



Research Article

Investigation of Balance Disorders in Children; Effective Factors and Evaluations

Mahdi Panahian^{1*} 

¹ Department of Audiology, School of Rehabilitation, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

* **Corresponding author:** Mahdi Panahian, Department of Audiology, School of Rehabilitation, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran. E-mail: aud.mahdi@yahoo.com

DOI: [10.61186/jams.26.2.18](https://doi.org/10.61186/jams.26.2.18)

How to Cite this Article:

Panahian M. Investigation of Balance Disorders in Children; Effective Factors and Evaluations. *J Arak Uni Med Sci.* 2023;**26**(2):18-27. DOI: [10.61186/jams.26.2.18](https://doi.org/10.61186/jams.26.2.18)

Received: 25 Dec 2023

Accepted: 09 Jan 2024

Keywords:

Balance

Children

Dizziness

Vertigo

© 2023 Arak University of Medical Sciences

Abstract


Introduction: Vestibular defects, vertigo and Dizziness may lead to delay in postural control, lack of coordination, vertigo attacks and ultimately imbalance in children. In this systematic review, the factors affecting children's balance disorders and the effective tests for evaluating these children were investigated.

Methods: Valid articles were searched in Pubmed, Google Scholar, Elsevier databases between 2000 and 2023 using the keywords Balance, Vertigo, Dizziness, Vestibular, Children. In the present study, research articles, narrative reviews, systematic reviews, and meta-analysis related to the purpose of the study were evaluated and included in the study.

Results: In the present study, a total of 95 articles were found. By repetition, 13 articles were removed and 82 articles remained in the study. By examining the titles of these articles, 7 articles were removed because the title was not relevant to the purpose of this study and 9 articles were removed because the full text of the article was not relevant, then leaving 66 relevant articles. 8 studies were excluded from the present study due to exclusion criteria. Therefore, a total of 58 articles were included in this systematic review and effective factors in the occurrence of balance disorders and effective assessment in identifying these disorders were found.

Conclusions: Correct diagnosis of balance disorders in children using appropriate tests not only prevents unnecessary examinations and reduces parents' worries, but is also a prerequisite for successful treatment.

بررسی اختلالات تعادلی در کودکان؛ عوامل و ارزیابی‌های مؤثر

مهدی پناهیان^{۱*} 

^۱ گروه آموزشی شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران
^{*} نویسنده مسئول: مهدی پناهیان، گروه آموزشی شنوایی شناسی، دانشکده علوم پزشکی اراک، اراک، ایران.

ایمیل: aud.mahdi@yahoo.com

DOI: 10.61186/jams.26.2.18

چکیده	تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۹
مقدمه: نقایص دهلیزی، سرگیجه و گیجی ممکن است منجر به تأخیر در کنترل وضعیتی، عدم هماهنگی، ایجاد حملات سرگیجه و در نهایت عدم تعادل در کودکان شود. در این مطالعه مروری نظام مند، عوامل تاثیرگذار بر اختلال تعادل کودکان و آزمون‌های مؤثر در ارزیابی این کودکان مورد بررسی قرار گرفت.	واژگان کلیدی: تعادل کودکان گیجی سرگیجه
روش کار: مقالات معتبر در بازه زمانی سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ در پایگاه‌های اطلاعاتی Elsevier، Google Scholar، Pubmed، Children، Vestibular، Dizziness، Vertigo، Balance با استفاده از کلیدواژه‌های Children، Vestibular، Dizziness، Vertigo، Balance جستجو شدند. در مطالعه حاضر، مقالات پژوهشی، مروری روایی، مرورهای سیستماتیک، متاآنالیز مرتبط با هدف مطالعه مورد ارزیابی و وارد مطالعه شدند.	تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی اراک محفوظ است.
یافته‌ها: در مطالعه حاضر به طور کلی تعداد ۹۵ مقاله یافت شد. با تکرار گیری، تعداد ۱۳ مقاله حذف و ۸۲ مقاله در مطالعه باقی ماند. با بررسی عناوین این مقالات، ۷ مقاله به دلیل مرتبط نبودن عنوان با هدف این مطالعه و تعداد ۹ مقاله به دلیل مرتبط نبودن متن کامل مقاله حذف شدند و ۶۶ مقاله مرتبط باقی ماندند. تعداد ۸ مطالعه به دلیل معیارهای خروج از مطالعه حاضر خارج شدند. بنابراین در مجموع ۵۸ مقاله وارد این مطالعه مروری نظام مند شد و عوامل مؤثر در بروز اختلال تعادل و ارزیابی مؤثر در شناسایی این اختلالات یافت گردید.	
نتیجه گیری: تشخیص صحیح اختلالات تعادلی در کودکان با استفاده از آزمون‌های مناسب، نه تنها از بررسی‌های غیر ضروری جلوگیری می‌کند و نگرانی‌های والدین را کاهش می‌دهد، بلکه پیش‌نیاز درمان موفقیت‌آمیز است.	

مقدمه

اختلال دهلیزی در جمعیت کودکان یک بیماری نادر است و میزان شیوع آن بین ۰/۴ تا ۸ درصد گزارش شده است (۳). اختلال دهلیزی می‌تواند باعث سرگیجه یا گیجی شود. سرگیجه در عمل بالینی به عنوان یک احساس ذهنی از حرکت، مانند چرخش بیمار به دور محیط یا محیط به دور فرد تعریف می‌شود. گیجی یک اصطلاح غیر اختصاصی است که توسط بیماران برای توصیف احساس تغییر جهت نسبت به محیط استفاده می‌شود که ممکن است شامل سرگیجه باشد یا نباشد (۴). سرگیجه و گیجی علائم هستند نه تشخیص (۵).

نقایص دهلیزی، سرگیجه و گیجی در دوران کودکی ممکن است منجر به تأخیر در کنترل وضعیتی، عدم هماهنگی و حملات سرگیجه‌ای در کودکان شود که در نهایت منجر به اختلال تعادل می‌گردند (۶). گاهی اوقات تشخیص صحیح اختلال دهلیزی و تعادل در کودکان دشوار است، زیرا کودکان اغلب قادر به توصیف شکایات دهلیزی خود نیستند (۷). همچنین ممکن است برای آنها سخت باشد که بگویند حملات چقدر طول می‌کشد و چه چیزی آنها را تحریک می‌کند. با این حال، تشخیص صحیح نه تنها از بررسی‌های غیر ضروری جلوگیری می‌کند و نگرانی‌های والدین را کاهش می‌دهد، بلکه پیش‌نیاز درمان موفقیت‌آمیز است (۸). نتایج خاص در مورد شیوع سرگیجه یا گیجی در بیماران اطفال محدود است و تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله سن گروه مورد بررسی قرار

تعادل عملکردی فیزیولوژیک است که به منظور جلوگیری از افتادن و به زمین خوردن افراد در وضعیت‌های ایستا و پویای بدن با اهمیت می‌باشد. حفظ تعادل در انسان با تعامل همزمان اطلاعات حسی سیستم‌های دهلیزی، بینایی و حس پیکری صورت می‌گیرد و هر گونه ناهماهنگی در بین اطلاعات حسی این سه سیستم منجر به اختلال تعادل فرد می‌گردد که می‌تواند تأثیراتی منفی بر انجام وظایف و فعالیت‌های روزمره در هر رده‌ی سنی داشته باشد. به همین دلیل ارزیابی تعادل از اهمیت ویژه‌ای در بیماران مبتلا به اختلالات نورولوژیک برخوردار است. از بین سه ورودی حسی تعادل، سیستم دهلیزی نیازمند توجه ویژه‌ای در ارزیابی‌ها و پژوهش‌های بالینی است؛ چرا که حدود ۵۰ درصد از بیماران مبتلا به گیجی و منگی، از اختلالات سیستم دهلیزی رنج می‌برند (۱).

سیستم دهلیزی شامل هر دو سیستم حسی و حرکتی است و در عملکردهای مختلف مربوط به کنترل وضعیت یا تعادل، از جمله تثبیت سر، کنترل مرکز ثقل بدن، احساس و درک حرکت و حفظ جهت گیری در وضعیت عمودی نقش دارد. سیستم دهلیزی محیطی شامل سه کانال نیم دایره‌ای است که وظیفه تشخیص شتاب زاویه‌های (چرخشی) سر را بر عهده دارند و دو ساختار اتولیتی یا ماکولا که حرکت خطی و همچنین نیروی وارده بر بدن توسط گرانش را تشخیص می‌دهند (۲).

