

Treatment and rehabilitation of children with central auditory processing disorders

seyyedeh Zeynab Nureddini^{*1}, Ahmadreza Nazeri²

1. Student Research Committee. MS.c Student of Audiology, Faculty of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences. Tehran, Iran. (Corresponding Author) Z.Nureddini@gmail.com.
2. Instructor of Audiology, Faculty of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences. Tehran, Iran.

Article received on: 2014.2.21 Article accepted on: 2014.9.14

ABSTRACT

Background and Aim: Central auditory processing disorder (CAPD) was defined as involving deficits in localization, lateralization, auditory discrimination, pattern recognition skills, temporal processing, and performance decrements with competing or degraded auditory signals. CAPD prevalence in children 2 to 3 percent and the adult population is approximately 70 percent. Interventions for central auditory processing disorder (CAPD) is based on the neuroplasticity, Stimulate the audio system can be improved auditory processing ability. The importance of our study is that if CAPD left untreated may result in poor understanding speech, loss of function of behavior, poor school performance and impact in the field of psychology, and social communications therefore obtain the best method of treatment is important.

Conclusion: In the intervention should use of top-down and bottom-up methods of treatment. Treatment should be based on age, language features and Specific defects person with CAPD. It is better a multi-disciplinary intervention In addition to the remedies hearing, speech and language therapy, and psychological well done.

Key Words: intervention, Central auditory processing disorder, plasticity

Cite this article as: seyyedeh Zeynab Nureddini, Ahmadreza Nazeri. Treatment and rehabilitation of children with central auditory processing disorders. J Rehab Med. 2015; 4(1): 113-123.

درمان مبتنی بر توانبخشی در کودکان دارای اختلالات پردازش شنوایی مرکزی

سیده زینب نورالدینی*^۱، احمد رضا ناظری^۲

۱. کمیته پژوهشی دانشجویی، دانشجوی کارشناسی ارشد شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. مربی گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

مقدمه و اهداف

اختلال پردازش شنوایی مرکزی (CAPD) نقص در مکان‌یابی، طرفی‌سازی، افتراق شنیداری، مهارت‌های شناخت الگو، پردازش زمانی و همچنین کاهش عملکرد در مواجهه شدن با سیگنال رقابتی است. شیوع CAPD در کودکان ۲ تا ۳ درصد و در جمعیت بزرگسال تقریباً ۷۰ درصد است. مداخلات برای اختلال پردازش شنوایی مرکزی (CAPD) بر ساخت‌پذیری دستگاه عصبی استوار است، تحریک دستگاه شنیداری می‌تواند موجب بهبود توانایی‌های پردازش شنوایی شود. اهمیت مطالعه‌ی ما این است که اگر CAPD بدون درمان باقی بماند ممکن است سبب درک ضعیف‌گفتار، کاهش در عملکرد رفتاری، ضعف تحصیلی و تأثیر منفی در زمینه روانشناسی و ارتباطات اجتماعی شود پس یافتن بهترین روش درمانی مهم است.

نتیجه‌گیری

همسویی دست و چشم غالب در این رشته ورزشی مزایایی برای ورزشکار دارد و سبب افزایش احتمال تیراندازی به صورت دو چشمی می‌شود. بررسی چشم غالب در پروتکل‌های ورزشی مورد توجه قرار گرفته اما به موضوع همسویی توجه کمتری شده است که می‌تواند در هدایت یک ورزشکار به سمت عملکرد موفق‌تر کمک کند.

واژگان کلیدی

مداخله، اختلال پردازش شنوایی مرکزی، ساخت‌پذیری

پذیرش مقاله ۱۳۹۳/۶/۲۳ *

دریافت مقاله ۱۳۹۲/۱۲/۱۱ *

نویسنده مسئول: سیده زینب نورالدینی. تهران. میدان امام حسین (ع)، خیابان دماوند، روبروی بیمارستان بوعلی، دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
تلفن: ۰۹۱۶۳۶۷۸۵۰۲

آدرس الکترونیکی: Z.Nureddini@gmail.com

مقدمه و اهداف

طبق تعریف مراجع بین‌المللی (ASHA، ۲۰۰۵)، اختلال پردازش شنوایی مرکزی (CAPD)^{۴۱} عبارت از نقص در پردازش ادراکی محرکات شنوایی و فعالیت نورویبولوژیکی زمینه در آن پردازش‌ها است، به بیان دیگر CAPD متضمن داشتن مشکل در گرفتن، انتقال و تبدیل، آنالیز، سازماندهی و ذخیره‌ی اطلاعات از سیگنال آکوستیکی قابل شنیدن است. در یک تعریف پیش رفته CAPD اینگونه تعریف شد "نقص در مکان‌یابی^{۴۲}، طرفی سازی^{۴۳}، افتراق شنیداری^{۴۴}، مهارت‌های شناخت الگو^{۴۵}، پردازش زمانی^{۴۶} و همچنین کاهش عملکرد در مواجه شدن با سیگنال رقابتی^{۴۷} CAPD است"^[۱].

شیوع CAPD در کودکان ۲ تا ۳ درصد و در جمعیت بزرگسال تقریباً ۷۰ درصد است^[۲]. در منابع دیگر شیوع CAPD را در کودکان سن مدرسه ۲ تا ۵ درصد برآورد کرده‌اند. اختلال پردازش شنوایی اختلالی ناهمگن است، شیوع CAPD در پسران تقریباً دو برابر دختران است. در بیشتر کودکان علت شناسی زیربنایی اختلال را نمی‌توان به درستی تعیین نمود با این وجود، اختلالی عصبی مورد گمانه زنی است که احتمالاً انتقال ناکارآمد نیمکره‌ای اطلاعات شنیداری و یا نبود جهت‌یابی مناسب نیمکره‌ای، غیرقرینگی غیر معمول نیمکره‌ای، همزمانی غیردقیق شلیک عصبی یا عوامل دیگر را در پی دارد^[۳].

