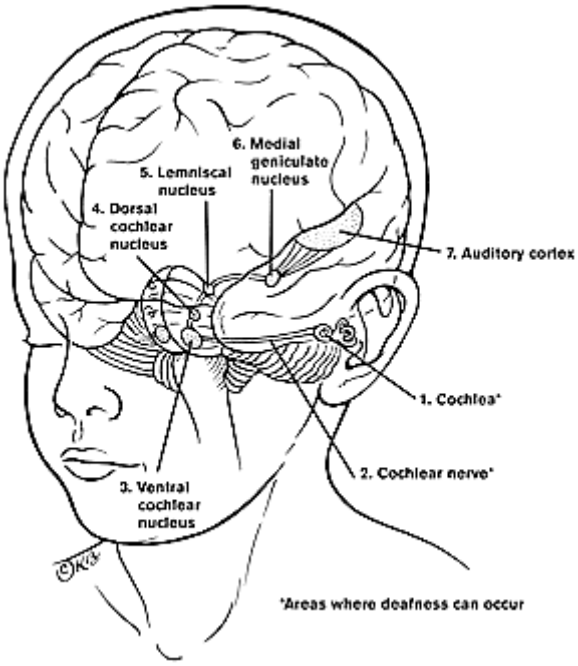
فصل ۱

مروری بر آناتومی و فیزیولوژی سیستم شنوایی



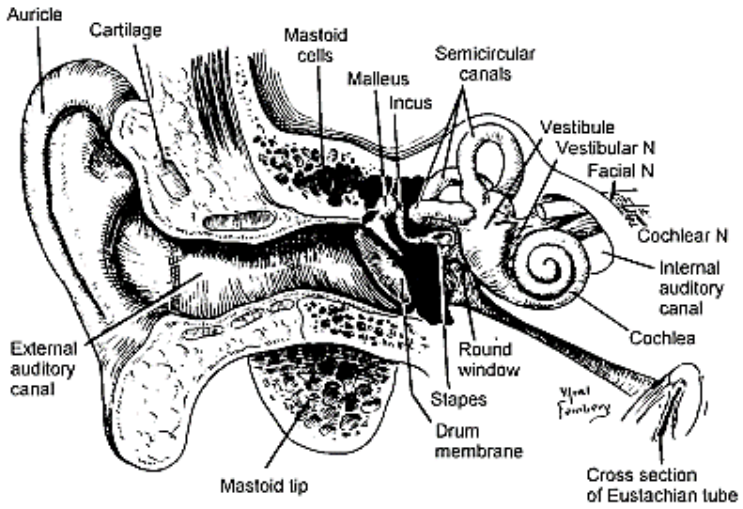
آناتومی و فیزیولوژی گوش

گوش از ۳ قسمت خارجی، میانی و داخلی تشکیل شده است که وظیفه دو بخش اول انتقال صدا از گوش خارجی به گوش داخلی می باشد و گوش داخلی وظیفه کدگذاری سیگنال آکوستیکی به سیگنال الکتریکی را بر عهده دارد.

گوش خارجی

گوش خارجی شبیه به یک قیف است که سبب تسهیل ورود صدا به سطح پرده صماخی می شود. تمام اجزای گوش خارجی به جزء نرمه گوش[1] به وسیله غضروف الاستیک حمایت می شوند. کانال شنیداری با طی کردن مسیری S شکل از درون استخوان گیجگاهی به پرده صماخی می رسد که طول این مسیر حدود ۳ cm برآورد شده است(شکل ۱).

لبه خارجی کانال گوش با مو و غدد ترشحی از اجزای داخلی تر همچون پرده محافظت می کنند. که با ترکیب مو، سلول های مرده پوست و سرومن یک سپر محافظتی ایجاد می کنند که به طور موثری از ورود حشرات و اجسام خارجی جلوگیری می کنند. همچنین به واسطه محیط چرب و اسیدی خود از رشد باکتری ها جلوگیری می کند و نوعی محیط ضدآب را فراهم می کنند.



