

فیزیک پدیده‌های زیستی

محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر

کارشناس گروه فیزیک دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی

می‌شود. این نوسان‌ها، فشار هوا را تغییر می‌دهند و امواج صوتی را به مجرای صوتی، که شامل قسمت فوقانی گلو، دهان و حفره بینی می‌شود، می‌فرستد. این امواج صوتی بسامدهایی دارند که بر بسامدهای چین‌های صوتی منطبق‌اند و از این‌رو می‌توانند باعث تشدید شوند. کم‌ترین بسامد، نوسان پایه چین‌های صوتی است. بسامدهای دیگر، ضرب‌های درستی از این کم‌ترین بسامدند. مثلاً اگر کم‌ترین بسامد ۷۰ هرتز باشد، بسامدهای دیگر عبارت خواهند بود از: $140 \text{ Hz} = 2(70)$ ، $210 \text{ Hz} = 3(70)$ ، و الی آخر. شما با تغییر کشش چین‌های صوتی می‌توانید بسامد امواج صوتی را که به درون مجرای صوتی فرستاده می‌شود، تغییر دهید. گرچه این کار دشواری به نظر می‌رسد، اما بیشتر مردم وقتی دو ساله هستند یاد می‌گیرند تا بدون فکر کردن آن را انجام دهند. بسیاری جانوران می‌توانند از حنجره خود صدا تولید کنند. برخی از آن‌ها با کنترل عضلات حنجره و یا اندازه مجرای صوتی، بسامد و دامنه صدای خود را کنترل می‌کنند. برخی جانوران، مانند مرغ مینا به قدری کنترل دارند که می‌توانند صدای انسان را تقلید کنند، اما تنها این انسان‌ها هستند که می‌توانند انواع مختلفی از صداها را ایجاد کنند.

۳. چه چیزی باعث خُر و پُف کردن می‌شود؟

پاسخ. خُر و پُف کردن اغلب وقتی رخ می‌دهد که هوا از طریق بینی (در حالی که دهان بسته است) و یا از طریق دهان و بینی به درون شش‌ها کشیده شود. جریان هوا از بخش نرمی موسوم به **کام**^۲ که سمت عقبی بالای دهان را تشکیل می‌دهد عبور می‌کند. اگر هوا

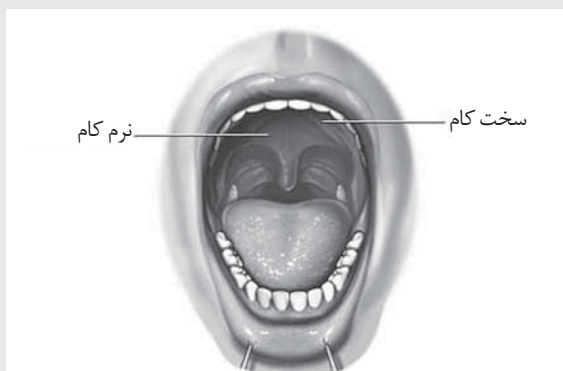
۱. وزغ چگونه می‌تواند برای گرفتن مگس، زبان خود را با سرعتی حیرت‌آور در مسافتی قابل توجه به بیرون پرتاب کند؟



پاسخ. وقتی وزغ صید خود را نشانه می‌گیرد، زبان خود را به سرعت به سوی آن پرتاب می‌کند، در حالی که بخش بیرونی نرم زبان روی بقیه آن (که اکنون سفت شده است) رو به عقب تا خورده است. وقتی زبان وزغ به صید نزدیک می‌شود، ناگهان این بخش بیرونی برای فرود به روی صید به جلو می‌چرخد. بنابراین با چرخش رو به جلو بخش بیرونی، در حالی که بقیه زبان هنوز رو به جلو حرکت می‌کند، وزغ انرژی جنبشی بخش بیرونی زبان را زیاد می‌کند. این انرژی اضافی، احتمال چسبیدن صید به زبان را، حتی اگر روی سطحی (مانند یک برگ) باشد که به هنگام اصابت زبان خم می‌شود، زیاد می‌کند. با چسبیدن صید، وزغ زبان خود را همراه با صید به سرعت به داخل دهان فرو می‌برد.

