

Comparison of Auditory P300 Waves and Speech and Language Skills in Children with and without Hearing Loss

Sobhani Rad D¹, Maleki M², Dehshiri A², Tayarani H³, Jafarzadeh S⁴

Abstracts

Purpose: Congenital hearing loss causes disturbances in the development of language and speech. The P300 test is an auditory electrophysiological test that examines auditory attention and discrimination abilities. The purpose of this study is to investigate P300 waves and its relationship with speech and language skills in children with moderate to severe hearing loss and compare it children with normal hearing.

Methods: This is a cross-sectional study performed in 2022. The results of the P300 test, language and speech tests (SIR, TOLD and Wepman scale) in 21 children with sensorineural hearing loss compared with the results of 21 matched children with normal hearing. All children in two groups were right-handed. Comparison between two groups was performed with t-test. Pearson's test was used to investigate the significant relationship between the results of P300 tests and speech tests.

Results: There was a significant difference between the P300 wave latency results in the two patient and normal groups, but no difference was observed in the amplitude of P300 waves ($p > 0.05$). Also, all of speech and language tests had statistically significant differences between the two groups. A significant relationship was also observed between P300 latency and speech and language tests ($p = 0.01$).

Conclusion: The obtained results showed the difference of central auditory processing in hearing impaired and normal hearing children and P300 waves can be helpful in identifying attention and central processing problems.

Keywords: Hearing Loss, Speech, Language, P300, SIR

Received: 2022.09.28 Accepted: 2023.03.11

مقایسه امواج شنوایی P300 و مهارت های گفتار و زبان در کودکان با و بدون کم شنوایی

داوود سبحانی راد^۱، محمد ملکی^۲، علی دهشیری^۲، حمید طیرانی^۲، صادق جعفرزاده^۴

هدف: کم شنوایی مادرزادی باعث اختلال در رشد زبان و گفتار می گردد. آزمون P300 یک آزمون الکتروفیزیولوژیک شنوایی می باشد که توانایی های توجه و تمایز شنیداری را بررسی می کند. هدف از این پژوهش بررسی امواج P300 و ارتباط آن با مهارت های گفتار و زبان در کودکان دارای کم شنوایی متوسط تا شدید و مقایسه آن با کودکان دارای شنوایی طبیعی می باشد.

روش بررسی: در این مطالعه مقطعی در سال ۱۴۰۱ انجام شد. نتایج آزمون P300 و آزمون های زبان و گفتار (مقیاس Speech Intelligibility Rating (SIR)، Test of Language Development (TOLD) و Wepman) در ۲۱ کودک دارای کم شنوایی حسی عصبی با ۲۱ کودک همسان دارای شنوایی طبیعی مورد مقایسه قرار گرفت. تمامی افراد در دو گروه راست دست بودند. مقایسه بین دو گروه با آزمون تی آزمون (t-test) انجام گردید. برای بررسی رابطه معناداری بین نتایج آزمون های P300 و آزمون های گفتاری از آزمون پیرسون (Pearson) استفاده شد.

یافته ها: نتایج نهفتگی امواج P300 در بین دو گروه بیمار و طبیعی تفاوت معناداری داشت اما تفاوتی در دامنه امواج P300 مشاهده نشد ($p > 0.05$). همچنین تمامی آزمون های گفتاری بین دو گروه از لحاظ آماری تفاوت معنی دار داشت. بین نهفتگی امواج P300 و آزمون های گفتاری نیز رابطه معنی دار مشاهده شد ($p = 0.01$).

نتیجه گیری: نتایج بدست آمده نشان دهنده تفاوت پردازش شنوایی مرکزی در کودکان کم شنوا و دارای شنوایی طبیعی است و امواج P300 می تواند در شناسایی مشکلات توجهی و پردازش مرکزی کمک کننده باشد.

