

مقایسه عملکرد تعادلی کودکان کم‌شنوای استفاده‌کننده از کاشت حلزون، سمعک و کودکان هنجار

آرزو احمدپور^{1*}؛ محمدعلی اصلانخانی¹؛ حسن عشایری²؛ زهرا جعفری²

چکیده

زمینه: هدف از مطالعه مقطعی حاضر، مقایسه عملکرد تعادلی کودکان کم‌شنوای استفاده‌کننده از کاشت حلزون و سمعک و کودکان هنجار بود.

روش‌ها: پژوهش حاضر بر روی 67 کودک کم‌شنوای شدید تا عمیق انجام شد. از بین آن‌ها 21 کودک با میانگین سنی 7 سال و 4 ماه ($1/7 \pm$) از کاشت حلزون استفاده می‌کردند، 46 کودک با میانگین سنی 7 سال و 7 ماه ($1/7 \pm$) از سمعک استفاده می‌کردند و 60 کودک هنجار با میانگین سنی 8 سال و یک ماه ($11 \pm$ ماه) به‌عنوان گروه شاهد تعیین شدند. همه این کودکان با استفاده از زیرآزمون تعادل 9 مرحله‌ای آزمون برونیکس اوزرتسکی-2 (BOT2) آزمون شدند.

یافته‌ها: میانگین نمره کل آزمون برونیکس اوزرتسکی-2 در کودکان کم‌شنوا به‌طور معناداری کم‌تر از گروه هنجار بود ($P \leq 0/001$) و همچنین میانگین نمره کل آزمون، در مورد سه گروه با کاشت حلزون، با سمعک و گروه هنجار نشان داد که گروه کاشت حلزون نسبت به دو گروه دیگر ضعیف‌تر عمل کرد ($P \leq 0/001$).

نتیجه‌گیری: کودکان دچار آسیب شنوایی و خصوصاً کودکان کاشت حلزون در معرض خطر نقص تعادلی هستند. کودکان کم‌شنوا خصوصاً کودکان با کاشت حلزون باید برای تشخیص کم‌کاری سیستم وستیبولار غربالگری شوند.

کلیدواژه‌ها: تعادل، کودک کم‌شنوا، کاشت حلزون، سمعک، آزمون برونیکس اوزرتسکی-2

«دریافت: 1393/6/3 پذیرش: 1393/8/20»

1. گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی تهران

2. گروه علوم پایه توانبخشی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران

* عهده‌دار مکاتبات: تهران، ولنجک، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه رفتار حرکتی. تلفن: 09188727659

Email: arezoo_ahmadpour@yahoo.com

مقدمه

لایبرنت قرار دارند شامل دو بخش اتولیت (اوتریکول و ساکول) و کانال‌های نیم‌دایره هستند. اتولیت مسئول تشخیص شتاب خطی سر و جهت‌یابی نسبت به جاذبه زمین است در حالی که سه کانال نیم‌دایره مسئول تشخیص شتاب زاویه‌ای سر در صفحات افقی، عمودی و چرخشی هستند. سلول‌های مویی (Hair cells) درون این ارگان‌ها قرار دارند و زمانی که حرکات سر، مایع درون این ارگان‌ها را به حرکت وا می‌دارد، سلول‌های مویی سیگنال‌های عصبی را در مورد سرعت زاویه‌ای سر و شتاب خطی به سیستم عصبی مرکزی خصوصاً هسته‌های وستیبولار و مخچه می‌فرستند (2). سیستم عصبی مرکزی،

کارآمدی کنترل قامت، ارتباط نزدیکی با توانایی درک محیط از طریق سیستم‌های حسی محیطی دارد. اطلاعات حسی که مسئول این کنترل هستند شامل حس پیکری، بینایی و وستیبولار (Vestibular) است (1). سیستم وستیبولار که شامل دو بخش محیطی و مرکزی است یکی از سیستم‌های کنترل تعادل است. دستگاه وستیبولار محیطی شامل ارگان‌های جفت‌شده‌ای از گیرنده‌های حسی است که با هر نوع حرکت تحریک می‌شوند. گیرنده‌های حسی خاصی مسئول تشخیص حرکات خاصی هستند. این گیرنده‌های حسی که در

کردن، نسبت به هم‌تایان سالم خود، دارای تأخیر هستند (10).

از سوی دیگر، به‌علت ارتباط آناتومیکی بسیار نزدیک بین حلزون و سیستم وستیبولار، عمل کاشت حلزون نیز ممکن است علاوه بر تأثیر گذاشتن بر ساختارهای شنوایی، سیستم تعادل را نیز به‌صورت موقت یا پایدار تحت تأثیر قرار دهد (11). تین و لیتیکوم (2002) شیوع آسیب‌های سیستم وستیبولار را در این افراد 54/5 درصد گزارش کرده‌اند (11). جین و همکاران (2006) با استفاده از پتانسیل‌های عضلانی برانگیخته دهلیزی (VEMP= Vestibular-evoked myogenic potential) نشان دادند که 58/3 درصد از این کودکان بعد از عمل کاشت حلزون دچار کاهش عملکرد در ساکول هستند (12). در مقابل، بوچمن (Buchman) و همکاران (2004) با استفاده از آزمون کالریک دو دمایی، آزمون صدلی چرخان و پوسچروگرافی کامپیوتری پویا، 22 کودک 2-16 سال را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که 68 درصد از این کودکان پیش از عمل کاشت حلزون دچار کم‌کاری و عدم وجود رفلکس در سیستم وستیبولار خود بودند (13). میگیلیاسیو و همکاران (2005) تغییرات پیش و پس از عمل را در عملکرد کانال‌های نیم‌دایره به‌وسیله رفلکس وستیبولی - چشمی مورد بررسی قرار دادند و کاهش معناداری (10% <) را در عملکرد وستیبولار، ناشی از عمل کاشت حلزون نیافتند (14). از سوی دیگر بعضی از محققین، حس شنوایی را در بهبود تعادل مؤثر می‌دانند و معتقدند برداشته شدن محرومیت حس شنوایی پس از کاشت حلزون باعث بهبود عملکرد تعادلی می‌شود. اینسولو و همکاران (2003) معتقدند ابزار کاشت حلزون به‌علت افزایش دروندادهای شنوایی، اعتماد به نفس را در این کودکان افزایش داده و منجر به بهبود عملکرد حرکتی آن‌ها می‌شود (15) و همچنین کوشینگ و همکاران (2008الف) با مقایسه دو وضعیت خاموش و روشن دستگاه کاشت حلزون، بهبود عملکرد را در این کودکان

این سیگنال‌ها را پردازش کرده و با اطلاعات حسی بینایی و حس عمقی ترکیب می‌کند تا جهت‌یابی سر و بدن را تخمین بزند. برون‌داد سیستم وستیبولار مرکزی به عضلات چشمی و نخاع می‌رود تا سه رفلکس مهم VOR (Vestibular-ocular reflex) (رفلکس وستیبولی چشمی) که دید واضح را در حین حرکت بدن ایجاد می‌کند، VCR (Vestibular-collic reflex) (رفلکس وستیبولی گردنی) که بر عضلات گردن برای ثابت نگه داشتن سر تأثیر می‌گذارد و VSR (Vestibular-spinal reflex) (که حرکات جبرانی بدن را به‌منظور نگه‌داشتن ثبات سر و قامت و جلوگیری از افتادن، انجام می‌دهد) را ایجاد کند. اجرای این رفلکس‌ها توسط سیستم عصبی مرکزی دیده‌بانی می‌شود، اگر نیاز باشد توسط مخچه دوباره تعدیل می‌شود و توسط فرآیندهای آهسته‌تر اما سطح بالا و توانای قشر مغز تکمیل می‌گردند (3).