۲. چگونه صحبت می‌کنید و یا آواز می‌خوانید؟

پاسخ. صدا را عضلاتی موسوم به چین‌های صوتی^۱ تولید می‌کند که در حنجره قرار دارند. وقتی فشار هوا در شش‌ها افزایش می‌یابد، چین‌های صوتی دو طرف گلو بسته نگه داشته می‌شوند. سپس، ناگهان چین‌ها از هم دور می‌شوند و هوا از آن خارج می‌شود. این تلاطمی را به وجود می‌آورد که موجب نوسان چین‌های صوتی



فقط از طریق بینی وارد شود، از این قسمت وارد گلو می‌شود. اگر سرعت هوا از حدّ معینی فراتر رود، این بخش به عقب گلو کشیده می‌شود و تا حدّی مانع جریان هوا می‌شود. کام نخست روی زبان می‌افتد و سپس به مکان اولیه خود بازمی‌گردد. ولی اگر هوا هم از طریق بینی و هم از دهان وارد شود، از بالا و پایین کام می‌گذرد. در این حالت، کام بین عقب گلو و زبان تکان می‌خورد و متناوباً در جریان عبوری از دهان و جریان عبوری از بینی انسداد ایجاد می‌کند. این انسداد که ناشی از تکان خوردن کام است، باعث تپیدن جریان و در نتیجه تپیدن سوراخ‌های بینی می‌شود. حرکت کام و تلاطمی که ایجاد می‌کند باعث تولید امواج صوتی در گلو می‌شود. اگر این امواج صوتی در گلو (یا ناحیه‌ای مرکب از گلو، دهان و بینی) باعث تشدید شوند، می‌تواند موجب چنان صدای بلندی شود که اعضای خانواده را بیدار کند.

عامل دیگر خُر و پُف کردن بسته شدن دوره‌ای حلق (بخش انعطاف‌پذیر گلو در بالای حنجره) است. بسته و باز شدن بعدی حلق، جریان هوا را مختل می‌سازد و تلاطمی را به وجود می‌آورد که به تولید امواج صوتی می‌انجامد.

۴. به پشته‌های موربانه در استرالیای شمالی، مغناطیسی می‌گویند. این نام از آن رو نیست که این پشته‌ها یا موربانه‌ها واقعاً مغناطیسی هستند، بلکه به این خاطر است که این پشته‌های گوه‌ای شکل چنان به سمت شمال - جنوب سمتگیری کرده‌اند که گویی عقربه یک قطب‌نما هستند. چرا موربانه‌ها این سمتگیری را برای پشته‌های خود دوست دارند؟

پاسخ. پشته‌های مغناطیسی موربانه، هوشمندانه و طوری طراحی شده‌اند که دمای داخلی آن‌ها حفظ شود. سمت بلند و پهن شرق این گوه‌ها هنگام طلوع خورشید مقدار زیادی از نور آن را جذب می‌کنند. سمت مقابل آن، در هنگام غروب، نور خورشید را جذب می‌کند. وقتی خورشید در آسمان بالاست، نور آن بر سطح مقطع نسبتاً کوچکی می‌افتد. یعنی، مساحتی که از بالا دیده می‌شود کوچک‌تر از مساحتی است که از سمت شرق یا غرب مشاهده می‌شود. در نتیجه، مقدار نور خورشیدی که در طول یک روز داغ جذب می‌شود کمتر از مقداری است که در طول صبحی خنک‌تر و یا ساعات‌های بعدازظهر جذب می‌گردد. به‌طور کلی، دمای داخل پشته‌ها تقریباً در طول روز ثابت است.

۵. اگر در صبح‌دمی، بلافاصله پس از باز کردن چشمتان

در اتاقی که نور خورشید آن را روشن کرده است به جایی خیره شوید، شبکه‌ای خاکستری میدان دید شما را خواهد پوشاند. این شبکه سربماً محو می‌شود، اما می‌توان آن را با یک چراغ قوه قلمی و یا یک روزنه سوزنی روشن شده نیز تولید کرد. در اتاقی تاریک، چراغ قوه را به آهستگی در میدان دید خود حرکت دهید. بخش‌هایی از شبکه باید نمایان شود. این شبکه چیست و چرا به سرعت محو می‌شود؟

