Research Paper

Relationship Between Balance and Attentional Function in Deaf and Healthy People

Aida Asariha[1], *Elaheh Azadian[2]

1. MSc. Student of Motor Behavior, Department of Physical Education, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Hamedan Branch, Hamedan, Iran.
2. Assistant Professor of Motor Behavior, Department of Physical Education, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Hamedan Branch, Hamedan, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Asariha A, Azadian E. [Relationship Between Balance and Attentional Function in Deaf and Healthy People (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2018; 4(3):14-27. https://doi.org/10.32598/biomechanics.4.3.14

https://doi.org/10.32598/biomechanics.4.3.14

CC BY NC

Article Info:
Received: 04 Apr 2018
Accepted:10 Aug 2018
Available Online: 01 Dec 2018

Keywords:
Deaf, Static balance, Dynamic balance, Cognitive function

ABSTRACT

Objective: Deafness, not only negatively affect communication, but also is associated with other physical disorders such as impaired balance and cognitive function. The evaluation of balance and cognitive function in deaf people has been considered in a few studies, but less studies have investigated the relationship between these two factors. Hence, the purpose of this study was to examine the relationship between cognitive function and balance performance in deaf and normal-hearing subjects.

Methods: Participants were 39 deaf students and 40 normal hearing students (controls) recruited from exceptional schools in Hamedan, Iran. Their cognitive function was measured by Flanker task, continuous performance test and Stroop Task. Their balance was measured by the Bruininks Oseretsky Test of Motor Proficiency. Collected data were analyzed in SPSS software using Mann-Whitney U and Wilcoxon tests considering the significance level of $P<0.05$.

Results: Deaf subjects had significantly poorer balance and cognitive function than controls. The highest correlation was observed between their performance under Flanker task and heel-to-toe walking ($P<0.05$).

Conclusion: Deaf people are more dependent on visual information to perform balance exercises. Increased attentional capacity may also improve motor function in these individuals.

Extended Abstract

1. Introduction

Postural control and balance involve gravity center maintenance within the support base; this helps stabilize the body under various conditions [4]. Postural control requires dynamic interaction between various visual, proprioceptive, and vestibular systems. Most hearing-impaired children have vestibular dysfunction, which increases with hearing loss [10]. Studies have revealed that hearing-impaired children demonstrate more postural fluctuations under static balance tests [8, 12]. Delay or abnormal physical or motor development is common in people with sensorimotor disorders, such as hearing impairment [6-8]. The maturity level, postural control, and balance significantly differ in children with hearing loss, compared to their hearing counterparts [9]. Deafness also seriously limits socio-cognitive development, in addition to causing communication difficulties. There are reports on balance [1, 9, 12], vestibular [6, 10, 17], and cognitive [18-21] functions in individuals with hearing loss; however, the interaction between cognitive function and

* *Corresponding Author:*
Elaheh Azadian, PhD.
Address: Department of Physical Education, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Hamedan Branch, Hamedan, Iran.
Tel: +98 (81) 34494042
E-mail: azadian1@yahoo.com

postural control remains unclear in this population; Moreover, cognitive mechanisms related to balance disorders must be further explored to improve the treatment effectiveness. Therefore, the present study aimed to investigate the relationship between cognitive and balance functions and to compare the relevant data between hearing-impaired and healthy individuals.

2. Participants and Methods

The study participants were 39 students with hearing loss and 40 hearing students (controls) recruited from exceptional schools in Hamedan City, Iran. Their cognitive function was measured by the Flanker task, continuous performance test, and Stroop Task. Their balance was measured by the Bruininks-Oseretsky test of Motor Proficiency. The collected data were analyzed in SPSS using Mann-Whitney U and Wilcoxon tests considering the significance level of $P<0.05$.

3. Results

Under the Flanker test, the response time to control and inhibition stimuli were significantly lower in the hearing group, compared to the hearing-impaired group. The frequency and percentage of correct responses to both control and inhibition stimuli were significantly higher in the controls compared to the test group. In both groups, the response time to the control subscale was significantly shorter than that to the inhibition subscale; however, the frequency and percentage of response to the inhibition stimuli were significantly lower than that to the control stimuli.

Under the continuous performance test, the deaf group gained the highest number of incorrect responses and unanswered attempts, as well as the least number of correct responses, compared to the controls; however, the performance of both groups was similar, overall.

Under the Stroop Task, the response time to each stimulus and the total response time to the congruent and incongruent stimuli were significantly lower in the control group compared to the deaf group ($P<0.05$). There was no significant difference between the groups in terms of other variables ($P<0.05$). However, the response time, as well as the total test score on the congruent stimuli, was significantly lower than that of the incongruent stimuli. The difference between the two groups in the balance variable was only significant under the Tandem test with eyes open and one-leg stance on a beam with eyes open. The highest correlation was found between cognitive and motor variables under heel-to-toe walking and heel-to-toe stance on a beam test (Table 1).

4. Discussion

Under the study attentional tests, deaf children took longer time to answer and provided fewer correct responses compared to their hearing peers. Deaf children's scores were lower in attention control [25], attention [18, 26], continuous attention and inhibition [29], and working memory [32] compared to the hearing-impaired subjects.

Table 1. Comparing the balance test scores of study groups

Balance Tests	Mann-Whitney U Test	Wilcoxon Test	Z	Sig.
Walking on the line	412	1192	4.17	0.000
Heel-to-toe walking	100	880	6.94	0.000
One-leg stance test with eyes open	654	1434	2.14	0.032
One-leg stance test with eyes closed	436	1216	2.14	0.001
Tandem test with eyes open	718.5	1498.5	1.43	0.153
Tandem test with eyes closed	551	1331	2.60	0.009
One-leg stance on a beam with eyes open	700	1520	0.993	0.320
One-leg stance on a beam with eyes closed	463.5	1243.5	3.11	0.002
Heel-to-toe stance on a beam	594	1374	2.83	0.005

The collected data suggested that balance function in the deaf group was significantly lower than that of the hearing group; the difference between them enhanced by increasing the difficulty of assignments (closing the eyes or narrowing the base of support). Significant differences in tasks with eyes closed indicated that deaf individuals are more dependent on visual information [36, 44]. The relationship between cognitive and balance variables was weak to moderate. The coefficient of determination revealed a 1%-14% correlation between them.

5. Conclusion

The study findings indicated that hearing-impaired individuals' balance function might be affected by their cognitive activity. Therefore, by increasing attention capacity, motor performance could be improved in this group.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles were considered in this article. The participants were informed about the purpose of the research and its implementation stages; they were also assured about the confidentiality of their information; Moreover, They were allowed to leave the study whenever they wish, and if desired, the results of the research would be available to them.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contributions

All authors contributed equally in preparing all parts of the research.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

رابطه بین عملکرد تعادلی و توجهی در افراد ناشنوا و شنوا

آیدا عصاریها[۱]، *الهه آزادیان[۲]

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد رفتار حرکتی، گروه تربیت‌بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران.
۲. استادیار رفتار حرکتی، گروه تربیت‌بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران.