از آنجا که حدود نیمی از کودکان ناشنوا، دارای نقص سیستم وستیبولار هستند لذا این مشکل، مشکلات کنترل قامت و تعادل را برای آن‌ها در پی دارد (4). نتیجه تحقیقات کرو (Crowe) و هوراک (Horak) (1988) و همچنین هوراک، شاموی کوک (Shumway-cook) و همکاران (1988) نشان می‌دهد کودکانی که دارای آسیب سیستم شنوایی بودند ولی سیستم وستیبولار آن‌ها سالم بود تبحر حرکتی (که شامل تعادل نیز می‌شود) نرمالی از خود نشان دادند درحالی‌که آزمودنی‌هایی که سیستم وستیبولار آسیب‌دیده داشتند در آزمون‌های تعادلی، نرماتی پایین‌تر از هم‌تایان خود، که سیستم وستیبولار سالم داشتند را به‌دست آوردند (5 و 6). رینه و همکاران (2000، 2004 و 2009) گزارش دادند که کودکانی که دارای نقص شنوایی حسی عصبی (SNHI) هستند و از مشکل همزمان سیستم وستیبولار هم رنج می‌برند دارای تأخیر رشد حرکتی پیش‌رونده هستند (7-9). از آنجا که تعادل بخش جدایی‌ناپذیر بیشتر مهارت‌های حرکتی بنیادین است لذا این کودکان در مهارت‌های حرکتی درشت مثل گرفتن، ضربه زدن با پا، پریدن و لی لی

مشاهده کردند (16).

با توجه به یافته‌های پژوهشی که در بالا به آن‌ها اشاره شد، کاشت حلزون ممکن است با افزایش دروندادهای شنوایی و افزایش اعتماد به نفس (15) یا آسیب سیستم وستیبولار در حین عمل کاشت حلزون (13)، اثری دوگانه بر عملکرد تعادلی داشته باشد. هدف از این مطالعه، مقایسه عملکرد تعادلی کودکان کم‌شنوای شدید تا عمیق با کاشت حلزون و سمعک با کودکان هنجار می‌باشد. فهم بهتر این مقوله می‌تواند برای مشاوره‌های پیش از عمل و توانبخشی‌های پس از آن، هم برای والدین و هم برای متخصصینی که با کودک در ارتباطند مفید و با اهمیت باشد. تشخیص زودهنگام کم‌کاری دستگاه وستیبولار و پیشنهاد راهکارهای درمانی و جبرانی و جلوگیری از مشکلات همراه این نقص، باعث افزایش آگاهی‌بخشی به اولیای کودک شده و روند درمان را تسریع می‌کند.

مواد و روش‌ها

مطالعه مقطعی حاضر روی 67 کودک کم‌شنوای شدید تا عمیق در دو گروه با کاشت حلزون (n=21) (8) دختر و 13 پسر) با میانگین سنی 7 سال و 4 ماه (17±) با سمعک (n=46) (18) دختر و 28 پسر) با میانگین سنی 7 سال و 7 ماه (17±) و 60 کودک هنجار (34) دختر و 26 پسر) با میانگین سنی 8 سال و یک ماه (11±) ماه) انجام شد. نمونه این پژوهش از بین کودکان پیش‌دبستان و دبستان مدارس ناشنوایان شهر تهران (باغچه‌بان 1 و 2، نظام مافی، عدالت، حاج قاسم همدانی، امام جعفر صادق و مرکز توانبخشی نیوشا) که دارای کم‌شنوای حسی عصبی شدید تا عمیق بودند، انتخاب شدند. همه کودکان در هنگام انجام آزمون، سن کم‌تر از 10 سال داشتند. کودکان هنجار از دو پیش‌دبستان و دبستان دخترانه و پسرانه به صورت نمونه‌گیری نظام‌دار (systematic) انتخاب شدند. در هر سه گروه آزمایشی، کودکانی که سابقه هر نوع مشکل عصبی عضلانی یا عضلانی اسکلتی

و یا اختلال در بینایی، عقب‌افتادگی ذهنی و مشکلات یادگیری بودند (غیر از کم‌شنوایی حسی عصبی و نقص سیستم وستیبولار محیطی) از مطالعه خارج شدند که این اطلاعات از پرونده پزشکی این کودکان و نظرات معلم مربوطه و مشاور مدرسه استخراج شد. مطالعه حاضر از جنبه رعایت ملاحظات اخلاقی به تأیید دانشگاه شهید بهشتی رسید.

به منظور بررسی عملکرد تعادلی این کودکان از زیرآزمون تعادلی بروینکس اوزرتسکی-2 (BOT2= Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency) استفاده شد. کوشینگ و همکاران (2008ب) این آزمون را دارای همبستگی بالایی با آزمون صندلی چرخان برای تشخیص کم‌کاری سیستم وستیبولار در کودکان کم‌شنوای می‌دانند (17). همچنین ونگ و همکاران (2013) این آزمون را دارای همبستگی معناداری با آزمون تعامل حسی تعادل برای کودکان (P-CTSIB= Pediatric Version of Clinical Test for Sensory)

می‌دانند که نسخه اصلاح‌شده کلینیکی آزمون سازماندهی حسی (SOT= Sensory Organization Test) است (18). آزمون BOT2 یک مجموعه هنجار مرجع است که به صورت انفرادی اجرا می‌شود و عملکرد حرکتی کودکان و بزرگسالان را از سن 4-21 سالگی سنجش می‌کند. مجموعه کامل نسخه جدید 53 ماده دارد که به هشت خرده‌آزمون تقسیم می‌شود و شامل: دقت حرکتی ظریف، یکپارچگی حرکتی ظریف، چالاکتی دستی، هماهنگی اندام تحتانی، هماهنگی دوسویه، تعادل، چابکی و قدرت می‌شود. آزمون تبحر حرکتی بروینکس اوزرتسکی-2 بر روی نمونه‌ای متشکل از 1520 آزمودنی 4-21 ساله استاندارد شده است. ضریب پایایی بازآزمایی آزمون 0/87 و روایی آن 0/84 گزارش شده است. زیرآزمون تعادل بروینکس اوزرتسکی-2 دارای 9 بخش است که 6 مورد با چشمان باز و 3 مورد با چشمان بسته، 6 مورد بر روی زمین و 3 مورد بر روی تخته تعادل (balance beam) انجام می‌شود. این موارد به شرح ذیل

