

## Review of the Vestibular System Function of People with Hearing Impairment and the Impact of Professional Sport

Naim Kaka<sup>1\*</sup>, Homa Zarrinkoob<sup>2</sup>

1. Student Research Committee, MSc Student of Audiology, Department of Audiology, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Lecturer of Audiology, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

**Received: 2016. July.02    Revised: 2016. July.24    Accepted: 2016. August.13**

### Abstract

**Background and Aim:** In sensory neural hearing loss, the damage is not limited to the cochlear part and the vestibular part is also involved. The results of several studies have shown that difficulty in balance abilities is more in deaf children than in their normal hearing peers. Also, deaf children have shown weaker stability in their postural control. In addition, several studies have emphasized that exercise is effective on keeping balance and partly to create a better balance for people with hearing impairment. Vestibular system is one of the three systems involved in keeping balance. Therefore, evaluating its contribution to postural control and balance and the effects of exercise on the growth of this system is essential. In the present review article, the balance state of deaf people and the impact of sports on the growth of their vestibular system are studied.

**Materials and Methods:** To review the vestibular system function of the people with hearing impairment and the effects of professional sport on it, all articles in this field, published from 1932 to 2015 were surveyed in ScienceDirect, PubMed, Google Scholar, Elsevier, Ovid, Proquest, Scopus, and Springer databases.

**Results:** More than 300 articles on topics related to postural control in people with hearing impairment and effects of physical activity on sensory systems and vestibular evoked potentials were available in these databases. Finally, we used 39 articles which were fully-researched papers and 7 abstracts.

**Conclusion:** Sports, due to their impact on the growth of vestibular system, can be considered a powerful therapeutic intervention for children with functional disorders of the vestibular system. Thus, sport activities are recommended for these people.

**Keywords:** Cervical vestibular evoked potential; Ocular vestibular evoked potential; Postural control in deaf; Deaf sport; Balance performance

**Cite this article as:** Naim Kaka, Homa Zarrinkoob. Review of the Vestibular System Function of People with Hearing Impairment and the Impact of Professional Sport. *J Rehab Med.* 2017; 6(2): 246-257.

\*Corresponding author: Naim Kaka, Research Student Committee, MSc Student of Audiology, Department of Audiology, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran  
Email : khanom.nasim@gmail.com

## مروری بر عملکرد سیستم دهلیزی افراد مبتلا به آسیب شنوایی و تأثیر ورزش حرفه‌ای بر آن

نسیم کاکا<sup>۱\*</sup>، هما زرین کوب<sup>۲</sup>

۱. دفتر تحقیقات و فن آوری دانشجویی، دانشجوی کارشناسی ارشد شنوایی شناسی، گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

۲. مربی، گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

پذیرش مقاله ۱۳۹۵/۰۵/۲۳ \*

بازنگری مقاله ۱۳۹۵/۰۵/۰۳

\* دریافت مقاله ۱۳۹۵/۰۴/۱۲

### چکیده

#### مقدمه و اهداف

در کم‌شنوایی حسی-عصبی آسیب تنها منحصر به بخش حلزونی نیست، بلکه معمولاً بخش دهلیزی نیز درگیر است. نتایج مطالعات متعدد، نشان داده است که کودکان ناشنوا در مقایسه با همتایان طبیعی، در توانایی‌های تعادلی مشکل دارند. کودکان ناشنوا عدم ثبات بیشتری در کنترل پوسچر خود نشان می‌دهند. بررسی‌های دیگر تأکید می‌کنند که فعالیت‌های ورزشی در سیستم‌های مؤثر در حفظ تعادل تأثیر داشته و تا حدودی تعادل بهتری را برای مبتلایان به آسیب شنوایی ایجاد می‌کند. سیستم دهلیزی یکی از سه سیستم مؤثر در حفظ تعادل است؛ بنابراین بررسی آن در کنترل پوسچر و تأثیر ورزش در رشد این سیستم امری ضروری به نظر می‌رسد. در مقاله حاضر مروری وضعیت تعادلی در افراد ناشنوا و تأثیرات ورزش در رشد سیستم دهلیزی این افراد مورد مطالعه قرار گرفته است.

#### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی مروری عملکرد سیستم دهلیزی در افراد مبتلا به آسیب شنوایی و تأثیر ورزش حرفه‌ای بر آن، کلیه مقالات موجود در این زمینه از سال ۱۹۳۲ تا ۲۰۱۵ میلادی در پایگاه‌های اطلاعاتی **PubMed**، **Science Direct**، **Google Scholar**، **Elsevier**، **ovid**، **springer**، **scopus**، **proquest** مورد بازنگری قرار گرفتند.

#### یافته‌ها

افزون بر ۳۰۰ مقاله با موضوعات مرتبط با کنترل پوسچر در افراد مبتلا به آسیب شنوایی و تأثیر فعالیت‌های ورزشی بر سیستم‌های حسی و پتانسیل‌های برانگیخته دهلیزی در پایگاه‌های اطلاعاتی مذکور قابل دستیابی بود. در نهایت از ۳۹ مقاله به صورت کامل و ۷ مقاله به صورت خلاصه پژوهشی، برای نگارش مقاله حاضر استفاده شد.

#### نتیجه‌گیری

ورزش به دلیل تأثیر در رشد سیستم دهلیزی می‌تواند به عنوان یک مداخله درمانی قوی برای کودکان با اختلالات عملکردی در سیستم دهلیزی در نظر گرفته شود و انجام فعالیت‌های ورزشی در این افراد توصیه می‌شود.

#### واژگان کلیدی

پتانسیل برانگیخته دهلیزی گردنی؛ پتانسیل برانگیخته دهلیزی چشمی؛ کنترل پوسچر در ناشنویان؛ ورزش ناشنویان؛ عملکرد تعادلی

\* آدرس نویسنده مسئول: نسیم کاکا. دانشجوی کارشناسی ارشد شنوایی شناسی، گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی،

دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

آدرس الکترونیکی: [khanom.nasim@gmail.com](mailto:khanom.nasim@gmail.com)

