مزایای شنوایی دو گوشی در درک و تمایز سیگنال های آکوستیکی

وحید مرادی[۱*]، سعیده نادری[۲]، بتول شهمیر[۱]، سیدیحیی حسینی[۳]

۱) گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲) گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳) گروه شنوایی شناسی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران

تاریخ دریافت:۹۳/٤/۷ **تاریخ پذیرش:۹۳/۹/۱**

چکیده

مقدمه: به وضوح می توان مشاهده نمود که مسیرهای آناتومیکی و فیزیولوژیکی سیستم شنوایی از قسمت های محیطی تا سطح قشر در شنوایی دو گوشی نسبت به تک گوشی صرفاً دو برابر نخواهند شد بلکه با اضافه شدن گوش دوم، ارتباطات بین دو گوشی از سطح مجموعه زیتونی فوقانی تا قشر شنوایی به طور گسترده ای افزایش می یابند. حال علاوه بر مسیر شنوایی با سایر مسیرهای حسی از قبیل بینایی و حسی پیکری نیز سیناپس های متعددی برقرار می کنند که این تعاملات در مقایسه با مسیرهای تک گوشی به طور برجسته ایی بیشتر می باشد. قدرت و حساسیت سیستم شنوایی با این سیناپس ها افزایش می یابد و ضریب خطای این سیستم کاهش می یابد.

بحث و نتیجه گیری: افزایش سیناپس ها بین مسیرهای شنوایی، بینایی و حسی پیکری در نهایت منجر به افزایش قابلیت درک و پردازش گفتار در شرایط نویز و بازآوایی، خطای کمتر در جهت یابی، افزایش بلندی صدا، درک و تمایز صداهای ضعیف تر، کیفیت بهتر صدا، تلاش کمتر حین شنیدن و حس آرامش و رضایت بیشتر می شود. به خاطر این مزایای متعدد، تجویز دو گوشی در سمعک و سایر وسایل کمک شنوایی در بیماران کم شنوا در اولویت می باشد.

واژه های کلیدی: شنوایی دو گوشی، جهت یابی، درک گفتار در نویز، رضایت شنیداری

*نویسنده مسئول: گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

Email: v-moradi@razi.tums.ac.ir

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]

مقدمه

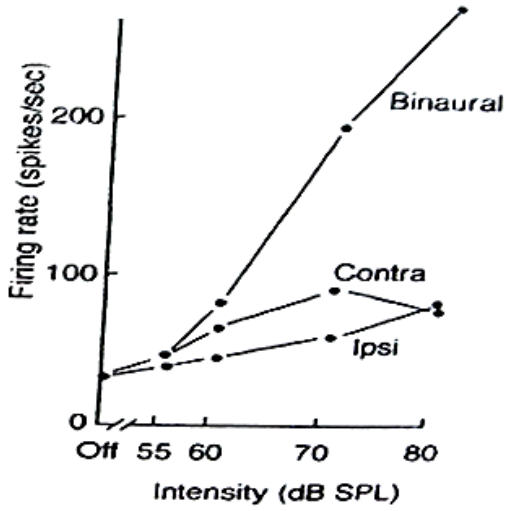
همیشه در بین متخصصان حوزه شنوایی شناسی تاکید بر این بوده است که تجویز سمعک و وسایل کمک شنوایی در افراد کم شنوا به صورت دو گوشی انجام شود. حال با بررسی مکانیسم های پایه درگیر در شنوایی دو گوشی در مقایسه با شنوایی تک گوشی، می توان اثرات مثبت فراوان آن، از قبیل جهت یابی بهتر با خطای کمتر(۱)، شنوایی بهتر در حضور نویز زمینه و اعوجاج(۲)، بهبود تمایز شنیداری و قابلیت درک(۳،۴)، شنوایی بهتر برای صداهای ضعیف تر(۵)، کیفیت بهتر صدا(۶)، خستگی و تلاش کمتر حین شنیدن(۷) و رضایت بیشتر از حس شنوایی(۸) و حتی تقویت سرنخ های بینایی و حسی-پیکری را مشاهده نمود. با توجه به ساختار آناتومیک و فیزیولوژیک مسیرهای شنوایی دو گوشی در مقایسه با مسیرهای شنوایی تک گوشی، مشاهده شده است که مسیرهای مهاری و تحریکی بیشتری در این مدارات فعال می باشند، که از سطح هسته زیتونی فوقانی تا قشر شنوایی ادامه دارند. این مدارات عصبی علاوه بر مسیر شنوایی، مسیرهای بیشتری از جمله مسیرهای عصبی بینایی و حسی-پیکری را فعال می کنند و در نهایت سرنخ های بینایی و حسی بیشتری را در مقایسه با مسیر تک گوشی در اختیار شنونده با شنوایی دو گوشی قرار دهند(۹،۱۰).

