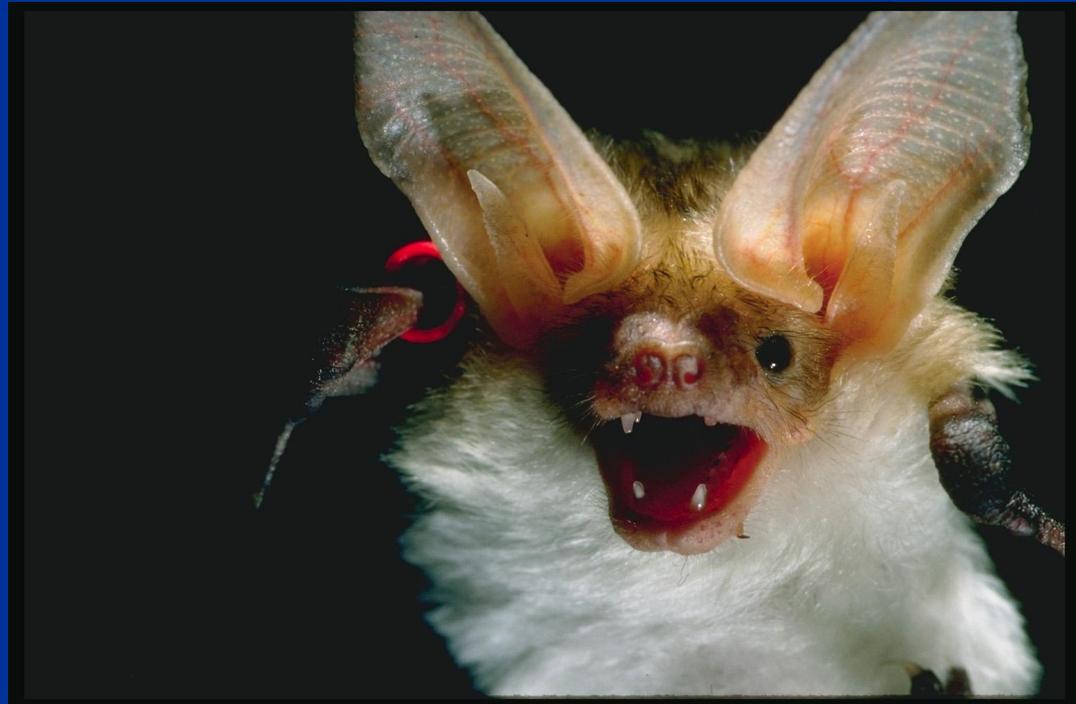


Слуховая сенсорная система

- Слуховая сенсорная система - сенсорная система, обеспечивающая кодирование акустических стимулов и обуславливающая способность организму ориентироваться в окружающей среде посредством оценки акустических раздражителей.



- **Слух – первое чувство, которое формируется у ребенка. Еще в утробе матери он начинает слышать и узнавать окружающие звуки.**
- **Слух – самое острое человеческое чувство. Интенсивность звука, вызывающего в ухе самое слабое слуховое ощущение, в десять в десятой степени (!) раз меньше, чем аналогичная интенсивность света.**
- **Слух – самое совершенное чувство. Он может не только различать огромный диапазон звуков, но и точно определять пространственное нахождение их источника.**
- **Слух позволяет нам чувствовать себя в безопасности.**
- **Слуховой орган имеет настолько сложное устройство, что до сих пор ни одно техническое приспособление не в силах полностью его заменить.**

- Слух играет существенную роль в развитии ребенка. С помощью слуха ребенок учится распознавать голоса, имитировать звуки и, следовательно, говорить. Кроме того, слух позволяет ребенку слышать сигналы опасности, ориентироваться, общаться с другими детьми и приобретать коммуникативные навыки.



- Слух-это больше, чем просто один из органов чувств; он играет важную роль в формировании поведения и характера ребенка.



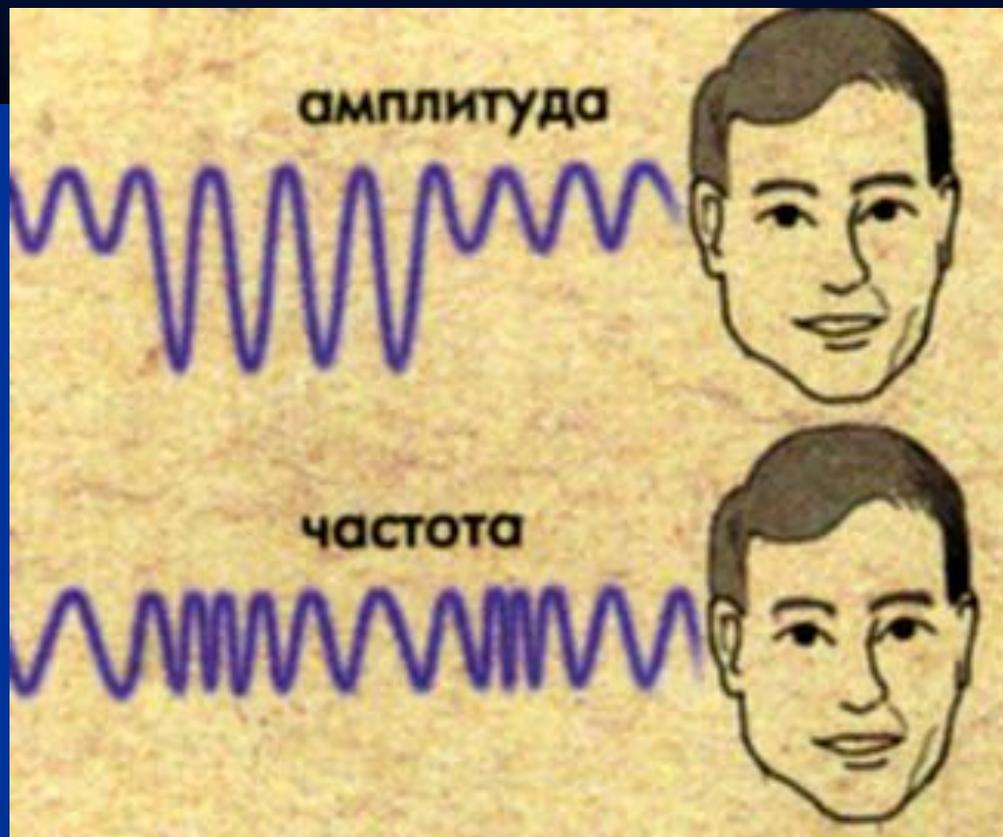
Для слухового анализатора звук является адекватным раздражителем.