انجام گرفت (جدول 1):

در مورد شماره یک آزمون، کودک در حالی که دست‌ها را روی لگن قرار می‌داد، به مدت 10 ثانیه با چشمان باز به فاصله 3 متر از دیواری که یک علامت دایره زرد رنگ بر آن نصب شده بود، می‌ایستاد. در صورت جابه‌جا شدن پاها یا برداشتن دست‌ها از روی لگن، زمان متوقف و مدت زمان حفظ تعادل ثبت می‌شد. در مورد شماره دو آزمون، کودک با گام‌های معمولی، حداکثر 6 گام صحیح را بر روی خط طی می‌کرد. زمانی که یک یا هر دو پا به‌طور کامل از خط خارج می‌شد یا دست‌ها از لگن جدا می‌شد آزمون متوقف و تعداد گام‌های صحیح محاسبه می‌شد.

در مورد شماره سه آزمون، کودک با دستان روی لگن به مدت 10 ثانیه بر روی یک پا می‌ایستاد و پای دیگر را از زانو خم کرده و با زاویه 90 درجه نگه می‌داشت. در هر یک از مواردی که پای خم‌شده به زاویه کم‌تر از 45 درجه پایین می‌آمد، با زمین برخورد می‌کرد، پشت پای ثابت قلاب می‌شد، پای ثابت جابه‌جا می‌شد و یا دست‌ها از لگن جدا می‌شدند، آزمون متوقف می‌شد و مدت زمانی که کودک توانسته بود در حالت صحیح تعادلش را حفظ کند محاسبه می‌شد.

دستورالعمل مورد شماره چهار مانند مورد شماره یک است با این تفاوت که با چشمان بسته انجام می‌شد و غیر از موارد ذکرشده، اگر چشمان کودک در حین آزمون باز می‌شد آزمون متوقف می‌شد.

در مورد شماره پنج، کودک شش‌گام صحیح پاشنه به پنجه را بر روی خط طی می‌کرد. در مواردی که پاشنه پای جلویی روی پنجه پای عقبی قرار می‌گرفت، پاشنه با پنجه فاصله داشت یا پای عقبی به جلو حرکت می‌کرد تا فاصله را پر کند، آن گام به‌عنوان گام صحیح محاسبه نمی‌شد و در مواردی که یک یا هر دو پا به‌طور کامل از خط خارج می‌شدند یا دست‌ها از لگن جدا می‌شد آزمون متوقف می‌شد و تعداد گام صحیح ثبت می‌گردید. به‌طورکلی به کودک اجازه داده می‌شد که شش گام

بردارد و از بین آن‌ها تعداد گام صحیح محاسبه می‌شد. دستورالعمل مورد شماره شش، هفت و نه مانند مورد شماره سه می‌باشد با این تفاوت که مورد شماره شش با چشمان بسته و مورد شماره هفت با چشمان باز بر روی تخته تعادل و مورد شماره نه با چشمان بسته روی تخته تعادل انجام می‌شد.

در مورد شماره هشت آزمون، پاها به حالت پاشنه به پنجه روی تخته تعادل قرار می‌گرفت و کودک در حالت دست به لگن لازم بود 10 ثانیه تعادل خود را حفظ کند. در صورتی که دست‌ها از لگن جدا می‌شد یا هر یک از پاها از روی تخته تعادل پایین می‌افتاد، آزمون متوقف و حداکثر زمانی که کودک توانسته بود به‌طور صحیح تعادل خود را حفظ کند محاسبه و ثبت می‌شد.

نمره‌های خام هر مورد تبدیل به امتیاز آن بند شد و در پایان تمام امتیازها با هم جمع گردید. دامنه نمره کل از 0-37 می‌باشد (جدول 1). براساس دستورالعمل آزمون به کودکان اجازه داده می‌شد که اگر در کوشش اول به حداکثر امتیاز دست نیافتند برای بار دوم کوشش را تکرار کنند و بهترین نتیجه به‌دست‌آمده در هر یک از دو کوشش برای کودک لحاظ می‌شد. این آزمون در کلاسی خلوت از مدارس این کودکان و توسط نویسنده اول مقاله انجام شد. شیوه صحیح انجام آزمون در تمامی موارد از طریق ارتباط کلی شامل گفتار، زبان اشاره، زبان بدنی، حالت چهره و یا نمایش توسط آزمون‌گیرنده برای کودکان شرح داده می‌شد و پس از اطمینان از درک کودک نسبت به نحوه انجام آزمون، آن‌گاه آزمون انجام می‌گردید.

بررسی هنجار بودن توزیع داده‌ها از طریق آزمون کلموگروف اسمیرنوف انجام شد. از آزمون t برای مقایسه عملکرد تعادلی کودکان کم‌شنوا با کودکان هنجار استفاده شد و همچنین از آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) یک‌راهه برای مقایسه سه گروه مورد مطالعه (کودکان با کاشت حلزون، کودکان با سمعک و کودکان هنجار) استفاده شد، در موارد معنادار شدن تفاوت گروه‌های

جدول 1- زیرآزمون تعادل آزمون تبحر حرکتی پروینکس اوزرتسکی-2

موارد زیر آزمون تعادل	چشم‌ها باز یا بسته	حداکثر نمره	حداکثر امتیاز
1-ایستادن با پاهای باز بر روی خط	باز	10 ثانیه	4
2-راه رفتن به جلو بر روی خط	باز	6 گام	4
3-ایستادن روی یک پا بر روی خط	باز	10 ثانیه	4
4-ایستادن با پاهای باز بر روی خط	بسته	10 ثانیه	4
5-راه رفتن پاشنه به پنجه رو به جلو	باز	6 گام	4
6-ایستادن روی یک پا بر روی خط	بسته	10 ثانیه	4
7-ایستادن روی یک پا بر روی تخته تعادل	باز	10 ثانیه	4
8-ایستادن پاشنه به پنجه بر روی تخته تعادل	باز	10 ثانیه	4
9-ایستادن روی یک پا بر روی تخته تعادل	بسته	10 ثانیه	5
مجموع امتیازات=37			

توضیحات: در موارد 1، 3، 4، 6، 7 و 8 که نمره بر اساس حداکثر 10 ثانیه ایستادن است، امتیازدهی بدین صورت انجام می‌شود: به 0-0/9 صفر امتیاز، 1-2/9، یک امتیاز، 3-5/9، دو امتیاز، 6-9/9، سه امتیاز و 10، چهار امتیاز تعلق می‌گیرد. در مورد شماره 9: به 0-0/9 صفر امتیاز، 1-2/9، یک امتیاز، 3-4/9، دو امتیاز، 5-7/9، سه امتیاز، 8-9/9 چهار امتیاز و 10 پنج امتیاز تعلق می‌گیرد. در موارد شماره 2 و 5 که براساس حداکثر شش گام صحیح است، امتیازدهی بدین صورت انجام می‌شود: به صفر گام صفر امتیاز، 1-2، یک امتیاز، 3-4، دو امتیاز، 5 گام سه امتیاز و 6 گام چهار امتیاز تعلق می‌گیرد.