حاضر بحث در مورد رابطه هر کدام از متغیرهای تاثیرگذار بر تعادل کودکان، با ذکر حداقل یک منبع معتبر صورت پذیرفته است. همچنین بررسی متون در رابطه با نوع آزمون‌های مورد ارزیابی در کودکان دچار مشکلات تعادلی انجام گردید که با توجه به منابع نشان داده شد مهمترین آزمون‌هایی تاثیرگذار در این زمینه، VHIT، آزمون کالریک، آزمون صندلی چرخان و آزمون VEMP می‌باشد که در ادامه در این رابطه بحث گردیده است.

بحث

نتایج شیوع ناهمگن اختلال تعادل در کودکان، نشان دهنده مشکلات یک ارزیابی جامع می‌باشد. کودکان بزرگسالان «کوچک» نیستند و اگرچه می‌توانند به بیماری‌های مشابه بزرگسالان مبتلا شوند، اما تظاهرات بالینی آن‌ها می‌تواند بسیار متفاوت باشد، بویژه که اغلب قادر به بیان شکایات یا توصیف علائم خود نیستند. سیستم دهلیزی و به طور خاص مسیرهای عصبی تا سال‌های اولیه نوجوانی به طور کامل توسعه نیافته است و بیماران اطفال نیز به دلیل انعطاف پذیری عصبی بالاتر، توانایی بالایی در سازگاری و جبران دارند. اختلال عملکرد دهلیزی می‌تواند در دوران کودکی با علائم مختلف و گاه غیر اختصاصی به عنوان مثال اختلال بینایی، میگرن و ناتوانی یادگیری وجود داشته باشد (۱۳).

مبنای فیزیولوژیک تعادل

رفلکس دهلیزی چشمی (VOR) مکانیسمی است که به وسیله آن، حرکت سر به طور خودکار منجر به حرکت چشمی برابر و مخالف حرکت سر می‌شود تا اینکه محور بینایی چشم بر روی هدف ثابت بماند: حرکت سر به سمت چپ با حرکت چشم به سمت راست و بالعکس همراه است. VOR برای سیستم افقی توسط یک قوس سه نرونی که شامل عصب هشتم جمجمه‌ای، یک نرون داخلی از هسته دهلیزی تا هسته abducens و نرون حرکتی به عضله چشم است، ایجاد می‌شود. حتی زمانی که سر در حالت استراحت است، پتانسیل‌های عملی وجود دارد که در هر نرون در بخش دهلیزی عصب هشتم، تخلیه عصبی استراحت ایجاد می‌کند. این تخلیه در حالت استراحت از این جهت منحصر به فرد است که به نورون‌ها اجازه می‌دهد تا با افزایش و کاهش سرعت شلیک خود، حرکت را در جهت تحریک و بازدارندگی حس کنند. یکی دیگر از ویژگی‌های VOR این است که دو مجموعه هسته‌ای دهلیزی در هر طرف ساقه مغز با یکدیگر همکاری می‌کنند، به گونه‌ای که برای سیستم افقی، هنگامی که یک هسته برانگیخته می‌شود، هسته دیگر مهار می‌شود. این اثر فشار-کشش متقابل، حساسیت VOR را افزایش می‌دهد (۱۲).

سیستم عصبی مرکزی به تفاوت در فعالیت عصبی بین دو مجموعه دهلیزی پاسخ می‌دهد. هنگامی که حرکت سر وجود ندارد، فعالیت عصبی (یعنی تخلیه عصبی استراحت) در دو هسته دهلیزی متقارن است. مغز هیچ تفاوتی در فعالیت عصبی تشخیص نمی‌دهد و به این نتیجه می‌رسد که سر حرکت نمی‌کند. به عنوان مثال، هنگامی که سر به سمت چپ حرکت می‌کند، جریان اندولنف یک پاسخ تحریکی در لایبرنت سمتی که سر به سمت آن حرکت می‌کند (به سمت چپ) و یک پاسخ بازدارنده در سمت مخالف (در سمت راست) ایجاد می‌کند.

می‌گیرد. در مطالعه O'Reilly و همکاران بر روی ۵۶۱۱۵۱ بیمار، شیوع ۰/۴٪ اختلال تعادل شناسایی شد (۹)، در حالی که شیوع گیجی و عدم تعادل در جمعیت کودکان حدود ۵/۶٪ در ایالات متحده برآورد شده است (۱۰). با این حال، یک بررسی انجام شده در بین دانش آموزان مدرسه نشان داده است که ۱۵٪ از آنها حداقل یک بار عدم تعادل را تجربه کرده‌اند. این داده‌های شیوع ناهمگن، مشکلات یک ارزیابی جامع را منعکس می‌کند (۱۱).

در کودکان و نیز بزرگسالان، شرح حال دقیق، معاینه فیزیکی و ارزیابی‌های آزمایشگاهی می‌تواند علت گیجی را در اکثر بیماران مشخص کند (۱۲). از اینرو هدف از مطالعه نظام مند حاضر بررسی عوامل تاثیرگذار بر اختلال تعادل در کودکان و ارزیابی‌های مؤثر در تشخیص این اختلالات می‌باشد.

روش کار

مرور نظام مند حاضر با هدف تعیین اختلالات تعادلی در کودکان و عوامل ارزیابی‌های مؤثر انجام شد. بدین منظور مقالات در بازه زمانی سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ در پایگاه‌های اطلاعاتی Google، pubmed، Elsevier، Scholar، Balance، Schoolar، Vertigo، Dizziness، Vestibular، Children جستجو شدند. همچنین منابع مقالات منتخب برای دسترسی بیشتر به مقالات مرتبط بررسی شد. تمام مطالعات مشاهده‌ای منتشر شده به زبان انگلیسی که وضعیت تعادلی را در کودکان قرار داده بودند وارد مطالعه شدند. در مطالعه حاضر، مقالات پژوهشی، مروری روایی، مرورهای سیستماتیک، متاآنالیز مرتبط با هدف مطالعه "بررسی اختلالات تعادلی در کودکان" مورد ارزیابی و وارد مطالعه شدند. همچنین مقالات نامه به سردبیر، مقاله کیس ریپورت، مقالات ارائه شده در همایش‌ها، مقالات commentary و مقالات brief communication از مطالعه خارج شدند.

یافته‌ها

در جستجوی مطالعه نظام مند انجام شده در پایگاه‌های بین المللی، به طور کلی تعداد ۹۵ مقاله یافت شد. با تکرار گیری، تعداد ۱۳ مقاله حذف و ۸۲ مقاله در مطالعه باقی ماند. با بررسی عناوین این مقالات، ۷ مقاله به دلیل مرتبط نبودن عنوان با هدف این مطالعه و تعداد ۹ مقاله به دلیل مرتبط نبودن متن کامل مقاله حذف شدند و ۶۶ مقاله مرتبط باقی ماندند.

تعداد ۳ مطالعه به دلیل نوع مقاله نامه به سردبیر و ۱ مطالعه به دلیل نوع مقاله commentary، ۲ مطالعه به دلیل نوع مقاله brief communication و ۲ مطالعه به دلیل کیس ریپورت بودن از مطالعه حاضر خارج شدند و تعداد ۵۸ مقاله باقی ماند. بنابراین در مجموع ۵۸ مقاله وارد این مطالعه مروری نظام مند شد (تصویر ۱).

با بررسی مقالات نهایی مشخص گردید که اختلال تعادلی در کودکان تحت تاثیر موارد مختلفی قرار می‌گیرد که مهم‌ترین آن‌ها شامل: میگرن، سرگیجه خوش خیم حمله‌ای، ضربه به سر، اختلال منیر، فیستول پری لفتاتیک، نوریت دهلیزی، لایبرنتیت، اوتیت میانی، اسکروز چندگانه، داروها، دیابت و کاهش شنوایی می‌باشد. در مطالعه

سرگیجه حمله‌ای خوش خیم

مطالعات اپیدمیولوژیک بیماران اطفال مبتلا به سرگیجه گزارش کردند که شیوع سرگیجه وضعیتی حمله‌ای خوش خیم (BPPV) بین ۱-۱٫۶٪ تا ۵٪ است و در بین کودکان دبستانی و نوجوانان شایع است. یک مطالعه گذشته نگر در مورد سرگیجه کودکان نشان داد که از ۶۰۵ کودک در برنامه سرگیجه، ۱۲۰ بیمار (۱۹/۸٪) با BPPV تشخیص داده شدند (۳).