Звуковые волны возникают как чередование сгущений и разрежений воздуха и распространяются во все стороны от источника звука. Все вибрации воздуха, воды или другой упругой среды распадаются на периодические (тоны) и непериодические (шумы).

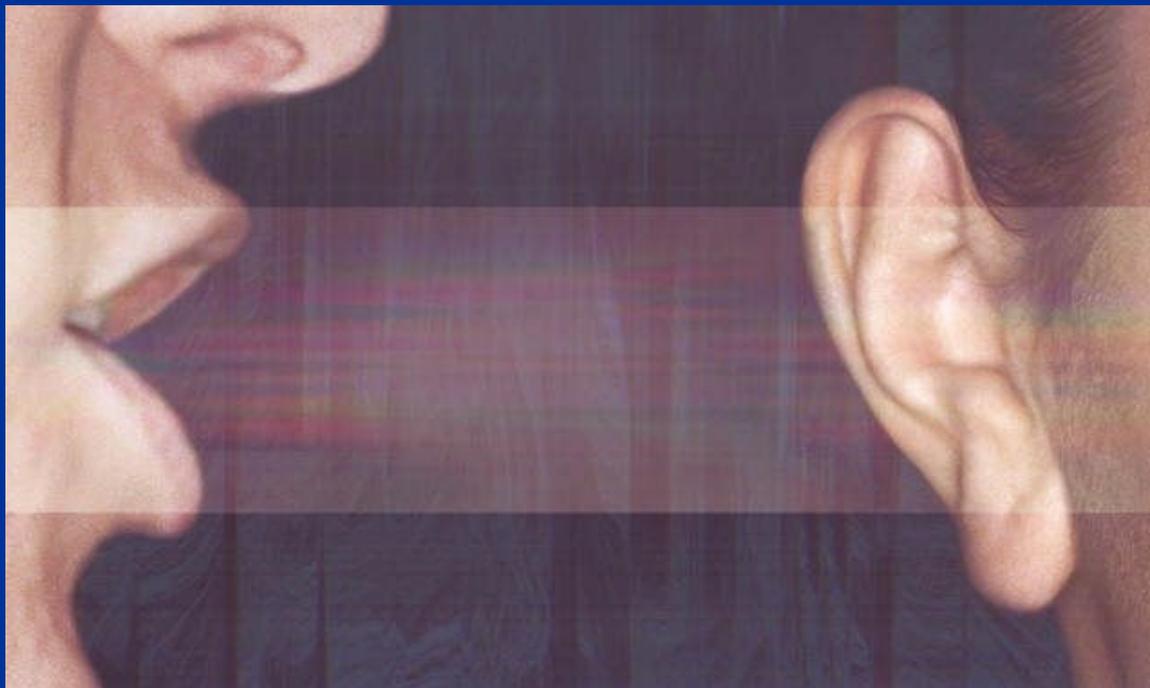
Звуковые волны характеризуются частотой и амплитудой. Частота звуковых волн определяет высоту звука. Человек различает звуковые волны с частотой от 20 до 20 000 Гц. При большой частоте звуковых волн - тон высокий, при малой - низкий.



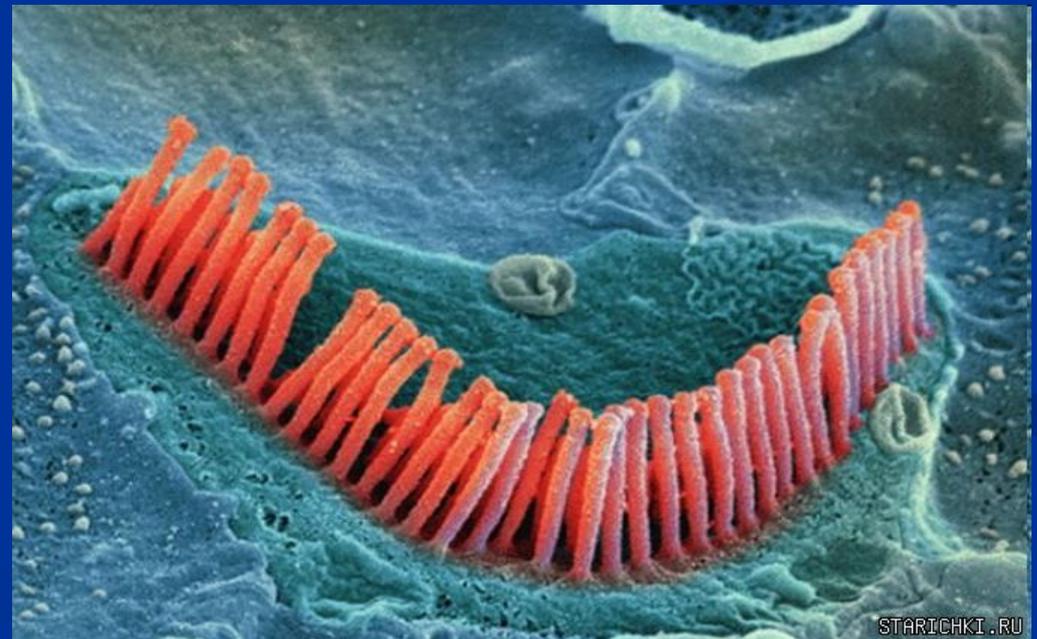
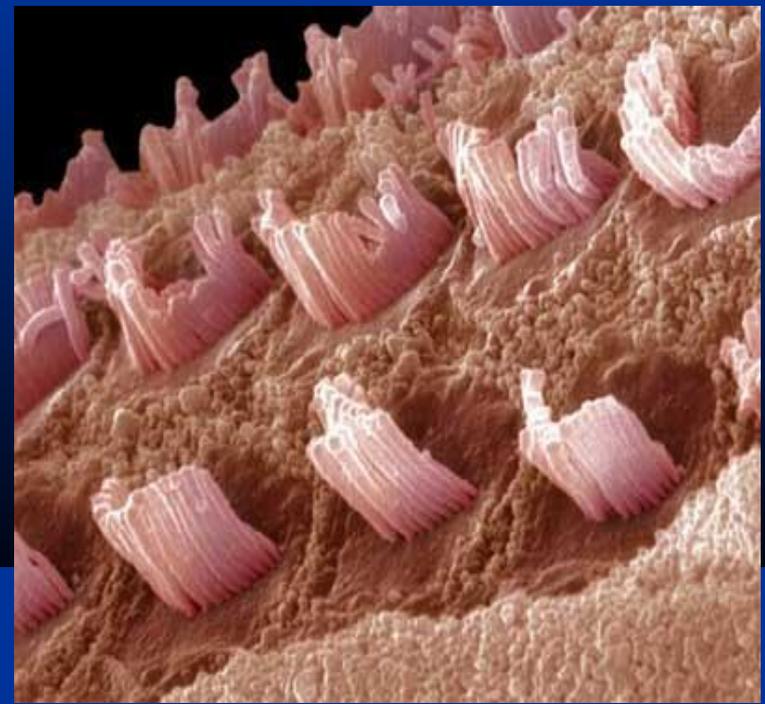
- Второй характеристикой звука, которую различает слуховая сенсорная система, является его сила, зависящая от амплитуды звуковых волн. Сила звука или его интенсивность воспринимаются человеком как громкость.