مزایای شنوایی دو گوشی: مطالعات بسیار زیادی در زمینه مکانیسم های پایه درگیر در شنوایی دو گوشی، مزایای شنوایی دوگوشی در برابر تک گوشی، مزیت تجویز سمعک دو گوشی و... صورت گرفته است که در تمامی آن ها به فاکتورهای خاصی تاکید داشته اند که در این مقاله مروری برخی از این مزایا به تفکیک شرح داده شده است.

بهبود جهت یابی: صوت پس از تبدیل به سیگنال های عصبی، از طریق عصب هشت به هسته های حلزونی انتقال داده می شود. این هسته ها خود به دو قسمت شکمی(Ventral cochlear nucleus) و پشتی(Dorsal cochlear nucleus) تقسیم می شود، که نورون های قسمت پشتی اساساً از طریق رشته آکوستیکی پشتی(Dorsal acoustic stria) به کولیکولوس تحتانی می روند در حالی که نورون های شکمی از طریق رشته های آکوستیکی بینابینی و شکمی به ترتیب به هسته زیتونی فوقانی و هسته داخلی جسم ذوزنقه ای(Medial Nucleus Trapezoid Body (MNTB) می روند که این مسیرها با مسیرهای رسیده از سمت مقابل جهت یابی را میسر می سازند(۱۱). در هسته های داخلی(Medial Superior Olive (MSO) و خارجی(Lateral Superior Olive (LSO) زیتونی فوقانی بر اساس طیف فرکانسی سیگنال ورودی، جهت یابی با توجه به زمان و شدت صورت می گیرد. به این ترتیب که اگر سیگنال ورودی، فرکانس پایین باشد با توجه به اختلاف زمان در هسته داخلی و اگر فرکانس بالا باشد بر اساس اختلاف شدت، در هسته خارجی این جهت یابی صورت می گیرد(۱۲) که این جداسازی طیفی سبب کشف کمترین زاویه قابل درک در حین جهت یابی می شود(۱۳). در مطالعات فیزیولوژیک نشان داده شده است به دلیل ورودی مهاری گلیسینرژیک که از طریق MNTB اعمال می شود دقت زمانی افزایش می یابد که این ورودی مهاری علاوه بر کمک به جهت یابی با خطای کمتر در افزایش حساسیت زمانی پردازش گفتار هم کمک کننده خواهد بود(۱۴). که این چنین اثری نیز در سطوح قشر شنیداری و بینایی به طور واضح دیده شده است(۱۵).

همان طور که در شکل شماره ۱ دیده می شود در MSO هنگام شنوایی دوگوشی نرخ تحریک(Firing rate) به شدت نسبت به حالت تک گوشی افزایش می یابد که این دلیلی محکمی مبنی بر مزیت شنوایی دوگوشی هنگام جهت یابی است که پاسخ با بیشترین حساسیت و کمترین ضریب خطا را برای شنونده فراهم می کند. هم چنین نشان داده شد که نرخ تحریک هنگام تحریک در سمت دگرطرفی نسبت به همان طرفی بیشتر است که این اثباتی بر حساسیت بیشتر MSO به محرکات دگرطرفی می باشد.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]



شکل شماره ۱. مقایسه نرخ تحریک در حالت شنوایی دو گوشی نسبت به تک گوشی در MSO: همان طور که در شکل دیده می شود در حالت دو گوشی نرخ تحریک به شدت بیشتر از حالت تک گوشی می باشد، هم چنین در حالت دگرطرفی نرخ تحریک بیشتر از حالت همان طرفی است که این شواهد دال بر حساسیت بیشتر MSO به محرکات دگرطرفی می باشد(۱۶).

افزایش قابلیت درک گفتار و تمایز در حضور نویز زمینه و اعوجاج: مطالعات انجام شده در سطح هسته های حلزونی نشان داده اند که ارتباطات تحریکی و مهاری بین نورون های مختلف، از قبیل نورون های کروی، گلوبولار، اختاپوسی، ستاره ای و عمودی(Vertical Cell)، سبب ایجاد الگوهای تحریکی-مهاری می شود که در یک سری از این الگوها از قبیل الگوی ۲ و ۳ به علت حضور باندهای مهاری در اطراف کوک تحریکی هنگام حضور نویز زمینه این باندهای مهاری از پهن شدن منحنی کوک جلوگیری می کنند و در نهایت منجر به افزایش حساسیت شنیداری و حفظ قابلیت درک سیگنال در حضور نویز می شود(۱۷). در مطالعات انجام شده روی کولیکولوس تحتانی و جسم زانویی داخلی نیز مشخص شده است که به دنبال شنوایی دو گوشی مسیرهای مهاری فعال می شوند که این ارتباطات مهاری سبب ایجاد کوک شارپ تر نسبت به کوک عصب ۸ می شوند که این حساسیت فرکانسی منجر به افزایش قابلیت درک می گردد. هم چنین گزارش شده است که کوک نورون های فرکانس بالا در این مناطق در آستانه پایین تری ظاهر می شود که این بهبود آستانه می تواند در درک سیگنال های آکوستیکی فرکانس بالا به خصوص هم خوان های سایشی که انرژی پایینی دارند به عنوان یک مکانیسم جبرانی کمک کننده باشد(۱۸).