پاسخ: این شبکه وقتی تشکیل می‌شود که سایه رگ‌های خونی در شبکه مانع از رسیدن نور به گیرنده‌های نوری شود که در عمق بیشتری از شبکه قرار دارند. لکه‌ها، گویچه‌های سفید خون هستند که در رگ‌ها حرکت می‌کنند. نور آبی به این دلیل بهترین رنگ برای مشاهده آن‌هاست که گویچه‌های خون، نور را در طول موج حدوداً ۴۱۵ نانومتر (رنگ آبی) جذب می‌کنند، در حالی که گویچه‌های سفید چنین نمی‌کنند. بنابراین، حرکت گویچه‌های سفید خون در زمینه آبی واضح‌تر می‌شود. نه شبکه و نه لکه‌ها، هیچ‌کدام از فویا رد نمی‌شوند، زیرا این ناحیه فاقد رگ‌های خونی است. چون هر نقشی که روی شبکه تثبیت می‌شود، گنتراست (تمایز) خود در چشم ناظر را در عرض چند ثانیه از دست می‌دهد، شبکه به سرعت محو می‌شود.



۶. روش متداول اندازه‌گیری فشار خون، باد کردن دستبندی است که به دور بازو پیچیده می‌شود و سپس گوش کردن به گوشی هنگام کم کردن تدریجی فشار، و از سرگرفته شدن جریان خون است. وقتی صداهایی خاص، موسوم به صداهای کور تکوف^۲ از گوشی شنیده شود، پز شک فشار خون را ثبت می‌کند. با شنیدن نخستین صدا، فشار خون به عنوان عدد بالا (فشار سیستولی) و با شنیدن آخرین

چند حباب گاز (عمدتاً کربن دی اکسید) تولید می‌کند که در شاره حل می‌شود. پیدایش ناگهانی حباب‌ها، تپ (پالس) فشاری در شاره ایجاد می‌کند که سپس در هوا گسیل می‌شود. وقتی این تپ به گوش برسد، صدای ترق و توروکی را می‌شنوید. برای تکرار این عمل باید ۱۵ تا ۳۰ دقیقه صبر کنید تا شاره سینوویال دوباره به صورت لایه نازکی بین استخوان‌ها درآید و گاز مجدداً در شاره حل گردد.

۸. افراد مسن وقتی به زمینه روشن و بی‌شکلی چون آسمان صاف نگاه می‌کنند، دیدشان پر از نقطه‌های شناور و حتی ساختارهای بزرگ‌تر و کشیده‌تری می‌شود که گاهی می‌تواند برای دیدن مزاحمت ایجاد کند. چه چیزی این طرح‌ها را که شناور^۵ خوانده می‌شوند، ایجاد می‌کند؟

پاسخ. شناورهای معمولی احتمالاً ناشی از بی‌نظمی موجود در زجاجیه چشم موسوم به لاشه‌های سلولی^۶ هستند. نمی‌توانید خود این بی‌نظمی‌ها یا حتی سایه آن‌ها را بر روی شبکیه ببینید. بلکه آنچه که می‌بینید نقشی پراشی از این بی‌نظمی‌ها بر روی شبکیه است. پراش نوعی تداخل نور است که امواج نور به هنگام عبور از سوراخ یا مانع کوچکی دستخوش آن می‌شوند. در واقع وقتی نور از بی‌نظمی‌های درون زجاجیه می‌گذرد، نقشی پراشی بر روی شبکیه به‌وجود می‌آورد. این نقش از نوارهای روشن هم‌مرکز (که در آنجا امواج نوری می‌خواهند یکدیگر را تقویت کنند) و نوارهای تاریک (که در آنجا می‌خواهند یکدیگر را خنثی کنند) تشکیل شده است. اگر بی‌نظمی‌ها تقریباً دایره‌ای باشند، نقش تداخلی نیز دایره‌هایی با یک نقطه مرکزی روشن خواهد بود. یک بی‌نظمی کشیده، نقش تداخلی کشیده‌ای را ایجاد می‌کند. شناورها به این دلیل در میدان دید شما



صدا، فشار خون به عنوان عدد پایین (فشار دیاستولی) ثبت می‌شود، چه چیزی این صداها را به‌وجود می‌آورد؟

پاسخ. گرچه صداها کورتکوف حدود ۱۰۰ سال است بررسی شده‌اند، اما هنوز منبع آن‌ها مورد منازعه است. در اینجا دو توضیح ارائه می‌شود:

