el anciano. Coruña.

Gallardo, F. E. (2019). Vértigo posicional paroxístico benigno: el vértigo que todos debemos conocer. Anales Médicos de la Asociación Médica del Centro Médico ABC, 64(4), 281-289. doi: https://doi.org/10.35366/BC194I

Gómez Alonso, C. N. (2003). Revisión del concepto de «suficiencia e insuficiencia» de vitamina D. Nefrología, 0-134. Obtenido de https://www.revistanefrologia.com/es-revision-del-concepto-suficiencia-e-insuficiencia-vitamina-d-articulo-X0211699503028853

Hernández, Y. G. (2018). Validación del cuestionario de discapacidad por vértigo (Dizziness Handicap Inventory) en el Hospital Central Militar. Anales de Otorrinolaringología Mexicana, 62(3), 147-155. doi: https://doi.org/10.24245/aorl.v62i3.1520

Highstein, S. M., & Popper, A. (2004). The vestibular System (Vol. 19). SHAR.

Hilger, J. F. (2014). A systematic review of vitamin D status in populations worldwide. British Journal of Nutrition, 111(1), 23-45. doi: https://doi.org/10.1017/S0007114513001840

Hirabayashi, S. &. (1995). Developmental perspective of sensory organization on postural control. Brain and Development, 17(2), 111-113. doi: https://doi.org/10.1016/0387-7604(95)00009-Z

Horak, F. B.-c. (Febrero de 1988). Función Vestibular y competencia Motora de niños con discapacidad auditiva o con discapacidad de aprendizaje y deficiencias motoras. Mediciana del desarrollo y neurología Infantil, 1, 64-79.

Hoyos, G. M. (2017). Vértigo posicional paroxístico benigno idiopático con recurrencias: Vitamina D y calcemia. Revista de la Federación Argentina de Sociedades de Otorrinolaringología, 24(3), 48-52. doi: https://doi.org/biblio-908156

Instituto Mexicano del Seguro Social. (2010). “Guía de Práctica Clínica Diagnóstico y Tratamiento del Vértigo Postural Paroxístico Benigno en el Adulto”. Obtenido de Instituto Mexicano del Seguro Social Direccion de Prestaciones Medicas: http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/410GER.pdf

Jang, Y. S. (2006). Age‐related changes on the morphology of the otoconia. The Laryngoscope, 116(6), 996-1001. doi: https://doi.org/10.1097/01.mlg.0000217238.84401.03

Jeong, S. K. (2020). Prevention of benign paroxysmal positional vertigo with vitamin D supplementation:A randomized trial. Neurology, 95(9), 1117-1125. doi: https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000010343

Kanekar, N. &. (2013). The Role of Clinical and Instrumented Outcome Measures in Balance Control of Individuals with Multiple Sclerosis. Multiple Sclerosis Internationa, 1-11. doi: https://doi.org/10.1155/2013/190162

Karatas, A. Y. (2017). Association of Benign Paroxysmal Positional Vertigo with Osteoporosis and Vitamin D Deficiency: A Case Controlled Study. The Journal of the International Advanced Otology, 13(2), 259-265.

Kelly, A. L. (2017). Balance in children following cochlear implantation. Cochlear Implants International, 19(1), 22-25. doi: https://doi.org/10.1080/14670100.2017.1379180

Lips, P. H. (2006). The prevalence of vitamin D inadequacy amongst women with osteoporosis: an international epidemiological investigation. Journal of Internal Medicine, 261, 245-254. doi: https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2006.01685.x

Morales, L. &. (2014). Evaluación de los pacientes con vértigo mediante el Cuestionario de Discapacidad por Vértigo (DHI). Anales de Otorrinolaringología Mexicana, 59(1), 59-65. Obtenido de https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=48340

Mutlu, B. &. (2013). Discussion of the dizziness handicap inventory. Journal of Vestibular Research : Equilibrium & Orientation, 23(6), 271-277. doi: https://doi.org/10.3233/VES-130488

Novoa, I. P. (2020). Mareo residual, una condición clínica frecuente posterior a maniobra de reposición exitosa en vértigo posicional paroxístico benigno: Una revisión. Revista de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello, 80(2), 201 - 208. doi: https://doi.org/10.4067/S0718-48162020000200201

O’Reilly, R. M. (2019). Chapter 3 - Development of the Vestibular System and of Balance Function: Differential Diagnosis in the Pediatric Population. En Mareos y vértigo a lo largo de la vida (págs. 31-45). United States: Elsiever. doi: https://doi.org/10.1016/B978-0-323-55136-6.00003-4

Pérez-Vázquez, P., Franco-Gutiérrez, V., Soto-Varela, A., Amor-Dorado, J., Martín-Sanz, E., Oliva-Domínguez, M., & López-Escamez, J. (2018). Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento del vertigo posicional paroxístico benigno. Documento de Concenso de la Comisión de Otoneurología Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello. Acta Otorrinolaringológica Española, 69(6), 345-366.

Perez, P. F. (2018). Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento del vértigo posicional paroxístico benigno. Acta Otorrinolaringológica Española, 69(6), 345-366. doi: https://doi.org/10.1016/j.otorri.2017.05.001

Sarant, J. H. (2015). Academic Outcomes for School-Aged Children With Severe–Profound Hearing Loss and Early Unilateral and Bilateral Cochlear Implants. Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 58(3), 1017-1032. doi: https://doi.org/10.1044/2015_JSLHR-H-14-0075

Sarsitthithum, K. W. (2021). The Association Between Serum Vitamin D Levels and Benign Paroxysmal Positional Vertigo. Ear, Nose & Throat Journal, 0(0). doi: https://doi.org/10.1177/01455613211008561

Scataglini, S. (2019). Chapter 26 - Posturography. En S. Scataglini, DHM and Posturography (págs. 351-364). Amberes, Bélgica: Academic Press. doi: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816713-7.00026-X

Suarez, H. F. (2019). Role of Auditory Information in Motor Control of the Balance System in Patients with Cochlear Implants. Anales de la Facultad de Medicina, 6(2), 8-24. doi: https://doi.org/10.25184/anfamed2019v6n2a10

Talaat, H. S.-N. (2016). Reduction of recurrence rate of benign paroxysmal positional vertigo by treatment of severe vitamin D deficiency. Auris Nasus Larynx, 43(4), 237-241. doi: https://doi.org/10.1016/j.anl.2015.08.009

Taylor, J. &. (2011). Dizziness and Vertigo in the Adolescent. Otolaryngologic Clinics of North America, 44(2), 309-321. doi: https://doi.org/10.1016/j.otc.2011.01.004