شکل ۱: مسیر S شکل کانال خارجی منتهی به پرده صماخی در استخوان گیجگاهی نشان داده شده است.

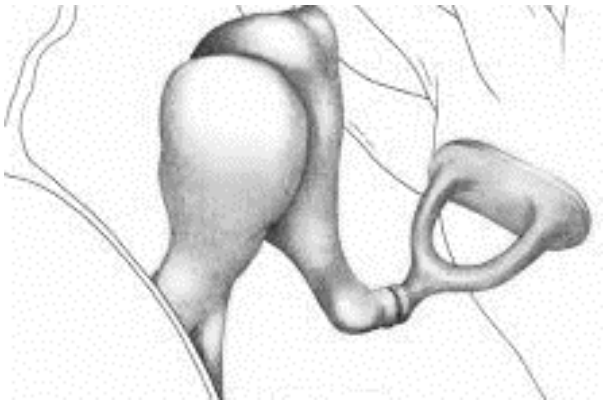
گوش میانی:

گوش میانی در حفره تیمپانیک از استخوان گیجگاهی قرار گرفته است. پرده صماخی حدود ۱ cm قطر دارد و سطح خارجی آن حالت مقعر دارد. پرده صماخی به وسیله شاخه های عصب ۱۰ و ۵ عصب دهی می شود و بسیار به درد حساس است.

پرده از ۳ لایه سلولی تشکیل شده است که در سطح داخلی، دسته استخوانچه چکشی به آن وصل می شود که سبب انتقال ارتعاش صدا به دریچه بیضی می شود. گوش میانی در فضایی به پهنای ۲ تا ۳ میلی متر قرار گرفته است و ۳ استخوانچه چکشی، سندانی و رکابی که مسئول انتقال

[1] earlobe

صدا هستند در آن قرار گرفته اند و به وسیله لیگامنت هایی از حفره تیمپانیک آویزان شده اند. در یک انتها از این زنجیره استخوانی چکشی قرار دارد که به پرده صماخی وصل می شود و در انتهای دیگر رکابی قرار دارد که به دریچه بیضی وصل می باشد (شکل ۲).



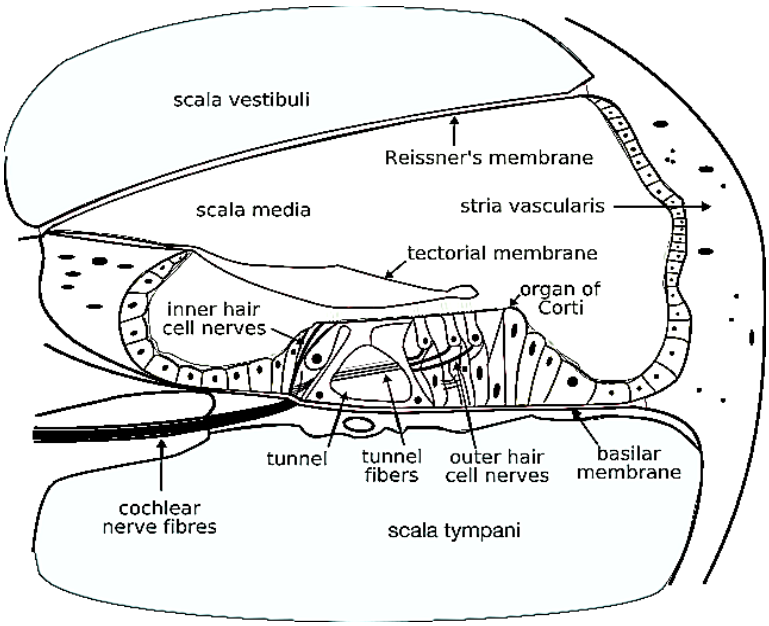
شکل ۲: نحوه اتصال استخوانچه های چکشی، سندانی و رکابی در فضای گوش میانی

در گوش میانی ۲ عضله رکابی و کشنده صماخی[2] قرار دارند که رکابی از دیواره خلفی شروع و به رکابی وصل می شود. کشنده صماخی هم از دیواره قدامی شروع می شود و به دسته چکشی وصل می شود، که این ۲ عضله از آسیب صوتی و تنظیم صدای وروری به گوش داخلی فعالیت دارند.