سرگیجه حمله‌ای خوش خیم دوران کودکی اختلالی است که بیشتر در کودکان ۳ تا ۸ ساله رخ می‌دهد. سرگیجه به صورت مجزا و بدون علائم حلزونی مانند وزوز گوش و کاهش شنوایی رخ می‌دهد. حملات سرگیجه کوتاه هستند، معمولاً کمتر از ۱ دقیقه، اما ممکن است از چند ثانیه تا چند دقیقه متغیر باشند. در طول یک حمله شدید، کودکان معمولاً ثابت می‌مانند و قادر به حرکت نیستند و غالباً سست و بی حس می‌شوند. در طول یک حمله با شدت کمتر، کودکان ممکن است چیزی را چنگ بزنند یا محکم نگه دارند. هیچ عامل تشدید کننده شناخته شده‌ای وجود ندارد و این حملات می‌تواند در حالت نشسته، ایستاده یا دراز کشیده رخ دهد. رنگ پریدگی، حالت تهوع، تعریق و گاهی اوقات استفراغ رخ می‌دهد. هشیاری تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد و کودکان می‌توانند حملات را به خاطر بیاورند. هیچ درد یا سردردی با حملات همراه نیست و بلافاصله پس از آن، کودکان فعالیت‌های عادی خود را از سر می‌گیرند. فاصله بین حملات از هفتگی تا هر ۶ ماه متفاوت است، که اغلب دوره‌های ماهانه تا دو ماه یکبار است. معاینه فیزیکی، از جمله ارزیابی عصبی، مانند تصویربرداری از جمجمه و استخوان‌های تمپورال طبیعی است. اغلب، یک سابقه خانوادگی مثبت از میگرن وجود دارد و سردردهای میگرنی ممکن است در سال‌های بعد ایجاد شوند (۱۷).

ضربه به سر

ضربه به سر، از جمله آسیب خفیف مغزی، ممکن است منجر به اختلالات در آزمون تعادل شود (۱۳). ضربه به سر می‌تواند با تأثیر ناگهانی بر روی اندام انتهایی دهلیزی به طور مستقیم مانند یک ضربه مغزی به لایبرنت باعث یک دوره حاد سرگیجه شود. امواج فشاری که مستقیماً از طریق جمجمه یا داخل جمجمه به واسطه‌ی قنات حلزونی به لایبرنت منتقل می‌شوند، ممکن است باعث آسیب لایبرنت غشایی یا آسیب به سلول‌های مویی، دسته‌های مو یا ساختارهای ویژه در آمپول یا ماکولا شوند. علاوه بر سرگیجه، علائم دیگری که نشان‌دهنده ترومای گوش است عبارتند از افت ناگهانی شنوایی (انتقالی یا حسی عصبی)، وزوز گوش، یا ترشحات شفاف یا خونی از گوش. کودکان معمولاً در مدت کوتاهی به طور کامل بهبود می‌یابند، اما به ندرت ممکن است BPPV یا هیدروپس اندولنفاتیک تاخیری ایجاد شود (۲). مکانیسم‌های دیگر سرگیجه پس از ضربه به سر، شامل آسیب به سیستم عصبی مرکزی، به ویژه آسیب ساقه مغز یا مخچه، یا شکستگی استخوان تمپورال است. شکستگی استخوان تمپورال ممکن است طولی (۷۰ تا ۸۰ درصد) یا عرضی (۲۰ تا ۳۰ درصد) باشد که مورد دوم شایع‌ترین علت سرگیجه بدلیل آسیب به عصب هشتم یا کپسول اوتیک است. این نوع شکستگی همچنین باعث کاهش شنوایی حسی عصبی قابل توجهی می‌شود (۱۸).

اختلال منیر

بنابراین فعالیت عصبی در عصب دهلیزی و هسته‌ها (در سمت چپ و راست) به ترتیب افزایش و کاهش می‌یابد (۱۲).

مغز این تفاوت در فعالیت عصبی بین دو مجموعه دهلیزی را به عنوان حرکت سر تعبیر می‌کند و پاسخ‌های دهلیزی و وضعیتی مناسب ایجاد می‌کند. این تعادل فشار-کشش متقابل بین دو لایبرنت پس از آسیب لایبرنت مختل می‌شود. کاهش حاد عملکرد دهلیزی محیطی به طور یک طرفه باعث از بین رفتن فعالیت تخلیه عصبی در حال استراحت در آن عصب دهلیزی و هسته همان طرف می‌شود. از آنجایی که مغز به تفاوت‌های بین دو لایبرنت پاسخ می‌دهد، کاهش تخلیه عصبی در حال استراحت توسط مغز به عنوان حرکت سریع سر به سمت لایبرنت سالم تفسیر می‌شود، زیرا مغز به تفاوت‌های بین این دو لایبرنت پاسخ می‌دهد. حرکات اصلاحی چشم به سمت طرف مقابل ایجاد می‌شود که منجر به نیستاگموس می‌شود؛ نیستاگموسی با حرکت جزء آهسته به سمت لایبرنت آسیب دیده و حرکت جزء سریع به سمت لایبرنت سالم (۱۲).

بنابراین، کاهش یک طرفه عملکرد دهلیزی منجر به کاهش حساسیت به محرک‌های دهلیزی، یعنی کاهش بهره VOR، و پاسخ نامتقارن به تحریک با شدت بالا، مانند یک حرکت سریع سر می‌شود (۱۲).

عوامل مؤثر بر اختلال تعادل در کودکان

طیف تشخیصی علل سرگیجه و عدم تعادل در کودکان با بزرگسالان متفاوت است. محققین در مورد شیوع و تشخیص اختلالات دهلیزی در کودکان تأیید کرده‌اند که میگرن و سرگیجه حمله‌ای خوش خیم دوران کودکی شایع‌ترین تشخیص‌ها هستند. سومین علت شایع سرگیجه در کودکان بر اساس نتایج متاآنالیز، ضربه به سر، با میزان شیوع ۱۴٪ می‌باشد (۱۴). علاوه بر این موارد، بیماری حرکت نیز یک مسئله بزرگ در کلینیک‌های سرگیجه برای کودکان است (۱۵). در ادامه عوامل تأثیر گذار بر اختلال تعادل در کودکان مورد بحث قرار گرفته است.

میگرن

میگرن احتمالاً شایع‌ترین علت سرگیجه راجعه در کودکان است. در حالی که میگرن معمولاً به صورت سردرد در بزرگسالان ظاهر می‌شود، سایر تظاهرات میگرن، از جمله سرگیجه راجعه و عدم تعادل، در کودکان شایع‌تر است. سرگیجه حمله‌ای خوش خیم دوران کودکی، که احتمالاً منشأ میگرنی دارد، تور تیکولیس حمله‌ای دوران نوزادی و میگرن شریان قاعده‌ای می‌تواند با سرگیجه مکرر در کودکان تظاهر کنند. علائم غیر سرگیجه‌ای اختلال عملکرد دهلیزی نیز می‌تواند همراه با میگرن باشد. بنابراین، تظاهرات میگرن در دوران کودکی متنوع است و شامل سرگیجه واقعی حمله‌ای، عدم تعادل ثابت، سرگیجه واقعی همراه با حرکت، و ناراحتی در فضا و حرکت می‌باشد (۵).

شیوع میگرن حمله‌ای تقریباً ۲ تا ۵ درصد در کودکان پیش دبستانی، ۱۰ درصد در کودکان در سن مدرسه و ۲۰ تا ۳۰ درصد در دختران نوجوان است. مطالعات نشان داده‌اند که تقریباً ۲۰ درصد از بیماران مبتلا به میگرن، اولین حمله میگرنی خود را در سنین کمتر از ۵ سال تجربه می‌کنند. در اکثر موارد گزارش میگرن، سابقه خانوادگی میگرن وجود دارد. میگرن می‌تواند به طور قابل توجهی بر کیفیت زندگی و همچنین تحصیل، اجتماعی شدن و زندگی خانوادگی کودکان تأثیر گذار باشد (۱۶).