اطلاعات مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۵ فروردین ۱۳۹۷
تاریخ پذیرش: ۱۹ مرداد ۱۳۹۷
تاریخ انتشار: ۱۰ آذر ۱۳۹۷

کلیدواژه‌ها:
ناشنوا، تعادل ایستا، تعادل پویا، توجه

چکیده

هدف ناشنوایی علی‌رغم آسیبی که به برقراری ارتباط می‌زند، با اختلالات جسمانی دیگری مثل ضعف تعادلی و شناختی نیز مرتبط است. بررسی عملکرد تعادلی و شناختی در مطالعات معدودی مورد توجه محققان بوده، اما تعیین ارتباط بین این دو عملکرد کمتر بررسی شده است. هدف از انجام این پژوهش بررسی ارتباط عملکرد شناختی و عملکرد تعادلی در افراد ناشنوا بود.

روش‌ها ۳۹ دانش‌آموز ناشنوا از مدارس استثنایی شهر همدان و ۴۰ دانش‌آموز شنوا در این مطالعه شرکت کردند. اطلاعات مربوط به عملکرد توجهی افراد با استفاده از نرم‌افزارهای فلنکر، عملکرد پیوسته و استروپ مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین تعادل این افراد با استفاده از خرده‌مقیاس تعادلی آزمون برونینکس اوزورتسکی اندازه‌گیری شد. با استفاده از روش آماری من یوویتنی و ویلکاکسون و همچنین آزمون اسپیرمن نتایج در نرم‌افزار SPSS و با سطح معناداری P<۰/۰۵ مورد تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها نتایج نشان دادند افراد ناشنوا به‌طور معنی‌داری دارای عملکرد تعادلی و شناختی ضعیف‌تری نسبت به افراد شنوا هستند. نتایج آزمون همبستگی نیز نشان داد که بیشترین همبستگی در نتایج آزمون فلنکر با آزمون راه‌رفتن پاشنه ـ پنجه وجود داشت (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری با توجه به نتایج بیان‌شده در این پژوهش افراد ناشنوا برای اجرای اعمال تعادلی وابستگی بیشتری به اطلاعات بینایی دارند. همچنین با افزایش ظرفیت توجهی، شاید بتوان موجب بهبود عملکردهای حرکتی در این افراد شد.

مقدمه

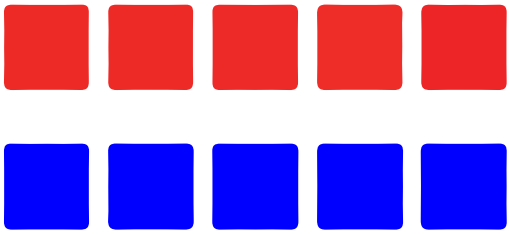
ناشنوایی یکی از شایع‌ترین اختلالات حسی به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه است که اغلب در سنین اولیه زندگی تشخیص داده می‌شود [۱، ۲]. طبق آمار سازمان جهانی بهداشت، تقریباً پنج درصد افراد جهان دچار اختلال شنوایی هستند. ناشنوایی در کودکان تأثیر منفی بر جنبه‌های مختلف زندگی مثل دستاوردهای آموزشی، عملکرد جسمانی و حتی امید به زندگی دارد [۳].

کنترل قامت و تعادل شامل حفظ ایده‌آل مرکز ثقل در محدوده سطح اتکاست که موجب ثبات بدن در شرایط مختلف است [۴]. رشد ثبات قامت شامل تعامل پویایی بین سیستم‌های مختلف بینایی، حسی ـ عمقی و سیستم دهلیزی است. هر سیستم، اطلاعات خاصی را در رابطه با موقعیت و حرکت بدن در اختیار سیستم عصبی مرکزی (CNS) قرار می‌دهد [۵]. تأخیر یا رشد غیرطبیعی جسمانی و حرکتی در افراد دارای اختلال حسی ـ حرکتی مثل اختلال شنوایی معمول است [۶-۸]. سطح بالیدگی کنترل قامت و تعادل در کودکان دارای اختلال شنوایی، نسبت به همتایان شنوای خود دارای تفاوت‌های معنی‌داری است [۹].

مطالعات نشان داده‌اند که ۴۹ تا ۹۵ درصد کودکان ناشنوا، دارای اختلال در سیستم دهلیزی نیز هستند که با افزایش درجه ناشنوایی این اختلال نیز افزایش می‌یابد [۱۰]. رینه و همکاران بیان کردند که سیستم‌های حلزونی و دهلیزی از لحاظ رشدی، ساختاری و عملکردی و همچنین مسیرهای عصبی باهم مرتبط هستند؛ بنابراین آسیب به یکی یا هر دو، منجر به اختلال دهلیزی و در نتیجه ضعف در عملکرد تعادلی می‌شود [۱۱]. همچنین نشان داده شده است که کودکان ناشنوا دارای نوسانات و انحرافات قامتی بیشتری در آزمون‌های تعادلی ایستا هستند [۸، ۱۲].

ناشنوایی علی‌رغم ایجاد مشکل در برقراری ارتباط، منجر به محدودیت‌های جدی در رشد شناختی و اجتماعی نیز می‌شود. طبق نظر راسچکر، برقراری ارتباط با محیط در اوایل زندگی نقش مهمی در رشد تکلم و ساختار قشر مغز به‌ویژه قشر شنوایی دارد؛ قشر شنوایی نقش حساسی در رشد سطوح بالاتر عملکردهای

* نویسنده مسئول:
دکتر الهه آزادیان
نشانی: همدان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، دانشکده علوم انسانی، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی.
تلفن: ۳۴۴۹۴۰۴۲ (۸۱) ۹۸+
پست الکترونیکی: azadian1@yahoo.com



تصویر ۱. سمت راست: محرک‌های کنترل و سمت چپ: محرک‌های بازداری

شناختی دارد [۱۳]. فاکودا نیز بیان کرد که کودکان ناشنوا، اختلالات جدی در توانایی‌های کلامی و همچنین تأخیر در رشد شناختی و توانایی‌های حرکتی درشت دارند [۱۴].

نتایج برخی مطالعات نیز نشان داده است هر چقدر تکلیف حرکتی سخت‌تر باشد، نیازهای توجهی بیشتری برای اجرا دارد [۱۵، ۱۶]. در نتیجه افراد ناشنوا به علت اختلال سیستم دهلیزی در اطلاعات حسی نیز دارای محدودیت هستند و به منابع شناختی بیشتری برای کنترل قامت نیازمندند [۴]. در رابطه با عملکردهای تعادلی [۱۲، ۹، ۱۰]، دهلیزی [۱۷، ۱۰، ۶] و شناختی [۲۱-۱۸] در افراد ناشنوا گزارش‌هایی موجود است، اما درک ناکامل و تحقیقات ناکافی در ارتباط با تعامل بین عملکرد شناختی و کنترل قامت در این افراد، وجود دارد. همچنین برای بهبود تأثیر درمان، می‌بایست مکانیسم‌های شناختی مرتبط با اختلال تعادلی بررسی بیشتری شوند. بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی رابطه بین عملکرد توجهی و تعادلی و نیز مقایسه ظرفیت توجهی و تعادلی در افراد ناشنوا با افراد شنوای همتاست.

