

## آشنایی با کاشت حلزونی<sup>۱</sup>

سامان پروانه - اردیبهشت ۱۳۸۲

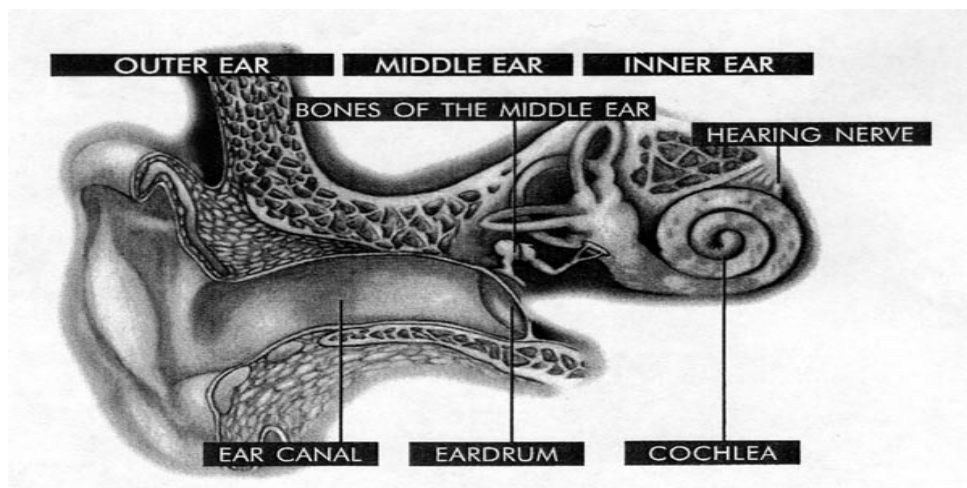
پست الکترونیک: Saman\_parvaneh@yahoo.com

### مقدمه

کاشت حلزونی یک ابزار الکترونیکی است که قسمتی از شنوایی را به فرد ناشنوا باز می‌گرداند. کاشت حلزونی با عمل جراحی در گوش داخلی<sup>۲</sup> قرار می‌گیرد و بوسیلهٔ ابزاری که در خارج از گوش قرار داده شده است و پوشیده می‌شود به فعالیت می‌پردازد. کاشت حلزونی بر خلاف ابزارهای کمک‌کننده به شنوایی مانند سمعک، صدا را بلندتر و واضح‌تر نمی‌کند. در عوض این ابزار بخشهای آسیب دیده از سیستم شنوایی را بای‌پس<sup>۳</sup> می‌کند و عصب شنوایی را بصورت مستقیم تحریک می‌کند که این امر به افرادی که بشدت دارای شنوایی آسیب دیده و معیوب هستند اجازه می‌دهد تا صداها را دریافت کنند.

### شنوایی عادی چگونه است؟

گوش ما شامل<sup>۳</sup> بخش است که نقش اساسی را در شنوایی ایفا می‌کند: گوش خارجی<sup>۴</sup>، گوش میانی<sup>۵</sup> و گوش داخلی. این سه بخش اصلی به همراه اجزای تشکیل دهندهٔ آنها در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: اجزای تشکیل دهندهٔ گوش

<sup>1</sup>Cochlear Implant

<sup>2</sup>Inner Ear

<sup>3</sup>Bypass

<sup>4</sup>External Ear

<sup>5</sup>Middle Ear

ما دارای دو نوع شنوایی هستیم :

- شنوایی هدایتی<sup>۶</sup>: صدایی که در طول کانال گوش که جزیی از گوش بیرونی است عبور می کند باعث می شود که پرده صماخ به ارتعاش در بیاید. سه استخوان کوچکی که در گوش میانی قرار دارند این لرزش و ارتعاش را از پرده صماخ به حلزون گوش (جایگاه شنوایی) که قسمتی از گوش داخلی است منتقل می کنند.
- شنوایی حسی-عصبی<sup>۷</sup>: هنگامیکه سه استخوان کوچک جابجا می شوند، این جابجایی باعث شروع به حرکت کردن مایع درون حلزون گوش می شود که این حرکت بیش از ۱۶۰۰۰ سلول شنوایی<sup>۸</sup> حساس (سلولهای مژگانی<sup>۹</sup>) را تحریک می کند. در اثر حرکت سلولهای مژگانی جریانهای الکتریکی در عصب شنوایی تولید می شود که این سیگنال الکتریکی به واسطه اتصالات میانی به ناحیه ای از مغز که مسئول تشخیص و ادراک صوت است می رسد.