لابیرنتیت

لابیرنتیت حاد نشان دهنده یک بیماری التهابی است که لابیرنت را تحت تأثیر قرار می‌دهد و به طور کلی منجر به علائم و نشانه‌های دهلیزی و شنوایی می‌شود. علت لابیرنتیت سروزی (سمی) ناشناخته است، اما اعتقاد بر این است که سموم باکتریایی یا سایر مواد بیوشیمیایی موجود در مایع گوش میانی، معمولاً از طریق پنجره‌های گرد و بیضی شکل، به گوش داخلی وارد می‌شوند. علائم ممکن است خفیف و همراه با کم شنوایی حسی عصبی یا بدون کم شنوایی باشد که خود به خود برطرف شود. در لابیرنتیت باکتریایی یا چرکی، هجوم عفونت باکتریایی به لابیرنت از گوش میانی و از مسیرهایی که ممکن است بواسطه اوتیت میانی مزمن همراه با کلسنتاتوم، شکستگی استخوان تمپورال قبلی، یا یک ناهنجاری استخوانی مادرزادی ایجاد شده باشد، صورت می‌گیرد. در روش دیگر، در بیمارانی که مننژیت باکتریایی دارند، ممکن است از طریق کانال شنوایی داخلی یا قنات حلزون، باکتری‌ها نفوذ کنند. علائم لابیرنتیت چرکی شدید است و این وضعیت اغلب منجر به کاهش عملکرد دهلیزی و شنوایی در سمت آسیب دیده می‌شود (۲۶).

تور تیکولیس حمله‌ای

تور تیکولیس با خم شدن غیرارادی گردن به سمت ضایعه تعریف می‌شود و چرخش به سمت مخالف، تظاهر بالینی این بیماری است، در نتیجه گوش به سمت شانه کج می‌شود و چانه در جهت مخالف چرخش می‌کند. این بیماری در تمام سنین کودکی با شیوع تخمینی ۱/۳ درصد قابل مشاهده است (۲۷).

تور تیکولیس حمله‌ای در دوران نوزادی شامل دوره‌هایی از کج شدن سر است که ممکن است با حالت تهوع، استفراغ، رنگ پریدگی و بی‌قراری همراه باشد. تور تیکولیس ممکن است از یک سمت به سمت دیگر تناوب داشته باشد. حملات کوتاه و خودبه خود محدود می‌شوند و ممکن است برای چندین ماه عود کنند، اما معمولاً در سن ۲ تا ۳ سالگی برطرف می‌شوند. معاینه فیزیکی فارغ از خود علائم مربوط به تور تیکولیس، طبیعی است و نیستاگموس گزارش نشده است. تور تیکولیس حمله‌ای دوران نوزادی و سرگیجه حمله‌ای خوش خیم دوران کودکی در یک بیمار گزارش شده است (۲۸).

اختلالات تشنجی

اگرچه اختلالات تشنج اغلب با سرگیجه واقعی همراه نیست، اما اغلب ممکن است با احساس گیجی و عدم تعادل همراه باشد. با این حال، صرع تورنادو، برای توصیف تشنج‌هایی استفاده می‌شود که با حس چرخش همراه است که می‌تواند علائم یک مشکل دهلیزی محیطی را تقلید کند (۲۹). صرع یکی از شایع‌ترین اختلالات عصبی است که در کودکان دیده می‌شود و میزان بروز آن از ۳۳/۳ تا ۸۲ مورد در هر ۱۰۰۰۰۰ در سال متغیر است. بروز در سال اول پس از تولد، بالاترین و در سال‌های نوجوانی کاهش می‌یابد. علت تقریباً در نیمی از بیماران ناشناخته باقی مانده است (۳۰).

اوتیت میانی

اوتیت میانی همراه با ترشح یکی از شایع‌ترین بیماری‌ها در کودکان است که در ۴۰ تا ۸۰ درصد از این جمعیت رخ می‌دهد. تقریباً ۹۰

منیر به ندرت گروه سنی کودکان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۹). این بیماری با مجموعه‌ای از علائم، از جمله سرگیجه، کاهش شنوایی نوسانی یک طرفه و وزوز گوش یک طرفه مشخص می‌شود که معمولاً با احساس پری در گوش آسیب دیده همراه است. برخی از بیماران ممکن است فقط کاهش شنوایی و وزوز گوش داشته باشند، در حالی که برخی دیگر ممکن است فقط علائم دهلیزی داشته باشند. طول دوره سرگیجه ممکن است از نیم ساعت تا چند ساعت متغیر باشد و دوره‌ها اغلب با علائمی مانند رنگ پریدگی، تعریق، تهوع و استفراغ همراه هستند. بین این دوره‌های حاد، بزرگسالان و به ندرت کودکان ممکن است علائم مبهم عدم تعادل داشته باشند. احتمال بازبایی عملکرد شنوایی کودکان در مقایسه با بزرگسالان بیشتر است. بیماری منیر می‌تواند دو طرفه باشد. همچنین با گذشت زمان، کاهش پاسخ دهی سیستم دهلیزی محیطی درگیر رخ می‌دهد (۲۰).

میزان شیوع این بیماری در کودکان، ۱/۵ درصد در گزارش اروپایی، ۲/۹ درصد در گزارش آسیایی و ۳ درصد در گزارش آمریکایی را شامل می‌شود. اگرچه شیوع منیر کودکان در میان قاره‌ها متفاوت است، با این حال اتفاق نظر بر این است که منیر بر گروه کودکان کمتر از گروه بزرگسالان تأثیر می‌گذارد (۱۹).

فیستول پری لنفاتیک

فیستول پری لنفاتیک یک ارتباط غیرعادی بین گوش داخلی و گوش میانی است که در کودکان مکرراً گزارش شده است (۱۸). اگرچه این اختلال معمولاً با کاهش شنوایی همراه است، با این حال می‌تواند به تنهایی با سرگیجه همراه باشد (۲۱). فیستول پری لنفاتیک می‌تواند مادرزادی یا اکتسابی باشد. فیستول‌های مادرزادی با ناهنجاری‌هایی در استخوان تمپورال، به ویژه در ناحیه رکابی، و همچنین در ناحیه پنجره گرد همراه است. فیستول‌های اکتسابی پری لنفاتیک عموماً در اثر تروما، از جمله آسیب در روش‌های جراحی، باروتروما، یا ضربه سر ایجاد می‌شوند که ممکن است با شکستگی استخوان تمپورال همراه باشد یا نباشد (۲۲). علائم تعادل ممکن است از احساس عدم تعادل تا سرگیجه چرخشی متغیر باشد. این علائم غالباً ناشی از تغییر وضعیت یا فشار می‌باشند. الگوی کاهش شنوایی بسیار متغیر است. عملکرد شنوایی ممکن است طبیعی باشد یا به طور قابل توجهی مختل گردد (۲۳).

نوریت دهلیزی

نوریت دهلیزی یک فرآیند التهابی حاد است که معمولاً عصب دهلیزی فوقانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد که منجر به کاهش عملکرد یک طرفه حاد دهلیزی محیطی می‌شود که ترجیحاً اوتریکول و کانال‌های نیم دایره‌ای قدامی و جانبی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تظاهرات بالینی اولیه با شروع ناگهانی سرگیجه چرخشی، عدم تعادل و حالت تهوع مشخص می‌شود که معمولاً چند روز طول می‌کشد (۲۴).

نوریت دهلیزی به ندرت در کودکان کمتر از ۱۰ سال دیده می‌شود (۲۵). این اختلال با سرگیجه شدید حاد، نیستاگموس، تهوع و استفراغ تظاهر می‌کند. سرگیجه با حرکات سر بدتر می‌شود و بیماران اغلب ترجیح می‌دهند دراز بکشند، طوری که گوش آسیب دیده بالا قرار بگیرد. علائم در کودکان ظرف چند روز برطرف می‌شود (۲۶).

تومورهای حفره خلفی مغز

تومورهای حفره خلفی حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد از تومورهای مؤثر بر سیستم عصبی مرکزی در کودکان را تشکیل می‌دهند. شایع‌ترین این تومورهای مدولوبلاستوما با میزان شیوع ۰/۴٪ و آستروسیتومای پیلوسیتیک مخچه با میزان شیوع ۲۰-۳۵٪ در بین کل تومورها هستند (۴۱).