عوامل گوناگونی برای CAPD برشمرده شده است ولی وراثت به عنوان مهم‌ترین عامل در نظر گرفته می‌شود، CAPD ممکن است ناشی از ضایعه‌ی ثانویه‌ی سیستم عصبی شنیداری مرکزی مانند شوانوما‌ی دهلیزی، اسکروز متعدد (MS)^{۴۸}، سکت و دیگر علت‌های نورولوژیک باشد^[۴]. با این وجود بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که محرومیت شنیداری در کودکان با عفونت طولانی مدت گوش میانی تغییراتی در پردازش شنوایی ایجاد می‌کند، کاهش ورودی شنوایی در سال‌های اول زندگی ممکن است بر عملکرد سیستم شنوایی مرکزی تأثیر منفی گذارد. همچنین عفونت طولانی مدت گوش میانی سبب محروم شدن از ساخت‌پذیری^{۴۹} شنوایی مغز و افزایش مشکلات زبانی در کودکان می‌شود. انجام تربیت شنوایی در این کودکان می‌تواند سبب ساخت‌پذیری شنوایی، درک اصوات و بهبود یادگیری شود^[۵ و ۶]. به گفته‌ی آموزگاران کودکان دارای اختلال پردازش شنوایی مرکزی معمولاً گیج و سردرگم هستند و اغلب تکالیف کلاسی شان را انجام نمی‌دهند، دستورها را پیگیری نمی‌کنند و به محرکات شنیداری پاسخ نمی‌دهند. این کودکان دارای:

۱. آستانه‌های شنوایی هنجار هستند.
۲. عموماً به محرکات شنیداری به طور ناپیوسته پاسخ می‌دهند. برای نمونه، کودک گاه مجموعه‌ای از دستورها را با موفقیت پیگیری می‌کند اما در زمان‌های دیگر نمی‌تواند همان تکالیف را پیگیری کند.
۳. کاهش در دامنه‌ی توجه^{۵۰} دارند و وقتی با فعالیت‌های یادگیری شنیداری پیچیده و طولانی رو به رو می‌شوند به آسانی خسته می‌شوند.
۴. محرکات دیداری و شنیداری موجب پرت شدن حواس آن‌ها می‌شوند. این کودکان اسیر دست محیط هستند و نمی‌توانند جلوی ورود محرکات نامناسب را بگیرند و باید بی‌درنگ و به طور کامل به هر چیزی که می‌بینند، احساس می‌کنند، یا می‌شنوند (هر چند پیش پا افتاده) پاسخ دهند. این رفتارها با اختلال نقص توجه^{۵۱} و بیش‌فعالی^{۵۲} نیز مشابه است که تشخیص افتراقی آن‌ها را از یکدیگر دشوار می‌کند.
۵. ممکن است در مهارت‌های مکان‌یابی شنیداری (تعیین دور یا نزدیک بودن منبع صدا، یا تمایز صداهای بلند از آرام) با مشکل رو به رو باشند. گزارش‌های فراوانی وجود دارد که این کودکان وقتی در معرض صدای بلندی قرار می‌گیرند می‌ترسند و اغلب برای متوقف کردن صدا دستان خود را روی گوش‌هایشان قرار می‌دهند.
۶. ممکن است با دقت گوش دهند، اما در پیگیری دستورها یا فرامین پیچیده و طولانی با مشکل رو به رو می‌شوند.

⁴¹ Central Auditory Processing Disorder

⁴² Localization

⁴³ Lateralization

⁴⁴ Auditory Discrimination

⁴⁵ Pattern Recognition

⁴⁶ Temporal Processing

⁴⁷ Competing

⁴⁸ Multiple Sclerosis

⁴⁹ Plasticity

⁵⁰ Attention span

⁵¹ Attention Deficit

⁵² Hyperactivity

۷. اغلب نمی‌توانند اطلاعات ارائه شده ی کلامی حافظه‌ی کوتاه یا بلند مدت را به یاد آورند. ممکن است در شمارش، نام بردن حروف الفبا، یادآوری روزهای هفته و ماه‌های سال، یا نشانی و شماره‌ی تلفن مشکل داشته باشند.

۸. ممکن است به اطلاعات شنیداری به آهستگی پاسخ دهند، انگار زمان بیشتری لازم است تا بیاندیشند و آنچه را شنیده‌اند پردازش کنند. مدارکی در دست است که دستگاه شنیداری این کودکان در سرعت انتقال به اندازه ی کافی کارآمد نیست (فعالیت عصبی آهسته تر) و زمان بیشتری لازم است که محرک از گوش بیرونی به مغز برسد. از این رو، کودک نمی‌تواند با همان سرعت صحبت کردن آموزگار، گوش دهد.^[۷۳]

رفتارهای گفته شده منحصر به کودکان دارای CAPD نیست بلکه در کودکان دارای اختلال نقص توجه، اختلال زبانی خاص^{۵۳} افت شنوایی محیطی، آلرژی ها، و ... نیز دیده می‌شود. CAPD ممکن است همراه با اختلال نقص توجه، اختلالات خواندن و نوشتن مشاهده شود همچنین ممکن است افراد مبتلا به اتیسم مبتلا به CAPD نیز باشند. کودکان ممکن است علل زیربنایی متفاوتی برای رفتارهای مشابه داشته باشند و این وظیفه‌ی درمانگر است که در میان کودکان دارای رفتارهای مشابه نقص یا نارسایی زیربنایی را تعیین کند و رویکرد درمانی مناسب هر کودک را توصیه کند.^[۱۱و۱۲و۱۰و۹و۸و۷و۶]

معمولاً بیماران CAPD کودکانی هستند که در کلاس درس با مشکل گوش دادن روبرو هستند و دچار ضعف آموزشی و تحصیلی می‌گردند. کودکان دارای CAPD اغلب مشکلاتی در پردازش اصوات مخصوصاً در محیط‌های نامطلوب مانند کلاس‌های نویزی (پر سر و صدا) نشان می‌دهند. نویز به آسانی کودکان دارای CAPD را گیج می‌کند. فقدان توجه در کلاس نویزی ممکن است قسمتی از مشکلات آن‌ها در فهم آموزش معلم مانند کاهش بازده یا سرعت پردازش اطلاعات در حافظه‌ی شنوایی کوتاه مدت را شرح دهد.^[۱۳]

به طور خلاصه می‌توان موارد ذیل را جزء نشانه‌های قابل مشاهده در کودکان مبتلا به CAPD برشمرد:

- مشکل در شنیدن پیام گفتاری در نویز یا محیط بازآوا
- مکان‌یابی
- یادگیری زبان خارجی، اصطلاحات تخصصی و غیر روزمره
- درخواست دائم برای تکرار مطالب
- مشکل در پردازش گفتار سریع
- پاسخ دهی نامناسب به محرکات کلامی
- عدم توانایی دریافت ویژگی‌های پرزودیک گفتار (مانند لحن جملات)
- حواس پرتی سریع با محرکات خارجی
- مشکل در حفظ توجه
- مشکل در اجرای دستورات کلامی
- توانایی ضعیف در موسیقی
- مشکل در خواندن، تلفظ و یادگیری

تشخیص CAPD اغلب دشوار است. نتایج آزمون‌های مرکزی می‌تواند مبهم بوده یا تفسیر آن‌ها دشوار باشد. از آنجا که CAPD در روش‌های تصویر برداری مغزی (برای مثال MRI و CT Scan) مشخص نمی‌شوند، برخی متخصصین آن را به عنوان یک ماهیت بالینی مشخص محسوب نمی‌کنند. نتایج آزمون‌های شنوایی مرکزی در افراد دارای CAPD نشان از اختلال در دستگاه عصبی مرکزی شنوایی دارد. ضمناً، بازنمایی عصبی اصوات در مغز افراد مبتلا به CAPD اغلب متفاوت از افراد هنجار است.^[۱۴و۱۵]

روش‌های مدیریتی CAPD سعی بر این دارد که از طریق افزایش آگاهی زبان و ارتقای سرعت پردازش آن‌ها، مهارت‌های پردازشی فرد را تقویت کند.^[۱۴]

اگر CAPD بدون درمان باقی بماند بر زندگی کودک تأثیر منفی می‌گذارد.^[۱۶و۱۴] درمان مناسب می‌تواند سبب فهم بهتر در نویز، توجه بیشتر و بهبود عملکرد تحصیلی شود پس یافتن درمان مناسب اهمیت زیادی دارد.