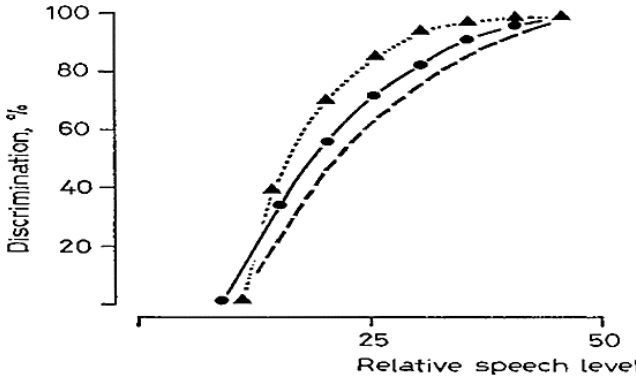
هم چنین مطالعه Ramachandran نشان داد که هم چون هسته های حلزونی، در هسته های کولیکولوس تحتانی، ۳ نوع نورون(نوع V، I و نوع O) وجود دارد که هر کدام ویژگی پاسخی خاص خود را دارند. در این مطالعه گزارش شد که، در نورون های نوع I به علت وجود باندهای مهاری در اطراف کوک تحریکی حتی با افزایش شدت تا حد ۹۰ دسی بل، منحنی کوک تا حدی پایدار می ماند که این به حفظ حساسیت فرکانسی و در نهایت درک و تمایز سیگنال گفتاری در شرایط نویزی بسیار کمک می کند(۱۹). مکانسیم دیگری که به درک گفتار بسیار کمک می کند پدیده ای به نام رهایی از پوشش(Release From Masking) می باشد. در این پدیده اختلاف فاز سیگنال های رسیده از دو گوش منجر به بهبود قابلیت درک فرد می شود، به نوعی یک سیستم افزایش بهره در سطح ساقه مغز محسوب می شود که در مطالعات فراوانی اثر این رهایی از پوشش گزارش شده است و مشخص شده است که در هنگام حضور نویز کمک به سزایی به افزایش قابلیت درک گفتار می کند(۲۰). مطالعه انجام شده توسط Gelfand و همکاران نشان

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]

داده است که در شرایط بازآوایی(reverberation) امتیاز افراد در آزمون تمایز گفتاری هنگام شنوایی دو گوشی به طور قابل توجهی نسبت به حالت تک گوشی افزایش می یابد که علت آن تمایز همان ارتباطات مهاری است که در حالت دو گوشی فعال می شوند و حساسیت فرکانسی مطلوب را در شرایط نویزی و بازآوایی حفظ می کنند(۲). هم چنین Roman و همکاران در سال ۲۰۱۳ پدیده رهایی از پوشش را عاملی موثر در درک گفتار در بازآوایی و نویز بیان کردند(۲۱).

نشان داده شده است که کولیکولوس تحتانی در مهار اکو(Echo suppression) نقش به سزایی دارد که این توانایی به واسطه مهار جانبی صورت می گیرد. این قابلیت علاوه بر کولیکولوس تحتانی در هسته های سطوح بالاتر از قبیل جسم زانویی داخلی نیز دیده شده است. اکو به واسطه اعوجاج های صورت گرفته، به راحتی می تواند کیفیت سیگنال گفتاری را متاثر کند و قابلیت درک گفتار و حتی قدرت جهت یابی را متاثر کند. در مطالعه Ruth و همکاران که به مقایسه یک فرد با آسیب بر کولیکولوس تحتانی با دو فرد هنجار پرداختند، نشان داده شد که فرد آسیب دیده از توانایی کمتری در مهار اکو نسبت به افراد هنجار برخوردار است(۲۲). در مطالعه ای که توسط Blackburn و Sachs به منظور بررسی حفظ فرمنت با افزایش شدت صورت گرفت، مشخص شد که در مناطق هسته های حلزونی و حتی بالاتر به علت وجود ارتباطات مهاری نسبت به عصب ۸ که تنها از سرنخ های تک گوشی بهره می برد، علی رغم افزایش شدت کنتراست فورمنت ها حفظ می شوند(۲۳). در کولیکولوس تحتانی نورون هایی وجود دارد که صداهایی را که نسبت به گفتار تاخیر دارند، به کمک ورودی های تک گوشی هسته حلزونی دستکاری می کنند و از این طریق سبب مهار تاخیر و در نهایت منجر به افزایش تمایز صدای گفتاری می شود. البته در شرایطی که قدرت و طیف سیگنال بازآوایی از سیگنال گفتاری فراتر رود قدرت استخراج نشانه های آکوستیکی توسط کولیکولوس تحتانی کاهش می یابد(۲۴). مسلم است که هنگام شنوایی دوگوشی به علت ارتباطات متعددی که به واسطه ورودی گوش مقابل ایجاد می شود پدیده تضعیف دو گوشی(Binaural squelch) می تواند قدرت تمایز سیستم شنیداری را افزایش دهد.