تومورها ممکن است با علائمی از اختلال عملکرد یک طرفه مخچه، همانند هیپوتونی، نیستاگموس و آتاکسی راه رفتن تظاهر کنند. نوروم آکوستیک یک شوانوم خوش خیم است که از عصب هشتم ناشی می‌شود و معمولاً با کاهش شنوایی حسی عصبی یک طرفه و وزوز گوش خود را نشان می‌دهد. وقتی این تومورها بزرگ باشند می‌توانند باعث آتاکسی و سرگیجه شوند. این تومور به جز نوروفیبروماتوز نوع II معمولاً در کودکان رخ نمی‌دهد. نوروفیبروماتوز به عنوان یک صفت اتوزومال غالب به ارث می‌رسد. نوع I (بیماری فون رکلینهاوزن) شایع است و نورینوم‌ها در سراسر بدن ایجاد می‌شوند، در حالی که نوروفیبروماتوز نوع II، شکل مرکزی این اختلال با نورینوم آکوستیک دو طرفه که در ۹۶٪ بیماران رخ می‌دهد، کمتر شایع است (۴۲).

داروها

بسیاری از داروهای گروه آمینوگلیکوزید، به ویژه جنتامایسین که ممکن است باعث اسیلوسپی شود، علاوه اثر سمیت بر روی گوش نیز می‌توانند باعث گیجی شوند. در گروه سنی کودکان، فنی توفین در درمان صرع استفاده می‌شود، اما ممکن است گیجی و نیستاگموس را به عنوان علائم مسمومیت ایجاد کند. داروهای دیگری که ممکن است باعث علائم دهلیزی شوند، عبارتند از داروهای شیمی درمانی، دیورتیک‌های حلقه، کینین، تالیدومید و داروهای ضد التهابی غیر استروئیدی. چنین کودکانی معمولاً در سن مدرسه هستند و آزمایشات دهلیزی و شنوایی، الکتروانسفالوگرام و نتایج تصویربرداری هنجار دارند. هنگام ارزیابی کودکانی که گیجی دارند، ضروری است مشخص شود آیا کودک که از داروی خاصی استفاده کرده‌اند یا خیر (۴۳).

دیابت نوع ۱

بروز دیابت نوع ۱ در کودکان با توجه به جغرافیا، سن، جنسیت و قومیت متفاوت است و در سرتاسر جهان با میزان ۱ تا ۳ درصد در سال افزایش می‌یابد. بالاترین میزان بروز دیابت نوع ۱ در سوئد و فنلاند (۳۷ تا ۶۵ در هر ۱۰۰۰۰۰ کودک) با برتری خفیف مردانه (نسبت ۳:۲ مرد به زن در سنین ۱۳ سال) گزارش شده است (۴۴). مطالعات اخیر روی کودکان و بزرگسالان جوان مبتلا به دیابت نوع یک شواهدی از درگیری دهلیزی را حتی در بیمارانی که علائم دهلیزی نداشتند، نشان داده است (۴۵).

اختلالات چشمی

اختلالات چشمی نیز علت سرگیجه یا گیجی در کودکان گزارش شده است. Anoh-Tanon و همکاران گزارش کردند که ۱/۳٪ از بیماران کودک که برای آزمایش دهلیزی ارجاع شده بودند، معاینات عصبی و دهلیزی طبیعی داشتند، اما دارای مشکلات نزدیک بینی یا انکساری بودند که اصلاح این مشکلات منجر به کاهش علائم شد (۴۵).

درصد از کودکان در سن قبل از مدرسه اوتیت میانی همراه با ترشح دارند. ۵۰ درصد از کودکان مبتلا به اوتیت میانی سروزی ممکن است اختلالات تعادلی یا تغییرات منفی فشار گوش میانی داشته باشند. این اثرات نه تنها در طول عفونت، بلکه پس از رفع عفونت نیز رخ می‌دهد (۳۱).

اختلال عملکرد شیبور استاش با و بدون ترشح گوش میانی شایع‌ترین علت اختلالات دهلیزی در کودکان در نظر گرفته می‌شود (۳۲). والدین اغلب گزارش کرده‌اند که عدم تعادل کودکان پس از قرار دادن لوله تمپانوستومی کاهش یافته است. مطالعات اخیر بر روی کودکان نشان داده که تعادل دهلیزی و عملکرد حرکتی ممکن است در طول یک دوره ترشح گوش میانی بدتر شود. همچنین، کودکانی که اوتیت میانی دارند ممکن است بیشتر به بینایی وابسته باشند (۳۳)؛ چراکه در نتیجه بدتر شدن عملکرد دهلیزی، اتکای بیش از حد به سایر نشانه‌های حسی غیر دهلیزی برای حفظ تعادل صورت می‌گیرد (۳۴). علاوه بر ناهنجاری‌های کنترل وضعیتی، برخی مطالعات نشان می‌دهند که کودکان مبتلا به اوتیت میانی ممکن است نیستاگموس خود به خود و وضعیتی داشته باشند که پس از قرار دادن لوله تمپانوستومی برطرف می‌شود (۳۵).

بیماری حرکت

ایجاد بیماری حرکتی در درجه اول به تعارض حسی بینایی و دهلیزی نسبت داده می‌شود، به این معنی که بین ورودی‌های بینایی و دهلیزی واقعی و مورد انتظار اختلاف وجود دارد. این امر منجر به علائمی ناراحت کننده از جمله تهوع، استفراغ، سرگیجه، رنگ پریدگی، خستگی و سردرد می‌گردد (۳۶). در واقع بیماری حرکت در اثر حرکت غیرفعال مانند سواری در ماشین یا حرکت بینایی در حالت ایستاده ایجاد می‌شود (۳۷). بیماری حرکت در بیماران مبتلا به میگرن شایع‌تر است. در مطالعه‌ای که توسط Huppert و همکاران انجام شد، ۹/۲٪ کودکان ۶ ماه تا ۱۸ ساله به بیماری حرکت مبتلا بودند (۳۸).

اسکلروز چندگانه (MS)

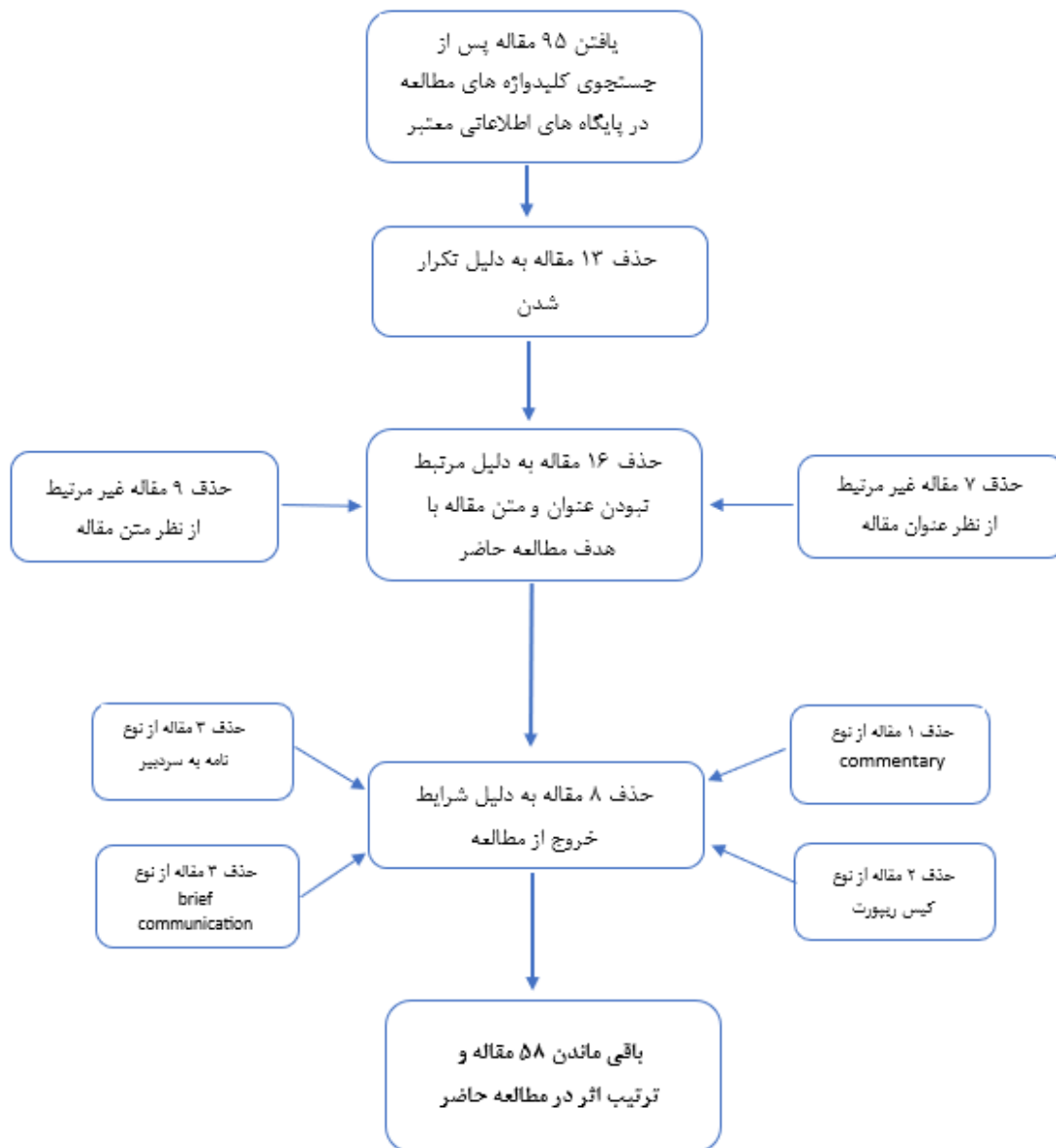
MS یک اختلال مزمن، خودایمنی و تخریب کننده عصبی سیستم عصبی مرکزی است (۳۹). این اختلال یک بیماری پیچیده است که با طیف گسترده‌ای از علائم مشخص می‌شود. در بین این علائم، سرگیجه، بویژه سرگیجه وضعیتی، گزارش شده است که ۴۹ تا ۵۹ درصد از افراد مبتلا به MS را تحت تأثیر قرار می‌دهد و اختلالات تعادل در ۷۵ تا ۸۲ درصد از افراد دارای ناتوانی خفیف تا متوسط مشاهده شده است. اختلالات حسی در مسیرهای بینایی، دهلیزی و حس عمقی با این علائم همراه است. علاوه بر این، نقص در ادغام این نشانه‌های حسی در امتداد نواحی زیر قشری و یا قشر مغز نیز با عملکرد تعادل مرتبط است (۴۰).