CAPD محدود به کودکان نیست و تعداد بزرگسالان با یافته‌های ادیومتریک نرمال و با مشکلات پردازش شنوایی روبه فزونی است.^[۱۷] با افزایش سن احتمال اختلال پردازش شنوایی افزایش می‌یابد همچنین در افراد مبتلا به آلزایمر و اختلال حافظه CAPD دیده شده است. می-

⁵³ Specific Language Impairment

توان این اختلال را با استراتژی‌های مداخله‌ای مانند افزایش نسبت سیگنال به نویز توسط سمک بهبود و تأثیرات اختلال پردازش شنوایی را در پیری کاهش داد [۱۸، ۱۹، ۲۱]. در مطالعه‌ی ما فقط به CAPD در کودکان پرداخته شده است.

مداخلات برای اختلال پردازش شنوایی مرکزی (CAPD) بر ساخت‌پذیری دستگاه عصبی استوار است، تحریک دستگاه شنیداری می‌تواند موجب بهبود توانایی‌های پردازش شنوایی شود. تحریک و تجربه، مسیرهای شنیداری را فعال و تقویت می‌کند در حالی که مسیرهایی که تحریک نمی‌شوند تحلیل می‌یابند.^{۵۴}

برای استفاده از مزیت ساخت‌پذیری دستگاه عصبی مرکزی و بیشینه کردن اثربخشی درمان و کاهش نقص‌های عملکردی، مداخله باید به دنبال تشخیص به سرعت آغاز شود و اطمینان از دسترسی کودک به حمایت‌ها و مداخلات مناسب ضروری است.

اهمیت مطالعه‌ی ما این است که اگر CAPD بدون درمان باقی بماند ممکن است سبب درک ضعیف گفتار، کاهش در عملکرد رفتاری، ضعف تحصیلی و تأثیر منفی در زمینه روانشناسی و ارتباطات اجتماعی شود پس یافتن بهترین روش درمانی مهم است.

بهتر است مداخله چند رشته‌ای باشد یعنی علاوه بر درمان‌های شنوایی درمان‌های گفتار، زبان و روانشناسی نیز انجام شود [۲۲]. این یافته در کشور ایرلند به اثبات رسیده و مشخص شده است که کار تیمی سبب ارتقا درمان CAPD می‌شود [۲۳].

درمان‌های CAPD

CAPD به انواع متفاوتی تقسیم شده است. مدل Bellis-Ferre اطلاعاتی را در مورد سه نقص اولیه شامل رمزگشایی شنوایی، نوا^{۵۵} و تلفیق^{۵۶} و دو نقص ثانویه شامل نقص مرتبط با شنوایی و نقص سازماندهی فراهم می‌کند. نقص در رمزگشایی شنوایی سبب بیان ضعیف واج‌ها، ضعف در افتراق و ترکیب اصوات و ناتوانی در به خاطر آوردن واج‌های یاد گرفته شده می‌شود، احتمالاً ضایعه‌ای در قشر شنیداری اولیه در نیمکره‌ی چپ وجود دارد. نقص نوا شامل مشکل در درک و تشخیص اطلاعات غیر کلامی، ضعف در آواز خواندن، ضعف در مهارت‌های اجتماعی و صدای یکنواخت^{۵۷} می‌باشد. نقص تلفیق باعث ضعف در تمام وظایف چند کیفیتی مانند نقاشی و فهم دیکته می‌شود، این نقص به علت عدم بلوغ جسم پینه‌ای و ساختارهای انتقال دهنده‌ی اطلاعات بین نیمکره‌ها است. نقص مرتبط با شنوایی، ناتوانی در استفاده از قوانین زبان با اطلاعات آکوستیکی است و علت این نقص ارتباط ضعیف بین قشر شنوایی اولیه و مناطق قشری مرتبط است. نقص سازماندهی، ناتوانی در توالی، برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی صحیح اطلاعات می‌باشد و محل دقیق ضایعه مشخص نیست [۱۴].

بر اساس مدل Buffalo، CAPD شامل:

۱. رمزگشایی: در این نوع اختلال مشکل در خواندن شفاهی کلمات، ضعف در تشخیص و به خاطر آوردن واج‌ها و هجی ضعیف وجود دارد، شایع‌ترین نوع CAPD است و محل ضایعه در قشر شنیداری یا قسمت خلفی لوب تمپرال چپ می‌باشد.
۲. تلفیق: این نوع شدیدترین و به درمان مقاوم‌تر است. مشکل در خواندن و نقص در یکپارچه کردن اطلاعات بینایی و شنوایی دارند، محل ضایعه در جسم پینه‌ای یا شکنج زاویه ای parietal-occipital است.
۳. کاهش حافظه^{۵۸}: ضعف در حافظه‌ی کوتاه مدت و مشکلات شنیدن در حضور نویز دارند، در این مورد محل ضایعه در لوب فرونتال یا هیپوکامپ و یا آمیگدالا می‌باشد.
۴. سازماندهی: اختلال توجه وجود دارد و کلمات را خارج از توالی تکرار می‌کنند. محل ضایعه در کورتکس prefrontal است [۱۴]. مدل Spoken-Language Processing گسترش یافته‌ی مدل Buffalo است که برای فهم بهتر چگونگی درک کردن و پردازش زبان صحبت شده می‌باشد، یک جزء از این مدل، پردازش شنیداری با مکانیسم‌هایی است که سیگنال ورودی را از نظر آکوستیکی آنالیز می‌کنند [۱۴].

از آنجا که CAPD نقص‌های متفاوتی را ایجاد می‌کند برای هر کدام از این نقص‌ها برنامه‌ی مداخله‌ای خاصی باید اجرا شود، مثلاً برای نقص توجه می‌توان از نشستن در مکان مناسب و وسایل کمک شنوایی مانند سیستم FM استفاده کرد و برای نقص در درک شنوایی می‌توان از یادداشت برداری استفاده نمود [۲۴].

