

## حافظه کاری واجی و ارتباط آن با زبان در کودکان کاشت حلزون شده

فاطمه حارث‌آبادی، طاهره‌سیما شیرازی

گروه گفتاردرمانی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران

### چکیده

**زمینه و هدف:** مطالعات بسیاری نشانگر ارتباط تنگاتنگ حافظه کاری و زبان در جمعیت کودکان عادی و جمعیت‌های دچار اختلالات رشد زبان از جمله کودکان کاشت حلزون شده است. مروری بر این مطالعات از آن رو ضروری است که نه تنها روشنگر چگونگی چنین ارتباطی است، بلکه می‌تواند دیدگاه جامع‌تری در زمینه آموزش و درمان این افراد فراهم آورد. این مطالعه با هدف بررسی ویژگی‌های حافظه کاری واجی و ارتباط آن با زبان در کودکان کاشت حلزون شده انجام شد.

**یافته‌های اخیر:** در این مقاله، پژوهش‌هایی که به بررسی ویژگی‌های حافظه کاری واجی و ارتباط آن با توانمندی‌های زبان کودکان کاشت حلزون شده پرداخته بودند، مرور شدند. پژوهش‌ها نشان داده است که علاوه بر متغیرهای جمعیت‌شناختی، حافظه کاری واجی عامل دیگری است که بر پیامدهای زبانی کودکان کاشت حلزون شده تأثیر می‌گذارد. کودکان کاشت حلزون شده در مقایسه با کودکان طبیعی، فراخای حافظه کوتاه‌تری دارند.

**نتیجه‌گیری:** تصور می‌شود که ضعف در درون‌داد حسی شنیداری اولیه و تحریکات زبانی که منجر به مشکلاتی در پردازش و مرور ذهنی اطلاعات شنیداری در حافظه کاری واجی می‌شود، عامل اصلی فراخای حافظه کوتاه در این کودکان باشد. از طرفی مشکلات حافظه کاری واجی می‌تواند تأثیرات نامطلوبی بر توانمندی‌های زبانی کودکان کاشت حلزون شده داشته باشد. بنابراین به‌منظور ارائه روش‌های درمانی جامع و مناسب به کودکان مبتلا به افت شنوایی، باید به وجود چنین ارتباط دوسویه‌ای بین زبان و حافظه توجه کرد.

**واژگان کلیدی:** حافظه کاری، کاشت حلزون، کودکان، زبان، آسیب شنوایی، حافظه کوتاه‌مدت

(دریافت مقاله: ۹۲/۶/۱۰، پذیرش: ۹۲/۸/۸)

### مقدمه

حافظه کاری (working memory) نظامی متشکل از اجزاء جداگانه اما مرتبط است که در یک فعالیت هماهنگ، نوعی فضای ذخیره‌سازی ذهنی منعطف ایجاد می‌کند و در نگهداری و انتقال اطلاعات در مدت زمانی که مورد نیاز فعالیت‌های شناختی است، استفاده می‌شود (۱). حافظه کاری نظامی چندبعدی است که علاوه بر ذخیره‌سازی موقت محرک‌هایی که مورد توجه قرار گرفته‌اند، برای دستکاری اطلاعات نیز به کار می‌آید (۲ و ۳). اجزای حافظه کاری طبق مدل Baddely عبارتند از حلقه واج‌شناختی (phonological loop)، صفحه دیداری-فضایی (visuospatial sketch pad)، و مکانیزم اجرایی مرکزی (central executive mechanism). اخیراً مؤلفه دیگری به‌نام مخزن گذرا (episodic buffer) به این سیستم اضافه شده است.

بسیاری از مطالعات جمعیت‌شناختی روی افراد دارای شنوایی طبیعی نشان داده است که بین توجه، یادگیری و فرایندهای حافظه ارتباط تنگاتنگی وجود دارد و این موارد دقیقاً با رشد واژگانی و یادگیری زبان مرتبط هستند. نتایج حاصل از تحقیقات، گویای این مطلب است که فرایندهای حافظه کاری با نبرخ زبانی کودکان دچار افت شنوایی حسی عصبی عمیق که کاشت حلزون نشده‌اند، ارتباط نزدیکی دارد. کودکان دچار افت

نامشخص هستند (۱۹). سال‌هاست مطالعه برخی از عوامل شناختی که عملکرد درک گفتار و زبان گفتاری را در کودکان کاشت حلزون شده تحت تأثیر قرار می‌دهد مورد توجه پژوهشگران بوده است (۲۰). یکی از عوامل مطرح شده در این حوزه، حافظه است. مطالعات اخیر به بررسی این فرضیه پرداخته‌اند که تفاوت‌های فردی در حافظه کاری کودکان کاشت حلزون شده ممکن است چه اثراتی در پیامدهای زبانی این کودکان به دنبال داشته باشد (۱۹).

مطالعه فرایندهای حافظه در کودکان کاشت حلزون شده، علاوه بر فراهم کردن دانش حیاتی درباره نقش تجارب زبانی و شنیداری اولیه در یادگیری و حافظه، ممکن است دانش اساسی جدیدی درباره چگونگی روند رشد گفتار و زبان در اختیار ما قرار دهد (۵). با توجه به توضیحات فوق و از آنجا که بررسی ابعاد مختلف حافظه و نقش آن‌ها در رشد و فراگیری زبان در یک مقاله مختصر نمی‌گنجد، در این مقاله، چگونگی حافظه کاری واجی به‌عنوان یکی از مطرح‌ترین مباحث در این زمینه در کودکان کاشت حلزون شده بررسی می‌شود و سپس ارتباط آن با ویژگی‌های زبانی این کودکان مورد تحلیل قرار می‌گیرد. چنین مطالعه‌ای از سویی می‌تواند روشنگر ارتباطات ظریف و پیچیده حافظه و زبان باشد و از دیگر سو به متخصصان و درمانگران، دیدگاه جامع‌تری در زمینه چگونگی ارزیابی و مداخله همه جانبه و مناسب برای کودکان کاشت حلزون شده می‌دهد. در این مقاله پس از طرح روش بررسی، ابتدا به تعریف حافظه و انواع آن پرداخته شده است و سپس به مطرح‌ترین روش‌های مورد استفاده برای ارزیابی حافظه کاری واجی و ارتباط آن با ویژگی‌های گفتار و زبان در کودکان کاشت حلزون شده اشاره شده است.