روش‌شناسی

در این مطالعه کمّی به بررسی رابطه عملکرد شناختی و تعادلی افراد ناشنوا و مقایسه با افراد شنوا پرداخته شده است. با توجه به نحوه جمع‌آوری اطلاعات، طرح این پژوهش توصیفی و همبستگی بود. جامعه آماری شرکت‌کننده در این پژوهش شامل ناشنوایان شهر همدان بودند. با مراجعه به مدارس استثنایی شهر همدان کلیه افراد ناشنوا که در دوره متوسطه اول مشغول تحصیل بودند انتخاب شدند. از بین آن‌ها افرادی که درجه ناشنوایی آن‌ها بیش از ۷۵ دسیبل و نوع بیماری آن‌ها مادرزادی بود و همچنین فاقد اختلال حسی ـ عصبی ثانویه بودند انتخاب شدند. درنهایت ۳۹ فرد جوان، دارای اختلال شنوایی و ۴۰ فرد شنوا و همتا که فاقد بیماری‌های اسکلتی‌عضلانی و عصبی بودند، انتخاب شدند. کلیه شرکت‌کنندگان در این پژوهش فاقد سابقه آسیب‌دیدگی در اندام فوقانی و تحتانی در یک سال گذشته بودند. همچنین آزمودنی‌ها رضایت‌نامه جهت شرکت در آزمون را تکمیل کردند و سپس مراحل انجام آزمایش‌ها و چگونگی اندازه‌گیری متغیرها به طور کامل برای آزمودنی‌ها تشریح شد.

در این مطالعه از بین اجزای مختلف کارکرد اجرایی، ظرفیت

مجله بیومکانیک ورزشی

توجه، مدت‌زمان نگهداری توجه و ظرفیت بازداری پاسخ، برای مقایسه انتخاب شدند. برای اندازه‌گیری ظرفیت توجهی از آزمون فلنکر، برای ارزیابی زمان نگهداری توجه از آزمون عملکرد پیوسته و برای ارزیابی بازداری، از آزمون استروپ که نرم‌افزار آن‌ها از شرکت روان تجهیز سینا تهیه شده بود، استفاده شد [۲۲].

آزمون فلنکر

تکلیف فلنکر رنگ، برای سنجش توانایی افراد در توجه به محرک‌های مرتبط در حین چشم‌پوشی از محرک‌های نامرتبط طراحی شده است؛ به عبارت دیگر بازداری پاسخ‌های رفتاری قوی و خودکار در حضور عوامل مداخله‌گر. این تکلیف شامل سه بلوک ۶۰تایی، با تعداد برابری از کوشش‌های کنترل و بازداری است. محرک‌های کنترل شامل ردیفی از پنج مربع آبی یا پنج مربع قرمز و محرک‌های بازداری شامل یک مربع مرکزی آبی با دو مربع قرمز در هر دو طرف، یا یک مربع مرکزی قرمز با دو مربع آبی در هر دو طرف، مطابق تصویر شماره ۱ است.

آزمودنی باید حداکثر در مدت ۱۳۰۰ میلی‌ثانیه، با سرعت هرچه تمام‌تر و صرف‌نظر از رنگ مربع‌های کناری، بر اساس رنگ مربع مرکزی، دکمه‌های خاصی را در صفحه کلید فشار دهد. نتایج برحسب تعداد و درصد پاسخ‌های صحیح برای محرک‌های کنترل و بازداری در هر بلوک و میانگین زمان واکنش برحسب هزارم ثانیه برای محرک‌های کنترل و بازداری در هر بلوک نمایش داده می‌شود.

آزمون عملکرد پیوسته توسط رازولد و همکاران تهیه شده است و هدف این آزمون سنجش نگهداری توجه، مراقبت، گوش به زنگ بودن و توجه متمرکز است. در تمام فرم‌های این آزمون، آزمودنی باید برای مدتی توجه خود را به یک مجموعه محرک نسبتاً ساده دیداری جلب کند و در هنگام ظهور محرک هدف، با فشار یک کلید پاسخ خود را ارائه دهد. در این آزمون، جمعاً ۱۵۰ محرک ارائه می‌شود که ۲۰ درصد آن محرک هدف (محرکی که آزمودنی باید به آن پاسخ دهد) است. مدت‌زمان ارائه هر محرک ۲۰۰ هزارم ثانیه و فاصله بین دو محرک یک ثانیه است.

آزمون استروپ اولین‌بار در سال ۱۹۳۵ توسط ریدلی استروپ به منظور اندازه‌گیری توجه انتخابی و انعطاف‌پذیری و بازداری

جدول ۱. خرده‌مقیاس تعادلی در آزمون تبحر حرکتی برونینکس

آزمودن‌های تعادلی	??	حداکثر امتیاز	نمره‌دهی
راه‌رفتن رو به جلو	روی خط	۶ گام	۰–۶
	روی خط به‌صورت پاشنه ـ پنجه	۶ گام	۰–۶
ایستادن یک پا روی یک خط	چشم باز	۱۰ ثانیه	زمان کسب‌شده
	چشم بسته	۱۰ ثانیه	زمان کسب‌شده
ایستادن روی یک خط به‌صورت پاشنه ـ پنجه	چشم باز	۱۰ ثانیه	زمان کسب‌شده
	چشم بسته	۱۰ ثانیه	زمان کسب‌شده
ایستادن یک پا روی چوب موازنه	چشم باز	۱۰ ثانیه	زمان کسب‌شده
	چشم بسته	۱۰ ثانیه	زمان کسب‌شده
ایستادن پاشنه ـ پنجه روی چوب موازنه		۱۰ ثانیه	زمان کسب‌شده

مجله بیومکانیک ورزشی

شناختی از طریق پردازش دیداری ساخته شد. در آزمون استروپ، تعداد ۴۸ کلمه رنگی هم‌خوان و ۴۸ کلمه رنگی ناهم‌خوان با رنگ‌های قرمز، آبی، زرد و سبز به آزمودنی نمایش داده می‌شود. منظور از کلمات هم‌خوان، یکسان‌بودن رنگ کلمه با معنای کلمه است، مثلاً کلمه سبز که با رنگ سبز نشان داده می‌شود. منظور از کلمات ناهم‌خوان، متفاوت‌بودن رنگ کلمه با معنای کلمه است؛ مثلاً کلمه سبز که با رنگ قرمز، آبی یا زرد نشان داده می‌شود. مجموعه ۹۶ کلمه رنگی هم‌خوان و ناهم‌خوان به‌صورت تصادفی و متوالی نشان داده می‌شود. تکلیف آزمودنی این است که صرف‌نظر از معنای کلمات، تنها رنگ ظاهری آن را مشخص کند. محققان بر این باورند که تکلیف رنگ ـ کلمه، انعطاف‌پذیری ذهنی و بازداری پاسخ را اندازه‌گیری می‌کند. زمان ارائه هر محرک بر روی صفحه نمایشگر دو ثانیه و فاصله بین ارائه دو محرک ۸۰۰ هزارم ثانیه است. میزان بازداری یا تداخل با کم‌کردن نمره تعداد صحیح ناهم‌خوان از نمره تعداد صحیح هم‌خوان به دست می‌آید. همچنین طولانی‌تربودن میانگین مدت‌زمان پاسخ به محرک‌های ناهم‌خوان در مقایسه با هم‌خوان، شاخص دیگری برای ارزیابی تداخل محسوب می‌شود [۲۳].

