

1 Основные понятия и физиология органа слуха .....	2
2 Анатомическое строение и возрастные особенности органа слуха.....	2
3 Физиологические основы деятельности слухового анализатора .....	13
4 Особенности исследования слуховой функции у детей .....	30
5 Периферический и центральный отделы речевого аппарата .....	52
6 Анатомическое строение, функции и возрастные особенности органов речи .....	58
7 Анатомия и физиология органов зрения с учетом возрастных особенностей детей.....	77
8 Врожденная и приобретенная патология органов зрения. Офтальмологические рекомендации к процессу воспитания и обучения детей с той или иной патологией .....	78

## 1 Основные понятия и физиология органа слуха

Предмет и задачи курса «*Анатомия, физиология и патология органов слуха, речи и зрения*». Значение данного курса в системе подготовки педагогов. Основные задачи курса. Связь предмета с медицинскими и педагогическими дисциплинами. Понятие об анализаторах. Строение и функция анализатора по Павлову: периферический, проводниковый, корковый отделы. Взаимосвязь всех сенсорных систем в организме.

**Основные понятия:** речевая система, сенсорные системы, этиология, патогенез, анамнез, анализатор, корковый конец анализатора.

### **Строение и функция анализатора по Павлову: периферический, проводниковый, корковый отделы.**

Каждый анализатор представляет собой единую целостно функционирующую систему, состоящую из трех отделов: а) периферического, или рецепторного; б) среднего, или проводникового, с промежуточными нервными центрами; в) центрального, или коркового.

Периферический отдел анализатора состоит из особо устроенных нервных клеток, воспринимающих преимущественно определенный вид раздражений. Эти клетки и представляют собой рецептор, являющийся специальным трансформатором (преобразователем) энергии внешнего раздражения в энергию нервного возбуждения.

Проводниковый отдел состоит из нервных волокон и клеток промежуточных нервных центров в спинном мозгу и в стволовой части головного мозга. Функцией этого отдела является проведение нервного возбуждения от рецептора к корковому концу анализатора.

Центральный, или корковый, отдел является высшим отделом анализатора. В этом отделе нервное возбуждение превращается в ощущение. Здесь происходит высший анализ и синтез раздражений, приходящих из периферического конца анализатора. Здесь же, в коре головного мозга, осуществляется синтезирование раздражений, поступающих из разных рецепторов. Этот сложный аналитико-синтетический процесс и обеспечивает, в конечном счете, совершенное уравнивание организма с внешней средой.

## 2 Анатомическое строение и возрастные особенности органа слуха

Краткие сведения из сравнительной анатомии и эмбриологии. Строение, функции наружного уха и его возрастные особенности. Строение, функции среднего уха и его возрастные особенности. Строение, функции внутреннего уха и его возрастные особенности. Строение и функции проводникового отдела слухового анализатора. Строение и функции центрального отдела слухового анализатора.

**Основные понятия:** наружное ухо, внутреннее ухо, среднее ухо, евстахиева труба, кортиева орган, эндолимфа, перелимфа, перекресток слуховых путей, бинауральный слух, корковый отдел анализатора, принцип гетерохронии, звуковысотный слух, фонематический слух.

Орган слуха относится к числу тех рецепторных (воспринимающих) аппаратов, при помощи которых осуществляются связь и уравнивание организма животного и человека с внешней средой. Эти аппараты носят название анализаторов.

### Краткие сведения из сравнительной анатомии и эмбриологии

Очень сложный по строению и функции слуховой анализатор человека произошел из очень просто устроенных образований у низших животных. Эти образования, имеющие различную форму, описаны под названиями «слуховых щупальцев» (у медуз), «слуховых ямок» (у кольчатых червей), «слуховых пузырьков» (у головоногих моллюсков и некоторых ракообразных). Примером такого примитивного органа может служить слуховой пузырек головоногого моллюска — осьминога (рис. 1). Этот перепончатый пузырек расположен в круглой пещерке, в толще хрящевого черепа. Стенка пузырька выстлана эпителием, который в двух местах дифференцируется в чувствующие клетки. К этим клеткам подходят окончания соответствующего нерва, выходящего из головного мозга.

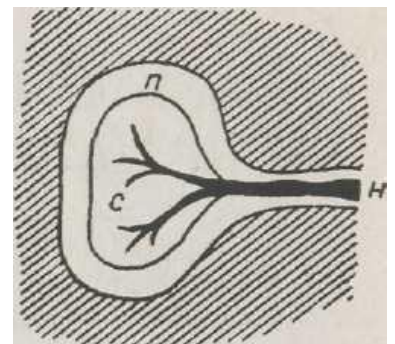


Рис. 1. Слуховой пузырек осьминога (схема):  
*n* — полость в хрящевой массе  
 стенки черепа; *с* — слуховой пузырек; *n* — слуховой нерв

Слуховые пузырьки, считавшиеся ранее слуховыми органами, на самом деле являются органами равновесия. Из беспозвоночных животных только насекомые обладают своеобразными слуховыми органами в виде так называемых тимпанальных органов, имеющих вид особых перепонок, расположенных на конечностях насекомого; под перепонкой находится валик, состоящий из чувствительных клеток, воспринимающих звуковые колебания.

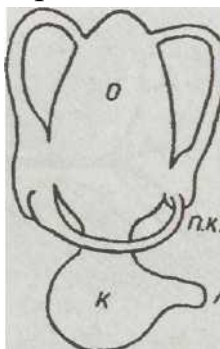


Рис. 2. Схема перепончатого лабиринта рыбы:  
*о* — овалный мешочек;  
*к* — круглый мешочек;  
*п.к.* — полукружные каналы; *л* — лагена

У позвоночных животных слуховой аппарат расположен в перепончатом лабиринте, который является одновременно и органом равновесия. Наиболее просто устроен лабиринт у рыб. Он развивается из наружного зародышевого листка (эктодермы) задней части головы. Здесь образуется вдавление в виде ямки, из которой развивается слуховой пузырек. Вначале слуховой пузырек сообщается с наружной поверхностью, затем он полностью отшнуровывается (рис. 2) и из него образуются три перепончатых полукружных канала, расположенных во взаимно перпендикулярных плоскостях, и два мешочка — овалный и круглый (рис. 3). В нижнем отделе круглого мешочка образуется полый выступ (лагена), из которого у млекопитающих развивается спиральный канал улитки. Усложнение строения

слухового аппарата у позвоночных животных проходит не только по линии дифференциации различных отделов лабиринта, но и по линии развития добавочных частей, служащих для передачи звуковых колебаний. Эти добавочные части обособляются в виде среднего уха, а затем, у высших позвоночных, — и наружного уха. У человека зачаток слухового органа образуется на четвертой неделе развития зародыша в виде двух симметричных углублений эктодермы. Эти углубления постепенно становятся шарообразными и отделяются от наружной поверхности, превращаясь в слуховые пузырьки. В дальнейшем происходит дифференциация верхнего и нижнего отделов пузырьков: из верхнего отдела образуются зачатки полукружных каналов, а из нижнего — зачаток канала улитки. Параллельно с развитием внутреннего уха (лабиринта) происходит развитие зачатков среднего и наружного уха. В то время как внутреннее ухо образуется из наружного зародышевого листка (эктодерма), среднее и наружное ухо развиваются из 1-й жаберной щели и ограничивающих ее 1-й и 2-й жаберных дуг.

### **Строение, функции наружного уха и его возрастные особенности. Периферический отдел слухового анализатора.**

Периферический отдел слухового анализатора, или собственно ухо, в анатомическом отношении состоит из трех частей: наружного, среднего и внутреннего уха (рис. 4). Наружное ухо состоит из *ушной раковины* (рис. 5) и *наружного слухового прохода*. Ушная раковина представляет собой воронкообразную хрящевую пластинку, покрытую кожей и переходящую непосредственно в наружный слуховой проход. Нижняя часть ушной раковины, или мочка, лишена хряща. Впереди наружного слухового прохода расположен выступ ушной раковины — козелок. Наружный слуховой проход состоит из хрящевой (наружной) и костной (внутренней) частей. Общая длина наружного слухового прохода у взрослых около 2,5 см. На месте перехода хрящевой части в костную наружный слуховой проход образует изгиб. Для выпрямления оси наружного слухового прохода приходится при его осмотре оттягивать ушную раковину у взрослых и у детей старшего возраста кзади - кверху, а у маленьких детей — кзади - книзу.

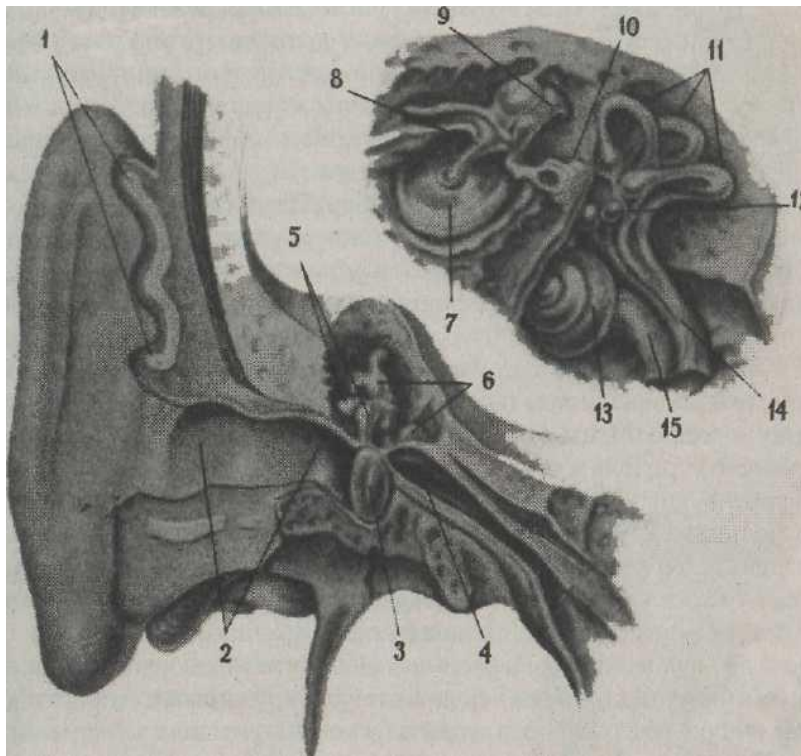


Рис. 3. Строение органа слуха:

1 — хрящ ушной раковины; 2 — наружный слуховой проход; 3 — барабанная перепонка;

4 — слуховая труба; 5 — слуховые косточки; 6 — лабиринт;

7 — внутренняя поверхность барабанной перепонки; 8 — молоточек;

9 — наковальня; 10 — стремя; 11 — полукружные каналы; 12 — преддверье;

13 — улитка; 14 — преддверный нерв; 15 — улитковый нерв

На всем своем протяжении наружный слуховой проход покрыт кожей. Кожа, выстилающая хрящевую часть, снабжена волосками и содержит железы — сальные и выделяющие ушную серу. Ширина просвета наружного слухового прохода не везде одинакова: он сужается в начале костной части и вторично — в месте прикрепления барабанной перепонки. У маленьких детей наружный слуховой проход короче, чем у старших детей и взрослых, вследствие того, что костная его часть еще не успела развиться, и представлена лишь костным кольцом, в котором укреплена барабанная перепонка. Просвет наружного слухового прохода у новорожденных и маленьких детей представляется щелевидным, По мере роста ребенка просвет слухового прохода из щелевидного постепенно становится овальным.

**Барабанная перепонка** отделяет наружный слуховой проход от среднего уха и представляет собой тонкую упругую пластинку, покрытую со стороны слухового прохода тонким наружным слоем кожи (эпидермисом), а со стороны среднего уха — слизистой оболочкой.

Барабанная перепонка имеет округло-овальную форму с наибольшим поперечником около 10 мм и наименьшим — 8,5 мм, толщину — около 0,1

мм. Она расположена под углом к оси наружного слухового прохода и втянута в сторону среднего уха, образуя подобие очень плоского конуса.

Величина барабанной перепонки с возрастом изменяется очень незначительно: у новорожденного она имеет почти те же размеры, что и у взрослого. Положение барабанной перепонки по мере развития ребенка подвергается заметным изменениям. У ребенка в возрасте до двух месяцев она расположена почти горизонтально, являясь как бы продолжением верхней стенки наружного слухового прохода и образуя с горизонтальной плоскостью угол всего лишь в 10—20°. У детей старшего возраста угол наклона к горизонтали достигает 40—45°.

Большая часть барабанной перепонки вставлена, как часовое стекло, в особый костный желобок, находящийся в глубине слухового прохода, и называется *натянутой* в отличие от меньшей, передне-верхней части барабанной перепонки, которая прикреплена в том месте, где костный желобок прерывается. Эта часть барабанной перепонки называется *расслабленной* или *шрапнеллевой перепонкой*. Натянутая часть барабанной перепонки состоит из трех слоев: 1) наружного, обращенного к слуховому проходу, состоящего из эпидермиса; 2) среднего, состоящего из циркулярных (круговых) и радиарных (лучевых) фиброзных волокон; 3) внутреннего, образованного слизистой оболочкой. Циркулярные и радиарные волокна фиброзного слоя барабанной перепонки переплетаются между собой, что придает особую прочность ее натянутой части. При постепенном повышении воздушного давления она может выдерживать его до двух атмосфер (атм.), что составляет в современном измерении 200 000 паскалей, поскольку 1 атм.=10<sup>5</sup> паскалей (Па), т. е. 100 000 паскалей. В шрапнеллевой перепонке фиброзный слой отсутствует. Нормальная барабанная перепонка



Рис. 5. Нормальная барабанная перепонка

представляется при осмотре\* в виде округло-овальной пластинки. Основной тон окраски барабанной перепонки — жемчужно-серый (рис. 6). На этом общем фоне выделяются следующие опознавательные пункты (рис. 7). В передне-верхней части барабанной перепонки выпячивается в виде желтовато-белой точки *короткий отросток молоточка*. Кпереди и кзади от него отходят серовато-белые полосы — это *передняя* и *задняя складки*, которые отделяют натянутую часть барабанной перепонки от расслабленной (шрапнеллевой). Книзу и кзади от короткого отростка тянется, резко

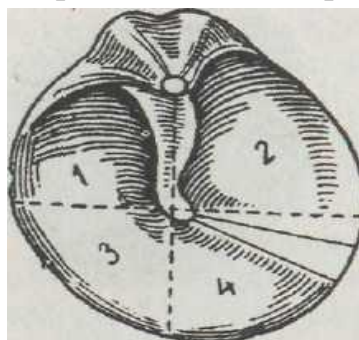


Рис. 7. Квадранты барабанной перепонки:  
1— задневерхний;  
2— задненижний;  
3— передневерхний;  
4— передненижний

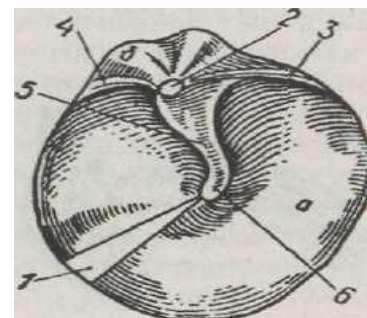


Рис. 6. Опознавательные пункты барабанной перепонки:  
а — натянутая часть;  
б — расслабленная часть (шрапнеллевая перепонка);  
1 — световой рефлекс;  
2 — короткий отросток молоточка; 3 — задняя складка барабанной перепонки; 4 — передняя складка; 5 — рукоятка молоточка; 6 — пупок



выделяясь в виде острого гребешка, *рукоятка молоточка*; своим расширенным концом она доходит до центра барабанной перепонки, называемого *пупком*. Книзу и кпереди от пупка отходит блестящий *световой рефлекс*, имеющий форму узкого треугольника, вершина которого обращена к пупку, а основание — к передненижнему краю барабанной перепонки.

Этот рефлекс образуется вследствие отражения световых лучей от вогнутой поверхности барабанной перепонки.

Для обозначения изменений, возникающих на барабанной перепонке, ее делят условно на четыре части посредством двух мысленно проведенных линий (рис. 8): одна из них проходит вдоль рукоятки молоточка и доходит до края барабанной перепонки; другая пересекает первую под прямым углом на уровне пупка. Этими двумя линиями барабанная перепонка разделяется на четыре сектора, или квадранта: передневерхний, передненижний, задневерхний и задненижний.

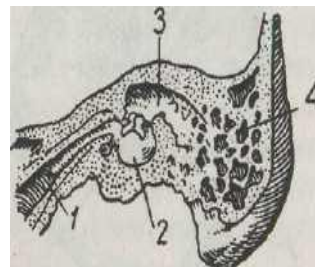


Рис. 8. Полости среднего уха:  
1 — слуховая труба;  
2 — барабанная полость;  
3 — пещера; 4 — ячейки сосцевидного отростка

Осмотр наружного слухового прохода и барабанной перепонки, или отоскопия, производится при помощи ушной воронки, которая вводится в слуховой проход и служит для направления пучка света, отраженного от лобного рефлектора (вогнутого зеркала, укрепленного на лбу исследующего).

### Строение, функции среднего уха и его возрастные особенности.

**Среднее ухо** представляет собой систему воздухоносных полостей в толще височной кости и состоит из барабанной полости, слуховой трубы и сосцевидного отростка с его костными ячейками (рис. 9).

*Барабанная полость* является центральной частью этой системы и представляет собой узкое пространство в толще височной кости объемом около 1 см<sup>3</sup>. В барабанной полости различают шесть стенок. *Наружной стенкой* на большей части ее протяжения является барабанная перепонка. Остальные стенки — костные. *Внутренняя стенка* отделяет барабанную полость от внутреннего уха. В этой стенке есть два отверстия, называемые окнами: *овальное*, или окно *преддверия* (длинный диаметр 3—4 мм) и *круглое*, или окно улитки (диаметр 1—2 мм). В овальное окно вставлена, как в рамку, подножная пластинка стремени, прикрепленная к краям овального окна посредством *кольцевидной связки*. Круглое окно затянуто эластичной тонкой перепонкой, которая носит название *вторичной барабанной перепонки*. *Верхняя стенка*, или крыша барабанной полости, отделяет

барабанную полость от полости черепа. *Нижняя стенка* граничит с крупным кровеносным сосудом — луковицей яремной вены. В *задней стенке* внизу имеется отверстие, соединяющее барабанную полость с пещерой сосцевидного отростка.

Верхняя и нижняя стенки барабанной полости часто бывают очень тонкими, а нередко, особенно в раннем детском возрасте, в этих стенках

бывают отверстия. Тогда слизистая оболочка барабанной полости прилегает непосредственно к мозговой оболочке или к луковице яремной вены, что представляет значительную опасность в смысле возможного перехода воспалительного процесса из барабанной полости на мозговые оболочки или на стенки яремной вены. В толще внутренней и задней стенок барабанной полости находится канал лицевого нерва. Благодаря тесной анатомической близости между этим каналом и барабанной полостью лицевой нерв может быть вовлечен в воспалительный процесс, развивающийся в среднем ухе, а при операциях на среднем ухе возникает опасность ранения лицевого нерва.

В барабанной полости помещается цепь слуховых косточек (рис. 10), состоящая из *молоточка*, *наковальни* и *стремени*. Молоточек имеет головку, рукоятку и два отростка (короткий и длинный).

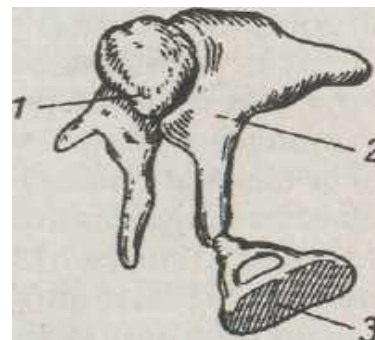


Рис. 9. Слуховые косточки:

- 1 — молоточек;
- 2 — наковальня;
- 3 — стремя

Наковальня состоит из тела, короткого и длинного отростков. Стремя состоит из двух дужек, головки и подножной пластинки. Рукоятка молоточка вращена в фиброзный слой барабанной перепонки, причем нижний конец рукоятки образует в центре барабанной перепонки выступ — пупок, а короткий отросток образует выпячивание в передне-верхней части. Эти выступы определяют тот характерный вид, который имеет барабанная перепонка при осмотре. Головка молоточка сочленяется с телом наковальни, а она своим длинным отростком сочленяется с головкой стремени. Подножная пластинка стремени, как было сказано, входит в овальное окно, соединяющее среднее ухо с внутренним. Определенное напряжение барабанной перепонки и цепи слуховых косточек обеспечивается двумя мышцами — натягивающей барабанную перепонку и стремянной. Первая из них прикрепляется к рукоятке молоточка, а вторая — к головке стремени.

Слуховая, или *евстахиева*, труба представляет собой канал длиной (у взрослых) 3,5 см, соединяющий барабанную полость с носоглоткой. Барабанное устье евстахиевой трубы расположено в передней стенке барабанной полости, а носоглоточное — в боковой стенке носоглотки. Та часть евстахиевой трубы, которая прилежит к барабанной полости, является костной, а часть, обращенная к носоглотке, имеет хрящевые стенки. Вся евстахиева труба выстлана мерцательным эпителием: движение его волосков направлено в сторону носоглотки. Стенки хрящевой части евстахиевой трубы, обычно соприкасающиеся между собой, в момент глотания (благодаря сокращению глоточных мышц) расходятся, пропуская воздух из носоглотки в барабанную полость. У маленьких детей евстахиева труба короче и просвет ее шире, чем у детей старшего возраста и у взрослых.

*Сосцевидный отросток* представляет собой костное образование, похожее по форме на сосок, откуда и произошло его название. Это отросток



височной кости, расположенный позади ушной раковины. В толще сосцевидного отростка находятся ячейки, сообщающиеся друг с другом посредством узких щелей. Форма, величина и число этих ячеек очень изменчивы, но одна из них, самая крупная, носящая название *пещеры* (антрум), имеется постоянно. Пещера сообщается с барабанной полостью через отверстие в задней стенке последней. Пещера отделяется от полости черепа костной пластинкой, иногда очень тонкой. Ячейки сосцевидного отростка доходят иногда до большой венозной пазухи мозга (поперечного синуса) и отделяются от нее также лишь тонким слоем кости.

У детей приблизительно до двух лет сосцевидный отросток еще не развит и выглядит как костный бугорок. Однако пещера существует уже у новорожденного ребенка.

Все полости среднего уха (барабанная полость, евстахиева труба и ячейки сосцевидного отростка) наполнены воздухом, а стенки их выстланы тончайшей слизистой оболочкой, являющейся продолжением слизистой оболочки носоглотки. Обмен воздуха в среднем ухе происходит через евстахиеву трубу: при глотательных движениях воздух из носоглотки поступает в евстахиеву трубу, а оттуда — в барабанную полость и отчасти в ячейки сосцевидного отростка.

### **Строение, функции внутреннего уха и его возрастные особенности.**

Внутреннее ухо, или ушной лабиринт, представляет собой систему каналов и полостей в толще височной кости.

Эта система состоит из преддверия, полукружных каналов и улитки (см. рис. 4).

Различают костный (рис. 11) и перепончатый лабиринты, причем костный лабиринт является как бы футляром для перепончатого. Перепончатый лабиринт наполнен особой жидкостью — эндолимфой, а пространство между перепончатым и костным лабиринтами также заполнено жидкостью — перилимфой.

*Преддверие* составляет центральную часть лабиринта и состоит из двух перепончатых мешочков: переднего (круглого) и заднего (овального). Передний мешочек сообщается с улиткой, а задний — с полукружными каналами.

*Полукружных каналов* три: верхний, задний и наружный. Они расположены в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Один из концов каждого канала гладкий, а другой имеет расширение — ампулу. Преддверие и

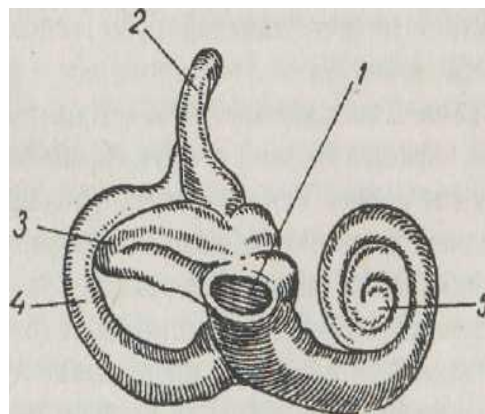


Рис. 10. Слепок с костного лабиринта:  
 1 — преддверие; 2 — верхний полукружный канал;  
 3 — наружный полукружный канал;  
 4 — задний полукружный канал; 5 — улитка

полукружные каналы образуют так называемый *вестибулярный аппарат* и являются периферическим отделом *пространственного анализатора*, или органа равновесия. В преддверии и полукружных каналах располагаются группы специфических нервных клеток, образующих концевой аппарат, или рецептор, вестибулярного нерва. В мешочках преддверия таким рецептором является отолитовый аппарат, т. е. концевые нервные клетки, прикрытые перепонкой, содержащей особые кристаллы — отолиты. В полукружных каналах рецептор состоит из специфических волосковых нервных клеток, образующих в ампуле каждого из каналов особый гребешок. Прямолинейные движения вызывают смещение отолитов в мешочках преддверия, а вращательные (угловые) движения сопровождаются перемещением эндолимфы в полукружных каналах и влекут за собой раздражение чувствительных волосковых клеток в ампулярных гребешках. Раздражения концевой аппарата передаются по волокнам вестибулярного нерва в центральную нервную систему.

В ответ на них возникают рефлекторные реакции, которые способствуют сохранению равновесия. Одной из таких рефлекторных реакций является лабиринтный нистагм, т. е. ритмические движения глазных яблок, состоящие из двух компонентов — быстрого отведения и медленного возвращения в первоначальное положение. Направление нистагма определяется по его быстрому компоненту.

*Улитка* представляет собой спиральный костный канал, идущий вокруг костной колонки и образующий  $2\frac{1}{2}$  завитка (основной, средний и верхний), причем каждый последующий завиток меньше предыдущего, так что улитка действительно напоминает по своей форме раковину садовой улитки. Канал улитки имеет длину около 22 мм.

По всей своей длине костный канал улитки разделен на два этажа, называемых *лестницами*. Границей между ними служит спиральный костный гребень (рис. 12) и отходящая от края этого гребня эластичная перепонка — *основная мембрана* (рис. 13). Верхний этаж носит название *преддверной лестницы* (которая ведет в преддверие), а оно сообщается с барабанной полостью через овальное окно. Нижний этаж — *барабанная лестница*, которая сообщается



Рис. 11. Вертикальный разрез через костную улитку:  
1 — костная колонка;  
2 — спиральный костный гребень; 3 — преддверная лестница; 4 — барабанная лестница

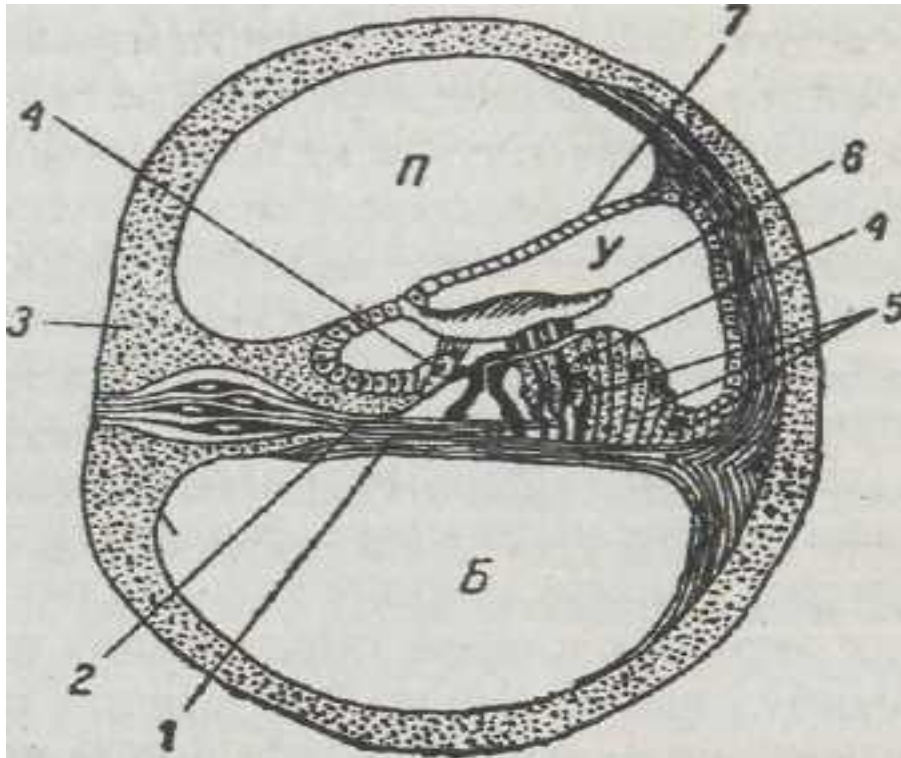


Рис. 12. Поперечный разрез через один из завитков улитки:

1 — основная мембрана; 2 - волокна слухового нерва;  
 3— костная стенка улитки; 4 — слуховые (волосковые)  
 клетки; 5 — поддерживающие клетки;  
 6— покровная мембрана; 7 — рейснерова мембрана;  
 П — преддверная лестница;  
 Б — барабанная лестница; У — улитковый ход

непосредственно с барабанной полостью через круглое окно. У верхушки улитки преддверная и барабанная лестницы соединяются между собой через узкое отверстие. Преддверная лестница разделена посредством тонкой перепончатой перегородки, так называемой рейснеровой мембраны, на два канала: собственно преддверную лестницу и перепончатый канал улитки, или улитковый ход. Улитковый ход наполнен эндолимфой, преддверная и барабанная лестницы — перилимфой.