### روش بررسی

برای بررسی مقالات از سیستم جستجوی پیشرفته بانک‌های اطلاعاتی موجود در PubMed، Proquest، Google scholar، Science direct و کتاب‌های معتبر استفاده شد. در ابتدا مقالات و کتب معتبر انگلیسی با واژگان کلیدی حافظه،

شنوایی حسی عصبی عمیق با وجود استفاده از راهبردهای حافظه که مشابه کودکانی با شنوایی طبیعی است، در بخش وسیعی از تکالیف حافظه به‌طور غیر طبیعی عمل می‌کنند. تکالیف حافظه واجی برای آن‌ها مشکل‌تر است، به‌ویژه زمانی که تکالیف، رمزگذاری و بازیابی اطلاعات متوالی را دربر می‌گیرد (۵ و ۶). کاشت حلزون، روشی است که می‌تواند در مورد کودکان کم‌شنوای عمیق یا شدیدی که از ابزارهای کمک‌شنوایی بهره مناسبی نمی‌برند، مفید باشد (۷). به‌طور کلی میزان بروز کم‌شنوایی عمیق ۲ تا ۳ مورد در ۱۰۰۰ تولد تخمین زده شده است (۸). آسیب‌های شنوایی در دوران کودکی می‌توانند منجر به ناتوانی‌هایی در رشد گفتار و زبان شوند و تمامی سطوح زبانی از جمله سطح معنائشناختی (۹ و ۱۰) و سطح کاربرد شناختی را دربر گیرند (۱۱). آسیب‌های شنوایی به‌ویژه در دوره قبل از زبان‌آموزی می‌توانند منجر به ناتوانی‌هایی در رشد گفتار و زبان شوند. رشد زبانی نامناسب نیز باعث بروز مشکلات تحصیلی و شغلی شده و کیفیت زندگی فرد را به‌ویژه در دوران بزرگسالی تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۲).

پروتز کاشت حلزون با فراهم آوردن امکان دریافت بیشتر اصوات، یادگیری زبان گفتاری را در کودکانی که در دوره قبل از زبان‌آموزی دچار کم‌شنوایی عمیق شده‌اند، تسریع کرده و منجر به افزایش توانمندی‌های ارتباطی و در نتیجه بهبود کیفیت زندگی آن‌ها می‌شود و حتی در برخی از کودکان کاشت حلزون شده، مهارت‌های تولید گفتار، تا حدی گسترش می‌یابد که می‌تواند با همتایان طبیعی‌شان ارتباط برقرار کنند. با این وجود، میزان اثربخشی کاشت حلزون در افزایش مهارت‌های ارتباطی کودکان متفاوت بوده (۸ و ۱۳) و تنوع وسیعی در سطوح زبان شفاهی کودکان دچار آسیب شنوایی پیش‌زبانی بعد از کاشت حلزون دیده شده است (۱۴). این تفاوت‌ها به عوامل متعددی وابسته است (۸) که از آن جمله می‌توان به مدت زمان استفاده از سیستم کاشت حلزون اشاره کرد (۱۵). اگرچه ۳۷ تا ۶۴ درصد از تفاوت‌های موجود در اندازه‌گیری پیامدها می‌تواند مربوط به متغیرهای جمعیت‌شناختی نظیر مدت زمان ناشنوایی، مدت زمان استفاده از پروتز و سن کاشت باشد (۱۶-۱۸)، ولی هنوز بخش وسیعی از متغیرها

کوتاه‌مدت، ظرفیت نسبتاً زیادی دارد و شامل بازنمایی‌های مبتنی بر دریافت اطلاعات است (۲۲).

ب) حافظه کوتاه‌مدت (short-term memory)

این حافظه، عمری از چند ثانیه تا چند دقیقه دارد، مانند به خاطر نگه داشتن یک شماره تلفن گفته شده تا زمان شماره‌گیری آن. برخلاف حافظه حسی این حافظه با آگاهی هوشیار، در دسترس قرار می‌گیرد و ظرفیت بسیار محدودی دارد، به طوری که گنجایش آن می‌تواند حدود هفت «قطعه» به اضافه یا منهای دو باشد. رمزگشایی در حافظه کوتاه‌مدت عمدتاً صوتی است، یعنی اطلاعات در این حافظه، غالباً براساس صدای آن‌ها رمزگشایی می‌شوند. اما در برخی شرایط ممکن است از سایر انواع رمزگشایی مانند رمزگشایی معنایی و یا دیداری نیز استفاده شود. درباره روند شکل‌گیری حافظه کوتاه‌مدت فرضیه‌های مختلفی مطرح است که در زیر به دو مورد آن‌ها اشاره می‌شود (۲۱).

- الگوی مودال (modal model)

الگوی مودال، الگویی برای حافظه کوتاه‌مدت است که در سال ۱۹۶۸ توسط Atkinson و Schiffrin ارائه شد. براساس این الگو، اطلاعات ابتدا در حافظه حسی ذخیره و با فرآیندهای توجهی، مواردی انتخاب شده و به حافظه کوتاه‌مدت فرستاده می‌شود و در صورتی که در حافظه کوتاه‌مدت مورد تمرین و تکرار قرار گیرد، به حافظه بلندمدت انتقال می‌یابد (۲۳).

- الگوی حافظه کاری

امروزه الگوی حافظه کاری بیش از سایر الگوها مورد استفاده و پذیرش قرار گرفته است. روانشناسانی که از این الگو استفاده می‌کنند، از چشم‌اندازهای متفاوتی به حافظه کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌نگرند. این الگو، توسط Alan Baddely برای رفع محدودیت‌های حافظه کوتاه‌مدت در الگوی مودال ارائه شد. برخلاف الگوی مودال، حافظه کاری صرفاً به‌عنوان یک مکان منفعل برای ذخیره و انتقال اطلاعات به حافظه طولانی‌مدت در نظر گرفته نمی‌شود. طبق تعریف حافظه کاری جدیدترین بخش فعال شده حافظه بلندمدت را نگهداری می‌کند و به‌صورت فعال اطلاعات را به داخل و خارج از انبار موقت حافظه می‌فرستد (۲۳).

حافظه کاری، رشد گفتار و زبان، رشد حافظه، کاشت حلزون از سال‌های ۱۹۶۶ تا ۲۰۱۳ مورد جستجو قرار گرفتند. سپس از بین منابع به‌دست آمده، منابعی که در ارتباط با حلقه واجی، حافظه کاری واجی، حافظه کوتاه‌مدت واجی، مرور ذهنی کلامی، رمزگذاری واجی، فراخوانی حافظه، تکرار ناکلمات، رابطه سرعت گفتار و حافظه کاری، رابطه زبان و حافظه کاری واجی، متغیرهای جمعیت‌شناختی مؤثر بر پیامدهای کاشت حلزون، روش ارتباط، رشد واژگانی و دستور در کودکان کاشت حلزون و ارزیابی انتخاب شد و مورد بررسی و مرور قرار گرفت.