## مقدمه و اهداف

تعادل یکی از اجزای کلیدی و جدایی‌ناپذیر در فعالیت‌های معمول روزانه و به ویژه در انجام فعالیت‌های مختلف ورزشی است و نقش حیاتی و تعیین‌کننده‌ای در موفقیت ورزشکاران دارد. حفظ پوسچر و تعادل مستلزم عملکرد متقابل اطلاعات حسی است که از منابع مختلف حسی به ویژه سیستم دهلیزی، بینایی و حس پیکری می‌آیند و از طریق راه‌های عصبی سطوح نخاعی و فوق نخاعی به سیستم عصبی مرکزی وارد می‌شوند. این اطلاعات در تشکیل یک چارچوب مرجع شرکت می‌کنند که ترکیب آن‌ها استاندارد را ایجاد می‌کند که تغییرات متوالی پوسچر با آن سنجیده می‌شود و در واقع شمای کلی بدن را می‌سازد و سیستم عصبی مرکزی را قادر می‌سازد که در هر لحظه از وضعیت بدن در فضا و نیز وضعیت سگمان‌های بدن نسبت به هم آگاه باشد. نقص در یک حس معمولاً به وسیله دو حس باقی‌مانده جبران می‌شود. وقتی یکی از سیستم‌ها اطلاعات غلط یا ناکافی فراهم می‌آورد، در این شرایط بسیار مهم است که حس‌های باقی‌مانده اطلاعات صحیح و کافی فراهم آورند تا تعادل حفظ شود.<sup>[۲،۱]</sup> ابتلا به آسیب شنوایی یکی از نقص‌های، حسی-عصبی در انسان است. از هر هزار تولد یک نوزاد با آسیب شنوایی شدید تا عمیق به دنیا می‌آید.<sup>[۳]</sup> آسیب به بخش‌های حلزونی موجب کم‌شنوایی حسی-عصبی می‌شود که این آسیب تنها منحصر به بخش حلزونی نیست، بلکه معمولاً بخش دهلیزی نیز درگیر است. شنوایی یکی از مهم‌ترین عوامل برقراری ارتباط با دیگران است و هر گونه اختلالی در این سیستم، موجب جدایی فرد ناشنوا و کم‌شنوا از جامعه و در نتیجه عدم پیشرفت و توسعه شخصیت و جنبه‌های دیگر رشد وی خواهد شد. سیستم دهلیزی یکی از سه سیستم مؤثر در حفظ وضعیت بدنی و تحرک است. منابع متعددی استفاده از اطلاعات سیستم دهلیزی را برای حفظ وضعیت و تعادل تعیین‌کننده دانسته و در حد میزان کاربرد اطلاعات بینایی و حس پیکری ذکر کرده‌اند؛ بنابراین بررسی سهم این سیستم در کنترل پوسچر و تعادل ضروری به نظر می‌رسد.<sup>[۲،۱]</sup> بررسی‌های اولیه بر روی عملکرد حرکتی کودکان ناشنوا نشان می‌دهد که این افراد در مقایسه با کودکان طبیعی، در توانایی‌های تعادلی مشکل دارند و عدم ثبات بیشتری را در کنترل پوسچر خود نسبت به افراد طبیعی نشان می‌دهند.<sup>[۴-۶]</sup> در بررسی‌های چندگانه نشان داده شد که کودکان ناشنوا، تناسب جسمانی کمتری را نسبت به هم‌تایان شنوای خود دارند و به صورت حداقلی سطح تناسب قابل قبولی را با استانداردهای تناسب جسمانی دارند. افزایش فعالیت‌های ورزشی می‌تواند این نقص را کاهش دهد و ورزش، می‌تواند به عنوان یک مداخله درمانی قوی برای کودکان با اختلالات عملکردی در سیستم دهلیزی و تعادل در نظر گرفته شود.<sup>[۷]</sup> همان‌گونه که در بالا اشاره شد، سیستم دهلیزی یکی از سه سیستم مؤثر در حفظ تعادل است، بررسی سهم آن در کنترل پوسچر و تعادل و تأثیر ورزش در رشد و بهبود این سیستم، امری ضروری به نظر می‌رسد. اختلال در عملکرد اندام‌های اتولیتی به راحتی در افراد با افت حسی-عصبی در حد عمیق نادیده گرفته می‌شود، نتایج ارزیابی عملکرد اتولیتی کودکان دچار کم‌شنوایی حسی-عصبی در حد عمیق و مقایسه آن‌ها با افراد طبیعی، با استفاده از آزمون‌های oVEMP و cVEMP نشان داده که پاسخ‌های افراد ناشنوا در مقایسه با افراد طبیعی، به طور قابل توجهی کمتر بوده است.<sup>[۵]</sup> در ابتدا به صورت کوتاه به مطالعاتی که در این زمینه است اشاره خواهد شد، بعد از آن تمرکز بحث مقاله حاضر در مورد مطالعات مختلفی در ناشنوایان مطلق و عمیق مادرزادی است که به دلیل نقص در سیستم دهلیزی خود، توانایی حفظ تعادل و کنترل پوسچر ضعیف‌تری نسبت به افراد سالم دارند، سپس با طرح این سؤال که آیا فعالیت‌های ورزشی مستمر، می‌تواند موجب ایجاد تفاوت در کارایی سیستم‌های حسی به خصوص سیستم دهلیزی درگیر در فرآیند کنترل پوسچر شود، به مرور مقالات متعددی که در خصوص سازگاری‌های مختلف حسی و حرکتی که در اثر شرکت مستمر در فعالیت‌های ورزشی مختلف به وجود می‌آید، پرداخته می‌شود. لازم به ذکر است که تحقیقات زیادی در خصوص تأثیر گیرنده‌های دهلیزی بر کنترل پوسچر، در افراد سالم و در موارد کمی بر روی ناشنوایان انجام گرفته، با توجه به اینکه تاکنون در ایران هیچ‌گونه تحقیقی صرفاً وضعیت سیستم دهلیزی محیطی را در ناشنوایان ورزشکار و غیرورزشکار بررسی نکرده است و ارزیابی جامعی از وضعیت تعادل و عملکرد اندام‌های اتولیتی با استفاده از آزمون‌های VEMP گردنی و چشمی در ناشنوایانی که به طور مستمر در فعالیت‌های ورزشی شرکت کرده‌اند، در مقایسه با ناشنوایان غیرورزشکار انجام نشده است. به درستی مشخص نیست که اختلال در داده‌های سیستم دهلیزی در دوران رشد، چگونه عملکرد سیستم حسی پیکری و بینایی را در حفظ تعادل و کنترل پوسچر ناشنوایان جهت‌دهی می‌کند. آیا شرکت در فعالیت‌های ورزشی مستمر، می‌تواند موجب ایجاد تفاوت در کارایی سیستم دهلیزی درگیر در فرآیند کنترل پوسچر شود؟ و در صورت پاسخ مثبت، میزان کارایی این سیستم حسی در دو گروه ناشنوایان ورزشکار و غیرورزشکار چگونه است که به این سؤالات قرار است در مقاله حاضر که هم‌اکنون در حال بررسی است پاسخ داده شود. در ادامه به مطالعات بسیار محدودی که در این زمینه وجود دارد اشاره خواهد شد.

## مواد و روش‌ها

جستجو بین مقالات با بیش‌ترین میزان ارجاعات از سال‌های ۱۹۳۲ میلادی تاکنون با کلید واژه‌های پتانسیل برانگیخته دهلیزی گردنی، پتانسیل برانگیخته دهلیزی چشمی، کنترل پوسچر در ناشنوایان، تأثیر ورزش بر سیستم‌های حسی، در بانک‌های اطلاعاتی Science Direct, Elsevier, Google Scholar, PubMed, Ebsco, Proquest, Scopus انجام شد.

## یافته‌ها

افزون بر ۳۰۰ مقاله با موضوعات مرتبط با کنترل پوسچر در افراد کم‌شنوا و تأثیر ورزش بر سیستم‌های حسی و پتانسیل‌های برانگیخته دهلیزی در طی جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی مذکور قابل دستیابی بود. برای اصلاح جستجوی خود و برای محدود کردن یافته‌ها از Limit در Pubmed و از کلید واژه‌های جزئی‌تری استفاده شد. از این بین سعی شد بیشتر به بررسی مقالات با بیش‌ترین میزان ارجاع و مرتبط با موضوع مقاله تمرکز شود که در نهایت از ۳۹ مقاله به صورت کامل و ۷ مقاله به صورت خلاصه که به صورت پژوهشی انجام شده بودند، برای نگارش مقاله حاضر استفاده شد.

## بحث

آسیب به حلزون گوش داخلی موجب کم‌شنوایی حسی-عصبی می‌شود که این آسیب تنها شامل بخش شنوایی نیست، بلکه بخش دهلیزی نیز درگیر است. آسیب به فیبرهای آوران دهلیزی یک توضیح احتمالی جهت این نقص تعادلی است. Ozeki و همکاران در ژاپن گزارش کردند که در سه فرد بزرگسال با کم‌شنوایی عمیق اکتسابی، ۴ گوش از ۶ گوش VEMP طبیعی نشان دادند که با استفاده از محرک کلیک انجام شده بود.<sup>[۸]</sup> Murofushi و همکاران در ژاپن گزارش کردند که ۳ گوش ۱۰ درصد پاسخ‌های برانگیخته تن برست ۵۰۰ هرتز کوتاه طبیعی نشان دادند و پاسخ‌های برانگیخته کلیک در اختلالات دهلیزی-حلزونی دچار کاهش شد.<sup>[۹]</sup>

Zhou و همکاران در کشور ژاپن عملکرد اتولیتی ۲۳ کودک دچار کم‌شنوایی حسی-عصبی دوطرفه در حد شدید تا عمیق را با استفاده از آزمون‌های (cVEMP) بررسی و نتایج آن با ۲۰ کودک با شنوایی طبیعی مقایسه کردند. در این بررسی، میزان پاسخ، آستانه دامنه، نهفتگی امواج p1 و n1 و نهفتگی بین قله‌ای ارزیابی شد. بادی‌های برنجی نتایج به دست آمده، پاسخ (cVEMP) در ۲۱ کودک از ۲۳ کودک دچار کم‌شنوایی حسی-عصبی به دست آمد (۹۱ درصد). آستانه (cVEMP) در کودکان دچار کم‌شنوایی حسی-عصبی نسبت به کودکان با شنوایی طبیعی به طور قابل توجهی بالاتر و دامنه امواج آن‌ها پایین تر بود. تفاوتی از نظر نهفتگی امواج p1 و n1 بین دو گروه مشاهده نشد. در این بررسی مشخص شد که کسب نتایج غیرطبیعی در آزمون (cVEMP) به دلیل اختلال در عملکرد اتولیتی است که این اختلال ناشی از افت حسی-عصبی شدید تا عمیق در این افراد است.<sup>[۱۰]</sup>