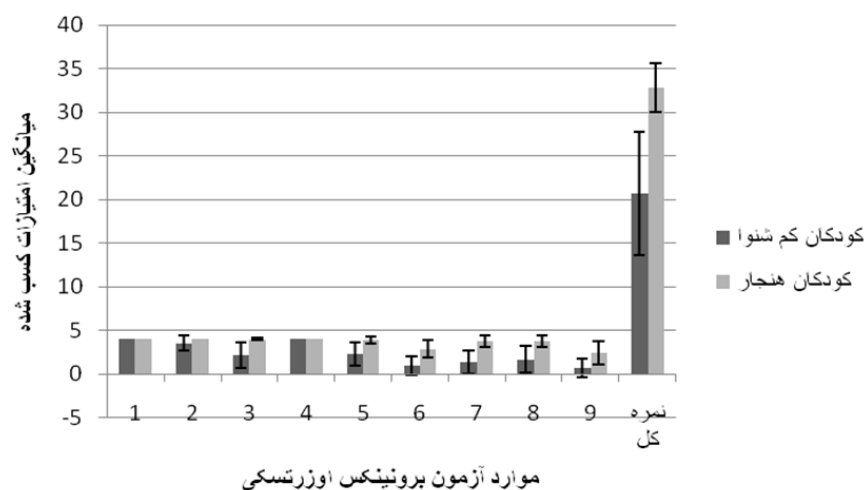
تفاوت بین دو گروه کودکان کم‌شنوا و کودکان هنجار معنادار بود ($P < 0/001$) (نمودار 1).

در مقایسه سه گروهی مبتنی بر میانگین مجموع امتیازها که در بین گروه با کاشت حلزون ($16/04 \pm 6/37$)، گروه با سمعک ($22/84 \pm 6/37$) و گروه کودکان هنجار ($32/80 \pm 2/76$) به وسیله آنوای یک‌راهه انجام شد، تفاوت عملکرد تعادلی کلی گروه‌های تحت بررسی معنادار بود ($P < 0/001$) و آزمون تعقیبی بون فرونی (برای تعیین محل تفاوت معنادار در بین سه گروه) آشکار کرد که عملکرد تعادلی هر سه گروه تفاوت معناداری نسبت به هم داشت و به ترتیب گروه کودکان هنجار، کودکان با سمعک و کودکان با کاشت حلزون، عملکرد بهتری نسبت به هم داشتند (نمودار 2). لازم به ذکر است که در موارد 1 و 4 آزمون، تفاوت معناداری در بین گروه‌ها وجود نداشت چرا که همه آزمودنی‌ها به حداکثر امتیاز دست یافتند. اما در سایر موارد (2، 3، 5،

مورد بررسی از آزمون تعقیبی بونفرونی برای تعیین محل معناداری استفاده شد. برای بررسی اثر بینایی و وجود تخته تعادل از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر (ANOVA with repeated measure) استفاده شد. از نرم‌افزار SPSS 11.5 برای تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج تحلیل داده‌ها نشان داد که به‌طورکلی کودکان کم‌شنوا نسبت به کودکان هنجار، عملکرد تعادلی پایین‌تری داشتند. امتیاز میانگین نمره کل کودکان هنجار $32 \pm 2/7$ (دامنه امتیازات 0-37 می‌باشد) و میانگین امتیازات گروه کودکان کم‌شنوا 20 ± 7 بود و تفاوت نمره کل این دو گروه از نظر آماری معنادار بود ($P < 0/001$). غیر از موارد 1 و 4 آزمون، که تمامی کودکان به حداکثر امتیاز دست یافتند و تفاوت معنادار در بین آنان وجود نداشت ($P > 0/05$) در بقیه موارد (2، 3، 5، 6، 7، 8 و 9)



نمودار 1- میانگین امتیازات کسب شده توسط دو گروه کودکان کم شنوا و کودکان هنجار به تفکیک موارد نه گانه آزمون و نمره کل که مجموع امتیازات تمام موارد آزمون است.

جدول 2- میانگین و انحراف معیار امتیازات مراحل 9 گانه زیر آزمون تعادل BOT2 به تفکیک گروه‌های مورد بررسی

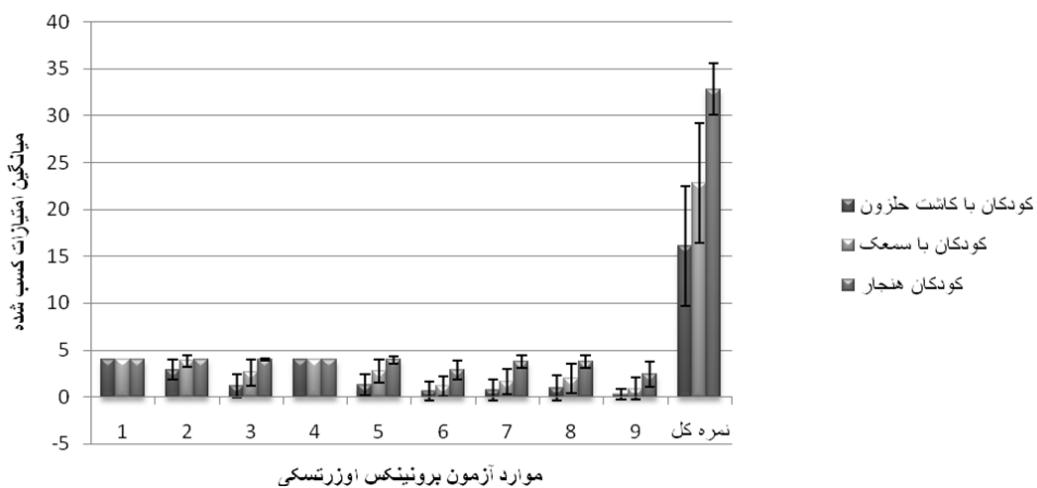
مرحله	گروه با کاشت حلزون میانگین(انحراف معیار)	گروه با سمعک میانگین(انحراف معیار)	گروه هنجار میانگین(انحراف معیار)
1(10s)	4/00(0/00)	4/00(0/00)	4/00(0/00)
2(6گام)	2/90(1/09)	3/82(0/56)	4/00(0/00)
3(10s)	1/23(1/22)	2/60(1/40)	3/98(0/12)
4(10s)	4/00(0/00)	4/00(0/00)	4/00(0/00)
5(6گام)	1/33(1/11)	2/73(1/25)	3/95(0/38)
6(10s)	0/61(1/02)	1/17(1/08)	2/91(1/01)
7(10s)	0/71(1/10)	1/60(1/35)	3/76(0/69)
8(10s)	0/95(1/32)	2/02(1/55)	3/78(0/66)
9(10s)	0/28(0/56)	0/86(1/16)	2/40(1/33)
امتیاز کل	16/04(6/37)	22/84(6/37)	32/80(2/76)