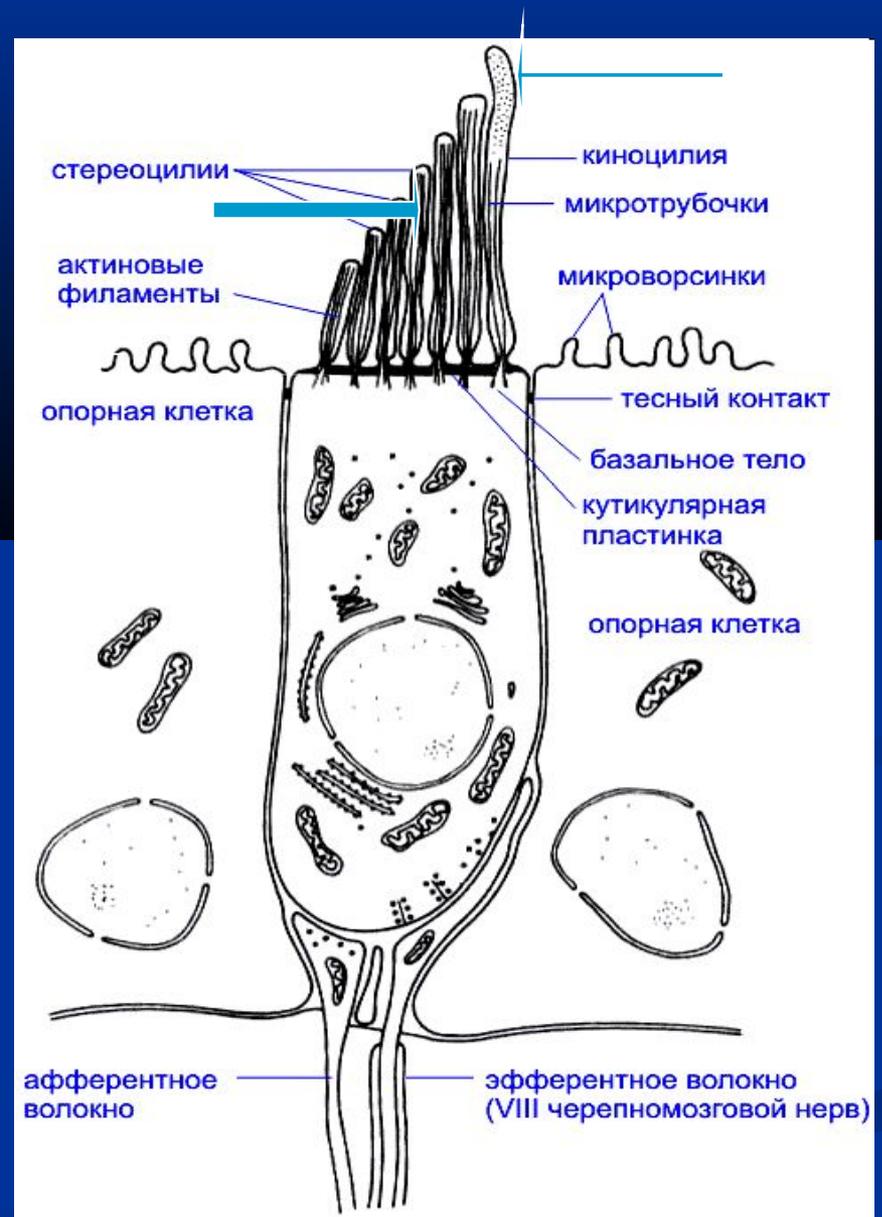
- Человек различает звуки также по тембру, или "окраске". Тембр звукового сигнала зависит от спектра, т.е. от состава дополнительных частот (обертонов), которые сопровождают основной тон (частоту). По тембру можно различить звуки одинаковой высоты и громкости, на чем основано узнавание людей по голосу.



Звуковые волны, улавливаемые ушной раковиной, вызывают вибрацию барабанной перепонки и затем через систему слуховых косточек, жидкостей и других образований передаются воспринимающим рецепторным клеткам (волосковым клеткам).



Схематический рисунок показывает основные элементы типичной волосковой клетки позвоночных. **Стереоцилии и кеноцилия** представляют собой выросты мембраны волосковой клетки, заполненные упругими актиновыми филаментами. Обычно стереоцилий намного больше (до 60), чем показано на рисунке, но кеноцилия - всегда одна. Кончики стереоцилий связаны между собой тонкими полипептидными нитями.