گوش داخلی:

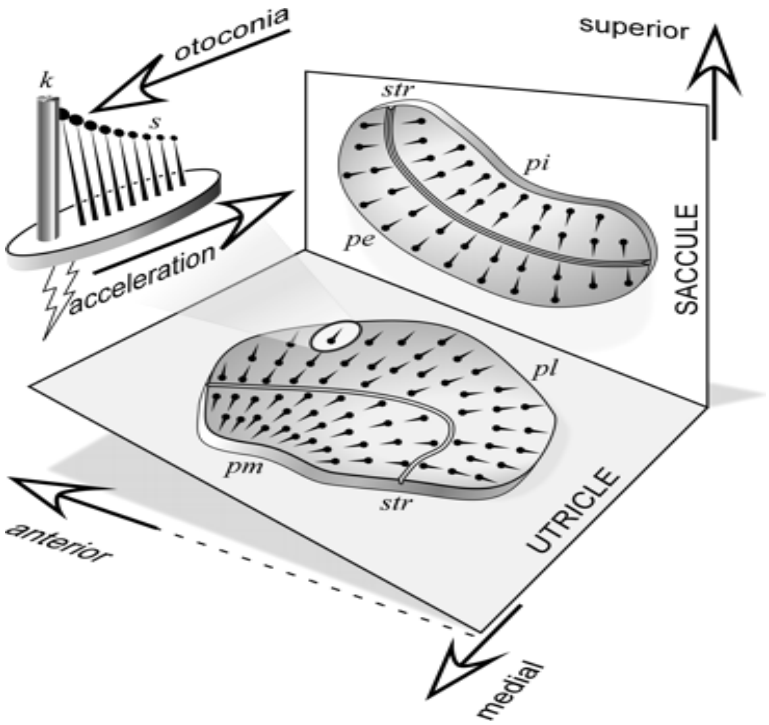
گوش داخلی در لابیرنت استخوانی قرار دارد و اجزای کشف و کدگذاری صدا و تعادلیدر داخل لابیرنت غشایی قرار دارند که حد فاصل این دو لابیرنت به وسیله پری لنف پر شده که از لحاظ ساختاری شبیه مایع مغزی–نخاعی می باشد(شکل ۳).

[2] Tensor Tympani



شکل ۳: برش طولی از حلزون که فضاها و ساختارهای موجود در آن نشان داده شده است

در لابیرنت غشایی ۲ جزء حلزونی و تعادلی قرار دارند که در حلزون به کمک سلول های مویی سیگنال صوتی کدگذاری می شود و از طریق عصب ۸ به مراکز بالاتر فرستاده می شود. جزء تعادلی هم از مجاری نیم دایره، اتریکول و ساکول تشکیل شده است که مجاری نیم دایره وظیف کدگذاری شتاب زاویه ایی و اتریکول و ساکول به ترتیب وظیفه کدگذاری شتاب خطی افقی و عمودی را بر عهده دارند(شکل ۴).



شکل ۴: نحوی قرار گیری ساکول و اتریکول در گوش داخلی

اگر حلزون را از مقطع ظولی برش دهیم سه فضا دالان دهلیزی، دالان میانی و دالان صماخی دیده می شود که از بالا به پایین نمای طولی حلزون قرار گرفته اند. در مطالعات نشان داده شده است که دالان صماخی و دهلیزی از پری لنف و دالان میانی از آندولنف پر شده است. همانطور که در شکل دیده می شود ارگان تبدیل صدا به پالس های الکتریکی در دالان میانی قرار دارد که مجموعه این اجزاء را ارگان کورتی می گویند که از سلول مویی داخلی، خارجی، نوار عروقی و غیره تشکیل شده است.