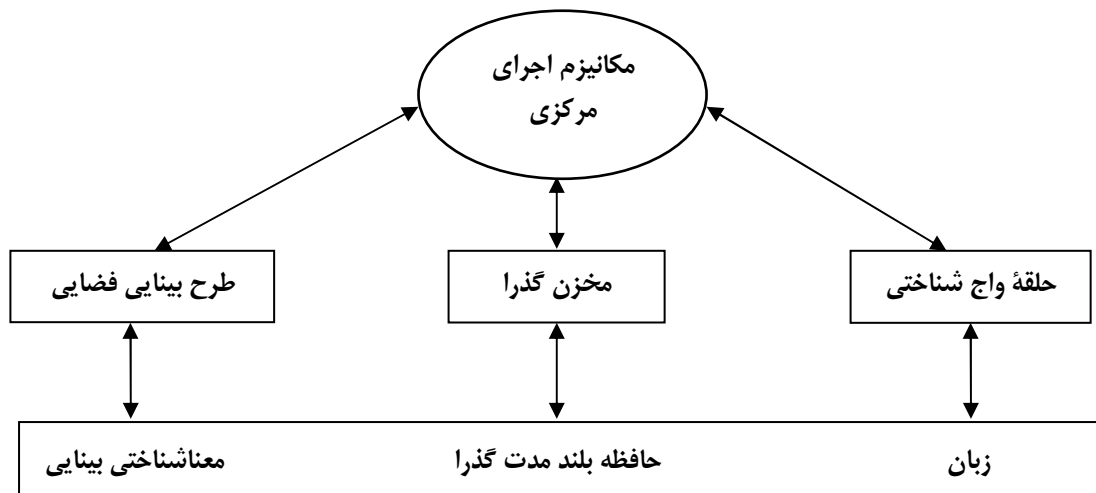
## حافظه

حافظه، قابلیت است که به واسطه آن، تجارب قبلی نگهداری شده و اطلاعات برای استفاده در زمان مورد نیاز از آن استخراج می‌شود. این توانایی بازنمایی و بازیابی اطلاعات، برای تمام پدیده‌های شناختی از اهمیت بنیادی برخوردار است. برای مثال، توانایی تفکر و حل مسئله به‌شدت به استفاده از تجارب قبلی وابسته است. روانشناسان شناختی معمولاً فرایندهای اصلی حافظه را شامل سه نوع عملیات می‌دانند شامل رمزگشایی، ذخیره و بازیابی. هر کدام از این مراحل، نشان دهنده بخشی از پردازش‌های حافظه است. چندین تقسیم‌بندی کاملاً پذیرفته شده در زمینه حافظه وجود دارد. در برخی منابع، حافظه براساس مدت زمان حفظ اطلاعات، در برخی دیگر براساس ماهیت مواد به یاد سپردنی طبقه‌بندی می‌شود که در ادامه به آن‌ها پرداخته می‌شود (۲۱).

## ۱) انواع حافظه براساس مدت زمان حفظ اطلاعات

الف) حافظه حسی (sensory memory)

حافظه حسی محل ذخیره اولیه اطلاعاتی است که در نهایت وارد حافظه کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌شوند. ویژگی اصلی این حافظه، عمر یا زمان کوتاه و سریع آن است، به طوری که عمری از چند میلی‌ثانیه تا ثانیه دارد. این حافظه مستقیماً با آگاهی هوشیار ارتباط ندارد، مانند زمانی که گفته کسی را می‌شنویم بدون اینکه به آن توجه داشته باشیم. حافظه حسی در مقایسه با حافظه



شکل ۱- اجزای حافظه کاری و ورودی‌های هریک از آنها (۲۷)

دارد. ۳) مکانیزم اجرای مرکزی (central executive mechanism): این بخش که در قشر پری فرونتال واقع شده است، یک مرکز دستور و کنترل است که تعامل دو جزء دیگر حافظه کاری را مدیریت می‌کند (شکل ۱). این بخش، هم فعالیت‌های مربوط به توجه را هماهنگ می‌سازد و هم بر پاسخ‌های فرد نظارت دارد. همان‌گونه که ذکر شد اخیراً مؤلفه‌ای به نام مخزن گذرا به حافظه کاری اضافه شده است. این مؤلفه اطلاعات بخش‌های مختلف حافظه کاری را به نحوی که به نظر ما منطقی جلوه کند، تلفیق می‌کند و شامل بازنمایی چندحسی اطلاعات است (۴).

#### ۲) تقسیم‌بندی حافظه براساس ماهیت مواد به یادسپردنی

برخی از روانشناسان، حافظه را براساس ماهیت مواد به یاد سپردنی، به دو نوع حافظه کلامی و غیرکلامی تقسیم‌بندی می‌کنند.

حافظه کلامی به توانایی به یاد سپردن مواد کلامی نظیر نام‌ها، واژه‌ها و اطلاعاتی که به صورت کلامی ارائه می‌شوند، اشاره دارد. از سوی دیگر، حافظه غیرکلامی عبارت است از توانایی ذخیره و فراخوانی اطلاعات غیرکلامی نظیر تصاویر چهره، مسیرهای جغرافیایی و غیره. تمایز بین حافظه کلامی و غیر

به عبارت دیگر، حافظه کاری نظامی با قابلیت محدود است که به صورت موقتی اطلاعات را نگهداری و ذخیره می‌کند (۲۴). در ذیل تعریف مختصری از اجزای حافظه کاری طبق مدل Baddely داده شده است.

۱) حلقه واج‌شناختی (phonological loop): سازوکاری فرضی برای رمزگشایی اطلاعات صوتی در حافظه کاری است. این بخش حافظه کاری، مربوط به خاطرات کلامی است و در شکنج سوپرامارژینال قرار دارد (۲۵). این بخش از حافظه، تحت عنوان حافظه کاری واجی (phonological working memory) نامیده می‌شود. حلقه واج‌شناختی حداقل دارای دو جزء اصلی است که عبارتند از ذخیره واج‌شناختی که محل ذخیره مواد کلامی و اطلاعات زبانی است و مرور ذهنی بدون صدا (subvocal rehearsal) که مرور ذهنی و غیر لفظی گفتار است که برای حفظ و وارد کردن اطلاعات به ذخیره واج‌شناختی استفاده می‌شود، به طوری که بدون وجود آن، اطلاعات بیش از دو ثانیه در ذخیره واج‌شناختی باقی نمی‌مانند. ۲) صفحه دیداری-فضایی (visuospatial sketch pad): در رمزگشایی اطلاعات بینایی یا بینایی فضایی نقش دارد و برای مدت کوتاهی برخی از تصویرهای دیداری را نگهداری می‌کند. این بخش در واقع، حافظه کاری مربوط به خاطرات بینایی به‌شمار می‌آید و در قشر پس‌سری قرار

