Review Paper: Studying Balance in Deaf People: A Systematic Review Study

Ali Asghar Norasteh[1], *Hamed Zarei[1]

1. Department of Corrective Exercises and Sports Injury, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Norasteh AA, Zarei H. [Studying Balance in Deaf People: A Systematic Review Study (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2019; 20(1):2-15. http://dx.doi.org/10.32598/rj.20.1.2

http://dx.doi.org/10.32598/rj.20.1.2

CC BY NC

Received: 23 Nov 2018

Accepted: 09 Feb 2019

Available Online: 01 Apr 2019

ABSTRACT

Objective Damage to parts of the vestibulocochlear nerve not only results in sensory-neural hearing loss and deafness but may also lead to balance problems. This is the reason why the hearing-impaired and deaf people are struggling with balance problems. Given the ever-increasing development of the adaptive sports, specific to the deaf, who are considered as part of the active individuals in the community, detailed studies are required on the balance of the deaf, which is an important part of routine activities and sports performances. Therefore, this study generally aims to investigate the balance skills of the deaf in comparison to their normal counterparts.

Materials & Methods In this study, a comprehensive review on 'the balance of the deaf' has been carried out by searching English databases, such as Science Direct, PubMed, Cochrane review, TRIP, PEDro, EMBASE, CINAHL, and Google Scholar, for the following keywords: "Deaf", "Postural control in Deaf Hearing Loss", "Deafness", "Balance" and "Balance in Deaf". In addition, the Persian databases, such as Magiran, Irandoc, IranMedex, MedLib, Sid were searched for the following Persian equivalent keywords: Balance in the deaf, postural control in the deaf, deaf, congenital deafness and balance, from 1932 to June 2018. Moreover, manual searching and full reviewing of resources of the articles were carried out to find the respective articles. Articles were narrowed down and sorted out by the titles such as the English language, Persian language, Human, original article, and review article. After collecting the search results, the titles and abstracts of the articles were studied. If the articles met the inclusion and exclusion criteria, their results would be employed in the review study; otherwise, they would be excluded.

Results Based on the criteria and objectives of the research, 51 articles were selected. Forty-eight papers were provided in full text and the rest were summarized. In general, the balance of the deaf was investigated in three different respects of 1) a comparison of the balance of the deaf with that of the normal counterparts, 2) the effect of age on the balance of the deaf, and 3) the effect of the training protocols on the balance of the deaf.

Conclusion The deaf people appear to struggle with balance problems when the vestibular system information is the only sensory source available; however, when the information of the proprioception and vision systems is available, there can be no balance problem as compared to normal counterparts. Several studies have also shown that the deaf, as they age, make up for the balance impairment resulting from vestibular impairments with proprioception and vision systems; it also appears that their proprioception and vision systems are better than or equal to those of their normal counterparts. However, it has not been determined yet that by increasing age in the deaf people, which proprioception system dominates and contributes to maintaining the balance of the deaf better than other systems. Furthermore, a review of studies has shown that all training programs and rehabilitation protocols have positive effects on the balance of the deaf. However, it has not been determined yet which training programs have a long and lasting effect on the balance of the deaf, and few studies have been carried out in this area. In addition, the same balance tests are used in all community groups, which may be inappropriate for measuring the balance in deaf people, since it is still not clear which motion strategies have been employed by the deaf to maintain balance. Therefore, to reach the final conclusion about the balance of the deaf people, further studies should be conducted on the proper tests to measure the balance of the deaf so that accurate and high-quality reports on their balance can be obtained.

Keywords:
Balance, Deaf, Postural control, Vestibulocochlear dysfunction

Corresponding Author:
Hamed Zarei, MSc.
Address: Department of Corrective Exercises and Sports Injury, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
Tel: +98 (939) 5995280
E-Mail: zareei.h@yahoo.com

تعادل در ناشنوایان: مطالعه مروری نظام‌مند

علی‌اصغر نورسته[۱]، * حامد زارعی[۱]

۱- گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

تاریخ دریافت: ۰۲ آذر ۱۳۹۷
تاریخ پذیرش: ۲۰ بهمن ۱۳۹۷
تاریخ انتشار: ۱۲ فروردین ۱۳۹۸

چکیده

هدف آسیب بخش‌هایی از عصب حلزونی‌دهلیزی نه‌تنها موجب کم‌شنوایی و ناشنوایی حسی عصبی می‌شود، بلکه ممکن است به واسطه آسیب به بخش وستیبولار این عصب، با مشکلات تعادلی نیز همراه باشد و این دلیلی است که در پی آن افراد کم‌شنوا و ناشنوا با مشکل تعادل روبه‌رو هستند. با توجه به توسعه روزافزون ورزش معلولان و به‌ویژه ناشنوایان که به عنوان بخشی از افراد فعال جامعه محسوب می‌شوند، لازم است مطالعات دقیقی درباره تعادل ناشنوایان که در بخش مهمی از فعالیت‌های روزمره و عملکردهای ورزشی دخیل است، انجام شود؛ بنابراین این تحقیق در نظر دارد به طور کلی مهارت‌های تعادلی افراد ناشنوا را در مقایسه با همتایان عادی بررسی کند.

روش بررسی در این مطالعه، مرور جامعی در رابطه با بررسی تعادل در ناشنوایان از طریق جست‌وجو در پایگاه‌های سینال، پدرو، تریپ، امبیس، پابمد، ساینس دایرکت، گوگل اسکالر و COCHRANCE REVIEW با کلیدواژه‌های Deaf و Postural control in Deaf، Balance in Deaf، Balance، Deafness، Hearing Loss و همچنین در پایگاه‌های فارسی گوگل اسکالر، مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی، مد لیب (بانک جامع مقالات پزشکی)، ایران مدکس، پژوهشگاه علوم و فناوری ایران، بانک اطلاعات نشریات کشور با کلیدواژه‌های تعادل در ناشنوایان، کنترل پاسچر در ناشنوایان، ناشنوا، ناشنوای مادرزادی و تعادل از سال ۱۹۳۲ تا ژوئن ۲۰۱۸ انجام شد. علاوه بر این، جست‌وجوی دستی و بررسی کامل منابع مقالات برای یافتن مقالاتی که از طریق جست‌وجوی الکترونیکی یافت نشدند انجام شد. مقالات با عناوین Original article، Human، Persian language، English language و Review article محدود شدند. پس از گردآوری نتایج جست‌وجو، ابتدا عنوان و سپس خلاصه مقالات مطالعه شد. چنانچه مقالات با معیار ورود و خروج همخوانی داشت، از نتایج آن‌ها در مطالعه مروری استفاده و در غیر این صورت کنار گذاشته می‌شد.

یافته‌ها بر اساس معیارها و اهداف تحقیق، ۵۱ مقاله پس از مراحل ارزیابی انتخاب شد. ۴۸ مقاله به صورت متن کامل و مابقی به صورت خلاصه فراهم شد. به طور کلی در سه حالت مختلف بررسی کرده بودند: ۱. مقایسه تعادل ناشنوایان در مقایسه با همتایان عادی، ۲. تأثیر سن بر تعادل ناشنوایان، ۳. تأثیر پروتکل‌های تمرینی بر تعادل ناشنوایان.

نتیجه‌گیری به نظر می‌رسد ناشنوایان در مواقعی مشکل تعادل دارند که اطلاعات سیستم دهلیزی تنها منبع حسی موجود باشد، ولی در شرایطی که اطلاعات سیستم‌های حس عمقی و بینایی در دسترس ناشنوایان باشد، مشکل تعادل در مقایسه با همتایان عادی ندارند. همچنین مطالعات مختلف نشان دادند ناشنوایان با افزایش سن، نقص تعادلی ناشی از سیستم دهلیزی را با سیستم‌های بینایی و حس عمقی جبران می‌کنند و به نظر می‌رسد سیستم‌های بینایی و حس عمقی ناشنوایان بهتر یا برابر با همتایان سالم خود باشند، اما هنوز مشخص نشده است که در ناشنوایان کدام سیستم حسی با افزایش سن غالب می‌شود و بهتر از سیستم‌های دیگر به حفظ تعادل ناشنوایان کمک می‌کند. همچنین مرور مطالعات نشان داد همه برنامه‌های تمرینی و پروتکل‌های توان‌بخشی تأثیر مثبتی بر تعادل ناشنوایان دارد، اما اینکه کدام برنامه‌های تمرینی تأثیر بهتر و ماندگاری طولانی بر تعادل ناشنوایان دارند، هنوز مشخص نشده است و مطالعات کمی در این حیطه انجام شده است. علاوه بر این، استفاده از آزمون‌های تعادلی که با آن به بررسی تعادل و همچنین میزان تأثیرگذاری پروتکل‌های تمرینی بر تعادل پرداخته می‌شود، همان ابزارهایی است که در دیگر گروه‌های جامعه استفاده می‌شود و این ممکن است برای اندازه‌گیری تعادل ناشنوایان نامناسب باشد، چون هنوز مشخص نشده است که ناشنوایان از چه راهبردهای حرکتی‌ای برای حفظ تعادل خود استفاده می‌کنند؛ بنابراین، برای نتیجه‌گیری نهایی درباره تعادل ناشنوایان باید مطالعات پایه درباره آزمون‌های مناسبی که با آن بتوان تعادل ناشنوایان را به‌درستی اندازه‌گیری کرد، انجام داد تا بتوان گزارش‌های دقیق و با کیفیت خوب درباره تعادل ناشنوایان ارائه داد.

کلیدواژه‌ها:
تعادل، ناشنوا، کنترل پاسچر، اختلال حلزونی‌دهلیزی

* **نویسنده مسئول:**
حامد زارعی
نشانی: رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی.
تلفن: ۵۹۹۵۲۸۰ (۹۳۹) ۹۸+
رایانامه: zareei.h@yahoo.com

مقدمه

در سال‌های اول زندگی کودکان، مهارت‌های حرکتی مانند کشیدن، خزیدن، راه‌رفتن و درنهایت دویدن رشد پیدا می‌کنند. کودکان از یک تا ۱۲ماهگی می‌آموزند چگونه در حالت ایستاده باقی بمانند یا خودشان را بدون اینکه از شیء یا شخصی کمک بگیرند در حالت ایستاده نگه دارند و از این طریق بیشتر می‌توانند به کشف محیط اطراف خود بپردازند. با این حال برای رشد مهارت‌های حرکتی خود نیاز به بهبود کنترل پاسچر دارند [۱] .