تمایز سیگنال در شنوایی دو گوشی نسبت به شنوایی تک گوشی در سطح شدت پایین تری صورت می گیرد. این ویژگی توانایی تمایز سیگنال را با وجود شدت پایین سیگنال ورودی در اختیار شنونده قرار می دهد(شکل شماره ۲)(۴). مطالعه ای که توسط Nordmark و همکاران در زمینه تمایز زمان انجام شد، نشان داده است که هنگام شنوایی دو گوشی فرد قادر به تمایز اختلاف های زمانی کوچک تر می باشد. این توانایی، شنونده را در تمایز سرنخ های زمانی که در درک موثرند کمک می کند(۲۵).

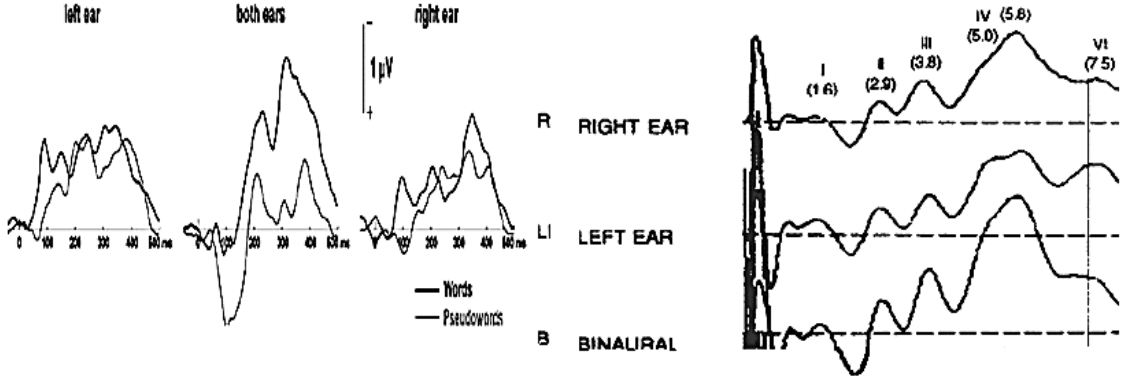


شکل شماره ۲. مقایسه سطح شدت لازم برای تمایز سیگنال آکوستیکی: در شکل به وضوح دیده می شود که هنگام شنوایی دو گوشی(دایره توپر) نسبت به حالت تک گوشی(مثلث خط چین) تمایز در سطح شدت پایین تری صورت می گیرد که این ویژگی در شرایطی که سطح شدت سیگنال گفتاری پایین است در بهبود تمایز به شنونده کمک می کند(٤).

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]

هم چنین در مطالعه ای که توسط Carhart در زمینه تمایز دو گوشی در مقایسه با تک گوشی در حضور سیگنال رقابتی صورت گرفت، مشخص شده است در هنگام حضور سیگنال رقابتی افراد با شنوایی دو گوشی نسبت به تک گوشی امتیاز قابل توجهی در تمایز کسب می کنند(۲۶).

شنوایی بهتر برای صداهای ضعیف تر: نشان داده شده است که هنگام ترکیب صدای رسیده از دو گوش برای اولین بار در سطح SOC و حتی مراکز بالاتر به علت پدیده ای به نام تجمع دوگوشی(Binaural Summation) حدود ۶ الی ۱۰ دسی بل به شدت صدا افزوده می شود. این پدیده نه تنها در افراد با شنوایی هنجار بلکه در افراد کم شنوا هم چنین اثری دیده شده است و میزان امتیاز درک گفتار در آن ها برای سطوح شدتی ضعیف به طور برجسته ایی افزایش یافته بود(۲۷) و میزان افزایش بلندی به شدت صدای ورودی بستگی دارد(۵). در مطالعات زیادی اثرات این تجمع بر پاسخ هایی از قبیل(Auditory Brainstem Response(ABR)(۲۸،۲۹)، Middle Latency Response(MLR) و Late Latency(LLR) Response(۳۰)، P300 (۳۱،۳۲) و حتی پتانسیل های بالاتر از قبیل Mismatch Negativity(MMN)(۳۳) بررسی شده است که در این مطالعات افزایش قابل توجه دامنه در این پتانسیل ها گزارش شده است که در شکل شماره ۳ نمونه ای از این موارد آورده شده است.