В улитковом ходе расположен *кортиева* (спиральный) *орган*. Основной его функциональной частью являются слуховые клетки, заканчивающиеся чувствительными волосками и потому называемые также волосковыми клетками. Эти клетки расположены в несколько рядов и представляют собой специфический концевой аппарат слухового анализатора, или *слуховой рецептор*. Слуховых клеток насчитывается свыше 20 000. Кроме слуховых клеток, в состав кортиева органа входит поддерживающий аппарат, состоящий из нескольких рядов опорных клеток. Над кортиевым органом и на очень близком расстоянии от него расположена особая перепонка, так называемая *покровная*, или *кортиева мембрана*. Согласно новейшим данным, имеется прямая связь между покровной мембраной и волосковыми слуховыми клетками. Покровная мембрана вплотную подходит к

волосковым клеткам, причем волоски слуховых клеток проникают в ткань покровной мембраны. Кортиев орган расположен на основной мембране, которая состоит из нескольких тысяч поперечных волокон разной длины, натянутых между краем спирального костного гребня и противоположной стенкой улитки. Эти волокна весьма упруги, но между собой связаны слабо. По форме основная мембрана представляет собой спирально изогнутую ленту, ширина которой постепенно увеличивается от основания улитки к ее вершине.

### **Строение и функции проводникового отдела слухового анализатора.**

Периферический отдел слухового анализатора соединяется с центральным, или корковым, концом проводящими нервными путями, состоящими из четырех отрезков, или нейронов.

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*.

Слуховой нерв содержит около 17 000 нервных волокон, каждое из которых состоит из осевого цилиндра, являющегося собственно нервным волокном, и особой жировой миелиновой 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 (рис. 14).

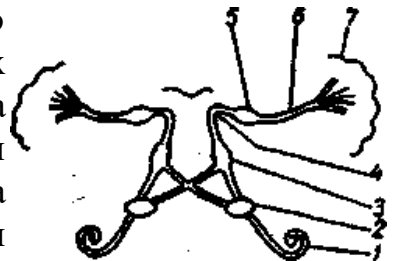


Рис. 13. Схема слуховых проводящих

От слуховых ядер в продолговатом мозгу начинается путей и центров: второй нейрон. Часть нервных волокон от ядер идет по одной-1 — улитка; 2' — слуховые ядра в продолговатом мозгу; 3, 4, 5 — подкорковые слуховые центры; 6 — проводящие пути в подкорковых слуховых центрах — заднем двухолмии и внутреннем головном мозгу; 7 — колленчатом теле. Отсюда начинается последний, четвертый, нейрон слухового пути, заканчивающийся в корковом конце головного мозга — височной доле мозга.

### **Строение и функции центрального отдела слухового анализатора.**

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).

### 3 Физиологические основы деятельности слухового анализатора

Физические и акустические свойства звука. Звукопроводящая функция органа слуха. Звуковоспринимающая функция органа слуха. Чувствительность органа слуха.

**Основные понятия:** амплитуда, частота звуковых колебаний, децибелы, высота звука – герц, тембр, фонация, воздушное и костное звукопроведение, кортиев орган, микрофонный эффект улитки, порог слухового ощущения, порог звукового дискомфорта, динамический диапазон восприятия звуков речи, слуховая адаптация, слуховое утомление, бинауральный слух.

#### Физиологические и акустические свойства звука

##### *Звук и его виды*

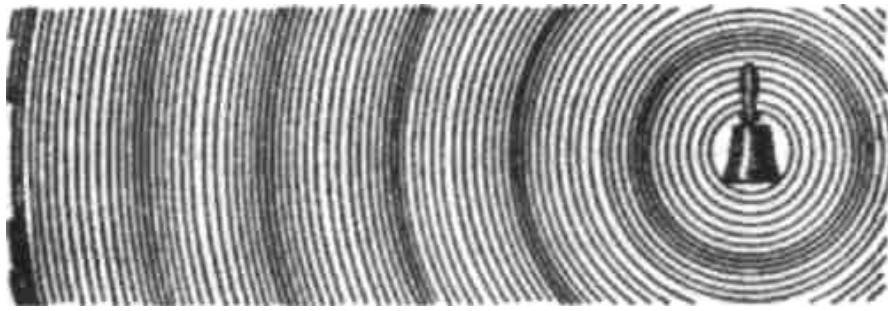
Адекватным раздражителем слухового анализатора является звук, который представляет собой *колебательные движения* среды (воздуха, воды, почвы и пр.). В звуке, как и во всяком колебательном движении, различают *амплитуду* — размах колебаний, *период* — время, в течение которого совершается полное колебательное движение, и *частоту* — число полных колебаний в 1с.

Источником звука является колеблющееся тело. В силу упругости, присущей любому веществу, любой среде, колебания, возникающие в одном месте, передаются на соседние участки, причем возникают уплотнения и разрежения среды. Эти уплотнения и разрежения распространяются во все стороны с

определенной скоростью, зависящей от величины упругости и плотности среды. Так возникают *звуковые волны*, состоящие из чередующихся друг с другом уплотнений и разрежений среды (рис. 1).

Рис. 1. Распространение звуковой волны



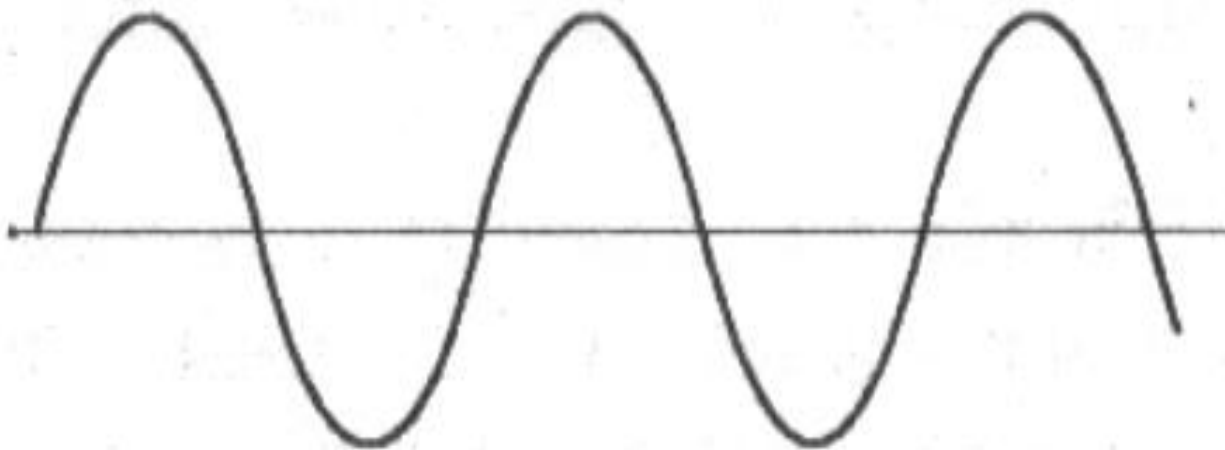


Одинаковые состояния колеблющейся среды, т. е. сгущения, разрежения и все промежуточные состояния, называют *фазами* звуковой волны. Расстояние между одинаковыми фазами называют *длиной* волны. Скорость распространения звуковой волны неодинакова в различных средах. Так, например, в воздухе при  $0^{\circ}\text{C}$  она равна  $332\text{ м/с}$ , а в воде —  $1450\text{ м/с}$ . С повышением температуры скорость звука в воздухе увеличивается и, например, при  $16^{\circ}\text{C}$  равна уже  $340\text{ м/с}$ .

По характеру колебательных движений звуки делятся на две группы — *тоны* и *шумы*. Если колебание совершается ритмично, т. е. через определенные промежутки времени повторяются одинаковые фазы звуковой волны, то образующийся при этом звук воспринимается как музыкальный тон.

Простейший вид тона - гармоническое колебание, так называемый чистый тон. Закон, по которому происходит это колебание, т. е. изменение амплитуды данного колебания во времени, графически изображается синусоидой, поэтому такие колебания называются иначе синусоидальными (рис. 2). Примером чистого тона может служить звук камертона (прибора, применяемого для настройки музыкальных инструментов). В музыкальных звуках к основному тону обычно присоединяются верхние гармонические тоны, или *обертоны*, с числом колебаний, кратным числу колебаний основного тона. Наличие обертонов объясняется тем, что звучащее тело колеблется не только целиком, но и отдельными частями. Проводя смычком по натянутой струне, мы получаем колебания всей струны в целом и, кроме того, вдвое более частые колебания каждой половины струны, втрое более частые колебания каждой трети струны и т.д. Другую группу звуков составляют шумы. К шумам относят такие звуки, как скрип, стук, крик, вой, шорох и т. п. Шумы представляют собой совокупность беспорядочных (хаотических) колебаний, не связанных между собой какой-либо правильной числовой зависимостью, которая характерна для гармонических колебаний, входящих в состав музыкальных звуков.

Рис. 2. Графическое изображение гармонического колебания (синусоида)



### **Свойства звука**

В звуке различают три основных свойства: *силу, высоту и тембр.*

**Сила звука** зависит от величины амплитуды колебаний. Чем больше амплитуда, т. е. чем шире размах колебаний, тем звук сильнее, и, наоборот, чем меньше размах, тем меньше сила звука. Амплитуда колебаний ветвей звучащего камертона постепенно уменьшается, уменьшается размах колебаний частиц окружающей среды (воздуха) и соответственно — сила звука камертона. Сила звука определяется величиной давления, которое производит звуковая волна на единицу поверхности. Звуковое давление (как и атмосферное) измеряется в *паскалях* (Па), показывающих, какая сила в ньютонах (Н) действует на площадь в квадратных метрах ( $\text{м}^2$ ). Давление в 1 Па =  $1\text{Н}/1\text{м}^2$ . Давление в 1 атмосферу (атм.) приблизительно составляет  $10^5$  паскалей (Па), т. е. 100 000 Па.

На практике оказывается более удобным измерять силу звука не в абсолютных, а в относительных единицах. При этом определяют величину отношения данной силы звука к силе звука, условно принятой за нулевую, т. е. за уровень отсчета. Это отношение часто выражается огромными цифрами, поэтому пользуются его логарифмом, величина которого обозначается в *белах*. Обычно применяется единица в десять раз меньшая — *децибел* (дБ). Если, например, говорят, что сила звука равна 30 дБ, то это значит, что отношение данной силы к силе, условно принятой за нулевую, равно  $10^3$ , т. е. 1000, или, другими словами, данная сила звука в 1000 раз больше нулевой. Вообще, для того чтобы, зная число децибел, определить величину отношения данной силы звука к нулевому уровню, нужно число децибел разделить на 10 и возвести в 10-ю степень, равную полученному частному.

Таблица 1 дает конкретное представление об уровне интенсивности некоторых звуков в децибелах.

*Таблица 1*

## Уровень интенсивности разных звуков

Звук	Уровень его интенсивности (дБ)
Едва слышимый звук (порог слышимости)	0
Шелест листьев при ветре	10
Обычный шепот (около уха)	25-30
Шумовой фон в городе ночью	40
Шум спокойной улицы днем	50-60
Речь средней громкости	60-70
Оркестр, громкая музыка по радио	80
Шум в поезде метро	90
Очень громкая речь (крик)	90
Удары молотка по стальной плите	100
Шум авиационного мотора	120

**Высота звука** зависит от частоты колебаний звучащего тела и измеряется числом полных колебаний в секунду. Звуки с малым числом колебаний в секунду (до 200—300) называют низкими, с большим числом колебаний (выше 2000) — высокими. Число колебаний в секунду обозначается сокращенно *Гц* {герц — по имени физика Герца).

**Тембр звука.** Тембром, или окраской, звука называют то его свойство, благодаря которому можно отличить друг от друга одинаковые по интенсивности и по высоте звуки, издаваемые разными источниками.

Если взять одну и ту же ноту с одной и той же силой на скрипке, на рояле, на трубе, в каждом случае получается свой характерный звук. Ни по высоте, ни по силе эти звуки не отличаются друг от друга, но они разнятся своим оттенком, своей окраской, или, как говорят, своим тембром.

Обертоны и придают звукам *тембровую окраску*.

Количество и относительная сила входящих в состав того или иного звука обертонов зависят в основном от величины и формы резонаторов, участвующих в образовании данного звука. Именно поэтому мы различаем по тембру звуки, издаваемые различными музыкальными инструментами, и голоса людей.

**Громкость звука.** В то время как сила звука является его физическим свойством, громкостью звука обозначают интенсивность слухового ощущения. Будучи, как и всякое ощущение, отражением внешней реальности, в данном случае отражением объективной силы звука, громкость нарастает с увеличением силы звука и, наоборот, убывает с ее уменьшением. Однако здесь нужно учесть некоторые важные особенности, характеризующие соотношение силы и громкости звуков. Во-первых, громкость, как и всякое другое ощущение, нарастает и падает значительно слабее, чем интенсивность раздражителя, т. е. в данном случае слабее, чем интенсивность звука. Так, например, установлено, что увеличение интенсивности звука на 10 дБ, т. е. в 10 раз, сопровождается увеличением громкости лишь в 2 раза. Во-вторых, чувствительность нашего слуха к звукам разной высоты неодинакова, вследствие чего звуки одинаковой

интенсивности, но разной высоты ощущаются нами с разной громкостью. Наконец, в-третьих, необходимо отметить, что ощущение громкости зависит от состояния слухового анализатора и от общего состояния нервной системы. Звуки, которые в нормальных условиях воспринимаются как средние по громкости, при повышенной возбудимости нервной системы могут стать чрезвычайно громкими.

Человек обладает способностью непосредственно оценивать громкость звуков. Примером практического измерения громкости являются известные музыкальные обозначения (латинскими буквами): *пиано-пианиссимо* (ppp), *пианиссимо* (pp), *пиано* (p), *меццо-пиано* (mp), *меццо-форте* (mf), *форте* (f), *фортиссимо* (ff) и *форте-фортиссимо* (fff).

Каждая последующая ступень оценивается приблизительно в два раза громче, чем предыдущая. Большинство людей могут довольно точно определять удвоение громкости звука и уменьшение громкости в два раза. Исследование этой способности используется для характеристики состояния функции коркового отдела слухового анализатора.

### ***Распространение звука в среде***

***Дифракция звука.*** Выше было указано, что звуковая волна, возникшая в определенном месте, распространяется с определенной скоростью во все стороны. Однако свободному распространению звуков обычно мешает целый ряд препятствий, в том числе голова самого человека, воспринимающего звуки. Так возникает дифракция звука, т. е. огибание им препятствий. Низкие звуки, обладающие большей длиной волны, лучше огибают препятствия, чем высокие, поэтому если за стеной или за домом играет оркестр, то звуки низких труб лучше слышны, чем звуки флейт. То же самое происходит, когда оркестр заворачивает за угол: сначала исчезают звуки флейт и кларнетов, а последними — звуки басовых труб и барабана.

***Реверберация.*** В закрытом помещении происходит многократное отражение звуковых волн стенами. Это явление называют *реверберацией*.

Сильная реверберация сообщает излишнюю гулкость помещению. Поэтому для уменьшения отражения звуков стены обивают материей, вешают занавеси, на пол стелют ковры, что способствует частичному поглощению звуков.

Однако при чрезмерном уменьшении реверберации акустические качества помещения ухудшаются: звуки быстро гаснут, становятся как бы бледными, тусклыми. Особым устройством источника звука или приданием особой формы помещению, в котором распространяется звук, последний может быть сделан направленным. Примером такого направления звука является применение рупоров, переговорных трубок, устройство эстрадных «раковин» и т. д.

***Резонанс.*** Если в поле звучания какого-либо источника звука попадает другой способный звучать предмет, то он может стать вторичным излучателем звука, или резонатором; это явление называют *резонансом*. Резонанс бывает особенно резко выраженным, или, как говорят, острым, когда резонатор настроен одинаково (в унисон) с первичным источником звука, т. е. когда период собственных колебаний резонатора и период колебаний звучащего тела одинаковы. Так, например, если открыть крышку рояля, нажать педаль и пропеть над

струнами какой-либо тон, то начнет звучать струна, настроенная на тот же самый тон.

### ***Звуки речи***

Из всех звуков окружающего мира наибольшее значение для человека имеют *звуки речи*. С акустической точки зрения речь представляет собой поток различных звуков, прерывающийся паузами разной длительности. Особенности звуков речи определяются различием их акустических свойств: высоты, силы, тембра и длительности.

Звуки речи делятся на две основные группы — *гласные* и *согласные*. Гласные являются тоновыми звуками, согласные — преимущественно шумовыми.

***Гласные звуки.*** Различие между отдельными гласными определяется характерными для каждого гласного *формантами*. Форманты представляют собой отдельные усиленные области частот, составляющих сложный спектр звуков речи. Так, например, гласный звук *а* независимо от своего основного тона, т. е. независимо от того, на какой высоте голоса он произнесен, имеет характерную для этого звука форманту, охватывающую область от 1000 до 1400 Гц.

Из приведенной ниже таблицы 2 видно, что гласные *у, ы, о* характеризуются низкими формантами (от 200 до 800), а гласные *э, и* — высокими (от 1500 до 4200), для гласного же *а* характерны форманты средней частоты (от 1000 до 1400), так что звуки *у, ы, о* можно условно считать «низкими», в то время как *и, э* являются «высокими» звуками.

Из этой же таблицы видно, что гласные *ы, э* имеют, кроме основных формант, добавочные формантные области, отличающиеся от основных меньшей интенсивностью.

*Таблица 2*

Форматный состав гласных звуков

Звуки	Форманты	
	основная (Гц)	добавочная (Гц)
<b><i>У</i></b>	200-600	1500-2300
<b><i>ы</i></b>	200-600	
<b><i>о</i></b>	400-800	
<b><i>а</i></b>	1000-1400	600-1000
<b><i>э</i></b>	1500 - 2300	
<b><i>и</i></b>	2800-4200	

Согласные **звуки** также обладают определенными акустическими характеристиками, но значительно более сложными. Звуковой анализ звонких согласных, например *б, в, з, ж* и др., показывает наряду с периодическими колебаниями, соответствующими тону голосовых связок, наличие в составе этих звуков непериодических колебаний высокой частоты, не гармоничных по



отношению к основному тону. Что касается глухих согласных, например *n, ш, ц* и др., то в их состав входят только непериодические колебания разной частоты. Согласные *л, м, н* обладают почти правильной периодичностью. Для *p* характерны биения звука с частотой около 20 колебаний в секунду (соответственно частоте вибраций языка) и форманта в области от 200 до 1500 Гц. Согласный *ш* имеет высокую форманту в области от 1200 до 6300 Гц, а согласный *с* — еще более высокую характеристическую область — от 4200 до 8600 Гц. Нужно отметить, что звуковой спектр согласных настолько сложен, что вопрос о физической природе этих звуков не может считаться окончательно разрешенным.

Если в силу каких-либо причин устраняются или ослабляются форманты, характеризующие речевые звуки, то речь становится неразборчивой, даже если она обладает достаточной громкостью. Такое устранение и ослабление формант служит причиной неразборчивости речи при несовершенной радиопередаче и при пользовании низкокачественной звукоусиливающей аппаратурой.

Снижение разборчивости речи за счет устранения высоких формант отмечается также при некоторых формах тугоухости, когда нарушается восприятие высоких тонов.

### **Звукопроводящая и звуковоспринимающая функции слухового анализатора**

Различные части слухового анализатора, или органа слуха, выполняют две различные по характеру функции: 1) *звукопроведение*, т. е. доставку звуковых колебаний к рецептору (окончаниям слухового нерва); 2) *звуковосприятие*, т. е. реакцию нервной ткани на звуковое раздражение.

Функция звукопроведения заключается в передаче составными элементами наружного, среднего и отчасти внутреннего уха физических колебаний из внешней среды к рецепторному аппарату внутреннего уха, т. е. к волосковым клеткам кортиева органа.

Функция звуковосприятия состоит в превращении физической энергии звуковых колебаний в энергию нервного импульса, т. е. в процесс физиологического возбуждения волосковых клеток кортиева органа. Это возбуждение передается затем по волокнам слухового нерва в корковый конец слухового анализатора. Таким образом, звуковосприятие представляет собой сложную функцию трех отделов слухового анализатора и включает не только возбуждение периферического конца, но и передачу возникшего нервного импульса в кору головного мозга, а также превращение этого импульса в слуховое ощущение.

Соответственно двум функциям в слуховом анализаторе различают звукопроводящий и звуковоспринимающий аппараты.

#### ***а) Звукопроведение***

В проведении звуковых колебаний принимают участие ушная раковина, наружный слуховой проход, барабанная перепонка, слуховые косточки, кольцевая связка овального окна, мембрана круглого окна (вторичная барабанная перепонка), жидкость лабиринта (перилимфа), основная мембрана.

У человека роль ушной раковины сравнительно невелика. Она, как рупор, лишь собирает звуковые волны. Однако и в этом отношении ее роль незначительна. Поэтому, когда человек прислушивается к тихим звукам, он приставляет к уху ладонь, благодаря чему поверхность ушной раковины значительно увеличивается.

Звуковые волны, проникнув в слуховой проход, приводят в содружественное колебание барабанную перепонку, которая передает звуковые колебания через цепь слуховых косточек в овальное окно и далее перилимфе внутреннего уха(рис.3).

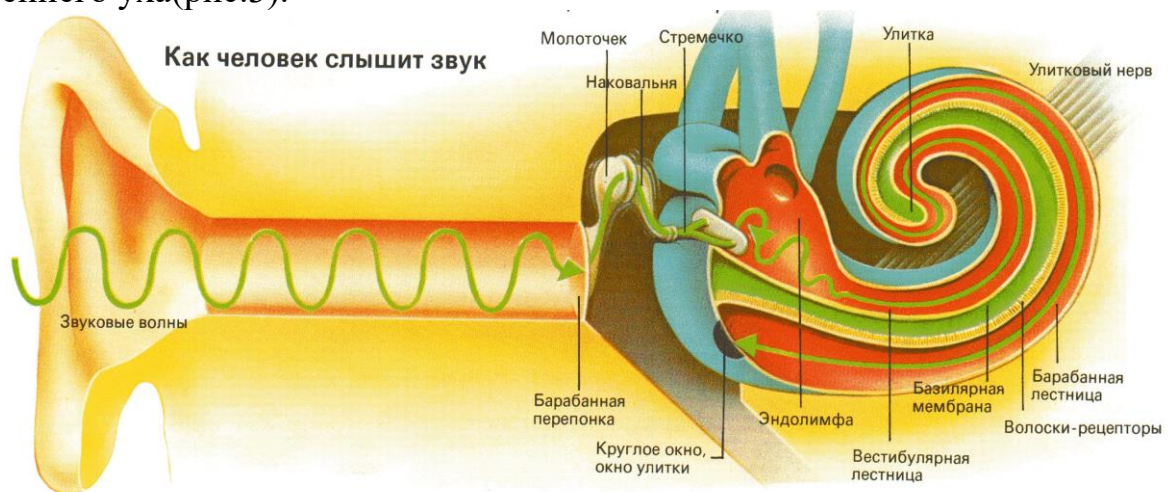


Рис.3.Звукопроводение

Барабанная перепонка и слуховые косточки не просто передают звуковые колебания, поступающие в наружный слуховой проход, а трансформируют их, т. е. превращают воздушные колебания с большой амплитудой и малым давлением в колебания жидкости лабиринта с малой амплитудой и большим давлением.

Эта трансформация достигается благодаря следующим условиям: 1) поверхность барабанной перепонки в 15—20 раз больше площади овального окна; 2) молоточек и наковальня образуют неравноплечий рычаг, так что экскурсии, совершаемые подножной пластинкой стремени, примерно в полтора раза меньше экскурсий рукоятки молоточка.

Общий эффект трансформирующего действия барабанной перепонки и рычажной системы слуховых косточек выражается в увеличении силы звука на 25—30 дБ. Нарушение этого механизма при повреждениях барабанной перепонки и заболеваниях среднего уха ведет к соответствующему снижению слуха, т. е. на 25—30 дБ.

Для нормального функционирования барабанной перепонки и цепи слуховых косточек необходимо, чтобы давление воздуха по обе стороны от барабанной перепонки, т. е. в наружном слуховом проходе и в барабанной полости, было одинаковым.

Это выравнивание давления происходит благодаря вентиляционной функции слуховой трубы, которая соединяет барабанную полость с носоглоткой. При каждом глотательном движении воздух из носоглотки поступает в барабанную полость, и, таким образом, давление воздуха в барабанной полости все время поддерживается на уровне атмосферного, т. е. на том же уровне, что и в наружном слуховом проходе.

К звукопроводящему аппарату относятся также мышцы среднего уха, которые выполняют следующие функции: 1) поддержание нормального тонуса барабанной перепонки и цепи слуховых косточек; 2) защиту внутреннего уха от чрезмерных звуковых раздражений; 3) аккомодацию, т. е. приспособление звукопроводящего аппарата к звукам различной силы и высоты.

При сокращении мышцы, натягивающей барабанную перепонку, слуховая чувствительность повышается, что дает основания считать эту мышцу «настораживающей». Стременная мышца играет противоположную роль — она при своем сокращении ограничивает движения стремени и тем самым как бы приглушает слишком сильные звуки.

Описанный выше механизм передачи звуковых колебаний из внешней среды к внутреннему уху через наружный слуховой проход, барабанную перепонку и цепь слуховых косточек представляет собой *воздушное звукопроведение*. Но звук может доставляться к внутреннему уху и минуя значительную часть этого пути, а именно непосредственно через кости черепа — *костное звукопроведение*. Под влиянием колебаний внешней среды возникают колебательные движения костей черепа, в том числе и костного лабиринта. Эти колебательные движения передаются на жидкость лабиринта (перилимфу). Такая же передача имеет место при непосредственном соприкосновении звучащего тела, например ножки камертона, с костями черепа, а также под воздействием звуков высокой частоты с малой амплитудой колебаний. В наличии костного проведения звуковых колебаний можно убедиться посредством простых опытов: 1) при плотном затыкании обеих ушей пальцами, т. е. при полном прекращении доступа воздушных колебаний через наружные слуховые проходы, восприятие звуков значительно ухудшается, но все же происходит; 2) если ножку звучащего камертона приставить к темени или к сосцевидному отростку, то звучание камертона будет отчетливо слышно и при заткнутых ушах. Костное звукопроведение имеет особое значение в патологии уха. Благодаря этому механизму обеспечивается восприятие звуков, хотя и в резко ослабленном виде, в тех случаях, когда полностью прекращается передача звуковых колебаний через наружное и среднее ухо. Костное звукопроведение осуществляется, в частности, при полной закупорке наружного слухового прохода (например, при серной пробке), а также при заболеваниях, приводящих к неподвижности цепи слуховых косточек (например, при отосклерозе). Как уже сказано, колебания барабанной перепонки передаются через цепь косточек на овальное окно и вызывают перемещения перилимфы, которые распространяются по лестнице преддверия на барабанную лестницу. Эти перемещения жидкости возможны благодаря наличию мембраны круглого окна (вторичной барабанной перепонки), которая при каждом движении пластинки стремени внутрь и соответствующем толчке перилимфы

выпячивается в сторону барабанной полости. В результате перемещений перилимфы возникают колебания основной мембраны и расположенного на ней кортиева органа.

### **б) Звуковосприятие**

При колебании основной мембраны происходит также и перемещение слуховых клеток кортиева органа, сопровождающееся возникновением в них процесса возбуждения, или нервного импульса. Этот момент и является началом слухового восприятия. До этого момента в наружном, среднем и отчасти внутреннем ухе происходит лишь передача физических колебаний, возникших в окружающей среде. При раздражении волосковых клеток кортиева органа происходит превращение физической энергии звуковых колебаний в физиологический процесс нервного возбуждения. В этом превращении и состоит функция кортиева органа как периферического отдела слухового анализатора.

Слуховой орган человека воспринимает звуки различной высоты, т. е. различной частоты колебаний. Область слухового восприятия ограничена звуками, частота которых расположена между 16 колебаниями в секунду — *нижней границей* и 2000 колебаний в секунду — *верхней границей*.

Звуки с частотой ниже 16 колебаний в секунду относятся к *инфразвукам*, выше 20 000 — к *ультразвукам*. Некоторые животные обладают способностью воспринимать значительно более высокие звуки. В последнее время получены данные, свидетельствующие о возможности восприятия человеком ультразвуковых колебаний с частотой до 250 000 Гц и выше посредством костной проводимости.

В пределах области слухового восприятия наше ухо способно различать звуки *по высоте, силе и тембру*. Для объяснения этой способности было высказано несколько теорий. Наиболее распространенной является резонансная теория, предложенная Г. А. Гельмгольцем в 1863 году. Согласно его теории, различение звуков по высоте осуществляется посредством следующего механизма. Волокна основной мембраны благодаря различной длине и неодинаковому натяжению имеют, подобно струнам музыкальных инструментов, свои собственные тоны, и каждое волокно (или группа волокон) приходит в содружественное колебание, или резонирует, только на соответствующий тон. Согласно резонансной теории слуха, на высокие звуки отвечают короткие волокна основной мембраны в основном завитке улитки, а на низкие звуки — длинные волокна в верхнем завитке. Звуки средней высоты приводят в содружественное колебание волокна основной мембраны среднего завитка.