آزمون‌های تعادلی استفاده‌شده در این پژوهش شامل خرده‌مقیاس تعادلی در آزمون تبحر حرکتی برونینکس ازورتسکی (BOT2) بود [۲۴] که خرده‌مقیاس‌های آن در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

با توجه به عدم نرمال‌بودن توزیع داده‌ها که توسط آزمون شاپیروویلک به اثبات رسید، از آزمون آماری من یوویتنی برای مقایسه بین‌گروهی و از آزمون ویلکاکسون برای مقایسه درون‌گروهی و برای بررسی رابطه بین متغیرهای شناختی و تعادلی از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده شد. کلیه مراحل تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و با سطح معناداری P<۰/۰۵ انجام شد.

نتایج

مشخصات آزمودنی‌ها در جدول شماره ۲ آورده شده است. نتایج مقایسه دو گروه نشان‌دهنده همتابودن آن‌ها در این ویژگی‌هاست.

نتایج مقایسه بین‌گروهی در آزمون فلنکر بیان می‌کند که زمان پاسخ به محرک‌های کنترل و بازداری در گروه کنترل نسبت به افراد ناشنوا به طور معنی‌داری کمتر است و همچنین تعداد و درصد پاسخ‌های صحیح در هر دو محرک‌های کنترل و بازداری در گروه کنترل به طور معنی‌داری بیشتر از افراد ناشنواست. مقایسه درون‌گروهی این دو مقیاس نیز نشان داد در هر دو گروه ناشنوا و کنترل تعداد و درصد پاسخ به محرک‌های بازداری به طور معنی‌داری کمتر از محرک‌های کنترل بوده است. همچنین در هر دو گروه، زمان پاسخ به خرده‌مقیاس کنترل به‌طور معنی‌داری کمتر از خرده‌مقیاس بازداری بوده است (تصویر شماره ۲).

نتایج مقایسه بین‌گروهی در آزمون عملکرد پیوسته در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. با توجه به نتایج، مشاهده می‌شود که تعداد پاسخ‌های اشتباه و همچنین تعداد تلاش‌های بی‌پاسخ در گروه شنوا به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل و تعداد پاسخ‌های صحیح در گروه ناشنوا به طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل بود، اما در متغیر زمان کلی اجرای آزمون، عملکرد گروه‌ها مشابه بود.

نتایج بین‌گروهی در آزمون استروپ نشان داد، زمان پاسخ به هر محرک و زمان کل پاسخ به محرک‌های هم‌خوان و ناهم‌خوان در گروه کنترل به طور معنی‌داری کمتر از گروه ناشنوا هستند (P<۰/۰۵). در حالی‌که در بقیه موارد اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد (P>۰/۰۵) (جدول شماره ۴).

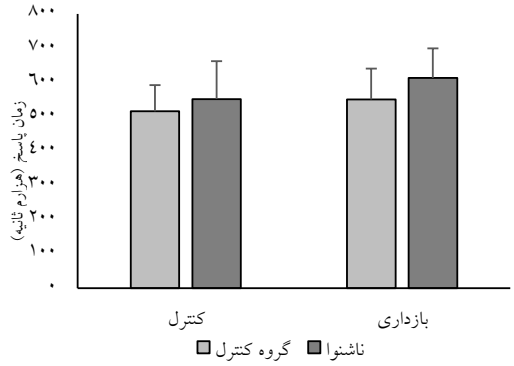
نتایج درون‌گروهی آزمون استروپ در گروه ناشنوا در جدول

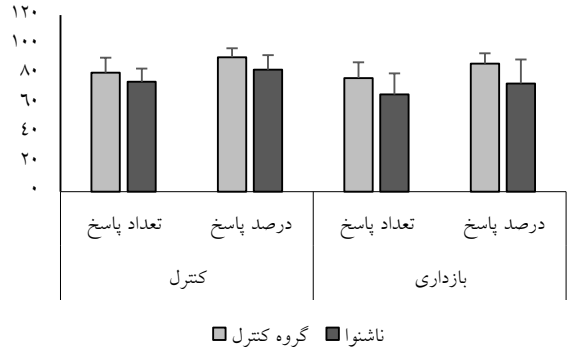
جدول۲. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان در گروه‌ها

متغیرها	گروه‌های پژوهش				Sig.
	ناشنوا		کنترل		
	میانگین±انحراف معیار	SE	میانگین±انحراف معیار	SE	
سن (سال)	۱۶/۶۱±۲/۶۴	۰/۴۲	۱۶/۰۷±۲/۱۴	۰/۳۴	۰/۳۲ (۱/۰۰)
قد (متر)	۱/۶۴±۰/۱	۰/۰۲	۱/۶۵±۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۶۸ (۰/۴۱)
جرم (کیلوگرم)	۵۷/۳۳±۱۳/۱۳	۲/۱۰	۶۲/۰۷±۱۵/۴۹	۲/۴۵	۰/۱۴ (۱/۴۷)
BMI	۲۱/۱۱±۳/۲۰	۰/۵۱	۲۲/۷۳±۵/۱۰	۰/۸۱	۰/۰۹ (۱/۶۹)

BMI= شاخص جرم بدن (وزن / مجذور قد)، SD= انحراف استاندارد، SE= انحراف معیار

مجله بیومکانیک ورزشی





تصویر ۲. مقایسه نتایج آزمون فلنکر در دو گروه کنترل و ناشنوا

مجله بیومکانیک ورزشی

شماره ۵ نشان داده شده است. یافته‌ها بیان می‌کنند که زمان پاسخ و نیز زمان کل اجرای تست در محرک‌های هم‌خوان به طور معنی‌داری کوچک‌تر از زمان پاسخ به محرک‌های ناهم‌خوان است. همین‌طور تعداد بیشتر پاسخ‌های صحیح مربوط به محرک‌های هم‌خوان بود. نتایج مقایسه درون‌گروهی در گروه کنترل نیز نشان داد در همه موارد به جز در محرک‌های بی‌پاسخ، بین خرده‌مقیاس هم‌خوان و ناهم‌خوان اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵) (جدول شماره ۶).

نتایج بین‌گروهی در متغیرهای تعادلی که در جدول شماره ۷ نشان آمده است، نشان می‌دهد به جز در دو آزمون ایستادن تندم با چشم باز و ایستادن روی چوب موازنه با چشم باز، بقیه آزمون‌ها در دو گروه دارای اختلاف معنی‌داری هستند (P<۰/۰۵).

نتایج در مورد تأثیر حذف اطلاعات بینایی بر دو گروه نشان داد که زمان ایستادن با چشم بسته در هر دو گروه به طور معنی‌داری کمتر از وضعیت چشم باز است (P<۰/۰۵).