الف. جهشی وریدی: وقتی فشار دستبند باد شده به سطح فشار سیستولی خون کاهش می‌یابد، خون با فشار از زیر آن به طرف مساعد حرکت می‌کند، و شاهرگ را که هنگام قطع شدن جریان خون جمع شده بود، به جهش وامی‌دارد. این جهش، یک موج صوتی در مساعد گسیل می‌کند که در گوش به صورت یک تپه شنیده می‌شود. با ادامه کاهش فشار در دستبند، صدای حاصل از هر فوران خون نیز تضعیف می‌شود، و سپس هنگام رسیدن فشار دستبند به سطح فشار دیاستولی، صدا از بین می‌رود. بنابراین، پزشک فشار نخستین تپه را به عنوان فشار خون سیستولی و فشار در آخرین تپ تاپ را به عنوان فشار خون دیاستولی ثبت می‌کند.

ب. حباب‌سازی: وقتی خون زیر دستبند فوران می‌کند و به مساعد می‌رود تا شاهرگ جمع‌شده را واجهاند، کاهش ناگهانی فشار در بخش جریان خون باعث خروج گاز (عمدتاً اکسیژن، نیتروژن، و کربن دی‌اکسید) از محلول برای تشکیل حباب‌ها می‌شود. وقتی اندکی بعد حباب گاز می‌ترکد، جریان ناگهانی خون فضایی را که حباب اشغال کرده بود، پر می‌کند. این حرکت ناگهانی خون، یک موج صوتی را روانه می‌کند. این صدا، یا به احتمال بیشتر صدای کلی حباب‌هایی که درست پس از هر فوران خون به مساعد می‌ترکند، همان صدای کورتکوف است. تولید این صداها تا رسیدن فشار دستبند به سطح دیاستولی، که پس از آن خون دیگر به مساعد فوران نمی‌کند، تداوم دارد.

۷. چه چیزی باعث می‌شود که وقتی انگشتی را می‌کشید، صدای ترق و توروکی از بند آن انگشت شنیده شود؟ چرا باید مدتی صبر کرد تا دوباره بتوان صدای ترق و توروکی را در همان بند انگشت ایجاد کرد؟

پاسخ. وقتی انگشتی را می‌کشید تا بند آن ترق و توروک کند، فضای بین استخوان‌هایی که بند انگشت را تشکیل داده‌اند زیاد می‌شود. فضای بین استخوان‌ها با لایه نازکی از شاره‌ای موسوم به **سینوویال**^۴ پر شده است. اگر انگشت را با نیروی کافی بکشید، فشار درون مایع سینوویال کم می‌شود. این کاهش فشار ناگهانی، یک یا

حرکت می‌کنند که زجاجیه صلب نیست و می‌تواند جابه‌جا شود. شاید برخی از شناورها ناشی از تکه‌هایی از زجاجیه باشند که از آن جدا شده و در لایه مایع جلوی فویا شناور شده‌اند. همچنین می‌تواند ناشی از گویچه‌هایی باشند که در این لایه مایع رخنه کرده‌اند، که در این صورت میدان دید شما می‌تواند سرخ رنگ شود. شناورها را همه دارند و حضور آن‌ها لزوماً نشانه پیری نیست. ولی با پیرتر شدن، احتمالاً شناورهای بیشتری را می‌بینید، زیرا با افزایش سن از چسبندگی مایع زلاتینی زجاجیه کاسته می‌شود و این مایع می‌تواند لرزش بیشتری پیدا کند.

حلقه‌هایی که به دور چراغ‌های روشن می‌بینیم (که اصطلاحاً هاله‌های آنتوپیک^۷ خوانده می‌شوند) نیز ناشی از پراش نور هنگام عبور از ساختارهای کوچک غیر یکنواخت چشم است که در مسیر حرکت نور به شبکیه قرار دارند. وقتی چند حلقه دیده می‌شود، پراش توسط چند ساختار با اندازه‌ها و فاصله‌های متفاوت از شبکیه ایجاد شده است. این ساختارها می‌توانند سلول‌های اپیتلیوم^۸ قرنیه، سلول‌های اندتلیال^۹ قرنیه، شیارهای قرنیه‌ای و تارهای عدسی باشند.