جرگر ابعاد مداخله را اینگونه بیان کرد:

⁵⁴ Atrophy
⁵⁵ Prosodic
⁵⁶ Integration
⁵⁷ Flat
⁵⁸ Fading memory

Form: مربوط به وضوح و خصوصیات محرک ورودی است. مداخله در آن شامل تقویت وضوح و کیفیت سیگنال از طریق اصلاحات محیطی می‌باشد.

Transform: موفقیت در پردازش سیگنال ورودی است. مداخلات درکی و پردازشی برای آن انجام می‌شود.

Inform: توانایی فرد در شناخت و استفاده از سیگنال ورودی می‌باشد. برای آن مداخلات پردازش زبان و استراتژی‌های جبرانی صورت می‌گیرد [۱۴].

به طور کلی مداخله شامل موارد زیر است:

اصلاحات محیطی و تسهیل دسترسی به سیگنال شنیداری: کاهش فاصله محل نشستن تا منبع صوت، کنترل آکوستیکی (بستن پنجره‌ها، فرش کردن اتاق، استفاده از پنجره‌های دو جداره و ...) و استفاده از وسایل کمک شنوایی (ALD) [۵۹] مانند سیستم FM [۱۴].

استراتژی‌های جبرانی: گفتار واضح و تقویت زبانی (تولید واج‌ها با دقت، تولید گفتار با سرعت کمتر، افزایش انرژی در منطقه فرکانسی ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ هرتز، استفاده از کلمات آشنا)، گفتارخوانی (توجه به چهره گوینده به عنوان مکمل بینایی اصوات گفتاری)، پیش زمینه داشتن (مرور مطالب آموزش دیده در خانه) و آموزش شفاهی (بیان یک کلمه در یک زمان، تکرار کلمه، آموزش در آرامش و سکوت) [۱۴].

روش‌های مدیریتی مستقیم: برنامه‌ی آموزش واج (PTP) [۶۱] (هدف این برنامه وضوح و تصحیح واج‌هاست)، ترکیب واج (PS) [۶۲] (در کسانی که گفتار واضحی ندارند استفاده می‌شود در این روش کلمات حرف به حرف بیان می‌شوند)، حساسیت‌زدایی نسبت به نویز [۶۳] (سطح نویز تغییر می‌کند ولی سطح گفتار ثابت می‌ماند با افزایش نویز و تمرین این حالت حساسیت فرد به نویز کم می‌شود) و تربیت شنوایی [۱۴].

در مطالعه‌ای که Bellis و همکاران بر روی یک پسر ۸ ساله‌ی دارای CAPD انجام دادند به بررسی اصلاح محیط شامل نشستن در مکانی دور از نویز و نشستن در مکانی با قابلیت دیدن لب معلم، همچنین استفاده از وسایل کمک شنوایی (سیستم FM) و تربیت شنوایی برای این کودک پرداختند نتایج حاصل شده شامل بهبود سرعت و روانی خواندن و بهبود معنی‌دار در فهم گفتار توسط کودک بود. در همین مطالعه اصلاحات محیطی برای یک مرد ۴۶ ساله دارای CAPD بررسی شد، این نتیجه بدست آمد که کاهش نویز محیط برای این بیمار سبب بهبود در تست‌های مرکزی و مهارت‌های گفتاری می‌شود [۲۵].

افراد دارای اختلال پردازش شنوایی با وجود عملکرد شنوایی نرمال در تست‌های شنوایی معمولاً یکی یا بسیاری از ویژگی‌های رفتاری شامل دشواری در فهم اطلاعات شنیداری در محیط نویزی یا بازآوایش، پاسخ متناقض یا نامناسب در گفتار، تقاضای مداوم بر تکرار پیام گفتاری، مشکل توجه، حواس‌پرتی، مشکل در دنبال کردن دستور شفاهی، دشواری در مکان‌یابی صدا، دشواری در یادگیری آواز و ریتم، مشکلات خواندن و یادگیری را نشان می‌دهند. اغلب CAPD تأثیر زیادی بر کودکان در اجتماع، صحبت کردن و مهارت‌های ارتباطی دارد. بنابراین CAPD ممکن است سبب نگرانی، اعتماد به نفس پایین و ضعف تحصیلی شود [۲۶].

نویز، بازآوایش و فاصله سبب محدودیت اطلاعات گفتاری می‌شوند و بر درک گفتار تأثیرگذار هستند. سیستم FM فاصله‌ی بین گوینده و شنونده و همچنین تأثیرات پوششی نویز را کاهش می‌دهد این سیستم دارای دو جزء میکروفون و رسیور است که با افزایش نسبت سیگنال به نویز سبب تسهیل توجه می‌شود [۲۶].

در کودکان دارای CAPD ضعف تحصیلی، مشکلات روانشناختی و کاهش درک گفتار وجود دارد، بعد از استفاده طولانی مدت از سیستم FM توسط این کودکان درک گفتار آن‌ها در کلاس نویزی افزایش و مشکلات روانشناختی و تحصیلی آن‌ها بهبود می‌یابد. این نتیجه احتمالاً به علت افزایش عملکرد سیستم شنوایی است [۲۶]. در تحقیقی که Rance و همکاران انجام دادند مشاهده شد که استفاده از سیستم FM توسط کودکان دارای آتاکسی Friedrich که اختلال پردازش شنوایی نیز داشتند با افزایش نسبت سیگنال به نویز سبب بهبود در شنیدن و ارتباط آن‌ها می‌شود [۲۷].

در مطالعه‌ای که توسط Umat و همکاران با هدف تأیید تأثیر سیستم FM در افزایش حافظه‌ی شنوایی کودکان دارای CAPD انجام شد، ۶۰ کودک دارای CAPD را به سه گروه تقسیم کردند گروه اول، گروه کنترل بودند که از سیستم FM استفاده نمی‌کردند، گروه دوم کودکان استفاده کننده از سیستم FM یکطرفه و گروه سوم کودکان استفاده کننده از سیستم FM دوطرفه بودند، معیارهای ورود این کودکان به مطالعه،