بررسی همبستگی بین متغیرهای شناختی و تعادلی نشان داد

جدول ۳. مقایسه نتایج آزمون عملکرد پیوسته در گروه‌های پژوهش

متغیرهای آزمون عملکرد پیوسته	من یوویتنی	ویلکاکسون	Z	Sig.
پاسخ اشتباه	۴۰۵	۱۲۲۵	۳/۷۳	۰/۰۰۰*
بی‌پاسخ	۵۰۹/۵	۱۳۲۹/۵	۲/۷۴	۰/۰۰۶*
پاسخ صحیح	۴۰۰/۵	۱۱۸۰/۵	۳/۷۵	۰/۰۰۰*
زمان پاسخ	۷۴۲/۵	۱۵۶۲/۵	۰/۳۸۶	۰/۷۱۳

* معنی‌دار بودن

مجله بیومکانیک ورزشی

جدول ۴. مقایسه نمرات آزمون استروپ در دو گروه کنترل و ناشنوا

انواع آزمون استروپ	متغیرهای آزمون	من یوویتنی	ویلکاکسون	Z	Sig.
	زمان پاسخ	۵۲۸/۵	۱۳۴۸/۵	۲/۴۷	۰/۰۱۴*
	خطای پاسخ	۶۹۴	۱۵۱۴	۰/۹۱۱	۰/۳۶۲
هم‌خوان	بی‌پاسخ	۶۷۸/۵	۱۴۹۸/۵	۱/۲۸	۰/۱۹۹
	پاسخ صحیح	۶۳۴/۵	۱۴۱۴/۵	۱/۴۹	۰/۱۳۷
	زمان کل	۴۸۵/۵	۱۳۰۵/۵	۲/۸۹	۰/۰۰۴*
	زمان پاسخ	۵۷۹/۵	۱۳۹۹/۵	۱/۹۷	۰/۰۴۹*
	خطای پاسخ	۷۴۹/۵	۱۵۲۹/۵	۰/۳۰۵	۰/۷۶۰
ناهم‌خوان	بی‌پاسخ	۶۹۸/۵	۱۵۱۸/۵	۰/۹۹۸	۰/۳۱۸
	پاسخ صحیح	۷۶۴/۵	۱۵۴۴/۵	۰/۱۵۴	۰/۸۷۸
	زمان کل	۵۶۷	۱۳۹۶	۲/۰۰	۰/۰۴۵*
نمره تداخل		۷۳۰	۱۵۱۰	۰/۴۹۶	۰/۶۲۰
زمان تداخل		۷۲۱/۵	۱۵۰۱/۵	۰/۵۷۴	۰/۵۶۶

* معنی‌داری

مجله بیومکانیک ورزشی

که بیشترین همبستگی بین راه‌رفتن پاشنه ـ پنجه با نتایج آزمون فلنکر مثل تعداد پاسخ صحیح (r=۰/۳۶۹ و P=۰/۰۲) و درصد پاسخ صحیح (r=۰/۳۲۵ و P=۰/۰۴) بود. همچنین بین تعداد پاسخ‌های صحیح در آزمون فلنکر با آزمون تعادلی ایستادن پاشنه ـ پنجه روی تخته تعادلی نیز رابطه مثبت و معنی‌داری مشاهده شد (r=۰/۳۴۲ و P=۰/۰۳). همین‌طور بین برخی نتایج آزمون عملکرد پیوسته مثل تعداد پاسخ صحیح (r=۰/۳۷۷ و P=۰/۰۱۸) و تعداد خطاها (r=-۰/۳۳۲ و P=۰/۰۳۹) و تعداد محرک‌های بی‌پاسخ (r=-۰/۳۷۳ و P=۰/۰۱۹) با آزمون راه‌رفتن پاشنه ـ پنجه رابطه معنی‌داری وجود داشت.

بحث

نتایج پژوهش حاضر در راستای مطالعاتی است که نقش فعالیت‌های شناختی در کنترل تعادل و قامت را مورد بررسی قرار می‌دهد. از بین کلیه عملکردهای شناختی که با تعادل و کنترل قامت در ارتباط هستند، آزمون‌هایی انتخاب شدند که با توجه و فرایندهای مرتبط با آن در ارتباط باشند و همچنین در افراد ناشنوا قابلیت استفاده داشته باشند. یافته‌های این مطالعه نشان داد که ظرفیت توجه، توانایی نگهداری توجه و بازداری از پاسخ در گروه ناشنوا نسبت به گروه شنوا به طور معنی‌داری کمتر بود. آزمون فلنکر رنگ، برای سنجش توانایی کودکان در توجه به محرک‌های مرتبط در حین چشم‌پوشی از محرک‌های نامرتبط طراحی شده است. با توجه به نتایج درون‌گروهی می‌توان بیان کرد که پاسخ به محرک‌های بازداری در هر دو گروه با زمان

جدول ۵. مقایسه درون‌گروهی متغیرهای آزمون استروپ در دو گروه ناشنوا

متغیرها	میانگین±انحراف استاندارد		Z	Sig.
	محرک هم‌خوان	محرک ناهم‌خوان		
زمان پاسخ	۴۷/۱۰۸±/۷۴	۴۳/۰۷±۶/۹۴	۴/۶۴	۰/۰۰۰*
خطای پاسخ	۱/۵۹±۲/۶۶	/۳۸±۳/۱۶	۱/۹۴	۰/۰۵
بی‌پاسخ	۰/۸۲±۲/۰۱	۱/۰۰±۱/۹۹	۰/۸۶۲	۰/۳۸۸
پاسخ صحیح	۴۵/۵۹±۳/۸۴	۴۳/۸۷±۶/۵۸	۲/۰۷۹	۰/۰۳۸*
زمان کل	۹۸۳/۲۳±۱۷۰/۶۸	۱۰۳۸/۳۶±۱۹۶/۰۱	۴/۵۹۲	۰/۰۰۰*

* معنی‌داری

مجله بیومکانیک ورزشی

جدول ۶. مقایسه درون‌گروهی متغیرهای آزمون استروپ در گروه کنترل

متغیرهای آزمون	میانگین±انحراف استاندارد		Z	Sig.
	محرک هم‌خوان	محرک ناهم‌خوان		
زمان پاسخ	۴۳/۰۷±۶/۹۴	۴۵/۶۵±۷/۴۱	۴/۵۵	۰/۰۰۰*
خطای پاسخ	۰/۹۲±۱/۳۲	۲/۶۲±۲/۹۴	۳/۳۷	۰/۰۰۱*
بی‌پاسخ	۰/۴۵±۱/۱۹	۰/۵۲±۱/۳۲	۰/۲۲۹	۰/۸۱۹
پاسخ صحیح	۴۶/۶۲±۱/۸۷	۴۴/۹۰±۳/۳۸	۳/۱۵	۰/۰۰۲*
زمان کل	۸۹۰/۵۲±۱۳۹/۵۱	۹۵۵/۸۲±۱۴۲/۴۷	۵/۴۲۹	۰/۰۰۰*

* معنی‌داری

مجله بیومکانیک ورزشی

جدول ۷. مقایسه نمرات آزمون‌های تعادلی دو گروه ناشنوا و کنترل

متغیرهای تعادلی	من یوویتنی	ویلکاکسون	Z	Sig.
راه‌رفتن روی خط	۴۱۲	۱۱۹۲	۴/۱۷	۰/۰۰۰*
راه‌رفتن پاشنه پنجه	۱۰۰	۸۸۰	۶/۹۴	۰/۰۰۰*
ایستادن یک پا چشم باز	۶۵۴	۱۴۳۴	۲/۱۴	۰/۰۳۲*
ایستادن یک پا چشم بسته	۴۳۶	۱۲۱۶	۲/۱۴	۰/۰۰۱*
ایستادن تندم چشم باز	۷۱۸/۵	۱۴۹۸/۵	۱/۴۳	۰/۱۵۳
ایستادن تندم چشم بسته	۵۵۱	۱۳۳۱	۲/۶۰	۰/۰۰۹*
ایستادن یک پا روی چوب موازنه چشم باز	۷۰۰	۱۵۲۰	۰/۹۹۳	۰/۳۲۰
ایستادن یک پا روی چوب موازنه چشم بسته	۴۶۳/۵	۱۲۴۳/۵	۳/۱۱	۰/۰۰۲*
ایستادن پاشنه پنجه روی چوب موازنه	۵۹۴	۱۳۷۴	۲/۸۳	۰/۰۰۵*

* معنی‌داری

مجله بیومکانیک ورزشی

بیشتر و تعداد پاسخ‌های صحیح کمتری همراه بوده است، که زمان اجرای بیشتر و تعداد پاسخ‌های صحیح کمتر در گروه ناشنوا نشان‌دهنده کمتربودن توجه در این گروه نسبت به گروه کنترل بوده است. نتایج مطالعه شفیعی و همکاران مطابق با نتایج این مطالعه نشان داد کودکان ناشنوا در مقیاس کنترل توجه دارای نمره پایین‌تری نسبت به افراد شنوا بودند [۲۵]. نتایج مطالعات گذشته نیز نشان داده است که مقدار توجه در افراد ناشنوا نسبت به افراد شنوا کمتر بوده است [۱۸، ۲۶].