وجود نداشت ($P > 0/05$) اما هر دوی این گروه‌ها نسبت به گروه شاهد تفاوت معناداری داشتند و نسبت به آن گروه ضعیف‌تر عمل کردند. اما در سایر موارد (3، 5، 7 و 8)، گروه کودکان هنجار بهتر از هر دو گروه و کودکان با سمعک بهتر از کودکان با کاشت حلزون عمل کردند. ریز میانگین امتیازات سه گروه به تفکیک موارد 9 گانه زیر آزمون تعادل BOT2 محاسبه شد (جدول 2).

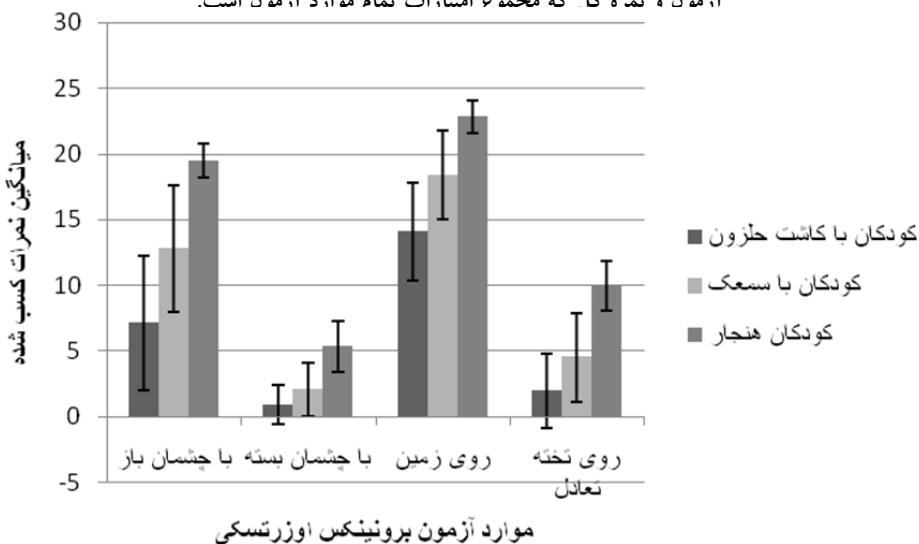
6، 7، 8 و 9 تفاوت در بین سه گروه معنادار بود ($P < 0/001$)، آزمون تعقیبی بون فرونی آشکار کرد که در مورد شماره 2 گروه با سمعک نسبت به گروه هنجار تفاوت معناداری را نشان نداد ($P > 0/05$) در حالی که گروه کاشت حلزون نسبت به گروه شاهد و با سمعک افت معناداری را تجربه کرد. در موارد شماره 6 و 9 در بین گروه با کاشت حلزون و با سمعک تفاوت معناداری

به هم تفاوت معنادار داشتند ($P < 0/001$) و به ترتیب گروه شاهد بهتر از دو گروه دیگر و گروه با سمعک بهتر از گروه با کاشت حلزون عمل کرده بود، اما در مواردی که با چشمان بسته انجام شده بودند فقط گروه شاهد با دو گروه دیگر تفاوت معنادار داشت، هر چند گروه با سمعک در موارد با چشمان بسته نسبت به گروه با کاشت حلزون بهتر عمل کرده بود اما این تفاوت از نظر آماری معنادار نبود (نمودار 3).

در تحلیل‌های تکمیلی در اجزای آزمون که به وسیله آزمون آنوای یک‌راهه انجام شد در سه گروه مورد مطالعه، تفاوت معناداری در بخش تعادل با چشمان باز ($P < 0/001$)، تعادل با چشمان بسته ($P < 0/001$)، تعادل بر روی تخته تعادل ($P < 0/001$) و تعادل بر روی زمین ($P < 0/001$) آشکار شد. آزمون تعقیبی بونفرونی آشکار کرد که در موارد تعادل با چشمان باز، تعادل بر روی زمین و تعادل بر روی تخته تعادل، هر سه گروه نسبت



نمودار 2- میانگین امتیازات کسب شده توسط سه گروه کودکان با کاشت حلزون، کودکان با سمعک و کودکان هنجار به تفکیک موارد نه‌گانه آزمون نه‌گانه که مجموعه امتیازات تمام موارد آزمون است.



نمودار 3- میانگین امتیازات کسب شده توسط سه گروه کودکان با کاشت حلزون، کودکان با سمعک و کودکان هنجار به تفکیک مجموع مواردی از آزمون که با چشمان باز، بسته، روی زمین و روی تخته تعادل انجام می‌شود.

نتیجه رسیدند که به‌طور کلی کودکان کم‌شنوا دارای خطر بالای نقص تعادلی نسبت به همسالان هنجار خود هستند (20). ونگ و همکاران (2013) 28 کودک کم‌شنوای شدید تا عمیق را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها با مقایسه 4 زیرآزمون BOT2 (هماهنگی دوطرفه، چابکی، هماهنگی اندام فوقانی و قدرت) با زیرآزمون تعادل BOT2 به این نتیجه رسیدند که کودکان یادشده فقط در بخش تعادل نسبت به کودکان هنجار ضعیف‌تر عمل کردند (18).

با تمایز دادن گروه با کاشت حلزون و با سمعک و مقایسه آن‌ها با گروه کودکان هنجار، محققین قصد داشتند تفاوت عملکرد تعادلی این سه گروه را نسبت به هم بسنجند. میانگین نمره کل زیرآزمون تعادلی BOT2 نشان داد که به‌طورکلی گروه با کاشت حلزون نسبت به گروه با سمعک و همچنین هر دوی این گروه‌ها نسبت به گروه شاهد عملکرد تعادلی ضعیف‌تری داشتند. که این یافته با نتایج کوشینگ و همکاران (2008 الف) همخوانی دارد. آن‌ها گزارش کردند که کودکان با کاشت حلزون نسبت به کودکان هنجار، عملکرد تعادلی ضعیف‌تری در آزمون Bot2 دارند (16). در آزمایش بعدی کوشینگ و همکاران (2008 ب) با بررسی 40 کودک کاشت حلزون یک‌طرفه به‌وسیله آزمون کالریک، صندلی چرخان و VEMP و BOT2 به این نتیجه رسیدند که عملکرد تعادلی کودکان کاشت حلزون نسبت به گروه هنجار ضعیف‌تر است. نتایج پژوهش آن‌ها همچنین نشان داد که آزمون‌هایی که عملکرد کانال نیم‌دایره افقی سیستم وستیبولار را می‌سنجند دارای همبستگی بالایی با آزمون BOT2 هستند خصوصاً آزمون مثل صندلی چرخان که امکان بررسی عملکرد این کانال را در فرکانس‌های بالا نیز دارد (17). نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های گیسن و همکاران (2007) (21) و شل (2009) (22) همسو نیست و آن‌ها تفاوت معناداری بین گروه با کاشت حلزون و گروه با سمعک نیافتند. یکی از دلایل احتمالی می‌تواند تفاوت در ابزارهای مورد