در حالی که علائم بالینی MS معمولاً بین ۲۰ تا ۴۰ سالگی ظاهر می‌شود، تقریباً ۳ تا ۱۰ درصد از بیماران MS گزارش می‌دهند که اولین علائم بالینی آنها در دوران کودکی یا نوجوانی رخ داده است. اکثر کودکان مبتلا به MS یک دوره عود کننده-فروکش کننده دارند که بسیار فعال است. در مقایسه با بزرگسالان مبتلا به MS، میزان عود در کودکان دو تا سه برابر بیشتر است و کودکان حجم ضایعه‌ی بیشتری به خصوص در حفره خلفی در MRI دارند (۳۹).

کاهش شنوایی

در ۱۰ سال گذشته، تمایل به شیوع اختلال عملکرد دهلیزی در کودکان کم شنوایی و ارزیابی آن به شدت افزایش پیدا کرده است (۴۶). کم شنوایی در کودکان شایع است، تقریباً از هر ۵ کودک در ایالات متحده در سن ۱۸ سالگی، ۱ کودک مبتلا به کم شنوایی است. بدون توانبخشی شنوایی، کم شنوایی می‌تواند اثرات مخربی بر گفتار، زبان، رشد، تحصیلی و پیامدهای شناختی در کودکان داشته باشد (۴۷). اگرچه

عملکرد تعادل اغلب در کودکان مبتلا به اوتیت میانی، که با کاهش شنوایی انتقالی همراه است، مختل می‌شود، با این حال بیشتر مطالعات در مورد تعادل و عملکرد دهلیزی در کودکان کم شنوایی مربوط به کودکانی است که کم شنوایی آنها حسی عصبی است. از اینرو ارزیابی عملکرد دهلیزی در نوزادان و کودکان کم سن که دچار کم شنوایی حسی عصبی و تأخیر در رشد حرکتی هستند، به دلیل احتمال وجود مشکلات زمینه‌ای دهلیزی به عنوان علت تأخیر، مهم است (۴۸).



تصویر ۱. فلوجارت مطالعات وارد شده جهت بررسی اختلال تعادل در کودکان

آزمون‌های عملکرد دهلیزی در کودکان

کودکان مبتلا به اختلال دهلیزی در مقایسه با کودکان بدون اختلال عملکرد دهلیزی، پیشرفت‌های حرکتی درشت مانند ایستادن و راه رفتن را با تأخیر نشان می‌دهند. این امر بر اهمیت ارزیابی عملکرد دهلیزی در کودکان تأکید می‌کند (۴۶). تفاوت‌ها و تغییر احتمالی در علائم و نشانه‌ها می‌تواند شناسایی کودکانی را که آزمایش جامع عملکرد

دهلیزی برای آنها ضروری است، مختل کند. بنابراین غربالگری عملکرد دهلیزی مهم است. کودکان با سابقه سرگیجه، عدم تعادل، تأخیر در رشد حرکتی یا اختلال بینایی حرکتی باید غربالگری شوند (۴۹). آزمایشات بالینی را می‌توان به طور دقیق برای شناسایی کودکان مبتلا با کاهش عملکرد دهلیزی مورد استفاده قرار داد. روش‌های نوظهور ارزیابی دهلیزی در بزرگسالان شامل آزمون ویدئویی ایمپالس سر

علاوه بر این آزمون‌ها، VEMP نیز در اکثر آزمایشگاه‌های دهلیزی به عنوان یک آزمایش استاندارد ایجاد شده است. گزارشات زیادی در مورد استفاده از آزمون VEMP در کودکان برای توصیف درگیری دهلیزی در اختلالات شنوایی، شناسایی کودکان با کاشت حلزون معیوب، و تشخیص رشد حرکتی مختل شده و همچنین سایر نقایص خاص، مانند تورتیکولیس مادرزادی وجود دارد (۸).

VEMP معمولاً برای ارزیابی هر دو بخش عصب دهلیزی و اندام‌های اتولیت استفاده می‌شوند. در بزرگسالان، پاسخ‌های VEMP را می‌توان به طور قابل اعتمادی با محرک‌های هدایت شده از طریق هوا یا استخوان استخراج کرد. با این حال، مطالعات مشابه برای ارزیابی قابلیت اطمینان VEMP در کودکان منتشر نشده است. VEMP در واقع یک پتانسیل عضلانی است که در پاسخ به محرک‌های با شدت بالا ایجاد می‌شود. VEMP گردنی (cVEMP) یک پاسخ مهاری کوتاه مدت است که به صورت همان طرفی از عضله منقبض استرنوکلیدوماستوئید ثبت می‌شود و اطلاعاتی در مورد عملکرد ساکول و عصب دهلیزی تحتانی ارائه می‌دهد. همچنین VEMP چشمی (oVEMP) یک پاسخ تحریکی است که از عضله مایل تحتانی ثبت می‌شود و اطلاعاتی را در مورد عملکرد عصب دهلیزی فوقانی و اوتریکول ارائه می‌دهد (۵۴). اخیراً یک مطالعه نشان داده است که برخلاف کالریک و cVEMP، oVEMP در نوزادان وجود ندارد، اما می‌توان آن را در کودکان بزرگتر از ۲ سال که قادر به راه رفتن بدون حمایت هستند، ثبت کرد (۱۵).

نتیجه گیری

نقایص دهلیزی، سرگیجه و گیجی در دوران کودکی می‌توانند باعث عدم تعادل کودکان گردد. عوامل متعددی در این زمینه تاثیرگذار هستند و عملکردهای روزانه این کودکان را تحت تأثیر قرار دهند که از جمله مهمترین و شایعترین این عوامل می‌توان به سرگیجه حمله‌ای خوش خیم، میگرن و ضربه به سر اشاره کرد.

تشخیص صحیح اختلالات دهلیزی در کودکان معمولاً دشوار است، زیرا کودکان اغلب قادر به توصیف شکایات دهلیزی و تعادلی خود نیستند. با این حال، تشخیص صحیح نه تنها از بررسی‌های غیر ضروری جلوگیری می‌کند و نگرانی‌های والدین را کاهش می‌دهد، بلکه پیش‌نیاز درمان موفقیت‌آمیز است. در حال حاضر آزمون‌های پیشرفته و جدیدی همچون VHIT و VEMP اینگونه اختلالات را در کودکان به خوبی شناسایی می‌کنند.