نتایج مطالعه تراپ و همکاران بیان کرد که در توجه دیداری بین افراد ناشنوا که از وسایل کمک‌شنوایی و یا کاشت حلزون استفاده می‌کردند و افراد عادی اختلافی وجود ندارد که البته این موضوع نشان‌دهنده تأثیر شنوایی بر بهبود عملکرد توجهی است [۲۷].

نتایج در مورد آزمون عملکرد پیوسته، نیز نشان داد، تعداد خطا در پاسخ به محرک‌ها و همچنین تعداد محرک‌های بی‌پاسخ در این آزمون در گروه ناشنوا حدود سه برابر بیشتر از گروه کنترل بود. همچنین تعداد پاسخ‌های صحیح در گروه ناشنوا کمتر از گروه کنترل گزارش شد؛ اما در زمان اجرای آزمون اختلاف معنی‌دار بین دو گروه مشاهده نشد، که نشان می‌دهد افراد گروه کنترل در زمان تقریباً مشابه دارای خطاهای کمتر و تعداد پاسخ‌های صحیح بیشتری بودند که نشان‌دهنده کارایی بهتر افراد شنوا در نگهداری توجه و حفظ تمرکز است. نتایج مطالعات نشان داده است که کودکان ناشنوا نسبت به افراد شنوا و کودکان ناشنوایی که کاشت حلزون انجام داده‌اند در تکلیف توجه دیداری پیوسته عملکرد ضعیف‌تری داشتند [۲۸]. نتایج هووسر و همکاران نشان داد که توجه پیوسته در کودکان ناشنوا نسبت به کودکان شنوا کمتر است [۲۹].

حافظه فعال، یکی از فرایندهای شناختی مهم و زیربنای تفکر

و یادگیری است که به نگهداری اطلاعات در ذهن و کار روی آن‌ها مربوط می‌شود. در مطالعه گاترکول و همکاران مشخص شد که بین حافظه فعال و توانایی خواندن و فهم ریاضی ارتباط وجود دارد [۳۰]. همچنین برای واردشدن اطلاعات از حافظه حسی به حافظه فعال باید به اطلاعات توجه کرد [۳۱]. نقص در نگهداری توجه در این کودکان، موجب کاهش فرصت پردازش، ذخیره‌کردن و فراخوانی اطلاعات به حافظه فعال می‌شود [۳۲]، که موجب روبه‌روشدن این افراد با مشکلات یادگیری و در نتیجه افت تحصیلی، کنترل تعادل، به‌ویژه در موقعیت‌های دشوارتر که نیاز به توجه به محرک‌های بیرونی و اجرای هم‌زمان تکالیف حرکتی است (موقعیت‌های تکلیف دوگانه)، می‌شود.

آزمون استروپ برای اندازه‌گیری توانایی بازداری پاسخ، توجه انتخابی، تغییرپذیری و انعطاف‌پذیری شناختی مورد استفاده قرار می‌گیرد، این آزمون دارای دو نوع محرک هم‌خوان و ناهم‌خوان بود. ظرفیت بازداری از پاسخ، یکی از فاکتورهای کارکرد اجرایی است، که شامل مجموعه‌ای از فرایندهای شناختی است و اطلاعات قشری مربوط به سیستم‌های حسی در نواحی قدامی و خلفی مغز را دریافت و تعدیل می‌کند تا موجب تولید رفتار شود [۳۳، ۳۴]. این کارکردهای مجتمع، شامل اجزای رفتاری و شناختی است که در ایجاد، هدایت به سمت هدف و کنترل منابع توجهی نقش دارند و پایه توانایی در هدایت فعالیت‌های روزمره هستند [۳۴-۳۶].

نتایج این مطالعه نشان داد زمان اجرای آزمون استروپ برای هر محرک و نیز در زمان کل آزمون، در گروه ناشنوا کمتر از گروه کنترل بود. کمتربودن ظرفیت بازداری ممکن است نشان‌دهنده اختلال شناختی در عوامل کنترل‌کننده حرکت نیز باشد که می‌تواند در کنترل حرکاتی مثل راه‌رفتن و اجرای تکلیف دوگانه و نیز حفظ تعادل تأثیرگذار باشد. نتایج مطالعه هووسر و همکاران نشان داد که افراد ناشنوا، دارای عملکرد کمتری در توانایی بازداری و توجه هستند. اما با استفاده زودهنگام از ابزارهای کمک‌شنوایی و ایجاد تجربه شنوایی نه‌تنها موجب بهبود مهارت‌های کلامی و ادراکی بلکه موجب بهبود توانایی بازداری در رفتار و افزایش مهارت‌های توجهی در آن‌ها نیز می‌شود که نشان‌دهنده تأثیر شنوایی بر عملکردهای شناختی است [۲۹]. بنابر نتایج این مطالعه کودکان ناشنوا نسبت به افراد همتای شنوای خود، دارای ضعف در عملکرد توجهی هستند.

ضعف در توانایی بازداری و سایر عوامل توجهی در کودکان ناشنوا ممکن است موجب تضعیف تعادل و کنترل قامت در آن‌ها شود [۲۹، ۳۷]. نتایج آزمون‌های تعادلی نشان داد که مدت‌زمان ایستادن در شرایط مختلف در گروه ناشنوا به طور معنی‌داری کمتر از گروه شنوا بود. همچنین با افزایش سختی تکالیف تعادلی (بستن چشم‌ها و یا باریک‌ترکردن سطح اتکا) درصد اختلاف بین گروه‌ها افزایش می‌یابد. مدت‌زمان ایستادن در شرایط مختلف در گروه ناشنوا، با بستن چشم‌ها و حذف اطلاعات بینایی، نسبت به گروه شنوا حدود ۲۱ تا ۵۱ درصد بر اساس سختی تکلیف، کاهش یافت. مقایسه تأثیر بینایی بر عملکرد درون‌گروهی نیز نشان داد که بستن چشم‌ها در گروه ناشنوا تغییرات بیشتری را ایجاد کرده بود که نشان‌دهنده وابستگی بیشتر افراد ناشنوا به اطلاعات بینایی نسبت به افراد شنواست. این نتایج با مطالعه سارز و همکاران هم‌سو بود، مطالعه آن‌ها نشان داد که اطلاعات شنوایی در زمانی که اطلاعات دو سیستم حسی ـ عمقی و بینایی حذف شوند، نقش کلیدی در کنترل تعادل دارند و نیز سیستم دهلیزی، به‌ویژه در حین تکالیف تعادلی پویا نقش بیشتری دارد [۳۸].