به‌منظور بررسی اثر بینایی و وجود تخته تعادل از آن‌ها با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد و بررسی نتایج درون‌گروهی نشان داد که در مواردی که آزمون بدون حضور بینایی ($P < 0/001$) و با تخته تعادل ($P < 0/001$) انجام شد تفاوت معناداری درون گروه‌ها مشاهده شد و عدم وجود بینایی و انجام آزمون‌ها بر روی تخته تعادل، اجرای تعادلی آن‌ها را دچار افت کرد. همچنین اثر متقابل بینایی و گروه‌ها (کودکان با کاشت حلزون، کودکان با سمعک و کودکان هنجار) ($P < 0/001$)، تخته تعادل و گروه‌ها ($P < 0/001$) و اثر متقابل بینایی، تخته تعادل و گروه‌ها ($P < 0/001$) نیز معنادار بود.

بحث

زیرآزمون تعادل BOT2 آزمون‌ای است مشتمل بر 9 مورد که با مواردی آسان شروع می‌شود و با ایجاد دشواری در آزمون‌های تعادلی فرد را مورد بررسی قرار می‌دهد. میانگین مجموع امتیازات دو گروه نشان داد که به‌طورکلی کودکان دچار آسیب شنوایی، عملکرد تعادلی ضعیف‌تری نسبت به کودکان هنجار داشتند. غیر از موارد 1 و 4 آزمون که نسبت به بقیه موارد از دشواری کم‌تری برخوردار بودند و تمامی کودکان تحت بررسی به حداکثر امتیاز دست یافتند در سایر موارد، کودکان کم‌شنوا عملکرد تعادلی ضعیف‌تری از خود نشان دادند. این یافته هم‌جهت با نظریه نقص وستیبولار (Vestibular deficit theory) است. این نظریه پیشنهاد می‌کند که سیستم‌های وستیبولار و شنوایی ارتباط آناتومیک و عملکردی نزدیکی با هم دارند، افت شنوایی که ناشی از صدمه به گوش داخلی است احتمال دارد به اندام‌های وستیبولار هم آسیب برساند (19). در راستای این یافته، لین مائز و همکاران (2014) با استفاده از پروتکل آزمون بالینی تعادل (Clinical balance test protocol) که شامل سه آزمون راه رفتن رو به عقب بر روی تخته تعادل، لی لی کردن بر روی فوم و ایستادن تک‌پا با چشمان بسته بود به این

کنترل تعادل در دو دوره کودکی و سالمندی بیشتر از سایر حواس است (1). این موضوع می‌تواند عدم وجود تفاوت معنادار در بین گروه کاشت حلزون و گروه با سمعک در موارد با چشمان بسته (موارد 6 و 9) و افت تجربه شده بیشتر کودکان هنجار در مقایسه با بقیه موارد، را توجیه کند. به نظر می‌رسد که افت تجربه شده بیشتر کودکان کم‌شنوا و تکیه بیشتر بر سیستم بینایی ممکن است به دلیل نقص در سیستم وستیبولار این کودکان باشد که یکی از سیستم‌های کنترل تعادل است و کم‌کاری در این سیستم باعث می‌شود که تکیه بر سایر درون‌دادها (مثل بینایی و حس عمقی) بیشتر شود. از سوی دیگر مشکلات سازماندهی حسی، که در کودکان کم‌شنوای حسی عصبی دچار نقص وستیبولار شایع است (9)، می‌تواند به عنوان یک وزن‌دهی انعطاف‌ناپذیر اطلاعات حسی برای جهت‌یابی، بروز کند که ممکن است فرد را برای کنترل قامت به میزان زیادی به یک حس خاص وابسته کند. زمانی که موقعیتی پیش می‌آید که آن حس در دسترس نباشد یا به درستی کار نکند، فرد همچنان به تکیه خود بر آن حس ترجیحی ادامه خواهد داد حتی اگر نتیجه‌اش عدم ثبات باشد (24). برنارد-دمانز و همکاران (2014) در مطالعه‌ای که بر روی بزرگسالان با کاشت حلزون انجام دادند به این نتیجه رسیدند که این افراد در موارد با چشمان بسته بسیار متفاوت از گروه هنجار عمل کردند، در حالت‌های تعادل ایستا با افزایش بی‌ثباتی در قامت روبرو می‌شدند و در حالت‌های تعادل پویا انرژی بیشتری را صرف حفظ تعادل می‌کردند، سرشان بر روی تنه و در فضا ثبات نداشت و به شدت به سیستم بینایی وابسته بودند (25).

سوارز و همکاران (2007) 36 کودک کم‌شنوا را که 13 نفر از آنها کاشت حلزون یک‌طرفه بودند در دو گروه دارای سیستم وستیبولار محیطی سالم و دارای کم‌کاری سیستم وستیبولار محیطی قرار دادند. سپس آنها را در دو حالت ایستادن بر روی فورس پلیت با

استفاده باشد. در هر دو پژوهش مذکور، آزمون M-ABC استفاده شده است که شامل 3 زیرآزمون دستکاری، مهارت‌های توپی و تعادل است که بخش تعادل آن فقط شامل سه زیرآزمون است که در آنها از دستکاری یا محرومیت از حواسی مثل بینایی استفاده نشده است که بتواند توانمندی فرد را در شرایط خاص نشان دهد و چنان‌که تحقیقات پیشین نیز ذکر کرده‌اند (23) کودکان کم‌شنوا بیشتر در مهارت‌های تعادلی مشکل دارند و در صورتی که تمامی حواس در دسترس باشند به‌خاطر پدیده جبران می‌توانند بقیه حواس را جایگزین حس آسیب‌دیده کرده و همچون هم‌تایان هنجار خود عمل کنند. اما در زیرآزمون تعادل BOT2 تعدد تکالیف زیاد است و از دستکاری حسی در شرایط مختلف استفاده می‌شود که شاید این موضوع توانسته باشد تفاوت بین این دو گروه را بیشتر آشکار کند.