تکرار ناکلمات ارزیابی می‌شود، به‌طوریکه از آن‌ها درخواست می‌شود تا ناکلماتی نظیر ژیس، شالوب و غیره را با طول‌های متفاوت یک تا چهار یا پنج هجا تکرار کنند. از آنجایی که این تکلیف به‌علت ناآشنا بودن محتوا تحت تأثیر پردازش زبانی قرار نمی‌گیرد، به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی عملکردهای حلقه واج‌شناختی مورد استفاده قرار گرفته است. الگوی طبیعی این است که کودکان ناکلمه‌های یک و دو هجایی را به‌راحتی تکرار می‌کنند، ولی به‌علت ظرفیت محدود مخزن واجی، در تکرار سه هجایی‌ها مشکل دارند. تعداد زیادی از مطالعات، ارتباط مثبت بین حافظه کاری واجی و یادگیری کلمه و مهارت‌های بیانی را گزارش کردند. همچنین ممکن است که حافظه فعال کاری نقش مهمی در یادگیری دستوری و صرفی داشته باشد (۲۳). Gathercole و Gupta (۱۹۹۲) و Baddeley (۱۹۸۹)، Gathercole و همکاران (۱۹۹۲) و (۲۰۰۳) معتقدند برخلاف تکالیف بازشناسی کلمه گفتاری یا تکالیف تکرار جمله، با تکلیف تکرار ناکلمه‌ها می‌توان مهارت‌های درکی و تولیدی را بدون تأثیرات واژگانی و بافتی سطوح بالاتر بررسی کرد (۲۸-۳۰). تکرار ناکلمه‌ها مستلزم انجام توالی پیچیده‌ای از فرایندهای حسی، درکی و زبانی است که در یک دوره کوتاه زمانی به‌سرعت صورت می‌گیرد. این توالی پیچیده ممکن است برای کودکان کاشت حلزون شده سخت باشد. بنابراین از طریق ارزیابی مهارت‌های تکرار ناکلمات، می‌توان اطلاعات ارزشمندی در مورد برخی از فرایندهای مهم گفتار، زبان و حافظه جمع‌آوری کرد و به بینش‌های جدیدی در مورد اینکه کودکان کاشت حلزون شده چگونه مهارت‌های پردازش واجی را برای الگوهای جدید ناکلمات به‌کار می‌برند، دست یافت (۵).

### فراخوانی حافظه کاری واجی در کودکان کاشت حلزون شده

برخی از مطالعات اخیر نشان داده‌اند که کودکان کاشت حلزون شده در مقایسه با هم‌سالان با شنوایی طبیعی، فراخوانی حافظه کوتاه‌تری دارند. اولین شواهد مربوط به فراخوانی کوتاه‌تر حافظه در این کودکان با استفاده از تکلیف فراخوانی اعداد شنیداری (Wechsler intelligence مقیاس هوش وکسلر برای کودکان

کلامی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این اهمیت، به‌دلیل رابطه کاملاً ثابت شده بین این دو نوع حافظه با دو نیمکره مغز است. حافظه کلامی، به لوب گیجگاهی میانی نیمکره چپ ارتباط می‌یابد، در حالی که حافظه غیر کلامی، با لوب گیجگاهی میانی نیمکره راست در ارتباط است (۳).

### ارزیابی حافظه کاری واجی

برای ارزیابی حافظه کاری واجی از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که از مطرح‌ترین آن‌ها می‌توان به تکلیف فراخوانی اعداد و تکلیف تکرار ناکلمات اشاره کرد. هریک از این موارد به‌طور مختصر توضیح داده خواهد شد.

### تکلیف فراخوانی اعداد

فراخوانی اعداد، پرکاربردترین اندازه‌گیری ظرفیت حافظه کاری واجی است و اغلب به دو صورت مستقیم (forward) و معکوس (backward) اجرا می‌شود. برای تعیین فراخوانی اعداد مستقیم، آزمونگر اعداد را به‌صورت شنیداری بیان می‌کند و آزمودنی باید اعداد را با همان توالی به یاد آورد. با افزایش تعداد اعداد بیان شده، پیچیدگی زیرآزمون افزایش می‌یابد. این اعداد از دو رقم شروع شده و تا نه رقم ادامه می‌یابد. در هر سطح، شرکت‌کنندگان دارای دو فرصت برای یادآوری اعداد مطرح شده هستند. اگر در هر دو فرصت، آزمودنی نتواند درست عمل کند، زیرآزمون متوقف می‌شود. روند اجرای آزمون در مورد فراخوانی اعداد معکوس نیز همین‌گونه است، با این تفاوت که شرکت‌کنندگان اعداد را با توالی معکوس یادآوری می‌کنند (۲۶ و ۲۷).

### تکلیف تکرار ناکلمات

تکرار ناکلمات (nonword repetition)، یک روش مفید برای ارزیابی مهارت‌های حافظه کاری واجی در کودکان به‌نجار است. در بیشتر مطالعات، توانایی حافظه کاری واجی در کودکان دبستانی و پیش‌دبستانی در حال رشد طبیعی، با استفاده از تکلیف

براساس نتایج اخیر، مشکلات رمزگذاری در کودکان کاشت حلزون شده، مانع از عملکرد آن‌ها در تکالیف حافظهٔ بینایی و شنوایی به‌خوبی همتایان طبیعی‌شان می‌شود. با این حال رمزگذاری کلامی تنها فرایند زیربنایی حافظه نیست که برای به یاد آوردن فراخوانی اعداد یا تکالیف متوالی حافظهٔ کوتاه‌مدت مورد نیاز است. مرور ذهنی کلامی بدون صدا نیز یک مؤلفه مهم حافظهٔ کاری است. از آنجاکه تجربهٔ زبانی و فعالیت‌های شنیداری کلامی، اجرای سریع راهبرد تکرار را تسهیل می‌کند، در نتیجه فقدان تجربهٔ زبانی در کودکان کاشت حلزون شده موجب می‌شود که مرور ذهنی کلامی بدون صدا در آنها نسبت به همتایان طبیعی‌شان با ضعف و کاستی روبرو شود (۵).

مطالعات مختلف از جمله Liben و Drury (۱۹۷۷) و Bebko (۱۹۸۴) نشان داده‌اند که تعداد زیادی از کودکان دچار افت شنوایی حسی-عصبی عمیق مانند کودکانی با شنوایی طبیعی، در تکالیف ویژهٔ پردازش زبانی از مرور ذهنی کلامی بدون صدا به‌عنوان یک استراتژی برای حفظ بخش‌ها در حافظهٔ کوتاه‌مدت استفاده می‌کنند (۳۶ و ۳۷). یکی از قوی‌ترین شواهد مربوط به کاربرد استراتژی مرور ذهنی کلامی بدون صدا توسط کودکان دچار افت شنوایی حسی-عصبی عمیق از مطالعات Campbell و Wright (۱۹۹۰) حاصل شد. آن‌ها نشان دادند که این کودکان مانند کودکان و بزرگسالانی با شنوایی طبیعی به تأثیرات طول کلمه حساس هستند (۳۸). تأثیرات طول کلمه، زمانی مشاهده می‌شود که تعداد بخش‌های واژگانی که می‌توانند از حافظهٔ فوری (immediate memory) فراخوانده شوند، بر مبنای طول کلمات تعیین شوند. تأثیرات طول کلمه به این علت رخ می‌دهند که زمان بیشتری صرف تولید آن‌ها شده و مرور ذهنی بدون صدای کلمات طولانی‌تر می‌شود. در نتیجهٔ کاهش سرعت مرور ذهنی کلامی بدون صدا، فراخوانی حافظه برای فهرست کلمات طولانی‌تر، کفایت نخواهد داشت (۳۹) و به‌عبارتی، تعداد کلمات کمتری به‌یاد آورده می‌شوند (۵).