۹. زندانیان محبوس در سلول‌های تاریک، گاهی جلوه‌هایی از نور در خشان موسوم به *سفسن*^{۱۰} را مشاهده می‌کنند که می‌توانند رنگی و یا دارای خال‌هایی رنگی باشند. رانندگان کامیون نیز پس از زل‌زدن طولانی به جاده‌های پوشیده از برف، این جلوه‌ها را مشاهده می‌کنند. در واقع، هر گاه محرک‌های دیداری وجود نداشته باشد، این جلوه‌ها ظاهر می‌شوند.

سردردهای میگرنی و برخی داروهای روان‌گردان (مانند LSD) می‌توانند جلوه‌های فسفن حیرت‌انگیزی را به وجود آورند. شتاب گرفتن‌های سریع سر خلبانان و فضانوردان نیز این جلوه‌ها را برای آن‌ها ایجاد می‌کند. همچنین می‌توان آن‌ها را با فشاری ملایم بر یک چشم بسته نیز ایجاد کرد. با حرکت انگشت بر روی پلک، جلوه‌های مختلفی نمایان می‌شود. با افزایش این فشار، نقش‌های پیچیده‌تری ایجاد می‌شود. اگر هر دو چشم را هم‌زمان فشار دهید، نقش‌هایی هندسی ظاهر می‌شوند.

فسفن‌ها به هنگام نگاه کردن به نوری چشمک‌زن، مثل استروبو سکوپ یک کنسرت موسیقی نیز ظاهر می‌شوند و گاهی آرایه‌هایی مربعی، شش ضلعی یا مثلث‌هایی را می‌بینیم. وقتی این نورها به آهستگی چشمک می‌زنند، فسفن‌ها

می‌چرخند. اما وقتی سریع چشمک می‌زنند، فسفن‌ها محو می‌شوند. برای نقش‌های هندسی پیچیده باید روشنایی به هر دو چشم برسد. با روشن شدن فقط یک چشم، نقش‌های ساده از خط‌ها و پیچ‌ها را می‌بینیم.

فسفن‌ها با عبور جریان الکتریکی ضعیف از سر نیز ظاهر می‌شوند. فسفن‌پارته‌ها در قرن هجدهم میلادی بسیار رایج بودند و در حالی که شرکت‌کنندگان در جشن، دست در دست هم دایره‌ای را تشکیل می‌دادند، یک مولد الکتروستاتیک ولتاژ بالا و کم‌جریان شوکی را به آن‌ها وارد می‌کرد و با هر بار عبور جریان، آن‌ها جلوه‌هایی فسفی را می‌دیدند. چه چیزی فسفن‌ها را ایجاد می‌کند؟

پاسخ: وقتی بر چشم بسته‌ای فشار می‌آورید، زجاجیه چشم شما بر شبکیه فشار می‌آورد و باعث می‌شود گیرنده‌های نوری یا مسیره‌های عصبی فعال شوند و مانند زمانی که چشم روشن شده است، سیگنال‌هایی را به مغز بفرستند. بنابراین، بی‌آنکه حتی نوری در کار باشد، شما نوری را مشاهده می‌کنید.

اگر به نور چشمک‌زن هم نگاه کنیم، فسفن‌ها تولید می‌شوند. نقش‌های هندسی پیچیده‌تر به برانگیزش هر دو چشم نیاز دارند که این نشان می‌دهد آن‌ها تعبیری هستند که مغز برای سیگنال‌هایی که از چشم می‌رسند، ایجاد می‌کند. این طرح‌های هندسی از آن‌رو ظاهر می‌شوند که سیگنال‌های عصبی، آشکارسازهای خطی و شکلی را در مغز فعال می‌کنند. رنگ‌ها وقتی تولید می‌شوند که آشکارسازهای رنگ فعال شوند (بنابراین مشاهده رنگ ناشی از ادراک مستقیم رنگ توسط گیرنده‌های مخروطی شبکیه نیست). شاید نورهای چشمک‌زن برحسب اتفاق با کد مغز برای رنگ‌ها جور درآیند. اگر چنین شود، نور سفید چشمک‌زن به مشاهده آرایه‌های رنگی درخشان می‌انجامد. احتمال دیگر آن است که رنگ‌ها ناشی از تداخل متقابل مسیره‌های عصبی شبکیه و مسیره‌های عصبی‌ای باشند که به مغز می‌رسند.