کلمات کلیدی: کم شنوایی، گفتار، زبان، P300، SIR

نویسنده مسئول: صادق جعفرزاده، jafarzadehs@mums.ac.ir ، ORCID: 0000-0001-8887-7509

آدرس: مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، دانشکده علوم پیراپزشکی و توانبخشی، گروه شنوایی شناسی

۱- دانشیار گروه گفتار درمانی، دانشکده علوم پیراپزشکی و توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

۲- کارشناس گفتاردرمانی، دانشکده علوم پیراپزشکی و توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

۳- کارشناس ارشد گفتاردرمانی، دکتری زبان شناسی، مرکز شنواگستر، مشهد، ایران

۴- استادیار گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم پیراپزشکی و توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

مقدمه

به طور کلی حدود ۵ درصد جمعیت جهان (۴۶۶ میلیون نفر) دارای مشکلات شنیداری می باشند که ۳۴ میلیون آن کودکان هستند (۱). از علل رایج ایجاد کم شنوایی می توان به مواردی مانند: عوامل ژنتیکی، عفونت های گوش داخلی، عفونت مزمن گوش مانند اوتیت مدیا، مننژیت، اتوسکلروز، پیرگوشی، تروما و ... اشاره کرد (۱). کم شنوایی را می توان براساس نوع و درجه آسیب بر اساس پروتوکول های جهانی طبقه بندی کرد (۲). میزان کم شنوایی از حد جزئی تا عمیق می تواند باشد. به دنبال ایجاد کم شنوایی در سنین نوزادی، فرد به علت عدم دریافت اصوات و پیام های گفتاری از محیط، قادر به یادگیری مهارت های گفتار و زبان نخواهد بود. علاوه بر این، بازخورد شنیداری از گفتار خود وجود نداشته و ارزیابی و اصلاح برون داد کلامی خود امکان پذیر نخواهد بود (۲). به طور کلی می توان گفت، افراد دارای کم شنوایی در تولید واژه ها و همخوان ها، تمیز شنیداری، توجه شنیداری، وضوح گفتار، یادگیری واژگان به خصوص واژگان انتزاعی و کنایات، ادراک متون پیوسته و به طور کلی در برقراری ارتباط کلامی دارای مشکل می باشند (۳). برای ارزیابی این مهارت ها در افراد دارای کم شنوایی از قبیل؛ سطح ادراکی گفتار و توجه شنیداری، به عنوان یکی از اصلی ترین شاخص ها در مهارت های ادراکی، می توان از آزمون های الکتروفیزیولوژی مختلفی استفاده کرد (۴). ۳. آزمون P300، آزمونی آجکتیو است که از طریق آن می توان عملکرد شنیداری مرکزی را مورد ارزیابی قرار داد و همچنین به بررسی فعالیت الکتروفیزیولوژیک قشر مغز برای فرایندهای توجه، تمایز و حافظه شنیداری پرداخت (۵). با توجه به مشکلات افراد دارای کم شنوایی (به خصوص افراد با آستانه شنوایی بالاتر از ۵۰ دسی بل و

حدود کم شنوایی متوسط تا شدید) در بحث توجه و تمایز شنیداری، می توان از این آزمون برای ارزیابی سطح ادراک شنیداری، استفاده کرد.

بیشتر پژوهش های در دسترس در این حیطه، امواج P300 را در بزرگسالان مورد بررسی قرار داده اند و کمتر این امواج در کودکان مورد بررسی قرار گرفته است. از آنجا که این آزمون به بررسی توجه شنیداری می پردازد. در حالی که توجه و تمایز شنیداری در کودکان جزء مهارت های اساسی مورد نیاز برای رشد گفتار و زبان و برقراری ارتباط، گوش کردن، توانایی توجه به محرک هدف و نادیده گرفتن سایر محرک ها قلمداد می شود. هدف این مطالعه، ارزیابی توجه و تمایز شنیداری در کودکان دارای کم شنوایی حسی عصبی متوسط تا شدید و ارتباط آن با مهارت های گفتار و زبان از طریق آزمون الکتروفیزیولوژیک P300 و مقایسه ی امواج و نمودارهای به دست آمده در دو گروه کودک دارای کم شنوایی و طبیعی است.