تعیین سرعت مرور ذهنی کلامی بدون صدا به‌طور مستقیم امکان‌پذیر نیست. یک شکل اساسی از زمان‌بندی گفتار

(scale for children) به‌دست آمده است. کودکان کاشت حلزون شده در هر دو تکلیف فراخوانی اعداد مستقیم و معکوس بدتر از کودکان طبیعی عمل می‌کنند. تنها متغیر جمعیت‌شناختی که با فراخوانی اعداد و ظرفیت پردازش رابطه دارد، روش ارتباط است (۲۸). کودکان کاشت حلزون شده‌ای که از روش‌های ارتباط شفاهی استفاده می‌کنند، در مقایسه با کودکانی که از ارتباط کلی بهره می‌برند، فراخوانی اعداد مستقیم طولانی‌تری دارند. این نتایج نشان می‌دهد که در کودکان کاشت حلزون شده، کیفیت و کمیت در معرض قرارگیری شنوایی و ارتباط شفاهی تأثیر نظام‌مندی روی ظرفیت فراخوانی حافظهٔ فوری برای الگوهای متوالی دارد (۲۷).

با این فرض که به یاد آوردن فراخوانی اعداد، مستلزم تکرار کلامی محرک شنیداری است، منطقی است که بررسی شود در کودکان کاشت حلزون شده و به‌ویژه کسانی که از ارتباط کلی استفاده می‌کنند، آیا نقص در رمزگذاری درکی یا مشکلات تولیدی ممکن است با فراخوانی کوتاه‌تر اعداد ارتباط داشته باشد. اگر کودک کاشت حلزون شده نتواند اعداد گفته شده را شناسایی کند و یا به دقت درک کند و یا گفتارش چنان غیر قابل فهم باشد که حتی زمانی که پاسخ درست را می‌داند، نتواند آن را به‌صورت قابل تشخیصی بیان کند، ظرفیت حافظه ممکن است کمتر از حد برآورد شود. بنابراین مهم است که نقش مشکلات درکی یا تولیدی در عملکرد حافظه مورد توجه قرار گیرد، زیرا در بعضی از تکالیف حافظه که فقط از محرک بینایی و پاسخ غیرکلامی استفاده می‌شود، کودکان کاشت حلزون شده به‌خوبی کودکان طبیعی عمل می‌کنند. این نتایج مشابه آن چیزی است که در کودکان دچار افت شنوایی حسی-عصبی عمیق کاشت حلزون نشده، دیده شده است (۳۱، ۳۲ و ۳۳). اما باید توجه کرد که کودکان کاشت حلزون شده در تکالیف حافظهٔ بینایی که در آن محرک به‌صورت متوالی ارائه می‌شود، فراخوانی حافظهٔ کوتاه‌تری نسبت به همتایان طبیعی خود دارند (۳۳، ۳۴ و ۳۵). Cleary (۲۰۰۱) شواهدی دیگر در رابطه با فراخوانی حافظهٔ کوتاه‌مدت غیرطبیعی برای توالی‌های بینایی و شنیداری حداقل در بعضی از کودکان کاشت حلزون شده ارائه دادند (۳۵).

اندازه‌گیری می‌شود، با نمرات کودکان دچار افت شنوایی حسی عصبی عمیق در چند تکلیف متفاوت بازشناسی کلمه ارتباطی قوی دارد. همچنین نشان دادند که نامیدن متوالی، با واژگان دریافتی کودکان کاشت حلزون شده مرتبط است (۴۷ و ۵). نتایج مطالعه شمسیان و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان داده است که همبستگی مثبتی بین فراخنای اعداد مستقیم و عملکرد درک گفتار وجود دارد. بنابراین کودکانی که فراخنای حافظه شنیداری طولانی‌تری دارند، گفتار را بهتر درک می‌کنند (۱۵).

زمانی که کودک ناشنوا از طریق کاشت حلزون، فرصت دریافت محرک شنوایی را دارد، قابلیت شنوایی به سطوح عادی بر نمی‌گردد، اما دریافت درون‌داده‌های شنیداری احتمال رشد مهارت‌های مرتبط با ارتباط شفاهی و زبان را افزایش می‌دهد (۱۹، ۲۰ و ۴۸). در مطالعه‌ای که توسط Ibertsson و همکاران در سال ۲۰۰۹ با هدف بررسی رابطه بین بازشناسی گفتار، حافظه کاری و مهارت‌های محاوره‌ای روی ۱۳ کودک/نوجوان کاشت حلزون شده در محدوده سنی ۱۱ تا ۱۹ سال انجام شد، نتایج نشان داد که حافظه کاری، با برخی از انواع درخواست فرد از گوینده برای توضیح بیشتر (که در این مطالعه از مهارت‌های محاوره‌ای محسوب می‌شد) ارتباط داشت. شرکت‌کنندگانی با ظرفیت حافظه کاری بهتر در مقایسه با کسانی که حافظه ضعیف‌تری داشتند، از درخواست‌های بیشتری برای تأیید اطلاعات جدید و درخواست‌های کمتری برای تأیید اطلاعاتی که قبلاً ارائه شده بود، استفاده می‌کردند. بنابراین حافظه کاری در مهارت‌های محاوره‌ای نقش دارد (۴۹).

برای بررسی تأثیر حافظه کاری و حافظه کوتاه مدت واجی بر رشد واژگانی و دستوری کودکان کاشت حلزون شده، ۱۵ کودک ۵ سال و ۴ ماه تا ۱۱ سال و ۵ ماه مورد مطالعه Willstedt-Svensson و همکاران (۲۰۰۴) قرار گرفت. در این پژوهش حافظه کوتاه‌مدت واجی از طریق تکرار ناکلمات و حافظه کاری از طریق تکمیل جملات و تکلیف به یاد آوردن کلمات مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج، همبستگی معنی‌داری بین تمام این تکالیف با یادگیری کلمات جدید و دستور زبان نشان داد و همچنین مشخص

که توسط Cowan و همکاران (۱۹۹۸) اندازه‌گیری شده است، سرعت گفتار آشکار (overt speaking rate) یعنی گفتاری است که قابل شنیدن است (۴۰). می‌توان از اندازه‌گیری‌های سرعت گفتار آشکار برای برآورد سرعت مرور ذهنی کلامی بدون صدا در حافظه واجی استفاده کرد. نتایج نشان داده است که در کودکان و بزرگسالان، یک رابطه خطی قوی و ثابت بین سرعت گفتار و فراخنای حافظه وجود دارد (۴۴، ۵-۴۱) به طوری که کودکانی که سریع‌تر صحبت می‌کنند، فراخنای اعداد طولانی‌تری دارند (۲۶).