فسفن‌هایی که به صورت الکتریکی تولید می‌شوند می‌توانند ناشی از تحریک مستقیم مغز باشند و شاید با آن‌ها بتوان به یک شخص نابینا، بینایی بخشید. یک دوربین ویدئویی کوچک سیگنال‌هایی را به یک ریزپردازنده می‌فرستد، و سپس این ریزپردازنده با گسیل مستقیم سیگنالی کم‌جریان به مغز، فسفن‌ها را تولید می‌کند. در آن صورت، وقتی این دوربین ویدئویی جسمی را در طرف چپ میدان شخص بیاید، مغز طوری تحریک می‌شود که شخص فسفنی را در طرف چپ میدان دید خود ببیند. در نتیجه، محیط اطراف شخص با فسفن‌ها

نشان داده می‌شود و به عبارتی شخص می‌تواند ببیند.

فسفن‌های ناشی از مواد مخدر در هنر عصر پارینه‌سنگی که بر صخره‌ها و غارها نقش بسته‌اند، یافت می‌شوند. این فسفن‌ها می‌توانند بخشی از تجربه دیداری یک شخص باشند که در خلصه فرو رفته است، نمادهایی که مردمان آن دوران فکر می‌کردند نشان از جادوی نهفته‌ای است که بر جهان حکمفرماست.

به بیرون گسیل می‌شوند. این امواج صوتی در بیشتر مواقع بسیار ناچیزند، اما اگر کسی بگوید که گوش‌هایش صدا می‌کنند، شاید واقعاً بتوانید صدای وزوز آن‌ها را بشنوید.

۱۱. صداهای تولیدشده در بدن یک بیمار در ناحیه‌های سینه، کمر، گلو می‌توانند به پزشک علامت دهند که مشکلی وجود دارد. واضح است که پزشک نمی‌تواند صرفاً با ایستادن در نزدیکی بیمار، این صداها را بشنود. بنابراین از یک گوشی طبی استفاده می‌کند. آیا پزشک می‌تواند با فشردن گوش خود بر بدن بیمار، این صداها را بهتر بشنود؟ چه چیزی باعث این صداها می‌شود؟

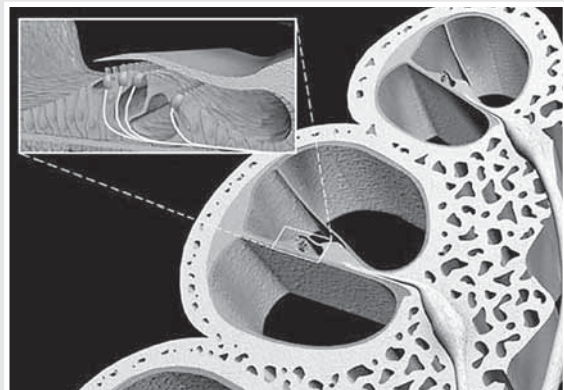
پاسخ. این صداها بیشتر ناشی از جریان خون در قلب و جریان هوا در شش‌ها و گلو هستند. صداهای ناشی از جریان هوا هنوز به‌خوبی شناخته نشده‌اند، اما معمولاً آن‌ها را به تلاطمی نسبت می‌دهند که باعث تغییرات فشار هوا می‌شود و در نتیجه این تغییرات، امواج صوتی از طریق سینه، کمر و گلو گسیل می‌شوند. تلاطم فوق‌العاده زیاد و یا تلاطم فوق‌العاده کم (سینه ساکت^{۱۳}) می‌تواند نشان‌دهنده مشکلاتی در جریان هوا و یا آسیبی در شش‌ها باشد. صدای ترق و ترق و صدای خس خس (که بیشتر از صدای ترق و ترق طول می‌کشد) می‌توانند نشانه حضور مانعی بر سر راه هوا باشند، که این خود ممکن است نشانه‌ای از بیماری آسم باشد.

صداهای مختلفی که در بدن بیمار به‌وجود می‌آیند به دیواره سینه منتقل می‌گردند، طوری که انتقال صداهای کم بسامدتر شدیدتر است. ولی این انتقال صداهای در طول سطح مشترک سینه و هوا ضعیف‌تر است. ممکن است پزشک بتواند با فشردن گوش خود بر روی سینه بیمار بعضی از این صداها را بشنود (صدای قلب را حتماً می‌شنود) زیرا این صداها می‌توانند در درون مجرای گوش تشدید ایجاد کنند. در واقع، فشردن گوش به بدن بیمار روشی قدیمی برای شنیدن صداهای بدن بوده است. اما استفاده از گوشی‌های طبی بهتر است و درد سر کمتری دارد. به‌علاوه، چون صداهای کم‌بسامد می‌توانند در درون لوله‌های گوشی طبی تشدید ایجاد کنند، گوشی می‌تواند این صداها را تقویت کند.