محققان، کنترل پاسچر بدن را شامل کنترل موقعیت بدن در فضا برای دو هدف ثبات و جهت‌یابی بدن تعریف کرده‌اند. مؤلفه‌های جهت‌یابی در کنترل پاسچر به عنوان توانایی حفظ ارتباط میان قسمت‌های مختلف بدن و همچنین بدن با محیط برای انجام تکلیف ویژه تعریف می‌شود. برای بیشتر تکالیف عملکردی، باید جهت‌یابی عمودی بدن حفظ شود [۲]. از سوی دیگر مؤلفه ثبات در کنترل پاسچر، به عنوان تعادل تعریف می‌شود که توانایی کنترل توده بدن در ارتباط با سطح اتکاست [۳، ۴].

کنترل پاسچر یا حفظ تعادل نیازمند تعامل پیچیده میان سیستم‌های عضلانی‌اسکلتی و عصبی است. اجزای عصبی ضروری برای کنترل پاسچر شامل فرایندهای حرکتی از جمله سینرژی‌های عصبی‌عضلانی، فرایندهای حسی از قبیل سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حس عمقی و فرایندهای عصبی بیشتر است [۵،۶]. به عبارتی دیگر به منظور حفظ کنترل پاسچر، ارتباط متقابل و پیچیده میان درون‌دادهای حسی و پاسخ‌های حرکتی مناسب همچون وجود کنترل سیستم حرکتی مناسب و قدرت عضلانی کارآمد، لازم است [۷]. نقش سینرژی‌های حسی نیز در حفظ تعادل و کنترل پاسچر، در مطالعات مختلف مشخص شده است.

گیرنده‌های وستیبولار با دریافت ورودی‌های مرتبط با موقعیت سر در فضا و تولید رفلکس، نقش مهمی در پاسخ‌های حرکتی پایه (حفظ سر و حالت بدن) ایفا می‌کنند [۸]. سیستم حسی‌پیکری اطلاعاتی درباره محیط داخل بدن فراهم می‌کند و درک آگاهانه اطلاعات حسی‌پیکری به درک حس درد، گرما، لامسه (مانند لمس، فشار و غیره) و حس عمقی منجر می‌شود. سیستم بینایی اطلاعاتی راجع به محیط خارج بدن و موقعیت قرارگیری انسان در محیط فراهم می‌کند [۹].

شنوایی یکی از مهم‌ترین عوامل برقراری ارتباط با دیگران است و هرگونه اختلالی در این سیستم موجب جدایی فرد ناشنوا و کم‌شنوا از جامعه و درنتیجه جلوگیری از پیشرفت و توسعه شخصیت و جنبه‌های دیگر رشد او خواهد شد [۱۰، ۱۱]. ناشنوایان رفتارهای حرکتی و اجتماعی متفاوتی دارند که البته بعضی از آن‌ها کاملاً مشهود است. این مشخصه بیشتر در هماهنگی، سرعت حرکت و حفظ تعادل بدن دیده می‌شود [۱۲]. آسیب بخش‌هایی از عصب حلزونی‌دهلیزی نه‌تنها موجب کم‌شنوایی و ناشنوایی حسی‌عصبی می‌شود، بلکه ممکن است به واسطه آسیب به بخش وستیبولار این عصب، با مشکلات تعادلی نیز همراه باشد و این دلیلی است که در پی آن حدود ۴۹ تا ۹۵ درصد افراد کم‌شنوا و ناشنوا با مشکل تعادل روبه‌رو هستند [۱۳].

با توجه به مرور مطالعات گذشته درباره تعادل ناشنوایان، مشخص شد تمام مطالعات پژوهشی به نوعی گزارشی درباره تعادل ناشنوایان و همچنین گزارشی درباره تأثیر پروتکل‌های تمرین بر تعادل این افراد به طور جداگانه ارائه داده‌اند. درواقع با توجه به جست‌وجوهای نویسندگان این مقاله تا به حال مطالعه مروری و جامعی مبنی بر تعادل ناشنوایان انجام نشده است تا نتیجه‌گیری کلی از مقالات پژوهشی انجام‌شده درباره تعادل ناشنوایان صورت بگیرد. همچنین با توجه به توسعه روزافزون ورزش معلولان و به‌ویژه ناشنوایان که به عنوان بخشی از افراد فعال جامعه محسوب می‌شوند، لازم است مطالعات دقیقی درباره تعادل ناشنوایان که در بخش مهمی از فعالیت‌های روزمره و عملکردهای ورزشی‌شان دخیل است، انجام شود؛ بنابراین، این تحقیق در نظر دارد مروری بر مهارت‌های تعادلی افراد ناشنوا در مقالات داشته باشد.

روش بررسی

در این مطالعه، مرور جامعی در رابطه با بررسی تعادل در ناشنوایان از طریق جست‌وجو در پایگاه‌های پابمد[1]، سینال[2]، امبیس[3]، ساینس دایرکت[4] و گوگل اسکالر[5] با کلیدواژه‌های Deaf، Postural control in Deaf Hearing Loss، Deaf-ness، Balance، Balance in Deaf و همچنین در پایگاه‌های فارسی پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی[6]، مد لیب (بانک جامع مقالات پزشکی)[7]، ایران مدکس[8]، پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران[9]، بانک اطلاعات نشریات کشور[10] و گوگل اسکالر[11] با کلیدواژه‌ی تعادل در ناشنوایان، کنترل پاسچر در ناشنوایان، ناشنوا، ناشنوای مادرزادی و تعادل از سال ۱۹۳۲ تا ژوئن ۲۰۱۸ انجام شد. علاوه بر این، جست‌وجوی دستی و بررسی کامل منابع مقالات برای یافتن مقالاتی که از طریق جست‌وجوی الکترونیکی یافت نشدند انجام شد.

مقالات با عناوین Persian، English language

1. PubMed
2. CINAHL
3. EMBASE
4. Science Direct
5. Google Scholar
6. SID
7. MedLib
8. IranMedex
9. IRANDOC
10. MAGIRAN
11. Google Scholar

Review article و language،human، Original article محدود شدند. پس از گردآوری نتایج جست‌وجو، ابتدا عنوان و سپس خلاصه مقالات مطالعه شد. چنانچه مقالات با معیار ورود و خروج همخوانی داشت؛ از نتایج آن در مطالعه مروری استفاده و در غیر این صورت کنار گذاشته می‌شد. بر اساس معیارها و اهداف تحقیق، ۵۱ مقاله پس از مراحل ارزیابی انتخاب شد. ۴۸ مقاله به صورت متن کامل و مابقی به صورت خلاصه فراهم شد.

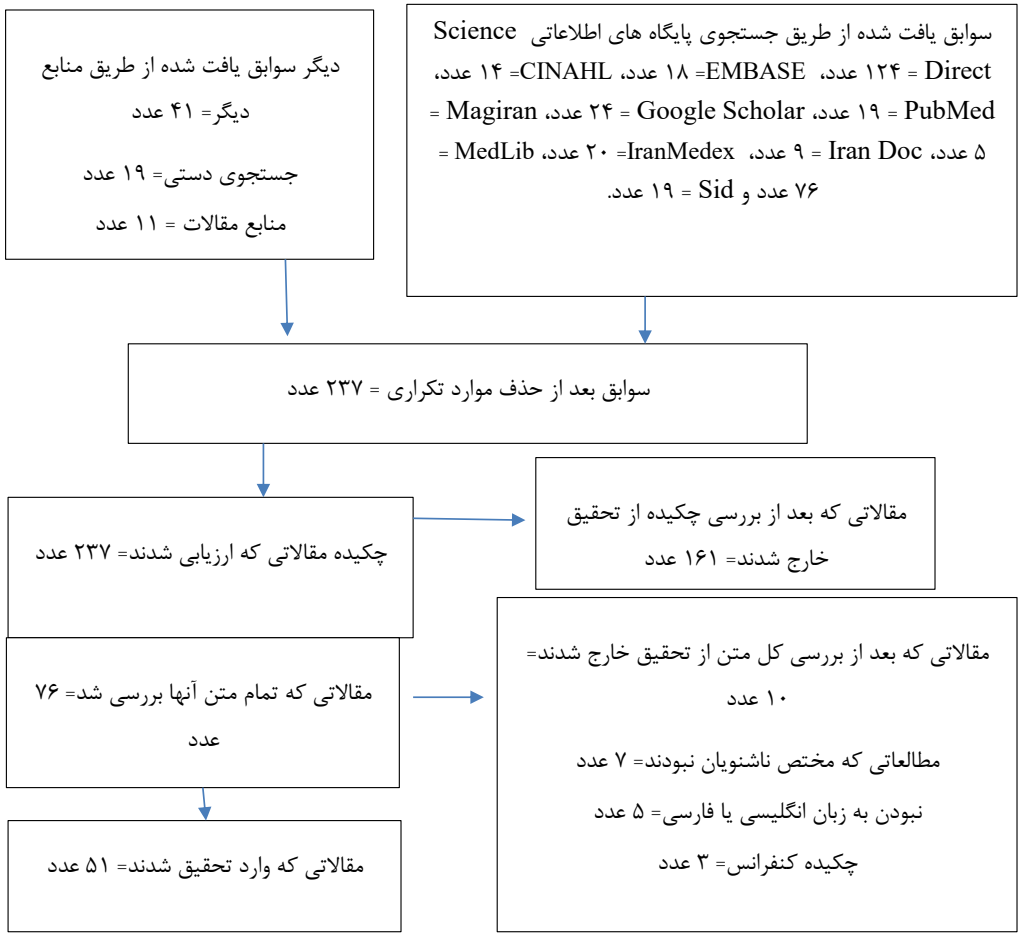
انتخاب تحقیق: در مرحله اول، غربالگری عنوان و چکیده مطالعات توصیفی با تمرکز روی تعادل در ناشنوایان و انتشار به زبان فارسی و انگلیسی انجام شد. یک دستیار تحقیق به صورت مستقل چکیده‌های مقالات را بررسی می‌کرد. مرحله دوم غربالگری کل متن با توجه به موارد انتشار شاخص (تعادل در ناشنوایان) و مشخص‌بودن جامعه هدف بود. غربالگری کل متن را یک محقق انجام داد. یک محقق ارشد نیز لیست نهایی مقالات انتخاب‌شده را برای اطمینان از اینکه تمام مقالات با هدف تحقیق هم‌راستاست چک کرد.