По этой же теории разные по силе звуки вызывают различной силы размахи волокон основной мембраны, а различение тембра основано на способности периферического конца звукового анализатора разлагать сложные звуки на простые тоны.

Для пояснения резонансной теории обычно приводится следующий опыт. Если поднять крышку рояля и произнести на какой-нибудь высоте звук *о*, то в рояле довольно отчетливо повторится этот звук. Гласный *о* состоит, как указывалось, из основного тона и целого ряда обертонов. Оказывается, что в содружественное колебание приходят именно те струны, которые по своей

высоте соответствуют высоте основного тона и обертонов гласного *о*. Согласно резонансной теории, нечто аналогичное должно происходить и в улитке.

Необходимо отметить, что ряд фактов из области физиологии слуха не укладывается в механизм звукопередачи и звуковосприятия, как он трактуется с точки зрения резонансной теории. Наибольшие трудности возникают перед этой теорией при объяснении различения всей совокупности звуков по высоте и по силе, если учесть то обстоятельство, что волокна основной мембраны связаны друг с другом и не способны к изолированным колебаниям.

Для устранения этих затруднений в резонансную теорию в дальнейшем были внесены некоторые дополнения и уточнения. В настоящее время наибольшим признанием пользуется теория, которая предполагает, что при действии звука колеблются не только резонирующие на данную частоту волокна, но и другие волокна основной мембраны. При этом максимум резонанса перемещается на основной мембране соответственно частоте колебаний воздействующего звука, а ощущение высоты звука определяется местом максимальной амплитуды колебаний основной мембраны. При высоких звуках максимальная деформация основной мембраны, а следовательно, и максимальное раздражение рецепторных клеток кортиева органа происходит в области основного завитка улитки, а при низких — в области ее верхушки. Что касается различения звуков по силе, то оно, согласно современным взглядам, объясняется вовлечением в нервный процесс различного числа клеток кортиева органа: чем звук сильнее, тем большее число клеток посылает в мозг нервные импульсы.

Наличие пространственного распределения восприятия звуков в улитке было убедительно доказано опытами на собаках, проведенными Л.А. Андреевым в лаборатории И.П. Павлова, по методу условных рефлексов. Эти опыты показали, что при нанесении повреждения в определенном отделе основной мембраны и кортиева органа исчезает выработанная на определенный тон условно-рефлекторная реакция, а именно повреждение в основном завитке улитки сопровождается потерей восприятия высоких тонов, и наоборот, при повреждении в верхнем завитке исчезает реакция на низкие тоны.

Локализация восприятия звуков разной высоты в различных частях улитки подтверждается также и микроскопическим исследованием внутреннего уха людей, имеющих частичное выпадение восприятия тех или иных тонов: исследование обнаруживает в таких случаях повреждение соответствующих частей кортиева органа.

Новейшие экспериментальные исследования установили, что в улитке при звуковом раздражении возникают переменные электрические токи, которые по своему ритму и величине полностью повторяют частоту и силу звуковых колебаний. Таким образом, улитка как бы выполняет роль микрофона, преобразующего механические колебания в электрические. Такого рода эксперимент заключается в том, что у животного хирургическим путем обнажают область круглого окна улитки и приставляют к этому месту один электрод (другой электрод укрепляется на шее), после чего подвергают ухо животного воздействию каких-либо звуков. Если отвести от улитки, возникающие в ней при воздействии звуков электрические токи и провести их через мощный усилитель,



то при помощи телефона или громкоговорителя можно вновь преобразовать эти электрические колебания в звуковые. При этом телефон и громкоговоритель с большой четкостью воспроизводят звуки, в частности речь, воздействию которых подвергалось ухо экспериментального животного. Это явление получило название *микрофонного эффекта улитки*. Удалось получить аналогичный феномен и у человека при наличии большого прободения барабанной перепонки.

Электрофизиологические исследования дают основания предполагать, что различные волокна слухового нерва проводят возбуждения, соответствующие различным по высоте звукам, т. е. пространственное распределение проведения звуков различной высоты существует, по-видимому, и в самом нерве.

Некоторые исследователи полагают, что волокна, по которым проводятся возбуждения, соответствующие низким звукам, расположены по периферии нервного ствола, а волокна, проводящие высокие звуки, расположены более центрально. Импульсы, возникающие при воздействии звуковых раздражений, поступают по проводящим нервным путям в подкорковые и корковые слуховые центры. Раздражение подкорковых слуховых центров вызывает рефлекторные реакции, протекающие по типу безусловного рефлекса. К числу таких рефлекторных реакций, возникающих при воздействии звуков, относятся, например, расширение зрачков, смыкание век, поворот головы.

В коре височных долей больших полушарий головного мозга осуществляется высший анализ и синтез звуковых раздражений. Как показали экспериментальные исследования И.П. Павлова и его учеников, реакция на звук и элементарная дифференциация звуков сохраняются у собак и после удаления височных долей мозга. Эти опыты доказали, что рассеянные элементы слухового анализатора имеются и за пределами височных долей, но эти элементы обеспечивают лишь простейший анализ и синтез звуковых раздражений.

Таким образом, слуховой аппарат нужно рассматривать как целостно действующий, единый в функциональном отношении звуковой анализатор, различные части которого выполняют различную работу. Периферический конец производит первичный анализ и преобразует физическую энергию звука в специфическую энергию нервного возбуждения; проводящие нервные пути передают возбуждение в мозговые центры, и, наконец, в коре головного мозга производится превращение энергии нервного возбуждения в ощущение. Кора головного мозга играет ведущую роль в работе звукового анализатора.

Выключение слуховой области коры одного полушария ведет к двустороннему понижению слуха, но главным образом на противоположное ухо. Выключение слуховых областей обоих полушарий ведет к полному нарушению коркового анализа и синтеза звуковых раздражений, причем элементарная реакция на звук (ориентировочный рефлекс, глазодвигательные рефлексы) может сохраниться.

Специфической особенностью слуха человека является способность воспринимать звуки речи не только как физические явления, но и как смысловозначительные единицы — фонемы. Эта способность обеспечивается наличием у человека *сенсорного* (чувствительного) *центра речи*, расположенного в заднем отделе верхней височной извилины левого полушария головного мозга.

При выключении этого центра нарушается анализ и синтез сложных звуковых комплексов, составляющих словесную речь. Восприятие тонов и шумов, входящих в состав речи, может в этих случаях сохраниться, но различение этих тонов и шумов именно как речевых звуков становится невозможным, в результате чего нарушается понимание речи — возникает *сенсорная афазия* («словесная глухота»). У левшей сенсорный центр речи находится в правом полушарии.

### **Чувствительность органа слуха**

Наш слуховой орган отличается очень высокой чувствительностью. При нормальном слухе мы способны различать звуки, вызывающие ничтожно малые (исчисляемые в долях микрона) колебания барабанной перепонки.

Чувствительность слухового анализатора к звукам различной высоты неодинакова. Человеческое ухо наиболее чувствительно к звукам с частотой колебаний от 1000 до 3000. По мере понижения или повышения частоты колебаний чувствительность падает. Особенно резкое падение чувствительности отмечается в области самых низких и самых высоких звуков.

С возрастом слуховая чувствительность изменяется. Наибольшая острота слуха наблюдается у 15—20-летних, а затем она постепенно падает. Зона наибольшей чувствительности до 40-летнего возраста находится в области 3000 Гц, от 40 до 60 лет в области 2000 Гц, а старше 60 лет — в области 1000 Гц.

Минимальная сила звука, способная вызвать ощущение едва слышимого звука, называется *порогом слышимости*, или *порогом слухового ощущения*. Чем меньше величина звуковой энергии, необходимая для получения ощущения едва слышимого звука, т. е. чем ниже порог слухового ощущения, тем, стало быть, выше чувствительность уха к данному звуку. Из сказанного вытекает, что в области средних частот (от 1000 до 3000 Гц) пороги слухового восприятия оказываются наиболее низкими, а в области низких и высоких частот пороги повышаются.

При нормальном слухе величина порога слухового ощущения равна 0 дБ. Необходимо помнить, что нуль децибел означает не отсутствие звука (не «нуль звука»), а нулевой уровень, т. е. уровень отсчета при измерении интенсивности воспринимаемых звуков, и соответствует пороговой интенсивности при нормальном слухе.

Нулевым уровнем силы звука принято считать величину давления, соответствующего порогу слухового ощущения при нормальном слухе для тона в 1000 Гц. Величина этого давления равна 20,4 Па.

При увеличении силы звука ощущение громкости звука усиливается, но при достижении силы звука определенной величины нарастание громкости прекращается и появляется ощущение давления или даже боли в ухе. Сила звука, при которой появляется ощущение давления или боли, называется *порогом неприятного ощущения (болевым порогом), порогом дискомфорта*.

Расстояние между порогом слухового ощущения и порогом дискомфорта оказывается наибольшим в области средних частот (1000—3000 Гц) и достигает здесь 130 дБ, т. е. отношение максимальной выносимой для уха силы звука к минимальной ощущаемой силе равно  $10^{13}$ .

Эта способность слухового анализатора поистине удивительна. В технике нельзя найти пример, когда один и тот же прибор мог бы регистрировать воздействия, величина которых разнилась бы на такие астрономические цифры. Если бы можно было сконструировать весы, обладающие таким же диапазоном чувствительности, как ухо человека, то на этих весах можно было бы взвешивать тяжести от 1 миллиграмма до 10 000 тонн.

Чувствительность слухового анализатора характеризуется не только величиной порога восприятия, но и величиной *разностного*, или *дифференциального*, порога. Разностным порогом частоты называют минимальный, едва заметный для слуха прирост частоты звука к его первоначальной частоте.

Разностные пороги оказываются наименьшими в диапазоне от 500 до 5000 Гц и выражаются здесь цифрой 0,003. Это значит, что изменение, например, частоты 1000 Гц на 3 Гц уже ощущается ухом человека как другой звук.

Разностным порогом силы звука называют минимальный прирост силы звука, дающий едва заметное усиление громкости первоначального звука. Разностные пороги силы звука равны в среднем 0,1—0,12, т. е. для того, чтобы звук ощущался как более громкий, его надо усилить на 0,1 первоначальной величины, или на 1 дБ.

Таким образом, *область слухового восприятия* у нормально слышащего человека ограничена по частоте и по силе звука. По частоте эта область охватывает диапазон от 16 до 25 000 Гц (частотный диапазон слуха), а по силе — до 130 дБ (динамический диапазон слуха).

Принято считать, что область речи, т. е. частотный и динамический диапазон, необходимый для восприятия звуков речи, занимает лишь небольшую часть всей области слухового восприятия, а именно по частоте от 500 до 600 Гц и по силе от 50 до 90 дБ над порогом слышимости. Такое ограничение области речи по частоте и интенсивности может быть, однако, принято лишь весьма условно, так как оно оказывается действительным только в отношении наиболее важной для понимания речи области воспринимаемых звуков, но далеко не охватывает всех звуков, входящих в состав речи.

В самом деле, целый ряд звуков речи, как, например, согласные *с*, *з*, *ц*, содержит форманты, лежащие значительно выше 3000 Гц, а именно до 8600 Гц. Что касается динамического диапазона, то нужно учитывать, что уровень интенсивности тихого шепота соответствует 10—15 дБ, а в громкой речи имеются такие составные элементы, интенсивность которых не превышает уровня обычной шепотной речи, т. е. 25 дБ. К их числу относятся, например, некоторые глухие согласные. Следовательно, для полноценного различения на слух всех звуков речи необходима сохранность всей или почти всей области слухового восприятия, как в отношении частоты, так и в отношении интенсивности звука.

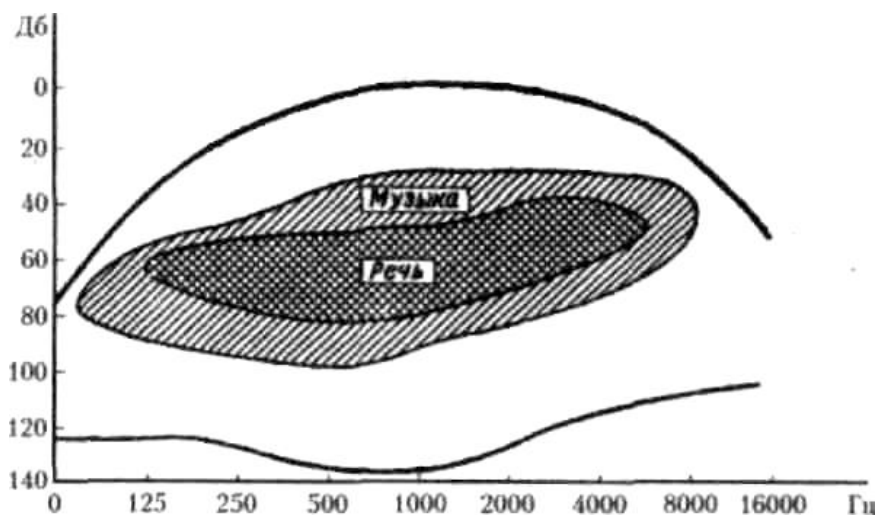


Рис. 4. Область слухового восприятия

На рисунке 3 представлена область звуков, воспринимаемых нормальным ухом человека. Верхняя кривая изображает порог слышимости звуков различной частоты, нижняя кривая — порог неприятного ощущения. Между этими кривыми располагается область слухового восприятия, т. е. весь диапазон слышимых человеком звуков. Заштрихованные части диаграммы обнимают область наиболее часто встречающихся звуков музыки и речи.

**Слуховая адаптация и слуховое утомление. Звуковая травма.** При воздействии звуковых раздражений происходит временное понижение чувствительности органа слуха. Так, например, выйдя на шумную улицу, человек, обладающий нормальным слухом, ощущает шум улицы как очень громкий, соответственно его действительной интенсивности. Однако через некоторое время уличный шум ощущается уже как менее громкий, хотя фактически интенсивность шума не изменяется. Это снижение ощущения громкости является следствием понижения чувствительности слухового анализатора в результате воздействия сильного звукового раздражителя. После прекращения воздействия шума, когда, например, человек входит с шумной улицы в тихое помещение, чувствительность слухового органа быстро восстанавливается, и, выйдя вновь на улицу, человек опять будет ощущать уличный шум как очень громкий. Такое временное снижение чувствительности получило название *адаптации*. Адаптация является защитно-приспособительной реакцией организма, предохраняющей нервные элементы слухового анализатора от истощения под воздействием сильного раздражителя. Понижение слуховой чувствительности при адаптации очень кратковременно. После прекращения звукового раздражения чувствительность органа слуха восстанавливается через несколько секунд.

Изменение чувствительности в процессе адаптации происходит и в периферическом, и в центральном концах слухового анализатора. Об этом свидетельствует тот факт, что при воздействии звука на одно ухо чувствительность изменяется в обоих ушах.

При интенсивном и длительном (например, в течение нескольких часов) раздражении слухового анализатора наступает слуховое утомление. Оно характеризуется значительным понижением слуховой чувствительности, которая восстанавливается лишь после более или менее продолжительного отдыха. Если

при адаптации чувствительность восстанавливается в течение нескольких секунд, то для восстановления чувствительности при утомлении слухового анализатора требуется время, измеряемое часами, а иногда и сутками. При частом и длительном (в течение нескольких месяцев или лет) перераздражении слухового анализатора в нем могут возникнуть необратимые патологические изменения, приводящие к стойкому нарушению слуха (шумовое поражение слухового органа).

При очень большой мощности звука, даже при кратковременном его воздействии, может возникнуть *звуковая травма*, сопровождающаяся иногда нарушением анатомической структуры среднего и внутреннего уха.

**Маскировка звука.** Если какой-либо звук воспринимается на фоне действия другого звука, то первый звук ощущается менее громким, чем в тишине: он как бы заглушается другим звуком.

Так, например, в шумном цехе, в поезде метро отмечается значительное ухудшение восприятия речи, а некоторые слабые звуки в условиях шумового фона совсем не воспринимаются.

Это явление называется *маскировкой звука*. Для звуков разной высоты маскировка выражена неодинаково. Высокие звуки сильно маскируются низкими и, наоборот, сами оказывают очень небольшое маскирующее действие на низкие звуки. Наиболее сильно выражено маскирующее влияние звуков, близких по высоте к маскируемому звуку. На практике приходится часто иметь дело с маскирующим действием различных шумов. Так, например, шум городской улицы оказывает заглушающее (маскирующее) действие, достигающее днем 50—60 дБ.

**Бинауральный слух.** Наличие двух ушей обуславливает способность определять направление источника звука. Эта способность получила название *бинаурального (двуушного) слуха*, или *ототопики*.

Для объяснения этого свойства слухового анализатора высказано три суждения: 1) ухо, расположенное ближе к источнику звука, воспринимает звук сильнее, чем противоположное; 2) ухо, находящееся ближе к источнику звука, воспринимает его несколько раньше; 3) звуковые колебания доходят до обеих ушей в разных фазах. По-видимому, способность различать направление звука обусловлена совместным действием всех трех факторов.

Для точного определения направления источника звука необходимо, чтобы слух на оба уха был одинаковым. Слух может быть и пониженным, но при одинаковом понижении на оба уха. Если звук будет услышан, то и направление его будет определено правильно.

Следует отметить, что и при асимметричном слухе на оба уха и даже при полной глухоте на одно ухо известная способность к определению направления источника звука может быть выработана путем специальной тренировки.

Слуховой анализатор обладает способностью не только различать направление звука, но и определять местоположение его источника, т. е. оценивать расстояние, на котором находится источник звука.

Бинауральный слух дает также возможность воспринимать сложные звуковые комплексы, когда звук приходит одновременно с разных сторон, и определять при этом положение источников звука в пространстве (стереофония).

### **Основные этапы развития слуха у ребенка**

Слуховой анализатор человека начинает функционировать уже с момента его рождения. При воздействии звуков достаточной громкости у новорожденных можно наблюдать ответные реакции, протекающие по типу безусловных рефлексов и проявляющиеся в виде изменений дыхания и пульса, задержки сосательных движений и пр. В конце первого и начале второго месяцев жизни у ребенка образуются уже условные рефлексы на звуковые раздражители. Путём многократного подкрепления какого-либо звукового сигнала (например, звука колокольчика) кормлением можно выработать у ребенка, условную реакцию в виде возникновения сосательных движений в ответ на звуковое раздражение. Очень рано (на третьем месяце) ребенок уже начинает различать звуки по их качеству (по тембру, по высоте). По новейшим исследованиям, первичное различение звуков, резко отличающихся друг от друга по характеру (например, шумов и стуков — от музыкальных тонов, а также различение тонов в пределах смежных октав), можно наблюдать даже порожденных. По этим же данным, у новорожденных отмечается также возможность определения направления звука. В последующем периоде способность к дифференцированию звуков получает дальнейшее развитие и распространяется на голос и элементы речи. Ребенок начинает по-разному реагировать на различные интонации и различные слова, однако последние воспринимаются им на первых порах недостаточно расчлененно. В течение второго и третьего годов жизни, в связи с формированием у ребенка речи, происходит дальнейшее развитие его слуховой функции, характеризующееся постепенным уточнением восприятия звукового состава речи. В конце первого года ребенок обычно различает слова и фразы преимущественно по их ритмическому контуру и интонационной окраске, а к концу второго и началу третьего года он обладает уже способностью различать на слух все звуки речи. При этом развитие дифференцированного слухового восприятия звуков речи происходит в тесном взаимодействии с развитием произносительной стороны речи. Это взаимодействие носит двусторонний характер. С одной стороны, дифференцированность произношения зависит от состояния слуховой функции, а с другой стороны — умение произнести тот или иной звук речи облегчает ребенку различение его на слух. Следует, однако, отметить, что в норме развитие слуховой дифференциации предшествует уточнению произносительных навыков. Это обстоятельство находит свое отражение в том, что дети 2—3 лет, полностью различая на слух звуковую структуру слов, не могут ее воспроизвести даже отраженно. Если предложить такому ребенку повторить, например, слово карандаш, он воспроизведет его как «каландас», но стоит взрослому сказать вместо карандаш «каландас», как ребенок сразу же определит фальшь в произношении взрослого.

Можно считать, что формирование так называемого речевого слуха, т. е. способности различать на слух звуковой состав речи, заканчивается к началу третьего года жизни. Однако совершенствование других сторон слуховой

функции (музыкальный слух, способность к различению всякого рода шумов, связанных с работой некоторых механизмов, и т. п.) может происходить не только у детей, но и у взрослых в связи со специальными видами деятельности.

#### 4 Особенности исследования слуховой функции у детей

Основная задача исследования слуха у детей. Объективные и психоакустические методы исследования слуха. Особенности исследования слуха у детей. Исследование слуха шепотом и громкой речью. Исследование слуха камертонами. Исследование слуха аудиометром. Речевая аудиометрия. Акустическая импедансометрия (позволяет определить характер и степень нарушения звукопроводящего аппарата среднего уха). Особенности проведения обследования этим методом.

**Основные понятия:** психоакустические методы, камертон, аудиометр, тональная аудиометрия, рефлекторная аудиометрия, акустическая импедансометрия.

#### **Основная задача исследования слуха у детей.**

Основной задачей исследования слуха является определение остроты слуха, т. е. чувствительности уха к звукам разной частоты. Так как чувствительность уха определяется порогом слуха для данной частоты, то практически исследование слуха заключается главным образом в определении порогов восприятия для звуков разной частоты.

#### **Особенности исследования слуха у детей.**

Исследованию слуха у детей должно быть предпослано собирание кратких анамнестических сведений: течение раннего физического развития ребенка, речевое развитие, время и причины потери слуха, характер потери речи (одновременно с глухотой или через некоторое время, сразу или постепенно), условия воспитания ребенка.

В различные периоды жизни ребенка возникновение тугоухости и глухоты бывает связано с определенными типичными причинами, позволяющими выделить группы риска. Например: причины, влияющие на слуховую функцию плода в период беременности (врожденная тугоухость и глухота), — это токсикоз, угроза выкидыша и преждевременных родов, резус-конфликт матери и плода, нефропатия, опухоли матки, заболевания матери во время беременности, прежде всего, такие как краснуха, грипп, лечение ототоксическими препаратами. Часто глухота наступает при патологических родах — преждевременных, стремительных, затяжных с наложением щипцов, при кесаревом сечении, частичной отслойке плаценты и т. д. Для глухоты, наступающей в раннем неонатальном периоде, характерны гипербилирубинемия, связанная с гемолитической болезнью новорожденных, недоношенность, врожденные пороки развития и т. д.



В грудном и раннем детском возрасте факторами риска являются перенесенный сепсис, лихорадочное состояние после родов, вирусные инфекции (краснуха, ветряная оспа, корь, паротит, грипп), менингоэнцефалит, осложнения после прививок, воспалительные болезни уха, черепно-мозговые травмы, лечение ототоксическими препаратами и т.д. Влияет на врожденную глухоту и наследственность.

Большое значение для первоначального суждения о состоянии слуха у ребенка с подозрением на наследственную тугоухость имеет *материнский анамнез*:

— при опросе родителей ребенка в возрасте до 4 месяцев выясняется: пробуждают ли спящего неожиданные громкие звуки, вздрагивает ли он или плачет; для этого же возраста характерным является так называемый рефлекс Моро. Он проявляется разведением и сведением рук (рефлекс обхватывания) и вытягиванием ног при сильном звуковом раздражении;

— для ориентировочного выявления нарушений слуха используется врожденный сосательный рефлекс, который происходит в определенном ритме (так же, как и глотание). Изменение этого ритма при звуковом воздействии обычно улавливается матерью и свидетельствует о наличии слуха. Конечно, все эти ориентировочные рефлексы скорее определяются родителями. Однако эти рефлексы характеризуются быстрым угасанием, а это означает, что при частом повторении рефлекс может перестать воспроизводиться. В возрасте от 4 до 7 месяцев ребенок обычно делает попытки поворачиваться к источнику звука, т. е. уже определяет его локализацию. В 7 месяцев он дифференцирует определенные звуки, реагирует даже, если не видит источника. К 12 месяцам у ребенка начинаются попытки речевых ответов («гуление»).

Для исследования слуха детей в возрасте от 4—5 лет используются те же методы, что и для взрослых. Начиная с 4—5-летнего возраста ребенок хорошо понимает, что от него хотят, и дает обычно достоверные ответы. Однако и в этом случае необходимо учитывать некоторые особенности детского возраста. Так, хотя исследование слуха *шепотной* и *разговорной речью* является весьма простым, надо соблюдать точные правила его проведения, чтобы получить правильное суждение о состоянии слуховой функции ребенка. Знание именно этого метода особенно важно, так как оно может быть проведено врачом самостоятельно, а выявление какой-либо потери слуха является основанием для направления к специалисту. Кроме того, следует учитывать и ряд особенностей психологического характера, имеющих место при исследовании данной методикой именно в детском возрасте.

Прежде всего, очень важно, чтобы между врачом и ребенком возникло доверие, так как иначе малыш просто не станет отвечать на вопросы. Лучше придать диалогу характер игры с вовлечением в нее Кого-либо из родителей.

В начале можно, обращаясь к ребенку, в какой-то степени заинтересовать его, например, таким вопросом: «Интересно, услышишь ли ты то, что я сейчас скажу очень тихим голосом?» Обычно дети искренне радуются, если могут повторить слово, и охотно вовлекаются в процесс исследования. И, наоборот, огорчаются или замыкаются в себе, если не слышат слова с первого раза.

У детей нужно начинать исследование с близкого расстояния, лишь потом его увеличивая. Второе ухо обычно заглушают для исключения переслушивания. У взрослых дело обстоит просто: применяется специальная трещетка. У детей ее использование обычно вызывает испуг, поэтому заглушение вызывается легким надавливанием на козелок с его поглаживанием, что лучше делать родителям. Исследование слуха должно проводиться в условиях полной тишины, в изолированном от посторонних шумов помещении. Чтобы исключить возможность вибрационного восприятия звуков, под ноги исследуемому ребенку надо постелить мягкий коврик, а также проследить, чтобы перед глазами ребенка не оказалось зеркала или какой-либо другой отражающей поверхности, что позволило бы ему наблюдать за действиями исследующего слух.

Чтобы исключить или хотя бы уменьшить реакцию ребенка и для более быстрого установления контакта с ним, исследование слуха рекомендуется проводить в присутствии родителей или педагога. При резко негативном отношении ребенка к исследованию может оказаться полезным проведение в его присутствии исследования слуха у других детей, после чего негативизм обычно снимается.

Перед исследованием нужно объяснить ребенку, как он должен реагировать на слышимый звук (обернуться, указать на источник звука, воспроизвести услышанный звук или слово, поднять руку, нажать сигнальную кнопку аудиометра и т.д.). Для исключения тактильного ощущения от воздушной струи и возможности считывания с губ при исследовании слуха голосом и речью нужно пользоваться экраном, закрывающим лицо исследующего. Таким экраном может служить кусок картона или лист бумаги. Исследование слуха у детей сопряжено с большими трудностями. Они обусловлены тем, что малыши не могут сосредоточиться на одной деятельности и легко отвлекаются. Поэтому исследование слуха у маленьких детей нужно проводить в занимательной форме, например в форме игры.

При исследовании слуха у детей дошкольного и младшего дошкольного возраста (2—4 лет) можно уже использовать речь, а также различные звучащие игрушки.

Исследование слухового восприятия голоса соединяется с определением способности у детей различать гласные, которые вначале берутся в определенной последовательности, с учетом степени их слышимости, например *а, о, э, и, у, ы*, а затем, во избежание угадывания, предлагаются в произвольном порядке. С этой же целью можно применять дифтонги *ау, уа* и т. п. Исследуется также различение согласных в словах, отличающихся друг от друга одним согласным звуком, либо в слогах.

При исследовании слухового восприятия таких элементов речи, как слова и фразы, используется материал, отвечающий уровню речевого развития детей. Наиболее элементарным материалом являются такие, например, слова и фразы, как имя ребенка, например: *Ваня, мама, папа, дедушка, бабушка, барабан, собака, кошка, дома, Вова упал* и т. п.

При исследовании слуха на голос и элементы речи применяется разговорный, а затем громкий голос. Для лучшей сравнимости результатов повторных исследований желательно, чтобы эти исследования проводились одним и тем же лицом.

При исследовании голосом и речью применяются такие расстояния: у самой ушной раковины (условно обозначается у/р) 0,5; 1; 2 и более метров.

Различение элементов речи лучше всего проводить с помощью картинок: при произнесении исследующим того или иного слова ребенок должен показать соответствующую картинку. При исследовании слуха на речь у детей, еще только начинающих говорить, можно использовать звукоподражания: «ам-ам» или «ав-ав» (собака), «мяу» (кошка), «му» (корова), «тпру» (лошадь), «ту-ту» или «би-би» (автомобиль) и т. д.

Для исследования фонематического слуха, т. е. способности отличать друг от друга отдельные сходные между собой в акустическом отношении речевые звуки (фонемы), необходимо, где это возможно использовать специально подобранные, доступные по смыслу пары слов, которые отличались бы друг от друга фонетически лишь звуками сами, дифференциация которых исследуется. В качестве подобных нар могут быть использованы, например, такие, как *жар — шар, чашка — шашка, точка — дочка, почка — бочка, коза — коса* и т. д.