### چگونه شنوایی صدمه می بیند؟

اگر یک بیماری یا انسداد<sup>۱۰</sup> در گوش خارجی یا گوش میانی داشته باشیم، احتمالاً شنوایی هدایتی ما آسیب خواهد دید که در بیشتر موارد عمل جراحی یا معالجات پزشکی می تواند آنرا اصلاح کند. مشکلات گوش داخلی ممکن است منجر به صدمات حسی-عصبی یا ناشنوایی عصبی<sup>۱۱</sup> شود. در بیشتر موارد سلولهای مژگانی صدمه می بینند و کار نمی کنند در حالیکه تعدادی از فیبرهای عصب شنوایی سالم مانده اند و می توانند تحریکهای الکتریکی<sup>۱۲</sup> را به مغز منتقل کنند، از آنجاییکه سلولهای مژگانی آسیب دیده اند این فیبرهای عصبی نمی توانند کاری را انجام دهند و مسئولیتی را بعهده بگیرند. نظر به اینکه ناشنواییهای حسی-عصبی شدید نمی توانند با دارو بهبود بیابند، آنها فقط با کاشت حلزونی می توانند درمان شوند.

### کاشت حلزونی چه تفاوتی با سمعک دارد؟

سمعک پروتز خارجی است، که صدا را برای فرد استفاده کننده بلند می کند. اما در برخی افراد که به دلیل آسیب سلولهای مژگانی گوش دچار کم شنوایی عمیق هستند، بلند شدن صدا سودمند نیست. در مورد این افراد عصب شنوایی نسبتاً سالم است و کاشت حلزونی با عبور از گوش داخلی و تحریک مستقیم عصب شنوایی، بسیار سودمند است.

### کاشت حلزونی از چه اجزایی تشکیل شده است؟

سیستم کاشت حلزونی شامل دو جزء داخلی و بیرونی است. جزء داخلی باعمل جراحی و بصورت دائمی در داخل بدن قرار می گیرد و جزء بیرونی بر روی کمر بند بسته می شود و یا در داخل جیب قرار می گیرد و قابل حمل است. جزء داخلی که پس از جراحی در زیر پوست قرار گرفته است دارای بخشهای اصلی زیر می باشد:

<sup>6</sup>Conductive Hearing

<sup>7</sup>Sensorineural Hearing

<sup>8</sup>Hearing Cell

<sup>9</sup>Hair Cell

<sup>10</sup>Obstruction

<sup>11</sup>Nerve Deafness

<sup>12</sup>Electrical Impulse

- ۱- دریافت کننده/تحریک گر<sup>۱۳</sup>: این بخش وظیفه دریافت کدهای ارسال شده از بخش بیرونی و اعمال تحریک مناسب به الکترودها را به عهده دارد و به آرایه الکترودی متصل است. مدار تحریک، پالس الکتریکی مناسب را به جفت الکتروود انتخاب شده بوسیله کنترلگر تحریک اعمال می کند.
- ۲- آرایه الکترودی<sup>۱۴</sup>: آرایه الکترودها شامل یک یا چند مجموعه از جفت الکترودهای کوچک است که در ساختار انعطاف پذیری که بتواند شکل ماریچی حلزون گوش را بگیرد قرار دارند. الکترودها بگونه ای قرار گرفته اند که هنگامیکه وارد نردبان صماخی می شوند مقابل غشاء پایه ای قرار بگیرند. نیازی به گفتن نیست که این الکترودها بعلاوه اندازه حلزون گوش باید خیلی کوچک باشند.
- در ضمن بخش داخلی شامل آهنربایی است که جهت تثبیت سیم پیچ فرستنده که در بیرون بدن قرار دارد و قرار گرفتن مناسب آن در مقابل سیم پیچ دریافت که در داخل بدن واقع شده است، استفاده می شود.
- در شکل ۲ بخش داخلی مربوط به کاشت حلزونی نشان داده شده است که دریافت کننده/محرک با شماره ۱ و آرایه الکترودی با شماره ۲ مشخص شده است.