منظور از مشخص‌بودن جامعه هدف این بود که باید بیان شده باشد که نقش یا بررسی تعادل برای چه گروهی است (مثلاً ناشنوایان یا دیگر افراد جامعه) و درصورتی‌که این ابزار برای ناشنوایان نبود، حذف می‌شد. خلاصه اطلاعات توصیفی را دستیار تحقیق جمع‌آوری کرد و محقق ارشد این اطلاعات را چک کرد. از یک جدول نمونه استاندارد برای استخراج اطلاعات جامعه هدف، نقش تعادل در ناشنوایان و نتایج آن‌ها استفاده شد (جدول شماره ۱).

معیار خروج از تحقیق شامل مطالعاتی بود که مربوط به ناشنوایان نبودند (تعادل را در دیگر گروه‌های جامعه که مشکل تعادل یا مشکل دیگر سیستم‌های حسی مؤثر بر تعادل و کنترل پاسچر دارند، بررسی کرده بودند).

یافته‌ها

فرایند انتخاب مطالعات در تصویر شماره ۱ نشان داده شده است. با جست‌وجو در منابع الکترونیکی سینال، پابمد، امبیس، ساینس دایرکت، گوگل اسکالر، تریپ، بانک اطلاعات نشریات کشور، ایران مدکس، پدرو، پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات



تصویر ۱. روند انتخاب مقالات تحقیق

توانبخشی

ایران، مد لیب (بانک جامع مقالات پزشکی)، پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی وCOCHRANCE REVIEW ، ۳۲۸ عنوان به دست آمد. با جست‌وجوی دستی و بررسی منابع مقالات، ۴۸ عنوان دیگر به دست آمد. بعد از حذف عنوان‌های تکراری ۲۳۷ چکیده برای مرور مشخص شدند. بعد از بررسی چکیده مقالات تعداد ۱۶۱ مقاله حذف شدند و ۷۶ مقاله برای مطالعه کل متن انتخاب شدند. بعد از بررسی کل متن مقالات، ۵۱ مقاله که تعادل در ناشنوایان را به طور کلی در سه حالت مختلف مطالعه کرده بودند: ۱. مقایسه تعادل ناشنوایان در مقایسه با همتایان عادی، ۲. تأثیر سن بر تعادل ناشنوایان، ۳. تأثیر پروتکل‌های تمرینی بر تعادل ناشنوایان، انتخاب شدند و نتایج آن‌ها گزارش شد (تصویر شماره ۱).

نتایج حاصل از مطالعاتی که تعادل ناشنوایان را در مقایسه با همتایان عادی بررسی کرده‌اند، به شرح زیر است:

لانگ[12] یکی از اولین کسانی بود که در نیویورک، مهارت‌های تعادلی کودکان ناشنوا (۷ تا ۱۰ساله) را با استفاده از خرده‌آزمون تعادل آزمون قابلیت حرکتی بروئینیکس‌اوسرتسکی بررسی کرد و نشان داد مهارت‌های تعادلی کودکان ناشنوا به طور درخور توجهی پایین‌تر از همتایان شنواست [۱۴]. بوید[13] (۱۹۶۷) در انگلستان، تعادل استاتیک و دینامیک کودکان ناشنوا ۹ تا ۱۱ساله را با استفاده از صفحه نیرو بررسی و گزارش کرد بین کودکان ناشنوا و کودکان با شنوایی طبیعی از نظر تعادل استاتیک و دینامیک در تمام سنین تفاوت‌های درخور توجهی مشاهده می‌شود [۱۵]. دلیچ[14] و همکاران در برزیل کنترل پاسچر ۲۹ کودک ناشنوا (۱۰ساله) و ۲۹ کودک با شنوایی طبیعی (۱۱ساله) به عنوان گروه کنترل را با استفاده از صفحه نیرو[15] ارزیابی و گزارش کردند عملکرد کنترل پاسچر کودکان ارزیابی‌شده با یکدیگر بسیار متفاوت است و کودکان دچار افت حسی‌عصبی، بی‌ثباتی پاسچر بیشتری نشان می‌دهند.

همچنین گزارش کردند در ارزیابی سطح غیرثابت، بین دو گروه بررسی‌شده تفاوت‌های درخور توجهی مشاهده می‌شود. کودکان ناشنوا، در کنترل پاسچر خود انحراف بیشتری را نشان دادند که عمدتاً انحراف در جهت داخلی‌طرفی وجود داشت. در حالی که در ارزیابی سطح ثابت، بین دو گروه هیچ تفاوتی مشاهده نشد [۱۶]. در بررسی مشابه رناتو دی[16] و همکاران (۲۰۱۴) در برزیل همین نتایج کسب شد. در این مطالعه ۹۶ دانش‌آموز شامل ۴۸ کودک با شنوایی طبیعی و ۴۸ کودک کم‌شنوا (با دامنه سنی ۷ تا ۱۸ سال)، از هر دو جنسیت، با استفاده از سیستم امتیازدهی خطای تعادل[17] مطالعه شدند. در دو وضعیت حسی (سطح ثابت و سطح غیرثابت)، کنترل پاسچر این افراد ارزیابی شد. بر اساس نتایج این مطالعه دانش‌آموزان کم‌شنوا بی‌ثباتی بیشتری را در کنترل پاسچر نسبت به کودکان با شنوایی طبیعی نشان دادند و بین دو گروه تفاوت‌های درخور توجهی مشاهده شد. به علاوه کودکان با افت شدید و عمیق، بی‌ثباتی بیشتری را در مقایسه با کودکان با درجه کم شنوایی ملایم و متوسط نشان دادند [۱].

ملو[18] و همکاران (۲۰۱۱) در کشور برزیل، موقعیت و امتداد سر ۹۶ دانش‌آموز ۷ تا ۱۸ساله (شامل ۴۸ کودک با شنوایی طبیعی و ۴۸ کودک کم‌شنوا) را با استفاده از دستگاه موشن آنالیز[19] بررسی کردند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد تفاوت‌هایی میان وضعیت قرارگیری سر کودکان کم‌شنوا نسبت به همتایان شنوا وجود دارد؛ به طوری که کودکان کم‌شنوا نسبت به کودکان شنوا، تغییرات وضعیت بیشتری را در نخاع نشان می‌دهند [۱۷]. هرتمن[20] و همکاران (۲۰۱۱) در نیوزلند، عملکرد حرکتی و فعالیت‌های ورزشی ۴۲ کودک ناشنوا (در چهار گروه سنی ۴ تا ۶، ۷ و ۸، ۹ و ۱۰، ۱۱ و ۱۲ساله) را در مقایسه با همتایان شنوا بررسی کردند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، کودکان ناشنوا محدودیت بیشتری در مهارت‌های دستی (۶۲ درصد)، مهارت‌های با توپ (۵۲ درصد) و مهارت‌های حفظ تعادل بدن (۴۵ درصد)، در مقایسه با کودکان طبیعی داشتند [۱۸].

در مطالعه دِکگل[21] و همکاران در برزیل کنترل پاسچر در ۴۹ کودک با شنوایی طبیعی و ۲۳ کودک ناشنوا در محدوده سنی۶ تا ۱۲ سال با استفاده از صفحه نیروی اکیو گیت قابل‌حمل[22] و آزمون‌های کلینیکی تعادل بررسی شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، گزارش شد کودکان ناشنوا در کنترل پاسچر خود، بی‌ثباتی بیشتری را نسبت به همتایان شنوای خود نشان می‌دهند که این بی‌ثباتی می‌تواند، باعث تغییرات در موقعیت و پاسچر بدن در این افراد شود [۱۹]. سوزا[23] و همکاران در کشور فرانسه در ۱۰۰ کودک ۷ تا ۱۰ساله شامل ۴۳ کودک ناشنوا و ۵۷ کودک با شنوایی طبیعی با استفاده از صفحه نیرو کنترل پاسچر را بررسی کردند. بر اساس نتایج آن‌ها تفاوت‌هایی بین دو گروه مشاهده شد و گروه ناشنوا نوسان بیشتری را در کنترل پاسچر در تمام ارزیابی‌ها نشان دادند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، حساس‌ترین وضعیت، در هر دو بررسی برای کشف تفاوت‌های بین دو گروه، قرارگرفتن پاها در کنار هم با چشمان بسته بود [۲۰].

همچنین تحقیقات داخلی نیز کاهش تعادل در کودکان ناشنوا را گزارش کردند. جعفری و همکاران در مطالعه‌ای عملکرد

12. Long
13. Boyd
14. Derlich
15. Force platform
16. Renato de
17. Balance Error Scoring System test (BESS)
18. Melo
19. Motion Analysis
20. Hartman
21. De Kegel
22. AccuGait Portable Forceplate
23. Sousa

تعادلی ایستا و پویا در کودکان کم‌شنوای شدید تا عمیق مادرزاد را بررسی کردند. این مطالعه مقطعی روی ۳۰ کودک کم‌شنوای شدید تا عمیق و ۴۰ کودک هنجار ۶ تا ۱۰ساله انجام شد. ارزیابی مهارت‌های تعادلی با زیرآزمون تعادلی نُه مرحله‌ای، نسخه دوم آزمون قابلیت حرکتی بروئینیکس‌اوسرتسکی انجام شد. بین دو گروه در دو مهارت ایستادن روی یک پا با چشم‌های بسته و سپس روی تخته تعادلی، تفاوت معناداری مشاهده شد. در مطالعه آن‌ها نیز مشخص شد رشد مهارت‌های تعادلی ایستا نسبت به مهارت‌های پویا، دیرتر به وقوع می‌پیوندد. از آنجا که کودکان کم‌شنوای شدید تا عمیق نسبت به کودکان هنجار، در مهارت‌های تعادلی ایستا و پویا ضعیف‌تر عمل می‌کنند [۲۱].