در یک بررسی انجام‌شده توسط Satbir Singh و همکاران در کشور هند، ۱۵ کودک با کم‌شنوایی حسی-عصبی عمیق ۱۲-۴ ساله (۱۲ پسر و ۳ دختر) به عنوان گروه مورد مطالعه و ۱۰ کودک (۶ پسر و ۴ دختر) با شنوایی طبیعی به عنوان گروه کنترل با استفاده از آزمون VEMP مورد ارزیابی قرار گرفتند. در گروه مورد مطالعه میانگین نهفتگی n1 ۶۸/۲۳ میلی‌ثانیه و p1 ۱۲/۱۵ میلی‌ثانیه و در گروه کنترل میانگین نهفتگی n1 ۶۸/۲۳ میلی‌ثانیه و p1 ۳۹/۱۵ میلی‌ثانیه بود. مقایسه میانگین نهفتگی n1 و p1 بین دو گروه تفاوت قابل توجهی را نشان نمی‌داد. به علاوه میانگین دامنه VEMP در گروه مورد مطالعه ۷۵/۷۶ میکرو ولت و در گروه کنترل ۱۶۰/۵۱ میکرو ولت بود. مقایسه میانگین دامنه بین دو گروه تفاوت‌های آماری قابل توجهی را نشان داد. ۲ کودک از ۱۵ کودک مورد مطالعه پاسخ VEMP را در هیچ یک از گوش‌ها نشان ندادند. در این بررسی درصد بالایی از ابنورمالیتی در آزمون VEMP در کودکان ناشنوا نشان داده شد، همگی کودکان در گروه مورد مطالعه کاهشی را در دامنه p1-n1 در مقایسه با گروه کنترل نشان دادند.<sup>[۱۱]</sup>

Xin-Da Xu و همکاران در کشور ژاپن عملکرد اتولیتی ۴۳ کودک دچار کم‌شنوایی حسی-عصبی در حد عمیق را با استفاده از آزمون‌های (oVEMP and cVEMP) بررسی و نتایج آن با ۲۰ کودک با شنوایی طبیعی مقایسه کردند. در این بررسی، میزان پاسخ، آستانه دامنه، نهفتگی امواج p1 و n1 و نهفتگی بین قله‌ای ارزیابی شد. بر اساس نتایج به دست آمده، در کودکان ناشنوا میزان پاسخ oVEMP and cVEMP به ترتیب ۵۸/۱ درصد و ۶۱/۹۰ درصد بود و به طور قابل توجهی کمتر از کودکان با شنوایی طبیعی بود (۱۰۰ درصد پاسخ). در کودکان ناشنوایی که امکان ثبت oVEMP and cVEMP وجود داشت، افزایش در آستانه و کاهش در دامنه به دست آمد. نتایج این بررسی نشان داد که میزان پاسخ‌های کودکان ناشنوا در مقایسه با همتایان طبیعی، به طور قابل توجهی کمتر است. به علاوه در این بررسی مشخص شد که اختلال عملکرد اتولیتی یک به راحتی در افراد با افت حسی-عصبی در حد عمیق نادیده گرفته می‌شود که در آزمون VEMP قابل مشاهده است؛ بنابراین لازم است که در فرآیند تشخیص و درمان افراد دچار کم‌شنوایی حسی-عصبی در حد عمیق، عملکرد وستیبولار به طور کامل مورد بررسی قرار گیرد.<sup>[۱۲]</sup>

Singh و همکاران در کشور هند عملکرد اتولیتی ۱۵ کودک دچار کم-شنوایی حسی-عصبی دوطرفه در حد شدید تا عمیق را با استفاده از آزمون cVEMP در مقایسه با ۱۰ کودک با شنوایی طبیعی مورد بررسی قرار داد. بادی‌های برنجی نتایج به دست آمده مقایسه نهفتگی امواج n1 و p1 بین گروه مورد مطالعه و گروه کنترل تفاوت قابل توجهی را نشان نداد، از لحاظ میانگین دامنه پاسخ‌های vemp بین دو گروه تفاوت قابل توجهی وجود داشت.<sup>[۱۳]</sup> از آنجایی که عملکرد سیستم دهلیزی نقش بسیار مهمی در رشد و توسعه حرکات بدنی درشت دارد، لازم است ادیولوژیست‌ها و اتولوژیست‌ها عملکرد اتولیتی کودکان دچار کم-شنوایی حسی-عصبی را مورد بررسی قرار دهند و شناسایی نقص دهلیزی را در کودکان ناشنوا جدی بگیرند.

Inoue و همکاران در کشور ژاپن عملکرد سیستم عصبی دهلیزی فوقانی و تحتانی نوزادان ۱۷-۲۰ ماهه دچار کم-شنوایی عمیق را در مقایسه با هم‌تایان شنوا مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه برای بررسی عملکرد سیستم عصبی دهلیزی فوقانی از آزمون کالریک و برای بررسی عملکرد سیستم دهلیزی تحتانی از آزمون VEMP استفاده شد. رشد حرکات بدنی درشت (gross) با استفاده از سن اکتساب کنترل سر و راه رفتن غیروابسته ارزیابی شد. از کودکانی که در آزمون‌های عملکردی وستیبولار عملکرد صحیحی داشتند، ۳۱ مورد از ۷۵ کودک (۳۱ درصد) در آزمون کالریک و ۲۶ مورد از ۶۲ کودک (۴۱ درصد) در آزمون VEMP نتایج غیرطبیعی را نشان دادند. کودکانی که نتایج غیرطبیعی در آزمون‌های عملکردی دهلیزی نشان دادند، تأخیر قابل توجهی در کسب کنترل سر و نیز در راه رفتن مستقل نسبت به کودکان طبیعی نشان دادند. کودکانی که در هر دو آزمون‌های پاسخ‌های غیرطبیعی داشتند، بیش‌ترین تأخیر را در کسب عملکرد حرکات بدنی درشت نسبت به دیگر گروه‌ها نشان دادند. بادی‌های برنجی نتایج به دست آمده، نوزادان با پاسخ‌های غیرطبیعی در سیستم دهلیزی به طور قابل توجهی در کسب کنترل سر و راه رفتن بدون کمک دچار تأخیرند و کودکان دارای افت حسی-عصبی عمیق، دچار اختلال در سیستم دهلیزی فوقانی و تحتانی هستند و این دو سیستم در توسعه و رشد عملکرد حرکات بدنی درشت در نوزادان اهمیت دارند.<sup>[۱۴]</sup>

بررسی‌های صورت گرفته بر روی عملکرد حرکتی کودکان ناشنوا نشان می‌دهد که این افراد در مقایسه با کودکان با شنوایی طبیعی، دچار نقص در توانایی‌های تعادلی خود هستند.<sup>[۱۵-۱۷]</sup> از آنجایی که در انسان سیستم دهلیزی یکی از سیستم‌های مسئول جهت تنظیم حفظ تعادل است، این افراد ممکن است در کنترل پوسچر خود عدم ثبات را نشان داده و یا در مقایسه با افراد طبیعی به صورت ناهماهنگ عمل کند.<sup>[۴]</sup> بر اساس مطالعات انجام‌شده، کاهش فعالیت سیستم دهلیزی در ارزیابی‌های اتونورولوژیک کودکان با افت حسی-عصبی عمیق، یک یافته رایج است.<sup>[۱۸، ۱۹]</sup> Long یکی از اولین کسانی بود که در نیویورک، به بررسی مهارت‌های تعادلی در کودکان ناشنوا پرداخت و نشان داد که مهارت‌های تعادلی کودکان ناشنوا به طور قابل توجهی پایین‌تر از هم‌تایان شنوا است.<sup>[۱۶]</sup> Boyd در انگلستان، به بررسی تعادل دینامیک و استاتیک کودکان ناشنوا پرداخت و گزارش کرد، بین کودکان ناشنوا و کودکان با شنوایی طبیعی از نظر تعادل استاتیک و دینامیک در تمام سنین تفاوت‌های قابل توجهی مشاهده می‌شود.<sup>[۱۷]</sup> تعدادی از مطالعات اخیر در مورد کودکانی است که در آن‌ها عمل کاشت حلزون انجام شده است.<sup>[۱۹]</sup> مسئله مورد بررسی در این کودکان این بود که آیا کودکان دارای کاشت حلزون، مشکلات حرکتی دارند یا خیر؟ یافته‌های به دست آمده نتایج متناقضی داشته است، در چند بررسی مشخص شد که تفاوتی بین کودکان ناشنوا دارای کاشت حلزون و کودکان طبیعی از نظر انجام مهارت‌های حرکتی وجود ندارد. در مطالعات دیگر کودکان ناشنوا با کاشت حلزون، عملکرد حرکتی پایینی نشان دادند. نتایج مطالعات Schlumberger و همکاران در کشور اسپانیا نشان می‌دهد تحریک شنوایی با کاشت حلزون برای انجام عملکردهای حرکتی طبیعی ناکافی است، چرا که کودکان با کاشت حلزون نسبت به کودکان شنوا، در رشد توانایی‌های حرکتی پیچیده و تعادل، دچار تأخیرند.<sup>[۲۰]</sup> بر اساس بررسی انجام‌شده توسط Derlich و همکاران در برزیل که کنترل پوسچر ۲۹ کودک ناشنوا و ۲۹ کودک با شنوایی طبیعی به عنوان گروه کنترل را با استفاده از صفحه نیرو (force platform) مورد ارزیابی قرار داد، گزارش شد که عملکرد کنترل پوسچر کودکان ارزیابی‌شده بسیار با یکدیگر متفاوت است و کودکان دچار افت حسی-عصبی، عدم ثبات پوسچر بیشتری نشان می‌دهند.<sup>[۲۱]</sup> در یک بررسی مشابه توسط Renato de و همکاران در برزیل همین نتایج کسب شد.<sup>[۲۲]</sup> در این مطالعه ۹۶ دانش‌آموز شامل ۴۸ فرد با شنوایی طبیعی و ۴۸ فرد کم‌شنوا (سن ۷ تا ۱۸ سال)، از هر دو جنسیت، با استفاده از سیستم امتیازدهی خطای تعادل (BESS) مورد مطالعه قرار گرفتند. در دو وضعیت حسی کنترل پوسچر در این افراد ارزیابی شد (سطح ثابت و سطح غیرثابت). بر اساس نتایج این مطالعه دانش‌آموزان کم‌شنوا عدم ثبات بیشتری را در کنترل پوسچر نسبت به کودکان با شنوایی طبیعی نشان دادند و بین دو گروه تفاوت‌های قابل توجهی مشاهده شد. به علاوه کودکان با افت شدید و عمیق عدم ثبات بیشتری را در مقایسه با کودکان با درجه کم-شنوایی ملایم و متوسط نشان دادند. این نتایج ممکن است مربوط به درگیری سیستم وستیبولار در نتیجه آسیب به گوش داخلی باشد