شکل ۲: جزء داخلی مربوط به کاشت حلزونی

در شکل ۳ آرایه الکترودی و ساختار انعطاف پذیر آن دیده می شود.



شکل ۳: آرایه الکترودی از نوع با تمرکز بالا<sup>۱۵</sup>

نکته مهم دیگری که در رابطه با جزء داخلی کاشت حلزونی که در داخل بدن واقع است باید ذکر کرد این است که این بخش دارای باتری نیست و توان لازم را از بخش بیرونی و به واسطه امواج رادیویی دریافت می کند. جزء خارجی که در بیرون از بدن قرار دارد از بخشهای اصلی زیر تشکیل شده است:

- ۳- پروسسور صدا<sup>۱۶</sup>: این بخش ظاهری شبیه یک ماشین حساب دارد و قابل حمل است و توسط یک باتری با قابلیت شارژ مجدد تغذیه می شود. بخش پروسسور صدا مشخصه های خاصی از صدا که بوسیله میکروفون برداشته شده است را برای کنترل تحریک الکترودها استفاده می کند، باید توجه داشت که بسته به الگوریتم تحلیل صدا که تعبیه شده است و به کار گرفته می شود پروسسور صدا پارامترهای مختلفی را از سیگنال

<sup>13</sup>Receiver/Stimulator

<sup>14</sup>Electrode Array

<sup>15</sup>Hi-Focus Electrode

<sup>16</sup>Speech Processor

ورودی استخراج می‌کند و دامنه پالس جریان را که باید به بخش کاشته شده فرستاده بشود را تعیین می‌کند. یک فرم ساده این پروسور یک مجموعه از فیلترها است که بگونه‌ای قرار گرفته اند که سیگنال خروجی از این فیلترها شدت صدا را در باندهای گذر بعنوان تابعی از زمان بیان می‌کند، سپس از سیگنال حاصل از هر فیلتر استفاده می‌شود تا تحریک گر را بگونه‌ای کنترل کند تا یک مجموعه خاص از الکترودها را در حلزون گوش تحریک نماید.

در قسمت بیرون از بدن یک قسمت قرار گیرنده در پشت گوش<sup>۱۷</sup> وجود دارد که دارای دو بخش اصلی زیر می‌باشد:

۴- سیم پیچ انتقال: این سیم پیچ انتقال، در پشت گوش و درست در مقابل سیم پیچ دریافت که در درون بخش واقع در بدن واقع است، قرار داده می‌شود. این بخش به شکل حلقه‌ای با پهنای حدود ۱ اینچ است که به طریقه جاذبه مغناطیسی به آهنربای دیگری که در زیر پوست و در قسمت کاشته شده در داخل بدن قرار دارد متصل می‌شود، بطوریکه سیگنالهای حاوی کدهای تحریک در امتداد پوست و بواسطه امواج رادیویی به بخش تحریک در داخل بدن انتقال می‌یابند. نمونه‌ای از سیم پیچ انتقال در شکل ۴ آورده شده است.

-۵



شکل ۴: نمای ظاهری سیم پیچ انتقال

۶- میکروفون: میکروفون در قسمت قرار گیرنده در پشت گوش واقع است و وظیفه آن دریافت کردن اصوات محیط است. میکروفون استفاده شده در کاشت حلزونی باید دارای باند فرکانسی پهن باشد و همچنین باید قادر باشد تا لرزشهای ناشی از حرکت سر را کاهش دهد. در شکل ۵ واحد قرار گیرنده در پشت گوش که در برگیرنده میکروفون است به همراه سیم پیچ انتقال نشان داده شده است.