Такого рода пары слов могут быть с успехом применены и для исследования способности дифференциации гласных фонем. Вот некоторые примеры: *палка — полка, дом — дым, стол — стул, мишка — мышка, мушка — мушка* и т. д.

При невозможности подобрать соответствующие пары слов исследование различения согласных звуков можно проводить на материале слогов типа *ама, она, аля, авя* и пр.

Проведение камертонального и аудиометрического исследований у детей до 4—5 лет практически неосуществимо и удается лишь как редкое исключение. У старших дошкольников во многих случаях удается провести исследование слуха камертонами или аудиометром, однако такое исследование требует некоторых подготовительных приемов.

Перед исследованием нужно объяснить ребенку, что от него требуется. Вначале производят ориентировочное исследование, т. е. выясняют, понял ли ребенок задание. Для этого подносят к исследуемому уху камертон, звучащий с максимальной громкостью, или громко звучащий телефонный наушник аудиометра и, получив сигнал (словесный или поднятием руки) о наличии звука, тотчас же незаметно для испытуемого заглушают камертон прикосновением пальца к его браншам или выключают звук аудиометра. Если испытуемый сигнализирует при этом о прекращении слышимости, значит, он правильно понял задание и правильно реагирует на наличие звукового раздражителя и его отсутствие.

Иногда приходится потратить много времени, чтобы ребенок начал реагировать на звучание камертона или аудиометра, а в ряде случаев такая реакция вырабатывается только при повторных исследованиях. Особые трудности возникают при исследовании слухового восприятия у детей, не

владеющих речью и не обнаруживающих явных остатков слуха. Применение аудиометра и камертонов часто не приводит к цели, так как дети могут не понять поставленной перед ними задачи. Поэтому первичное исследование таких детей лучше проводить с помощью звучащих игрушек и голоса. Поведение ребенка, манипулирующего звучащими игрушками, а также отсутствие или наличие реакции на внезапно издаваемый игрушкой звук помогают определить, имеется ли у ребенка слух.

В качестве звучащих предметов могут быть использованы музыкальные инструменты: барабан, бубен, треугольник, гармошка, металлофон, дудка, свисток, звонок, а также изображающие животных звучащие игрушки, издающие звуки разной тональности. Вначале ребенку дают возможность познакомиться с этими предметами и их звучанием, подержать в руках, а потом приводят в звучание одну из игрушек аналогичного комплекта так, чтобы ребенок этого не видел, и просят его показать, какой предмет звучал.

При использовании звучащих игрушек можно рекомендовать такой прием. Ребенку дают две аналогичные игрушки: две дудки, две гармошки, два петуха, две коровы и т. д. Одна из этих игрушек звучит, другая — испорчена. В большинстве случаев удастся заметить отчетливую разницу в поведении глухого ребенка и ребенка, имеющего более или менее значительные остатки слуха. Слышащий ребенок обычно легко обнаруживает, что одна из игрушек не звучит, и начинает манипулировать только звучащей. Глухой либо уделяет одинаковое внимание обеим игрушкам, либо обе оставляет без внимания.

Если ребенок не обнаруживает реакции даже на очень громкие звуки (окрик или громко звучащие игрушки) и в то же время четко реагирует на вибрационные раздражители, например, оборачивается при постукивании ногой по полу или на стук двери, то можно со значительной долей вероятности вывести заключение о наличии глухоты.

Отсутствие реакции на такие раздражители, как стук двери, удар по столу, топанье ногой по полу, может свидетельствовать не только о глухоте, но и о нарушении других видов чувствительности либо о резком снижении общей реактивности. В этих случаях ребенок должен быть обследован психоневрологом.

При исследовании слуха у детей часто применяют хлопанье в ладоши за спиной ребенка. Этот прием недостаточно надежен, поскольку ответная реакция в виде поворота головы может возникнуть и у глухого ребенка в результате воздействия на кожные покровы толчков воздуха.

Вообще же следует подчеркнуть, что однократное первичное исследование слуха у детей редко дает вполне надежные результаты. Очень часто требуются повторные исследования, а иногда окончательное заключение о степени нарушения слуха у ребенка может быть дано лишь после длительного (полугодового) наблюдения в процессе воспитания и обучения в специальном учреждении для детей с нарушениями слуха.

При исследовании восприятия глухими и слабослышащими детьми элементов речи соответствующий речевой материал (фонемы и I слова) предлагается вначале для различения одновременно на слух, по чтению с губ и с использованием тактильно-вибрационного восприятия. Исследующий громко

произносит фонему или слово, а ребенок слушает, смотрит на лицо исследующего и держит одну руку на груди исследующего, другую — на своей груди. Лишь, после того как ребенок начнет уверенно дифференцировать элементы речи при таком комплексном восприятии, можно перейти к исследованию восприятия их только на слух.

Исследование слуха при помощи речи у детей с нарушениями слуха и речи не может, как правило, выявить истинное состояние слуховой чувствительности. У этой категории детей различение на слух элементов речи, находясь в прямой зависимости от степени нарушения слуха, стоит в то же время в связи с речевым развитием. Ребенок с пониженным слухом, владеющий словесной речью, дифференцирует в предъявляемых ему элементах речи все или почти все акустические различия, доступные его слуху, так как эти различия имеют для него сигнальное (смыслоразличительное) значение. Другое дело — ребенок, не владеющий речью или владеющий ею лишь в зачаточной форме. Даже в тех случаях, когда тот или иной элемент речи является по своей акустической характеристике доступным его слуховому восприятию, он может таким ребенком не распознаться в силу отсутствия или недостаточного укрепления его сигнального значения. Таким образом, исследование слуха при помощи речи у детей с нарушением речевого развития дает лишь общее представление о том, как ребенок реализует в данный момент свои слуховые возможности для различения тех или иных элементов речи.

Для точного определения слуховой чувствительности и объема слухового восприятия служит аудиометрия. Однако применение обычной аудиометрии у детей с нарушением слуха и речи встречает значительные трудности, которые обусловлены двумя основными причинами: во-первых, такие дети не всегда понимают речевую инструкцию, в которой разъясняется предъявляемая ребенку задача и способы его реагирования на звуковые сигналы, а во-вторых, у таких детей обычно отсутствуют навыки прислушивания к звукам малой интенсивности. В этих случаях ребенок реагирует на звук не при минимальной (пороговой) его силе, а при некотором, иногда довольно значительном превышении пороговой интенсивности.

Таким образом, исследование слуховой функции детей даже в возрасте 4—5 лет представляет значительные трудности по сравнению с исследованием взрослых, хотя они основаны так же на ответах обследуемого. Все эти методы с использованием речи, камертонов или аудиометров называются **психофизическими**.

Однако, к сожалению, эти психофизические методы могут быть использованы у детей не ранее 4—5 лет жизни, ибо до этого возраста ребенок, как правило, не в состоянии дать правильный ответ. Между тем именно в этом и даже более раннем возрасте существует настоятельная необходимость выявления тугоухости, поскольку она самым тесным образом связана с развитием речевой функции и интеллекта ребенка. Кроме того, 80% нарушений слуха возникает у детей па 1 —2-м году жизни. Основная проблема здесь в том, что запоздалая диагностика тугоухости приводит к несвоевременному началу лечения, а, следовательно, к поздней реабилитации, задержке формирования речи у ребенка.

Современная концепция проведения сурдопедагогической работы и слухопротезирования основана также на более раннем начале обучения.

*Оптимальным для слухопротезирования* считается возраст 1 — 1,5 года ребенка. Если это время упускается, что, к сожалению, происходит у каждого третьего пациента, научить речи его уже гораздо труднее — значит, у ребенка больше шансов стать глухонемым.

Во всей этой многогранной проблеме один из самых важных вопросов — ранняя диагностика тугоухости, которая находится в сфере деятельности врача-педиатра и отоларинголога. До последнего времени эта задача оставалась почти неразрешимой. Как уже отмечалось, основная сложность заключалась в необходимости проведения объективного исследования, основанного не на ответах ребенка, а каких-то иных критериях, не зависящих от его сознания.

При исследовании слуха у детей грудного и раннего возраста методы основаны на регистрации какого-то ответа (двигательной реакции, изменении электрического потенциала и т. д.) на звуковое раздражение, не зависящего от сознания ребенка.

### **Исследование слуха речью.**

Хотя исследование слуха с помощью шепотной и разговорной речи весьма просто, следует соблюдать правила его проведения, чтобы получить правильное суждение о слуховой функции ребенка. Знание этого метода для педиатра особенно важно, поскольку это исследование он может провести самостоятельно, а выявление снижения слуха становится основанием для направления ребенка к специалисту. Кроме того, следует учитывать и ряд психологических особенностей ребенка.

Прежде всего, очень важно, чтобы между врачом и ребенком возникло доверие, так как иначе ребенок просто не станет отвечать на вопросы. Лучше придать диалогу характер игры с вовлечением в нее кого-либо из родителей. Сначала можно заинтересовать ребенка, например, таким вопросом: «Интересно, услышишь ли ты то, что я сейчас скажу очень тихим голосом». Обычно дети искренне радуются, если могут повторить слово и охотно вовлекаются в процесс исследования. Наоборот, они огорчаются или замыкаются в себе, если не слышат слова с первого раза.

У детей нужно начинать исследование с близкого расстояния, затем его увеличивая. Второе ухо обычно заглушается для исключения переслушивания. У взрослых для этой цели применяют специальную трещотку. У детей трещотка обычно вызывает испуг, поэтому заглушение вызывается надавливанием на козлук с его поглаживанием, что лучше делать родителям. Предлагаемые для повторения слова не должны быть произвольными, так как в норме при преобладании высоких фонем они слышны лучше и с более дальнего расстояния. Лучше пользоваться специальными таблицами, в которых слова сгруппированы по признаку тональности и подобраны с учетом интересов и интеллекта ребенка.

Острота слуха определяется расстоянием, с которого эти слова воспринимаются уверенно (высокие тоны — с 20 м шепотной речи, низкие

— с 6 м). Слова произносят за счет резервного воздуха (остающегося в легких после обычного выдоха), чтобы обеспечить приблизительно одинаковую интенсивность звука.

Исследование слуха с помощью шепотной и разговорной речи с использованием таблиц, составленных из слов с преимущественно низкими и высокими тонами, дает врачу некоторые возможности для дифференциальной диагностики поражения звукопроводящего и звуковоспринимающего аппаратов.

### **Исследование слуха камертонами.**

Более точным методом является исследование слуха при помощи камертонов. Камертоны были изобретены в начале XVIII столетия как музыкальные инструменты. Они представляют собой источник чистого низкого или высокого тона. Классический набор камертонов дает возможность исследовать слух по тоншкале от 125 до 8000 Гц. Однако для практических целей вполне достаточно иметь два камертона: низкочастотный (С128) и высокочастотный (С2048).

Низкочастотным камертоном исследуют слух, анализируя проведение звука как через слуховой проход (воздушная проводимость), так и через кость, устанавливая камертон на сосцевидный отросток (костная проводимость).

Высокочастотный камертон используют только для определения слуха при воздушном проведении звука. Это связано с тем, что в норме воздушная проводимость в 2 раза превышает костную, а высокочастотные звуковые волны с малой амплитудой при исследовании легко огибают голову ребенка, попадая в другое ухо (переслушивание вторым ухом). В связи с этим исследование слуха через кость высокочастотным камертоном может дать ложноположительный результат.

Камертон приводят в движение легким ударом о бранши. Длительность звучания указана в паспорте камертона. При исследовании обе бранши камертона находятся в плоскости ушной раковины. Для исключения адаптации время от времени его отводят и вновь приближают к уху.

Снижение длительности восприятия звучания низкочастотного камертона свидетельствует о нарушении звукопроведения, высокочастотного — звуковосприятия. Это уже довольно важный вывод, который может сделать врач.

Однако использование камертона С128 для определения слуха путем исследования воздушного и костного проведения звука значительно расширяет возможности дифференциальной диагностики.

Чтобы лучше разобраться в сложных взаимоотношениях воздушного и костного проведения звука, следует иметь в виду следующее. Если ребенок плохо слышит звук при воздушном проведении, это может быть обусловлено двумя причинами. Первая — заболевание, нарушающее проведение звука (серная пробка, перфорация барабанной перепонки, разрыв цепи слуховых



косточек и др.). Вторая — поражение рецепторных клеток при сохранении звукопроводящего аппарата и хорошем проведении звука.

Таким образом, снижение воздушного проведения может свидетельствовать о поражении как звукопроводящего, так и звуковоспринимающего аппарата.

Ухудшение костного проведения может быть связано только с поражением звуковоспринимающего аппарата. Таким образом, величина костного проведения характеризует состояние рецепторной функции.

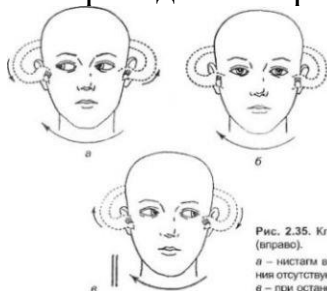


Рис. 2.35. Клинический опыт вращения (вправо).  
а — нистагм вправо; б — во время вращения отсутствуют ток эндолимфы и нистагм; в — при остановке нистагм влево.

Этим легко объясняется опыт Ринне, при котором сравнивают воздушное и костное проведение.

В норме ребенок слышит через воздух примерно в 2 раза лучше, чем через кость, например через воздух 40 с, а через кость 20 с. Это называют положительным опытом Ринне.

Уменьшение времени восприятия через воздух (например, на 30 с) при сохранении (или даже некотором удлинении) его восприятия через кость свидетельствует о поражении звукопроводящего аппарата (опыт Ринне становится отрицательным).

Одновременное уменьшение времени костного и воздушного проведения свидетельствует о поражении звуковоспринимающего аппарата (опыт Ринне остается положительным).

При проведении опыта Швабаха сравнивают костное проведение у ребенка и у врача (естественно, если у врача нормальный слух).



Рис. 2.37. Макротия и полоухость.



Рис. 2.38. Микропия.

«Укороченный Швабах» свидетельствует о поражении звуковоспринимающего аппарата.

свидетельствует о поражении

Опыт Вебера — определение латерализации звука. Камертон устанавливают на темя. Если тугоухость связана с поражением звукопроводящего аппарата, звук будет лучше восприниматься больным ухом; если нарушено звуковосприятие, то латерализация происходит в сторону здорового уха.

Опыт Желле применяют для определения подвижности стремени в окне преддверия. Ножку камертона устанавливают на сосцевидный отросток. Во время исследования в наружном слуховом проходе с помощью резинового баллона сдувают и разрежают воздух. Изменение восприятия звука свидетельствует о сохранении подвижности стремени.

Эти опыты легко доступны педиатру и могут дать принципиально важные для дальнейшей судьбы ребенка сведения о состоянии его слуха и характере заболевания уха.

### **Исследование слуха аудиометром.**

Тональная пороговая аудиометрия является основным методом исследования слуха у взрослых. У детей ее использование возможно примерно с 5-летнего возраста.

Смысл аудиометрии заключается в определении порогов восприятия, т.е. минимального по интенсивности звука, который воспринимает больной. Эти исследования можно провести, используя весь слышимый спектр частот звука, обычно от 125 до 8000 Гц. Таким образом, по ответам обследуемого получают полную количественную (в децибелах) и качественную (в герцах) характеристику потери слуха для каждого уха в отдельности. Эти данные регистрируются графически в виде аудиограммы.

Исследование лучше проводить в звукозаглушенной камере или тихом помещении с помощью специальных приборов — аудиометров. В зависимости от целей (практические, научно-исследовательские) аудиометры бывают разной сложности. Для решения прикладных задач вполне достаточно исследования с помощью скрининговых, поликлинических и клинических аудиометров. Определяют как костное, так и воздушное проведение. Важно точно соблюдать правила и методику исследования, особенно у детей. Конечно, у детей исследование значительно сложнее, чем у взрослых, и имеет свою специфику.

Неплохо, если ребенок, помещаемый в звукоизолированную камеру (неудачный, но, к сожалению, общепринятый термин), ведет себя спокойно. Однако это бывает далеко не всегда, часто помещение в камеру сопровождается испугом. Лучше поместить туда ребенка вместе с кем-либо из родителей или с помощником. Комната для исследования слуха должна иметь домашний вид, картинки, игрушки. Иногда рекомендуется проводить исследование слуха одновременно нескольким детям, это их успокаивает.

Лучше проводить аудиометрию в утренние часы, вскоре после завтрака; процедура начинается, как правило, с определения слуха в лучше слышащем ухе, но у капризных детей с тяжелой тугоухостью иногда

приходится сначала исследовать хуже слышащее ухо.



Рис. 2.40. Синдром Гольденара.

Взрослым исследование слуховой функции начинают с малых подпороговых звуков, детям лучше сразу давать интенсивный тон, а затем постепенно его уменьшать до пороговых значений — так они лучше понимают задачу исследования.

Порог восприятия звука при воздушном проведении определяется путем подачи звука через наушники, при исследовании костного проведения на область сосцевидного отростка устанавливают специальный вибратор. Точное определение костного проведения усложняется тем, что звук, проходящий через кости черепа, достигает обоих лабиринтов. Кроме того, часть звуков, естественно, попадает и в наружный слуховой проход.

При большой разнице остроты слуха возможно переслушивание ухом, слышащим лучше, и врач получает ложные данные. Для исключения этого заглушают лучше слышащее ухо, как бы маскируют его специально подаваемым интенсивным шумом. Это нужно делать обязательно, чтобы исключить серьезные диагностические ошибки, искажающие общую картину слуха у ребенка.

Данные тональной аудиометрии регистрируют на аудиограмме общепринятыми символами: правое ухо («о-о-о»), левое ухо («х-х-х»), воздушная проводимость обозначается сплошной линией, костная — пунктиром.

Помимо тональной аудиометрии, в детском возрасте при необходимости можно использовать и надпороговую, речевую и ультразвуковую аудиометрию.

При тональной аудиометрии определяется самый слабый звук, который обследуемый начинает слышать. Если постепенно и дальше усиливать звук, большинство больных будут отмечать такое же постепенное усиление восприятия.

Однако у некоторых тугоухих при определенном уровне интенсивности звука внезапно наступает ощущение резкого усиления громкости звука. Так, тугоухий часто переспрашивает фразы, но вдруг при небольшом усилении голоса собеседника говорит: «Не нужно так кричать, я и так все слышу». Это явление обозначается как феномен ускоренного

нарастания громкости (ФУНГ). ФУНГ определяется у больных с локальным поражением волоскового аппарата улитки. ФУНГ имеет большое диагностическое значение, особенно его следует учитывать при подборе слуховых аппаратов.

Современные аудиометры обычно оснащены всем необходимым для проведения таких тестов.

Речевая аудиометрия является усовершенствованным методом исследования с помощью шепота и разговорной речи.

Восприятие речи занимает одно из основных мест в интеллектуальном развитии ребенка. Речевая аудиометрия нашла широкое применение как прогностическая методика в работе сурдопедагога, при слухоулучшающих операциях, подборе слуховых аппаратов, редукации и т.д.

Через наушники или установленные в помещении динамики (свободное звуковое поле) с магнитофонной ленты передают отдельные слова или фразы (на магнитофонной ленте записаны речевые таблицы, включающие ряды слов или фраз, подобранных из однородных в акустическом отношении звуков). Ребенок повторяет в микрофон передаваемый ему текст, а врач регистрирует ответы.

Обычно определяют порог обнаружения звука (в децибелах) и порог начальной разборчивости речи (20% слов в норме при интенсивности 25 дБ; 100% слов обычно разбирают при 45 дБ).

Следует отметить, что для исследования слуха у тугоухих и глухих детей эти таблицы не всегда применимы, поскольку словарный запас у таких детей значительно беднее. Для них существуют специально подобранный словарь и фразовый материал, доступный для понимания тугоухим ребенком.

Преимущества речевой аудиометрии перед обычным исследованием с помощью шепотной и разговорной речи: текст и дикция исследователя постоянны; громкость подаваемой речи можно регулировать; потерю слуха можно определить не в метрах, а в децибелах.

Для большинства детей верхней границей слышимости является не 200 кГц, как у взрослых, а лишь 150 кГц. У детей возможно исследование звука в свободном звуковом поле.

### **Исследование слуха у детей.**

Методы исследования слуха у новорожденных, детей грудного и раннего возраста. Исследование слуховой функции у детей старшего возраста основано на субъективном восприятии звуков или речи и относится к психофизическим методам. В то же время исключительно важно определение состояния слуха у детей до 3 лет, поскольку от него зависят развитие речевой функции, своевременное лечение, обучение или протезирование слуховыми аппаратами. По существу от правильного диагноза может зависеть судьба ребенка — будет он глухонемым или приобретет речевые навыки, несмотря на тугоухость или глухоту. Однако у детей установить степень и характер потери слуха гораздо труднее, чем у взрослых, так как субъективные методы у детей неприменимы.

В связи с этим все методы исследования слуха у детей в возрасте до 3 лет должны быть основаны на объективно регистрируемых ответах. Эти методы можно разделить на 3 основные группы, в каждую из которых входят методики основанные на изучении различных видов объективных реакций на звуковую стимуляцию: методы, основанные на изучении безусловных рефлексов; методы исследования условно-рефлекторных ответов; объективные методы регистрации сопротивления тканей уха и электрических биопотенциалов.

**Методы, основанные на изучении безусловных рефлексов.** Эти методы довольно просты, но, к сожалению, весьма неточны. Определение слуха основано на наблюдении, безусловно-рефлекторных, реакций на звуковое раздражение. По этим реакциям (учащение сердцебиения, пульса, увеличение числа дыхательных движений, двигательные и вегетативные ответы) косвенно судят, слышит ребенок или нет.

Плод примерно с 20-й недели гестации реагирует на звуки, при этом изменяется ритм сердечных сокращений. Весьма интересны данные, свидетельствующие о том, что плод лучше слышит звуки с частотой речевой зоны. На этом основании делается вывод о возможной реакции на речь матери и начале психоэмоционального развития ребенка еще в гестационном периоде.

Эти методы применяются у новорожденных и детей грудного возраста. Слышащий ребенок реагирует на звук сразу же после рождения. Для исследования применяют различные источники звука: звучащие игрушки, предварительно калиброванные шумомером, трещотки, музыкальные инструменты, а также простые приборы — звукореакометры. Интенсивность звука при этом различна.

Чем старше ребенок, тем меньшая интенсивность звука необходима для выявления реакции. Так, в возрасте 3 мес. ее вызывает звук интенсивностью 75 дБ, в 6 мес. — 60 дБ, в 9 мес. для появления реакции у слышащего ребенка уже достаточно звука 40—45 дБ.

Очень важны как правильное проведение, так и адекватная трактовка результатов методики: исследование нужно проводить за 1—2 ч до кормления, затем реакция на звуки понижается.

Двигательная реакция может быть ложной, т.е. ребенок реагирует не на звуки, а на приближение врача или движения его рук, поэтому каждый раз следует делать некоторые паузы. Для исключения ложноположительных реакций достоверным можно считать 2—3-кратный одинаковый ответ. От многих ошибок при определении безусловной реакции избавляет использование специально оборудованной для исследования слуха детской кроватки.

Наиболее распространенные и изученные виды безусловных ответов: кохлеопальпебральный рефлекс (мигание в ответ на звуки), кохлеопупиллярный рефлекс (изменение ширины зрачка), двигательные ориентировочные рефлексы, нарушение ритма сосания.

Некоторые реакции можно объективно зарегистрировать, например изменение тонуса сосудов (плетизмография), ритм сердечных сокращений (ЭКГ).

Положительные стороны этой группы методов: простота и доступность в любых условиях, позволяющие широко использовать такие методы в практике неонатолога и педиатра.

Недостатки методов, основанных на изучении безусловных рефлексов: необходима довольно высокая интенсивность звука и точное соблюдение правил исследования для исключения ложноположительных ответов, главным образом при односторонней тугоухости; можно выяснить лишь один вопрос: слышит ли ребенок, без определения степени и характера тугоухости (хотя и это исключительно важно). С помощью этой методики можно попытаться определить и способность к локализации источника звука, которая в норме развивается у детей уже с 3—4 мес.

Безусловно-рефлекторные, методы можно широко применять с целью скрининговой диагностики, особенно в группах риска. По возможности всем новорожденным и грудным детям в родильном доме желательно проведение подобных исследований и консультаций, но они обязательны в так называемых группах риска по тугоухости и глухоте.

Критерии включения детей в группы риска по тугоухости и глухоте:

- неблагоприятные факторы, влияющие на слуховую функцию плода в гестационном периоде (врожденная тугоухость и глухота): токсикоз, угроза выкидыша и преждевременных родов, резус-конфликт матери и плода, нефропатия, опухоли матки, заболевания матери во время беременности (краснуха, грипп), лечение ототоксическими препаратами;

- патологические роды: преждевременные, стремительные, затяжные с наложением щипцов, наркоз, частичная отслойка плаценты и т.д.;

- патология раннего неонатального периода: гипербилирубинемия, связанная с гемолитической болезнью новорожденных, недоношенность, врожденные пороки развития и т.д.;

- перенесенные в грудном и раннем детском возрасте сепсис, лихорадочное состояние после рождения, вирусные инфекции (краснуха, ветряная оспа, корь, паротит, грипп), менингоэнцефалит, осложнения после прививок, воспалительные болезни уха, черепно-мозговая травма, лечение ототоксическими препаратами и т.д.;

- отягощенная наследственность (по глухоте).

Выявление факторов риска играет чрезвычайно важную роль в ранней диагностике тугоухости, а, следовательно, начале лечения или сурдообучения.

Тугоухость и глухота встречаются в среднем у 0,3% новорожденных, а в группах риска этот показатель почти в 5 раз выше.

Расспрос матери имеет большое значение для первоначального суждения о состоянии слуха у ребенка с подозрением на наследственную тугоухость и глухоту.

При опросе родителей ребенка в возрасте до 4 месяцев необходимо выяснить, пробуждают ли спящего ребенка неожиданные громкие звуки, вздрагивает ли он или плачет. Для этого возраста характерен рефлекс Моро, который проявляется разведением и сведением рук (обхватывание) и вытягиванием ног при сильном звуковом раздражении.

Для ориентировочного выявления нарушений слуха используют врожденный сосательный рефлекс. Сосание имеет определенный ритм (так же как и глотание). Изменение этого ритма при звуковом воздействии обычно улавливается матерью и свидетельствует о том, что ребенок слышит.

Конечно, все эти ориентировочные рефлексы чаще определяются родителями. Следует учитывать, что эти рефлексы быстро угасают: при частом повторении рефлекс может перестать воспроизводиться; ребенок в возрасте от 4 до 7 месяцев обычно делает попытки поворачиваться к источнику звука, т.е. уже определяет его локализацию, в 7 месяцев он дифференцирует определенные звуки, реагирует на них, даже если не видит источника звуков, к 12 месяцам начинаются попытки речевых ответов («гуление»).

Актуальность и необходимость использования данных методик обусловлены тем, что в 80% случаев нарушения слуха возникают на 1—2-м году жизни.

Запоздалая диагностика тугоухости приводит к несвоевременному началу лечения, а, следовательно, к поздней реабилитации, задержке формирования речи у ребенка.

Современная концепция сурдопедагогической работы и слухопротезирования основана также на более раннем начале обучения. Оптимальным считается возраст 1—1,5 года, и если в это время диагноз не поставлен, что, к сожалению, происходит в каждом 3-м случае нарушения слуха, научить ребенка речи уже гораздо труднее и у него больше шансов стать глухонемым.

В этой многогранной проблеме один из самых важных вопросов — ранняя диагностика тугоухости находится в сфере деятельности педиатра и оториноларинголога. До последнего времени эта задача оставалась почти нерешаемой. Как мы уже отмечали, основная сложность заключается в необходимости объективного исследования, основанного не на ответах ребенка, а на иных критериях, не зависящих от его сознания.

**Методы исследования слуха, основанные на условно-рефлекторных ответах.** Данная группа методов основана на использовании и оценке условно-рефлекторных реакций. Для этого необходимо предварительно выработать ориентировочный рефлекс не только на звук, но и на другой раздражитель, подкрепляющий звуковой. Так, если сочетать кормление с сильным звуком (например, звонком), то через 10—12 дней сосательный рефлекс будет возникать уже в ответ на звук.

Существуют многочисленные методики, основанные на этой закономерности, меняется лишь характер подкрепления. Иногда с этой целью используют болевые раздражители, например звук сочетается с уколом или



направлением сильной воздушной струи в лицо. Такие подкрепляющие звук раздражители вызывают оборонительную реакцию (довольно устойчивую) и используются главным образом для выявления аггравации у взрослых, но из гуманных соображений не применимы у детей.

В связи с этим у детей используют такие модификации методики, которые основаны не на оборонительной условно-рефлекторной реакции, а наоборот, на положительных эмоциях и естественном интересе ребенка. Иногда в качестве подкрепления используется пища (конфеты, орехи), но это не безвредно, особенно при множестве повторений, когда нужно выработать рефлексы на звуки разных частот.

Основным методом, который сейчас применяется в клинике, является игровая аудиометрия.

При проведении исследования в качестве подкрепления используется естественная любознательность ребенка. Звуковое раздражение сочетают с показом картинок, слайдов, видеофильмов, движущихся игрушек (например, железной дороги) и т.д.