در مطالعه دیگر د سوزا[۲۴] و همکاران (۲۰۱۲) ۱۰۰ کودک، شامل ۵۰ کودک ناشنوا (۷ تا ۹ساله) به عنوان گروه شاهد و ۵۰ کودک با شنوایی طبیعی (۷ تا ۹ساله) به عنوان گروه کنترل را با استفاده از صفحه نیرو از نظر کنترل پاسچر بررسی کردند. نتایج به‌دست‌آمده نشان دادکودکان ناشنوا عملکرد تعادلی ضعیف‌تری را در مقایسه با گروه کنترل داشتند. به‌علاوه بی‌ثباتی در کنترل پاسچر، بیشتر در جهت قدامی‌خلفی ایجاد می‌شد [۲۰]. در بررسی انجام‌شده از سوی آنالیزا[۲۵] و همکاران (۲۰۱۲) در برزیل وضعیت تعادلی ۱۰۰ کودک ۷ تا ۱۰ساله شامل ۵۷ کودک با شنوایی طبیعی و ۴۳ کودک ناشنوای دوطرفه، با استفاده از صفحه نیرو بررسی شد. بر اساس نتایج این مطالعه کودکان ناشنوا در مراحل مختلف ارزیابی، عملکرد تعادلی ضعیف‌تری نسبت به کودکان با شنوایی طبیعی نشان دادند [۲۰].

نتایج حاصل از مطالعاتی که به تطبیق کنترل پاسچر ناشنوایان با افزایش سن پرداخته‌اند، به شرح زیر است:

کارلسون[۲۶] (۱۹۷۲) در ارزیابی کودکان ناشنوا با دامنه سنی ۵ تا ۱۰ سال با استفاده از آزمون توانایی بریس موتور[۲۷] پی برد که رشد حرکتی این کودکان تا ۷سالگی بهبود می‌یابد و بعد از آن به وضعیتی باثبات می‌رسد [۲۲]. علاوه بر آن سیگل[۲۸] و همکاران تعادل کودکان ناشنوا را در سه رده سنی ۴/۵ تا ۶/۵ سال، ۸ تا ۱۰ سال و ۱۲/۵ تا ۱۴/۵ سال با استفاده از خرده‌آزمون آزمون قابلیت حرکتی بروئینیکس‌اوسرتسکی[۲۹] به منظور تعیین تغییرات وابسته به سن در توانایی تعادل با استفاده از داده‌های عادی بررسی کردند. آن‌ها مشاهده کردند تعادل این کودکان تا ۱۰سالگی افزایش می‌یابد و بعد از آن در همان وضعیت ثابت باقی می‌ماند [۲۳]. در تحقیق برانت[۳۰] و برودهد[۳۱] نشان داده شد توانایی تعادل این افراد از ۷ تا ۱۴سالگی افزایش می‌یابد، ولی همچنان همان کاهش تعادل نسبت به کودکان با شنوایی عادی باقی می‌ماند [۱۳].

در مطالعه دیگری تعادل این گروه افراد را در دو وضعیت حسی مختلف آزمایش کردند. در وضعیت اول هر دو سیستم دهلیزی و حس عمقی فعال بودند و در وضعیت دوم سیستم‌های دهلیزی و حس عمقی مختل شدند. در وضعیت دوم این کودکان، کاهش تعادل بیش از حد را مشاهده کردند [۲۴].

همچنین نشان داده شده است که به دلیل درگیرشدن سیستم‌های حس عمقی و بینایی، با افزایش سن، ثبات پاسچر این افراد بهبود می‌یابد [۲۷-۲۵]. مطالعه کاگا[۳۲] روی افراد ۱۰ساله که سیستم دهلیزی آن‌ها مختل شده بود، نشان داد که سیستم‌های بینایی و حس عمقی تا حدودی این کاهش تعادل را جبران می‌کنند [۲۷]. سوارز[۳۳] و همکاران کنترل پاسچر کودکان مبتلا به اختلال شنوایی در رده سنی ۸ تا ۱۱ سال را در دو وضعیت حسی مختلف بررسی کردند: وضعیت یک: ایستادن روی سطح سخت با چشمان باز. وضعیت دو: ایستادن روی فوم با چشمان بسته. میزان اختلال تعادل در وضعیت دوم بیشتر از وضعیت اول بود که به علت برداشته‌شدن سیستم‌های بینایی و حس عمقی بود [۲۸].

در مطالعه‌ای که مایل‌هی[۳] و همکارانش در سال ۲۰۰۹ درباره ارتباط سن با تعادل تک‌اندام در گروه ناشنوا و کم‌شنوا انجام دادند، نشان دادند با افزایش سن، میزان تعادل این افراد افزایش پیدا می‌کند. آن‌ها در این مطالعه ۵۷ کودک ناشنوای عمیق و ۵۷ کودک با شنوایی عادی[۳۴] در بازه‌ی سنی ۴ تا ۱۶ سال (هر گروه به زیرگروه‌های ۴ تا ۶ سال، ۷ تا ۹ سال و ۱۲ تا ۱۶ سال تقسیم شد) را انتخاب کردند و تعادل این افراد را درچهار شرایط حسی مختلف بررسی و مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که سن، تأثیر ویژه‌ای بر کودکان ناشنوای عمیق در تعادل تک‌اندام در شرایط حسی مختلف دارد. در مقابل، کودکان با شنوایی عادی تحت تأثیر این تغییرات سنی قرار نگرفتند. آن‌ها مشاهده کردند در شرایطی که اطلاعات بینایی فعال است، میانگین حفظ جایگاه تک‌اندام با افزایش سن، افزایش پیدا می‌کند. با این حال در شرایطی که اطلاعات بصری حذف می‌شد، این کاهش تعادل همچنان برقرار می‌ماند.

این نتایج نشان می‌دهد ثبات پاسچر کودکان ناشنوای عمیق با افزایش سن، افزایش پیدا می‌کند که نتیجه تطابق‌یافتن دو حس بینایی و حس عمقی است که با افزایش سن، این دو حس تقویت می‌شوند. هرچند میزان وابستگی این افراد به سیستم بینایی با افزایش سن بیشتر از سیستم حس عمقی بود [۲۹]. در مطالعه‌ای

24. De Sousa
25. Aneliza
26. Carlson
27. Brace- Motor
28. Siegel
29. Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency
30. Brunt
31. Broadhead
32. Kaga
33. Suarez
34. Normal hearing