شکل شماره ۳. افزایش دامنه در تحریک دو گوشی در ABR (شکل سمت راست) و MMN (شکل سمت چپ): با توجه به نمودارهای رسم شده کاملاً واضح است که در حالت دو گوشی دامنه به شدت افزایش یافته است که این افزایش دامنه دلیلی بر افزایش بلندی در مناطقی است که در شنوایی دوگوشی تحریک شده اند، حال افزایش بلندی در این حالت به طور موثری به قابلیت درک و تمایز سیگنال آکوستیکی می تواند کمک کند(۳۰،۳۳).

افزایش رضایت از حس شنوایی و آرامش بیشتر: طبق موارد گفته شده در بالا اعم از افزایش قابلیت درک گفتار در حضور نویز و بازآوایی، افزایش قدرت تمایز، افزایش بلندی و حتی بهبود جهت یابی، مطالعات مختلفی احساس رضایت از شنوایی دو گوشی را به صورت سابجکتیو مورد بررسی قرار داده اند که نتایج حاصل از آن ها نشان داده است که در افراد با شنوایی دو گوشی و حتی افراد کم شنوا که از دو سمعک استفاده می کنند حس رضایت از سیستم شنوایی به طور قابل توجهی نسبت به حالت تک گوشی بیشتر است(۸). هم چنین در بیماران ناشنوا که پروتوز کاشت حلزون دو طرفه را دریافت کرده بودند حس رضایت بیشتر و آرامش بیشتر حین گوش دادن در کلاس درس مشاهده شده بود(۳۴).

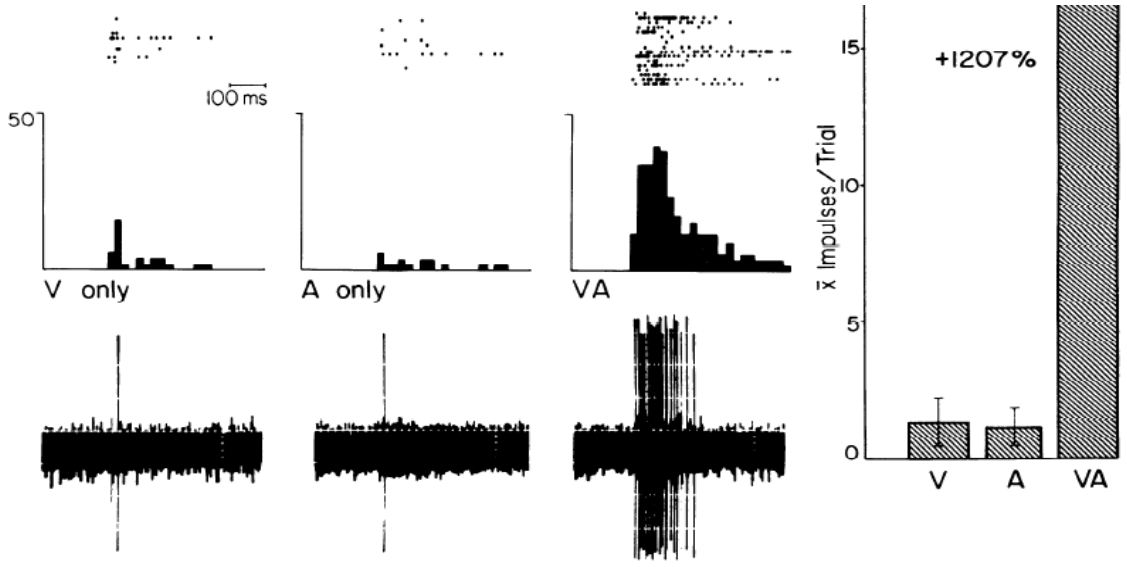
به دنبال شنوایی دو گوشی، پدیده ای به نام زنش دو گوشی(Binaural beat) ایجاد می شود. در این پدیده هنگامی که دو تون با دو فرکانس مختلف به دو گوش فرستاده می شود فرد شنونده تفاوت آن ها را

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]

درک می کند. برای مثال اگر تون ۳۰۰ هرتز به یک گوش و تون ۳۱۰ هرتز به گوش مقابل فرستاده شود فرد تون ۱۰ هرتز را درک می کند. طبق مطالعات مقدماتی انجام گرفته در این زمینه، مشخص شده است که هر چه تفاوت فرکانس درک شده کمتر باشد در فرد حس آرامش بیشتری ایجاد می شود که علت آن فرکانس امواج مغزی(Electroencephalography) می باشد، چون هر چه امواج مغزی ثبت شده فرکانس پایین تری داشته باشند بیانگر این است که فرد فعالیت ذهنی کمتری دارد، برای مثال اگر در ثبت EEG، امواج دلتا که دارای فرکانس ۱ تا ۴ هرتز هستند، ثبت شوند بیانگر این است که فرد در خواب عمیق یا کما است و هر چه این فرکانس های ثبت شده افزایش یابند دال بر آگاهی و فعالیت شدید ذهنی فرد است که این فعالیت با مصرف انرژی بیشتر همراه می باشد. پس با توجه به موارد ذکر شده هر چه تفاوت فرکانس در زنش دو گوشی کمتر باشد چون سبب امواج EEG با فرکانس کمتر می شود فرد احساس آرامش و راحتی بیشتر می کند(۳۵).