Схема проведения исследования следующая. Ребенка помещают в звукоизолированную камеру, на исследуемое ухо надевают наушник, соединенный с каким-либо источником звука (аудиометром). Врач и записывающая аппаратура находятся вне камеры.

В начале исследования в ухо подают звуки высокой интенсивности, которые ребенок заведомо должен услышать, руку ребенка кладут на кнопку, которую при восприятии звукового сигнала он нажимает с помощью мамы или медсестры.

Через несколько упражнений ребенок обычно усваивает, что сочетание услышанного звука с нажатием на кнопку приводит либо к смене картинок, либо к продолжению демонстрации видеофильма, иначе говоря, к продолжению игры, и нажимает кнопку самостоятельно при восприятии звука. Постепенно интенсивность подаваемых звуков снижают.

Таким образом, условно-рефлекторные методики дают возможность выявить одностороннюю тугоухость, определить пороги восприятия, дать частотную характеристику расстройств слуховой функции.

Исследование слуха этими методиками требует определенного уровня интеллекта у ребенка. Многие зависят и от умения наладить контакт с родителями, от квалификации врача и умелого подхода к ребенку. Однако все усилия вознаграждаются тем, что уже у 3-летнего ребенка во многих случаях удается провести исследование слуха и получить его полноценную характеристику.

Объективные методы исследования и регистрации состояния слуховой функции. Это измерение акустического импеданса, т.е. сопротивления, которое оказывает звукопроводящий аппарат звуковой волне.

В нормальных условиях оно минимально, на частотах 800—1000 Гц практически вся звуковая энергия достигает внутреннего уха, а акустический импеданс равен нулю.

При патологии, связанной с уменьшением подвижности барабанной перепонки, слуховых косточек, окон лабиринта и т.д., часть звуковой энергии отражается. Отражаемая энергия является критерием изменения акустического импеданса.

Данное исследование заключается в следующем: в наружный слуховой проход герметично вводят датчик импедансометра, в замкнутую полость подают «зондирующий» звук постоянной частоты и интенсивности. Данные акустической импедансометрии регистрируются в виде различных кривых на тимпанограммах.

Проводят 3 теста:

— тимпанометрию (дает представление о подвижности барабанной перепонки и давлении в полостях среднего уха);

— статический комплианс (дает возможность установить тугоподвижность слуховых косточек);

— определение порога акустического рефлекса. Понятно, что величина акустического импеданса зависит и от рефлекторного сокращения в ответ на звуковую стимуляцию стременной мышцы и мышцы, напрягающей барабанную перепонку. Доказано, что для изменения акустического импеданса эта мышца играет гораздо меньшую роль. В связи с этим на практике изучается только подвижность рефлекса, связанного со стременной мышцей. Отклонения от нормы его параметров свидетельствуют о нарушении подвижности звукопроводящего аппарата среднего уха.



Рис. 2.45. Иностранное тело в наружном слуховом проходе.

Существует ряд особенностей, которые следует учитывать при проведении акустической импедансометрии у детей.

У детей 1-го месяца жизни исследование не представляет больших затруднений, так как его можно проводить во время достаточно глубокого сна, наступающего после очередного кормления. У детей 1-го месяца часто отсутствует акустический рефлекс.

Тимпанометрические кривые регистрируются достаточно четко, хотя и с большим разбросом амплитуды тимпанограмм, которые иногда имеют двухпиковую конфигурацию.

Акустический рефлекс можно определять у ребенка с 1,5—3 мес. Однако даже в состоянии глубокого сна ребенок делает частые глотательные движения, и запись может искажаться артефактами. Для достаточной достоверности результатов исследования должны быть многократными.

Следует учитывать также возможность ошибок при акустической импедансометрии из-за податливости стенок наружного слухового прохода и изменения размеров слуховой трубы во время крика или плача. Конечно, можно применить в этих случаях наркоз, но он приводит к повышению порогов акустического рефлекса. Можно считать, что тимпанограммы становятся достоверными начиная с возраста 7 месяцев и дают надежное представление о функции слуховой трубы.

В целом акустическая импедансометрия является ценным методом объективного исследования слуха у детей грудного и раннего возраста.

**Метод объективного определения слуховых вызванных потенциалов с помощью компьютерной аудиометрии** стал настоящей революцией в исследовании слуха у детей раннего возраста.

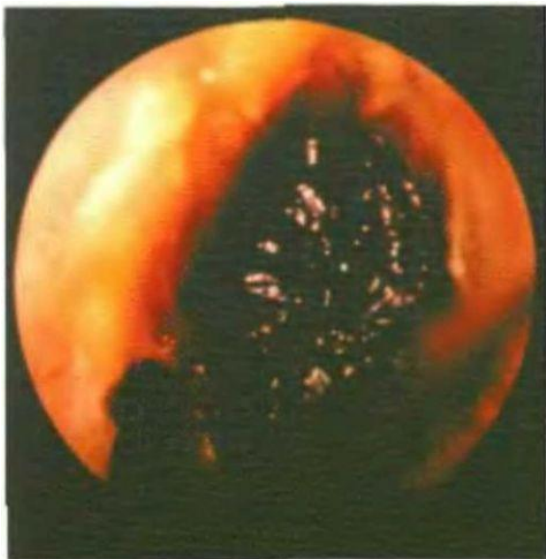
Уже в начале века с открытием электроэнцефалографии было понятно, что на звуковое раздражение (стимуляцию) в различных отделах звукового анализатора (улитка, спиральный ганглий, ядра ствола и кора большого мозга) возникают электрические ответы (вызванные слуховые потенциалы). Однако зарегистрировать их не удавалось в связи с очень малой амплитудой волны, которая была меньше амплитуды постоянной электрической активности мозга (а-, р- и у-волны).

С внедрением в медицинскую практику электронно-вычислительной техники стало возможным накапливать в памяти машины отдельные незначительные по величине ответы на серию звуковых стимулов, а затем суммировать их (суммационный потенциал).

Подобный принцип используется при проведении объективной компьютерной аудиометрии. Многократные звуковые стимулы в виде щелчков подаются в ухо, машина запоминает и суммирует ответы (если, конечно, ребенок слышит), а затем представляет общий результат в виде кривой.

Объективная компьютерная аудиометрия позволяет исследовать слух в любом возрасте и даже у плода, начиная с 20-й недели гестации. Для того чтобы получить представление о месте поражения звукового анализатора, от которого зависит снижение слуха (топическая диагностика), применяют различные методы определения электрической активности.

**Электрокохлеография (ЭКОГ)** используется для измерения



электрической активности улитки и спирального узла. Электрод, с помощью которого отводятся электрические ответы, устанавливают в области стенки наружного слухового прохода или на барабанную перепонку. Процедура довольно простая и безопасная, но отводимые потенциалы очень слабые, так как улитка находится довольно далеко от электрода.

Рис. 2.46. Серная пробка.

В необходимых случаях электродом прокалывают барабанную перепонку и его помещают непосредственно на медиальную (лабиринтную) стенку барабанной полости вблизи улитки, т.е. места генерации потенциалов. В этом случае измерить их гораздо проще, но в детской практике такая транстимпанальная ЭКОГ большого распространения не получила. Спонтанная перфорация барабанной перепонки значительно облегчает ситуацию.

ЭКОГ — метод довольно точный и дает представление о порогах слуха, помогает дифференцировать кондуктивную и нейросенсорную тугоухость. У детей до 7—8 лет ее проводят под наркозом, в более старшем возрасте — под местной анестезией. ЭКОГ дает представление о состоянии волоскового аппарата улитки и спирального узла.

**Определение коротко-, средне- и длинноталентных слуховых вызванных потенциалов (КСВП, ССВП и ДСВП)** проводится для исследования состояния более глубоких отделов звукового анализатора.

При звуковой стимуляции реакция из каждого отдела наступает несколько позднее, т.е. имеет свой, более или менее продолжительный латентный период. Естественно, что реакция коры большого мозга возникает последней, и, таким образом, ДСВП являются именно ее характеристикой. Эти потенциалы воспроизводятся в ответ на звуковые сигналы достаточной длительности и различаются даже по тональности.

Латентный период КСВП составляет 1,5—10 мс, ССВП — от 10 до 50 мс, ДСВП — от 50 до 300 мс.

Источник звука — звуковые щелчки или короткие тональные посылки, не имеющие тональной окраски, которые подаются через наушники. Возможно также исследование с помощью динамиков в свободном звуковом поле.

Активные электроды устанавливают на сосцевидный отросток, прикрепляют к мочке уха или фиксируют в какой-либо точке черепа.

Исследование проводят в звукозаглушенной и экранированной камере, у детей до 3 лет в состоянии медикаментозного сна после введения реланиума или 2% раствора хлоралгидрата ректально в дозе, соответствующей массе тела ребенка. Исследование продолжается в среднем 30—60 мин в положении ребенка лежа.

При исследованиях записывают кривую, имеющую до 7 положительных и отрицательных пиков. Считается, что каждый из них отражает состояние определенного отдела звукового анализатора: I — преддверно-улиткового нерва, II—III — кохлеарных ядер, трапециевидного тела, верхних олив, IV—V — латеральной петли и верхних бугров четверохолмия, VI—VII — внутреннего коленчатого тела.

Отмечается большая вариабельность КСВП при исследовании слуха не только у взрослых, но и в каждой возрастной группе, то же относится и к ССВП и ДСВП. Следует учитывать многие факторы, чтобы составить точное

представление о состоянии слуховой функции ребенка и локализации поражения.

В последнее время в практику исследования слуховой функции в педиатрии начинает внедряться новый метод — регистрация задержанной вызванной акустической эмиссии улитки. Чрезвычайно слабые звуковые колебания, генерируемые улиткой, можно зарегистрировать в наружном слуховом проходе с помощью высокочувствительного и малошумящего микрофона. По существу это как бы эхо подаваемого в ухо звука.

**Акустическая эмиссия** отражает функциональную способность наружных волосковых клеток кортиева органа. Метод прост, может быть использован для массовых исследований слуха, пригоден начиная с 3—4-го дня жизни ребенка. Исследование занимает несколько минут, чувствительность метода достаточна высока.

Электрофизиологические методы определения слуховой функции остаются самым важным, а иногда и единственным способом подобного исследования слуха у новорожденных, детей грудного и раннего возраста и получают в настоящее время все большее распространение в медицинских учреждениях.

### **Исследование органов речи**

Исследование речевых органов у ребенка с дефектами речи начинается с собирания анамнеза (от греч. *anamnesis* — воспоминание) — сведений о предшествующем общем и речевом развитии ребенка. Эти сведения получают обычно путем опроса родителей и других ближайших родственников ребенка. Особенно тщательно выясняются обстоятельства, сопровождающие возникновение речевого нарушения и предшествовавшие ему. Выясняется также общее состояние ребенка, состояние слуха, перенесенные заболевания, условия жизни, особенности речевой среды.

Нарушения строения и функции органов речи выявляются посредством осмотра и функционального исследования.

Большинство органов речи расположено в более или менее глубоких полостях (полость носа, ротовая полость, полости глотки, гортани, трахеи), поэтому детальный осмотр этих органов может быть произведен лишь при искусственном освещении и при помощи специальных инструментов.

Такой детальный осмотр проводится обычно врачом-отоларингологом. Однако известное представление о состоянии речевых органов можно получить и путем прямого осмотра без применения специальных инструментов, поместив исследуемого против лампы или освещенного окна.

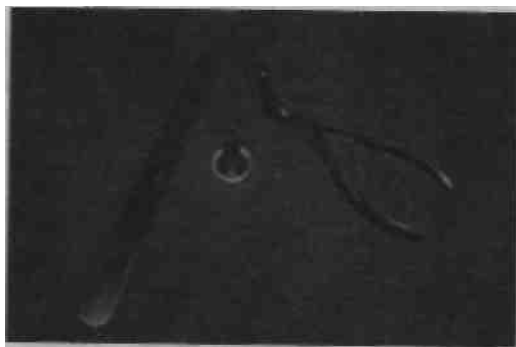


Рис. 70. Набор инструментов для осмотра уха, горла и носа

Вход в нос и передний отдел носовой полости можно осмотреть, приподняв кончик носа большими пальцами и отклоняя голову исследуемого кзади. Проходимость каждой половины носа



для воздуха определяют путем попеременного закрывания той и другой ноздри при вдохе и выдохе с закрытым ртом. Очень удобно при этом пользоваться ниткой (проба В. И. Воячека) или ваткой (проба Б. С. Преображенского): нитка или ватка притягивается к ноздре при вдохе и при выдохе.

При осмотре полости рта и глотки для отлаживания языка, препятствующего осмотру, пользуются деревянными или металлическими шпателями (деревянные шпатели после употребления выбрасывают или сжигают, а металлические — подвергают кипячению). Для уменьшения неприятного ощущения, которое всегда возникает у исследуемых при надавливании шпателем на язык, не нужно касаться к языку всей поверхностью шпателя, а слегка надавливать концом его на среднюю часть спинки языка. Следует избегать надавливания шпателем на корень языка, а так же прикосновения к мягкому небу, так как это нередко вызывает рвотный рефлекс.



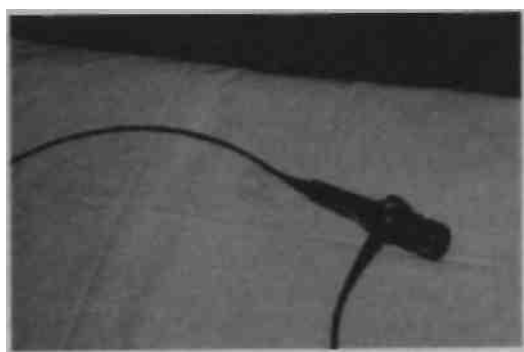
Металлический шпатель нужно предварительно слегка нагреть, как прикосновение холодного шпателя особенно неприятно. Некоторые исследуемые умеют показывать глотку самостоятельно, прижимая язык ко дну полости рта, в этих случаях прибегать к помощи шпателя не приходится

При осмотре полости рта и глотки обращают внимание на строение губ, челюстей, зубов, языка, неба (твердого и мягкого), зева (небных дужек и миндалин), задней стенки глотки.

Одновременно производится и элементарное функциональное исследование, заключающееся в определении подвижности губ, языка, мягкого неба. Гортань и трахея могут быть осмотрены лишь при помощи специального инструментария. Наличие дефектов голоса и их характер выявляются путем наблюдения за самостоятельной и отраженной речью ребенка. Определяется сила голоса (слабый, громкий, крикливый), регистр (грудной, головной, смешанный), чистота (чистый, хриплый), гнусавость (открытая, закрытая) и др.

Исследование органов речи у ребенка часто затруднительно из-за беспокойного поведения малыша, более узкой его носоглотки, необходимости лучшего освещения, миниатюрных размеров инструментов и т.д. Например, осмотр носоглотки с помощью зеркала (задняя риноскопия) у ребенка младшего возраста вообще невозможен. Поэтому, чтобы составить представление о наличии аденоидов, состоянии устьев слуховых труб, задних отделов полости носа (хоан), приходится прибегать к исследованию с помощью пальца или рентгенографии.

То же самое относится и к осмотру гортани. Когда это совершенно необходимо сделать (например, в случаях длительной охриплости), врачи применяют прямую ларингоскопию с помощью прибора, представляющего собой сочетание клинка с мощным освещением. В настоящее время



разработаны и уже широко применяются методы эндоскопии, проводимой с помощью волоконной оптики (фибероскопов). При этом можно легко менять направление луча, что позволяет просто и безболезненно производить осмотр любого лор-органа у маленького пациента.

### **Литература**

1. В.М.Смирнов, С.М.Будылина Физиология сенсорных систем и ВНД, Москва, 2003
2. Л.В.Нейман, М.Р.Богомильский Анатомия, физиология и патология органов слуха и речи, Москва, 2003.
3. Тревор Уэстон Анатомический атлас, издательство «Маршалл Кэвендиш», 1997.
4. Физиология человека: Учебник: В 2-х томах. Т.1.- Москва, 1995.

### **Задание для самостоятельной работы: (1 час)**

1. Самостоятельное ознакомление с содержанием лекции.
2. Уточнение понятий из словаря.
3. Написание рефератов по теме: «**Исследование слуха у детей**»

План:

1. Исследование слуха у новорожденных и детей грудного возраста (безусловно-рефлекторные методики; условно-рефлекторные методики; методики, основанные на регистрации электрических сигналов, возникших в различных отделах слуховой системы).
2. Исследование слуха у детей от 1 года до 3 лет (методики условно-рефлекторных ориентировочных реакций).



### 3. Исследование слуха в группе детей дошкольного возраста (игровая тональная и речевая аудиометрия).

#### 5 Периферический и центральный отделы речевого аппарата

Речь как особое средство общения. Основные отделы речевого аппарата: периферический и центральный. Организация, регуляция и контроль речевой деятельности. Речь сенсорная и моторная.

**Основные понятия:** центр Вернике, центр Брока, коммуникативная функция речи, артикуляционные органы речи, сенсорная речь (импрессивная), моторная речь (экспрессивная).

#### **Речь как особое средство общения.**

Речевой акт осуществляется сложной системой органов, в которой различают периферический и центральный речевые аппараты.

В состав периферического речевого аппарата входят исполнительные органы голосообразования и произношения, а также относящиеся к ним чувствительные и двигательные нервы. Центральный речевой аппарат находится в головном мозгу и состоит из корковых центров, подкорковых узлов, проводящих путей и ядер соответствующих нервов.

Последующее изложение в основном посвящено описанию нормального строения и функций, а также наиболее важных нарушений деятельности периферического речевого аппарата. Что касается анатомии, физиологии и патологии центрального речевого аппарата, то их детальное изложение входит в задачу курса невропатологии и отчасти логопедии. В связи с этим здесь будут освещены лишь краткие анатомо-физиологические сведения, касающиеся центральных механизмов речи.

Знание анатомо-физиологических механизмов необходимо с целью изучения сложных механизмов речевой деятельности у человека. Информация о строении речевой сенсорной системы позволяет дифференцированно подходить к анализу речевой патологии и правильно определять пути речевой коррекции.

Речь – одна из сложных высших психических функций. Она формируется на основе интегративной деятельности мозга. Интегративная деятельность – это объединение всех структур, участвующих в речевом акте для реализации речевой функции. Ведущую функцию при формировании и реализации речевой деятельности выполняет головной мозг. На уровне головного мозга находятся два речевых центра: сенсорный центр речи (центр Вернике) и моторный центр речи (центр Брока). Теория об изолированных речевых центрах возникла в начале XX века. Эта теория не рассматривала сложную систему взаимодействий мозговых структур, направленных на формирование и реализацию речевой деятельности. И.П. Павлов предложил более сложное концептуально новое направление данной теории. Он доказал,

что речевая функция коры не только сложна, но и изменчива, т. е. способна к перестройке. Данная теория получила название «динамической локализации»

Современное представление об организации речевой деятельности представлено в теории «динамической локализации функциональных систем». Разработчиками данной теории являются П. К. Анохин, А. Н. Леонтьев, А. Р. Лурия и другие ученые. Они установили, что основой любой высшей психической функции является взаимодействие не отдельных центров, а взаимодействие сложных функциональных систем. Функциональная система – это комплекс мозговых структур и протекающих в них процессов, объединенных функционально, с целью достижения конкретного приспособительного результата.

Речь – это наиболее совершенная форма общения по сравнению с другими формами общения. Благодаря речи происходит не только обмен информацией между людьми, речь лежит в основе развития абстрактно-логического мышления. Язык – это система фонетических, лексических и грамматических средств общения. Говорящий отбирает необходимые для выражения мысли слова, связывает их по правилам грамматики языка и произносит фразу, благодаря содружественному взаимодействию органов артикуляции. Говорящий следит лишь за течением мысли, а не за положениями органов артикуляции. Это обеспечивается автоматизированностью движений органов артикуляций. Они осуществляются без специальных произвольных усилий и контроля.

В физиологическом отношении речь представляет собой сложный двигательный акт, осуществляемый по механизму условно-рефлекторной деятельности. Она образуется на основе кинестетических раздражений, исходящих из речевой мускулатуры, включая мышцы гортани и дыхательные мышцы. И.П. Павлов, говоря о второй сигнальной системе как о слове, произносимом, слышимом и видимом, указывал, что физиологической основой, или базальным компонентом, второй сигнальной системы являются кинестетические, двигательные раздражения, поступающие в кору головного мозга от речевых органов.

Звуковая выразительность речи контролируется при помощи слухового анализатора, нормальная деятельность которого играет весьма важную роль в развитии речи у ребенка. Овладение речью происходит в процессе взаимодействия ребенка с окружающей средой, в частности с речевым окружением, являющимся для ребенка источником подражания. При этом ребенок пользуется не только звуковым, но и зрительным анализатором, имитируя соответствующие движения губ, языка и пр. Возникающие при этом кинестетические раздражения поступают в соответствующую область коры больших полушарий. Между тремя анализаторами (двигательным, слуховым и зрительным) устанавливается и закрепляется условнорефлекторная связь, обеспечивающая дальнейшее развитие нормальной речевой деятельности.

Наблюдения над развитием речи у слепых детей показывают, что роль зрительного анализатора в формировании речи является второстепенной, так

как речь у таких детей, хотя и имеет некоторые особенности, развивается в общем нормально и, как правило, без специального постороннего вмешательства.

Таким образом, развитие речи связано в основном с деятельностью слухового и двигательного анализаторов.

### **Основные отделы речевого аппарата: периферический и центральный.**

Общая схема строения речевой сенсорной системы.

В общую схему строения речевой сенсорной системы входят три отдела: периферический, проводниковый и центральный отделы.

**Периферический аппарат** (исполнительный) включает три отдела: дыхательный, голосовой, артикуляционный. Его основная функция – воспроизводящая.

Дыхательный отдел состоит из грудной клетки и легких. Речевая деятельность тесно связана с дыхательной функцией. Речь осуществляется на фазе выдоха. Воздушная струя выполняет как голосообразующую, так и артикуляционную функцию. В момент речи выдох длиннее вдоха, т. к. именно на выдохе происходит процесс говорения. В момент речи дыхательных движений человек совершает меньше, чем при обычном физиологическом дыхании. В момент речи увеличивается число вдыхаемого и выдыхаемого воздуха примерно в 3 раза. Вдох во время речи становится короче и глубже. Выдох в момент произнесения фразы осуществляется при участии дыхательных мышц брюшной стенки и межреберных мышц. Благодаря этому появляется глубина и длительность выдоха, а из-за этого образуется сильная воздушная струя, которая необходима для звукопроизношения.

Голосовой аппарат включает гортань и голосовые складки. Гортань – это трубка, которая состоит из хрящей и мягких тканей. Сверху гортань переходит в глотку, а снизу в трахею. На границе гортани и глотки находится надгортанник. Он служит клапаном при глотательных движениях. Надгортанник опускается и предотвращает попадание пищи и слюны в гортань.

У мужчин гортань крупнее и голосовые связки длиннее. Длина голосовых связок у мужчин примерно 20-24 мм, а у женщин - 18-20 мм. У детей до пубертатного возраста длина голосовых связок у мальчиков и девочек не отличается. Гортань мала и растет в разные периоды не равномерно: заметно растет 5-7 лет, 12-13 лет у девочек и в 13-15 лет у мальчиков. У девочек увеличивается на одну треть, у мальчиков на две трети, у мальчиков обозначается – кадык.

У детей раннего возраста гортань воронкообразной формы, с возрастом она приобретает цилиндрическую форму, как у взрослых. Голосовые связки практически застилают гортань, оставляя небольшой просвет - голосовую щель. При обычном дыхании, щель приобретает форму равнобедренного треугольника. При фонации голосовые связки смыкаются. Струя выдыхаемого воздуха несколько раздвигает их. В силу своей упругости

голосовые связки принимают свое первоначальное положение, продолжающееся давление снова раздвигает голосовые связки. Этот механизм продолжается пока происходит фонация. Этот процесс называется колебанием голосовых связок. Колебание голосовых связок происходит в поперечном направлении, т. е. кнутри и кнаружи. При шепоте голосовые связки практически полностью смыкаются, лишь в задней части остается щель, через которую проходит воздух при вдохе.

Артикуляционный отдел сформирован органами артикуляции: языком, губами, челюстями, твердым и мягким небом, альвеолами (см. Профиль органов артикуляции).

Из перечисленных органов артикуляции язык, губы, нижняя челюсть, мягкое небо являются подвижными органами артикуляции, а все остальные – не подвижные.

Язык – участвует в образовании всех, кроме губных. Органы артикуляции при приближении друг к другу образуют щели или смычки. В результате таких сближений произносятся фонемы.

Громкость и отчетливость речи образуется благодаря резонаторам. Резонаторы располагаются в надставной трубе. Надставная труба образована глоткой, ротовой и носовой полостью. У человека, в отличие от животных, рот и глотка имеют одну полость, поэтому выделяют только ротовую и носовую полость. Надставная труба благодаря своему строению может меняться по объему и форме: ротовая полость расширена, глотка сужена, глотка расширена, ротовая полость сужена. Эти изменения создают явление резонанса. Изменение надставной трубе ведет к изменению громкости и отчетливости звука.

Надставная труба при образовании звуков речи выполняет две функции: резонатора и шумового вибратора. Функцию звукового вибратора выполняют голосовые связки. Шумовым вибраторам так же являются щели между губами, между языком и губами, между языком и твердым небом, между языком и альвеолами, между губами и зубами. Смычки, прерываемые струей воздуха, также как щели образуют шумы, поэтому они относятся к шумовым вибраторам

При помощи шумового вибратора образуются глухие согласные. А при включении тонового вибратора образуются звонкие и сонорные звуки.

Носовая полость участвует в образовании звуков: м, н, м', н'.

Необходимо подчеркнуть, что первый отдел периферического речевого аппарата (дыхательный) служит для подачи воздуха, второй отдел (голосовой) служит для образования голоса и третий (артикуляционный) - для создания явления резонанса, которое обеспечивает громкость и отчетливость звуков нашей речи.

Итак, для того, чтобы произошло произнесение слова, должна быть реализована программа. На первом этапе проводится отбор команд на уровне КГМ для организации речевых движений, т. е. формируются артикуляционные программы. На втором этапе - артикуляционные программы реализуются в исполнительной части речедвигательного

анализатора, подключаются дыхательная, фонаторная и резонаторная системы. Команды и речевые движения осуществляются с высокой точностью, поэтому появляются определенные звуки, система звуков, формируется устная речь.

Контроль над исполнением команд и работой речедвигательного анализатора осуществляется через кинестетические ощущения и с помощью слухового восприятия. Кинестетический контроль предупреждает ошибку и приносит поправку до момента произнесения звука. Слуховой контроль реализуется в момент звучание звука. Благодаря слуховому контролю человек может исправить ошибку в речи, исправить ее и произнести слово или речевое высказывание правильно.

**Проводниковый отдел** представлен проводящими путями. Различают два вида нервных путей: центростремительные пути (проводят информацию от мышц, сухожилий и связок в центральную нервную систему) и центробежные пути (проводят информацию от центральной нервной системы к мышцам, сухожилиям и связкам).

Центростремительные (чувствительные) нервные пути начинаются проприоцепторами и барорецепторами. Проприоцепторы располагаются в мышцах, сухожилиях и на суставных поверхностях двигающихся органов артикуляции. Барорецепторы располагаются в глотке и возбуждаются при изменениях давления в ней. Когда мы говорим происходит раздражение проприорецепторов и барорецепторов. Раздражение преобразуется в нервный импульс и по центростремительным путям нервный импульс достигает речевых зон коры головного мозга.

Центробежные (двигательные) нервные пути начинаются на уровне коры головного мозга и доходят до мышц периферического речевого аппарата. Все органы периферического речевого аппарата иннервируются черепно-мозговыми нервами: тройничным V, лицевым VII, языкоглоточным IX, блуждающим X, добавочным XI, подъязычным XII.

Тройничный нерв (V пара черепно-мозговых нервов) иннервирует мышцы нижней челюсти. Лицевой нерв (VII пара черепно-мозговых нервов) иннервирует мимическую мускулатуру лица, движение круговой мышцы рта и осуществляет движение губ, надувание и втягивание щек. Языкоглоточный (IX пара черепно-мозговых нервов) и блуждающий (X пара черепно-мозговых нервов) нервы иннервируют мышцы гортани, голосовых связок, глотки и мягкого неба. Кроме того, блуждающий нерв принимает участие в процессах дыхания и регуляции сердечно-сосудистой деятельности, а языкоглоточный нерв является чувствительным нервом языка. Добавочный (XI пара черепно-мозговых нервов) нерв иннервирует мышцы шеи. Подъязычный (XII пара черепно-мозговых нервов) нерв иннервирует язык, способствует реализации различных движений языка, создает его амплитуду.

**Центральный отдел** представлен речевыми зонами на уровне коры головного мозга. Начало изучения речевых зон заложено Брока в 1861 году. Он описал нарушения артикуляционной моторики при поражении нижних отделов прецентральной извилины лобной области. В дальнейшем данную

область назвали моторным центром речи Брока, отвечающую за движение органов артикуляции.

В 1873 году Вернике описывает нарушение понимания речи при поражении задних отделов верхней и средней височных извилин. Данная область определяется как сенсорный центр речи, отвечающий за распознавание звуков родной речи на слух и понимание речи.

На современном этапе рассмотрения речевой деятельности принято говорить не о моторной и сенсорной речи, а об импрессивной и экспрессивной речи.