جدول ۱. نتایج حاصل از بررسی تأثیر پروتکل‌های تمرینی بر تعادل ناشنوایان

منبع	عنوان مقاله	سال انتشار	ساختار و حجم نمونه	دامنه سنی (سال)	متغیرهای مورد اندازه‌گیری	ابزار ارزیابی	نتایج اصلی
لویس و همکاران [۳۱]	تأثیر ۶ هفته فعالیت بدنی بر تعادل ایستا و پویا دانش‌آموزان ناشنوا	۱۹۸۵	۱۱ نفر=گروه آزمایش ۵ نفر=گروه کنترل	۶ تا ۱۰ ساله	۱. تعادل ایستا ۲. تعادل پویا	آزمون تعادلی بروئینیکس اوسرتسکی	بعد از ۶ هفته، تأثیر قابل توجهی بر تعادل ایستا و پویا ناشنوایان مشاهده کردند
فرزانه و همکاران [۳۲]	تأثیر یک دوره تمرینات ثبات مرکزی بر تعادل دانش‌آموزان ناشنوا	۲۰۱۱	۱۴ نفر=گروه آزمایش ۱۳ نفر=گروه کنترل	۱۷/۱±۴۷/۰۳	۱. تعادل ایستا ۲. تعادل پویا	تعادل ایستا =آزمون ارزیابی خطاهای تعادل	افزایش معناداری در تعادل ایستا و پویا به دنبال ۸ هفته تمرین گروه تجربی وجود داشته است. همچنین نتایج نشان داد در جهت‌های داخلی، خلفی‌داخلی و خلفی‌خارجی آزمون تعادلی ستاره تفاوت معناداری وجود دارد.
مجلسی و همکاران [۳۳]	تأثیر یک دوره تمرینات مداخله‌ای حس عمقی بر تعادل ایستا و پارامترهای کینماتیکی راه‌رفتن دانش‌آموزان ناشنوا	۲۰۱۴	۱۰ نفر=گروه آزمایش ۱۰ نفر=گروه کنترل	۱۱/۱±۳/۹	۱. تعادل ایستا ۲. سرعت راه رفتن	تعادل =صفحه نیرو پارامترهای کینماتیکی =موشن آنالیزر	بعد از ۱۲ جلسه تمرین تفاوت معناداری در تعادل ایستا مشاهده کردند، ولی در پارامترهای کینماتیکی تفاوت معناداری مشاهده نشد
چانگ و همکاران [۳۴]	تأثیر مداخله تمرینات تنیس روی میز بر تعادل ایستای کودکان ناشنوا	۲۰۱۶	۲ نفر	۱۲ ساله	تعادل ایستا	آزمون تعادلی تک‌اندام (هم در پای غالب و هم در پای غیرغالب)	نتایج بهبود تعادل بعد از ۸ هفته را نشان داد ولی پای غالب نسبت به پای غیرغالب پیشرفت بهتری داشت.
زارعی و همکاران [۳۵]	بررسی تأثیر یک دوره تمرینات پیلاتس بر تعادل ایستا و پویای دانش‌آموزان ناشنوا	۱۳۹۵	۱۰ نفر=گروه آزمایش	۱۵/۸۹±۳/۲۴	۱. تعادل ایستا ۲. تعادل پویا	تعادل ایستا =آزمون ارزیابی خطاهای تعادل	گروه آزمایش بعد از ۸ هفته شرکت در تمرینات نسبت به گروه کنترل تفاوت معناداری در بهبود تعادل ایستا و پویا نشان دادند
زارعی و همکاران [۳۶]	مقایسه دو برنامه تمرینی حسی‌عمقی و ثبات مرکزی بر تعادل دانش‌آموزان ناشنوا	۱۳۹۶	۱۰ نفر=گروه حس عمقی ۱۰ نفر=گروه ثبات مرکزی ۱۰ نفر =گروه کنترل	دامنه سنی ۱۵ تا ۱۸ سال	۱. تعادل ایستا ۲. تعادل پویا	تعادل ایستا =آزمون ارزیابی خطاهای تعادل تعادل پویا =آزمون تعادلی Y	هر دو گروه تمرینی حس عمقی و ثبات مرکزی بر تعادل دانش‌آموزان تأثیر معناداری گذاشته بودند، ولی گروه تمرینی حس عمقی با اندازه اثر بزرگ و گروه تمرینی ثبات مرکزی با اندازه اثر میانی بر تعادل دانش‌آموزان ناشنوا تأثیر گذاشته بودند
خداشناس و همکاران [۳۷]	بررسی تأثیر یک دوره برنامه تمرینی منتخب بر تعادل ایستا و پویای کودکان ناشنوا	۱۳۹۶	۱۰ نفر=گروه آزمایش ۱۰ نفر=گروه کنترل	۲۰ پسر ناشنوای ۸ تا ۱۴ ساله	۱. تعادل ایستا ۲. تعادل پویا	تعادل ایستا =آزمون لک‌لک تعادل پویا و عملکرد تعادلی =آزمون برونینکز اوزرتسکی	بعد از مداخله تمرینات، تفاوت معناداری را در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل مشاهده کردند.
زارعی و همکاران [۳۸]	بررسی تأثیر یک دوره برنامه تمرینی ترکیبی بر عوامل آمادگی جسمانی دانش‌آموزان ناشنوا	۱۳۹۶	۱۲ نفر=گروه آزمایش ۱۲ نفر=گروه کنترل	دامنه سنی ۱۵ تا ۱۸ سال	۱. تعادل ایستا ۲. تعادل پویا ۳. استقامت عضلانی تنه ۴. استقامت عضلانی شکم ۵. استقامت قلبی‌تنفسی	تعادل ایستا =آزمون ارزیابی خطاهای تعادل تعادل پویا =آزمون تعادلی Y استقامت عضلانی تنه =آزمون سورنسن استقامت عضلانی شکم =آزمون دراز نشست استقامت قلبی‌تنفسی =آزمون پله	نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد مجموعه‌ای از تمرینات استقامتی و ثبات مرکزی به بهبود معناداری در عوامل آمادگی جسمانی به‌ویژه در تعادل دانش‌آموزان ناشنوا منجر شده است

دیگر ولیکا کوپریس[۳۵] و همکاران سیستم‌های حسی درگیر در کنترل پاسچر ناشنوایان را در مقایسه با افراد عادی بررسی کردند. به این منظور آن‌ها ۲۲۸ دانش‌آموز را برای این مطالعه انتخاب کردند که از این ۲۲۸ دانش‌آموز ۱۶۳ دانش‌آموز عادی با میانگین سنی ۱۲ سال و ۶۵ دانش‌آموز ناشنوا با میانگین سنی ۱۳ سال بودند. سپس با استفاده از صفحه نیرو کنترل پاسچر این افراد را در دو شرایط مختلف چشم باز و چشم بسته اندازه‌گیری کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد دانش‌آموزان ناشنوا در هر دو شرایط نسبت به دانش‌آموزان عادی در کنترل پاسچر ضعیف هستند. همچنین در مطالعه آن‌ها نشان داده شد در شرایط چشم بسته میزان این تفاوت نسبت به شرایط چشم باز بیشتر است [۸].

سیدی و همکاران در مطالعه‌ای میزان کارایی سیستم‌های حسی درگیر در کنترل پاسچر ناشنوایان ورزشکار و غیر ورزشکار را بررسی کردند. به این منظور ۳۰ نفر از نوجوانان ۱۵ تا ۲۰ساله ناشنوای مادرزادی عمیق و شدید در دو گروه ورزشکار و غیرورزشکار را به صورت نمونه‌گیری هدفمند برای این مطالعه انتخاب کردند. برای تفکیک سهم هریک از سیستم‌های حسی بینایی، دهلیزی و حسی‌پیکری، وضعیت کنترل پاسچر نمونه‌ها با دستگاه تعادل‌سنج بایودکس در چهار حالت حسی مختلف اندازه‌گیری و کارایی هریک از سیستم‌های حسی با فرمول ناشنر محاسبه شد. نتایج نشان داد میزان کارایی همه سیستم‌های حسی درگیر در کنترل پاسچر گروه ناشنوای ورزشکار به طور معناداری بهتر از ناشنوایان غیرورزشکار است و کاراترین سیستم حسی درگیر در کنترل پاسچر هر دو گروه، سیستم حسی‌پیکری است و بعد از آن به ترتیب سیستم‌های بینایی و دهلیزی قرار داشتند [۳۰].

بحث

هدف از این مطالعه بررسی تعادل در ناشنوایان بود؛ با مرور مقالات کارشده در رابطه با تعادل ناشنوایان، مشاهده شد بررسی تعادل در ناشنوایان، به سه روش مطالعه شده است: ۱. مقایسه تعادل ناشنوایان در مقایسه با همتایان عادی، ۲. تأثیر سن بر تعادل ناشنوایان، ۳. تأثیر پروتکل‌های تمرینی بر تعادل ناشنوایان.

مقایسه تعادل ناشنوایان در مقایسه با همتایان عادی

حفظ پاسچر و تعادل مستلزم عملکرد متقابل اطلاعات حسی است که از منابع مختلف حسی به‌ویژه سیستم دهلیزی، بینایی و حس عمقی می‌آیند و از طریق راه‌های عصبی سطوح نخاعی و فوق نخاعی به سیستم عصبی‌مرکزی وارد می‌شوند [۳۹]. این اطلاعات در تشکیل یک چارچوب مرجع دخیل هستند که ترکیب آن‌ها استانداردی را ایجاد می‌کند که تغییرات متوالی پاسچر با آن سنجیده می‌شود و درواقع شمای کلی بدن را می‌سازد و سیستم عصبی‌مرکزی را قادر می‌کند که در هر لحظه از وضعیت بدن در فضا و نیز وضعیت سگمان‌های بدن نسبت به هم آگاه باشد [۴۰].

بر اساس مطالعات انجام‌شده، کاهش فعالیت سیستم دهلیزی در ارزیابی‌های اتونورولوژیک کودکان ناشنوا، یک یافته رایج است [۴۱]. ازآنجایی که در انسان سیستم دهلیزی یکی از سیستم‌های مسئول برای تنظیم حفظ تعادل است، ممکن است کودکان ناشنوا در کنترل پاسچر خود بی‌ثباتی را نشان دهند یا در مقایسه با افراد طبیعی به صورت ناهماهنگ عمل کنند که مطالعات گذشته این فرضیه را اثبات می‌کند و نشان داده‌اند کودکان ناشنوا در مقایسه با همتایان سالم خود، در توانایی‌های تعادلی مشکل دارند و بی‌ثباتی بیشتری در کنترل پاسچر خود نسبت به همتایان عادی خود نشان می‌دهند [۲۱-۱۴]. البته نقص تعادلی ناشنوایان را می‌توان از دیدگاه دیگر مشاهده و بررسی کرد.

در مطالعه‌ای زایمزیک[۳۶] و همکاران بیان کردند اطلاعات حس عمقی و گیرنده‌های پوستی در ناشنوایان به حد کافی مناسب است که بتواند هرگونه تداخل در داده‌های دیگر سیستم‌های حسی کنترل‌کننده تعادل را جبران کند [۴۲]. همچنین پوتر و سیلورمن[۳۷] بیان کردند بسیاری از کودکان ناشنوا در حفظ تعادل ایستا با چشم باز و بسته، نقص اطلاعات سیستم دهلیزی را از طریق سیستم‌های بینایی و جنبشی جبران می‌کنند [۴۳]. علاوه بر این مایل هی و همکاران نیز گزارش کردند در ناشنوایان در شرایطی که هم داده‌های بینایی و هم داده‌های حسی‌پیکری بدون مشکل ارسال شوند، در حالت ایستادن، کنترل پاسچر طبیعی خواهند داشت. در مقابل، زمانی که داده‌های بینایی و حسی‌پیکری ناکافی باشند، در نگهداری و حفظ پاسچر خود مشکل دارند [۲۹]. شاید نتیجه‌گیری درباره تعادل ناشنوایان را بتوان با مطالعه هوراک[۳۸] و همکاران به پایان رساند. آن‌ها با بررسی سیستم دهلیزی و مهارت حرکتی در کودکان ناشنوا دریافتند کودکان با اختلال شنوایی نقص سیستم دهلیزی دارند و وقتی مشکل تعادل دارند که اطلاعات سیستم دهلیزی تنها منبع حسی موجود باشد [۴۴].

تأثیر سن بر تعادل ناشنوایان

بر اساس دیدگاه فیزیولوژیکی، قبل از اینکه عملکرد کنترل پاسچر کودکان سالم مشابه با افراد بزرگسال شود، سیستم‌های بینایی، حس عمقی و دهلیزی به لحاظ آناتومیکی و عملکردی به‌خوبی بالیده می‌شوند [۴۵]. بر این اساس، سیستم حسی‌پیکری به طور کامل در ۳، ۴سالگی رشد می‌کند [۴۶] یا تا ۶سالگی به طور کامل بالیده می‌شود [۴۷]. عملکرد مؤلفه‌های سیستم دهلیزی (شامل مجاری نیم‌دایره، اندام‌های اوتولیتی و میزان

35. Walicka-Cupryś

36. Szymczyk
37. Potter & Silverman
38. Horak

میلین‌دارشدن عصب دهلیزی) در زمان تولد مشابه با افراد بزرگسال است [۴۵].