شکل ۵: واحد قرار گیرنده در پشت گوش به همراه سیم پیچ انتقال

۷- کابل‌های FM: دو سیم در مدار خارجی دیده می‌شود. یکی از آنها برای اتصال واحد قرار گیرنده در پشت گوش به پروسور صدا استفاده می‌شود و دیگری برای اتصال پروسور صدا به سیم پیچ انتقال استفاده می‌شود.

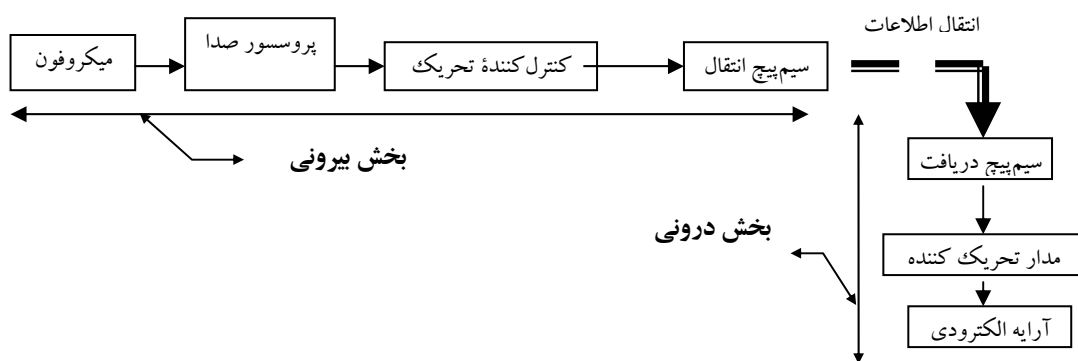
<sup>17</sup>Behind The Ear Unit(BTE)

در شکل ۶ بخشهای بیرونی تشکیل دهنده کاشت حلزونی نشان داده شده است .



شکل ۶: بخشهای بیرونی تشکیل دهنده کاشت حلزونی

قسمت نشان داده شده با عدد ۳ نشان دهنده پروسور صدا ، بخش نشان داده شده با عدد ۴ نشان دهنده سیم پیچ انتقال و قسمت نشان داده شده با عدد ۵ نمایشگر قسمت قرار گیرنده در پشت گوش که در برگیرنده میکروفون است ، می باشد. در شکل ۷ بلوک دیاگرامی از اجزای تشکیل دهنده کاشت حلزونی آورده شده است .



شکل ۷: بلوک دیاگرامی از اجزای تشکیل دهنده کاشت حلزونی

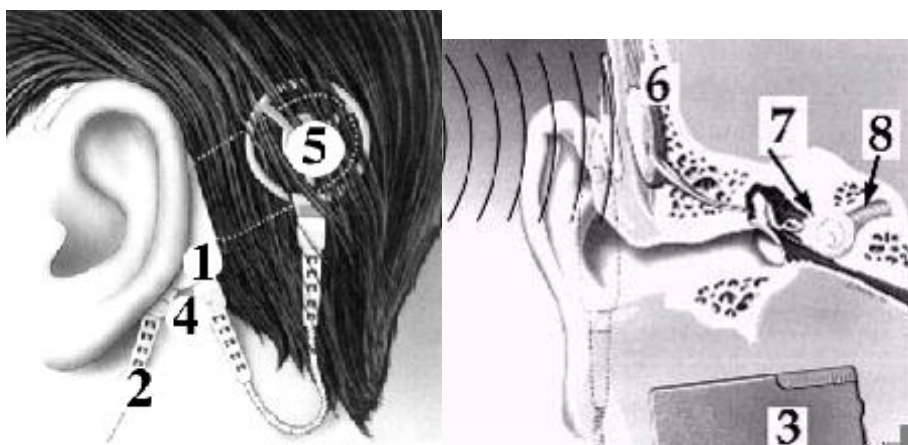
### کاشت حلزونی چگونه کار می کند ؟

چگونگی کار کاشت حلزونی بقرار زیر است :