Считается, что и у правой и у левой центр речи находится в левом полушарии. Данное утверждение было сформулировано после наблюдений за оперированными больными. Нарушения речи наблюдается у 70 % правой, оперированных на левом полушарии и у 0,4 % правой, оперированных на правом полушарии. Нарушения речевой функции наблюдается у 38 % левой, оперированных на левом полушарии и у 9 % левой, оперированных на правом полушарии.

Развитие центров речи в правом полушарии возможно только в тех случаях, если в раннем детском возрасте левосторонние речевые области были повреждены. Формирование центров речи в правом полушарии выступает как компенсация нарушенных функций.

Письменная речь и процесс чтения являются составляющими речевой деятельности. Эти центры располагаются в теменно-затылочной области коры головного мозга больших полушарий.

Подкорковые область коры головного мозга участвуют в формировании речевого высказывания. Подкорковые ядра стриопаллидарной системы отвечают за ритм, темп, выразительность речевого высказывания.

Необходимо отметить, что реализация речевой деятельности возможна только при условии интегративной деятельности всех структурных образований мозга и протекающих в них процессов, взаимодействия всех отделов реализации речевой функции: периферического, проводникового и центрального.

#### **Анатомо-физиологические особенности небно-глоточного аппарата**

Небо – разграничивает полость рта и носа и глотки.

Твердое небо – костная основа, спереди и по бокам альвеолярные отростки, сзади – мягкое небо.

Высота и конфигурация твердого неба влияет на резонанс.

Мягкое небо – мышечное образование. Передняя часть неподвижна, средняя – активно участвует в образовании речи, задняя участвует в проглатывании. При подъеме мягкое небо удлиняется.

При дыхании мягкое небо опущено и частично прикрывает отверстие между глоткой и полостью рта.

При глотании – мягкое небо натягивается и приближается к задней стенке глотки и контактирует, одновременно сокращаются и другие мышцы.

В процессе речи повторы очень быстрые мышечные сокращения: мягкое небо приближается к задней стенке по направлению кверху и кзади.

Время закрытия и открытия носоглотки колеблется от 0,01 сек до 1 сек. Степень поднятия зависит от беглости речи, и от фонетики.

Максимальное поднятие неба наблюдается при произнесении звука – а-, а минимальное при звуке –и-.

При дутье, глотании и свисте – мягкое небо поднимается еще и закрывает носоглотку.

Связь между мягким небом и гортанью: изменение мягкого неба ведет к изменению голосовых связок (тонуса гортани – подъем мягкого неба).

Корковый конец слухового анализатора находится в обеих височных долях, а корковый отдел двигательного анализатора расположен в передних центральных извилинах мозга, также в обоих полушариях, причем корковое представительство мускулатуры, обеспечивающей движения органов речи (челюстей, губ, языка, мягкого неба, гортани), находится в нижних отделах этих извилин.

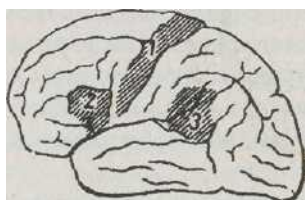


Рис. 40. Области двигательного и слухового анализаторов в коре головного мозга:  
1 — двигательный анализатор;  
2 — двигательный (моторный) центр речи;  
3 — сенсорный центр речи

Для нормальной речевой деятельности особо важное значение имеет левое (у левшей — правое) полушарие мозга. В заднем отделе левой верхней височной извилины помещается слуховой центр речи, называемый обычно *сенсорным (чувствительным) речевым центром*, а в заднем отделе второй и третьей лобных извилин левого полушария расположен *моторный (двигательный) центр речи* (рис. 40).

Повреждения или заболевания сенсорного центра речи приводят к нарушению звукового анализа речи. Возникает *сенсорная афазия*, при которой становится невозможным различение на слух элементов речи (фонем и

слов), а следовательно, и понимание речи, хотя острота слуха и способность различать неречевые звуки при этом остаются нормальными.

Повреждения или заболевания моторного центра речи ведут к нарушению анализа и синтеза кинестетических (двигательных) раздражений, возникающих при произнесении звуков речи. Наступает *моторная афазия*, при которой становится невозможным произнесение слов и фраз, хотя движения речевых органов, не связанные с речевой деятельностью (движения языка и губ, открывание и закрывание рта, жевание, глотание и т. д.), не нарушаются.

## 6 Анатомическое строение, функции и возрастные особенности органов речи

**Анатомия органов речи.** Нос: строение носа, носовой полости, носовых раковин и ходов. Обонятельная и дыхательная области носовой



полости. Участок пещеристой ткани и кровотоковой зоны. Придаточные пазухи носа. Функции, возрастные особенности.

Рот: преддверие рта и полость рта. Губы, щеки, десны, зубы (молочные и постоянные), их смена. Прикус. Твердое, мягкое нёбо. Язык: строение, функции, рецепторы вкусового анализатора. Слюнные железы. Возрастные особенности полости рта у детей и особенности деятельности органов полости рта.

Глотка: строение глотки. Три отдела глотки: носоглотка, ротоглотка, гортаноглотка. Глоточное лимфоидное кольцо, строение, функции. Стенки глотки, мышцы глотки. Функции.

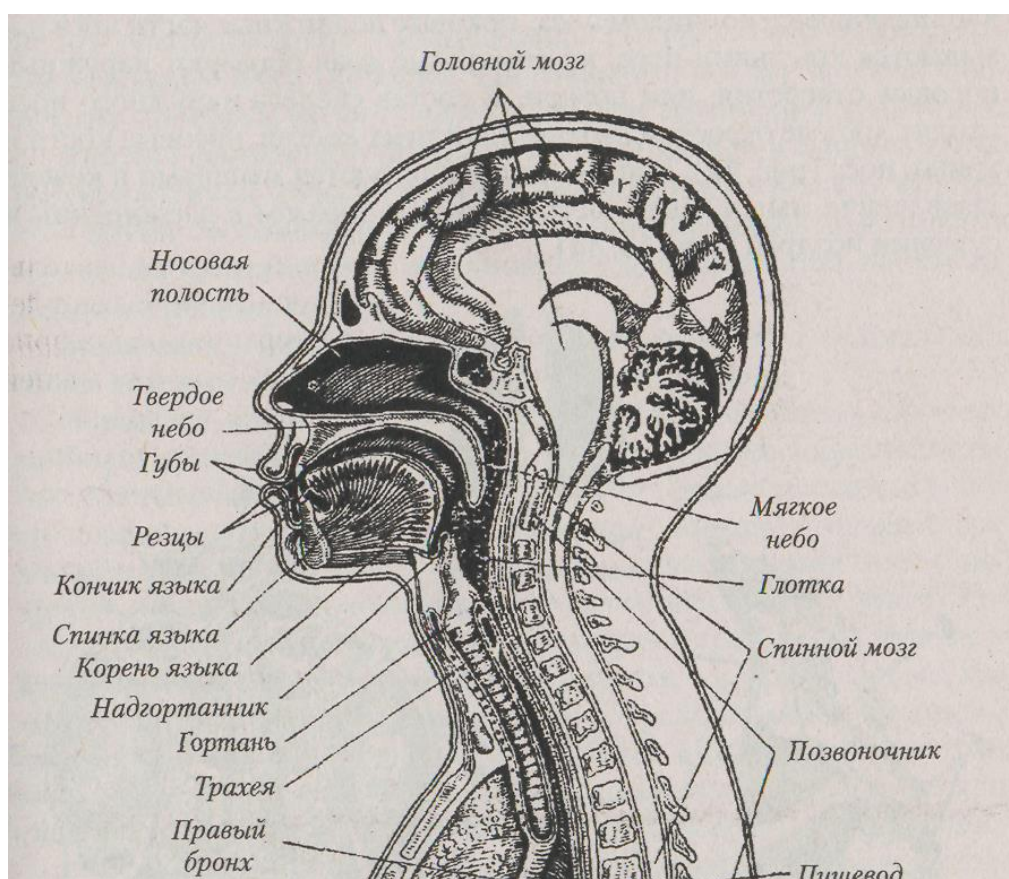
Гортань: строение, хрящи, связочный аппарат, ложные и истинные голосовые связки, мышцы гортани (наружные и внутренние), их функциональное значение. Возрастные и половые особенности строения и функций гортани.

Трахея, бронхи, легкие, анатомическое строение, функции.

Грудная клетка и диафрагма: анатомическое строение, плевра, плевральная полость. Функции.

**Основные понятия:** носовые раковины, обонятельная область носа, пещеристая ткань, придаточные пазухи носа, прикус, носоглотка, ротоглотка, гортаноглотка, глоточное лимфоидное кольцо, плевральная полость, диафрагма.

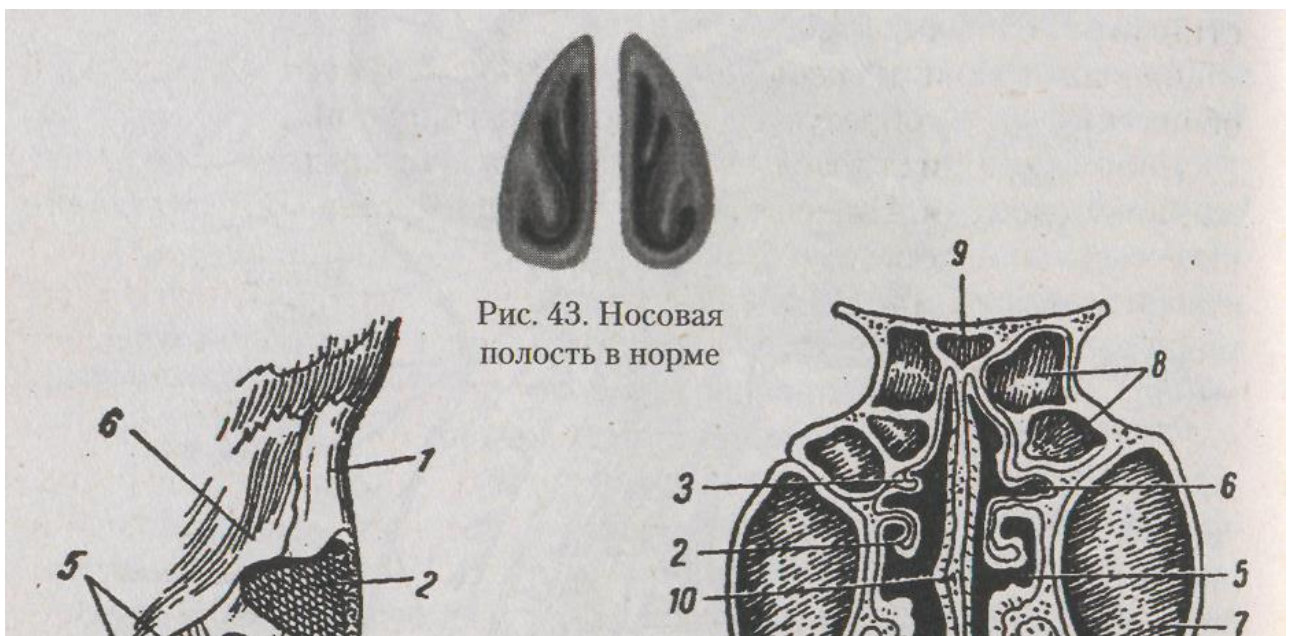
Функция голосо- и речеобразования тесно связана с дыхательной функцией, а периферические органы речи являются в то же время и дыхательными органами. В состав периферического речевого аппарата входят: нос, рот, глотка, гортань, трахея, бронхи, легкие, грудная клетка и диафрагма (рис. 41).





**Нос** является началом дыхательных путей. Одновременно он служит органом обоняния, а также участвует в образовании так называемой надставной трубы голосового аппарата. Нос состоит из наружного носа и носовой полости с ее придаточными пазухами.

Наружный нос состоит из костно-хрящевого скелета и мягких частей. Верхний узкий конец носа, начинающийся от лба, называется корнем носа; книзу и впереди от него тянется спинка носа, заканчивающаяся кончиком носа. Боковые подвижные части носа называются крыльями носа, их свободные края образуют наружные носовые отверстия, или ноздри. В состав скелета наружного носа входят лобные отростки верхнечелюстных костей, носовые кости и хрящи носа (рис. 42). Мягкие части образуются мышцами и кожей. Назначение мышц заключается главным образом в расширении и сужении ноздрей (рис. 43, 44).



Носовая полость состоит из двух половин, отделенных друг от друга носовой перегородкой. Задне-верхняя часть перегородки — костная, а передне-нижняя — хрящевая.

Каждая из двух половин носовой полости имеет четыре стенки: верхнюю, нижнюю, внутреннюю и наружную.

Верхняя стенка, или крыша, полости носа в основном образуется ситовидной пластинкой решетчатой кости. Эта пластинка пронизана многочисленными отверстиями. На верхней ее поверхности, обращенной в полость черепа, лежит луковица обонятельного нерва. От луковицы отходят книзу тонкие веточки — так называемые обонятельные нити (волокна обонятельного нерва), которые проникают в носовую полость через отверстия ситовидной пластинки.

Нижняя стенка, или дно, полости носа является одновременно верхней стенкой полости рта (твердое небо). Дно полости образуется двумя сросшимися по средней линии небными пластинками верхнечелюстных костей и дополняется сзади горизонтальными пластинками небных костей.

Внутренняя, или срединная, стенка полости носа — общая для обеих половин — образуется носовой перегородкой.

Наружная, или боковая, стенка полости носа по своему строению наиболее сложная. На ней имеются три горизонтально расположенных костных выступа, напоминающих по форме половинку двустворчатой раковины. Это носовые раковины — нижняя, средняя и верхняя. Самая большая из них — нижняя — является самостоятельной костью, а средняя и верхняя представляют собой отростки решетчатой кости. Под носовыми раковинами расположены три носовых хода: между нижней раковиной и дном носовой полости — нижний носовой ход, между средней и нижней раковинами — средний, между верхней и средней раковинами — верхний носовой ход. Щелевидное пространство между носовой перегородкой и обращенными к ней поверхностями всех трех носовых раковин называется общим носовым ходом.

Спереди носовая полость прикрыта наружным носом и лишь в нижней своей части открывается наружу через вход в нос — ноздри. Задней стенки носовая полость не имеет и сообщается сзади с полостью глотки посредством больших овальных отверстий — хоан (по одному отверстию в каждой половине носа).

Вся носовая полость выстлана слизистой оболочкой. В той части слизистой оболочки, которая покрывает верхнюю часть носовой перегородки, верхнюю и отчасти среднюю носовую раковину, разветвляются веточки обонятельного нерва, заканчивающиеся обонятельными клетками. Эту часть носовой полости называют обонятельной областью. Всю остальную часть полости носа называют дыхательной областью.

Слизистая оболочка дыхательной области выстлана мерцательным эпителием. Под слоем эпителия расположено много желез, выделяющих слизь.

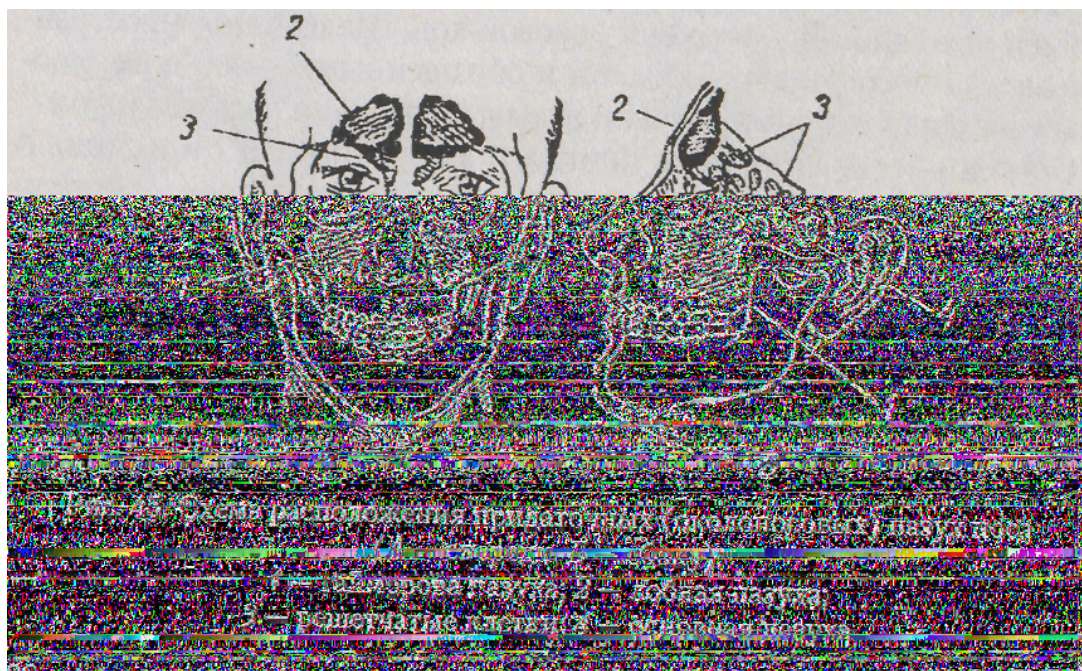
В слизистой оболочке носовых раковин, особенно нижней, заложена так называемая пещеристая ткань, состоящая из расширенных венозных сплетений. Стенки этих сплетений содержат большое количество гладких мышечных волокон. При воздействии различных раздражителей (температурных, химических), а также психических факторов пещеристая ткань способна быстро набухать вследствие рефлекторного расширения венозных сплетений и наполнения их кровью. Такое набухание и обуславливает иногда внезапное закладывание носа.

В слизистой оболочке средней части носовой перегородки, приблизительно на 1 см кзади от входа в нос, имеется участок с поверхностно расположенной сетью кровеносных сосудов. Этот участок получил название кровотоочивой зоны носовой перегородки и является наиболее частым источником носовых кровотечений.

Носовая полость имеет ряд придаточных (околоносовых) пазух. Они представляют собой полости, наполненные воздухом, и расположены в костях, участвующих в образовании стенок носовой полости. Эти пазухи

сообщаются с полостью носа посредством отверстий, расположенных в верхнем и среднем носовых ходах.

Все придаточные пазухи — парные (рис. 45). В лобных костях находятся лобные пазухи; в верхней челюсти — верхнечелюстные, или гайморовы, пазухи; в основной кости — клиновидные и в решетчатой кости — решетчатые клетки. Стенки придаточных пазух выстланы тонкой слизистой оболочкой, являющейся продолжением слизистой оболочки носа.



У новорожденного придаточные пазухи находятся в зачаточном состоянии, а лобные пазухи отсутствуют. Быстрее других развиваются решетчатые клетки. Гайморовы пазухи достигают полного развития лишь к концу прорезывания постоянных зубов, а лобные пазухи начинают формироваться только в возрасте 4—6 лет и заканчивают развитие к 20—25 годам.

Чувствительную иннервацию нос и придаточные пазухи получают от 1-й и 2-й ветвей тройничного нерва (V пара). Двигательные нервы к мышцам крыльев носа и к так называемой «мышце гордецов» (мышца, наморщивающая кожу лба над переносьем) являются веточками лицевого нерва (VII пара).

### **Рот**

Рот, являясь начальной частью пищеварительного тракта, служит одновременно органом речи и вкуса (язык), а в особых случаях (при затрудненном носовом дыхании, а также во время речи) — органом дыхания.



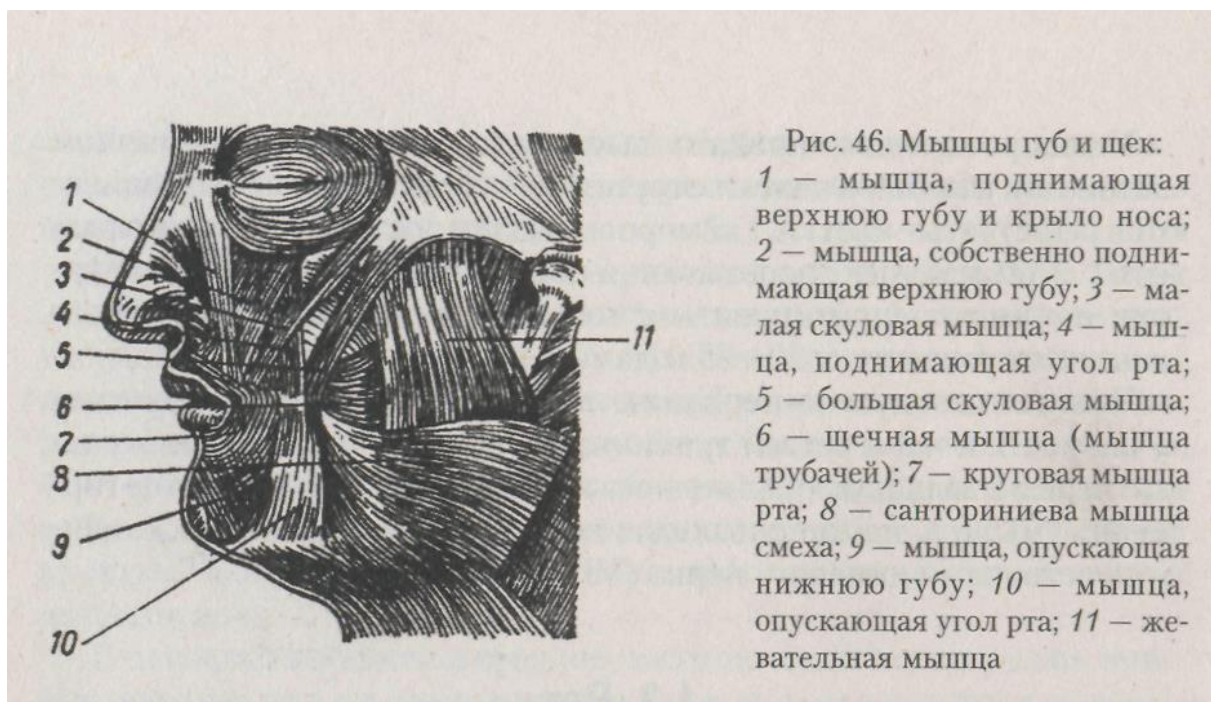
В анатомическом отношении рот делится на две части: 1) преддверие рта и 2) собственно полость рта. Преддверие рта — щеле-видное пространство, ограниченное спереди и с боков губами и щеками, а сзади — зубами и деснами.

Губы представляют собой мышечный валик, образованный круговой мышцей рта. Они покрыты снаружи кожей, а со стороны преддверия рта — слизистой оболочкой. Переходя с губ на альвеолярные (ячеистые) отростки верхней и нижней челюстей, слизистая оболочка плотно срастается с ними и образует здесь десны.

Кроме круговой мышцы рта, которая расположена в толще губ и при своем сокращении прижимает губы друг к другу, вокруг ротового отверстия расположены многочисленные мышцы, обеспечивающие разнообразные движения губ (рис. 46). К верхней губе относятся: мышца, поднимающая верхнюю губу, малая скуловая мышца, большая скуловая мышца, санториниева мышца смеха, мышца, поднимающая угол рта. К нижней губе относятся: мышца, опускающая нижнюю губу, и мышца, опускающая угол рта.

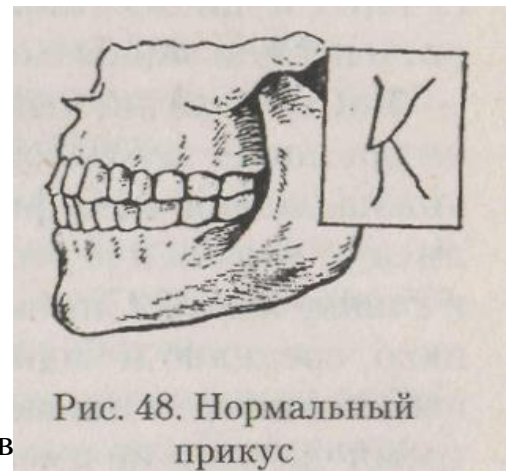
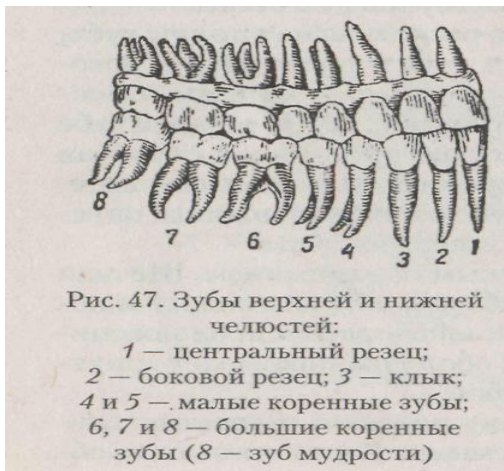
Щеки, как и губы, являются мышечным образованием. Щечная мышца, иначе называемая мышцей трубачей, покрыта снаружи кожей, а изнутри — слизистой оболочкой, являющейся продолжением слизистой оболочки губ. Слизистая оболочка покрывает изнутри всю полость рта, за исключением зубов.

К системе мышц, изменяющих форму ротового отверстия, следует отнести также группу жевательных мышц. К ним относятся собственно



жевательная мышца, височная мышца, внутренняя и наружная крыловидные мышцы. Жевательная и височная мышцы поднимают опущенную нижнюю челюсть. Крыловидные мышцы, сокращаясь одновременно с обеих сторон, выдвигают челюсть вперед; при сокращении этих мышц на одной стороне челюсть движется в противоположную сторону. Опускание нижней челюсти при открывании рта происходит главным образом в силу ее собственной тяжести (жевательные мышцы при этом расслаблены) и отчасти вследствие сокращения шейных мышц. Мышцы губ и щек иннервируются лицевым нервом. Жевательные мышцы получают иннервацию от двигательного корешка тройничного нерва.

Зубы располагаются в виде двух дуг (верхней и нижней) и укреплены в альвеолах (ячейках) верхней и нижней челюстей (рис. 47).



коронку, в ячейки, и корень, сидящий в ячейке; между коронкой и корнем имеется слегка суженное место — шейка зуба. По форме коронки зубы делятся на резцы, клыки, малые коренные и большие коренные. Резцы и клыки относятся к передним, или фронтальным, зубам, коренные — к задним. Передние зубы — однокоренные, задние — двух- или трехкоренные.

Зубы впервые появляются на 6—8-м месяце после рождения. Это так называемые временные, или молочные, зубы. Прорезывание молочных зубов заканчивается к 2,5—3 годам. К этому времени их оказывается 20: по 10 в каждой челюстной дуге (4 резца, 2 клыка, 4 малых коренных зуба). Смена молочных зубов на постоянные начинается на 7-м году и заканчивается к 13—14 годам, за исключением последних коренных зубов, так называемых зубов мудрости, которые прорезываются на 18—20-м году, а иногда и позже. Постоянных зубов — 32 (по 16 зубов в каждой челюстной дуге, в том числе 4 резца, 2 клыка, 4 малых коренных и 6 больших коренных). Взаиморасположение верхнего и нижнего зубных рядов при сомкнутых челюстях называют прикусом. При нормальном строении челюстей и зубной системы верхняя зубная дуга несколько больше нижней, так что при смыкании челюстей нижние передние зубы слегка прикрываются верхними, причем все зубы верхнего ряда соприкасаются со всеми зубами нижнего ряда. Такой прикус считается нормальным (рис. 45).

Твердое небо — костная стенка, отделяющая полость рта от носовой полости, является одновременно крышей полости рта и дном носовой

полости. В передней (большей) своей части твердое небо образуется небными отростками верхнечелюстных костей, а в заднем отделе — горизонтальными пластинками небных костей. Слизистая оболочка, покрывающая твердое небо, плотно сращена с надкостницей. По средней линии твердого неба виден костный шов.

По своей форме твердое небо представляет собой выпуклый кверху свод. Конфигурация небного свода у разных людей значительно

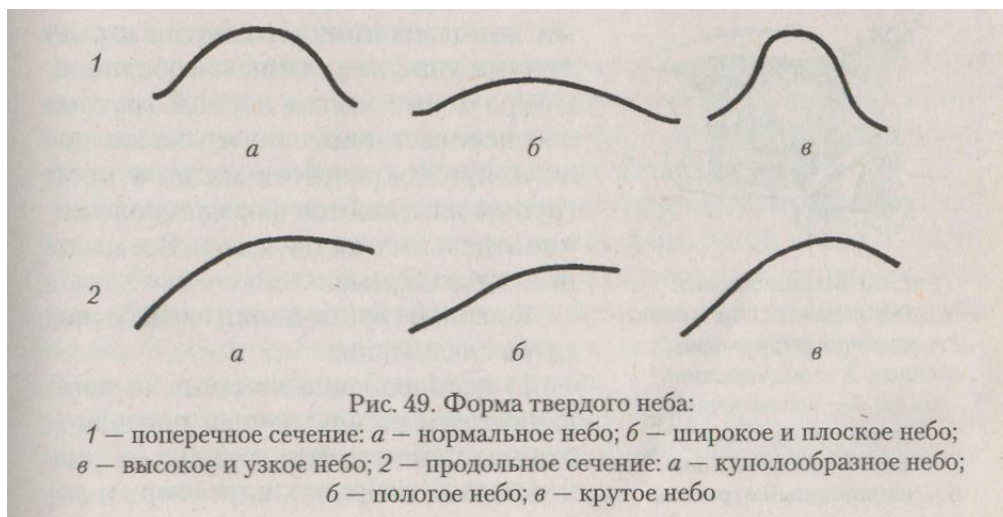


Рис. 49. Форма твердого неба:  
 1 — поперечное сечение: а — нормальное небо; б — широкое и плоское небо; в — высокое и узкое небо; 2 — продольное сечение: а — куполообразное небо; б — пологое небо; в — крутое небо

варьирует. В поперечном сечении он может быть более высоким и узким или более плоским и широким; в продольном направлении небный свод может быть куполообразным, пологим или крутым (рис. 49).