- При действии звука основная мембрана начинает колебаться, наиболее длинные волоски рецепторных клеток касаются покровной мембраны и несколько наклоняются. Отклонение волоска на несколько градусов приводит к натяжению тончайших нитей, связывающих между собой верхушки соседних стереоцилий данной клетки. Это натяжение чисто механически открывает от одного до пяти ионных каналов в мембране стереоцилии. Через открытый канал в волосок начинает течь калиевый ионный ток.
- Сила натяжения нити, необходимая для открывания одного канала, ничтожна
- наиболее слабые из ощущаемых человеком звуков растягивают нити, связывающие верхушки соседних стереоцилий, на расстояние вдвое меньшее, чем диаметр атома водорода.

- **Деполаризация пресинаптического окончания волосковой клетки приводит к выходу в синаптическую щель нейромедиатора. Воздействуя на постсинаптическую мембрану афферентного волокна, медиатор вызывает генерацию в нем возбуждающего постсинаптического потенциала и далее генерацию распространяющихся в нервные центры импульсов.**
- **Открывания всего нескольких ионных каналов в мембране одной стереоцилии явно мало для возникновения рецепторного потенциала достаточной величины.**
- **Важным механизмом усиления сенсорного сигнала на рецепторном уровне слуховой системы является механическое взаимодействие всех стереоцилии каждой волосковой клетки.**
- **В результате этого открываются ионные каналы всех волосков, обеспечивая достаточную величину рецепторного потенциала.**



Восприятие звука основано на двух процессах



разделение звуков
различной частоты
по месту их
наибольшего
воздействия на
основную мембрану
улитки

преобразование
рецепторными клетками
механических колебаний
в нервное возбуждение



- От высоты звука зависит высота столба колеблющейся жидкости и соответственно место наибольшего смещения основной мембраны: звуки высокой частоты дают наибольший эффект на начале основной мембраны, а низких частот - доходят до вершины улитки. Таким образом, при различных по частоте звуках возбуждаются разные волосковые клетки и разные нервные волокна, т. е. осуществляется **пространственный код**. Увеличение силы звука приводит к увеличению числа **возбужденных волосковых клеток и нервных волокон**, что позволяет различать интенсивность звуковых колебаний.

Проводимость звука



Костная

звуковые колебания передаются через кости черепа непосредственно улитке (например, при нырянии, подводном плавании).

Воздушная

проведение звуковых колебаний через наружное и среднее ухо к рецепторам внутреннего уха .

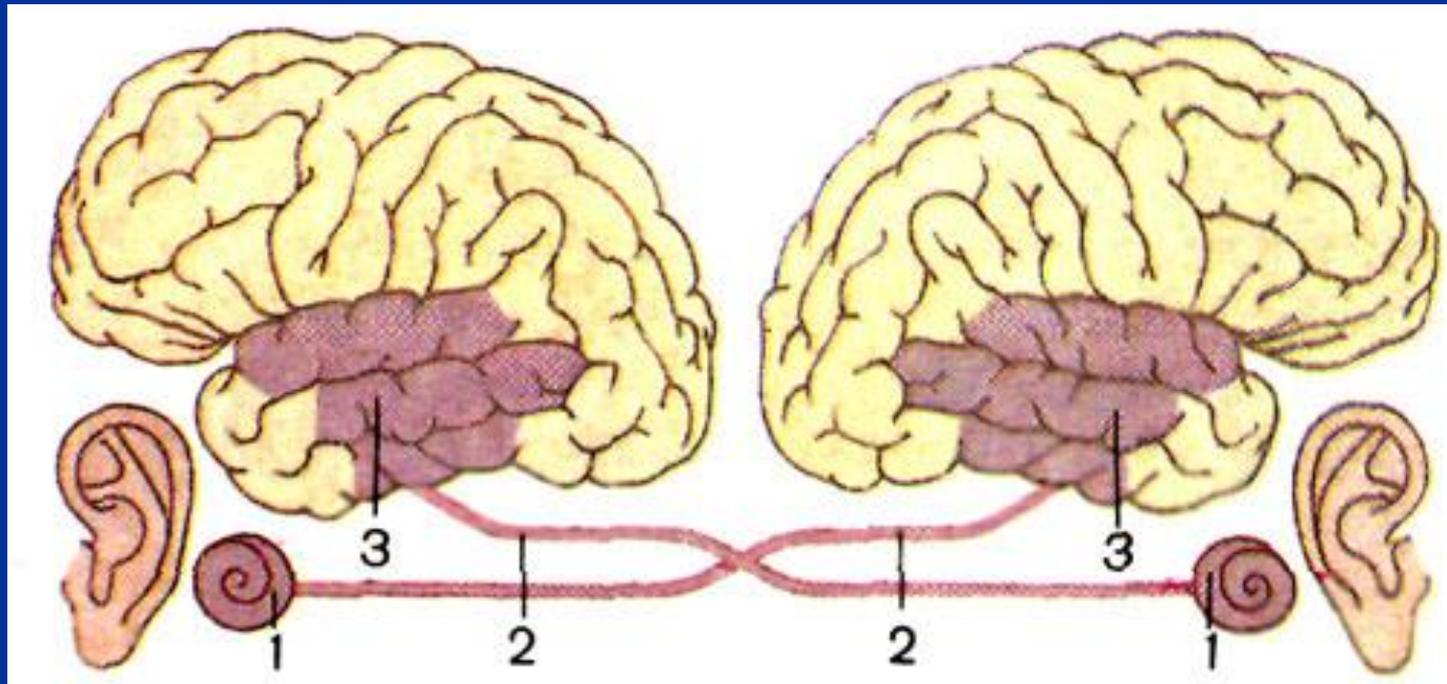


Проводниковый отдел слухового анализатора

- *К кортиеву органу подходят нервные волокна из спирального нервного узла, расположенного в основании спирального костного гребня улитки. Этот узел состоит из нервных клеток с двумя отростками (биполярных клеток). Один из этих отростков направляется к кортиеву органу и подходит к небольшой группе волосковых клеток, а другой — входит в состав слухового нерва.*
- *Периферический отдел слухового анализатора соединяется с центральным, или корковым, концом проводящими нервными путями, состоящими из четырех отрезков.*
- *Слуховой нерв содержит около 17 000 нервных волокон, каждое из которых состоит из осевого цилиндра, являющегося собственно нервным волокном, и особой жировой миэлиновой оболочки.*

Таким образом, слуховой нерв построен наподобие телефонного кабеля, состоящего из отдельных изолированных проводов.