روش بررسی

این یک پژوهش مقطعی بود که در سال ۱۴۰۱ در دانشگاه علوم پزشکی مشهد در مرکز جامع توانبخشی انجام شد. افراد مورد بررسی شامل ۲۱ کودک ۴ تا ۶ ساله با شنوایی طبیعی و ۲۱ کودک کم شنوا دارای کم شنوایی حسی عصبی متوسط تا شدید دو طرفه بودند تمامی کودکان کم شنوا از تولد مورد شناسایی قرار گرفته بودند و دارای کم-شنوایی مادرزادی بودند. حجم نمونه با توجه به شیوع کم شنوایی متوسط تا شدید دو طرفه مشخص شده بود. همچنین این افراد از اولین زمان ممکن تحت توانبخشی شنیداری قرار گرفته بودند. افراد مورد نیاز برای این پژوهش از مراکز گفتاردرمانی زیر نظر دانشگاه علوم پزشکی و

مقیاس به این صورت است که آزمونگر با توجه به قضاوت خود از گفتار کودک کم شنوا، او را در یکی از سطوح پنجگانه که از ۱ تا ۵ می باشد، قرار می دهد. سطوح این مقیاس به ترتیب عبارتند از: ۱- قابل تشخیص نبودن کلمات ۲- واضح نبودن گفتار پیوسته ۳- قابل فهم بودن گفتار پیوسته در صورتی که شنونده بر گفتار کودک تمرکز کند و لب خوانی انجام شود یا از محتوای کلامی، آگاهی وجود داشته باشد ۴- قابل فهم بودن گفتار پیوسته برای شنونده ای که تجربه کمی از گفتار کم شنوایان دارد ۵- واضح بودن گفتار پیوسته ی کودک برای همه ی شنوندگان (۹).

آزمون TOLD یک آزمون انفرادی برای هنجاریابی کودکان ۴ تا ۹ سال می باشد. این آزمون به منظور شناسایی کودکان با سطح زبانی پایین تر از هم سن و سالان خود، تعیین نقاط ضعف و قوت کودکان در مهارت های گفتار و زبان، ثبت میزان و نحوه پیشرفت کودک در یک مداخله درمانی و ارزیابی زبان در مطالعات پژوهشی استفاده می شود (۱۰). این آزمون دارای ۹ خرده آزمون واژگان تصویری، واژگان ربطی، واژگان شفاهی، درک دستوری، تقلید جمله، تکمیل دستوری، تمایزگذاری کلمه، تحلیل واجی و تولید کلمه می باشد (۱۱). که در این پژوهش از خرده آزمون تقلید جمله استفاده شد.

آزمون تمییز شنیداری که در این پژوهش استفاده شد، آزمون تمییز شنیداری برونی- برونی است که نسخه فارسی شده طرح آزمون وپمن می باشد. این آزمون از ۴۰ جفت واژه تک هجایی تشکیل شده که ۳۰ جفت آن، متفاوت و ۱۰ جفت دیگر یکسان می باشند. جفت واژه های متفاوت همگی جفت های کمینه هستند؛ یعنی ۲ واژه با معنی که فقط در یک واج با هم متفاوت اند (۶).

برای ارزیابی توجه و تمایز شنیداری افراد هر دو گروه نیز، از آزمون الکتروفیزیولوژی شنوایی P300 استفاده شد. برای انجام این آزمون، ابتدا آزمونگر الکتروود ها را روی سر فرد قرار داد. الکتروود فعال (+) بر روی ورتکس و الکتروود غیرفعال (-) بر روی ماستوئیدهای راست و چپ و الکتروود زمین بر روی پیشانی قرار گرفت. این آزمون در اتاق آکوستیک کلینیک شنوایی (محیطی استاندارد) و توسط شنوایی شناس گرفته شد. کودکان مورد پژوهش، هنگام گرفتن آزمون، در حالت سوپاین (خوابیده به پشت) روی تخت و در شرایطی مساعد و راحت قرار داشتند.