به نظر می‌رسد افزایش در سرعت مرور ذهنی کلامی بدون صدا و تقطیع سریال در سنین بالا منجر به تسهیل فراخوانی و در نتیجه افزایش فراخنای حافظه فوری می‌شود. نتایج حاصل از تحقیقات Burkholder و Pisoni (۲۰۰۳) و Sternberg (۱۹۶۶) نشان می‌دهد که کودکان کاشت حلزون شده به طور معنی‌داری در مقایسه با کودکان طبیعی، سرعت گفتار پایین‌تری دارند که با فراخنای کوتاه حافظه در آن‌ها ارتباط دارد. همچنین کودکانی که از ارتباط کلی استفاده می‌کنند، نسبت به کودکانی که روش‌های ارتباط شفاهی را به کار می‌برند، به طور معنی‌داری کندتر صحبت می‌کنند. کودکان کاشت حلزون شده سرعت تقطیع سریال کندتری دارند که ممکن است باعث فراخنای کوتاه‌تر حافظه کودکان کاشت حلزون شده شود (۴۵ و ۴۶).

فرایندهای مرور ذهنی کلامی بدون صدا و تقطیع سریال متکی به رمزگذاری واجی و زبانی هستند. بنابراین ضعف در درون‌داد حسی شنیداری اولیه و تحریکات زبانی در کودکان دچار افت شنوایی حسی عصبی عمیق عامل مهم دیگری است که بر این دو فرایند تأثیر می‌گذارد و منجر به فراخنای اعداد کوتاه‌تر می‌شود (۵).

### ارتباط حافظه کاری با زبان در کودکان کاشت حلزون شده

اخیراً ارتباط مستقیم بین عملکرد حافظه کاری و رشد مهارت‌های گفتار و زبان در کودکان کاشت حلزون شده نشان داده شده است. Pisoni و Cleary (۲۰۰۳) و همچنین Kirk (۱۹۹۸) دریافتند که ظرفیت حافظه فوری که توسط فراخنای اعداد مستقیم

ممکن است مشکلاتی در پردازش و مرور ذهنی اطلاعات شنیداری در حافظه کاری واجی داشته باشند. به عبارت دیگر ضعف در درون داد حسی شنیداری اولیه و تحریکات زبانی در این کودکان، عامل مهمی است که می‌تواند منجر به فراخوانی حافظه کوتاه‌تر شود (۵). از سوی دیگر نتایج حاصل از تحقیقات نشان داده است که کودکان کاشت حلزون شده به‌طور معنی‌داری در مقایسه با کودکان طبیعی، سرعت گفتار پایین‌تری دارند. از آنجا که سرعت گفتار می‌تواند نشانگر سرعت مرور ذهنی اطلاعات شنیداری باشد، و در مباحث قبلی مشخص شد که سرعت مرور ذهنی بر فراخوانی حافظه تأثیر می‌گذارد، بنابراین می‌توان یکی از دلایل فراخوانی کوتاه‌تر حافظه واجی در کودکان کاشت حلزون شده را کم بودن سرعت گفتار آنان دانست (۴۵ و ۴۶).

با توجه به نقش مهم مرور ذهنی بر فراخوانی حافظه و تأثیری که موارد زبانی هم‌چون رمزگذاری واجی و زبانی بر مرور ذهنی دارند، چه بسا بتوان مطرح کرد که حضور برخی مشکلات زبانی از جمله مشکلات رمزگذاری واجی که در کودکان دچار افت شنوایی حسی-عصبی عمیق مشاهده می‌شود ناشی از مشکلات شنیداری (هم‌چون کمبود دریافت محرک‌های شنیداری درست) است که فراخوانی حافظه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اما از سوی دیگر، بسیاری از مطالعات از جمله Willstedt-Svensson و همکاران (۲۰۰۴) که در جمعیت‌های دارای شنوایی عادی انجام داده‌اند، نشان داده‌اند که بین حافظه با یادگیری کلمات جدید و رشد واژگانی و در مجموع یادگیری زبان ارتباط تنگاتنگی وجود دارد. همین ارتباط در کودکان کاشت حلزون شده نیز مشاهده شده است. به عبارت دیگر حافظه کاری واجی، نقشی اساسی در یادگیری واژگان و یادگیری زبان ایفا می‌کند (۵۰).

مباحث بالا می‌تواند نشانگر ارتباط دوسویه حافظه و زبان باشد. از سویی مشکلات رمزگذاری واجی و زبانی بر حافظه کاری تأثیر سوء می‌گذارد و از دیگر سو، مشکلات حافظه کاری می‌تواند یادگیری و رشد زبان را تحت تأثیر قرار دهد و خود بر مشکلات زبان بیفزاید و چه بسا ایجاد چرخه معیوبی کند که شدت و عمق مشکلات را افزایش دهد. هرچند بسیاری از مواقع، پژوهشگران به

شد که رشد دستوری و واژگانی در کودکان کاشت حلزون شده، از طریق درصد واژه‌های درست تقلید شده در تکلیف تکرار ناکلمات، بهتر پیش‌بینی می‌شود (۵۰).

## بحث

برخی از کودکان کاشت حلزون شده، رشد زبانی خوبی نشان داده‌اند، در حالی که برخی دیگر به‌صورت ضعیف‌تری به مراحل اصلی رشد گفتار و زبان دست یافته‌اند و یا این که هیچ تغییری در وضعیت آن‌ها ایجاد نشده است (۱۴). علت این تنوع در پیامدهای زبانی، مربوط به تفاوت‌های فردی در کودکان کاشت حلزون شده است (۸). پژوهش‌ها نشان داده است که بخشی از این تفاوت‌ها مربوط به متغیرهای جمعیت‌شناختی است (۱۸-۱۶)، اما هنوز بخش وسیعی از متغیرهای تأثیرگذار بر این تفاوت‌ها مشخص نیست. تلاش پژوهشگران در رابطه با شناخت بیشتر این متغیرها منجر به کشف تأثیر عوامل شناختی از جمله حافظه بر پیامدهای زبانی بعد از کاشت شده است (۱۹).

بررسی‌های مربوط به کودکان کاشت حلزون شده نشان داده که این کودکان در مقایسه با هم‌سالان طبیعی خود، فراخوانی حافظه شنیداری کوتاه‌تری دارند. همچنین بین عملکرد حافظه کاری و رشد مهارت‌های گفتار و زبان این کودکان ارتباط مستقیمی مشاهده شده است (۲۶).