حال بعد از تبدیل سیگنال های صوتی به الکتریکی پیام های عصبی از طریق عصب ۸ به مراکز مرکزی مرتبط با شنوایی از قبیل هسته های حلزونی، مجموعه زیتونی فوقانی، کولیکولوس تحتانی، جسم زانویی داخلی و در نهایت قشر شنوایی فرستاده می شوند.

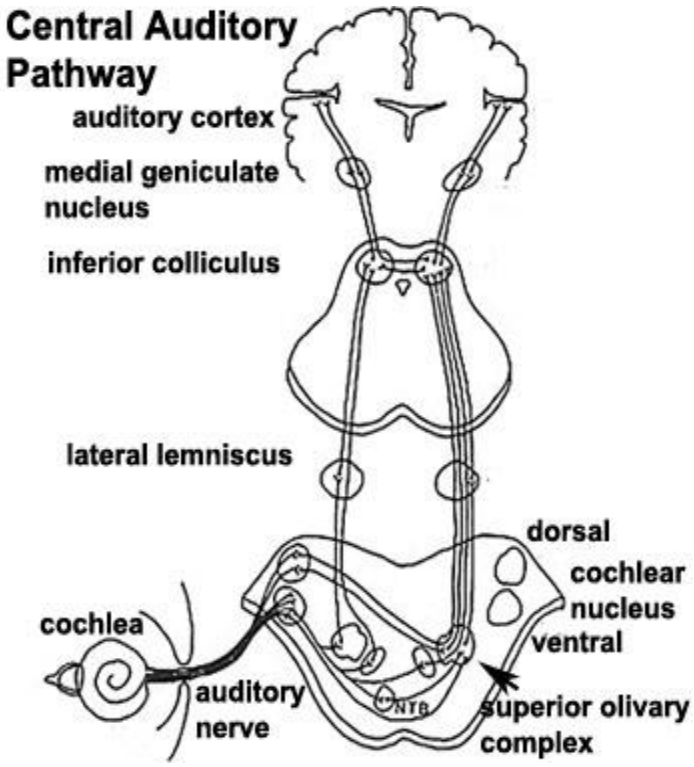
مسیرهای مرکزی شنوایی

در انتهای سلول های مویی داخلی فیبرهای عصبی وجود دارد که با تجمع در حفرات مدیولوس، اسپیرال گانگلیون را شکل می دهند که با گذر از مجرای شنوایی داخلی عصب ۸ را تشکیل داده و به هسته های حلزونی در ساقه مغز منتهی می شود که در این هسته ها سرنخ های طیفی مهم برای مکان یابی عمودی، ویژگی های زمانی صوتی و بسیاری از جنبه های مهم برای درک و تمایز صدا استخراج می شود.

پس از ورود فیبرهای عصبی به هسته های حلزونی مسیر بعدی مجموعه زیتونی فوقانی می باشد که در هسته های MSO و LSO آن به ترتیب تفاوت زمان و شدت کد گذاری می شود. حال از خود این هسته ها و هسته های حلزونی فیبرهای عصبی صورت همسو و دگرسو به کولیکولوس تحتانی در مغز میانی فرستاده می شوند. گفته می شود که اطلاعات لازم برای پردازش نوسانات تیزی صدا، پاسخ استارتل و چرخش سریع سر در واکنش به نویز ناگهانی یا صدای بلند در این هسته پردازش می شود.

مسیر بعد از کولیکولوس تحتانی، جسم زانویی داخلی است که اطلاعات از کولیکولوس تحتانی و مجموعه زیتونی فوقانی دریافت می کند. در این هسته مناطق خاصی برای پاسخ به محرکات پیچیده اختصاص یافته است.