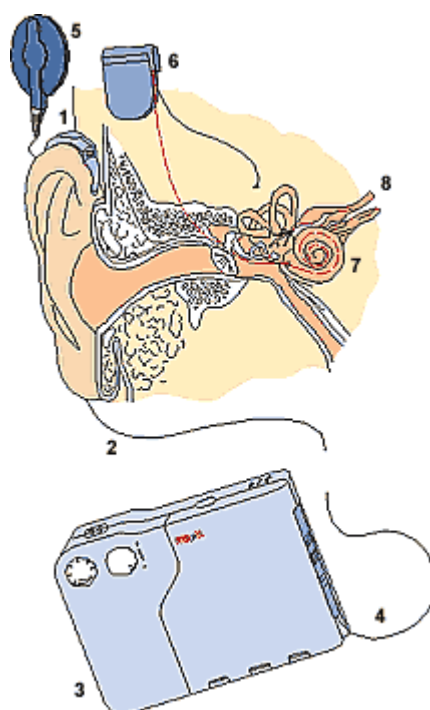
- ۱- صدای محیط توسط میکروفون واقع در پشت گوش دریافت می شود .
- ۲- از طریق کابل FM صداهاى دریافت شده توسط میکروفون به پروسور صدا فرستاده می شود .
- ۳- پروسور ، صدای دریافت شده را تقویت و فیلتر می کند و بر اساس استراتژی تحلیل بکار رفته در آن اصوات را به سیگنالهای کد شده تبدیل و تفسیر می کند .
- ۴- سیگنالهای کد شده بوسیله کابل FM به سیم پیچ انتقال فرستاده می شود .
- ۵- اطلاعات رسیده به سیم پیچ انتقال در قالب امواج رادیویی به بخش دریافت کننده/تحریک گر که در داخل بدن واقع است فرستاده می شود .
- ۶- واحد دریافت کننده/تحریک گر مقدار مناسب برای تحریک الکتریکی را تشخیص می دهد و به الکترودهای مورد نظر در آرایه الکترودی اعمال می کند .
- ۷- الکترودهای مورد نظر در آرایه الکترودی فیبرهای عصبی باقیمانده را تحریک می کند .

۸- عصب شنوایی پالسهای الکتریکی را به شکل پتانسیل عمل به سیستم شنوایی واقع در مغز بمنظور تفسیر و درک ارسال می کند .

در شکل ۸ و ۹ مراحل مربوط به کار کاشت حلزونی به همراه شماره گذاری مطابق با ترتیب مطالب فوق نشان داده شده است .



شکل ۸: نحوه کار سیستم کاشت حلزونی در دو شکل مجزا



شکل ۹: نحوه کار سیستم کاشت حلزونی

**تفاوت کاشت حلزونی با سایر تحریک گرهای الکتریکی که هدفهای درمانی دارند چیست ؟**  
 اگر چه کاشت حلزونی به انواع دیگر تحریک گرهای الکتریکی که هدفهای درمانی دارند بسیار شبیه است ، ولی از این نظر که با پروسسور صدا و کنترلگر<sup>۱۸</sup> تحریک در ارتباط است بی نظیر است .

<sup>18</sup>Controller

## در طراحی کاشت حلزونی چه نکاتی را باید مد نظر گرفت ؟

مشخصات اصلی مورد توجه در طراحی عبارتند از :

در زمینه حفاظت باید به سازگاری زیستی کاشت حلزونی ، زنگ نزدن فلز الکتروود (عدم تغییر PH) و عدم سرایت جریان تحریک به بدن توجه کرد .

در زمینه طراحی دستگاه باید به تعداد کانالها و اندازه دستگاه و الکتروودها و عمر باطری توجه کرد .