در کودکان کاشت حلزون شده، چگونگی و میزان قرارگیری در معرض محرک‌های شنوایی، تأثیری نظام‌مند روی ظرفیت فراخوانی حافظه کاری واجی دارد، به‌طوری‌که کودکان کاشت حلزون شده‌ای که از روش‌های ارتباط شفاهی استفاده می‌کنند، در مقایسه با کودکانی که از ارتباط کلی بهره می‌برند، فراخوانی اعداد مستقیم طولانی‌تری دارند (۲۶ و ۲۷). همان‌گونه که بحث شد افراد از مرور ذهنی کلامی بدون صدا برای حفظ بخش‌ها در حافظه کوتاه‌مدت استفاده می‌کنند (۳۶، ۳۷ و ۵). از آنجا که فرایند مرور ذهنی کلامی متکی به رمزگذاری واجی و زبانی است، شاید دلیل این تفاوت این باشد که کودکانی که از ارتباط کلی استفاده می‌کنند، کمتر در معرض گفتار و زبان قرار می‌گیرند، در نتیجه



پژوهش‌ها نشان داده‌اند حافظه کاری واجی یکی از عواملی است که بر پیامدهای زبانی کودکان کاشت حلزون شده تأثیر می‌گذارد. بررسی‌های مربوط به کودکان کاشت حلزون نشان داده که این کودکان در مقایسه با کودکان طبیعی، فراخوانی حافظه کوتاه‌تری دارند که ممکن است خود ناشی از مشکلات پردازش واجی و زبانی این افراد باشد که این نیز به نوبه خود از مشکلات شنیداری این افراد منشاء می‌گیرد. همچنین این کودکان نسبت به همسالان خود، توانایی کمتری در مرور ذهنی کلامی بدون صدا دارند. از طرفی مشکلات حافظه کاری واجی می‌تواند تأثیرات نامطلوبی بر توانمندی‌های زبانی از قبیل بازشناسی کلمات، رشد واژگانی، دستوری و گفتار محاوره‌ای در کودکان کاشت حلزون شده داشته باشد. به عبارت دیگر، حافظه کاری واجی، نقش مهمی در یادگیری زبان دارد. بنابراین به‌منظور ارائه روش‌های درمانی جامع و مناسب به کودکان دچار افت شنوایی، باید به‌وجود چنین ارتباط دوسویه‌ای بین زبان و حافظه توجه کرد.

ناچار برای بررسی دقیق هریک از موارد زبان و حافظه کاری واجی به مطالعه جداگانه این موارد می‌پردازند، اما باید به‌خاطر داشت که جداسازی زبان و عوامل شناختی دیگر همچون حافظه ممکن است موجب برداشت‌های نادرست علمی به‌ویژه در حوزه بالینی شود. به‌نظر می‌رسد مباحث مربوط به چگونگی ارتباط زبان و شناخت همچنان بر جای خود باقی است و با توجه به پیشرفت‌های جدید علمی رنگ و رویی تازه‌تر به‌خود گرفته است. انجام مطالعات و پژوهش‌های بیشتر روی جمعیت‌های دچار مشکلات زبانی از جمله کودکان مبتلا به کم‌شنوایی حسی-عصبی می‌تواند تا حدود زیادی پاسخگوی چگونگی ارتباط زبان و شناخت و نیز حافظه باشد. این مطالعات همچنین به برنامه‌ریزان آموزشی و درمانگران کمک شایان توجهی خواهد کرد تا برنامه‌های مؤثرتر آموزشی و درمانی را طراحی و ارائه کنند.

## نتیجه‌گیری

## REFERENCES

1. Dehn MJ. Working memory and academic learning: assessment and intervention. 1<sup>st</sup> ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.; 2008.
2. Netto TM, Greca DV, Zimmermann N, Oliveira C, Fonseca RP, Landeira-Fernandez J. Working memory intervention programs for adults: a systematic review. *Dement Neuropsychol.* 2010;4(3):222-31.
3. Melby-Lervåg M, Hulme C. Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Dev Psychol.* 2013;49(2):270-91.
4. Baddeley A. Working memory and language: an overview. *J Commun Disord.* 2003;36(3):189-208.
5. Burkholder RA, Pisoni DB. Working memory capacity, verbal rehearsal speed, and scanning in deaf children with cochlear implants. In: Spencer PE, Stein BE, editors. *Advances in the spoken language development of deaf and hard-of-hearing children.* 1<sup>st</sup> ed. New York: Oxford University Press; 2006. p. 328-57.
6. Banks J, Gray C, Fyfe R. The written recall of printed stories by severely deaf children. *Br J Educ Psychol.* 1990;60(Pt 2):192-206.
7. Archbold S, O'Donoghue GM. Cochlear implantation in children: current status. *Paediatr Child Health.* 2009;19(10):457-63.
8. Gérard JM, Deggouj N, Hupin C, Buisson AL, Monteyne V, Lavis C, et al. Evolution of communication abilities after cochlear implantation in prelingually deaf children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2010;74(6):642-8.
9. Mohammadi R, Shirazi TS, Nilipoor R, Rahgozar M, Poorshahbaz A. A Comparison of metaphoric expressions comprehension in mainstreaming students with severe hearing impairment and hearing students of junior high school. *Journal of Rehabilitation.* 2010;11(3):50-7. Persian.

10. Mohammadi R, Shirazi TS, Nilipour R, Rahgozar M, Pourshahbaz A. Comparing of metaphoric expressions comprehension between hearing impaired students and normal students of junior high school. *Journal of Rehabilitation*. 2010;10(4):15-20. Persian.
11. Mousavi N, Shirazi TS, Darouei A, Danaei Tousi M, Pourshahbaz A, Rahgozar M. Comparison of some of pragmatic skills between 4 to 6 years old farsi speaking hard of hearing children with normal hearing peers. *Journal of Rehabilitation*. 2009;10(3):60-5. Persian.
12. Kunisue K, Fukushima K, Kawasaki A, Maeda Y, Nagayasu R, Kataoka Y, et al. Comprehension of abstract words among hearing impaired children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2007;71(11):1671-9.
13. Kronenberger WG, Pisoni DB, Henning SC, Colson BG, Hazzard LM. Working memory training for children with cochlear implants: a pilot study. *J Speech Lang Hear Res*. 2011;54(4):1182-96.
14. Pisoni DB, Geers AE. Working memory in deaf children with cochlear implants: correlations between digit span and measures of spoken language processing. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*. 2000;185:92-3.
15. Shamsian F, Shirazi TS, Nilipoor R, Karimlu M. Evaluation and comparison of consonant production in cochlear-implanted children. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*. 2010;6(2):108-16. Persian.
16. Richter B, Eissele S, Laszig R, Löhle E. Receptive and expressive language skills of 106 children with a minimum of 2 years' experience in hearing with a cochlear implant. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2002;64(2):111-25.
17. Uchanski RM, Geers AE. Acoustic characteristics of the speech of young cochlear implant users: a comparison with normal-hearing age-mates. *Ear Hear*. 2003;24(1 Suppl):90S-105S.
18. Geers A, Brenner C, Nicholas J, Uchanski R, Tye-Murray N, Tobey E. Rehabilitation factors contributing to implant benefit in children. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*. 2002;189:127-30.
19. Cleary M, Pisoni DB, Kirk KI. Working memory spans as predictors of spoken word recognition and receptive vocabulary in children with cochlear implants. *Volta Rev*. 2000;102(4):259-80.
20. Pisoni DB. Cognitive factors and cochlear implants: some thoughts on perception, learning, and memory in speech perception. *Ear Hear*. 2000;21(1):70-8.
21. Cowan N. The magical number 4 in short-term memory: a reconsideration of mental storage capacity. *Behav Brain Sci*. 2001;24(1):87-114.
22. Sperling G. A model for visual memory tasks. *Hum Factors*. 1963;5:19-31.
23. van Daal J, Verhoeven L, van Leeuwe J, van Balkom H. Working memory limitations in children with severe language impairment. *J Commun Disord*. 2008;41(2):85-107.
24. Baddeley A. Working memory: looking back and looking forward. *Nat Rev Neurosci*. 2003;4(10):829-39.
25. Jonsdottir S, Bouma A, Sergeant JA, Scherder EJ. The impact of specific language impairment on working memory in children with ADHD combined subtype. *Arch Clin Neuropsychol*. 2005;20(4):443-56.
26. Pisoni DB, Cleary M. Measures of working memory span and verbal rehearsal speed in deaf children after cochlear implantation. *Ear Hear*. 2003;24(1 Suppl):106S-20S.
27. Bebko J, Metcalfe-Haggert A. Deafness, language skills, and rehearsal: a model for the development of a memory strategy. *J Deaf Stud Deaf Educ*. 1997;2(3):131-9.
28. Gathercole SE, Baddeley AD. Evaluation of the role of phonological STM in the