گوشی‌های طبی متداول دو نوع‌اند: یک دیافراگم فلزی و با یک زنگوله پلاستیکی روی سینه بیمار فشرده می‌شود. صداهای سینه باعث می‌شود تا دیافراگم یا هوای درون زنگوله به نوسان درآیند، که این خود باعث می‌شود تا هوا در لوله‌های گوشی نوسان کند و بدین ترتیب پزشک بتواند نوسان‌ها را بشنود.

۱۲. یک نقاشی پوئن‌تیلیستی^{۱۴} با استفاده از ضربه‌های معمول قلم‌مو کشیده نمی‌شود، بلکه از تعداد بی‌شماری

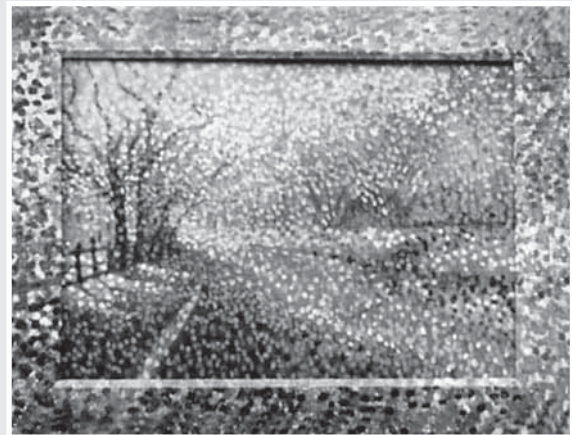
۱۰. حدود ۶۰ درصد مردم از گوش‌های خود امواج صوتی گسیل می‌کنند، اثری که به گسیل آکوستیکی گوش (OAE)^{۱۱} معروف است. برای شنیدن اکثر این امواج گسیل شده به یک میکروفون و تقویت‌کننده نیاز داریم. ولی اگر در اتاق نسبتاً ساکتی نزدیک شخصی بایستید، ممکن است بتوانید برخی از این امواج صوتی را بشنوید. چرا گوش مردم صدا تولید می‌کند؟



پاسخ. وقتی صدایی پرده گوش را تحریک می‌کند، نوسان‌ها به درون گوش داخلی (حلزون گوش) منتقل می‌شوند که از دو محفظه نسبتاً بلند حاوی شاره تشکیل شده است که توسط غشاء پایه از یکدیگر جدا می‌شوند. عضوی که صدا را حس می‌کند، اندام کورتی^{۱۲} نام دارد که روی این غشاء واقع است. وقتی یک سیگنال صوتی بر اثر نوسان‌های غشاء پایه به درون اندام کورتی منتقل می‌شود، میله‌های موئین داخل این اندام شروع به نوسان می‌کنند که این باعث می‌شود امپالس‌های الکتریکی به عنوان اطلاعاتی در مورد صوت به مغز فرستاده شوند. این آشکارسازی بسیار به بسامد حساس است؛ یعنی هر صدایی با یک بسامد خاص، میله‌های موئین را در ناحیه‌ای خاص تحریک می‌کند. این انتخاب ناشی از دستگاه کنترل‌کننده‌ای است که بخشی از سیگنال را به ناحیه آشکارسازی برمی‌گرداند. این بازخورد انرژی می‌تواند غشاء پایه را بدون محرک خارجی به نوسان درآورد و نوسان‌ها را به پرده گوش بازگرداند، که این پرده سپس امواج صوتی را تولید می‌کند که از مجرای گوش

نقطه‌های رنگی کوچک بهره می‌گیرد. اگر به حد کافی به این نقاشی‌ها نزدیک شوید، می‌توانید این نقطه‌ها را ببینید. اما وقتی از آنها دور می‌شوید، نقطه‌ها در هم می‌آمیزند و دیگر نمی‌توانید آن‌ها را از هم تمیز دهید. به علاوه، رنگی که در نقطه معینی از نقاشی می‌بینید، با فاصله گرفتن شما از آن تغییر می‌کند. چه عاملی باعث این تغییر رنگ می‌شود؟