که می‌تواند با انجام برخی مهارت‌های حرکتی کودکان که به ثبات پوسچر مناسبی نیاز دارند، مداخله کند و تأثیر منفی بر روی تناسب جسمانی و یا تمرینات ورزشی آن‌ها داشته باشد. Derlich و همکاران همچنین گزارش کردند. طی ارزیابی بر روی سطح غیرثابت، بین دو گروه مورد بررسی تفاوت‌های قابل توجهی مشاهده شد، کودکان ناشنوا، در کنترل پوسچر خود انحراف بیشتری را نشان دادند که عمدتاً انحراف در جهت داخلی-طرفی وجود داشت. درحالی‌که در ارزیابی بر روی سطح ثابت، بین دو گروه هیچ تفاوتی مشاهده نشد.<sup>[۳۱]</sup> Sousa و همکاران در کشور فرانسه در ۱۰۰ کودک ۷-۱۰ سال شامل ۴۳ کودک ناشنوا و ۵۷ کودک با شنوایی طبیعی با استفاده از صفحه نیرو (force platform) به بررسی کنترل پوسچر پرداختند. بر اساس نتایج وی تفاوت‌هایی بین دو گروه مشاهده شد و گروه ناشنوا نوسان بیشتری را در کنترل پوسچر در تمام ارزیابی‌ها نشان دادند.<sup>[۳۳]</sup> بر اساس نتایج به دست آمده، حساس‌ترین وضعیت، در هر دو بررسی برای کشف تفاوت‌های بین دو گروه، قرار گرفتن پاها در کنار هم با چشمان بسته بود.<sup>[۳۲]</sup>

Melo و همکاران در کشور برزیل، موقعیت و امتداد سر ۹۶ دانش‌آموز ۷-۱۸ سال، شامل ۴۸ کودک با شنوایی طبیعی و ۴۸ کودک ناشنوا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج به دست آمده نشان داد تفاوت‌هایی میان وضعیت قرارگیری سر کودکان کم-شنوا، نسبت به هم‌تایان شنوا وجود دارد، به طوری که کودکان ناشنوا، میزان وقوع بالاتری از تغییرات نابجا در کنترل سر نشان دادند. بر این اساس محققین نتیجه گرفتند که کودکان ناشنوا نسبت به کودکان شنوا، تغییرات وضعیتی بیشتری را در نخاع نشان می‌دهند.<sup>[۴]</sup> De Sousa و همکاران در کشور فرانسه ۱۰۰ کودک، شامل ۵۰ کودک ناشنوا به عنوان گروه شاهد و ۵۰ کودک با شنوایی طبیعی به عنوان کنترل را با استفاده از force platform و AccuSway Plus از نظر کنترل پوسچر مورد بررسی قرار دادند. نتایج به دست آمده نشان داد، کودکان ناشنوا عملکرد تعادلی ضعیف‌تری را در مقایسه با گروه کنترل داشتند. به علاوه عدم ثبات در کنترل پوسچر، بیشتر در جهت قدامی-خلفی ایجاد می‌شود.<sup>[۳۴]</sup> Harman و همکاران در نیوزلند، عملکرد حرکتی ۴۲ کودک ناشنوا در فعالیت‌های ورزشی را در مقایسه با هم‌تایان شنوا مورد بررسی قرار دادند، بر اساس نتایج به دست آمده، کودکان ناشنوا محدودیت بیشتری در مهارت‌های دستی (۶۲ درصد)، مهارت‌هایی با توپ (۵۲ درصد) و مهارت‌های حفظ تعادل بدن (۴۵ درصد)، در مقایسه با کودکان طبیعی داشتند و پیشنهاد شد که بهبود این مهارت‌های حرکتی، می‌تواند تأثیر مثبتی در فعالیت‌های ورزشی این کودکان ایجاد کند.<sup>[۳۵]</sup> این مطلب اهمیت آگاهی متخصصین مرتبط با این کودکان از جمله متخصصین گوش، حلق و بینی، گفتار درمانان و همچنین افرادی که در رابطه با رفتارهای حرکتی کودکان کار می‌کنند را نشان می‌دهد که اکثر آن‌ها از آن مطلع نیستند.<sup>[۳۶]</sup> در بررسی انجام‌شده توسط Aneliza Maria Monterio و همکاران در برزیل وضعیت تعادلی ۱۰۰ کودک ۷-۱۰ ساله شامل ۵۷ کودک با شنوایی طبیعی و ۴۳ کودک ناشنوا دو طرفه، با استفاده از force platform و AccuSway Plus مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج این مطالعه کودکان ناشنوا در مراحل مختلف ارزیابی عملکرد تعادلی ضعیف‌تری نسبت به کودکان با شنوایی طبیعی نشان دادند.<sup>[۳۷]</sup> در یک مطالعه توسط De Kegel و همکاران در برزیل کنترل پوسچر در ۴۹ کودک با شنوایی طبیعی و ۲۳ کودک ناشنوا در محدوده‌ی سنی ۱۲-۶ سال را با استفاده از AGG<sup>۱</sup> و آزمون‌های کلینیکی تعادلی مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج به دست آمده، گزارش شد که کودکان ناشنوا در کنترل پوسچر خود، عدم ثبات بیشتری را نسبت به هم‌تایان شنوای خود، نشان می‌دهند که این عدم ثبات می‌تواند، باعث تغییرات در موقعیت و پوسچر بدن در این افراد شود.<sup>[۱۹]</sup> با توجه به نتایج بررسی‌های مختلف که در بالا به آن‌ها اشاره شد، عملکرد حرکتی کودکان ناشنوا نشان می‌دهد که این افراد در مقایسه با کودکان طبیعی، در توانایی‌های تعادلی مشکل دارند و عدم ثبات بیشتری را در کنترل پوسچر خود نسبت به افراد طبیعی نشان می‌دهند.<sup>[۴-۶]</sup> در بررسی‌های چندگانه نشان داده شد که کودکان ناشنوا، تناسب جسمانی کمتری را نسبت به هم‌تایان شنوای خود دارند و به صورت حداقلی سطح تناسب قابل قبولی را با استانداردهای تناسب جسمانی دارند. افزایش فعالیت‌های ورزشی می‌تواند این نقص را کاهش دهد و ورزش می‌تواند به عنوان یک مداخله درمانی قوی برای کودکان با اختلالات عملکردی در سیستم دهلیزی و تعادل در نظر گرفته شود.<sup>[۷]</sup> بررسی‌های متعددی در مورد سازگاری‌های مختلف حسی و حرکتی که در اثر شرکت مستمر در فعالیت‌های ورزشی مختلف به وجود می‌آید، انجام شده است. هر ورزشی به سطوح مختلفی از فرآیندهای حسی-حرکتی برای اجرای مهارت‌ها و حفظ سیستم عصبی-عضلانی نیاز دارد.<sup>[۲۸، ۲۹]</sup> برای نمونه، ژیمناست‌ها اغلب مانورهای جهشی، غلت زدن و پشتک‌وارو را اجرا می‌کنند و روی سطوحی با سفتی متغیر پابرنه حرکت می‌کنند و بسیاری از مهارت‌های آن‌ها به قدرت و دامنه‌ی حرکتی زیادی نیاز دارد.<sup>[۲۹، ۲۸]</sup> بسکتبالیست‌ها اغلب با اندام فوقانی مهارت‌های شوت زدن، دریبل و پاس دادن را اجرا کرده و روی سطوح سفت با کفش حرکت می‌کنند و مهارت‌هایشان به شتاب مفصلی زیاد نیاز دارد.<sup>[۲۸]</sup> در مقابل، فوتبالیست‌ها با استفاده از پاها، مهارت‌های مختلف پاس زمینی، شوت زدن و دریبل را اجرا و روی زمین‌های مختلف خاکی یا چمن درحالی‌که کفش‌های استوک دار یا بدون استوک به پا دارند، حرکت می‌کنند.<sup>[۲۸]</sup> شناگران اغلب در آب درحالی‌که بدنشان به طور افقی روی آب شناور است، تمرین می‌کنند.<sup>[۳۰]</sup> بنابراین نیازهای مهارتی و محیطی ورزش‌های یادشده سبب می‌شود سیستم‌های حسی-حرکتی در هر