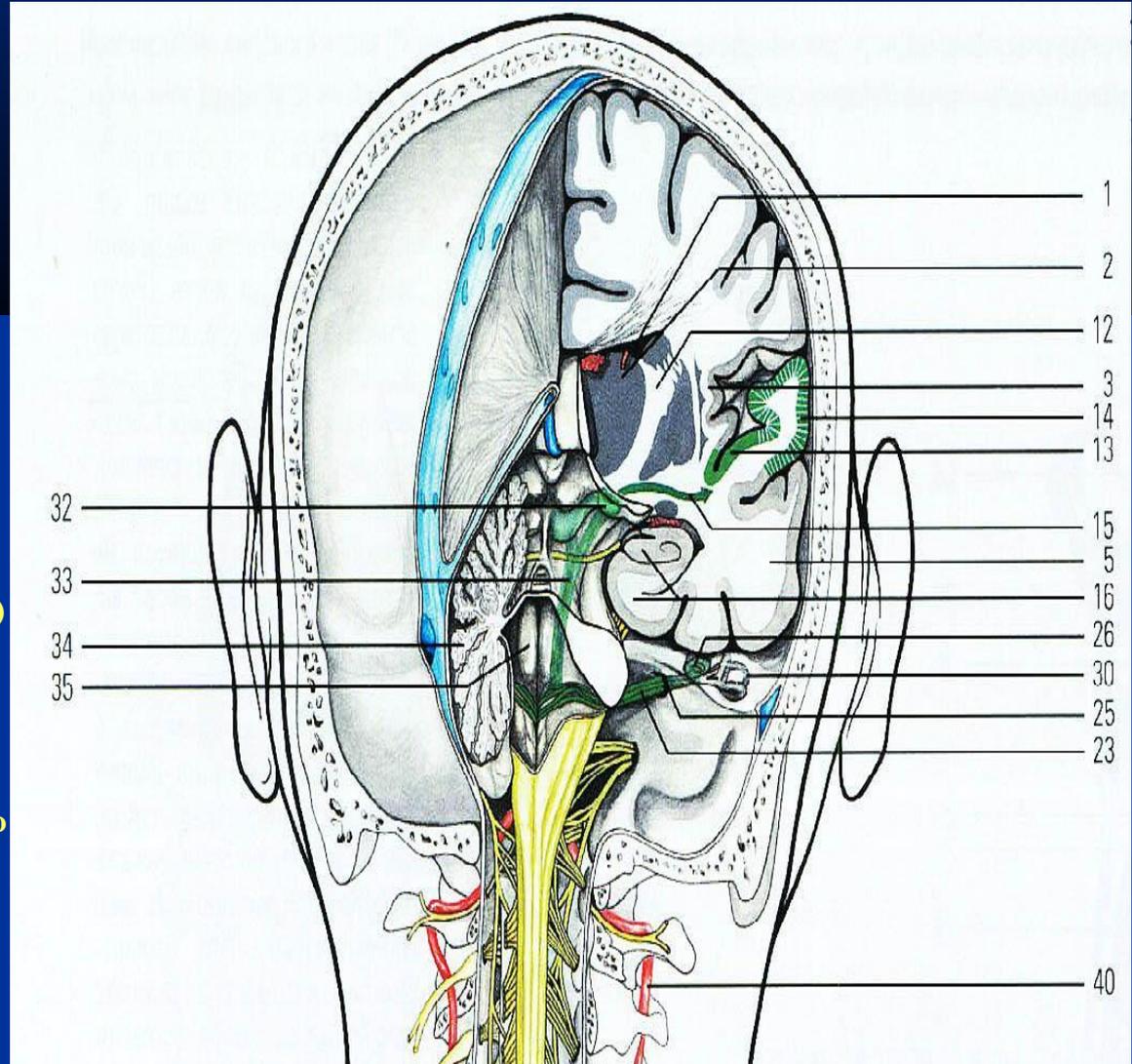
Слуховой нерв выходит из внутреннего уха через внутренний слуховой проход в полость черепа и проникает в основание мозга. Отсюда волокна слухового нерва направляются к слуховым ядрам продолговатого мозга, где и заканчивается первый нейрон.



Правое полушарие головного мозга рассечено пополам. Соединения слухового нерва с центром в стволе мозга, а также связи со слуховыми центрами в височной доле выделены зеленым цветом.

Схема слухового пути (вид сзади).

- 1 Боковой желудочек головного мозга
- 2 Таламус (промежуточный мозг)
- 3 Островок
- 5 Височная доля
- 12 Внутренняя капсула
- 13 Расположение первичного акустического центра коры (так наз. поперечной извилины)
- 14 Расположение вторичного акустического центра коры (речевой центр Вернике)
- 15 Слуховая лучистость пучки волокон центрального слухового пути
- 16 Кора гиппокампуса (лимбическая система)
- 23 Вестибулярно-слуховой нерв (N.III)
- 25 Внутренний слуховой проход
- 26 Улитка
- 30 Латеральный полукружный канал
- 32 Среднее коленчатое тело
- 33 Латеральная петля - часть слухового прохода
- 34 Мозжечок
- 35 Ромбовидная ямка
- 40 Позвоночная артерия