⁵⁹ Assistive listening device

⁶⁰ Frequency Modulation

⁶¹ Phonemic Training Program

⁶² Phonemic Synthesis

⁶³ Speech in Noise Desensitization Training

قبول شدن از غربالگری شنوایی در شدت ۲۰dbHL در فرکانس های ۵۰۰ تا ۴۰۰۰ هرتز، عملکرد نرمال گوش میانی، امتیاز نرمال از تست IQ^{۶۴} (امتیاز ۸۰ یا بیشتر) و رد شدن حداقل در یکی از تست‌های غربالگری CAPD (آزمایش اعداد دوگانه به صورت دوگوشی^{۶۵} (DDT) یا آزمایش توالی الگوی زیر و بمی^{۶۶} (PPST) بود. حافظه‌ی شنوایی این کودکان یکبار قبل و یکبار بعد از دوازده هفته استفاده از سیستم FM و بار دیگر یک سال بعد (بدون استفاده از FM) برای بررسی تأثیر طولانی مدت سیستم FM توسط تست شفاهی Rey (RAVLT)^{۶۷} ارزیابی شد. بعد از آنالیزهای آماری مشخص شد که میانگین امتیازات حافظه کاری (WM)^{۶۸} در ۳ زمان اختلاف معنی‌داری نشان دادند ولی بین گروه با FM یکطرفه و دوطرفه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بنابراین سیستم FM سبب پردازش سریعتر اطلاعات شنوایی و تسهیل ذخیره سازی اطلاعات می‌شود. مشخص شد که استفاده از سیستم FM بواسطه‌ی وجود ساخت‌پذیری شنوایی سبب افزایش حافظه‌ی شنوایی می‌شود ولی بین FM یکطرفه و دوطرفه تفاوتی وجود ندارد. سیستم FM با افزایش نسبت سیگنال به نویز تا ۱۶-۱۸db برای مدیریت کودکان دارای CAPD در کلاس درس یک انتخاب مفید است^[۱۳].

Kuk و همکاران مطالعه‌ای با هدف بررسی سیستم FM برای کودکان دارای CAPD انجام دادند، در این مطالعه ۱۷ کودک دارای CAPD شرکت داشتند، این کودکان مدت ۳ ماه از سیستم FM استفاده کردند، نتایج حاصله نشان دادند که سیستم FM با افزایش ۱۰ تا ۲۰db نسبت سیگنال به نویز سبب تمرکز بیشتر، عملکرد بهتر در مدرسه، بهتر شنیدن و بهبود توجه در این کودکان می‌شود^[۲۹].

Bellis و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی سودمندی استراتژی‌های جبرانی برای یک کودک دارای CAPD پرداختند، در این مطالعه به مدت یک سال استراتژی‌های جبرانی برای دختر ۱۴ ساله‌ی دارای CAPD به کار رفت بعد از این یک سال توسط والدین و مشاور بیان شد که توانایی‌های درکی کودک بهبود یافته‌اند با این وجود هنوز کودک مشکلاتی در ارتباط با گوینده‌ی غیر آشنا بیان می‌کرد^[۲۵].

تربیت شنوایی شامل آموزش غیرگفتاری (اصوات غیرگفتاری که از نظر فرکانس متفاوت هستند)، آموزش اصوات گفتاری ساده (واکه‌ها و همخوان‌ها)، آموزش Fast Forward (اصوات غیرگفتاری، اصوات گفتاری ساده و محرک گفتاری مرکب (سیلاب، کلمات و جملات))، درمان Tomatis (گفتار و موسیقی با فرکانس فیلتر شده)، آموزش یکپارچگی شنیداری (AIT)^{۶۹} (گفتار فیلتر شده، گوش دادن به صدای موسیقی تعدیل شده) و آموزش شنیداری دیداری^{۷۰} (شنیدن و دیدن واج‌ها حین تلفظ) است مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که آموزش اصوات غیرگفتاری و اصوات گفتاری ساده CAPD را درمان می‌کنند^[۳۰].

تربیت شنوایی می‌تواند به دو گروه رسمی و غیررسمی دسته‌بندی شود. تربیت شنوایی رسمی عموماً به دستگاه‌های خاص، نرم افزارهای ویژه و برنامه‌های تجاری نیاز دارد و غالباً به وسیله ادیولوژیست در اتاق آکوستیک انجام می‌شود ولی تربیت شنوایی غیر رسمی به این صورت نیست و نیاز به دستگاه خاصی ندارد و در بازی‌ها یا فعالیت‌ها در خانه یا مدرسه توسط والدین یا معلم می‌تواند انجام شود، برنامه‌ی غیررسمی برای تأثیر گذاری بیشتر، بهتر است با تربیت شنوایی رسمی همراه شود. صرفنظر از تربیت شنوایی رسمی یا غیر رسمی درمان باید با سن، زبان و انگیزه متناسب باشد^[۲۴].

تربیت شنوایی به صورت گسترده به عنوان روش مداخله‌ای برای افراد دارای CAPD استفاده می‌شود. تربیت شنوایی سبب افزایش همزمانی عصبی و افزایش اتصالات سیناپسی می‌شود. این تغییرات در سیستم اعصاب مرکزی براساس ساخت‌پذیری سیستم اعصاب مرکزی می‌باشد، تربیت شنوایی برای بهبود نقص‌های زبانی و اختلال پردازش شنوایی مرکزی مفید است^[۳۱ و ۳۲].

مؤثر بودن تربیت شنوایی در کودکان دارای CAPD در مطالعه Alonso و همکاران با استفاده از پتانسیل P₃₀₀ مشخص شده است، پتانسیل P₃₀₀ نشان دهنده‌ی توجه و حافظه است. در این بررسی ۲۹ کودک دارای CAPD حضور داشتند. برنامه‌ی تربیت شنوایی در هشت جلسه بر اساس روش پیشنهادی Musiek, Chermak انجام شد. کودکان فرکانس مدوله شده را از فرکانس حامل در زمان ۵ S کشف می‌کردند. در انتهای برنامه بار دیگر ارزیابی رفتاری پردازش مرکزی شنیداری انجام شد. یک ماه بعد تست رفتاری تکرار و موج P₃₀₀ ثبت شد. این یک ماه برای ثبات تغییرات نوروفیزیولوژیک بود. کاهش معنی‌داری در میانگین زمان نهفتگی، P₃₀₀ نشان داده شد و همچنین اختلاف آماری معنی داری در تست های رفتاری پردازش مرکزی شنیداری قبل و بعد از تربیت شنوایی مشاهده شد. ولی اختلاف آماری معنی‌داری بین میانگین

64 Intelligent Quotient

65 Dicot Digits test

66 Pitch Pattern Sequence Test

67 Rey Auditory Verbal Learning Test

68 Working Memory

69 Auditory Integration Training

70 Audiovisual

مقدار دامنه قبل و بعد از تربیت شنوایی مشاهده نشد که احتمالاً به دلیل تعداد کم جلسات تربیت شنوایی بود. این نتایج نشان دادند که بعد از تربیت شنوایی تغییرات مفید نورولوژیک یا ساخت‌پذیری در سیستم اعصاب مرکزی رخ می‌دهد، برنامه‌ی تربیت شنوایی در توانبخشی مهارت-های شنوایی تغییر یافته در کودکان دارای CAPD مؤثر است و P300 برای کنترل تغییرات رخ داده در سیستم مرکزی شنوایی بعد از تربیت شنوایی مفید است [۳۱].