<sup>۱</sup> AccuGait Portable Forceplate

کدام به طور متفاوتی درگیر شود؛ به عبارت دیگر شناگران برای حفظ تعادل در آب از اطلاعات سیستم دهلیزی استفاده می‌کنند، درحالی‌که ژیمناست‌ها و فوتبالیست‌ها بیشتر از اطلاعات سیستم حسی-پیکری و بسکتبالیست‌ها بیشتر از اطلاعات سیستم بینایی برای حفظ تعادل حین تمرینات استفاده می‌کنند.<sup>[۳۰]</sup> تغییرات پوسچری بر اساس تمرینات ورزشی مختلف، متفاوت است و به نظر می‌رسد هر ورزشی سازش پوسچری ویژه‌ای را توسعه می‌دهد. برای نمونه، تمرینات جودو به افزایش اهمیت اطلاعات حسی-پیکری منجر می‌شود.<sup>[۲۸]</sup> در بازی فوتبال و بسکتبال، دقت در تعیین فاصله یا مسیر توپ و قضاوت صحیح درباره‌ی فاصله از هم‌تیمی‌ها و حریفان، از موارد تعیین‌کننده در موفقیت به شمار می‌آید و این موارد به سلامت سیستم بینایی وابسته است. همچنین فوتبالیست‌ها برای اجرای تکنیک‌ها، بیشتر از اندام تحتانی استفاده می‌کنند که به نظر می‌رسد سیستم بینایی و حسی-پیکری در حفظ تعادل آن‌ها نقش موثرتری داشته باشد. شناگران از سیستم دهلیزی برای ایجاد تعادل در اجرای حرکات و تکنیک‌های خود در آب استفاده می‌کنند؛ بنابراین ممکن است حس دهلیزی این افراد از کارایی بیشتری در حفظ تعادل برخوردار باشد.<sup>[۳۰]</sup> ورزش تکواندو به ویژه انجام ورزش‌هایی که به انجام حرکات با مهارت و سرعت بالا نیاز دارد، توانایی کنترل پوسچرال را در این افراد افزایش می‌دهد و شاید بتوان گفت تمرین‌های مستمر تکواندو، سیستم‌های حسی مختلفی را تحریک می‌کند.

Pieter در لندن عملکرد تعادلی بین بزرگسالان و نوجوانان تکواندوکار را مقایسه کرد و دریافت که این نوجوانان می‌توانند، تعادل ایستاده و قائم خود را بیشتر از بزرگسالان حفظ کنند. در این بررسی عملکرد تعادلی افراد تکواندوکار در مقایسه با گروه کنترل بررسی نشد.<sup>[۳۱]</sup> بر اساس نتایج به دست آمده در مطالعات Nien و همکاران در کشور ژاپن گزارش شد، در ورزش تکواندو، زمان حرکت، سرعت قله‌ی واکنش لگد زدن به ترتیب در محدوده‌های بین ۲۲ تا ۳۱ درصد و ۱۶/۴ تا ۱۳/۴ میلی‌ثانیه است. با این سرعت و قدرت در ضربه لگد زدن، ایستادن خوب و مناسب و حرکت پا برای حفظ تعادل و جلوگیری از آسیب رساندن به خود ضروری است. ورزش تکواندو به ویژه انجام ورزش‌هایی که به انجام حرکات با مهارت و سرعت بالا نیاز دارند، توانایی کنترل پوسچر را در افراد ورزشکار افزایش می‌دهد. تمرینات تکواندو شامل پریدن‌های مکرر و تغییر وزن است که مشابه با رشته‌های ژیمناستیک و باله است؛ بنابراین منطقی است که گفته شود تمرینات تکواندو سیستم‌های حسی مختلفی را تحریک می‌کند و همان‌طور که در دیگر ورزش‌ها گزارش شده، کنترل پوسچر بدن را افزایش می‌دهد.<sup>[۳۲]</sup> بر اساس نتایج بررسی‌های Shirley S.M. Fong و همکاران در کشور چین که تأثیر کوتاه‌مدت تمرینات تکواندو بر ر سازماندهی حسی و کنترل تعادل در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی (DCD<sup>۲</sup>) را ارزیابی کرد، مشخص شد که این ورزش می‌تواند تعادل ایستاده یک‌طرفه (یک پا) و عملکرد وستیبولار آسیب‌دیده در کودکان DCD را بهبود بخشد. در این مطالعه به ارزیابی تأثیر سه ماه تمرینات تکواندو بر روی سازماندهی حسی و تعادل ایستاده با استفاده از SOT<sup>۳</sup>، در کودکان دچار اختلال هماهنگی رشدی پرداخت. گروه مورد بررسی آن‌ها شامل ۴۴ کودک دچار نقص هماهنگی رشدی ۷-۱۳ ساله و ۱۸ کودک طبیعی ۷-۱۰ ساله بود. ۲۱ کودک دچار نقص به مدت ۳ ماه تمرینات تکواندو را هر روز به مدت ۱ ساعت انجام دادند. ۲۳ کودک دچار نقص هیچ تمرینی را انجام ندادند. آن‌ها گزارش کردند که گروه کودکان دچار نقص که تمرینات تکواندو را انجام می‌دادند، بهبود قابل‌توجهی در عملکرد سیستم دهلیزی خود، در SOT نشان دادند. در SOT بهبودی در عملکرد سیستم سوماتوسنسوری گروه دچار نقص بعد از انجام تمرینات ۳ ماهه تغییری مشاهده نشد. آن‌ها گزارش کردند که انجام سه ماه تمرینات ورزش تکواندو می‌تواند تعادل ایستاده کودکان با اختلالات هماهنگی رشدی را افزایش دهد و عملکرد تعادلی آن‌ها می‌تواند بعد از ۳ ماه تمرینات روزانه تکواندو به حد استاندارد برسد. یافته‌های دیگر این مطالعه نشان دادند که قبل از مداخلات و انجام تمرینات تکواندو، کودکان DCD نوسان سریع‌تری در وضعیت ایستاده با یک پا داشتند و در SOT عملکرد سیستم دهلیزی پایین‌تری نسبت به کودکان طبیعی داشتند، آن‌ها توصیه کردند که می‌توان تکواندو را به عنوان یک فعالیت درمانی برای کودکان DCD پیشنهاد کرد.<sup>[۳۳]</sup> در این بررسی کودکان DCD (با و بدون تمرینات تکواندو) نشان دادند که برای حفظ تعادل، مشابه با تکواندوکاران طبیعی و غیر تکواندوکاران، به اطلاعات سوماتوسنسوری وابسته هستند.<sup>[۳۴]</sup> عملکرد سوماتوسنسوری در SOT قبل و بعد از آزمون، مشابه با کودکان طبیعی بود که نشان می‌دهد بلوغ عملکردی سوماتوسنسوری در سن ۳ یا ۴ سالگی است.<sup>[۳۵]</sup> این کودکان اغلب عملکرد سوماتوسنسوری توسعه‌یافته‌ای را نشان دادند. ورزش تکواندو ممکن است، بهبود اضافه‌ای را در این رابطه نداشته باشد.<sup>[۳۴]</sup> این یافته با برخی گزارش‌ها در تضاد است که حس عمقی می‌تواند در بزرگسالان با انجام تمرین‌های ورزشی بهبود یابد.<sup>[۳۶]</sup> این ممکن است یک یافته معتبر از توانایی کودکان دچار DCD و تأثیر ورزش تکواندو در آن‌ها جهت بهبود سوماتوسنسوری نباشد، چرا که مداخلات نسبتاً کوتاه بود، انجام تمرینات