در موارد 1 و 4 آزمون، تمامی کودکان توانستند به حداکثر امتیاز دست یابند و تفاوت معناداری در بین گروه‌های تحت بررسی مشاهده نشد. در مورد شماره 2 کودکان با سمعک، عملکردی نزدیک به گروه شاهد داشتند و با این گروه تفاوت معناداری نداشتند. اما گروه کاشت حلزون بسیار ضعیف‌تر از دو گروه یادشده عمل کرد. در موارد 3، 5، 7 و 8 که به ترتیب آزمون دشوارتر می‌شد گروه کودکان کم‌شنوا و در این میان کودکان با کاشت حلزون، افت بیشتری را در عملکرد تعادلی تجربه کردند و در موارد ذکرشده به ترتیب گروه شاهد، گروه با سمعک و گروه با کاشت حلزون دارای عملکرد تعادلی بهتری بودند.

لازم به ذکر است که کودکان با سمعک در موارد 6 و 9 آزمون که بدون حضور بینایی انجام شد هر چند اندکی بهتر عمل کرده بودند اما برتری معناداری نسبت به کودکان با کاشت حلزون نداشتند اما هر دوی این گروه‌ها نسبت به گروه هنجار ضعیف‌تر عمل کرده بودند و کودکان هنجار نیز نسبت به سایر موارد آزمون افت بیشتری را تجربه کردند. وابستگی به حس بینایی برای

آزمون‌گیرنده می‌دهد که در مواردی با برداشتن حس بینایی و دستکاری حس عمقی، وزن بیشتری را بر روی سایر سیستم‌ها مثل سیستم وستیبولار بیندازد. به نظر می‌رسد علت عدم وجود تفاوت معنادار در زیرآزمون‌های 1 و 4، در اختیار داشتن بیشتر دروندادهای لازم برای حفظ تعادل است. با دستکاری و ایجاد تغییراتی در حس عمقی (بلند کردن یک پا یا ایستادن بر روی تخته تعادل) و دشوارتر شدن تکالیف تعادلی در موارد 2، 3، 5، 7 و 8 گروه کاشت حلزون به مراتب ضعیف‌تر از سایر گروه‌ها عمل کرد. تفکیک مواردی از آزمون که با چشم باز، بر روی زمین یا تخته تعادل انجام شد و همچنین وجود اثر اصلی تخته تعادل و اثر متقابل تخته تعادل و گروه‌ها در آزمون‌های درون‌گروهی نیز این موضوع را تأیید می‌کند که گروه کاشت حلزون به‌طور معناداری نسبت به دو گروه دیگر ضعیف‌تر عمل کردند.

یکی از دلایل احتمالی افت معنادار در عملکرد تعادلی کودکان با کاشت حلزون نسبت به دو گروه دیگر می‌تواند آسیب‌دیدگی سیستم وستیبولار محیطی باشد که وابستگی و اهمیت بقیه حواس را در این کودکان دو چندان می‌کند. هرچند که اثرات عمل کاشت حلزون بر سیستم وستیبولار به‌خوبی شناخته نشده است و هنوز بحث بر سر وجود کم‌کاری قبل از عمل یا ایجاد آن در حین عمل کاشت حلزون وجود دارد و هر گروه دلایل متفاوت خود را عرضه می‌کنند، تین و لیتیکوم (2001) با مقایسه‌ای که بر روی گوش کاشت شده و کاشت نشده افراد با کاشت حلزون انجام دادند به این نتیجه رسیدند که در 5/5 درصد از این افراد، سیستم وستیبولار محیطی گوش کاشت‌شده آسیب‌دیده است (11). در مقابل بوچمن و همکاران (2004) دریافتند که 68 درصد از این کودکان پیش از عمل کاشت حلزون دچار کم‌کاری و عدم وجود رفلکس در سیستم وستیبولار خود بودند (13). از سوی دیگر شیوع ناهنجاری‌های سیستم وستیبولار در کودکان

چشمان باز و ایستادن بر روی فوم (بر روی فورس پلیت) با چشمان بسته مورد بررسی قرار دادند و با کودکان هنجار مقایسه کردند. نتایج پژوهش آنان نشان داد در حالت اول که کودکان همه حواس را در اختیار داشتند تفاوتی در بین سه گروه وجود نداشت اما در حالتی که دروندادهای بینایی برداشته شد و دروندادهای حس عمقی به‌شدت تغییر کرد، گروه دچار کم‌کاری وستیبولار به‌شدت افت کرد. هرچند که در این مطالعه مقایسه‌ای بین گروه با سمک و گروه با کاشت حلزون صورت نگرفته است اما مقایسه حالت‌های روشن و خاموش دستگاه کاشت حلزون نشان داد که این گروه در حالتی که دستگاه کاشت روشن بود هیچ برتری تعادلی نسبت به حالت خاموش نداشتند و نویسندگان نتیجه گرفتند که توانبخشی شنوایی در کودکان کاشت حلزون اثری بر استراتژی سازماندهی حسی در این کودکان ندارد. این محققین اظهار می‌دارند کودکانی که در سال‌های اولیه زندگی دچار عارضه کم‌شنوایی شده‌اند یا این مشکل را به‌صورت مادرزادی به همراه داشته‌اند در معرض خطر نقص همزمان سیستم وستیبولار محیطی هستند. این کودکان برای نگاه‌داشتن کنترل قامت خود به اطلاعات بینایی و حس عمقی خود وابسته هستند. اما تغییرات پلاستیسته و فرآیند جبران و جایگزینی بقیه حواس مثل بینایی، آن‌ها را در انجام امور روزمره مثل راه رفتن و دویدن توانمند ساخته و تفاوت آشکاری در بین این کودکان و کودکان هنجار دیده نمی‌شود (مثل موارد 1 و 4 در آزمایش کنونی)، اما در صورت برداشتن حس بینایی و انجام آزمون با چشمان بسته و یا دستکاری حس عمقی (بلند کردن یک پا یا ایستادن بر روی تخته تعادل که با کاهش سطح اتکا دروندادهای حس عمقی را تغییر می‌دهد) اجرا به‌شدت افت می‌کند (26).

حفظ تعادل قامت حاصل همکاری سیستم‌های متعددی چون بینایی، حس عمقی و حس وستیبولار است و تعدد تکالیف در آزمون BOT2 این امکان را به

می‌رسد که انجام پایش‌هایی از این دست قبل از عمل کاشت حلزون بتواند ماهیت این مسأله را بهتر روشن کند.

نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش مقطعی حاضر نشان می‌دهد که به‌طور کلی کودکان کم‌شنوا دارای عملکرد تعادلی ضعیف‌تری نسبت به هم‌تایان هنجار خود هستند. مقایسه عملکرد کلی تعادلی کودکان کم‌شنوا با کاشت حلزون و سمعک با کودکان هنجار نشان داد که کودکان با کاشت حلزون با وجود برخوردار بودن بیشتر از درون‌دادهای شنوایی نه‌تنها عملکرد بهتری نسبت به گروه با سمعک نداشتند که اجرای ضعیف‌تری از خود نشان دادند. وابستگی کودکان کم‌شنوا به درون‌دادهای حس عمقی و حس بینایی مشهود است و از آن‌جا که امکان کم‌کاری سیستم وستیبولار در کودکان کم‌شنوا و خصوصاً کودکان کاشت حلزون زیاد است لذا توصیه می‌شود برای این کودکان برنامه‌های غربالگری و توانبخشی زودهنگام در نظر گرفته شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از آقای مسلم شعبانی و خانم سمیه قادری به‌خاطر کمک‌های بی‌دریغشان و از کودکان کم‌شنوا و خانواده‌های آنان بابت شرکت در این پژوهش صمیمانه سپاسگزارند.