طبق چندین مطالعه دیده شده است که زنش دو گوشی با فرکانس کم سبب ایجاد حس آرامش، کاهش اضطراب و کمک به حافظه و یاگیری در شنونده می شود(۳۶)، هم چنین در بررسی بیماران با ضربه مغزی دیده شده است که زنش دوگوشی به بهبود در خواب، بهبود در عملکردهای اجتماعی و افزایش انرژی در این بیماران کمک می کند(۳۷).

تقویت سرنخ های بینایی: نشان داده شده است که در شنوایی دو گوشی تعداد سیناپس های مسیرهای شنوایی با سایر سیستم های حسی از قبیل سیستم بینایی و حسی پیکری در سطح پونز و تالاموس نسبت به شنوایی تک گوشی افزایش می یابد و این تعاملات سبب افزایش تبادل اطلاعات بین این مسیرهای عصبی می شود. در مطالعات الکتروفیزیولوژیک گزارش شده است نرخ تحریک هنگام تعامل این مسیرهای حسی در سطح هسته های شنوایی به شدت افزایش می یابد که در شکل شماره ۴ اثر این تعامل نشان داده شده است(۱۰).



شکل شماره ٤. افزایش قابل توجه نرخ تحریک هنگام تعامل مسیرهای عصبی بینایی و شنوایی: همان طور که در شکل دیده می شود هنگام تبادل مسیرهای عصبی شنوایی و بینایی به شدت نرخ تحریک عصبی افزایش می یابد که این افزایش نرخ تحریک منجر به ایجاد یک سیگنال عصبی می شود که بازنمایی آن در سطح قشر مغز علاوه بر افزایش حساسیت و دقت، منجر به ارتباط مناطق مختلف قشر مغز می شود. این تعامل بین قشری در بهبود درک و بازنمایی هر چه بهتر رخداد صورت گرفته، کمک می کند(۱۰).

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]

در چندین مطالعه اثر شنوایی دو گوشی بر تقویت سرنخ های بینایی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از این مطالعات نشان داده است که این سرنخ ها نیز در هنگام حضور نویز زمینه سبب بهبود قابلیت درک سیگنال شنوایی می شوند(۳۸). هم چنین در مطالعه Alink در سال ۲۰۱۱ به وضوح دیده شده قدرت جهت یابی در حین حرکت به وسیله ترکیب سرنخ بینایی و آکوستیکی به طور برجسته ایی افزایش می یابد و میزان خطا در جهت یابی به شدت کاهش می یابد(۳۹). در مطالعه انجام شده روی هوش مصنوعی گزارش شده است هنگام تعامل سیگنال های شنوایی با بینایی، هر چه تعداد سیگنال ها بیشتر باشد خطای مربوط به ساکاد(Saccad) کاهش می یابد و در نتیجه هر چه تعاملات بین مسیرهای عصبی بینایی و شنوایی بیشتر باشد میزان تقویت حاصل از سرنخ های بینایی بیشتر خواهد بود که این امر منجر به بهبود قابلیت درک سیگنال می شود(۴۰).