سازمان بهزیستی مشهد انتخاب شدند. معیارهای کم- شنوایی متوسط تا شدید معیار کم شنوایی ادیومتریکی بر اساس میانگین آستانه ها در فرکانس های مختلف بود. وضعیت شنوایی افراد دارای کم شنوایی با استفاده از پرونده آنها در مراکز انجام شد. معیار های ورود برای این گروه تایید کم شنوایی با استفاده از اطلاعات آزمون های الکتروفیزیولوژی شنوایی، ارزیابی های ادیومتری رفتاری، تمپانومتری و رفلکس آکوستیک بود. برای گروه کنترل، وجود شنوایی طبیعی با استفاده از آزمون های ادیومتری و تمپانومتری مشخص شد. برای افرادی که دارای معیارهای ورود به پژوهش بودند، مراحل انجام کار به صورت شفاهی و دقیق برای والدین هر کودک، توضیح داده شد و پس از کسب رضایت نامه ی آگاهانه از والدین به صورت کتبی، افراد وارد پژوهش شدند.

در ابتدای ورود به پژوهش، برای کسب یکسری اطلاعات اولیه مانند آستانه شنیداری، سن تشخیص کم شنوایی و مدت زمان استفاده از سمعک از پرونده آن ها استفاده شد. پس از استخراج این اطلاعات، ارزیابی های مرتبط با گفتار و زبان، جهت تعیین سطح مهارت های زبان و گفتار انجام شد. این ارزیابی ها به کمک مقیاس Speech Intelligibility Rating (SIR) و نسخه فارسی آزمون Test of Language Development (TOLD) انجام شد. همچنین برای ارزیابی مهارت تمییز شنیداری از نسخه فارسی آزمون وپمن (Wepman's Test) استفاده شد. این مقیاس ها از رایج ترین ابزارهایی هستند که در ارزیابی عملکرد شنوایی کودکان با آسیب شنوایی، به ویژه کودکان کاندید کاشت حلزون استفاده می شوند. اگرچه راهنمای اصلی هر دو مقیاس به زبان انگلیسی است؛ اما ویژگی متمایزکننده ی این دو مقیاس، وابسته نبودن آن ها به زبان است (۶). با این حال در این پژوهش از نسخه های ترجمه شده فارسی استفاده شد.

مقیاس SIR از رایج ترین ابزارهایی هست که در ارزیابی عملکرد گفتاری کودکان با آسیب شنوایی، استفاده می شود. این مقیاس نیز به زبان وابسته نیست (۷). با این حال در این پژوهش از نسخه ترجمه شده فارسی، استفاده شد. SIR یک مقیاس سلسله مراتبی و ۵ سطحی با روایی و پایایی بالاست که به ارزیابی کلی وضوح گفتار کودکان کم شنوا در زندگی روزمره و بر اساس شنیدن آن توسط آزمونگر با تجربه می پردازد (۸، ۹). نمره دهی بر اساس این

نهفتگی امواج P300 با تمامی آزمون های گفتاری دارای ارتباط معناداری ضعیفی می باشد اما این یک ارتباط منفی است و با بهتر شدن نتایج آزمون های گفتاری ما انتظار کاهش نهفتگی را داریم. هیچ رابطه ای بین دامنه امواج P300 و آزمون های گفتاری مشاهده نشد.

بحث و نتیجه گیری

هدف این پژوهش بررسی امواج P300 و آزمون های گفتاری و بررسی رابطه بین این آزمون ها در بین کودکان دارای کم شنوایی با کودکان دارای شنوایی طبیعی بود. نتایج نشان دهنده تفاوت معنادار بین نهفتگی امواج P300 در دو گروه بود اما تفاوتی در دامنه امواج مشاهده نشد. آزمون های گفتاری نیز تفاوت معنی داری را بین دو گروه نشان می داد. همچنین بین نهفتگی امواج P300 و آزمون های گفتاری رابطه معنادار وجود داشت اما این رابطه یک رابطه منفی بود و میزان این ارتباط نیز چندانی قوی نبود. نتایج این پژوهش نشان دهنده تفاوت معنی دار بین گروه های کودکان با شنوایی طبیعی و افراد دچار کم شنوایی است و نشان می دهد که حتی علی رغم شناسایی و مداخله زودهنگام ممکن است تفاوت هایی بین دو گروه وجود داشته باشد. با این حال مسلماً این افراد نسبت به افرادی که تحت فرایند شناسایی و توانبخشی قرار نگرفته باشند، عملکرد بسیار بهتری دارند و توانبخشی باعث بهبود امواج شنوایی و آزمون های گفتاری این افراد می گردد.