رشد و نگهداری کنترل قامت لازمه انجام مهارت‌های حرکتی است. اجرای تکالیف حرکتی ساده و پیچیده درشت و ظریف، نیازمند این است که فرد بتواند مرکز ثقل خود را در محدوده سطح اتکا حفظ کند. تأخیر در رشد قامت و رشد حرکتی یکی از نتایج معمول و اصلی در اختلالات سیستم‌های حسی ـ حرکتی است که در مورد افراد ناشنوا شامل اختلال در سیستم دهلیزی است.

سیستم دهلیزی و حلزون شنوایی از لحاظ رشدی، آناتومیکی و عملکردی دارای ارتباط نزدیکی هستند؛ بنابراین هرگونه آسیب یا ضربه قبل از تولد، ضمن تولد و یا بعد از تولد، ممکن است به اندام دیگر نیز آسیب بزند [۴۰، ۳۹، ۱۷، ۶]. طبق تحقیقات گذشته، کودکان ناشنوا ممکن است اختلال دهلیزی خود را به وسیله سیستم بینایی و جنبشی جبران کنند تا بتوانند تعادل خود را در حالت چشم باز یا بسته نگهداری کنند [۴۳-۴۱، ۳۸]، بنابر نتایج مطالعه حاضر، علت اتکای بیشتر افراد ناشنوا به اطلاعات بینایی ممکن است ضعف سیستم دهلیزی و جبران اطلاعات این سیستم توسط سیستم بینایی باشد. طبق مطالعه هورن و همکاران، مهارت‌های بینایی ـ حرکتی در کودکانی که از بدو تولد دچار ناشنوایی هستند، با ایجاد تجربه شنیداری و زبانی زودهنگام تحت تأثیر قرار می‌گیرد [۴۴].

نتایج آزمون همبستگی نشان داد که بین متغیرهای شناختی و تعادلی رابطه ضعیف تا متوسطی وجود دارد. ضریب تشخیص محاسبه‌شده نشان داد که از دامنه کمتر از یک تا ۱۴ درصد بین متغیرهای تعادلی و شناختی ارتباط وجود دارد. بدین معنی که عملکرد تعادلی فرد ممکن است تحت تأثیر فعالیت شناختی او باشد. نتایج مطالعه قبادی و همکاران هم‌سو با نتایج حاصل نشان داد که رابطه بین حافظه کاری با عملکرد تعادلی در کودکان سندرم داون حدود ۳۰ درصد است [۴۵]. بنابراین با بهبود عملکردهای شناختی در افراد ناشنوا شاید بتوان به بهبود عملکردهای حرکتی کمک کرد. به هر حال وضعیت تعادلی می‌تواند از عملکرد عضلات و مفاصل، عملکرد سیستم‌های حسی، ویژگی‌های محیطی و به علاوه از عملکرد قسمت‌های مختلف شناختی تأثیر بپذیرد. با توجه به این نتایج، می‌توان نتیجه گرفت

که با بهبود ویژگی‌های شناختی که به‌وسیله استفاده زودهنگام از وسایل کمک‌شنوایی و یا انجام تمرینات شناختی انجام می‌شود، شاید بتوان تا حدودی به بهبود کنترل قامت در افراد ناشنوا کمک کرد. باید در نظر داشت که با افزایش سن، اَعمال شناختی دچار زوال می‌شوند و احتمال سقوط در افرادی که کارایی سیستم شناختی آن‌ها پایین‌تر است، بیشتر می‌شود بنابراین به این نوع از مطالعات که ساختارهای شناختی درگیر در کنترل قامت و حرکت را مورد شناسایی قرار دهند، بیشتر مورد نیاز است.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج بیان‌شده در این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که عملکرد شناختی و تعادلی در افراد ناشنوا ضعیف‌تر از افراد شنوا بود. افراد ناشنوا برای اجرای اعمال تعادلی وابستگی بیشتری به اطلاعات بینایی دارند و هرچقدر که تکلیف تعادلی پیچیده‌تر باشد برای جبران اطلاعات دهلیزی، وابستگی به اطلاعات بینایی بیشتر می‌شود. همچنین نتایج نشان داد که بین اَعمال تعادلی و عملکرد شناختی، به‌ویژه در آزمون‌های تعادلی سخت‌تر رابطه وجود دارد که ممکن است نشان‌دهنده این موضوع باشد که با بهبود عملکرد شناختی در این افراد شاید بتوان موجب بهبود عملکردهای تعادلی و قامتی در افراد ناشنوا شد. پیشنهاد می‌شود که در مطالعات دیگر، سایر فعالیت‌های شناختی و ارتباط آن‌ها با تعادل مورد بررسی قرار گیرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

همه اصول اخلاقی در این مقاله رعایت شده است. شرکت کنندگان اجازه داشتند هر زمان که مایل بودند از پژوهش خارج شوند. همچنین همه شرکت کنندگان در جریان روند پژوهش بودند. اطلاعات آن ها محرمانه نگه داشته شد.

حامی مالی

این مقاله حامی مالی ندارد.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان به خاطر حمایت مالی تشکر و قدردانی می‌شود.

References

[1] Cruickshanks KJ, Wiley TL, Tweed TS, Klein BE, Klein R, Mares-Perlman JA, et al. Prevalence of hearing loss in older adults in Beaver Dam, Wisconsin: The epidemiology of hearing loss study. American Journal of Epidemiology. 1998; 148(9):879-86. [DOI:10.1093/oxfordjournals.aje.a009713] [PMID]

[2] Jafarnezhadgero AA, Majlesi M, Azadian E. Gait ground reaction force characteristics in deaf and hearing children. Gait & Posture. 2017; 53:236-40. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2017.02.006] [PMID]

[3] Mohr PE, Feldman JJ, Dunbar JL, McConkey-Robbins A, Niparko JK, Rittenhouse RK, et al. The societal costs of severe to profound hearing loss in the United States. International Journal of Technology Assessment in Health Care. 2000; 16(4):1120-35. [DOI:10.1017/S0266462300103162] [PMID]

[4] 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]

[5] 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]

[6] Kaga K. Vestibular compensation in infants and children with congenital and acquired vestibular loss in both ears. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology. 1999; 49(3):215-24. [DOI:10.1016/S0165-5876(99)00206-2]

[7] 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]

[8] 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. Perceptual and Motor Skills. 2000; (3 Pt 2):1101-12. [DOI:10.2466/pms.2000.90.3c.1101] [PMID]

[9] 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]

[10] Selz PA, Girardi M, Konrad HR, Hughes LF. Vestibular deficits in deaf children. Otolaryngology-Head and Neck Surgery. 1996; 115(1):70-7. [DOI:10.1016/S0194-5998(96)70139-0]

[11] 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. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology. 2004; 68(9):1141-8. [DOI:10.1016/j.ijporl.2004.04.007] [PMID]

[12] 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]

[13] Rauschecker JP. Auditory cortical plasticity: A comparison with other sensory systems. Trends in Neurosciences. 1999; 22(2):74-80. [DOI:10.1016/S0166-2236(98)01303-4]

[14] Fukuda S, Fukushima K, Maeda Y, Tsukamura K, Nagayasu R, Toida N, et al. Language development of a multiply handicapped child after cochlear implantation. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology. 2003; 67(6):627-33. [DOI:10.1016/S0165-5876(03)00016-8]