Мягкое небо служит продолжением твердого неба кзади; оно представляет собой мышечное образование, покрытое слизистой оболочкой. Задняя часть мягкого неба называется небной занавеской. При расслаблении небных мышц небная занавеска свободно свисает вниз, а при их сокращении поднимается кверху и кзади. В середине небной занавески имеется удлиненный отросток — язычок.

Язык — массивный мышечный орган. При сомкнутых челюстях он заполняет почти всю ротовую полость. Передняя часть языка подвижна, задняя часть фиксирована и носит название корня языка. Различают кончик и передний край (лезвие) языка, боковые края языка и спинку языка. Спинка языка условно делится на три части: переднюю, среднюю и заднюю. Это деление носит чисто функциональный характер, и никаких анатомических границ между указанными тремя частями не имеется.

Большинство мышц, составляющих массу языка, имеет продольное направление — от корня языка к его кончику. Вдоль всего языка по средней его линии проходит волокнистая



перегородка языка. Она сращена с внутренней поверхностью («изнанкой») слизистой оболочки спинки языка.

При сокращении мышц языка на месте сращения образуется заметная канавка. Мышцы языка (рис. 50) делят на две группы. Мышцы одной группы начинаются от костного скелета и заканчиваются в том или ином месте внутренней поверхности слизистой оболочки языка. Мышцы другой группы обоими своими концами прикрепляются к различным участкам слизистой оболочки. Сокращение мышц первой группы обеспечивает движение языка как целого; при сокращении мышц второй группы изменяются форма и положение отдельных частей языка. Все мышцы языка парные.

К первой группе мышц языка относятся следующие:

1) подбородочно-язычная мышца; начинается на внутренней поверхности нижней челюсти; волокна ее, расходясь веерообразно, идут вверх и на-

зад и прикрепляются к спинке языка в области его корня; назначение этой мышцы — выдвигать язык, вперед (высовывать язык изо рта);

2) подъязычно-язычная мышца; начинается от подъязычной кости, расположенной ниже языка и кзади от него; волокна этой мышцы идут в виде веера вверх и вперед, прикрепляясь к слизистой оболочке спинки языка; назначение — осаживать язык книзу;

3) шило-язычная мышца; начинается в виде тонкого пучка от шиловидного отростка, находящегося на основании черепа, идет вперед, входит в край языка и направляется к средней линии навстречу одноименной мышце противоположной стороны; эта мышца является антагонистом первой (подбородочно-язычной): она втягивает язык в полость рта.

Во вторую группу мышц языка входят следующие:

1) верхняя продольная мышца языка, расположенная под слизистой оболочкой спинки языка; волокна ее заканчиваются в слизистой оболочке спинки и кончика языка; при сокращении эта мышца укорачивает язык и загибает кончик его кверху;

2) нижняя продольная мышца языка, представляющая собой длинный узкий пучок, располагающийся под слизистой оболочкой нижней



поверхности языка; сокращаясь, сгорбливает язык и загибает кончик его книзу;

3) поперечная мышца языка, состоящая из нескольких пучков, которые, начавшись на перегородке языка, проходят через массу продольных волокон и прикрепляются к внутренней поверхности слизистой оболочки бокового края языка; назначение мышцы — уменьшать поперечный размер языка (суживать его и заострять).

Сложно переплетенная система мышц языка и разнообразие точек их прикрепления обеспечивают возможность в больших пределах изменять форму, положение и напряжение языка, что играет большую роль в процессе произношения звуков речи, а также в процессах жевания и глотания.

В слизистой оболочке, покрывающей верхнюю поверхность языка, расположены так называемые вкусовые сосочки, являющиеся концевым аппаратом вкусового анализатора. У корня языка расположена язычная миндалина, нередко более развитая у детей.

Дно полости рта образуется мышечно-перепончатой стенкой, которая идет от края нижней челюсти к подъязычной кости. Слизистая оболочка нижней поверхности языка, переходя на дно полости рта, образует на средней линии складку — так называемую уздечку языка. В некоторых случаях уздечка, оказываясь недостаточно эластичной, ограничивает движения языка.

Двигательную иннервацию язык получает от подъязычного нерва (XII пара), чувствительную — от тройничного, вкусовые волокна — от языкоглоточного (IX пара).

В полости рта открываются выводные протоки слюнных желез. Выводной проток околоушной железы (стенонов проток) открывается на внутренней поверхности щеки против второго верхнего коренного зуба; протоки подчелюстной (вартонов проток) и подъязычной (бартолиниев проток) желез — в слизистой оболочке дна ротовой полости около уздечки языка.

### **Глотка**

Глотка представляет собой воронкообразную полость с мышечными стенками, начинающуюся сверху от основания черепа и переходящую внизу в пищевод. Глотка расположена впереди шейной части

позвоночника. Задняя ее стенка прикреплена к позвонкам, с боков ее окружает рыхлая соединительная ткань, а спереди она сообщается с полостью носа, полостью рта и гортанью.

В соответствии с тремя полостями, расположенными впереди от глотки и сообщающимися с ней, различают три отдела глотки: верхний, или носоглотку, средний, или ротоглотку, и нижний, или гортаноглотку (рис. 51).

Носоглотка ограничена сверху основанием черепа, заднюю стенку ее составляет позвоночник. Передней стенки носоглотка не имеет и сообщается здесь с полостью носа посредством хоан. Нижней границей носоглотки является горизонтальная плоскость, проходящая на уровне твердого неба. При дыхании эта граница является условной, а при глотании мягкое небо



отодвигается назад, прикасается своим задним краем к позвоночнику и отделяет носоглотку от средней части глотки.

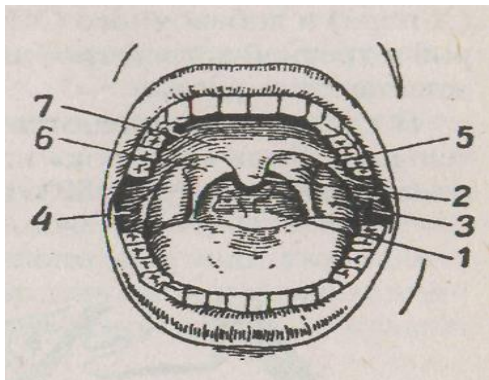


Рис. 52. Зев:  
1 — задняя стенка глотки;  
2 — язычок; 3 — небная  
миндалина; 4 — передняя  
небная дужка; 5 и 6 — задние  
небные дужки; 7 — мягкое  
небо

В боковых стенках носоглотки расположены глоточные отверстия евстахиевых труб. В куполе носоглотки, на месте перехода задней стенки в верхнюю, находится носоглоточная миндалина, которая, разрастаясь, образует аденоидные разращения, или аденоиды, часто встречающиеся у детей.

Стенки носоглотки выстланы слизистой оболочкой, содержащей много слизистых желез и покрытой мерцательным эпителием

Средняя (ротовая) часть глотки, или ротоглотка, служит продолжением носоглотки книзу. Нижней ее границей является горизонтальная плоскость, проходящая через корень языка. Заднюю стенку образует позвоночник. Спереди средняя часть глотки сообщается с полостью рта посредством широкого отверстия, называемого зевом (рис. 52).

Зев ограничен сверху мягким небом, снизу — корнем языка, а с боков — небными дужками. Небные дужки представляют собой складки слизистой оболочки, в которых заложены мышечные волокна. Имеются две небные дужки: передняя, или небо-язычная, и задняя, или небо-глоточная. Между этими дужками образуются ниши, в которых находятся небные миндалины (правая и левая). На задней стенке глотки в толще слизистой оболочки заложены скопления лимфоидной ткани в виде зерен, или гранул. Такие же скопления лимфоидной ткани имеются на боковых стенках глотки в виде тяжей или валиков (боковые валики глотки), а также вблизи устьев евстахиевых труб. Описанные выше четыре миндалины (язычная, носоглоточная и две небные) вместе со скоплениями лимфоидной ткани на стенках глотки образуют так называемый глоточный лимфоидный аппарат, или глоточное лимфоидное кольцо, играющее роль защитного барьера против инфекции, проникающей в организм через нос и рот.

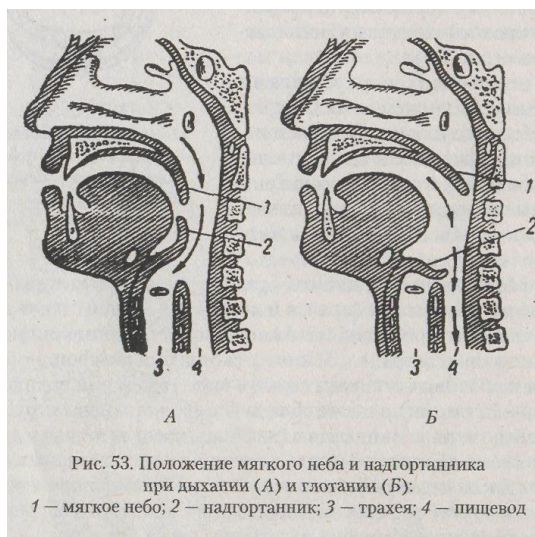
Нижняя (гортанная) часть глотки, или гортаноглотка, воронкообразно суживается книзу и переходит в пищевод. Спереди она граничит с гортанью. В верхнем отделе гортанной части глотки передней стенки нет (здесь находится вход в гортань), а в нижнем отделе передней стенкой служит

задняя стенка гортани. Слизистая оболочка средней и нижней частей глотки покрыта плоским эпителием.

Стенки глотки содержат две группы мышц — круговых и продольных. Круговые мышцы образуют три сжимателя глотки — верхний, средний и нижний. Эти мышцы, сокращаясь волнообразно, одна за другой, обеспечивают глотательный акт, т. е. проталкивание пищевого комка в пищевод. Продольные мышцы глотки при своем сокращении поднимают глотку кверху.

Иннервация глотки довольно сложная. Двигательные волокна получают от третьей ветви тройничного нерва, от блуждающего (X пара) и добавочного (XI пара) нервов; чувствительные — от второй и третьей ветвей тройничного нерва, от языкоглоточного и блуждающего нервов.

В глотке скрещиваются два пути — дыхательный и пищеварительный. Роль «стрелок» на этом скрещивании играют мягкое небо и надгортанник (рис. 53). При носовом дыхании мягкое небо опущено



и воздух свободно проходит из носа через глотку в гортань и дыхательное горло (надгортанник в это время приподнят). Во время глотания мягкое небо приподнимается, прикасается к задней стенке глотки и разобщает среднюю часть глотки и носоглотку; надгортанник в это время опускается и прикрывает вход в гортань. Благодаря такому механизму исключается возможность проталкивания пищевого комка в носоглотку и нос, а также попадания пищи в гортань и дыхательное горло.

### Гортань

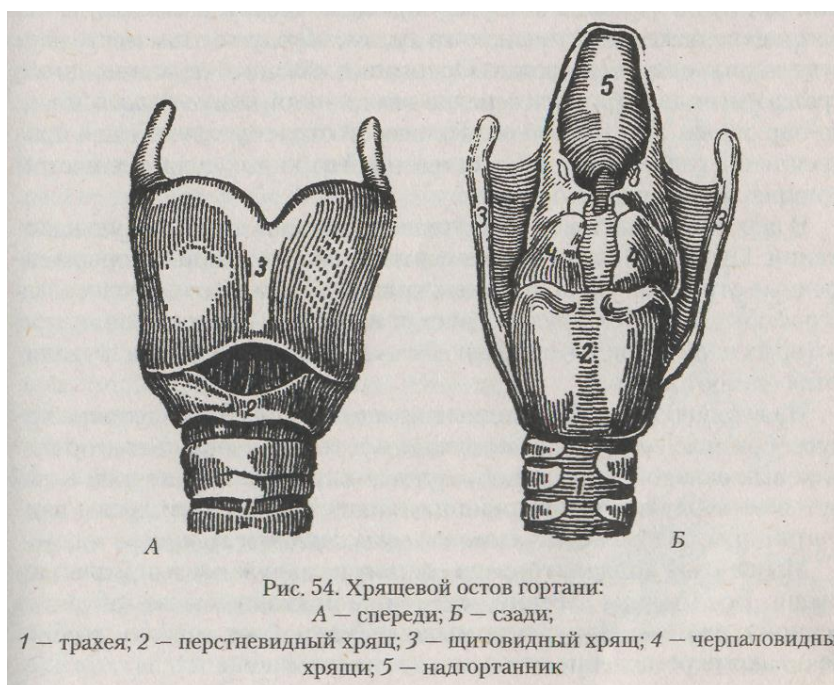
Гортань представляет собой широкую короткую трубку, состоящую из хрящей и мягких тканей. Она расположена в переднем отделе шеи и может быть спереди и с боков прощупана через кожу, особенно у худощавых людей.

Сверху гортань переходит в гортанную часть глотки. Снизу она переходит в дыхательное горло (трахею). С боков к гортани прилежат крупные шейные сосуды и нервы, сзади — нижняя часть глотки, переходящая в пищевод.

Верхняя граница гортани соответствует третьему шейному позвонку, нижняя — шестому. При глотании и голосообразовании гортань смещается кверху и книзу, значительно переходя указанные границы. Снаружи (спереди и с боков) гортань прикрыта щитовидной железой, шейными мышцами и кожей, изнутри она выстлана слизистой оболочкой.

Остов гортани (рис. 54) состоит из девяти хрящей — трех непарных (щитовидный, перстневидный и надгортанник) и трех парных (черпаловидных, санториниевых и врисбергиевых).

Щитовидный хрящ является самым большим из хрящей гортани. Он состоит из двух пластинок неправильно-четырехугольной формы,



сходящихся спереди под углом. У мужчин этот угол выдается вперед в виде кадыка, или так называемого адамова яблока, У детей кадыка нет, размеры щитовидного хряща у мальчиков несколько больше, чем у девочек. На месте соединения пластинок щитовидного хряща в верхней его части имеется вырезка, которую легко прощупать пальцем.

От заднего края обеих пластинок щитовидного хряща кверху и книзу отходят рожки. Верхние рожки служат для сочленения с подъязычной костью, нижние — для сочленения с перстневидным хрящом.

Перстневидный хрящ является как бы основой всей гортани. Он действительно напоминает по форме перстень, причем дуга перстня обращена вперед, а «печатка» — назад. Перстневидный хрящ лежит под щитовидным, соединяясь с нижними рождками последнего. На верхнем крае «печатки» перстневидного хряща имеются суставные площадки для сочленения с черпаловидными хрящами.

Надгортанник по форме напоминает язычок или лепесток, широкая часть которого обращена своим свободным краем кверху и кзади, а узкая вершина прикреплена к щитовидному хрящу на месте его вырезки. Надгортанник служит как бы клапаном: опускаясь при глотательном движении кзади и книзу, он закрывает вход в гортань и предохраняет ее полость от попадания пищи и слюны.

Черпаловидные хрящи имеют приблизительно форму трехгранных пирамид, вершина которых обращена кверху, а основание лежит на «печатке» перстневидного хряща, образуя в этом месте перстне-черпаловидный сустав. Основание каждого черпаловидного хряща имеет два отростка: передне-внутренний, или голосовой, и задне-наружный, или мышечный. Голосовой отросток служит для прикрепления голосовой связки, мышечный отросток является местом прикрепления мышц гортани.

В перстне-черпаловидном суставе возможны двоякого рода движения: 1) вращательные вокруг вертикальной оси, при которых мышечные отростки черпаловидных хрящей сближаются, а голосовые отростки удаляются друг от друга, и наоборот; 2) скользящие, при которых черпаловидные хрящи сближаются друг с другом и удаляются один от другого.

На верхушках черпаловидных хрящей находятся маленькие конусообразные санториниевы хрящи, а в толще черпала — надгортанниковых складок, которые образуются слизистой оболочкой и тянутся от верхушек черпаловидных хрящей к боковым краям надгортанника, заложены кругловатые врисбергиевы хрящи.

Мышечный аппарат гортани состоит из наружных и внутренних мышц. Все мышцы гортани, кроме одной (так называемой поперечной), парные. Наружные мышцы фиксируют гортань и обеспечивают перемещение ее как целого вверх и вниз.





Внутренние мышцы гортани (рис. 55) делятся на три группы: 1) мышцы, натягивающие голосовые связки; 2) мышцы, расширяющие голосовую щель; 3) мышцы, суживающие голосовую щель.

К первой группе относится прежде всего щито-черпаловидная, или голосовая, мышца, которая вместе с покрывающей ее слизистой оболочкой образует истинные голосовые связки (складки). Передние концы этой мышцы прикрепляются к задней поверхности щитовидного хряща в углу, образуемом его пластинками, а задние концы — к голосовому отростку черпаловидного хряща. На поперечном разрезе (рис. 56) истинная голосовая связка имеет форму треугольника: одна сторона его обращена кверху, другая — наружу (этой стороной голосовая связка прикрепляется к боковой стенке гортани), третья — внутрь и вниз, к просвету гортани. Свободные края обеих голосовых связок в виде заостренных граней выступают в полость гортани.



Между истинными голосовыми связками образуется голосовая щель. При сокращении щито-черпаловидной мышцы голосовые связки натягиваются и, увеличиваясь в поперечнике, несколько суживают голосовую щель.

К этой же группе принадлежит перстне-щитовидная мышца. Прикрепляясь одним концом к перстневидному хрящу, другим — к пластинке щитовидного, эта мышца при сокращении наклоняет щитовидный хрящ и способствует тем самым натяжению голосовых связок.

В группу мышц, расширяющих голосовую щель, входит только одна мышца — задняя перстне-черпаловидная, называемая для краткости просто задняя мышца. Она начинается на задней поверхности печатки перстневидного хряща и прикрепляется к мышечному отростку черпаловидного. При своем сокращении она поворачивает черпаловидные хрящи вокруг вертикальной оси, вследствие чего голосовые отростки этих хрящей вместе с прикрепленными к ним задними концами истинных голосовых связок расходятся в стороны и раскрывают голосовую щель.

В группу мышц, суживающих голосовую щель, входят две мышцы. Одна из них — боковая перстне-черпаловидная мышца, служащая антагонистом задней мышцы. Прикрепляясь одним концом к боковой поверхности дуги перстневидного хряща, а другим концом — к мышечному отростку черпаловидного, она при своем сокращении тянет мышечный отросток вперед, а голосовой отросток при этом перемещается к средней линии и замыкает голосовую щель.

Вторая мышца этой группы — поперечная черпаловидная, или просто поперечная мышца, являющаяся единственной непарной мышцей гортани. Она соединяет между собой оба черпаловидных хряща и при своем сокращении сближает их между собой, способствуя тем самым замыканию голосовой щели.

Действие этой мышцы дополняется косой черпаловидной мышцей, которая соединяет мышечный отросток одного черпаловидного хряща с верхушкой другого. Правая и левая косые мышцы перекрещиваются между собой.

Движения голосовых связок можно наблюдать, пользуясь гортанным (ларингоскопическим) зеркалом, представляющим собой круглое зеркальце, укрепленное на ручке под углом  $45^\circ$ . Слегка нагретое зеркальце

прикладывают тыльной стороной к мягкому небу, отодвигая его назад, при вытянутом вперед языке (рис. 57).

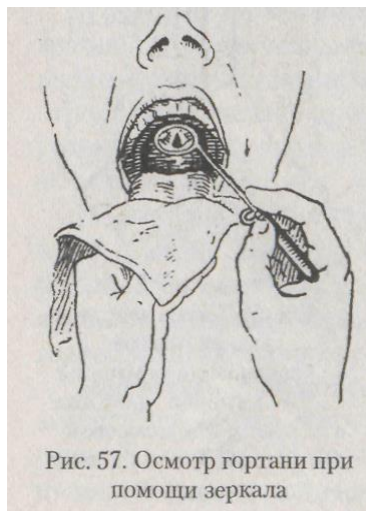


Рис. 57. Осмотр гортани при помощи зеркала

При помощи вогнутого зеркала, укрепленного на лбу наблюдателя (рис. 58 см выше), на гортанное зеркальце направляют пучок света от внешнего источника так, чтобы он, отразившись от зеркальца, осветил полость гортани, которая, в свою очередь отразившись в зеркальце, становится доступной для наблюдения.

Вся полость гортани выстлана слизистой оболочкой, покрытой мерцательным эпителием (за исключением истинных голосовых связок, которые покрыты плоским эпителием). На боковых стенках гортани слизистая оболочка образует складки, расположенные над истинными голосовыми связками, — это так называемые ложные голосовые связки (рис. 59). Между истинными и ложными связками образуются мешковидные углубления, называемые морганиевыми желудочками. Между черпаловидными хрящами и краями надгортанника также образуются складки слизистой оболочки — черпалонад-гортанниковые складки, в толще которых заложены врисбергиевы хрящи.

У мужчин гортань крупнее, а голосовые связки длиннее и толще, чем у женщин. Длина голосовых связок у женщин равна в среднем 18—20 мм, а у мужчин она колеблется от 20 до 24 мм.

У детей до начала периода полового созревания различий в величине и строении гортани между мальчиками и девочками не отмечается. Вообще у детей гортань мала и растет в разные периоды неравномерно.

Заметный рост происходит в возрасте 5—7 лет, а затем — в период полового созревания: у девочек в 13—14 лет, у мальчиков в 14—16 лет. В это время гортань увеличивается у девочек на одну треть, а у мальчиков — на две трети; голосовые связки удлиняются, у мальчиков начинает обозначаться кадык. У детей раннего возраста форма гортани воронкообразная. По мере роста ребенка форма гортани постепенно приближается к цилиндрической.



Иннервация гортани осуществляется двумя ветвями блуждающего нерва — верхнегортанным и нижнегортанным (возвратным) нервами. Первый из них — преимущественно чувствительный, второй — двигательный.

### **Трахея, бронхи и легкие**

Трахея, или дыхательное горло

(рис. 60), служит продолжением гортани книзу и представляет собой цилиндрическую трубку длиной (у взрослого) 11 — 13 см. Она состоит из отдельных хрящевых колец числом от 16 до 20, соединенных между собой волокнистой тканью. Сзади, где хрящевые кольца замыкаются не полностью, стенка трахеи образуется мышечной перепонкой. Эта стенка прилежит к пищеводу.

На уровне 5-го грудного позвонка трахея делится на две трубки — первичные, или главные, бронхи. Бронхи имеют такое же строение, как трахея, только хрящи не так правильны по форме и меньше по размерам. Первичные бронхи направляются к легким и делятся на вторичные бронхи. Правый бронх делится на три ветви, левый — на две, соответственно числу долей легкого. Каждый из вторичных бронхов, войдя в легкое, начинает древовидно разветвляться, образуя третичные бронхи, а затем — более мелкие веточки. Стенки мелких бронхов также состоят из хрящей и мышечных волокон. Трахея и бронхи выстланы слизистой оболочкой, покрытой мерцательным эпителием. В самых мелких бронхиальных веточках, называемых бронхиолями, эпителий плоский. Конечные разветвления бронхов переходят в альвеолярные ходы, окруженные легочными пузырьками — альвеолами. Стенки альвеол состоят из упругой эластической ткани; в них заложена густая сеть кровеносных сосудов (легочных капилляров). Здесь вдыхаемый воздух отдает в кровь свой кислород и получает из крови углекислоту.

Легочные пузырьки вместе с разветвлениями бронхов составляют ткань легких. Легкие расположены в правой и левой половинах грудной клетки, оставляя между собой свободный промежуток, называемый средостением, в котором находятся сердце, аорта, пищевод. Правое легкое состоит из трех долей, левое — из двух; каждая из долей разделена на несколько долек. Снаружи легкие покрыты гладкой серозной оболочкой — плеврой.

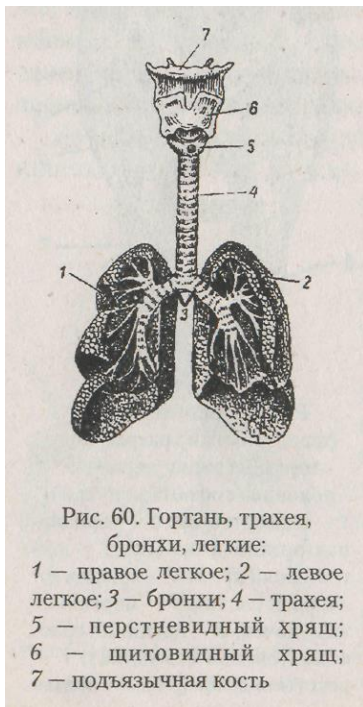


Рис. 60. Гортань, трахея, бронхи, легкие:  
 1 — правое легкое; 2 — левое легкое; 3 — бронхи; 4 — трахея;  
 5 — перстневидный хрящ;  
 6 — щитовидный хрящ;  
 7 — подъязычная кость

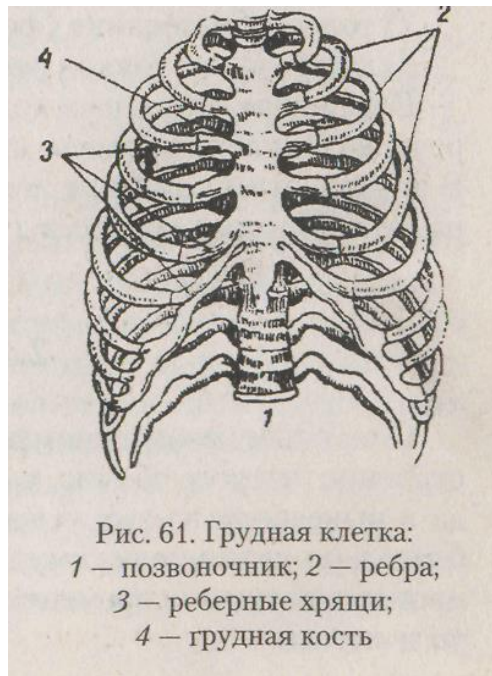


Рис. 61. Грудная клетка:  
 1 — позвоночник; 2 — ребра;  
 3 — реберные хрящи;  
 4 — грудная кость

### Грудная клетка и диафрагма

Грудная клетка (рис. 61) образуется позвоночником, ребрами и грудной костью. Она имеет приблизительно форму усеченного конуса. Промежутки между ребрами заполнены мышцами, расположенными в два слоя, — внутренними и наружными реберными мышцами. Грудная клетка выстлана изнутри, как и снаружи, тонкой серозной оболочкой — плеврой. Листки плевры увлажнены серозной жидкостью, которая играет роль смазки, уменьшающей трение. Между листками плевры, покрывающей легкие и стенки грудной клетки, образуется герметически замкнутое щелевидное пространство, называемое плевральной полостью. Фактически здесь никакой полости нет, так как в межплевральной щели существует отрицательное давление и легкие всегда плотно прижаты к стенкам грудной клетки. Диафрагма, или грудобрюшная преграда, представляет собой массивную плоскую мышцу, которая отделяет грудную полость от полости живота. Она прикрепляется к нижним ребрам, позвоночнику и грудной кости. Диафрагма имеет куполообразную форму. При сокращении она становится более плоской, купол ее несколько опускается, и объем грудной полости увеличивается. При возвращении диафрагмы в спокойное состояние купол ее вновь становится выпуклым, и объем грудной полости соответственно уменьшается.

### 7 Анатомия и физиология органов зрения с учетом возрастных особенностей детей

Строение и функции оболочек глазного яблока: наружная оболочка (склера, роговая оболочка); средняя оболочка (сосудистый или увеальный тракт, состоит из радужки, цилиарного или ресничного тела, хориоидеи); внутренняя оболочка (сетчатка). Зрительный нерв, строение, функции. Защитный аппарат органа зрения: строение и функции глазницы и век. Вспомогательный аппарат органа зрения: глазодвигательный аппарат; слезные органы; соединительная оболочка. Их строение и функции.

Физиология органа зрения. Зрительный анализатор, его отделы: периферический, проводниковый, центральный. Функциональные особенности зрительного анализатора. Значение зрительного анализатора в развитии ребенка.

**Основные понятия:** склера, роговица, стекловидное тело, зрачок, хрусталик, сосудистый или увеальный тракт, радужка, ресничное тело, сетчатка, зрительный нерв, защитный аппарат органа зрения, вспомогательный аппарат органа зрения, глазодвигательный аппарат, слезные органы, центральное зрение, периферическое зрение, цветоощущение, светоощущение, бинокулярное зрение, корковый конец анализатора.

## 8 Врожденная и приобретенная патология органов зрения.

### Офтальмологические рекомендации к процессу воспитания и обучения детей с той или иной патологией

Аномалии и заболевания век, слезных органов, конъюнктивы. Особенности течения у детей. Лечение. Аномалии и заболевания преломляющих оптических сред глаза. Особенности течения и лечения. Рекомендации к процессу обучения и воспитания детей с аномалиями и заболеваниями роговой оболочки. Рекомендации к процессу обучения и воспитания детей с патологией хрусталика. Ограничение физической нагрузки (подъем тяжестей, длительные наклоны головы и туловища вниз, сотрясение тела, прыжки, кувырки). Ограничение непрерывной зрительной работы вблизи, которая должна соответствовать возрастным и функциональным данным ребенка. Для профилактики развития амблиопий показана работа с различимостью мелких деталей (мелкая мозаика, конструкторы и др.), сочетание педагогических занятий с лечебными мероприятиями. Аномалии и заболевания сосудистого тракта.