کم‌شنوای حسی‌عصبی عمیق بیشتر از کودکان کم‌شنوای شدید است (26) و عمل کاشت حلزون بیشتر در افرادی انجام می‌شود که کم‌شنوایی عمیق دارند. از هر 10 کودک کاشت حلزون، 7 کودک کم‌شنوایی عمیق دارند در حالی که از 15 کودکی که از سمعک استفاده می‌کنند یک نفر از کم‌شنوایی عمیق رنج می‌برد (19) که این موضوع می‌تواند وجود تفاوت معنادار در بین دو گروه کم‌شنوا را توجیه کند.

لازم به ذکر است که پژوهش حاضر یک پژوهش مقطعی و پس از وقوع است و یکی از محدودیت‌های تحقیق، عدم اطلاع از وضعیت پیش از عمل این کودکان و همچنین آسیب‌های احتمالی اولیه یا در حین عمل وارده بر سیستم وستیبولار می‌باشد. در نتیجه نمی‌توان علت برتری تعادلی گروه با سمعک را به تفاوت اولیه پیش از عمل یا به آسیب حین عمل کودکان با کاشت حلزون نسبت داد و نیاز به انجام یک پژوهش طولی است که کودکان پیش از عمل و بعد از عمل از نظر آسیب‌های دستگاه وستیبولار با هم هم‌تا شوند سپس وضعیت تعادلی آن‌ها با هم مقایسه شود چراکه هیچ اطمینانی وجود ندارد که این دو گروه قبل از عمل از نظر وضعیت شنوایی و سلامت دستگاه وستیبولار همسان بوده باشند. همچنین آزمون تعادلی حاضر قبل از عمل کاشت حلزون از این کودکان به عمل نیامده است تا بتوان مقایسه‌ای دقیق از وضعیت عملکرد این کودکان قبل و بعد از عمل انجام داد، به‌نظر

References

1. Shumway-cook A, woollacott M. Motor control: translating research into clinical practice. 3rd ed. Philadelphia: PA Williams and Wilkins. 2007;158-77.
2. Desmond AL. Vestibular function: evaluation and treatment. New York: Thieme Medical Publisher. 2004;22-6.
3. Herdman SJ. Vestibular rehabilitation. 3rd ed. Philadelphia: F.A.Davis Company. 2007;2-3.
4. Effgen SK. Effect of an exercise program on the static balance of deaf children. Phys Ther. 1981;61(6): 873-7.
5. 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. Dev Med Child Neurol. 1988;30:64-79.
6. Crowe TK, Horak FB. Motor proficiency associated with vestibular deficits in children with hearing impairments. Phys Ther. 1988;68(10):1493-9.
7. Rine RM, Braswell J, Fisher D, Joyce K, Kalar K, Shaffer M. Improvement of motor development and postural control following intervention in children with sensorineural hearing loss and vestibular impairment. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2004;68:1141-8.

8. Rine RM. Growing evidence for balance and vestibular problems in children. *Audiol Med*. 2009;7:138-42.
9. Rine RM, Cornwall G, Gan K, LoCascio C, O'Hare T, Robinson E, et al. Evidence of progressive delay of motor development in children with sensorineural hearing loss and concurrent vestibular dysfunction. *Percept Mot Skills*. 2000;90:1101-12.
10. Butterfield SA. Gross motor profiles of deaf children. *Percept Mot Skills*. 1986;62:68-70.
11. Tien HC, Linthicum FH. Histopathologic changes in the vestibule after cochlear implantation. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2002;127:260-4.
12. Jin Y, Nakamura M, Shinjo Y, Kaga K. Vestibular-evoked myogenic potentials in cochlear implant children. *Acta Otolaryngol*. 2006;126:164-9.
13. Buchman CA, Joy J, Hodges A, Telischi FF, Balkany TJ. Vestibular effects of cochlear implantation. *Laryngoscope*. 2004;114:1-22.
14. Migliaccio AA, Della Santina CC, Carey JP, Niparko JK, Minor LB. The vestibule-ocular reflex response to head impulses rarely decreases after cochlear implantation. *Otol Neurotol*. 2005;26:655-60.
15. Incesulu A, Vural M, Erkam U. Children with cochlear implants: Parental perspective. *Otol Neurotol*. 2003;24:605-11.
16. Cushing SL, Chia R, James AL, Papsin BC, Gordon KA. A test of static and dynamic balance function in children with cochlear implant. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2008;134(1):34-8.
17. Cushing SL, Papsin BC, Rutka JA, James AL, Gordon KA. Evidence of vestibular and balance dysfunction in children with profound sensorineural hearing loss using cochlear implants. *Laryngoscope*. 2008;118:1814-23.
18. Wong TPS, Leung EYW, Poon CYC, Leung CYF, Lau BPH. Balance performance in children with unilateral and bilateral severe-to-profound grade hearing. *Hong Kong Physiother J*. 2013;31:81-7.
19. Livingstone N, McPhillips M. Motor skill deficits in children with partial learning. *Dev Med Child Neurol*. 2011;53:836-42.
20. Maes L, De Kegal A, Van Waelvelde H, Dhooge I. Association between vestibular function and motor performance in hearing-impaired children. *Otol Neurotol*. 2014; 35(10):e343-7
21. Gheysen F, Loots G, Van Waelvelde H. Motor development of deaf children with and without cochlear implant. *J Deaf Stud Deaf Educ*. 2007;13:215-24.
22. Shall MS. The importance of saccular function to motor development in children with hearing impairments. *Int J Otolaryngol*. 2009;2009:972565.
23. Woollacott MH, Shumway-Cook A. Changes in postural control across the life span—a systems approach. *Phys Ther*. 1990;70:799-807.
24. Shah J, Rao K, Malawade M, Khatri S. Effect of motor control program in improving gross motor function and postural control in children with sensorineural hearing loss—A pilot study. *Pediat Therapeut*. 2013;3:1-4.
25. Bernard-Demanze L, Leonard J, Dumitrescu M, Meller R, Magnan J, Lacour M. Static and dynamic posture control in postlingual cochlear implanted patients: effects of dual-tasking, visual and auditory inputs suppression. *Front Integr Neurosci*. 2014;7:1-10.
26. Suarez H, Angeli S, Suarez A, Rosales B, Carrera X, Alonso R. Balance sensory organization in children with profound hearing loss and cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2007;71:629-37.