References

1. Sharifian Alborzi M, Panahian M, Shaabani M. Introducing a New Device for Vestibular Assessment: A Review on Clinical Applications of Video Head Impulse Test. *Sci J Rehabil Med*. 2017;6(2):206-215.
2. Valovich McLeod TC, Hale TD. Vestibular and balance issues following sport-related concussion. *Brain Inj*. 2015;29(2):175-184. doi: 10.3109/02699052.2014.965206 pmid: 25291297
3. Galluzzi F, Garavello W. Benign Paroxysmal Positional Vertigo in Children: A Narrative Review. *J Int Adv Otol*. 2022;18(2):177-182. doi: 10.5152/jao.2022.20087 pmid: 35418367
4. Furman JM, Casselbrant ML, Whitney SL. Vestibular evaluation. In: Bluestone CD, Stool SE, Alper CM, et al, editors. *Pediatric otolaryngology*. 4th edition. Philadelphia: WB Saunders 2003. 273-286 p.

(VHIT) برای تعیین کمیت عملکرد VOR و پتانسیل میوزنیک برانگیخته دهلیزی (VEMP) برای ارزیابی عملکردهای اتولیت اوتریکولار و ساکولار می‌باشد (۸).

در مطالعه پنهان و همکاران که با استفاده از VHIT بر روی افراد مبتلا به تومور شوانوم دهلیزی یک طرفه انجام شد، نتایج نشان داد که میزان بهره VOR در سمت آسیب دیده افراد مبتلا به تومور شوانوم دهلیزی، ۰/۳۸ و نسبت ساکاد اصلاحی ۳۰/۳۴ می‌باشد که این نتایج دقت تشخیص بالای VHIT در شناسایی ضایعات دهلیزی محیطی را نشان می‌دهد (۵۰).

VHIT یک ابزار تثبیت شده در ارزیابی بزرگسالان است که میزان بهره VOR را در طول چرخش سر به عنوان نسبت شتاب چشم به سر اندازه گیری می‌کند. VHIT محدوده فرکانس بالای VOR را ارزیابی می‌کند و می‌تواند به عنوان پیشرفتی در ارزیابی بالینی ایمپالس سر که توسط Halmagy و Curthoys در سال ۱۹۸۸ توصیف شد، تلقی گردد (۵۱). اگرچه VHIT اکنون به طور گسترده برای ارزیابی عملکرد VOR افقی در بزرگسالان استفاده می‌شود، با این حال این آزمون هنوز برای استفاده در کودکان به طور کامل تأیید نشده است. در عوض، آزمون کالریک و صندلی چرخان به خوبی در کودکان انجام می‌شود (۸).

آزمون کالریک پرکاربردترین ابزار در آزمایشات روتین دهلیزی برای شناسایی کاهش عملکرد دهلیزی محیطی است. این آزمون با استفاده از آب یا هوا به عنوان محرک برای ایجاد شیب دمایی در استخوان تمپورال انجام می‌شود. تحریک گوش در آزمون کالریک باعث تحریک یک طرفه با فرکانس پایین اندام دهلیزی محیطی می‌شود (۵۲). با این حال برخلاف آزمون ایمپالس سر، آزمون‌های کالریک و صندلی چرخان ممکن است باعث ایجاد سرگیجه و حالت تهوع ناخوشایند شوند و در نتیجه همیشه توسط کودکان قابل تحمل نیستند (۶).

علاوه بر آن، این آزمون‌ها وقت گیر هستند و به تجهیزات ثابتی نیاز دارند که در همه جا موجود نیست، به خصوص در کار بالینی. در مقابل، VHIT را می‌توان با بیمار در حالت نشسته و با چشمان باز انجام داد. اضافه بر آن، فرکانس عملکرد VOR قابل ارزیابی در VHIT در یک محدوده فیزیولوژیکی است (فرکانس بزرگتر از ۱ هرتز در مقایسه با فرکانس ۰/۰۰۰۳ هرتز با کالریک). شواهد اولیه نشان می‌دهد که VHIT می‌تواند برای کودکان بزرگتر از ۲ سال انجام شود و قادر است حتی نقص عملکرد کانال نیم دایره‌ای خفیف را تشخیص دهد (۵۳).

5. Casselbrant ML, Mandel EM. Balance disorders in children. *Neurol Clin*. 2005;23(3):807-829, vii. doi: 10.1016/j.ncl.2005.03.003 pmid: 16026677
6. Jahn K, Langhagen T, Schroeder AS, Heinen F. Vertigo and dizziness in childhood - update on diagnosis and treatment. *Neuropediatrics*. 2011;42(4):129-134. doi: 10.1055/s-0031-1283158 pmid: 21766267
7. Miyahara M, Hirayama M, Yuta A, Takeuchi K, Inoki T. Too young to talk of vertigo? *Lancet*. 2009;373(9662):516. doi: 10.1016/S0140-6736(09)60173-2 pmid: 19200919
8. Jahn K, Langhagen T, Heinen F. Vertigo and dizziness in children. *Curr Opin Neurol*. 2015;28(1):78-82. doi: 10.1097/WCO.000000000000157 pmid: 25502049
9. O'Reilly RC, Morlet T, Nicholas BD, Josephson G, Horlbeck D, Lundy L, et al. Prevalence of vestibular and balance disorders in