بحث و نتیجه گیری

اضافه شدن گوش دوم در فرآیند شنوایی، منجر به اضافه شدن مسیرهای شنوایی متعددی از سطح مجموعه زیتونی فوقانی تا قشر می گردد که با ایجاد این شبکه پیچیده، ارتباطات تحریکی و مهاری به شکل فزاینده ای گسترده می شود. این ارتباطات مهاری با ایجاد باندهای مهاری در اطراف کوک شنوایی، نوعی پوشش محافظتی ایجاد می کنند که کوک را از عوامل مداخله گر، از قبیل نویز، بازآوایی، اکو و حتی ضعف های احتمالی در مسیر مربوطه محافظت می کند. علاوه بر موارد ذکر شده، در شنوایی دو گوشی، به واسطه تجمع دو گوشی نوعی بهره مرکزی (۶ الی ۱۰ دسی بل) در راه های عصبی مرکزی ایجاد می شود که بلندی قابل ملاحظه ای را برای شنیدن فراهم می کند و منجر به افزایش قابلیت درک و تمایز در شرایط نویزی می گردد. حال به دلیل فعالیت واحد و مشارکت دو طرفه، علاوه بر حس رضایت از حس شنیداری، آرامش، امنیت و ثبات خاطر در شنونده ایجاد می شود که این حس در درک و پردازش متافیزیک سیگنال آکوستیکی در سطح قشر می تواند کمک کننده باشد. با توجه به مزایای ذکر شده می توان این استنباط را در وسایل کمک شنیداری هم چون سمعک، پروتوز کاشت حلزون و سایر وسایل کمک شنیداری به کار برد. همیشه در بیماران با مشکل کم شنوایی توصیه می شود که تجویز سمعک، کاشت حلزون و سایر وسایل کمک شنوایی به صورت دو گوشی انجام شود تا فرد کم شنوا بتواند درک مناسب از صدا، جهت یابی، تمایز مطلوب سیگنال گفتاری در نویز و بازآوایی و حس رضایت از شنیداری را داشته باشد. هم چنین به وسیله تقویت حاصله از گوش دوم بتوان ضعف موجود در سیستم شنوایی به خصوص در شرایط نویزی را تا حد ممکن جبران نماید و بدین ترتیب مشکلات عدیده روان شناختی این بیماران از قبیل حس تنهایی و منزوی شدن از جامعه و اطرافیان را که حاصل از درک نامطلوب از صدا است را تا حد ممکن کاهش داد. شایان ذکر است در هیچ مطالعه ایی عدم مزیت از وسایل کمک شنوایی به صورت دو گوشی ذکر نشده است

سپاسگزاری

بدین وسیله از استاد بزرگوار سرکار خانم دکتر زهرا جعفری استاد محترم دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران که با راهنمایی های خود نویسندگان مقاله را در تدوین این مقاله مروری یاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می کنیم.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]

References

1.Perrott DR, Musicant A. Minimum auditory movement angle binaural localization of moving sound sources. J Acoust Soc Am1977;62:1463.

2.Gelfand S, Hochberg I. Binaural and monaural speech discrimination under reverberation. Audiology1976;15:72-84.

3.Johnsson R, Odelius J, Nykanen A, editors. Self assessment of speech intelligibility listening to binaural recordings. Int Noise2009;22:12-7.

4.Vanzyl F, Brasier V. Binaural Speech discrimination. Audiology1976;15:407-12.

5.Hawkins DB, Prosek RA, Walden BE, Montgomery AA. Binaural loudness summation in the hearing impaired. J Speech Hear1987;30:37-42.

6.Hawley ML, Litovsky RY, Culling JF. The benefit of binaural hearing in a cocktail party effect of location and type of interferer. J Acoust Soc Am2004;115:833.

7.Koenig W. Subjective effects in binaural hearing. J Acoustic Soc Am1950;22:61-2.

8.Laske RD, Veraguth D, Dillier N, Binkert A, Holzmann D, Huber AM. Subjective and objective results after bilateral cochlear implantation in adults. Otol Neurotol2009;30:313-8.

9.Moore DR. Anatomy and physiology of binaural hearing. Audiology1991;30:125-34.

10.Meredith MA, Stein BE. Visual, auditory, and somatosensory convergence on cells in superior colliculus results in multisensory integration. J Neurophysiol1986;56:640-62.

11.Harrison J, Feldman M. Anatomical aspects of the cochlear nucleus and superior olivary complex. Contrib Sens physiol1970;4:95.

12. Aminoff MJ, Boller F, Swaab DF. It is curious how little attention most neurologists direct at hearing. Introduction. Handb Clin Neurol 2015;129:45-51.

13.Brimijoin WO, Akeroyd MA. The moving minimum audible angle is smaller during self motion than during source motion. Neurosci2014;8:41-8.

14.Kaczmarek LK, Bhattacharjee A, Desai R, Gan L, Song P, von Hehn CA, et al. Regulation of the timing of MNTB neurons by short term and long term modulation of potassium channels. Hear Res2005;206:133-45.

15.Alink A, Euler F, Kriegeskorte N, Singer W, Kohler A. Auditory motion direction encoding in auditory cortex and high level visual cortex. Hum Brain Map2012;33:78-84.

16.Krumbholz K. An Introduction to the Physiology of Hearing. Audiology2009;48:52-8.

17.Gerstein G, Butler R, Erulkar S. Excitation and inhibition in cochlear nucleus tone-burst stimulation. J Neurophysiol1968;31:526-36.

18.Kuwada S, Batra R, Yin TC, Oliver DL, Haberly LB, Stanford TR. Intracellular recordings in response to monaural and binaural stimulation of neurons in the inferior colliculus of the cat. J Neurosci1997;17:7565-81.

19. Davis KA, Ramachandran R, May BJ. Single-unit responses in the inferior colliculus of decerebrate cats. II. Sensitivity to interaural level differences. J Neurophysiol 1999;82:164-75.