نتایج تحقیقات مشابه نیز تایید کننده این موضوع می باشد. به طور کلی آزمون های الکتروفیزیولوژی شنوایی می تواند به عنوان شاخصی برای رشد زبان و گفتار به کار گرفته شود (۱۲). در پژوهشی در سال ۲۰۱۹ که به بررسی نتایج P300 شنیداری بیماران مسن با کاهش شنوایی حسی عصبی پرداخته شد. هدف از این مطالعه مقایسه نتایج P300 شنیداری بیماران مسن با کم شنوایی حسی عصبی قبل و بعد از استفاده از سمعک بوده است. پژوهشگران برای انجام این پژوهش، از ۲۶ بیمار بالای ۶۰ سال دارای کم شنوایی حسی عصبی متقارن دو طرفه استفاده کردند. موج P300 شنوایی برای این افراد، یکبار قبل از نصب سمعک و یکبار هم دو ماه بعد از استفاده از سمعک ثبت شد. نتایج حاصل نشان دهنده بهبود توانایی شناختی در طی این فرایند توانبخشی است (۵).

در پژوهش دیگری که در سال ۲۰۱۹ انجام شد، تاثیر

آزمون P300 با استفاده از تفاوت فرکانسی گرفته شد. محرک رایج دارای شدت ۹۰ دسی بل در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز و محرک انحرافی، ۹۰ دسی بل در فرکانس ۲۰۰۰ هرتز با میزان رخداد ۲۰٪ بود. تمامی محرک ها برای تمامی افراد قابل شنیدن بود و کنترل شد که تمامی محرک ها بخوبی بالای سطح آستانه شنیداری تمامی افراد قرار داشته باشد. این آزمون در حالت بیداری انجام و حدود ۱۵ دقیقه طول کشید. تمام آزمون ها برای همه افراد حاضر در پژوهش در اتاقی یکسان، بصورت انفرادی ارزیابی شدند. در نهایت نتایج آزمون های P300 و آزمون های گفتاری در دو گروه کودک کم شنوا و طبیعی مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج کمی به صورت میانگین و انحراف معیار مورد بررسی گزارش گردید. توزیع طبیعی نتایج با آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به توزیع طبیعی، مقایسه بین دو گروه با آزمون تی آزمون (t-test) انجام گردید. برای بررسی رابطه معناداری بین نتایج آزمون های P300 و آزمون های گفتاری از آزمون پیرسون (Pearson) استفاده شد. سطح معنی داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها

تمامی کودکان (کم شنوا و شنوایی طبیعی)، راست دست بودند. از مجموع ۴۲ نفر، ۱۵ نفر مونث بودند (۳۶٪). در گروه کودکان دارای کم شنوایی، ۸ نفر دارای کم شنوایی متوسط، ۷ نفر کم شنوایی حسی عصبی نسبتاً شدید و ۶ نفر دارای کم شنوایی حسی عصبی شدید بودند. میانگین سنی افراد ۶۶/۶۲±۱۴/۴۵۲ ماه در گروه کم شنوا و ۷۱/۱۴±۱۰/۸۵۰ ماه در افراد طبیعی بود که نظر آماری این تفاوت سن معنی دار نبود. از تمامی افراد آزمون های P300 و آزمون های گفتاری عمل آمد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج بدست آمده نشان دهنده این بود که نهفتگی امواج P300 در بین دو گروه بیمار و طبیعی تفاوت معناداری داشت اما تفاوتی در دامنه امواج P300 مشاهده نشد همچنین نتایج در تمامی آزمون های گفتاری بین دو گروه از لحاظ آماری تفاوت معنی دار داشت.