- children. *Otol Neurotol*. 2010;**31**(9):1441-1444. doi: 10.1097/MAO.0b013e3181f20673 pmid: 20729773
10. Brodsky JR, Lipson S, Bhattacharyya N. Prevalence of Pediatric Dizziness and Imbalance in the United States. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2020;**162**(2):241-247. doi: 10.1177/0194599819887375 pmid: 31689154
 11. Cumberworth VL, Patel NN, Rogers W, Kenyon GS. The maturation of balance in children. *J Laryngol Otol*. 2007;**121**(5):449-454. doi: 10.1017/S0022215106004051 pmid: 17105679
 12. Cyr DG, Rubin A. The evaluation of vestibular function in infants and young children.. *Insight*. 1992;7:1-8.
 13. Fancello V, Palma S, Monzani D, Pelucchi S, Genovese E, Ciorba A. Vertigo and Dizziness in Children: An Update. *Children (Basel)*. 2021;**8**(11). doi: 10.3390/children8111025 pmid: 34828738
 14. Gioacchini FM, Alicandri-Ciuffelli M, Kaleci S, Magliulo G, Re M. Prevalence and diagnosis of vestibular disorders in children: a review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2014;**78**(5):718-724. doi: 10.1016/j.ijporl.2014.02.009 pmid: 24612555
 15. Wang SJ, Hsieh WS, Young YH. Development of ocular vestibular-evoked myogenic potentials in small children. *Laryngoscope*. 2013;**123**(2):512-517. doi: 10.1002/lary.23535 pmid: 22965888
 16. Youssef PE, Mack KJ. Episodic and chronic migraine in children. *Dev Med Child Neurol*. 2020;**62**(1):34-41. doi: 10.1111/dmcn.14338 pmid: 31463934
 17. Lanzi G, Balottin U, Fazzi E, Tagliasacchi M, Manfrin M, Mira E. Benign paroxysmal vertigo of childhood: a long-term follow-up. *Cephalalgia*. 1994;**14**(6):458-460. doi: 10.1046/j.1468-2982.1994.1406458.x pmid: 7697708
 18. Weber PC, Bluestone CD, Perez B. Outcome of hearing and vertigo after surgery for congenital perilymphatic fistula in children. *Am J Otolaryngol*. 2003;**24**(3):138-142. doi: 10.1016/s0196-0709(02)32418-9 pmid: 12761698
 19. Wang C, Wu CH, Cheng PW, Young YH. Pediatric Meniere's disease. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2018;**105**:16-19. doi: 10.1016/j.ijporl.2017.11.029 pmid: 29447806
 20. Basser LS. Benign Paroxysmal Vertigo of Childhood. (a Variety of Vestibular Neuronitis). *Brain*. 1964;**87**:141-152. doi: 10.1093/brain/87.1.141 pmid: 14152207
 21. Grundfast KM, Bluestone CD. Sudden or fluctuating hearing loss and vertigo in children due to perilymph fistula. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1978;**87**(6 Pt 1):761-771. doi: 10.1177/000348947808700603 pmid: 736419
 22. Goodhill V, Brockman SJ, Harris I, Hantz O. Sudden deafness and labyrinthine window ruptures. Audio-vestibular observations. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1973;**82**(1):2-12. doi: 10.1177/000348947308200103 pmid: 4685566
 23. Deveze A, Matsuda H, Elziere M, Ikezono T. Diagnosis and Treatment of Perilymphatic Fistula. *Adv Otorhinolaryngol*. 2018;**81**:133-145. doi: 10.1159/000485579 pmid: 29794455
 24. Brodsky JR, Cusick BA, Zhou G. Vestibular neuritis in children and adolescents: Clinical features and recovery. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2016;**83**:104-108. doi: 10.1016/j.ijporl.2016.01.027 pmid: 26968063
 25. Sekitani T, Imate Y, Noguchi T, Inokuma T. Vestibular neuronitis: epidemiological survey by questionnaire in Japan. *Acta Otolaryngol Suppl*. 1993;**503**:9-12. doi: 10.3109/00016489309128061 pmid: 8470507
 26. Filipo R, Barbara M. Juvenile Meniere's disease. *J Laryngol Otol*. 1985;**99**(2):193-196. doi: 10.1017/s0022215100096523 pmid: 3973487
 27. Tunturk A, Kaya Ozcora G, Kacar Bayram A, Kabaklioglu M, Doganay S, Canpolat M, et al. Torticollis in children: an alert symptom not to be turned away. *Childs Nerv Syst*. 2015;**31**(9):1461-1470. doi: 10.1007/s00381-015-2764-9 pmid: 26043711
 28. Dunn DW, Snyder CH. Benign paroxysmal vertigo of childhood. *Am J Dis Child*. 1976;**130**(10):1099-1100. doi: 10.1001/archpedi.1976.02120110061008 pmid: 973613
 29. Eviatar L, Eviatar A. Vertigo in children: differential diagnosis and treatment. *Pediatrics*. 1977;**59**(6):833-838. pmid: 865935
 30. Fine A, Wirrell EC. Seizures in Children. *Pediatr Rev*. 2020;**41**(7):321-347. doi: 10.1542/pir.2019-0134 pmid: 32611798
 31. Kolkaila EA, Emara AA, Gabr TA. Vestibular evaluation in children with otitis media with effusion. *J Laryngol Otol*. 2015;**129**(4):326-336. doi: 10.1017/S0022215115000535 pmid: 25787831
 32. Balkany TJ, Finkel RS. The dizzy child. *Ear Hear*. 1986;**7**(3):138-142. doi: 10.1097/00003446-198606000-00004 pmid: 3721084
 33. Casselbrant ML, Redfern MS, Furman JM, Fall PA, Mandel EM. Visual-induced postural sway in children with and without otitis media. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1998;**107**(5 Pt 1):401-405. doi: 10.1177/000348949810700507 pmid: 9596218
 34. Orlin MN, Effgen SK, Handler SD. Effect of otitis media with effusion on gross motor ability in preschool-aged children: preliminary findings. *Pediatrics*. 1997;**99**(3):334-337. doi: 10.1542/peds.99.3.334 pmid: 9041283
 35. Golz A, Westerman ST, Gilbert LM, Joachims HZ, Netzer A. Effect of middle ear effusion on the vestibular labyrinth. *J Laryngol Otol*. 1991;**105**(12):987-989. doi: 10.1017/s002221510011802x pmid: 1787379
 36. Lipson S, Wang A, Corcoran M, Zhou K, Brodsky JR. Severe motion sickness in infants and children. *Eur J Paediatr Neurol*. 2020;**28**:176-179. doi: 10.1016/j.ejpn.2020.06.010 pmid: 32682672
 37. Brandt T, Daroff RB. The multisensory physiological and pathological vertigo syndromes. *Ann Neurol*. 1980;**7**(3):195-203. doi: 10.1002/ana.410070302 pmid: 6999976
 38. Huppert D, Grill E, Brandt T. Survey of motion sickness susceptibility in children and adolescents aged 3 months to 18 years. *J Neurol*. 2019;**266**(Suppl 1):65-73. doi: 10.1007/s00415-019-09333-w pmid: 31087161
 39. Brenton JN, Kammeyer R, Gluck L, Schreiner T, Makhani N. Multiple Sclerosis in Children: Current and Emerging Concepts. *Semin Neurol*. 2020;**40**(2):192-200. doi: 10.1055/s-0040-1703000 pmid: 32294785
 40. Garcia-Munoz C, Cortes-Vega MD, Heredia-Rizo AM, Martin-Valero R, Garcia-Bernal MI, Casuso-Holgado MJ. Effectiveness of Vestibular Training for Balance and Dizziness Rehabilitation in People with Multiple Sclerosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2020;**9**(2). doi: 10.3390/jcm9020590 pmid: 32098162
 41. Zilli T, Dolcemascolo V, Passone E, Maieron M, De Colle MC, Skrap M, et al. A multimodal approach to the study of children treated for posterior fossa tumor: A review of the literature and a pilot study. *Clin Neurol Neurosurg*. 2021;**207**:106819. doi: 10.1016/j.clineuro.2021.106819 pmid: 34274656
 42. Martuza RL, Eldridge R. Neurofibromatosis 2 (bilateral acoustic neurofibromatosis). *N Engl J Med*. 1988;**318**(11):684-688. doi: 10.1056/NEJM198803173181106 pmid: 3125435
 43. Gawron W, Pospiech L, Orendorz-Fraczkowska K, Noczynska A. Are there any disturbances in vestibular organ of children and young adults with Type I diabetes? *Diabetologia*. 2002;**45**(5):728-734. doi: 10.1007/s00125-002-0813-x pmid: 12107754
 44. Shah AS, Nadeau KJ. The changing face of paediatric diabetes. *Diabetologia*. 2020;**63**(4):683-691. doi: 10.1007/s00125-019-05075-6 pmid: 31897525
 45. Anoh-Tanon MJ, Bremond-Gignac D, Wiener-Vacher SR. Vertigo is an underestimated symptom of ocular disorders: dizzy children do not always need MRI. *Pediatr Neurol*. 2000;**23**(1):49-53. doi: 10.1016/s0887-8994(00)00140-5 pmid: 10963970
 46. Verbecque E, Marijnissen T, De Belder N, Van Rompaey V, Boudewyns A, Van de Heyning P, et al. Vestibular (dys)function in children with sensorineural hearing loss: a systematic review. *Int J Audiol*. 2017;**56**(6):361-381. doi: 10.1080/14992027.2017.1281444 pmid: 28264605
 47. Lieu JEC, Kenna M, Anne S, Davidson L. Hearing Loss in Children: A Review. *JAMA*. 2020;**324**(21):2195-2205. doi: 10.1001/jama.2020.17647 pmid: 33258894

48. Folio M, Fewell R. Peabody Development Motor Scales and activity cards. Hingham (MA): DLM Teaching Resources;1983.
49. Rine RM, Wiener-Vacher S. Evaluation and treatment of vestibular dysfunction in children. *NeuroRehabilitation*. 2013;**32**(3):507-518. doi: 10.3233/NRE-130873 pmid: 23648605
50. Panahian M, Shaabani M, Sharifian Alborzi M, Akbarzadeh Baghban A. Comparing the Results of Video Head Impulse Test in Patients with Peripheral and Central Vestibular System Tumors. *J Mazandaran Univ Med Sci*. 2018;**28**(166):129-139.
51. Hulse R, Hormann K, Servais JJ, Hulse M, Wenzel A. Clinical experience with video Head Impulse Test in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2015;**79**(8):1288-1293. doi: 10.1016/j.ijporl.2015.05.034 pmid: 26117666
52. Khater AM, Afifi PO. Video head-impulse test (vHIT) in dizzy children with normal caloric responses. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2016;**87**:172-177. doi: 10.1016/j.ijporl.2016.06.030 pmid: 27368467
53. Lehnen N, Schneider E, Jahn K. [Do neurologists need the head impulse test?]. *Nervenarzt*. 2013;**84**(8):973-974. doi: 10.1007/s00115-013-3822-8 pmid: 23817984
54. Fuemmeler E, Rodriguez AI, Thomas M, Creutz T, Fitzpatrick D, Janky KL. Vestibular Evoked Myogenic Potential (VEMP) Test-retest Reliability in Children. *Otol Neurotol*. 2020;**41**(8):e1052-e1059. doi: 10.1097/MAC.0000000000002703 pmid: 32569144