از سوی دیگر میزان بالیدگی سیستم بینایی بسیار متغیر است؛ به طوری که دوبینی در ۴، ۵ماهگی بالیده شده و در ۶، ۷ماهگی تیز بینی سه‌بُعدی مشابه افراد بزرگسال می‌شود [۴۸]، اما میلین‌دارشدن مسیرهای بینایی در ۲سالگی و رتینا در ۴سالگی کامل و بالیده می‌شوند [۴۹]. این بالیدگی نسبی سیستم‌های حسی دلالت بر این امر دارند که تفاوت‌های میان کنترل پاسچر کودکان و افراد بزرگسال ممکن است به عوامل دیگری مانند پردازش، یکپارچگی و سازماندهی اطلاعات حسی سیستم‌های دهلیزی، حس عمقی و بینایی نسبت داده شود؛ به طوری که مطالعات مختلفی درباره سازماندهی سیستم‌های کنترل پاسچر با افزایش سن انجام و نتایج مختلفی نیز گزارش شده است.

مطالعات نشان داده‌اند سازماندهی اطلاعات آوران در ۱۲سالگی مشابه با افراد بزرگسال نیست [۵۰]، اما نتایج مطالعه استایندل[39] نشان داد سازماندهی سیستم‌های حسی کنترل پاسچر ۱۵، ۱۶سالگی، مشابه افراد بزرگسال است [۴۶]. همچنین در مطالعه دیگر مشخص شده است که کودکان تا ۱۲سالگی نمی‌توانند از نشانه‌های حس عمقی برای حفظ کنترل پاسچر در دامنه مشابهی با افراد بزرگسال استفاده کنند، در حالی که افراد در این سن، همانند افراد بزرگسال توانایی مشابهی برای استفاده از نشانه‌های بینایی برای حفظ کنترل پاسچر دارند [۵۱]، اما کامبووث[40] و همکاران نشان دادند افراد نمی‌توانند تا ۱۷سالگی به طور مناسبی از اطلاعات سیستم‌های حسی، به‌ویژه از سیستم دهلیزی استفاده کنند [۵۲]؛ بنابراین، مرور مطالعات نشان می‌دهد هنوز به طور دقیق مشخص نشده است که سازماندهی سیستم‌های حسی در چه سنی مشابه افراد بزرگسال می‌شود، اما با مرور مطالعات به نظر می‌رسد سازماندهی سیستم بینایی زودتر و سازماندهی سیستم دهلیزی دیرتر از سیستم‌های حسی دیگر انجام می‌شود.

نتایج مطالعات در گروه ناشنوایان به گونه‌ای متفاوت‌تر از افراد سالم گزارش شده است؛ به طوری که برخی مطالعات نشان داده‌اند کنترل پاسچر ناشنوایان تا ۷سالگی بهبود می‌یابد و بعد در همان حالت خود ثابت می‌ماند [۲۲]. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد سازماندهی سیستم‌های حسی کنترل پاسچر در ناشنوایان در ۷سالگی همانند افراد بزرگسال ناشنوا می‌شود. در حالی که در مطالعه دیگر این دامنه سنی را ۱۰سالگی گزارش کرده‌اند و نشان داده‌اند سازماندهی سیستم‌های حسی ناشنوایان در ۱۰سالگی مشابه افراد بزرگسال ناشنوا می‌شود [۲۳]. در حالی که برخی مطالعات نیز نشان داده‌اند ناشنوایان تا ۱۴سالگی هنوز به توانایی سازماندهی سیستم‌های کنترل پاسچر همانند افراد بزرگسال خود نرسیده‌اند [۱۳].

39. Steindl
40. Cumberworth

مرور مطالعات انجام‌شده درباره سازماندهی سیستم‌های حسی ناشنوایان نشان می‌دهد هنوز مشخص نشده است که کودکان ناشنوا در چه سنی در سازماندهی سیستم‌های حسی مشابه افراد بزرگسال خود می‌شوند. همچنین گزارش‌های مختلفی درباره غالب‌بودن هریک از سیستم‌های حسی کنترل پاسچر با افزایش سن در افراد سالم و ناشنوا گزارش شده است.

کالج[41] و همکاران مشارکت نسبی سیستم بینایی، حس عمقی و سیستم وستیبولار را در تعادل گروه‌های سنی مختلف افراد عادی بررسی کردند. آن‌ها دریافتند همه گروه‌های سنی برای حفظ تعادل بیشتر به حس عمقی وابسته بودند تا به سیستم بینایی [۵۳]، اما نتایج متناقضی درباره غالب‌بودن هریک از این سیستم‌ها با افزایش سن کودکان ناشنوا مشاهده شده است؛ به طوری‌که برخی مطالعات غالب‌بودن سیستم بینایی را با افزایش سن کودکان ناشنوا گزارش کردند و نشان دادند با افزایش سن، سیستم بینایی بر سیستم حس عمقی غالب می‌شود و این نقص تعادلی ناشی از سیستم دهلیزی را تا حدودی جبران می‌کند. تا حدی که تعادل کودکان ناشنوا نزدیک به تعادل کودکان با شنوایی عادی قرار بگیرد [۲۹].

در حالی که برخی مطالعات دقیقاً بر عکس جمله قبلی را عنوان کرده‌اند؛ به طوری‌که گزارش کرده‌اند با افزایش سن سیستم حس عمقی، بیشتر از سیستم بینایی تعادل ناشنوایان را بر عهده دارد [۸، ۳۰]، اما برای نتیجه‌گیری کلی و قطعی نیاز به تحقیقات بیشتر با ابزارهای دقیق‌تر، احساس می‌شود، چراکه مشخص شده است که سیستم دهلیزی برای تثبیت نگاه‌کردن[42] (توانایی خیره نگاه‌کردن به چیزی) حیاتی است؛ بنابراین، صدمه به سیستم دهلیزی موجب نقص در عملکرد تعادلی و خیره نگاه‌کردن می‌شود [۵۴]. از آنجا که ناشنوایان در سیستم دهلیزی دچار ضعف و نقص هستند و همان‌طور که بیان شد اطلاعات سیستم دهلیزی برای تثبیت نگاه‌کردن لازم و حیاتی است، می‌توان انتظار داشت کارایی سیستم بینایی در آن‌ها کمتر از افراد عادی باشد و ممکن است همین عامل نیز سبب کمترشدن کارایی سیستم بینایی نسبت به سیستم حسی‌پیکری در ناشنوایان باشد.

تأثیر پروتکل‌های تمرینی بر تعادل ناشنوایان

مطالعات عنوان کرده‌اند که پروتکل‌های تمرینی و برنامه‌های توان‌بخشی می‌تواند نقص تعادل ناشنوایان را کاهش دهد و تمرین می‌تواند به عنوان یک مداخله درمانی قوی برای کودکان با اختلالات عملکردی در سیستم دهلیزی و تعادل در نظر گرفته شود؛ به طوری که مرور مطالعات گذشته نشان می‌دهد هر برنامه تمرینی و ورزشی بر تعادل ناشنوایان تأثیر مثبت داشته و نقص تعادلی ناشنوایان را تا حدودی کاهش داده است

41. Colledge
42. Gaze stabilization

[۳۱-۳۸]، اما شاید این بخش از مطالعه تعادل ناشنوایان، تنها بخشی باشد که نتیجه‌گیری درباره آن باید با احتیاط انجام شود، زیرا مطالعات معدودی درباره این بخش از تعادل ناشنوایان صورت گرفته است و همچنین مطالعاتی که تأثیر تمرینات و پروتکل‌های توان‌بخشی بر تعادل ناشنوایان را بررسی کرده است، بدون بررسی اندازه اثر[43] صورت گرفته است و همچنین هنوز ابهامات زیادی درباره تعادل ناشنوایان وجود دارد و حتی اینکه آیا آزمون‌های که برای بررسی تعادل ناشنوایان صورت می‌گیرد آیا مناسب این افراد هستند؟ آیا می‌توان با این آزمون‌ها درباره تعادل ناشنوایان و همچنین تأثیر برنامه‌های توان‌بخشی بر تعادل این افراد، به نتیجه‌گیری قطعی رسید؟

برای مثال ذکر شده است سیستم وستیبولار در ایجاد راهبرد مچ پا نقش مهمی ندارد و افرادی که مشکلات وستیبولار دارند قادر به استفاده از این راهبرد هستند؛ در حالی که وجود اطلاعات وستیبولار در انجام راهبرد لگن بسیار است و افرادی که سیستم وستیبولار در آن‌ها دچار اختلال شود قادر به استفاده از این راهبرد نخواهند بود و در حفظ کنترل پاسچر دچار مشکل می‌شوند [۵۵]؛ اما رانج[44] و همکارانش (۱۹۹۸) اظهاراتی مخالف با جمله قبلی ارائه کرده‌اند، نتایج آن‌ها نشان داد اطلاعات سیستم دهلیزی هنگام انتخاب و راه‌اندازی راهبرد لگن اهمیت چندانی ندارد، اما ممکن است در کنترل راهبرد لگن در برخی از محیط‌ها معنی‌دار و درخور توجه باشد [۵۶]؛ اما برخی مطالعات نشان داده‌اند که هنگام ایستادن آرام (تعادل ایستا)، ناشنوایان نقص تعادلی نسبت به افراد سالم نشان می‌دهند [۱۵، ۱۶، ۱۹، ۲۰].