در نهایت رابطه بین امواج P300 و آزمون های گفتاری مورد بررسی قرار گرفت که این نتایج در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج بدست آمده نشان می دهد که

جدول ۱: نتایج آزمون های P300 و آزمون های گفتاری در افراد مورد مطالعه

میانگین و انحراف معیار	گروه	مولفه مورد ارزیابی
۳۵۴/۵۹ ± ۶۳/۱۱۱*	کودکان دارای کم شنوایی	نهفتگی امواج P300
۳۲۴/۱۷ ± ۳۳/۰۰۳	کودکان با شنوایی طبیعی	
۵/۹۴۹ ± ۶/۱۴۲	کودکان دارای کم شنوایی	دامنه امواج P300
۵/۱۶۲ ± ۵/۳۹۸	کودکان با شنوایی طبیعی	
۳/۶۷۰ ± ۰/۸۵۶*	کودکان دارای کم شنوایی	SIR
۴/۶۲۰ ± ۰/۶۶۹	کودکان با شنوایی طبیعی	
۱۹/۲۹ ± ۴/۹۳۱*	کودکان دارای کم شنوایی	Wepman
۲۶/۳۳ ± ۵/۱۳۲	کودکان با شنوایی طبیعی	
۳/۳۳ ± ۳/۵۱۲*	کودکان دارای کم شنوایی	نمره خام TOLD
۱۱/۸۶ ± ۵/۹۵۲	کودکان با شنوایی طبیعی	
۴/۹۰ ± ۲/۳۰۰*	کودکان دارای کم شنوایی	نمره استاندارد TOLD
۹/۶۲ ± ۳/۰۵۷	کودکان با شنوایی طبیعی	
۹/۱۰ ± ۱۴/۰۴۶*	کودکان دارای کم شنوایی	رتبه درصدی TOLD
۴۶/۰۵ ± ۲۹/۰۶۳	کودکان با شنوایی طبیعی	

*۰/۰۵ سطح معنی دار در اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵، SIR: Speech Intelligibility Rating, TOLD: Test of Language Development

جدول ۲: رابطه بین امواج P300 و نتایج آزمون های گفتاری

مولفه مورد ارزیابی	SIR	wepman	نمره خام TOLD	نمره استاندارد TOLD	رتبه درصدی TOLD
نهفتگی امواج P300	-۰/۲۷۷*	-۰/۳۵۸*	-۰/۲۹۵*	-۰/۲۸۰*	-۰/۲۶۱*
دامنه امواج P300	۰/۰۰۹	-۰/۱۸۲	-۰/۱۱۳	-۰/۱۲۷	-۰/۱۶۴

* معنی داری در سطح ۰/۰۵، SIR: Speech Intelligibility Rating, TOLD: Test of Language Development, ۰/۰۵

برای نتایج مداخله زود هنگام می باشد (۱۴). محدودیت مطالعه حاضر، روش انجام آن به صورت یک مطالعه مقطعی بود و انجام تحقیق حاضر به صورت یک مطالعه کوهورت و با تکرار آزمون P300 در طول فرایند توانبخشی برای بررسی تاثیرات توانبخشی و افزایش سن توصیه می گردد. تفاوت چشمگیری در بین نتایج زبان، گفتار و شنوایی در بین کودکان کم شنوا با کودکان طبیعی وجود دارد. نتایج بدست آمده نشان دهنده تفاوت پردازش شنوایی مرکزی در کودکان کم شنوا و دارای شنوایی طبیعی است و امواج P300 می تواند در شناسایی مشکلات توجهی و پردازش مرکزی کمک کننده باشد.