پاسخ: نور در عبور از عنبیه دایره‌ای چشم پراشیده می‌شود؛ یعنی پخش شده و طرحی پراشی را تشکیل می‌دهد. اگر به یک چشمه نور نقطه‌ای نگاه کنید، پراش تصویری دایره‌ای را از این چشمه بر روی شبکیه چشم شما تشکیل می‌دهد. اگر به دو چشمه نور مجاور نگاه کنید، هر یک از آن‌ها می‌خواهند تصویر دایره‌ای مربوط به خود را تشکیل دهند. اما اگر خیلی به هم نزدیک باشند، تصاویر روی هم می‌افتند و فقط می‌توانید یک تصویر ادغام شده را تشخیص دهید. بنابراین، شروع همپوشانی این تصاویر، حد توانایی شما در تفکیک دو



چشمه نور به عنوان نقطه‌های مجزا را تعیین می‌کند. دو نقطه مجاور در یک نقاشی پوئن تیلستی به عنوان دو چشمه نور عمل می‌کنند. فرض کنید رنگ این نقطه‌ها متفاوت باشد. اگر درست جلوی این نقاشی بایستید، این دو نقطه به اندازه کافی در دید شما از هم فاصله دارند که بتوانند تصاویر مجزایی را روی شبکیه تشکیل دهند، و در نتیجه شما رنگ واقعی این نقطه‌ها را می‌بینید. با دور شدن شما از نقاشی، نقطه‌ها سرانجام تصویرهای همپوشانی را تشکیل می‌دهند و دیگر نمی‌توانید آن‌ها را از هم تمیز دهید. شاید رنگی ایجاد شود که ساخته مغز شما باشد. مثلاً فرض کنید یک نقطه آبی - قرمز در مجاورت یک نقطه زرد باشد. ترکیب این دو رنگ به شکل صورتی ادراک می‌شود. بنابراین، نقاش پوئن تیلستی از دستگاه بینایی شما برای تولید رنگ‌های هنری استفاده می‌کند.

۱۳. بسیاری از کسانی در کنسرت‌ها و کلوپ‌های شبانه پر سر و صدا کار می‌کنند، دچار ناشنوایی موقت یا دائم و یا وزوز گوش می‌گردند. البته خیلی منابع دیگر صداهای بلند نیز هستند که می‌توانند به ناشنوایی بیانجامند. برخی از مردم از گوش‌بندهای خاصی استفاده می‌کنند تا این صداها مزاحم را حذف کنند. چرا صداهای بلند باعث مشکلات شنیداری می‌شوند و چگونه گوش‌بندهای کاهش سر و صدا، صداهای مزاحم را حذف می‌کنند؟

پاسخ: ناشنوایی موقت ممکن است ناشی از کاهش ورود خون به گوش درونی، به دلیل انقباض رگ‌های خونی باشد. ناشنوایی دائم ممکن است ناشی از خم شدن موهای حلزون گوش باشد که مسئول تبدیل بسامدهای صوتی به سیگنال‌های عصبی برای مغز هستند. اگر این موها خم شوند و سیگنال‌ها از حالت طبیعی تغییر کنند، ممکن است مغز تصور کند که این تغییر نشانه ورود صدا به گوش است و در نتیجه با ایجاد احساس زنگ خوردن، تصور صدایی را به ذهن متبادر سازد.

یک وسیله کوچک در گوش‌بندهای کاهش‌دهنده سر و صدا وجود دارد که صدای محیط را واریسی و صدایی مربوط به خود را تولید کند. ظاهراً این موضوع باید اوضاع را بدتر کند. اما، موج تولیدشده با موج ناشی از محیط ناهمفاز است و بنابراین این دو موج با تداخل ویرانگر در داخل گوش، یکدیگر را خنثی می‌کنند.

مرجع

1. The Flying circus of Physics, Jearl Walker, 2nd edition, John Wiley & Sons, 2007.

پی‌نوشت

1. voval fold
2. palate
3. kortkoff
4. synovial
5. floater
6. despoit
7. entopic
8. epithelium
9. endothelial
10. phosphon
11. otoacoustic emission
12. organ of corti
13. silent chest
14. pointilistic