در تحقیقی که توسط Schochat و همکاران با هدف تعیین تغییرات پتانسیل‌های شنوایی میان‌رس (MLR)^{۷۱} بعد از تربیت شنوایی در کودکان دارای CAPD انجام شد، ۳۰ کودک دارای CAPD برنامه‌ی تربیت شنوایی را به مدت هشت هفته دریافت کردند و در گروه کنترل ۲۲ کودک دارای CAPD بدون دریافت تربیت شنوایی حضور داشتند، همه‌ی کودکان اتوسکوپی، گوش میانی و حساسیت شنوایی نرمال داشتند. تربیت شنوایی شامل آموزش فرکانس (تمایز دو تون با فرکانس متفاوت)، آموزش شدت (تمایز دو تون با شدت متفاوت) و آموزش زمان (تمایز دو تون با دیوریشن متفاوت) بود. MLR قبل و بعد از تربیت شنوایی از کودکان ثبت گردید. مدارکی وجود دارد که این پتانسیل‌های برانگیخته برخلاف تست‌های گفتاری و رفتاری پردازش شنوایی می‌توانند صرفاً از سن رشدی، زبان، انگیزه، سطح توجه ثبت شوند و این پتانسیل‌ها به صورت غیرتجمعی برای بررسی پردازش شنوایی و ساخت‌پذیری عملکرد شنوایی در انسان‌ها استفاده می‌شوند. دامنه‌ی MLR بعد از تربیت شنوایی در کودکان دارای CAPD نسبت به قبل از تربیت شنوایی افزایش نشان داد ولی در گروه کنترل تغییری مشاهده نشد، تفاوت دامنه MLR در این دو گروه معنی‌دار بود. زمان نهفتگی در دو گروه تغییری نداشت. افزایش دامنه MLR بیانگر ساخت‌پذیری شنوایی است [۳۲].

مطالعه‌ی دیگری توسط Krishnamurti و همکاران با هدف بررسی تأثیرات تربیت شنوایی بر پاسخ شنوایی ساقه‌ی مغز (ABR)^{۷۲} در کودکان دارای CAPD انجام شد. با توجه به اینکه ABR مقدار کلینیکی مهمی از عملکرد شنوایی است، اطلاعاتی درباره‌ی یکپارچگی عملکرد هسته ساقه‌ی مغز در مسیر شنوایی صعودی فراهم می‌کند. برنامه‌ی مداخله در این تحقیق نرم‌افزار کامپیوتری FFW^{۷۳} بود. اساس این برنامه بهبود توانایی‌های پردازش زمانی کودکان دارای CAPD است. این برنامه شامل، شناسایی صدای زیر و صدای بم، برداشتن مهره‌ها بعد از بیان شدن، انتخاب تصویر بعد از گوش دادن به جمله، شناسایی سیلاب هدف از سیلاب‌های دیگر، شناسایی سیلاب مشابه سیلاب هدف، تطبیق جفت صدا و انتخاب تصویر کلمه شنیده شده بود. در این مطالعه یک کودک ۷ ساله و یک کودک ۸ ساله‌ی دارای CAPD حضور داشتند. معیارهای ورود این کودکان به مطالعه، نرمال بودن اتوسکوپی، تمپانومتري، آستانه شنوایی، تمایز کلمه و امتیاز کمتر از استاندارد در تست‌های پردازش شنوایی مرکزی بود. Click ABR و speech ABR یکبار قبل از تربیت شنوایی و بار دیگر بعد از هشت هفته تربیت شنوایی ثبت شدند، در مورد پسر بچه‌ی ۷ ساله افزایش معنی‌دار در تست‌های شناخت، عملکرد زبان، پردازش شنوایی مرکزی و نتایج تمرین‌های FFW مشاهده شد در این مورد تغییرات click ABR قابل توجه نبود ولی افزایش معنی‌داری در دامنه‌ی امواج در speech ABR مشاهده شد. در مورد پسر بچه‌ی ۸ ساله تغییرات مشخصی در تست‌های شناخت، عملکرد زبان دیده نشد اما نتایج تست‌های پردازش شنوایی افزایش نشان دادند، همچنین افزایش معنی‌داری در نتایج تمرین‌های FFW در انتهای برنامه مشاهده شد. در امواج click ABR تغییر قابل توجهی مشاهده نشد ولی کاهش مشخصی در زمان نهفتگی امواج speech ABR دیده شد. این نتایج ساخت‌پذیری عصبی بعد از تربیت شنوایی را در کودکان دارای CAPD به اثبات رساند و اهمیت speech ABR در کنترل تغییرات نتیجه شده از مداخلات تربیت شنوایی مشخص شد. ولی این مطالعه دارای محدودیت‌هایی مانند اندازه‌ی کوچک نمونه و نداشتن گروه کنترل نیز می‌باشد [۳۳].

در همین راستا Filippini و همکاران مطالعه‌ای با هدف بررسی اثر تربیت شنوایی بر پاسخ شنوایی ساقه‌ی مغز (ABR) به اصوات مرکب انجام دادند در این مطالعه ۳۰ کودک شرکت داشتند که به سه گروه با رشد معمولی، دارای اختلال پردازش شنوایی مرکزی و اختلال زبانی خاص تقسیم شدند، قبل از مداخله ABR و تست‌های پردازش شنوایی مرکزی ثبت شدند، برای این کودکان چهار هفته تربیت شنوایی صورت گرفت و دوازده هفته بعد از ارزیابی اولیه دوباره ABR و ارزیابی پردازش شنوایی انجام شد، در زمان نهفتگی پاسخ ABR به اصوات مرکب در هر دو گروه کودکان با اختلالات زبان و اختلالات پردازش شنوایی کاهش مشاهده شد، همچنین این کودکان از نظر عملکرد رفتاری بهبود نشان دادند [۳۴].

⁷¹ Middle Latency Response

⁷² Auditory Brainstem Response

⁷³ Fast ForWord

در تحقیقی که Veuillet و همکاران با هدف بررسی روش شنیداری دیداری برای کودکان دارای CAPD انجام دادند، یک دوره‌ی ۵ هفته‌ای روش شنیداری دیداری که شامل شنیدن واج‌ها و دیدن تلفظ آن‌ها بود، برای ۴۶ کودک دارای CAPD انجام شد. بعد از این دوره مهارت خواندن، وضوح شنیداری، مهارت‌های درکی و یادگیری این کودکان افزایش یافت [۳۶].