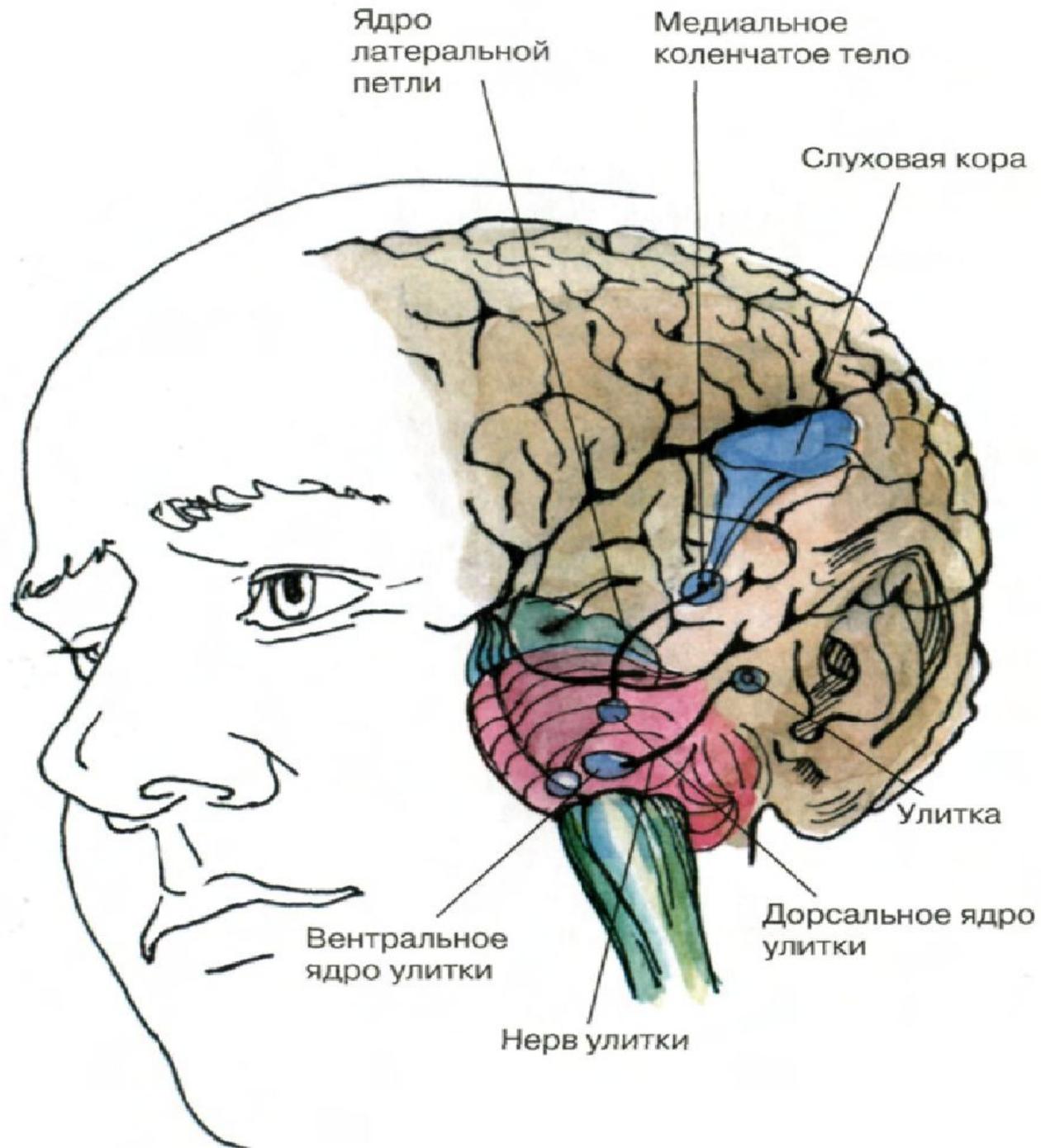
Центральный, или корковый, отдел слухового анализатора

Центральный, или корковый, отдел является высшим отделом анализатора. Здесь происходит анализ и синтез раздражений, поступающих из периферического отдела слуховой системы.

Центральный конец слухового анализатора расположен в коре верхнего отдела височной доли каждого из полушарий головного мозга (в слуховой области коры). Особенно важное значение в восприятии звуковых раздражений имеют, по-видимому, поперечные височные извилины, или так называемые извилины Гешля.

Как уже сказано, в продолговатом мозгу происходит частичный перекрест нервных волокон, соединяющих периферический отдел слухового анализатора с его центральным отделом. Таким образом, корковый центр слуха одного полушария оказывается связанным с периферическими рецепторами (кортиевыми органами) обеих сторон. И наоборот, каждый кортиев орган связан с обоими корковыми центрами слуха (двустороннее представительство в коре головного мозга).

Показаны связи,
идущие от первичных
рецепторов улитки
через таламус к
первичной слуховой
зоне коры.





Слуховая сенсорная система дополняется механизмами обратной связи, обеспечивающими регуляцию деятельности всех уровней слухового анализатора с

участием нисходящих путей. Такие пути начинаются от клеток слуховой коры, переключаясь последовательно в медиальных коленчатых телах метаталамуса, задних (нижних) буграх четверохолмия, в ядрах кохлеарного комплекса. Входя в состав слухового нерва, центробежные волокна достигают волосковых клеток кортиева органа и настраивают их на восприятие определенных звуковых сигналов.

пороги чувствительности

абсолютный

Нижний

- является та минимальная сила звука, способная вызвать слуховое ощущение или какую-либо ответную реакцию (самый низкий – 12–24 Гц).

Верхний

меняет сам характер ощущений (чаще всего – на болевой). Верхний звуковой порог у взрослого человека составляет 20 000 Гц).

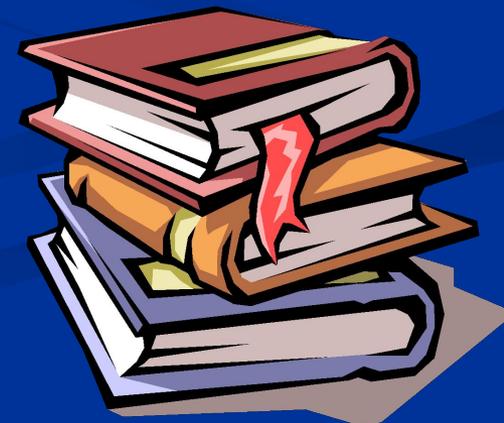
подпороговые

Раздражители, имеющие силу менее пороговой, не вызывают ощущений. не осознаются, однако могут проникать в подсознание, определяя поведение человека, а также составляя основу его *сновидений, интуиции, неосознанных влечений*. Исследования психологов показывают, что подсознание человека может реагировать на очень слабые или очень короткие раздражители, которые не воспринимаются сознанием.