هنگام ایستادن آرام راهبرد مچ پا نقش مهمی در حفظ تعادل دارد؛ بنابراین، ممکن است افراد با نقص سیستم دهلیزی در به‌کاربردن راهبرد مچ پا عاجز باشند. مطالعات در این زمینه به صورت ضد و نقیض است و حتی در برخی مطالعات از آزمون سیستم امتیازدهی خطای تعادل برای اندازه‌گیری تعادل ناشنوایان استفاده کردند [۱، ۳۲، ۳۵، ۳۶]. در آزمون سیستم امتیازدهی خطای تعادل آیتمی وجود دارد که باعث به‌کارگیری راهبرد ران می‌شود (آیتم تاندوم، یا ایستادن به صورتی که یک پا جلوی پای دیگر قرار گیرد)؛ بنابراین، احتمال این وجود دارد که تمرینات و پروتکل‌های اعمال‌شده باعث به‌کارگیری و تقویت راهبرد ران، بهبود در آیتم ایستادن به صورت تاندوم در آزمون سیستم امتیازدهی خطای تعادل و درنتیجه بهبود تعادل در ناشنوایان می‌شود؛ بنابراین، نیاز به مطالعات پایه و با کیفیت مناسب درباره تعادل ناشنوایان هست.

در مطالعاتی ذکر شده است که ناشنوایان سطوح آمادگی قلبی‌تنفسی و استقامت عضلانی ضعیفی در عضلات ثبات مرکزی دارند [۵۷-۶۰] و علاوه بر نقص سیستم دهلیزی، شاید این عوامل یکی از عواملی باشد که باعث ضعف در تعادل ناشنوایان شده است؛ به طوری که تأثیر تمرینات ثبات مرکزی و تمرینات ترکیبی (استقامت عضلانی ثبات مرکزی و استقامت هوازی) بر بهبود تعادل ناشنوایان گزارش شده است. همچنین مطالعه زارعی و همکاران (۱۳۹۶) که به مقایسه تأثیر تمرینات حس عمقی و ثبات مرکزی بر تعادل ناشنوایان پداخته بود، نشان داد تمرینات حس عمقی هم تأثیر بیشتر و هم ماندگاری طولانی مدتی بر تعادل ناشنوایان نسبت به تمرینات ثبات مرکزی داشته است [۳۶].

همچنین مشارکت‌نداشتن در فعالیت‌های ورزشی، به دلیل انزواطلبی و فرار از جمعیت‌های عادی را نیز می‌توان یکی از علت‌های پایین‌بودن تعادل ناشنوایان ذکر کرد که باعث شده است شرکت در هر برنامه تمرینی و مداخله هر پروتکل تمرینی بر تعادل ناشنوایان که باعث تحریک آن‌ها شده است، تأثیر مثبت داشته باشد. هرچند تا مشخص‌شدن اینکه آیا ناشنوایان در به‌کارگیری راهبردهای حرکتی مشکل دارند و اینکه به کدام‌یک از سیستم‌های حس بیشتر وابسته می‌شوند، نتیجه‌گیری درباره اینکه کدام برنامه‌های تمرینی می‌تواند تأثیر بهتری بر تعادل ناشنوایان داشته باشد، سخت است.

این مطالعه مروری روش جست‌وجوی نظام‌مند داشت، ولی فاقد ارزیابی کیفی مقالات بود؛ بنابراین، کیفیت مقاله مروری وابسته به مقالات بررسی‌شده است. اگرچه اکثر مقالات به‌دست‌آمده از مجلات معتبر بین‌المللی و علمی‌پژوهشی داخلی بود و از نظر رتبه‌بندی کیفی، مقاله در سطح مقبول برآورد می‌شود، ولی در تعمیم نتایج آن احتیاط‌های لازم باید رعایت شود. همچنین راهبردهای جست‌وجوی کاملی به کار گرفته شد، اما تنها مقالات انگلیسی و فارسی مرور شد و ممکن است مقالات مربوط دیگری به زبان‌های دیگر وجود داشته باشد؛ بنابراین، با درنظرگرفتن محدودیت‌های ذکرشده به نظر می‌رسد، بهتر باشد تحقیقاتی که در آینده در این حیطه صورت می‌گیرد به بررسی کیفی مقالات بپردازند.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد ناشنوایان در مواقعی مشکل تعادل دارند که اطلاعات سیستم دهلیزی تنها منبع حسی موجود باشد، ولی در شرایطی که اطلاعات سیستم‌های حس عمقی و بینایی در دسترس ناشنوایان باشد، در مقایسه با همتایان عادی مشکل تعادل ندارند. همچنین مطالعات مختلف نشان دادند ناشنوایان با افزایش سن، نقص تعادلی ناشی از سیستم دهلیزی را با سیستم‌های بینایی و حس عمقی جبران می‌کنند و به نظر می‌رسد سیستم‌های بینایی و حس عمقی ناشنوایان بهتر یا برابر با همتایان سالم خود باشند؛ اما هنوز مشخص نشده است که در ناشنوایان کدام سیستم حسی با افزایش سن غالب می‌شود و بهتر

43. Effect size
44. Runge

از سیستم‌های دیگر به حفظ تعادل ناشنوایان کمک می‌کند.

همچنین مرور مطالعات نشان داد همه برنامه‌های تمرینی و پروتکل‌های توان‌بخشی تأثیر مثبتی بر تعادل ناشنوایان دارد، اما اینکه کدام برنامه‌های تمرینی تأثیر بهتر و ماندگاری طولانی بر تعادل ناشنوایان دارند، هنوز مشخص نشده است و مطالعات کمی در این حیطه انجام شده است. علاوه بر این، استفاده از آزمون‌های تعادلی که با آن تعادل و همچنین میزان تأثیرگذاری پروتکل‌های تمرینی را بررسی کرده‌اند از ارزیابی‌های رایج تعادل گروه‌های طبیعی استفاده می‌کنند که ممکن است برای اندازه‌گیری تعادل ناشنوایان نامناسب باشند. چراکه هنوز مشخص نشده است که ناشنوایان از چه راهبردهای حرکتی‌ای می‌توانند برای حفظ تعادل خود استفاده کنند؛ بنابراین، برای نتیجه‌گیری نهایی درباره تعادل ناشنوایان باید مطالعات پایه درباره آزمون‌های مناسبی انجام داد که بتوان با آن‌ها تعادل ناشنوایان را به‌درستی اندازه‌گیری کرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

با توجه به اینکه مقاله از نوع مروری است، اصول اخلاقی وجود ندارد.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد حامد زارعی در رشته آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه گیلان است.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

[1] Melo RDS, Lemos A, Macky CFdST, Raposo MCF, Ferraz KM. Postural control assessment in students with normal hearing and sensorineural hearing loss. Brazilian Journal of Otorhinolaryngology. 2015; 81(4):431-8. [DOI:10.1016/j.bjorl.2014.08.014] [PMID]

[2] Khodabakhshi M, Ebrahimi-A'tri A, Hashemi-Javaheri SAA, Khan-Zadeh R, Zandi M. [The effect of 5 weeks proprioceptive training on basketball player's dynamic balance with aspirin for chronic ankle (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2014; 15(3):44-51.

[3] Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: Translating research into clinical practice. Philadelphia, Pennsylvania: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. [PMCID]

[4] Farhadian M, Bozorgi J, Asghar A, Ahmadi Fakhreh M, Morovati Z, Qafarizadeh F. Effect of gait retraining on balance, activities of daily living, quality of life and depression in stroke patients. Iranian Rehabilitation Journal. 2015; 13(4):116-9.

[5] Kamalian Lari S, Haghgoo HA, Farzad M, Hosseinzadeh S. Investigation of the Validity and Reliability of Balance Evaluation Systems Test (BESTest) in assessment of balance disorders in People with Multiple Sclerosis. Archives of Rehabilitation. 2018; 18(4):288-95. [DOI:10.21859/jrehab.18.4.3]

[6] Pourkhani T, Norasteh AA, Shamsi A. [Effect of ankle taping and fatigue on dynamic stability in athletes with and without chronic ankle instability (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2017; 18(2):110-21. [DOI:10.21859/jrehab-1802108]

[7] Da Silva RA, Bilodeau M, Parreira RB, Teixeira DC, Amorim CF. Age-related differences in time-limit performance and force platform-based balance measures during one-leg stance. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2013; 23(3):634-9. [DOI:10.1016/j.jelekin.2013.01.008] [PMID]

[8] Walicka-Cupryś K, Przygoda Ł, Czenczek E, Truszczyńska A, Drzał-Grabiec J, Zbigniew T, et al. Balance assessment in hearing-impaired children. Research in Developmental Disabilities. 2014; 35(11):2728-34. [DOI:10.1016/j.ridd.2014.07.008] [PMID]

[9] Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: The physiologic basis of functional joint stability. Journal of Athletic Training. 2002; 37(1):71-9. [PMID] [PMCID]

[10] Khalifeh Loo S, Mobaraki H, Kamali M, Jafari Z. [Research paper: designing and determining validity and reliability of the questionnaire for parents satisfaction with the services provided for children with hearing loss (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2016; 17(3):244-51. [DOI:10.21859/jrehab-1703244]

[11] Borujeni SS, Hatamizadeh N, Vameghi R, Karaskian A. Hearing loss related quality of life in adolescents with hearing loss. Iranian Rehabilitation Journal. 2015; 13(1):38-43.

[12] Cushing SL, Chia R, James AL, Papsin BC, Gordon KA. A test of static and dynamic balance function in children with cochlear implants: the vestibular Olympics. Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery. 2008; 134(1):34-8. [DOI:10.1001/archoto.2007.16] [PMID]

[13] Brunt D, Broadhead GD. Motor proficiency traits of deaf children. Research Quarterly for Exercise and Sport. 1982; 53(3):236-8. [DOI:10.1080/02701367.1982.10609346]

[14] Long JA. Motor abilities of deaf children. New York: Columbia University; 1932.