20.Levitt H, Rabiner L .Binaural release from masking for speech and gain in intelligibility. J Acoust1967;42:601-8.

21.Roman N, Woodruff J. Speech intelligibility in reverberation with ideal binary masking: Effects of early reflections and signal-to-noise ratio threshold. J Acoust Soc Am2013;133:1707-17.

22.Litovsky RY, Fligor BJ, Tramo MJ. Functional role of the human inferior colliculus in binaural hearing. Hear Res2002;165:177-88.

23.Blackburn CC, Sachs MB. Classification of unit types in the anteroventral cochlear nucleus: PST histograms and regularity analysis. J Neurophysiol1989;62:1303-29.

24. Perniss P, Ozyurek A. Visible cohesion: a comparison of reference tracking in sign, speech, and co-speech gesture. Top Cogn Sci2015;7:36-60.

25.Nordmark JO. Binaural time discrimination. J Acoust Soc Am 1976;60:870

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]

26.Carhart R. Monaural and binaural discrimination against competing sentences. J Acoust Soc Am1965;37:1205-6.
27. Riedel H, Kollmeier B. Comparison of binaural auditory brainstem responses and the binaural difference potential evoked by chirps and clicks. Hear Res 2002;169:85-96.
28.Wrege KS, Starr A. Binaural interaction in human auditory brainstem evoked potentials. Arch Neuro1981;38:572-6.
29.Howe SW, Decker TN. Monaural and binaural auditory brainstem responses in relation to the psychophysical loudness growth function. J Acoust Soc Am1984;76:787-92.
30.McPherson DL, Starr A. Binaural interaction in auditory evoked potentials brainstem, middle and long latency components. Hear Res1993;66:91-8.
31.Gilmore CS, Clementz BA, Berg P. Hemispheric differences in auditory oddball responses during monaural versus binaural stimulation. Int J Psychophysiol2009;73:326-33.
32.Downs CR, Hymel MR, Cranford JL. Effects of monaural versus binaural stimulation on P300 scalp topography in elderly listeners. J Am Acad Audiol 2001;12:1-6.
33.Endrass T, Mohr B, Pulvermüller F. Enhanced mismatch negativity brain response after binaural word presentation. Eur J Neurosci2004;19:1653-60.
34.King N, Nahm EA, Liberatos P, Shi Q, Kim AH. A new comprehensive cochlear implant questionnaire for measuring quality of life after sequential bilateral cochlear implantation. Oto Neurosci2014;35:407-13.
35.Puzi NM, Jailani R, Norhazman H, Zaini NM, editors. Alpha and Beta brainwave characteristics to binaural beat treatment. Sign Proces Appl2013;14:43-9.
36.Owens JD, Kasian Justine E, Marsh GR. Binaural auditory beats affect vigilance performance and mood. Physiol Behav1998;63:249-52.
37.Klepp S, Summer O. Effects of binaural-beat stimulation on recovery following traumatic brain injury: a pilot study. Sub Energy Med2006;17:181-6.
38. Schwartz JL, Berthommier F, Savariaux C. Seeing to hear better evidence for early audio-visual interactions in speech identification. Cognition2004;93: 69-78.
39. Krugliak A, Noppeney U. Synaesthetic interactions across vision and audition. Neuropsychologia2015; 15: 30170-6.
40.Natale L, Metta G, Sandini G. Development of auditory evoked reflexes Visuo-acoustic cues integration in a binocular head. Robot Auton Sys2002;39:87-106.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]

Benefits of Binaural Hearing in Perception and Discrimination of Acoustic Signals

Moradi V[1], Naderi S[2], Shahmir B[1], Hoseini S[3]*

Abstract

Introduction: can clearly be seen that an anatomical and physiological pathways in auditory system from Peripheral parts to auditory cortex in binaural hearing than monaural hearing is not merely doubled, but with addition of a second ear, Communication between two ears from superior olive complex to auditory cortex is largely increased. In addition to the auditory pathway a numerous synapses with other sensory pathways, such as visual and somatic sensory established, that this interactions in comparison to monaural pathway significantly is further. The power and sensitivity of the auditory system increases with these synapses and reduce the error rate of it.

Discussion & Conclusion: Increase a synapses between auditory, visual and somatic sensory pathways eventually lead to an increased ability to perception and speech processing in noise and reverberation situation, decrease of error in localization, Increase the loudness, perception and distinguish of weaker sounds, Better quality of sound, Less effort during the hearing and a greater sense of satisfaction. Because of these advantages, binaural prescription of hearing aid and other aided listening devices in hearing impaired patients are in priority.

Keywords: Binaural hearing, Localization, Speech perception in noise, Auditory satisfaction

1. Dept of Audiology, Faculty of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Dept of Audiology, Faculty of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. Dept of Audiology, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran
**Corresponding author Email: v-moradi@razi.tums.ac.ir.*

Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-17]