[15] Dault MC, Geurts AC, Mulder TW, Duysens J. Postural control and cognitive task performance in healthy participants while balancing on different support-surface configurations. Gait & Posture. 2001; 14(3):248-55. [DOI:10.1016/S0966-6362(01)00130-8]

[16] Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: A review of an emerging area of research. Gait & Posture. 2002; 16(1):1-14. [DOI:10.1016/S0966-6362(01)00156-4]

[17] Pajor A, Jozefowicz-Korczynska M. Prognostic factors for vestibular impairment in sensorineural hearing loss. European Archives of Oto-Rhino-Laryngology. 2008; 265(4):403-7. [DOI:10.1007/s00405-007-0473-z] [PMID]

[18] Mitchell TV, Quittner AL. Multimethod study of attention and behavior problems in hearing-impaired children. Journal of Clinical Child Psychology. 1996; 25(1):83-96. [DOI:10.1207/s15374424jccp2501_10]

[19] Shin MS, Kim SK, Kim SS, Park MH, Kim CS, Oh SH. Comparison of cognitive function in deaf children between before and after cochlear implant. Ear and Hearing. 2007; 28(2 Suppl):22S-8S. [DOI:10.1097/AUD.0b013e318031541b] [PMID]

[20] Afroozeh E, Tabatabaee A, Derogar K. [Cognitive performance and linguistics in deaf children (Persian)]. Journal of Exceptional Education. 2013; 1(114):42-51.

[21] Nadertabar M, Sharifidaramadi P, Pezeshk S, Farrokhi N. [Computer games effects on selective attention and visual processing speed in deaf students (Persian)]. Middle Eastern Journal of Disability Studies. 2017; 7:107.

[22] Khodadadi M, Mashhadi A, Amani H. [Continuous performance test software (Persian)]. Tehran: Sina Institute of Cognitive Behavioral Sciences Research; 2014.

[23] Faizy Derakhshi MR, Khodadadi M, Movahedi Y, Ahmadi A. [Assessment of attention bias in the cognitive processing of neutral and emotional words using semantic strop test (Persian)]. Shenakht Journal of Psychology and Psychiatry. 2014; 1(1):23-30.

[24] 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. The Laryngoscope. 2008; 118(10):1814-23. [DOI:10.1097/MLG.0b013e31817fadfa] [PMID]

[25] Shafiei M, Basharpoor S, Ahmadi S, Heidarirad h. [The comparison of temperament, character, and distraction between deaf and normal students (Persian)]. Educational Research Journal. 2017; 3(33):63-77. [DOI:10.18869/acadpub.erj.3.33.61]

[26] Khan S, Edwards L, Langdon D. The cognition and behaviour of children with cochlear implants, children with hearing aids and their hearing peers: A comparison. Audiology and Neurotology. 2005; 10(2):117-26. [DOI:10.1159/000083367] [PMID]

[27] Tharpe AM, Ashmead DH, Rothpletz AM. Visual attention in children with normal hearing, children with hearing aids, and children with cochlear implants. Journal of Speech, Language, and Hearing Research. 2002; 46(2):403-13. [DOI:10.1044/1092-4388(2002/032)]

[28] Smith LB, Quittner AL, Osberger MJ, Miyamoto R. Audition and visual attention: The developmental trajectory in deaf and hearing populations. Developmental Psychology. 1998; 34(5):840-50. [DOI:10.1037/0012-1649.34.5.840] [PMID]

[29] Hauser PC, Lukomski J, Hillman T. Development of deaf and hard-of-hearing students' executive function. Deaf Cognition: Foundations and Cutcomes. 2008; 286-308. [DOI:10.1093/acprof:oso/9780195368673.003.0011]

[30] Gathercole SE, Alloway TP, Willis C, Adams AM. Working memory in children with reading disabilities. Journal of Experimental Child Psychology. 2006; 93(3):265-81. [DOI:10.1016/j.jecp.2005.08.003] [PMID]

[31] Lutz J. An introduction to learning and memory. Illinois: Waveland Press Inc; 2000.

[32] Kasaeian K, Kiamanesh A, Bahrami H. [A comparison of active memory performance and sustained attention among students with and without learning disabilities (Persian)]. Journal of Learning Disabilities. 2014; 3(4):112-23.

[33] Goethals I, Audenaert K, Van de Wiele C, Dierckx R. The prefrontal cortex: Insights from functional neuroimaging using cognitive activation tasks. European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging. 2004; 31(3):408-16. [DOI:10.1007/s00259-003-1382-z] [PMID]

[34] Lezak MD, Howieson DB, Loring DW. Neuropsychological assessment. New York: Oxford University Press; 2004.

[35] Reuter-Lorenz PA. Cognitive neuropsychology of the aging brain. 1st ed. Cambridge, MA: Bradford Book; 2000.

[36] van Iersel MB, Verbeek ALM, Bloem BR, Munneke M, Esselink RAJ, Olde Rikkert MGM. Frail elderly patients with dementia go too fast. Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry. 2006; 77(7):874-6. [DOI:10.1136/jnnp.2005.084418] [PMID] [PMCID]

[37] Goldman-Rakic PS. Topography of cognition: Parallel distributed networks in primate association cortex. Annual Review of Neuroscience. 1988; 11(1):137-56. [DOI:10.1146/annurev.ne.11.030188.001033] [PMID]

[38] Suarez H, Ferreira E, Arocena S, Garcia Pintos B, Quinteros M, Suarez S, et al. Motor and cognitive performances in pre-lingual cochlear implant adolescents, related with vestibular function and auditory input. Acta oto-laryngologica. 2019; 139(4):367-72. [DOI:10.1080/00016489.2018.1549750] [PMID]

[39] Wilson V, Peterson B. The role of the vestibular system in posture and movement. In: Mountcastle VB. Medical Physiology. St. Louis: C. V. Mosby Co; 1980.

[40] Rajendran V, Roy FG. An overview of motor skill performance and balance in hearing impaired children. Italian Journal of Pediatrics. 2011; 37:33. [DOI:10.1186/1824-7288-37-33] [PMID] [PMCID]

[41] 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] [PMID]

[42] Ebrahimi AA, Jamshidi AA, Movallali G, Rahgozar M, Haghgoo HA. The effect of vestibular rehabilitation therapy program on sensory organization of deaf children with bilateral vestibular dysfunction. Acta Medica Iranica. 2017; 55(11):683-9. [PMID]

[43] Khandare S, Gonsalves N, Palekar T, Shah V, Siddapur T. A comparison of vestibular rehabilitation approaches on balance in hearing impaired children with vestibular dysfunction. World Journal of Pharmaceutical Research (WJPR). 2018; 7(7):1187-201.

[44] Horn DL, Fagan MK, Dillon CM, Pisoni DB, Miyamoto RT. Visual-motor integration skills of prelingually deaf children: Implications for pediatric cochlear implantation. The Laryngoscope. 2007; 117(11):2017-25. [DOI:10.1097/MLG.0b013e3181271401] [PMID] [PMCID]

[45] Ghobadi M, Naderi Sh, Azadian E. [Relationship between balance performance and working memory capacity in individuals with and without Down Syndrome (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2019; 8(2):129-37.

This Page Intentionally Left Blank