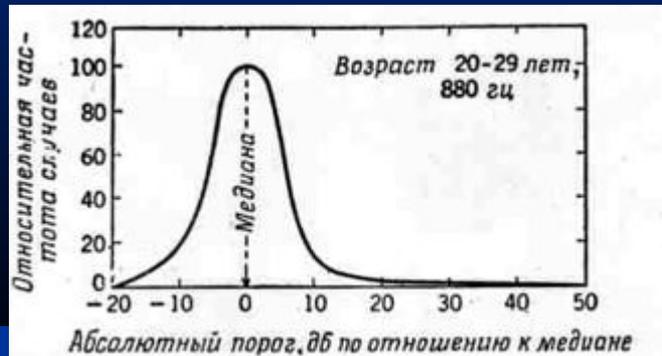
относительный

(порог различения)

Острота слуха определяется наименьшей силой звука, вызывающей звуковое ощущение. Это так называемый порог слышимости. У взрослого человека порог слышимости составляет 10–12 дБ, у детей 6–9 лет он равен 17–24 дБ, у детей 10–12 лет – 14–19 дБ. Наибольшая острота слуха достигается к 14–19 годам.



Аудиометрическое исследование в ходе индивидуального развития позволяет проследить формирование диапазона воспринимаемых частот.



Интенсивность (Вт/м ²)	Уровень интенсивности (дБ)	Качественная субъективная оценка	Источник звука
10^{-11}	10	Едва слышно	Спокойное дыхание
10^{-10}	20	Очень тихо	Шелест листьев
10^{-9}	30	Тихо	Перелистывание книги
10^{-8}	40	Умеренно	Тихая контора
10^{-7}	50	Умеренно	Домашняя обстановка
10^{-6}	60	Умеренно	Обычный разговор
10^{-5}	70	Умеренно	Лектор
10^{-4}	80	Шумно	Уличный транспорт
10^{-3}	90	Очень шумно	Близко идущий поезд
10^{-2}	100	Очень шумно	Пожарная сирена
10^{-1}	110	Невыносимо	Взлет авиалайнера
10	120	Болевое ощущение	Разрыв артиллерийского снаряда



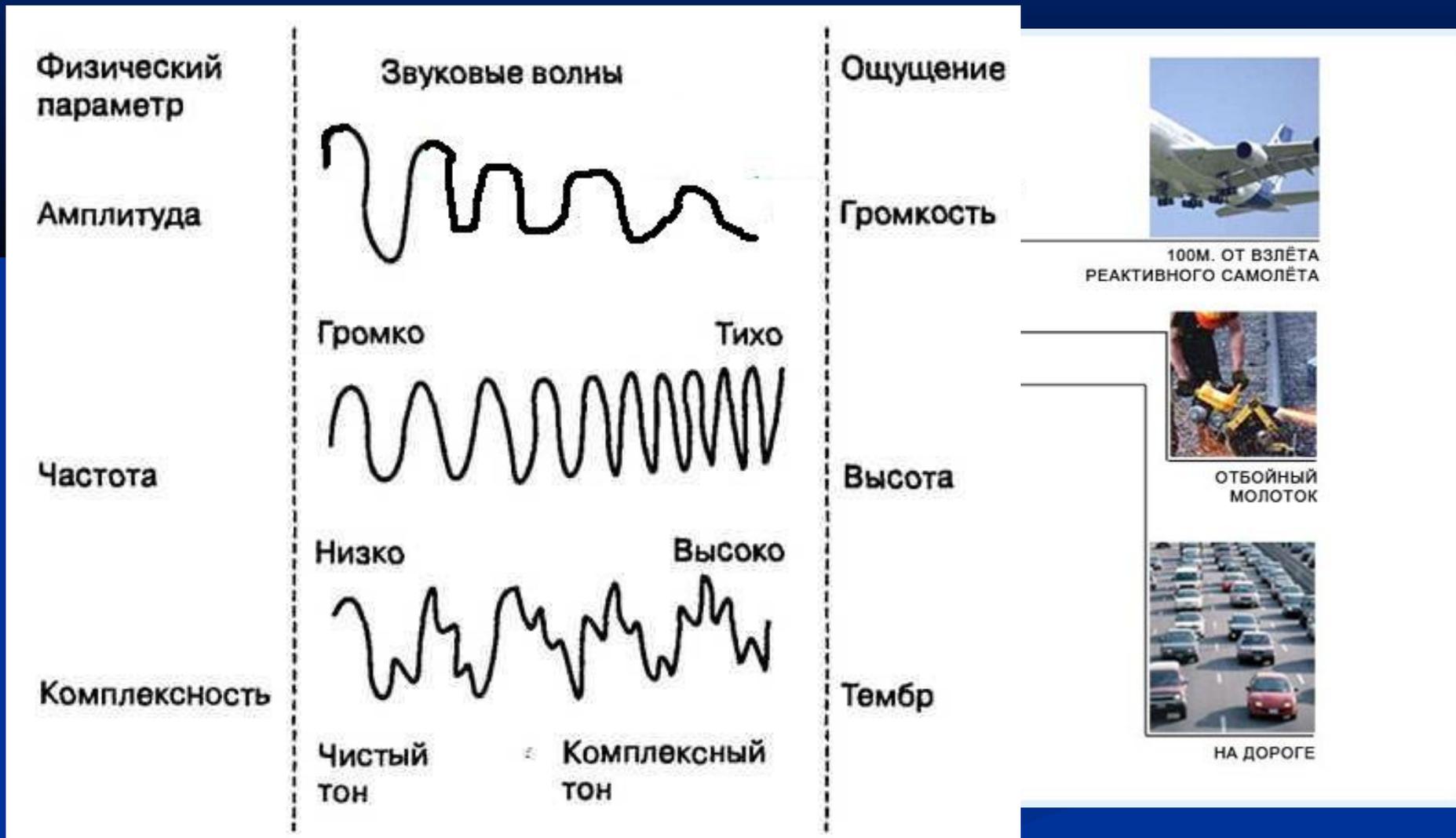
*Интересно
отметить, что
абсолютные и
дифференциальные*