<sup>2</sup> Developmental Coordination Disorder

<sup>3</sup> Sensory Organization Test

تکواندو به مدت سه ماه، ممکن است جهت بهبود قابل توجه توانمندی این افراد جهت تکیه بر اطلاعات حسی برای تعادل به اندازه کافی نباشد. بررسی‌های دیگری جهت اندازه‌گیری حس عمقی به طور مستقیم نیاز است و اینکه باید مدت زمان مطلوب انجام تمرینات تکواندو برای بهبود حس عمقی در این کودکان مشخص شود. به علاوه کودکان DCD که تمرینات را انجام می‌دادند، زمانی که آن‌ها باید برای حفظ تعادل ایستاده خود بیشتر بر ورودی‌های سیستم دهلیزی تکیه می‌کردند، نوسان بدن کمتری نسبت به کودکان DCD بدون تمرین داشتند. یک یافته جالب این بود که عملکرد سیستم دهلیزی آن‌ها در SOT نسبت به قبل از انجام تمرینات به طور قابل توجهی افزایش یافت و آن‌ها بعد از تمرین استانداردهای رشدی مناسب کودکان را کسب نمودند، درحالی‌که گروه کنترل کودکان DCD (بدون انجام تمرینات) هیچ بهبودی را نشان ندادند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که تکواندو برای بهبود استفاده از اطلاعات سیستم دهلیزی برای کنترل تعادل در کودکان DCD بسیار موثر است. این یافته مشابه با یافته‌های پیشین است که نشان می‌داد تمرینات تکواندو ممکن است موجب رشد و توسعه سیستم دهلیزی برای حفظ ثبات پوسچر شود، به طوری که تثبیت سریع‌تری بعد از فرود آمدن و نشستن در یک افتادن غیرمنتظره داشته باشند.<sup>[۳۷]</sup> تحلیل تکنیک‌های تکواندو نشان می‌دهد که پروتکل‌های تکواندو، بسیاری از حرکاتی که در تمرینات وستیبولار انجام می‌شود مانند چرخش، پریدن که در درمان یکپارچگی و تلفیق (Sensory Integration Therapy) انجام می‌شود را پوشش می‌دهد. درمان تلفیق حسی، یک درمان موثر در موارد نقص‌های حسی است و رشد مهارت‌های حرکتی در کودکان DCD را افزایش می‌دهد و تکنیک‌های لگد زدن‌های چرخشی، لگد به عقب و به طرفین و نیز چرخش‌های سریع (چرخش سرو تنه در وضعیت‌های غیرثابت) و حرکات عمودی، می‌تواند به طور مشابهی عملکردهای وستیبولار و حسی را تحریک کند. طی تمرین‌های تکواندو، این ضربات تکرار می‌شود که سیستم وستیبولار را تحریک کرده و تعادل ایستاده بر روی یک پا را در این کودکان افزایش می‌دهد.<sup>[۳۸]</sup> Young JaeKim و همکاران در کشور کره با استفاده از fMRI و پرسش‌نامه خود ارزیاب و امتیازات حاصل از مقیاس BIS<sup>۴</sup>، ۱۵ کودک تکواندوکار را با یک گروه کنترل شامل ۱۳ کودک هم‌تا که هیچ آموزشی در این زمینه دریافت نکرده بودند را از نظر هوش بدنی و ارتباطات مغزی مورد بررسی قرار داد. آن‌ها گزارش کردند که آموزش تکواندو ممکن است فعالیت‌های بخش‌هایی از مغز که مربوط به دریافت بدن و کنترل خود است را افزایش داده و این ورزش می‌تواند هوش بدنی و ارتباطات مغزی از منحنی به کورتکس فرونتال و پاریتال را افزایش دهد.<sup>[۳۹]</sup> Hio-Teng Leong و همکاران در کشور کره، با استفاده از SOT، عملکرد تعادلی داینامیک ۱۱ نفر از ورزشکاران تکواندوکار با سابقه ۳ سال تمرین را در مقایسه با ۱۱ فرد غیرورزشکار هم‌تای طبیعی مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج گزارش شده، افرادی که تمرینات سطح پایینی از تکواندو را انجام می‌دهند، نسبت به افراد غیرورزشکار عملکرد تعادلی بهتری را طی وضعیت قرارگیری بر روی سطح ثابت با چشمان بسته نشان می‌دهند. این یافته نشان می‌دهد که تکواندوکاران بیشتر بر ورودی‌های سوماتوسنسوری برای حفظ تعادل ایستاده خود تکیه می‌کنند. بر اساس نتایج این مطالعه، تکواندوکاران می‌توانند توانمندی سیستم وستیبولار خود را برای حفظ تعادل، ثبات در نگاه خیره و جهت‌یابی فضایی افزایش دهند. اگرچه تفاوت واقعی بین زمان تثبیت بین تکواندوکاران و افراد غیرورزشکار تنها ۸۰ میلی ثانیه بود، این تفاوت ممکن است، طی مبارزات یا فعالیت‌های بدنی چالش‌برانگیز روزمره از نظر عملکردی مهم باشد. بر اساس نتایج این بررسی، افراد دارای بیشتر از یک سال سابقه تمرین، عملکرد تعادلی بهتری نسبت به افراد غیرورزشکار دارند. به علاوه افراد تکواندوکار، برای حفظ تعادل ایستاده و تعادل بعد از فرود آمدن و نشستن خود، در غیاب ورودی‌های بینایی، بیشتر بر ورودی‌های سوماتوسنسوری و دهلیزی تکیه دارند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که ورزش تکواندو می‌تواند در توانبخشی افرادی با مشکل تعادلی در نتیجه عملکرد ضعیف سیستم حسی، استفاده شود.<sup>[۴۰]</sup> مطالعات نشان داده است که ژیمناست‌ها و جودوکاران، عملکرد تعادلی بهتری نسبت به هم‌تایان غیرورزشکار خود دارند.<sup>[۴۱]</sup> اخیراً در یک بررسی انجام‌شده توسط Bressel و همکاران مشخص شد که ژیمناست‌ها عملکرد تعادلی بهتری نسبت به هم‌تایان غیرورزشکار داشته و حساسیت بالایی در تغییرات در نشانه‌های کوچک در مفصل و شتاب دارند.<sup>[۴۲]</sup> Perrin و همکاران در کشور نیوزلند دریافتند که به دلیل تطابق حسی-حرکتی، جودوکاران عملکرد تعادلی بهتری نسبت به هم‌تایان غیرورزشکار دارند. به علاوه سیستم عصبی آن‌ها برای حفظ تعادل با کارایی زیادی فعالیت می‌کند که با استفاده از اطلاعات حس عمقی موجود، به سازماندهی استراتژی‌ها و الگوهای پوسچرمی پردازد.<sup>[۴۳]</sup> Melvill-Jones و همکاران گزارش کردند که طی افتادن‌های غیرمنتظره، در به زمین نشستن، پاسخ‌های خودکار، به طور عمده توسط سیستم دهلیزی به ویژه ارگان‌های اتولیتی فعال می‌شوند که شتاب خطی افقی و عمودی، موقعیت سر نسبت به نیروی جاذبه را کشف می‌کند. این یافته ممکن است این نتیجه را توضیح دهد که تکواندوکاران به طور قابل توجهی زمان تثبیت کوتاه‌تری نسبت به افراد غیرورزشکار در ارزیابی‌های افتادن دارند، چرا که تمرینات تکواندو شامل چرخش‌ها، پریدن و به زمین نشستن‌هایی با سرعت بالا، طی حمله یا دفاع است.<sup>[۴۴]</sup> Grove و همکاران در بررسی کودکان DCD با SOT در مقایسه با کودکان هم‌تای طبیعی، دریافتند که توانایی استفاده از فیدبک دهلیزی برای تعادل کودکان DCD دچار آسیب است؛ بنابراین ورودی‌های بینایی و