## چه کسی می تواند از کاشت حلزونی سود ببرد و بهره مند شود ؟

کاشت حلزونی فقط برای افرادی که تقریباً هیچ سودی از ابزارهای کمک کننده به شنوایی نمی برند طراحی شده است .

## روند انجام کاشت حلزونی چگونه است ؟

عمل کاشت را متخصص گوش و حلق و بینی انجام می دهد ، البته همه این متخصصان این عمل جراحی را انجام نمی دهند .

پزشک عمومی می تواند فرد ناشنوا را برای ارزیابی به کلینیک کاشت حلزونی معرفی کند . ارزیابی بوسیله تیم کاشت (پزشک گوش و حلق و بینی ، ادیولوژیست<sup>۱۹</sup> ، پرستار و ...) انجام می شود و آنها یک سری تست و آزمایش را انجام خواهند داد :

- ارزیابی گوش<sup>۲۰</sup>: در این تست پزشک گوش و حلق و بینی ، گوش داخلی و گوش میانی را معاینه می کند تا مطمئن شود که هیچ عفونت فعال یا عوامل غیر نرمال دیگری که مانع از کاشت حلزونی بشود وجود ندارد .
- ارزیابی شنوایی<sup>۲۱</sup>: در این آزمایش ادیولوژیست آزمایشهای گسترده ای را روی شنوایی انجام می دهد تا مشخص کند با استفاده از ابزارهای کمک کننده به شنوایی و بدون استفاده از آنها فرد چه مقدار می تواند بشنود .
- ارزیابی اشعه X (رادیوگرافی)<sup>۲۲</sup>: در این ارزیابی تصاویر رادیوگرافی خاصی که معمولاً از نوع CT<sup>۲۳</sup> یا MRI<sup>۲۴</sup> است گرفته می شود تا استخوانهای گوش داخلی را بررسی کنند .
- ارزیابی روانشناسی<sup>۲۵</sup>: تعدادی از بیماران بمنظور اینکه بدانند چگونه از عهده کاشت حلزونی بر بیایند به ارزیابیهای روانشناسی احتیاج دارند .
- معاینه جسمانی<sup>۲۶</sup>: در این بررسی پزشک گوش و حلق و بینی یک سری معاینات جسمانی را انجام می دهد تا مشکلات نهانی و بالقوه مرتبط با بیهوشی عمومی که برای عمل کاشت حلزونی لازم است را شناسایی کند و تشخیص بدهد .

پس از معاینات فوق و در صورت مناسب بودن نتیجه آنها برای انجام عمل کاشت حلزونی ، فرد تحت عمل کاشت حلزونی قرار می گیرد .

<sup>19</sup>Audiologist

<sup>20</sup>Ear (Otoligic) Evaluation

<sup>21</sup>Hearing (Audiologic) Evaluation

<sup>22</sup>X-Ray (Radiographic) Evaluation

<sup>23</sup>Computerized Tomography

<sup>24</sup>Magnetic Resonance Imaging

<sup>25</sup>Psychological Evaluation

<sup>26</sup>Physical Examination

## عمل جراحی مربوط به کاشت حلزونی چگونه است ؟

هدف اصلی از جراحی قرار دادن محکم و ثابت دریافت کننده/تحریک گر در استخوان Temporal جمجمه و قرار دادن ثابت الکترودها در حلزون گوش است .

در جراحی ابتدا پوست جمجمه و پشت گوش برای دسترس به استخوان Temporal برداشته می شود بعد از این مرحله جراح قادر است تا جزء داخلی مربوط به کاشت حلزونی را در استخوان قرار دهد . سپس یک حفره درون استخوان ایجاد می شود که به جراح اجازه دسترسی به حلزون را می دهد و یک حفره کوچک در دیواره حلزون ایجاد می شود که از طریق آن الکترودها بتدریج و با ملایمت داخل حلزون فرستاده می شوند . بعد از قرار دان این بخشها جراحی بخیه زده می شود و کاشت بخش درونی به پایان می رسد . روند کاشت ۲ تا ۳ ساعت طول می کشد و معمولاً ۳ یا ۴ روز بستری در بیمارستان وجود دارد .