سپاسگزاری

انجام این پژوهش بوسیله معاونت پژوهشی دانشگاه علوم

بلندمدت بیماری گوش میانی بر پردازش لوب تمپورال و P300 در دو جمعیت مختلف از کودکان مورد بررسی قرار گرفت. حجم نمونه این مطالعه شامل ۶۸ کودک برزیلی و استرالیایی با سن ۸ تا ۲۴ سال و دارای اوتیت مدیا به عنوان گروه مداخله و ۱۴ نفر از هر کشور بدون سابقه ای از بیماری های گوش میانی به عنوان گروه کنترل، بوده است. نتایج نشان داد که دو گروه دارای اوتیت مدیا برزیلی و استرالیایی، دارای نتایج مشابهی بودند و بیماری بر روی نتایج آزمون P300 موثر بود (۱۳). در مطالعه دیگری در سال ۲۰۱۵، امواج P300 در افراد دارای کم شنوایی حسی عصبی مورد بررسی قرار گرفت. این پژوهش بر روی ۲۹ مرد و زن ۱۱ تا ۴۲ سال با کم شنوایی حسی عصبی شدید یا عمیق بدون وجود سایر اختلالات انجام شده است. و نتایج تحقیق نشان داد که امواج P300 می تواند یک پیش بینی کننده مناسب

پزشکی مشهد (کد طرح: ۴۰۰۰۸۷۶ و کد اخلاق
مورد (IR.MUMS.FHMPM.REC.1400.080)
پشتیبانی قرار گرفته است. در نگارش این مقاله، نویسنده
اول و دوم نقش یکسانی داشته اند.

منابع

1. World Health Organization. "Deafness and hearing loss. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>. 2020.
2. Centers for Disease Control and Prevention. "Hearing Loss in Children" from Centers for Disease Control and Prevention, National Center on Birth Defects and Developmental Disabilities 2020.
3. Hall, J. W. and Swanepoel, D. Objective assessment of hearing. San Diego, CA, Plural publishing 2010.
4. Madell, J. R., Flexer, C. Pediatric audiology: Diagnosis, technology and educational management. New York, NY, Thieme medical publishers 2008.
5. Mongkalanantakul N, Lertsukprasert K, Tiensuwan M. A Comparison Study of the Auditory P300 Results of Elderly Patients with Sensorineural Hearing Loss. *Journal of Health Science and Medical Research* 2019; 37(4): 297-303.
6. Bakhtiyari J, Dadgar H, Khatoonabadi AR, Ghorbani R. Survey of auditory discrimination skill in 4-6 years old children in Semnan city. *Modern Rehabilitation* 2012; 6(2): 37-41.
7. Phillips L, Hassanzadeh S, Kosaner J, Martin J, Deibl M, Anderson I. Comparing auditory perception and speech production outcomes: non-language specific assessment of auditory perception and speech production in children with cochlear implants. *Cochlear Implants Int.* 2009; 10(2): 92-102.
8. Allen C, Nikolopoulos TP, Dyar D, O'Donoghue GM. Reliability of a rating scale for measuring speech intelligibility after pediatric cochlear implantation. *Otol Neurotol.* 2001; 22(5): 631-633.
9. Allen MC, Nikolopoulos TP, O'Donoghue GM. Speech intelligibility in children after cochlear implantation. *Am J Otol* 1998; 19(6): 742-746.
10. Newcomer, P. L., & Hammill, D. P. Test of Language Development-Primary, Third Edition. Austin, TX: PRO-ED, 1997.
11. Newcomer P, Hammill D. Test of Language Development (TOLD- P: 3). Normalization in Persian: Hassanzade, S. Minayi, A. Tehran: Research institute of exceptional children pub 2002; 1(2): 119-34.
12. Zarandy MM, Nourizadeh N, Mobedshahi F, Jafarzadeh S. Relationship between electrically evoked compound action potential thresholds and auditory, language, and speech progress after cochlear implant surgery. *Iranian journal of otorhinolaryngology* 2018; 30(99): 185-188.
13. Borges, L. R., Sanfins, M. D., Donadon, C., Tomlin, D., & Colella-Santos, M. F. Long-term effect of middle ear disease on temporal processing and P300 in two different populations of children. *PloS one* 2020; 15(5): e0232839.
14. Reis AC, Frizzo AC, de Lima Isaac M, Garcia CF, Funayama CA, Iório MC. P300 in individuals with sensorineural hearing loss. *Brazilian journal of otorhinolaryngology* 2015; 81(2): 126-132.