<sup>۴</sup> Body Intelligence Scale



سوماتوسنسوری در کنترل پوسچر این کودکان بیشتر نقش دارند.<sup>[۴۵]</sup> Del Percio و همکاران در مورد ورزش کاراته گزارش کردند که تمرینات لگد زدن و ضربات مکرر به یک هدف متحرک بینایی فضایی، در کاراته‌کاران، به تلفیق و یکپارچگی اطلاعات حسی، از سه سیستم بینایی، دهلیزی و سوماتوسنسوری کمک می‌کند. مکانسیم‌های مغزی برای تلفیق و یکپارچگی ورودی‌های بینایی، دهلیزی و سوماتوسنسوری ممکن است با انجام تمرینات طولانی‌مدت بسیار قوی شده و موجب نوسان بدن کمتر در وضعیت ایستاده شوند.<sup>[۴۳]</sup> همان‌گونه که از قبل اشاره شد و در ادامه دیده شد، تحقیقات زیادی در خصوص تأثیر گیرنده‌های دهلیزی بر کنترل پوسچر، در افراد سالم و در موارد کمی بر روی ناشنوایان انجام گرفته، تاکنون در ایران هیچ‌گونه تحقیقی صرفاً وضعیت سیستم دهلیزی محیطی را در ناشنوایان ورزشکار و غیرورزشکار بررسی نکرده است و ارزیابی جامعی از وضعیت تعادل و عملکرد اندام‌های اتولیتی با استفاده از آزمون‌های VEMP گردنی و چشمی، در ناشنوایانی که به طور مستمر در فعالیت‌های ورزشی شرکت کرده‌اند، در مقایسه با ناشنوایان غیرورزشکار انجام نشده است. تنها در یک بررسی با استفاده از آزمون cVEMP به بررسی تأثیر شرکت در فعالیت‌های ورزشی مستمر، در ایجاد تفاوت در کارایی سیستم دهلیزی درگیر در فرآیند کنترل پوسچر پرداخته شد. Yulian Jin و همکاران در کشور ژاپن، به بررسی نتایج آزمون VEMP، نقص سیستم دهلیزی در ۱۶ ورزشکار ناشنوای عمیق مادرزادی شرکت‌کننده در مسابقات جهانی المپیک پرداختند و نتایج آن‌ها با گروه دارای شنوایی طبیعی مقایسه شد. در آزمون VEMP با استفاده از محرک کلیک، ۲۴ گوش (۷۵ درصد) پاسخ طبیعی و ۵ گوش (۱۶ درصد) پاسخ‌های کاهش‌یافته نشان داده و ۳ گوش (۹ درصد) هیچ پاسخی را نشان ندادند. با استفاده از محرک تن برست کوتاه ۵۰۰ هرتز، ۲۸ گوش (۸۷/۵ درصد) پاسخ طبیعی و ۴ گوش (۱۲/۵ درصد) پاسخ‌های کاهش‌یافته‌ای را نشان دادند. با استفاده از محرک کلیک تفاوت قابل توجهی در زمان نهفتگی موج p13 و n23 بین دو گروه ورزشکار و کنترل مشاهده نشد. تفاوت قابل توجهی در نهفتگی n23 بین دو گروه و نیز در دامنه بین دو گروه مشاهده نشد. با استفاده از محرک تن برست ۵۰۰ هرتز، تفاوت قابل توجهی در نهفتگی موج p13 بین دو گروه مشاهده نشد، ولی تفاوت قابل توجهی در نهفتگی موج n23 بین دو گروه مشاهده شد. از نظر دامنه بین دو گروه تفاوت قابل توجهی مشاهده نشد. نتایج این مطالعه نشان داد که VEMP در پاسخ به محرک کلیک و تن برست ۵۰۰ هرتز در ۲۵ درصد ورزشکاران ناشنوای مادرزادی عمیق غیرطبیعی است که این نتیجه ثابت می‌کند که بخشی از نقص وستیبولار مادرزادی در ناشنوایان ورزشکار، در نتیجه‌ی فعالیت در سطوح بالای ورزشی، به خوبی جبران می‌شود. در این بررسی افراد ناشنوای عمیق مادرزادی ورزشکار، ۸۷ درصد افراد پاسخ‌های تن برست کوتاه ۵۰۰ هرتز طبیعی نشان دادند و ۷۵ درصد پاسخ‌های کلیک طبیعی نشان دادند. مطالعات Yulian Jin نشان داد که VEMP با تن برست کوتاه در همه‌ی افراد با کم‌شنوایی حسی-عصبی عمیق اکتسابی وجود داشت؛ بنابراین می‌توان ثابت کرد که VEMP منشأ دهلیزی دارد و نه منشأ حلزونی.<sup>[۴۶]</sup> گزارش‌ها کمی در رابطه با نتایج بررسی آزمون VEMP در افراد بزرگ‌سال با کم‌شنوایی عمیق مادرزادی دوطرفه وجود دارد و در کودکان با کم‌شنوایی عمیق مادرزادی دوطرفه، میزان وجود VEMP طبیعی در محدوده‌ی ۵۰-۵۸ درصد گزارش شده است.<sup>[۴۷-۴۸]</sup> بنابراین میزان وجود VEMP در میان ناشنوایان مادرزادی ورزشکار بزرگ‌سال در مطالعه حاضر بسیار بالاتر از نتایج گزارش شده در مطالعات پیشین است. در مطالعات Yulian Jin 6 گوش از ۳۲ گوش (۱۸/۸ درصد) پاسخ‌های برانگیخته کلیک غایب با کاهش‌یافته با وجود پاسخ‌های تن برست کوتاه طبیعی نشان دادند. این یافته با این مطلب می‌تواند توضیح داده شود که VEMP بیشتر به تن برست کوتاه ۵۰۰ هرتز حساس است تا کلیک.

### نتیجه‌گیری

شنوایی یکی از مهم‌ترین عوامل برقراری ارتباط با دیگران است و هر گونه اختلالی در این سیستم، موجب جدایی فرد ناشنوا و کم‌شنوا از جامعه و در نتیجه عدم پیشرفت و توسعه شخصیت و جنبه‌های دیگر رشد وی خواهد شد. بررسی‌های متعدد بر روی عملکرد حرکتی کودکان ناشنوا نشان می‌دهد که این افراد در مقایسه با کودکان طبیعی، در توانایی‌های تعادلی مشکل دارند و عدم ثبات بیشتری را در کنترل پوسچر خود نسبت به افراد طبیعی نشان می‌دهند.<sup>[۴-۶]</sup> در بررسی‌های چندگانه مشخص شد که کودکان ناشنوا، تناسب جسمانی کمتری را نسبت به هم‌تایان شنوای خود دارند و به صورت حداقلی سطح تناسب قابل قبولی را با استانداردهای تناسب جسمانی دارند. افزایش فعالیت‌های ورزشی می‌تواند این نقص را کاهش دهد و ورزش، می‌تواند به عنوان یک مداخله درمانی قوی برای کودکان با اختلالات عملکردی در سیستم دهلیزی و تعادل در نظر گرفته شود.<sup>[۷]</sup>

افراد ورزشکار عملکرد تعادلی بهتری نسبت به افراد غیرورزشکار داشته و حساسیت بالایی نسبت به تغییرات در نشانه‌های کوچک در مفصل و شتاب دارند، به علاوه سیستم عصبی آنها برای حفظ تعادل با کارایی زیادی فعالیت می‌کند که با استفاده از اطلاعات حس عمقی،

به سازماندهی استراتژی‌ها و الگوهای پوسچر می‌پردازد. تمرینات ورزشی مختلف سیستم‌های حسی مختلفی را تحریک می‌کند و کنترل پوسچر بدن را افزایش می‌دهد.<sup>[۳۳]</sup> از آنجا که سیستم دهلیزی یکی از سه سیستم مؤثر در حفظ تعادل است، سهم بسزایی در کنترل پوسچر و تعادل داشته و ورزش در رشد و بهبود این سیستم، تأثیر زیادی دارد؛ بنابراین با توجه به نتایج مطالعات مختلف، ورزش می‌تواند یک مداخله درمانی قوی برای مبتلایان به اختلالات عملکردی در سیستم وستیبولار و تعادل باشد. از آنجا که ناشنوایان به طور معمول دچار تأخیر در رشد حرکتی‌اند و به دلیل آسیب به سیستم دهلیزی در فعالیت‌های تعادلی مشکل دارند، فعالیت‌های ورزشی در این افراد توصیه می‌شود.