در مطالعه‌ی Wlodarczyk و همکاران سودمندی تربیت شنوایی در ۵۰ کودک دارای دیسلکسیا و اختلال پردازش شنوایی بررسی شد، در این مطالعه از ثبت امواج P₃₀₀, N₂, P₂ قبل و بعد از تربیت شنوایی و بررسی تغییرات این امواج استفاده شد. بعد از آنالیزهای آماری مشخص شد که تربیت شنوایی در بیماران با دیسلکسیا و اختلال پردازش شنوایی سودمند است [۳۷].

در مداخله باید از روش درمانی جامع بالا به پایین^{۷۴} و پایین به بالا^{۷۵} استفاده شود. روش پایین به بالا بر سیگنال شنوایی متمرکز است و شامل تربیت شنوایی و اصلاح محیط برای بهبود محیط شنیدن و افزایش سیگنال آکوستیکی است. روش بالا به پایین مربوط به منابع بالاتر از مرکز مانند استراتژی‌های زبان، شناخت، حافظه، فرا شناختی^{۷۶} و عملکردهای مرتبط است [۳۷].

Puter-Katz و همکاران مطالعه‌ای با هدف بررسی تأثیر برنامه‌های مداخله بر درک گفتار انجام دادند، برنامه‌های مداخله در این مطالعه شامل استراتژی‌های بالا به پایین (آموزش شناخت، زبان و فراشناختی) و استراتژی‌های پایین به بالا (تربیت شنوایی، افزایش سیگنال و اصلاحات محیط) بودند که به مدت ۴ ماه در هشت جلسه برای ۳۰ کودک دارای CAPD با شنوایی نرمال، گوش میانی طبیعی و ABR و آستانه‌های آکوستیک نرمال و شناسایی خوب گفتار در سکوت انجام شد. این کودکان به یک گروه ۲۰ نفره که جلسات درمانی را دریافت می‌کردند و یک گروه ۱۰ نفره بدون دریافت مداخله تقسیم شدند. در این مطالعه تست‌های مرکزی شنیدن گفتار در نویز و گفتار رقابتی قبل و بعد از مداخله انجام شدند. بعد از مداخله بهبود معنی‌داری در تست‌های مرکزی و پردازش گفتار در نویز در گروه دریافت‌کننده‌ی مداخله دیده شد ولی در گروه کنترل تغییری مشاهده نشد. نتایج این مطالعه بعد از مداخله بیانگر افزایش مهارت‌های شنیدن کودکان دارای CAPD بود [۳۸].

در مطالعه‌ای که Sharma و همکاران با هدف مقایسه‌ی روش‌های مداخله برای کودکان دارای CAPD انجام دادند، ۵۵ کودک دارای CAPD حضور داشتند. این کودکان مداخله را که شامل هر دو روش بالا به پایین و پایین به بالا بود را به مدت شش هفته به صورت رسمی و غیررسمی در درمانگاه و خانه دریافت کردند. بعد از مداخله در این کودکان بهبودی در خواندن و مهارت‌های پردازشی مشاهده شد، اثبات شد که اگر این روش‌ها با استفاده از سیستم FM همراه شوند مزایای آن‌ها افزایش می‌یابند [۳۹].

نتیجه گیری

مداخله برای CAPD باید شخصی و شامل اصلاحات محیطی، فعالیت‌های تربیت شنوایی و استراتژی‌های جبرانی باشد روش چند رشته‌ای برای بازده بهتر مداخله لازم است [۱۲] و در کنار این روش‌های درمانی بهتر است از سیستم FM برای افزایش بازده در کودکان دارای CAPD مخصوصاً در محیط‌های پر سر و صدا استفاده کرد.

درمان باید براساس سن، ویژگی‌های زبان و نقص خاص فرد دارای CAPD باشد، مثلاً در نقص پردازش زمانی برنامه‌ی FFW روش مناسبی است [۲۵،۳۰].

از مقالات مطالعه شده این نتیجه حاصل می‌شود که بهبود CAPD براساس ساخت‌پذیری و تغییرات در سیستم اعصاب مرکزی است. مداخله باید بعد از تشخیص CAPD به سرعت انجام شود تا ساخت‌پذیری دستگاه عصبی به خوبی رخ دهد و درمان اثر بخش باشد.

از آنجا که پتانسیل‌های برانگیخته صرفنظر از سن رشدی، سطح زبان، سطح توجه و به صورت غیرتهاجمی می‌توانند ثبت شوند، ابزار خوبی برای نشان دادن تغییرات ایجاد شده در سیستم اعصاب مرکزی در نتیجه‌ی مداخله و روند درمان CAPD هستند.

نتیجه‌ی کلی طبق تحقیقات صورت گرفته در حوزه‌ی ساخت‌پذیری عصبی، مبانی علمی محکمی در اختیار گذارده است که بر مبنای آن‌ها چندین قاعده‌ی کلی در مورد مداخلات CAPD شکل گرفته است. اول، هرگز نمی‌توان از یک روش برای تمامی بیماران استفاده نمود. در واقع باید برای هر بیمار یک نوع درمان خاص مبتنی بر عارضه موجود طراحی نمود. دوم، مداخله در مورد CAPD باید متمرکز بر هر دو مسیر پایین به بالا (تربیت شنوایی، ارتقای سیگنال صوتی) و بالا به پایین (آموزش‌های شناختی) باشد.