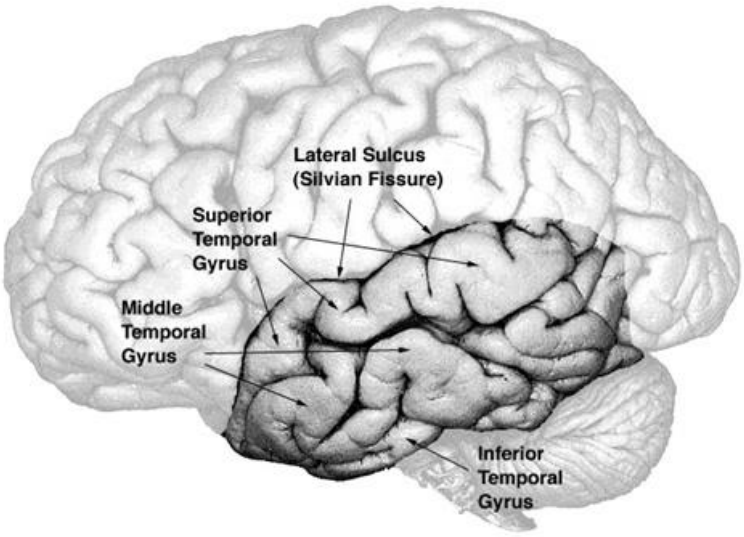
در نهایت این مسیر عصبی به قشر شنوایی در لوب گیجگاهی ختم می شود. قشر شنوایی اولیه در داخل شیار خارجی قرار گرفته است. در قشر شنوایی درک آگاهانه از صدا، پردازش های نهایی اطلاعات گفتاری، مکان یابی و در نهایت بالاترین سطح از پردازش های شنوایی که علاوه بر پردازش های خاص خود مسیر شنیداری، سایر پردازش های تاثیر گذار بر شنوایی همچون بینایی را در خود بازنمایی می کند و به واسطه ارتباطات قوی با قشر پیشانی، مناطق درکی و تولیدی زبان و غیره می تواند به طور بسزایی روند کسب اطلاعات ورودی و بازنمود آن را در جوانب مختلف نشان دهد (شکل ۵ و ۶).



شکل ۵: مسیرهای عصبی از حلزون تا قشر شنوایی

ازاینرو اهمیت بررسی دقیق قشر شنوایی در افراد دچار آسیب شنوایی بخوص در کودکان که پیش از مرحله زبان آموزی دچار کم شنوایی شده اند و نحوه رشد و پلاستیسیتی بعد از شروع استفاده از تقویت کننده و بلوغ آن می تواند به نحو دقیقی نحوه عملکرد آن را نشان دهد. با این تواصیف می توان استنباط کرد که مهمترین جنبه در بررسی مفید بودن یک تقویت کننده اعم از سمعک یا پروتوز کاشتینه حلزونی، بازنمایی طبیعی آن در سطح قشر شنوایی است که آزمون پاسخ شنوایی دیررس[۳] این امکان را فراهم ساخته است تا شنوایی شناس بتواند عملکرد وسیله تقویت کننده را در سطح قشر شنوایی مشاهده کند.

[3] Auditory late latency response



شکل ۶: چین خوردگی های سطح قشر شنوایی، جایگاه آناتومیکی جیروس گیجگاهی و تقسیم بندی آن نشان داده شده است.

منابع:

1. Tolleth, H. (1978). Artistic anatomy, dimensions, and proportions of the external ear. *Clinics in plastic surgery*, *5*(3), 337-345.
2. Ades, H. W., & Engström, H. (1974). Anatomy of the inner ear. In *Auditory System* (pp. 125-158). Springer Berlin Heidelberg.
3. Johnstone, B. M., & Taylor, K. J. (1971). Physiology of the middle ear transmission system. *Journal of the Oto-laryngological Society of Australia*,*3*(2), 226.
4. Seikel, J., King, D., & Drumright, D. (2009). *Anatomy & physiology for speech, language, and hearing*. Cengage Learning.
5. Musiek, F. E., & Oxholm, V. B. (2000). Anatomy and physiology of the central auditory nervous system: a clinical perspective. *Audiology diagnosis*, 45-72.