## منابع

1. Aydin T, Yildiz Y, Atesalp S, Kalyon T.A. Proprioception of the ankle: A comparison between female teenaged gymnasts and controls. *Foot Ankle Int*, 2002; 23: 123-129.
2. Lephart S.M, Giraldo J.L, Borsa P.A, Fu F.H. Knee joint proprioception: A comparison between female intercollegiate gymnasts and controls. *Knee Surg sports traumatol arthrosc*, 1996; 4: 121-124.
3. Martini A, Stephens D, Read A. P, Hindley P, Kitson N, Lynas W, Martin M. Speech audiometry. 1987; p. 65-71.
4. Melo RS, Silva PWA, Silva LVC, Toscano CFS. Postural evaluation of vertebral column in children and teenagers with hearing loss. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2011; 15:195-202.
5. Lisboa TR, Jurkiewicz AL, Zeigelboim BS, Martins-Bassetto J, Klagenberg KF. Vestibular findings in children with hearing loss. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2005; 9: 271-279 .
6. Angeli S. Value of vestibular testing in young children with sensorineural hearing loss. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2003; 129: 478-482.
7. Cushing S.L, Chia R, James A.L, Papsin B.C, Gordon K.A. A test of static and dynamic balance function in children with cochlear implants. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 2008; 134(1), 34–38 .
8. Ozeki H, Matsuzaki M, Murofushi T. Vestibular evoked myogenic potentials in patients with bilateral profound hearing loss. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 1999; 61: 80–3
9. Matsuzaki M, Wu CH. Short tone burst evoked myogenic potentials on the sternocleidomastoid muscle. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1999; 125: 660–664.
10. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2012 Sep; 76(9): 1308-11. doi: 10.1016/j.ijporl.2012.05.025. Epub 2012 Jun 19. Vestibular evoked myogenic potentials in children with sensorineural hearing loss. Singh S1, Gupta RK, Kumar P.
11. Satbir Singh, Rohit Kumar Gupta, Prawin Kumar. Vestibular evoked myogenic potentials in children with sensorineural hearing loss. All India Institute of Speech & Hearing, Mysore 570006, India. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2012; 76: 1308–1311.
12. Xu XD1, Zhang Q2, Hu J3, Zhang Y3, Chen YF3, Zhang XT3, Xu M3. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2015 Jun; 79(6):852-7. doi: 10.1016/j.ijporl.2015.03.017. Epub 2015 Mar 26. The hidden loss of otolith function in children with profound sensorineural hearing loss.
13. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2009 Jan; 135(1):40-4. doi: 10.1001/archoto.2008.508. Assessment of saccular function in children with sensorineural hearing loss. Zhou G1, Kenna MA, Stevens K, Licameli G.
14. Inoue A1, Iwasaki S, Ushio M, Chihara Y, Fujimoto C, Egami N, Yamasoba T. *Audiol Neurootol*. 2013; 18(3): 143-51. doi: 10.1159/000346344. Epub 2013 Jan 31. Effect of vestibular dysfunction on the development of gross motor function in children with profound hearing loss.
15. Morsh JE. Motor performance of the deaf. *Comparatiw Psychological Monograph*. 1936; 13: 1-51.
16. Long J. Motor abilities of deaf children. In: *Contribution to Education*, No. 514. New York, NY: Columbia University Teacher's College; 1932: 1-67 .
17. Boyd J. Comparison of motor behavior in deaf and hearing boys. *Am Ann Deaf*: 1967; 112: 59%605.
18. Kaga K, Shinjo Y, Jin Y, Takegoshi H. Vestibular failure in children with congenital deafness. *Int J Audiol*. 2008; 47: 590-599.
19. De Kegel A, Dhooge I, Cambier D, Baetens T, Palmans T, VanWaelvelde H. Test-retest reliability of the assessment of postural stability in typically developing children and in hearing impaired children. *Gait Posture* 2011; 33: 679–685.
20. Schlumberger E, Narbona J, & Manrique M. Non-verbal development of children with deafness with and without cochlear implants. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2004; 46: 599–606.
21. Derlich M, Krecisz K, Kuczynski M. Attention demand and post-tural control in children with hearing deficit. *Res Dev Disabil*. 2011; 32: 1808-1813.

22. Renato de Souza Melo a, Andrea Lemos, Carla Fabiana da Silva Toscano Mackyc, Maria Cristina Falcão Raposo a, Karla Mônica Ferraza Postural control assessment in students with normal hearing and sensorineural hearing loss *Braz J Otorhinolaryngol.* 2014; 81(4): 431-438.
23. Sousa AMM, Barros JF, Sousa Neto BM. Postural control in children with typical development and children with profound hearing loss. *Int J Gen Med.* 2012;433-439.
24. De Sousa AM, de França Barros J, de Sousa Neto BM. Postural control in children with typical development and children with profound hearing loss. *Int J Gen Med.* 2012; 5: 433–439.
25. Hartman E, Houwen S, Visscher C. Motor skill performance and sports participation in deaf elementary school children. *Adapt Phys Activ Q.* 2011; 28: 132-145.
26. Janet Collins Siegel, Maria Marchetti and Jan Stephen Tecklin Age-Related Balance Changes in Hearing-Impaired Children. *PHYS THER.* 1991; 71: 183-189.
27. Aneliza Maria Monteiro de Sousa, Jônatas de França Barros, Brígido Martins de Sousa Neto. Postural control in children with typical development and children with profound hearing loss. *International Journal of General Medicine.* 8MAY2012.
28. Bressel E, Yonker J.C, Kras J, Health E.M. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball and gymnastics athletes. *J Athl Train.* 2007; 42(1): 42-46.
29. Lephart S.M, Giraldo J.L, Borsa P.A, Fu F.H. Knee joint proprioception: A comparison between female intercollegiate gymnasts and controls. *Knee Surg sports traumatol arthrosc.* 1996; 4: 121-124.
30. Matsuda S, Demura S, Uchiyama M. Centre of pressure sway characteristics during static one-legged stance of athletes from different sports. *J sport Sci.* 2008; 26(7): 775-779.
31. Pieter, W. Taekwondo. In R. Kordi, N. Maffulli, R. R. Wroble, & W. A. Wallace (Eds.), *Combat sports medicine* (pp. 263–286). 2009; London: Springer Science.
32. Nien YH, Chang JS, Tang WT. The comparison of kinematics characteristics of two roundhouse kicking techniques in elite Taekwondo athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39(5): S478.
33. Shirley S.M. Fong, William W.N. Tsang, Gabriel Y.F. Ng. Taekwondo training improves sensory organization and balance control in children with developmental coordination disorder: A randomized controlled trial. *Research in Developmental Disabilities.* 2012; 33: 85–95.
34. Fong S. S. M, Lee V. Y. L, Pang M. Y. C. Sensory organization of balance control in children with developmental coordination disorder. *Research in Developmental Disabilities* doi:10.1016/j.ridd.2011.07.025.
35. Cumberworth VL, Patel NN, Rogers W, et al. The maturation of balance in children. *J Laryngol Otol.* 2007; 121: 449–454.
36. Lephart SM, Giraldo JL, Borsa PA, et al. Knee joint proprioception: a comparison between female intercollegiate gymnasts and controls. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1996; 4(2): 121–124.
37. Leong H. T, Fu S.N, Ng G.Y, Tsang W.W. Low-level Taekwondo practitioners have better somatosensory organisation in standing balance than sedentary people. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 1787–1793.
38. Ayres A. J. *Sensory integration and the child.* Los Angeles: Western Psychological Services .1979.
39. Young Jae Kim<sup>1</sup>, Eun Joo Cha<sup>2</sup>, Sun Mi Kim<sup>3</sup>, Kyung Doo Kang<sup>4</sup>, and Doug Hyun Han<sup>3</sup> The Effects of Taekwondo Training on Brain Connectivity and Body Intelligence Print ISSN 1738-3684 / On-line ISSN 1976-3026 bidirection.
40. Hio-Teng Leong, Siu N. Fu, Gabriel Y. F. Ng, William W. N. Tsang. Low-level Taekwondo practitioners have better somatosensory organisation in standing balance than sedentary people. *Eur J Appl Physiol.* 2011; 111: 1787–1793 DOI 10.1007/s00421-010-1798-7.
41. Gerbino PG, Griffin ED, Zurkowski D. Comparison of standing balance between female collegiate dancers and soccer players. *Gait Posture.* 2007; 26: 501–507.
42. Bressel E, Yonker JC, Kras J. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *J Athl Train.* 2007; 42(1): 42–46.
43. Perrin P, Schneider D, Deviterne D, Perrot C, Constantinescu, L. Training improves the adaptation to changing visual conditions in maintaining human posture control in a test of sinusoidal oscillation of the support. *NeuroScience Letters.* 1998; 245: 155–158.
44. Lewis S, Higham L, Cherry DB. Development of an exercise program to improve the static and dynamic balance of profoundly hearing-impaired children. *Am Ann Deaf.* 1985;130: 278-284.
45. Carlson RB. Assessment of motor ability of selected deaf children in Kansas. *Percept Mot Skills.* 1972; 34: 303-305.

46. YULIAN JIN<sup>1,2</sup>, USHIO MUNETAKA<sup>3</sup>, AKIMASA HAYASHI<sup>1</sup>, HIDEKI TAKEGOSHI<sup>1</sup>, YUKINORI NAKAJIMA<sup>4</sup> & KIMITAKA KAGA<sup>1</sup> Vestibular myogenic potentials of athletes for the Deaf Olympic Games with congenital profound hearing loss. *Acta Oto-Laryngologica*, 2010; 130: 935–941.
47. Ozeki H, Matsuzaki M, Murofushi T. Vestibular evoked myogenic potentials in patients with bilateral profound hearing loss. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 1999; 61: 80–3.
48. Murofushi T, Matsuzaki M, Wu CH. Short tone burst evoked myogenic potentials on the sternocleidomastoid muscle. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1999; 125: 660–4.