[15] Boyd J. Comparison of motor behavior in deaf and hearing boys. American annals of the deaf. 1967; 112(4):598-605. [PMID]

[16] Derlich M, Kręcisz K, Kuczyński M. Attention demand and postural control in children with hearing deficit. Research in Developmental Disabilities. 2011; 32(5):1808-13. [DOI:10.1016/j.ridd.2011.03.009] [PMID]

[17] de Souza Melo R, da Silva PWA, da Silva LVC, da Silva Toscano CF. Postural evaluation of vertebral column in children and teenagers with hearing loss. International Archives of Otorhinolaryngology. 2011; 15(02):195-202. [DOI:10.1590/S1809-48722011000200012]

[18] Hartman E, Houwen S, Visscher C. Motor skill performance and sports participation in deaf elementary school children. Adapted Physical Activity Quarterly. 2011; 28(2):132-45. [DOI:10.1123/apaq.28.2.132] [PMID]

[19] De Kegel A, Dhooge I, Cambier D, Baetens T, Palmans T, Van Waelvelde H. Test–retest reliability of the assessment of postural stability in typically developing children and in hearing impaired children. Gait & Posture. 2011; 33(4):679-85. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2011.02.024] [PMID]

[20] de Sousa AMM, de França Barros J, de Sousa Neto BM. Postural control in children with typical development and children with profound hearing loss. International Journal of General Medicine. 2012; 2012:433-9. [DOI:10.2147/IJGM.S28693] [PMID] [PMCID]

[21] Jafari Z, Malayeri S, Rezazadeh N, HajiHeydari F. Static and dynamic balance in congenital severe to profound hearing-impaired children. Audiology. 2011; 20(2):102-12.

[22] Carlson BR. Assessment of motor ability of selected deaf children in Kansas. Perceptual and Motor Skills. 1972; 34(1):303-5. [DOI:10.2466/pms.1972.34.1.303] [PMID]

[23] Siegel JC, Marchetti M, Tecklin JS. Age-related balance changes in hearing-impaired children. Physical Therapy. 1991; 71(3):183-9. [DOI:10.1093/ptj/71.3.183] [PMID]

[24] Horak F, Nashner L, Diener H. Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. Experimental Brain Research. 1990; 82(1):167-77. [DOI:10.1007/BF00230848] [PMID]

[25] Nashner LM. Adaptation of human movement to altered environments. Trends in Neurosciences. 1982; 5:358-61. [DOI:10.1016/0166-2236(82)90204-1]

[26] Dummer GM, Haubenstricker JL, Stewart DA. Motor skill performances of children who are deaf. Adapted Physical Activity Quarterly. 1996; 13(4):400-14. [DOI:10.1123/apaq.13.4.400]

[27] Kaga K. Vestibular compensation in infants and children with congenital and acquired vestibular loss in both ears. In-

ternational Journal of Pediatric Otorhinolaryngology. 1999; 49(3):215-24. [DOI:10.1016/S0165-5876(99)00206-2]

[28] Suarez H, Angeli S, Suarez A, Rosales B, Carrera X, Alonso R. Balance sensory organization in children with profound hearing loss and cochlear implants. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology. 2007; 71(4):629-37. [DOI:10.1016/j.ijporl.2006.12.014] [PMID]

[29] An MH, Yi CH, Jeon HS, Park SY. Age-related changes of single-limb standing balance in children with and without deafness. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology. 2009; 73(11):1539-44. [DOI:10.1016/j.ijporl.2009.07.020] [PMID]

[30] Seyedi M, Seidi F, Minoonejad H. An Investigation of the efficiency of sensory systems involved in postural control in deaf athletes and non-athletes. Journal of Sport Medicine. 2015; 7(1):111-27.

[31] Lewis S, Higham L, Cherry DB. Development of an exercise program to improve the static and dynamic balance of profoundly hearing-impaired children. American Annals of the Deaf. 1985; 130(4):278-84. [DOI:10.1353/aad.2012.1020] [PMID]

[32] Hessari FF, Norasteh AA, Daneshmandi H, Ortakand SM. The effect of 8 weeks core stabilization training program on balance in deaf students. Medicina Sportiva. 2011; 15(2):56-61. [DOI:10.2478/v10036-011-0010-4]

[33] Majlesi M, Farahpour N, Azadian E, Amini M. The effect of interventional proprioceptive training on static balance and gait in deaf children. Research in Developmental Disabilities. 2014; 35(12):3562-7. [DOI:10.1016/j.ridd.2014.09.001] [PMID]

[34] Chang YC, Hsu CT, Ho WH, Kuo YT. The effect of static balance enhance by table tennis training intervening on deaf children. International Journal of Medical and Health Sciences. 2016; 10(6):359-9.

[35] Zarei H, Rahmanpour A, Hajihoseini E. [The effects of Pilate's training on static and dynamic balance of deaf students (Persian)]. Paper presented at: 2nd National Conference on New Finding in Sport Sciences. 15 October 2016; Tehran, Iran.

[36] Zarei H, Norasteh AA. [Comparison of the effect of two proportionating and core stability training programs on the balance of deaf students (Persian)]. Paper presented at: First National Conference on Sport: Sport, Health, Society. 19 October 2017; Urmia, Iran.

[37] Khodashenas E, Moradi H, Asadi Ghaleni M, Heydari E, Shams A, Enayati A, et al. [The effect of selective training program on the static and dynamic balance of Deaf Children (Persian)]. Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences. 2017; 60(1):383-91.

[38] Zarei H, Norasteh AA, Hajihosseini E. [The effect of a combined training program on physical fitness factors among deaf boy students: a randomized clinical trial study (Persian)]. Journal of Research in Rehabilitation Sciences. 13(3):154-61.

[39] Nashner LM. Practical biomechanics and physiology of balance. In: Jacobson GP, Shepard NT, editors. Balance Function Assessment and Management. San Diego: Plural Publishing; 2014.

[40] Peterka R. Sensorimotor integration in human postural control. Journal of Neurophysiology. 2002; 88(3):1097-118. [DOI:10.1152/jn.2002.88.3.1097] [PMID]

[41] Mai JK, Paxinos G. The human nervous system. Cambridge, Massachusetts: Academic Press; 2011.

[42] Szymczyk D, Druzbicki M, Dudek J, Szczepanik M, Snela S. Balance and postural stability in football players with hearing impairment. Young Sports Science of Ukraine. 2012; 3:258-63.

[43] Potter CN, Silverman LN. Characteristics of vestibular function and static balance skills in deaf children. Physical Therapy. 1984; 64(7):1071-5. [DOI:10.1093/ptj/64.7.1071]

[44] Horak FB, Shumway-Cook A, Crowe TK, Black FO. Vestibular function and motor proficiency of children with impaired hearing, or with learning disability and motor impairments. Developmental Medicine & Child Neurology. 1988; 30(1):64-79. [DOI:10.1111/j.1469-8749.1988.tb04727.x]

[45] Peterson ML, Christou E, Rosengren KS. Children achieve adult-like sensory integration during stance at 12-years-old. Gait & Posture. 2006; 23(4):455-63. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2005.05.003] [PMID]

[46] Steindl R, Kunz K, Schrott-Fischer A, Scholtz A. Effect of age and sex on maturation of sensory systems and balance control. Developmental medicine and child neurology. 2006; 48(6):477-82. [DOI:10.1111/j.1469-8749.2006.tb01299.x] [PMID]

[47] Fitzpatrick R, McCloskey D. Proprioceptive, visual and vestibular thresholds for the perception of sway during standing in humans. The Journal of Physiology. 1994; 478(1):173-86. [DOI:10.1113/jphysiol.1994.sp020240] [PMID] [PMCID]

[48] Neuringer M, Jeffrey BG. Visual development: Neural basis and new assessment methods. The Journal of Pediatrics. 2003; 143(4):87-95. [DOI:10.1067/S0022-3476(03)00406-2]

[49] Brecelj J. From immature to mature pattern ERG and VEP. Documenta Ophthalmologica. 2003; 107(3):215-24. [DOI:10.1023/B:DOOP.0000005330.62543.9c] [PMID]

[50] Rinaldi NM, Polastri PF, Barela JA. Age-related changes in postural control sensory reweighting. Neuroscience Letters. 2009; 467(3):225-9. [DOI:10.1016/j.neulet.2009.10.042] [PMID]

[51] Sparto PJ, Redfern MS, Jasko JG, Casselbrant ML, Mandel EM, Furman JM. The influence of dynamic visual cues for postural control in children aged 7-12 years. Experimental Brain Research. 2006; 168(4):505-16. [DOI:10.1007/s00221-005-0109-8] [PMID]

[52] Cumberworth V, Patel N, Rogers W, Kenyon G. The maturation of balance in children. The Journal of Laryngology & Otology. 2007; 121(5):449-54. [DOI:10.1017/S0022215106004051] [PMID]

[53] Colledge N, Cantley P, Peaston I, Brash H, Lewis S, Wilson J. Ageing and balance: The measurement of spontaneous sway by posturography. Gerontology. 1994; 40(5):273-8. [DOI:10.1159/000213596] [PMID]

[54] Rine RM. Growing evidence for balance and vestibular problems in children. Audiological Medicine. 2009; 7(3):138-42. [DOI:10.1080/16513860903181447]

[55] Herdman SJ, Clendaniel R. Vestibular rehabilitation. Duxbury, Vermont: FA Davis; 2014.

[56] Runge C, Shupert C, Horak F, Zajac F. Role of vestibular information in initiation of rapid postural responses. Experimental Brain Research. 1998; 122(4):403-12. [DOI:10.1007/s002210050528] [PMID]

[57] Aali S, Rezazadeh F. [Effect of Spinal Stabilizing exercises on Lumbar Hyperlordosis by StabilizerTM Pressure Bio-feedback Unit (Persian)]. Journal of Sport Medicine Review. 2013; 5(14):135-50.

[58] Zwierzchowska A, Gawlik K, Grabara M. Energetic and coordination abilities of deaf children. Journal of Human Kinetics. 2004; 11:83-92.

[59] Zebrowska A, Gawlik K, Zwierzchowska A. Spirometric measurements and physical efficiency on children and adolescents with hearing and visual impairments. Journal of Physiology and Pharmacology. 2007; 5(Pt 2):847-57. [PMID]

[60] Houwen S, Hartman E, Visscher C. Physical activity and motor skills in children with and without visual impairments. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2009; 41(1):103-9. [DOI:10.1249/MSS.0b013e318183389d] [PMID]