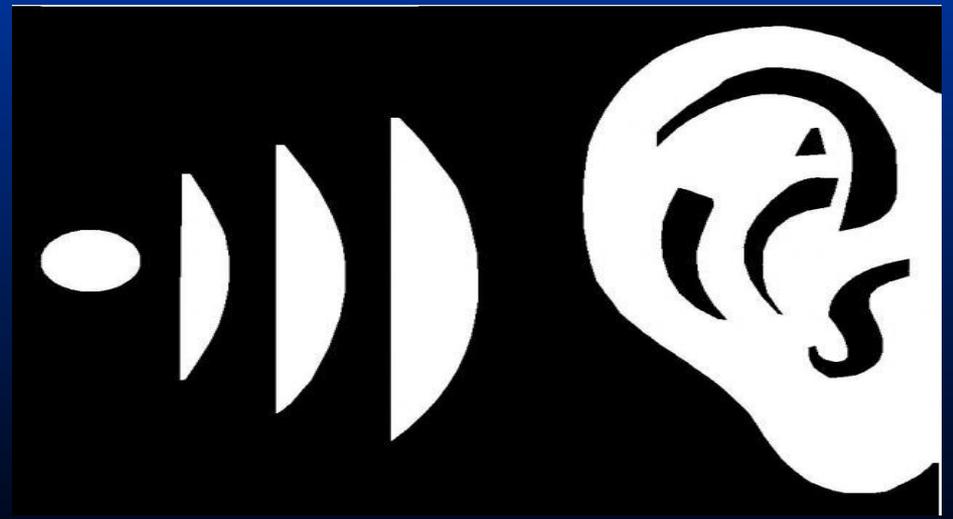
*пороги слухового анализатора человека
не являются строго постоянными и
колеблются в значительных пределах
даже у одного и того же индивидуума в
течение дня в зависимости от его
функционального состояния и действия
факторов окружающей среды.*



звук характеризуется тремя параметрами: амплитудой (сила или громкость), частотой (высота) и формой звуковой волны (тембр).
Громкость, или сила, звука измеряется в белах и децибелах (дБ).



Важное значение для правильной оценки громкости и высоты звука имеет время восприятия (временной порог), оно в зоне максимальной чувствительности слухового анализатора (сила звука 30 дБ, частота 1000 Гц) составляет около 50 мс.



Для исследования слуха новорождённых применяется регистрация движений век в ответ на звук. Определяют также интенсивности звуков, вызывающих электроэнцефалографическую реакцию пробуждения у спящего ребёнка или появление на ЭЭГ так называемого вертекс-потенциала. На первом этапе новорожденные уже на 4-5-ый день жизни в роддоме проходят специальное обследование под руководством врачей-неонатологов. Обследование проводится в период лёгкого сна новорожденного, при помощи регистрации активизированной отоакустической эмиссии.





Возрастные особенности:

Есть данные, что уже на 8—9 месяце пренатального развития ребенок воспринимает звуки в пределах 20—5000 Гц и реагирует на них движениями. Четкая реакция на звук появляется у ребенка в 7—8 недель после рождения, а с 6 месяцев грудной ребёнок способен к относительно тонкому анализу звуков. Слова дети слышат много хуже, чем звуковые тоны, и в этом отношении отличаются от взрослых. Окончательное морфофункциональное формирование органов слуха у детей заканчивается к 12 годам. К этому возрасту значительно повышается острота слуха, которая достигает максимума к 14—19 годам и после 20 лет уменьшается. С возрастом также изменяются пороги слышимости, и падает верхняя частота, воспринимаемых звуков.



Функциональное состояние слухового анализатора зависит от многих факторов окружающей среды. Специальной тренировкой можно добиться повышения его чувствительности. Например, занятия музыкой, танцами, фигурным катанием, художественной гимнастикой вырабатывают тонкий слух. С другой стороны, физическое и умственное утомление, высокий уровень шума, резкое колебание температуры и давления снижают чувствительность органов слуха. Кроме того, сильные звуки вызывают перенапряжение нервной системы, способствуют развитию нервных и сердечно-сосудистых заболеваний. Необходимо помнить о том, что порог болевых ощущений для человека составляет 120-130 дБ, но даже шум в 90 дБ может вызывать у человека болевые ощущения (шум промышленного города днем составляет около 80 дБ).



Весьма ощутимо влияние шума на детей и подростков. Более значительными оказываются повышение порога слуховой чувствительности, снижение работоспособности и внимания у учащихся после воздействия шума в 60 дБ. Решение арифметических примеров требовало при шуме в 50 дБ на 15-55%, а в 60 дБ на 81-100% больше времени, чем до действия шума, а снижение внимания достигало 16%.

Снижение уровней шума и его неблагоприятного воздействия на учащихся достигается проведением ряда мероприятий: строительных, архитектурных, технических и организационных.

Большое значение в снижении шума имеет гигиенически правильное размещение помещений в здании учебного заведения. Мастерские, гимнастические залы размещаются на первом этаже здания, в отдельном крыле или в пристройке. Восстановлению функционального состояния слуховой сенсорной системы и сдвигов в других системах организма детей и подростков способствуют небольшие перерывы в тихих комнатах.

Список использованной литературы:

1. Физиология человека под редакцией В.М.Покровского, Г.Ф.Коротько 1997г.
2. Физиология человека. Автор: Шмидта Р. и Тевса Г. Год выпуска: 1996
3. Анатомия физиология человека. Автор: Сапин М.Р. (с возрастными особенностями детского организма): Учебник для студ. образоват. учреждений сред. проф. образования / М.Р. Сапин, В.И. Сивоглазов. - 5-е изд., перераб. - М.: Издательский центр «Академия», 2005. - 384 с.
4. Анатомия, физиология и патология органов слуха и речи. Л.В Нейман, М.Р. Богомольский: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений.: Гуманитарн. Изд. Центр ВЛАДОС, 2001. - 224с.