- development of vocabulary in children: A longitudinal study. *J Mem Lang*. 1989;28(2):200-13.
29. Gathercole SE, Willis CS, Emslie H, Baddeley AD. Phonological memory and vocabulary development during the early school years: A longitudinal study. *Dev Psychol*. 1992;28(5):887-98.
  30. Gupta P. Examining the relationship between word learning, nonword repetition, and immediate serial recall in adults. *Q J Exp Psychol A*. 2003;56(7):1213-36.
  31. McDaniel ED. Visual memory in the deaf. *Am Ann Deaf*. 1980;125(1):17-20.
  32. Olsson JE, Furth HG. Visual memory-span in the deaf. *Am J Psychol*. 1966;79(3):480-4.
  33. Dawson PW, Busby PA, McKay CM, Clark GM. Short-term auditory memory in children using cochlear implants and its relevance to receptive language. *J Speech Lang Hear Res*. 2002;45(4):789-801.
  34. Cleary M, Pisoni DB, Geers AE. Some measures of verbal and spatial working memory in eight- and nine-year-old hearing-impaired children with cochlear implants. *Ear Hear*. 2001;22(5):395-411.
  35. Pisoni DB, Cleary M. Learning, memory, and cognitive processes in deaf children following cochlear implantation. In: Richard RF, Arthur NP, editors. *Cochlear implants: auditory prostheses and electric hearing*. 1<sup>st</sup> ed. New York: Springer; 2004. p. 377-426.
  36. Liben LS, Drury AM. Short-term memory in deaf and hearing children in relation to stimulus characteristics. *J Exp Child Psychol*. 1977;24(1):60-73.
  37. Bebko JM. Memory and rehearsal characteristics of profoundly deaf children. *J Exp Child Psychol*. 1984;38(3):415-28.
  38. Campbell R, Wright H. Deafness and immediate memory for pictures: dissociations between "inner speech" and the "inner ear"? *J Exp Child Psychol*. 1990;50(2):259-86.
  39. Baddeley AD. Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 1975;14(6):575-89.
  40. Cowan N, Wood NL, Wood PK, Keller TA, Nugent LD, Keller CV. Two separate verbal processing rates contributing to short-term memory span. *J Exp Psychol Gen*. 1998;127(2):141-60.
  41. Hulme C, Tordoff V. Working memory development: The effects of speech rate, word length, and acoustic similarity on serial recall. *J Exp Child Psychol*. 1989;47(1):72-87.
  42. Kail R, Park YS. Processing time, articulation time, and memory span. *J Exp Child Psychol*. 1994;57(2):281-91.
  43. Schweickert R, Guentert L, Hersberger L. Phonological similarity, pronunciation rate, and memory span. *Psychol Sci*. 1990;1(1):74-7.
  44. Hitch GJ, Halliday MS, Littler JE. Item identification time and rehearsal rate as predictors of memory span in children. *Q J Exp Psychol A*. 1989;41(2):321-37.
  45. Burkholder RA, Pisoni DB. Speech timing and working memory in profoundly deaf children after cochlear implantation. *J Exp Child Psychol*. 2003;85(1):63-88.
  46. Sternberg S. High-speed scanning in human memory. *Science*. 1966;153(3736):652-4.
  47. Kirk KI. Assessing speech perception in listeners with cochlear implants: the development of the lexical neighborhood tests. *Volta Rev*. 1998;100(2):63-85.
  48. Cleary M, Pisoni DB, Kirk KI. Working memory spans as predictors of spoken word recognition and receptive vocabulary in children with cochlear implants. *Volta Rev*. 2000;102(4):259-80.
  49. Ibertsson T, Hansson K, Asker-Årnason L, Sahlén B. Speech recognition, working memory and conversation in children with cochlear implants. *Deafness Educ Int*.

- 2009;11(3):132-51.
50. Willstedt-Svensson U, Löfqvist A, Almqvist B, Sahlén B. Is age at implant the only factor that counts? The influence of working memory on lexical and grammatical development in children with cochlear implants. *Int J Audiol.* 2004;43(9):506-15.

**Review Article**

# Phonological working memory and its relationship with language abilities in children with cochlear implants

**Fatemeh Haresabadi, Tahereh Sima Shirazi**

Department of Speech therapy, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran

Received: 1 September 2013, accepted: 30 October 2013

## **Abstract**

**Background and Aim:** Many studies have demonstrated a close relationship between phonological working memory and language abilities in normal children and children with language developmental disorders, such as those with cochlear implants. A review of these studies would clarify communication and learning in such children and provide more comprehensive information regarding their education and treatment. In this study, the characteristics of phonological working memory and its relationship with language abilities in children with cochlear implants was examined.

**Recent Findings:** In this study, the authors studied the characteristics of phonological working memory and its relationship with language abilities of children with cochlear implants. These studies showed that in addition to demographic variables, phonological working memory is a factor that affects language development in children with cochlear implants. Children with cochlear implants typically have a shorter memory span.

**Conclusion:** It is thought that the deficiency in primary auditory sensory input and language stimulation caused by difficulties in the processing and rehearsal of auditory information in phonological working memory is the main cause of the short memory span in such children. Conversely, phonological working memory problems may have adverse effects on the language abilities in such children. Therefore, to provide comprehensive and appropriate treatment for children with cochlear implants, the reciprocal relationship between language abilities and phonological working memory should be considered.

**Keywords:** Working memory, cochlear implants, children, language, hearing loss, short-term memory

**Please cite this paper as:** Haresabadi F, Shirazi TS. Phonological working memory and its relationship with language abilities in children with cochlear implants. *Audiol.* 2014;23(5):1-13. Persian.