⁷⁴ top-down

⁷⁵ bottom-up

⁷⁶ Metacognition

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از سیمینار سیده زینب نورالدینی دانشجوی کارشناسی ارشد شنوایی شناسی با راهنمایی آقای احمدرضا ناظری می‌باشد. بدینوسیله از اساتید محترم گروه شنوایی شناسی دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی که ما را در تهیه و تنظیم این مقاله یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. American Speech-Language-Hearing Association. (2005). (central) auditory processing disorders—the role of the audiologist [Position Statement]. Available from www.asha.org/policy.
2. Shinn J B. An Overview of (Central) Auditory Processing Disorders. 2012. On line. Available From: <http://www.AudiologyOnline.com>.
3. Ebrahimi A. Auditory processing disorder (in Persian). *Talim va tarbyate estesnay*. 2009; 95:53-58.
4. Moore DR. Auditory processing disorders: Acquisition and treatment. *Journal of Communication Disorders*. 2007;40:295-304.
5. Maruthy S, Mannarukrishnaiah J. Effect of early onset otitis media on brainstem and cortical auditory processing. *Behav Brain Funct*. 2008;4:1-13.
6. Borges LR, Paschoal JR, Colella-Santos MF. (Central) auditory processing: the impact of otitis media. *Clinics (Sao Paulo)*. 2013;68(7):954-9.
7. Ptok M. [Auditory verbal learning in children with suspected auditory processing deficits]. *HNO*. 2010;58(12):1229-35.
8. Miller CA, Wagstaff DA. Behavioral profiles associated with auditory processing disorder and specific language impairment. *J Commun Disord*. 2011;44(6):745-63.
9. Kwon S, Kim J, Choe BH, Ko C, Park S. Electrophysiologic assessment of central auditory processing by auditory brainstem responses in children with autism spectrum disorders. *J Korean Med Sci*. 2007;22(4):656-9.
10. Simões MB, Schochat E. (Central) auditory processing disorders in individuals with and without dyslexia. *Pro Fono*. 2010;22(4):521-4.
11. Wiemes GR, Kozłowski L, Mocellin M, Hamerschmidt R, Schuch LH. Cognitive evoked potentials and central auditory processing in children with reading and writing disorders. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2012;78(3):91-7.
12. Cook JR, Mausbach T, Burd L, Gascon GG, Slotnick HB, Patterson B, Johnson RD, Hankey B, Reynolds BW. A preliminary study of the relationship between central auditory processing disorder and attention deficit disorder. *J Psychiatry Neurosci*. 1993;18(3):130-7.
13. Umat C, Mukari SZ, Ezan NF, Din NC. Changes in auditory memory performance following the use of frequency modulated system in children with suspected auditory processing disorders. *Saudi Med J*. 2011;32(8):818-824.
14. Katz J, Medwetsky L, Burkard R, Hood L, handbook of clinical audiology, Sixth Edition, Philadelphia, PA 2009, chapter 27, 28.
15. Dillon H¹, Cameron S, Glyde H, Wilson W, Tomlin D. An opinion on the assessment of people who may have an auditory processing disorder. *J Am Acad Audiol*. 2012;23(2):97-105.
16. Bamiou DE, Musiek FE, Luxon LM. Aetiology and clinical presentations of auditory processing disorders—a review. *Arch Dis Child*. 2001 Nov;85(5):361-5.
17. Baran JA. Audiologic evaluation and management of adults with auditory processing disorders. *Semin Speech Lang*. 1996;17(3):233-44.
18. Stach BA, Loiselle LH, Jerger JF. Special hearing aid considerations in elderly patients with auditory processing disorders. *Ear Hear*. 1991;12(6):131S-138S.
19. Sanchez ML, Nunes FB, Barros F, Ganança MM, Caovilla HH. Auditory processing assessment in older people with no report of hearing disability. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2008;74(6):896-902.
20. Gates GA¹, Anderson ML, Feeney MP, McCurry SM, Larson EB. Central auditory dysfunction in older persons with memory impairment or Alzheimer dementia. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2008;134(7):771-7.
21. Iliadou V, Kaprinis S. Clinical psychoacoustics in Alzheimer's disease central auditory processing disorders and speech deterioration. *Ann Gen Hosp Psychiatry*. 2003; 2(1):12.
22. Witton C. Childhood auditory processing disorder as a developmental disorder: the case for a multi-professional approach to diagnosis and management. *Int J Audiol*. 2010; 49(2):83-7.
23. Logue-Kennedy M, Lyons R, Carroll C, Byrne M, Dignan E, O'Hagan L. Services for children with central auditory processing disorder in the Republic of Ireland: current and future service provision. *Am J Audiol*. 2011;20(1):9-18.

24. Chermak G D, Musiek F E. (2007). Handbook of (central) auditory processing disorder. Volume 2: Comprehensive intervention. San Diego, CA: Plural.
25. Bellis T J, Anzalone A M. Intervention Approaches for Individuals With (Central) Auditory Processing Disorder. *Contemporary Issues in Communication Science and Disorders*. 2008;35: 143–153
26. Lemos I C C, Jacob R T S, Gejao M G, Bevilacqua M C, Feniman M R, Ferrari D V. Frequency modulation (FM) system in auditory processing disorder: an evidence-based practice? *Pro-Fono Revista de Atualização Científica*. 2009;21(3):243-8.
27. Johnston KN, John AB, Kreisman NV, Hall JW 3rd, Crandell CC. Multiple benefits of personal FM system use by children with auditory processing disorder (APD). *Int J Audiol*. 2009;48(6):371-83.
28. Rance G, Corben L A, Bourg EDU, KING A , Delatycki MB . Successful treatment of auditory perceptual disorder in individuals with Friedreich ATAXIA . *Neuroscience*. 2010; 171:552–555.
29. Kuk F, Jackson A, Keenan D, Lau CC. Personal Amplification for Children with Auditory Processing Disorders. *Journal of American Academy of Audiology*. 2008; 19:465-480.
30. Genevieve M. Auditory processing disorders: can they be treated?. *Current Opinion in Neurology*. 2009 ; 22:137–143.
31. Alonso R , Schochat E. The efficacy of formal auditory training in children with (central) auditory processing disorder: behavioral and electrophysiological evaluation. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2009;75 (5) :726-32.
32. Fey ME, Kamhi AG, Richard GJ. Auditory training for children with auditory processing disorder and language impairment: a response to Bellis, Chermak, Weihing, and Musiek. *Lang Speech Hear Serv Sch*. 2012;43(3):387-92.
33. Schochat E, Musiek FE, Alonso R, Ogata J. Effect of auditory training on the middle latency response in children with (central) auditory processing disorder. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2010;43 (8): 777-785.
34. Krishnamurti S , Forrester J , Rutledge C , Holmes GW. A case study of the changes in the speech-evoked auditory brainstem response associated with auditory training in children with auditory processing disorders. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 2013;6505: 11.
35. Filippini R, Befi-Lopes DM, Schochat E. Efficacy of auditory training using the auditory brainstem response to complex sounds: auditory processing disorder and specific language impairment. *Folia Phoniatr Logop*. 2012;64(5):217-26.
36. Veuillet E, Magnan A, Ecalle J, Thai-Van H , Collet L. Auditory processing disorder in children with reading disabilities: effect of audiovisual training. *Brain* .2007;130:2915-2928.
37. Włodarczyk E, Szkielkowska A, Skarzynski H, Pilka A. Assessment of the efficiency of the auditory training in children with dyslalia and auditory processing disorders. *Otolaryngol Pol*. 2011;65(5):339-44.
38. Puter-Katz H, Adi-Bensaid L, Feldman I, Hildesheimer M. Effects of speech in noise and dichotic listening intervention programs on central auditory processing disorders. *Journal of basic and clinical physiology and pharmacology*. 2008;19 :301-316
39. Sharma M, Purdy SC, Kelly AS. A randomized control trial of interventions in school-aged children with auditory processing disorders. *International journal of audiology*. 2012;51 (7):506-18.
40. Keilmann A, Läbig AK, Nospes S. [Symptoms and diagnosis of auditory processing disorder]. *HNO*. 2013;61(8):707-15.