در حدود یک تا دو ماه بعد از عمل جراحی اجزای خارجی کاشت حلزونی نصب می شود و برنامه ریزی و تنظیم وسیله انجام می شود . در این مرحله ، تنظیم پردازشگر گفتار متناسب با نیاز فرد شروع می شود و ممکن است چند جلسه به طول بکشد . پس از تنظیم مناسب پردازشگر سیگنال ، توانبخشی شنوایی به نحو گسترده ای آغاز می شود . در توانبخشی شنوایی فرد می آموزد که چگونه به صدای دریافتی از طریق پروتز کاشته شده ، گوش بدهد و تشویق می شود تا توانایی ارتباطی خود را به حداکثر برساند .

## کاشت حلزونی تا چه اندازه شنوایی را بهبود می بخشد ؟

اکثر افراد استفاده کننده از کاشت حلزونی قادر به کشف اصوات ملایم تا متوسط می شوند و بسیاری از آنها تمایز اصوات محیطی را می آموزند . این آگاهی از اصوات و آهنگ صداها موجب بهبود مهارت لب خوانی می شود . بعضی از افراد استفاده کننده از کاشت حلزونی می توانند بدون استفاده از لب خوانی ، واژه ها و جملات را درک کنند و گروهی هم قادر به استفاده از تلفن هستند . سودمندی کاشت حلزونی در افراد مختلف متفاوت است و با استفاده از این وسیله ، سطح شنوایی به حد طبیعی بر نمی گردد .

متأسفانه پیش بینی توانایی درک گفتار فرد استفاده کننده مشکل است ، با این حال مطالعات نشان داده است افراد ناشنوایی که پس از آموختن زبان ، شنوایی خود را از دست داده اند نسبت به افرادی که پیش از زبان آموزی ناشنوا شده اند با استفاده از کاشت حلزونی درک گفتار بهتری را دارا هستند .

## برای کاشت حلزونی چه عواملی دارای اهمیت است ؟

برای انجام کاشت حلزونی در کودکان ، حداقل سن ۲ سال ذکر شده است . با این حال به دلیل اهمیت بسیار دریافت تحریکات شنیداری در سنین زبان آموزی ، انجام کاشت حلزونی در سن پایین تر از ۲ سال در سالهای اخیر گزارش و توصیه شده است . کودکان برخوردار از کاشت حلزونی باید روزانه و بطور مداوم در معرض تحریکات شنیداری قرار بگیرند ، به عبارت دیگر کسب نتایج موفقیت آمیز از کاشت ، لزوم آرایه اطلاعات لازم به خانواده و بهره مندی از برنامه های آموزشی منظم را ایجاب می کند . برای همین کودک و خانواده باید هم در مرکز کاشت حلزونی و هم در مدرسه از جلسات آموزشی پیگیر و پربار استفاده کنند . برای برآوردن این هدف ، معلمین و سایر افرادی که در مدرسه با کودک در ارتباط هستند باید فعالانه در این برنامه ها مشارکت کنند . اهمیت استفاده از یک برنامه آموزشی منظم به حدی است که برخی تیمهای کاشت حلزونی بدون اطمینان از وجود آن و پیگیری والدین ، اقدام به کاشت نمی کنند .



## آینده کاشت حلزونی چگونه است ؟

تلاش بیشتر مراکز تحقیقاتی مربوط به تولیدکنندگان کاشت حلزونی ، بهبود عملکرد واحد پروسسور صدا است که اصوات را به تحریکات الکتریکی تبدیل می کند . هر نسل جدید پروسسور صدا ، این امکان را فراهم می کند که افراد با استفاده از کاشت حلزونی بهتر شنیده و بهتر درک کنند . برای تعویض پروسسور صدا ، معمولاً نیاز به جراحی نیست و اگر پروسسور صدای جدید از همان مدل پروسسور صدای قبلی باشد در صورت تعویض ، فقط برنامه ریزی و تنظیم مجدد وسیله لازم است .