Рекомендации к процессу обучения и воспитания детей с патологией сосудистого тракта: при данной патологии страдают все основные зрительные функции, следовательно, у детей отмечается низкая зрительная, общая работоспособность и быстрая утомляемость. Следует ограничивать время непрерывной зрительной работы вблизи, физическую нагрузку, в комнате для занятий необходимо посадить ребенка так, чтобы прямые лучи света не попадали в глаза.

Аномалии развития и заболевания сетчатки и зрительного нерва. Рекомендации к процессу обучения и воспитания детей с патологией сетчатки и зрительного нерва: при зрительной и физической нагрузке — строго дифференцированный, индивидуальный подход в зависимости от формы, течения, глубины процесса.

Глаукома врожденная и приобретенная. Рекомендации к процессу обучения и воспитания детей с глаукомой: противопоказаны состояния организма и условия внешней среды, способствующие повышению внутриглазного давления. Показано ограничение зрительной и физической нагрузки; противопоказано пребывание в жарком помещении, на солнце, в

темном помещении. Патология глазодвигательного аппарата органа зрения. Косоглазие содружественное и паралитическое. Профилактика и лечение косоглазия и амблиопии в поликлиниках, кабинетах охраны зрения, специализированных детских садах, санаториях для детей с косоглазием. Роль педагога, воспитателя в процессе профилактики и при лечении косоглазия и амблиопии. Тесная взаимосвязь с семьей ребенка. Роль родителей в проведении лечебно-восстановительной работы при косоглазии и амблиопии. Рекомендации к процессу обучения и воспитания детей с косоглазием и амблиопией; все педагогические мероприятия должны согласовываться с лечебно-восстановительной работой.

Поражение органа зрения в целом. Микрофтальм, анофтальм, альбинизм: причины возникновения, особенности течения и исходы. Профилактика и лечение.

Рекомендации к процессу обучения и воспитания детей при данной патологии: зрительная и физическая нагрузка должны соответствовать зрительным возможностям (т.е. состоянию зрительных функций), физическому развитию ребенка, его возрасту.

**Основные понятия:** колобома века; заворот, выворот века; эпикантус, птоз, ячмень, халазион, блефарит, конъюнктивиты, кератоконус, макро- и микрокорнеа, макро- и микрофакия, сферофакия, вывих, подвывих хрусталика, катаракта, амблиопия, аниридия, колобома радужки, колобома хориоидеи, увеиты, отслоение сетчатки, дегенеративно-дистрофические изменения сетчатки, ретинобластома, глаукома, косоглазие содружественное, косоглазие паралитическое, микрофтальм, анофтальм, альбинизм,

Нужно иметь ясное представление о причинах развития того или иного заболевания и характере возникающих при этом изменений в организме, чтобы не допустить возникновения болезни или определить ее характер и оказать помощь больному. Необходимо также знать, какие последствия может вызвать болезнь. Однако одного клинического опыта, накопленного наблюдениями у постели больного, для этого мало. Медицинские работники должны понимать суть болезни глубже тех пределов, которые возможны при изучении заболевания у постели больного. В этом им помогает патология.

**Патология** (от греч. pathos- болезнь, logos- наука) – наука, изучающая болезнь ее сущность и закономерности развития.

**Патология** изучает все многообразие отклонений в состоянии здоровья от нормы, причины и закономерности возникновения болезней и дает научное обоснование для направленного воздействия на больной организм, т.е. для лечения. С этой целью она углубляет полученные в клинике наблюдения при помощи физиологических, морфологических и экспериментально- лабораторных исследований.

Современная медицина строится на строго проверенных научных данных. Патология же является одной из ведущих наук в медицине. Данная наука стала столь объемистой, что распалась на ряд разделов. Эти разделы тесно связаны между собой, но они настолько отличаются по своим методам, что каждый из них является самостоятельным, имеет своих специалистов и свои медицинские учреждения.

Патология зрительной сенсорной системы изучает различные аномалии и заболевания органов зрения, причины и закономерности глазных болезней, профилактику и способы их лечения.

### **Патология роговой оболочки.**

Роговица относится к важнейшим оптическим структурам глаза. Она очень ранима из-за почти непрерывного контакта с окружающей средой во время бодрствования. Поскольку роговица расположена в области открытой глазной щели, она больше всего подвергается воздействию света, тепла, микроорганизмов, инородных тел, поэтому в ней могут возникать разнообразные морфофизиологические и функциональные нарушения. Особенно неблагоприятна посттравматическая и воспалительная патология роговицы, так как она часто не бывает строго изолирована вследствие общности кровоснабжения и иннервации роговицы и других отделов глаза.

Патология роговицы встречается в виде врожденных аномалий, опухолей, дистрофий, воспалений и повреждений.

### **Аномалии роговицы.**

Аномалии роговицы чаще характеризуются изменениями ее размеров, радиуса кривизны, а также прозрачности.

**Микрокорнеа.** Микрокорнеа (microcornea), или малая роговица, такое состояние роговицы, при котором ее диаметр уменьшен. При измерении роговицы выявляют, что она уменьшена по сравнению с возрастной нормой более чем на 1-2 мм, т.е. диаметр роговицы новорожденного может быть не 9, а 6-7 мм, а ребенка 7 лет - не 10,5, а 8-9 мм и т.д.

**Макрокорнеа.** Макрокорнеа (macrocornea), или мегалокорнеа, большая роговица, т.е. размеры ее увеличены по сравнению с возрастной нормой более чем на 1 мм.

В зависимости от величины отклонений от возрастной нормы они могут в разной степени отражаться на клинической рефракции и зрительных функциях, т.к. при этом изменяется радиус кривизны роговицы, а иногда и ее прозрачность. Кроме того, следует иметь в виду, что такие состояния, как микро- или макрокорнеа, могут сопровождаться повышением внутриглазного

давления. Следовательно, у каждого ребенка и с малой, и с большой роговицей необходимо исследовать внутриглазное давление.

Лечение таких состояний, как правило, не проводят. Может лишь возникать необходимость в очковой или контактной коррекции аметропий различного вида и величины.

**Кератоконус.** Кератоконус – состояние роговицы, при котором значительно изменены ее форма и кривизна (рис. 1).

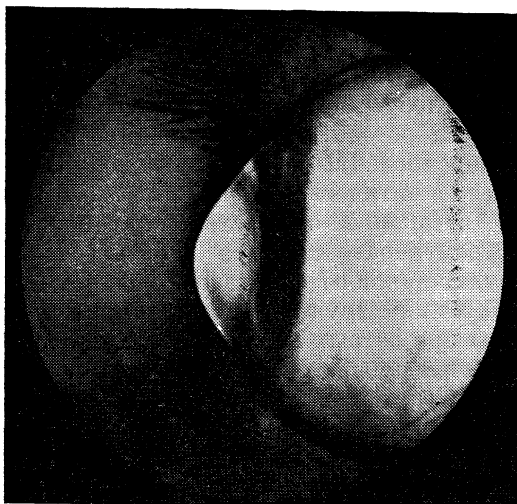


Рис.1.

#### Кератоконус.

При этом конусообразно выступает преимущественно ее центральная часть. Наличие такой аномалии следует предположить в тех случаях, когда обнаружено снижение остроты зрения у детей с прозрачными преломляющими оптическими средами и нормальным глазным дном. В таких случаях необходимо определить форму, кривизну и рефракцию роговицы (кератометрия, офтальмометрия, рефрактометрия). При этом всегда выявляют выраженный астигматизм, чаще неправильный. Кератоконус нередко имеет злокачественное течение, т.е. его степень увеличивается, а главное возникает и прогрессирует помутнение роговицы и одновременно резко падает зрение.

При биомикроскопическом исследовании выделяют разрывы базальной мембраны эпителия, утолщение, фибриллярную дегенерацию и трещины передней пограничной пластинки (боуменова оболочка), складки и изгибы задней пограничной пластинки (десцеметова оболочка).

Процесс возникает чаще в возрасте 8 – 9 лет и старше, развивается медленно, обычно без воспалительных явлений. Поражаются, как правило,

оба глаза, но не всегда одновременно и в разной степени. В начальной стадии болезни появляется выпячивание (конус), степень которого и направление осей периодически меняются. Постепенно вершина конуса мутнеет. Иногда появляется гиперестезия роговицы, сопровождающаяся болями и светобоязнью. Верхушка конуса может повторно изъязвляться и даже перфорироваться. Иногда возникает состояние, называемое острым кератоконусом: задняя пограничная пластинка разрывается, камерная влага проникает в роговицу и вызывает отечное помутнение стромы.

**Кератоглобус.** Кератоглобус характеризуется тем, что поверхность роговицы имеет выпуклую форму не только в центре, как при кератоконусе, а на всем протяжении. При офтальмометрии выявляют измененный радиус кривизны роговицы в разных меридианах, что сопровождается явлениями астигматизма. Зрение при кератоглобусе чаще снижено соответственно степени изменения кривизны роговицы, т.е. величине и аметропии.

Лечение перечисленных аномалий развития роговицы состоит прежде всего в оптической коррекции аметропий (очки, контактные линзы), а также в осуществлении оперативных вмешательств. При остром кератоконусе в первую очередь назначают антестетики, кортикостероиды (дексазон), нейротрофические средства (дибазол, витамины группы В, амидопирин и др.). Благоприятные результаты при острых кератоконусах и кератоглобусах могут давать так называемые гемопломбирующие процедуры. Применяют аутокровь (аутоплазма), которую водят через прокол лимба из-под небольшого конъюнктивального лоскута.

### **Воспаление роговицы (кератиты).**

Кератиты (keratitis) составляют примерно 0,5% в структуре детской глазной заболеваемости, однако из-за выраженных остаточных помутнений часто приводят к снижению зрения (до 20% случаев слепоты и слабовидения).

Ведущий признак кератита – наличие воспалительного инфильтрата (инфильтратов) в разных отделах роговицы, характеризующегося многообразной формой, величиной, различной глубиной залегания, цветом, чувствительностью, васкуляризацией. Очень рано кератит можно заподозрить при возникновении светобоязни, блефароспазма, слезотечения, чувства инородного тела в глазу (засоренность), боли, а также перикорнеальной инъекции. Инъекция может быть также конъюнктивальной, т.е. смешанной. В связи с тем, что воспаление роговицы характеризуется потерей ее прозрачности, возникает различной степени снижение зрения.

Цвет инфильтратов зависит от их клеточного состава. Так, при небольшом количестве лейкоцитов инфильтраты имеют серый цвет, с

увеличением гнойной инфильтрации помутненные роговицы приобретает желтоватый, а после ее исчезновения – белесоватый оттенок. Свежие инфильтраты имеют расплывчатые границы, а в стадии обратного развития – более четкие.

При появлении в роговице инфильтрата теряется ее прозрачность, сферичность, зеркальность и блеск, что, как правило, обусловлено в первую очередь нарушениями целостности эпителия. При многих видах кератитов, особенно поверхностных, эпителий в области инфильтрации разрушается, отслаивается и эрозируется. В этом легко убедиться, если капнуть на роговицу 1- 2 % раствор щелочного флюоресцеина, который окрашивает эрозированную поверхность зеленоватый цвет. Глубокие инфильтраты могут изъязвляться.

Наиболее частый исход кератитов – помутнение роговицы. Оно обусловлено не столько прорастанием сосудов, сколько соединительнотканым перерождением (рубцевание) ее глубоких нерегенерирующих структур и, как правило, не подвергается полному обратному развитию. В связи с этим при кератитах отмечается стойкое снижение остроты зрения разной степени.

В зависимости от свойств возбудителя кератиты могут сопровождаться изменением чувствительности роговицы. При этом возможно как снижение, даже потеря, так и повышение (токсикоаллергические процессы) чувствительности. Снижение чувствительности роговицы может отмечаться не только в больном, но и в здоровом глазу, что свидетельствует об общем нарушении нервной трофики (герпес и др.).

Клинические проявления определенных видов и форм кератитов могут варьировать у детей разного возраста в зависимости от общего исходного состояния их организма, свойств возбудителя, путей его распространения и локализации поражения, а также от состояния оболочек глаза.

Для того чтоб облегчить диагностику, а также выбор и осуществление лечения в детской практике целесообразно различать кератиты только по этиологическому принципу:

#### I. Бактериальные:

1. стафило -, пневмо-, дипло-, стрептококковые;
2. туберкулезные;
3. сифилитические;
4. малярийные, бруцеллезные и др.



## II. Вирусные:

1. аденовирусные;
2. герпетические;
3. коревые, оспенные и др.

## III. Инфекционно (токсико) – аллергические:

1. фликтенулезные (скрофулезные);
2. аллергические

## IV. Обменные:

1. аминокислотные (белковые);
2. авитаминозные.

## V. Прочие:

1. грибковые;
2. нейропаралитические;
3. посттравматические и др.

**Врожденные помутнения.** Врожденные помутнения роговицы, как правило являются следствием нарушения эмбриогенеза в связи с болезнью матери (сифилис, гонорея, туберкулез, токсоплазмоз и др.). Помутнения обычно имеют диффузный характер, располагаются глубоко и преимущественно в центре, эпителий над этими помутнениями блестящий и гладкий.

Изменение прозрачности роговицы может возникнуть и по периферии у лимба, в этом случае оно носит название врожденного эмбриотоксона, который напоминает старческую дугу.

Как казуистика встречается и такой вид помутнения роговицы, как ее врожденная пигментация в виде коричневатой полиморфной крапчатости в средних слоях.

Следует учитывать, что, поскольку по мере роста ребенка растет и его роговица вследствие ее истончения, помутнение может значительно уменьшиться или почти полностью исчезнуть.

Лечение врожденных помутнений роговицы следует начинать с назначения медикаментов, способствующих усилению трофики (витамины, глюкоза, дефибринированная кровь, диабазол и др.) и рассасыванию помутнений (дионин, лидаза, трипсин, микродозы дексазона, биостимуляторы), которые применяют в виде форсированных инстилляций. Проводят также электро- и фонофорез, оксигенотерапию.

При стабильных и выраженных помутнениях, сопровождающихся снижением остроты зрения у детей, чаще возникающих с 3-х летнего возраста, когда рост роговицы в основном закончен, показано оперативное лечение с помощью различных видов кератопластики.

### **Патология хрусталика.**

Среди патологических состояний хрусталика различают аномалии его формы и размеров, нарушения положения и прозрачности.

Патологические изменения хрусталика могут быть врожденными (катаракты, микрофакия, сферофакия, лентиконус, летиноглобус, колобомы хрусталика, остатки сосудистой сумки, врожденная афакия, вывихи и подвывихи) и приобретенными: травматические и осложненные (последовательные) катаракты, вывихи и подвывихи хрусталика.

### **Аномалии формы и положения хрусталика.**

**Микрофакия** – врожденная аномалия, проявляющаяся в уменьшении размера хрусталика, связанном с остановкой его роста. Большинство авторов считают, что она всегда сочетается со сферофакией, однако известны случаи изолированной истинной микрофакии. Характерно двустороннее поражение. Микрофакия может наблюдаться как изолированная аномалия глаз или сочетается с общими конституциональными аномалиями. Сферомикрофакия является одним из проявлений синдромов Маркезани и Марфана.

Аномалия имеет семейно – наследственный характер. Возникновение микрофакии связывают с первичным дефектом развития ресничного пояска, растяжением и перерождением зонулярных волокон.

Признаками микрофакии являются уменьшение размера хрусталика, имеющего шарообразную форму, чрезмерно близкое прикрепление к экватору истонченных волокон ресничного пояска, иридолиз. При расширенном зрачке на всем протяжении виден экваториальный край хрусталика в виде золотого кольца. Нередко наблюдается помутнение хрусталика. Характерна миопическая рефракция глаза.

При микрофакии хрусталик легко ущемляется в зрачковом отверстии или выпадает в переднюю камеру, что приводит к резкому повышению внутриглазного давления, сопровождающемуся болями. В таких случаях показано срочное удаление дислоцированного хрусталика.

**Сферофакия** - хрусталик шарообразной формы, в большинстве случаев сочетается с микрофакией, вывихами, а также общими конституциональными аномалиями. Представляет собой врожденную семейно – наследственную аномалию, возникновение которой связывают с дефектами развития ресничного пояса.

Клиническими проявлениями сферофакии являются шарообразная форма хрусталика, глубокая передняя камера глаза, иридодонез, близорукость. Могут наблюдаться вторичная глаукома, подвывихи и вывихи хрусталика.

Сферофакия лечению не подлежит. При появлении осложнений (глаукома, вывихи) требуется хирургическое вмешательство – антиглаукоматозная операция, удаление смещенного хрусталика.

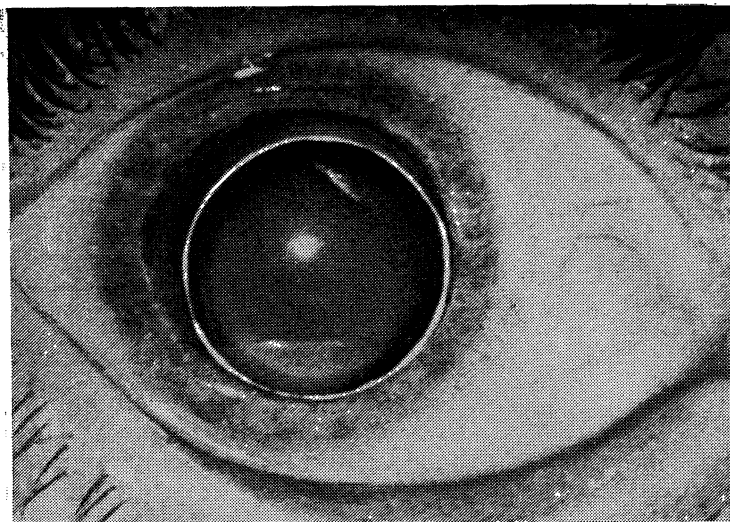
Полные и частичные смещения хрусталика могут быть врожденными и приобретенными.

**Врожденные вывихи и подвывихи хрусталика.** Врожденные вывихи хрусталика (эктопии) в большинстве случаев имеют наследственную природу. Причиной эктопии хрусталика являются аномалии развития ресничного пояса (дефекты, частичная или полная аплазия), недоразвитие ресничного тела, ресничных отростков в связи неправильным закрытием хориодальной щели и давлением артерий стекловидного тела. Деструкция и нарушение целостности ресничного пояса происходит при наследственных поражениях соединительной ткани (синдромы Марфана, Маркезани и др.), нарушениях обмена серосодержащих аминокислот (гомоцистин).

Эктопия хрусталика может быть изолированным поражением, но чаще сочетается с другими врожденными дефектами глаз: колобомой и помутнением хрусталика, колобомой радужки и сосудистой оболочки, поликорией, аниридией и др. нередко встречаются сопутствующие экстраокулярные врожденные аномалии и заболевания – косолапость, шестипалость, врожденный порок сердца, паховая грыжа, аномалии скелета и др.

Клинические проявления эктопии хрусталика многообразны и определяются степенью и направлением смещения, длительностью существования, наличием или отсутствием сопутствующих изменений глаза и осложнений. Процесс чаще двусторонний.

**Вывих хрусталика в переднюю камеру.** При полном вывихе хрусталик шарообразной формы находится в передней камере (рис.2.). обычно он прозрачный, реже частично или полностью помутневший. Передняя поверхность хрусталика прилежит к задней поверхности роговицы, задняя – к радужке, отдавливая ее сзади и прижимая зрачковый край к передней пограничной мембране стекловидного тела. Зрачок, как правило, деформирован, особенно в тех случаях, когда на отдельном участке сохранены волокна ресничного пояска, которые перекидываясь через зрачок, изменяют его форму. Зрение резко снижено.



**Рис.2.**

### **Вывих хрусталика в переднюю камеру.**

При вывихе хрусталика в переднюю камеру блокируются пути оттока внутриглазной жидкости, что приводит к резкому повышению офтальмотонуса, вследствие чего появляется застойная инъекция, отек роговицы, боли в глазу, головные боли. При длительном нахождении хрусталика в передней камере развиваются дегенеративные изменения роговицы.

**Полный врожденный вывих хрусталика в стекловидное тело** - редко встречающаяся аномалия.

**Подвывих (сублюксация) хрусталика** – частичное смещение хрусталика. В области зрачка виден дислоцированный хрусталик, его экваториальный край, сохранившиеся отдельные истонченные волокна ресничного пояска (рис.3.).



**Рис.3.**

### **Подвывих хрусталика.**

При незначительном подвывихе хрусталика о его наличии можно судить лишь по косвенным признакам, а экваториальный край его удастся рассмотреть только при расширенном зрачке. Направление смещения может быть различным. Характерна симметричность направлений подвывиха на обоих глазах, в то время как степень смещения линзы, как правило, различна. Смещенный хрусталик приобретает более правильную шарообразную форму, он может быть прозрачным или помутневшим. Целость передней пограничной мембраны стекловидного тела чаще сохранена; при ее нарушениях стекловидное тело может выступать в переднюю камеру. В тех случаях, когда хрусталик занимает около или более половины области зрачка, при офтальмоскопии получается двойное изображение глазного дна.

**Приобретенные вывихи и подвывихи хрусталика.** Приобретенные смещения хрусталика чаще всего возникают при контузиях глаза вследствие нарушения целостности его связочного аппарата. Предрасполагающими факторами к возникновению смещений у детей могут явиться врожденные дефекты развития, реже выявляют другие этиологические факторы. Отмечены случаи, когда подвывих хрусталика возникал при халькозе глаза как следствие токсического влияния солей меди на волокна ресничного пояска, после перенесенного увеита, а также при высокой близорукости. У детей смещение хрусталика может возникать в далеко зашедшей стадии врожденной глаукомы в результате растяжения и разрывов волокон ресничного пояска.

Лечение вывихов и подвывихов хрусталика хирургическое. Необходим индивидуальный подход к определению показаний к удалению смещенного

хрусталика с учетом характера и степени смещения хрусталика, остроты зрения, уровня внутриглазного давления, состояния глаза.

При частичном и полном вывихе хрусталика в переднюю камеру показано его срочное удаление. В случаях мигрирующего характера смещения хрусталика с частым вывихом его в переднюю камеру также требуется хирургическое вмешательство.

При подвывихе хрусталика, когда он не является препятствием для зрения, а внутриглазное давление нормальное, удалять его нецелесообразно. В этих случаях необходимы коррекция, лечение амблиопии, динамическое наблюдение за больным. Если смещенный хрусталик (прозрачный или помутневший) является препятствием для зрения и можно ожидать повышение остроты зрения после его удаления, операция показана и при нормальном внутриглазном давлении.

### **Катаракта.**

**Катарактой** называется полное или частичное помутнение хрусталика глаза. Единственной возможностью лечения является хирургическая операция.

Различают:

**Врожденные катаракты** – могут быть наследственными либо возникают вследствие влияния различных тератогенных факторов на хрусталик эмбриона или плода во внутриутробном периоде.

**Осложненные (последовательные) катаракты** – помутнения хрусталика, развивающиеся при хронических заболеваниях глазного яблока – иридоциклите, увеите, дистрофиях и отслойке сетчатки, глаукоме и др.

Оказалось, что катаракта сопровождается определенными симптомами, зная которые, можно достаточно достоверно поставить самодиагноз.

Нередко патологический процесс начинается с утолщения хрусталика. В результате он становится более выпуклым, и световые лучи преломляются более резко. Из-за этого ближнее зрение обостряется и у человека возникает близорукость. Чаще всего это явление наблюдается у пожилых людей со старческой дальнозоркостью: они вдруг обнаруживают, что могут читать без очков. Однако после относительно короткого периода улучшения оно ухудшается.

Другой характерный симптом заключается в том, что человек лучше видит в сумерках, чем при ярком свете. Это происходит в тех случаях, когда помутнела лишь центральная часть хрусталика, расположенная непосредственно за зрачком. При ярком свете зрачок сужается и лучи,

идущие через него, попадают на центральную, помутневшую часть хрусталика, которая становится преградой на их пути к сетчатке. При слабом освещении зрачок расширяется, и световые лучи через прозрачную часть хрусталика свободно проходят к сетчатке. При катаракте человек, смотрящий на электрическую лампочку, автомобильные фары или любой другой источник света может видеть вокруг него ореол. Это объясняется тем, что лучи, достигнув замутненного хрусталика, рассеиваются, а не попадают прямо на сетчатку, как бывает при нормальном зрении. Иногда в подобных случаях у людей даже появляется светобоязнь.

Замечает или нет человек развивающуюся у него катаракту, зависит от размера и расположения области помутнения в хрусталике. Если она находится на периферии, можно долго не подозревать о болезни. И наоборот, чем ближе к центру хрусталика располагается помутнение, тем быстрее возникают проблемы со зрением. Предметы начинают видаться нечетко, их контур размыт, иногда они дwoятся. Эти отрицательные явления постепенно усиливаются, вынуждая все чаще менять очки на более сильные. Обычно черный, зрачок может приобрести желтоватый оттенок или даже побелеть. Если обнаружил у себя какие – либо из перечисленных выше симптомов, нужно обязательно обратиться к врачу-офтальмологу. Только специалист может поставить диагноз, определить тип, форму и место помутнения хрусталика.

Раньше офтальмологи считали, что удалять катаракту следует только после того, как она созреет. На это уходит в среднем от 3 до 5 и более лет. А сейчас они пришли к выводу, что наилучшие результаты дают операции при не полностью созревшей катаракте. Поэтому, если из – за появления катаракты зрение снизилось в больном глазу на 20-30 %, то, хотя это и не слишком мешает в повседневной жизни, нужно делать операцию. Лекарств, способных восстановить прозрачность хрусталика, не существует. Его помутнение - это необратимое изменение содержащихся в нем протеинов, от которого нельзя избавиться ни диетой, ни специальным массажем, ни различными народными средствами. Операция делается под местной анестезией, так что никакого дискомфорта больной не испытывает. Причем хирург работает со специальным микроскопом, который одновременно освещает и увеличивает операционное поле. Возраст пациента роли не играет, ее легко переносят даже люди старше 80 лет. Если катарактой повреждены оба глаза, то сначала оперируют один глаз, а спустя 1-2 месяца - второй.

Сама операция состоит из нескольких этапов. Первый этап – разрез, размер которого составляет всего 2-3 мм. Причем он может делаться не в роговице, а в склере. Тогда к хрусталику под углом прокладывается маленький туннель, через который удаляют помутневшую массу. В этом случае можно обойтись без наложения шва, поскольку под давлением век разрез закрывается сам.



Этого вполне достаточно для полного заживления крошечной ранки, так как края склеры быстро срастаются. К тому же сохраняется целостность роговицы, а следовательно, и сферичность ее поверхности. Через разрез в хрусталик вводится полая иголочка с силиконовым покрытием, предохраняющим ткани от повреждения. По ней подается ультразвук строго определенной частоты, который дробит помутневшее ядро хрусталика. Затем эта масса отсасывается с помощью ирригационно-аспирационного наконечника факоемульсификатора, который очищает внутреннюю поверхность капсулы буквально до зеркального блеска. После этого специальным инжектором (напоминающим шприц по механизму действия) вставляется интраокулярная линза (ИОЛ), то есть искусственный хрусталик. Большим преимуществом новой методики является, помимо всего остального, герметичность операционного поля в течение всей операции. Да и делается такая операция гораздо быстрее, чем раньше.

### **Несколько советов тем, кто перенес операцию по удалению катаракты.**

Вернувшись домой после операции, вы можете читать, смотреть телевизор, заниматься обычными делами, не придерживаясь особого щадящего режима, но некоторые ограничения все же есть.

В течение первых двух – трех недель:

- не спите на стороне прооперированного глаза;
- не трите глаз и не нажимайте на него;
- не нагибайтесь, чтобы поднять что-нибудь с пола, — лучше присядьте;
- не поднимайте тяжестей;
- не водите машину, пока глаз окончательно не заживет;
- на улице пользуйтесь солнцезащитными очками;
- женщинам в это время не рекомендуется делать химическую завивку и красить волосы.

Определенные ограничения после операции по поводу катаракты придется соблюдать всю жизнь:

- нельзя поднимать тяжести весом более 10 килограммов и передвигать тяжелые предметы;

- нельзя заниматься силовыми видами спорта, борьбой, прыжками в воду и т. д.;
- следует беречь оперированный глаз от ударов и механических воздействий.

### **Афакия.**

Афакия (отсутствие в глазу хрусталика) может быть врожденной или возникает после удаления катаракты. При биомикроскопии не определяется оптический срез хрусталика. В области зрачка могут быть выявлены остатки хрусталикового вещества или капсулы.

При исследовании фигурок Пуркинье в области зрачка видно только одно отражение пламени свечи от передней поверхности роговицы. Характерна более глубокая, чем в глазу с хрусталиком, передняя камера. Радужка, лишенная опоры, дрожит при движениях глаза (иридодонез). Имеется послеоперационный рубец роговицы или роговично – склеральной области.

Рефракция в среднем на 9,0 – 12,0 дптр слабее по сравнению с глазом, в котором имеется хрусталик. После удаления врожденной катаракты у большинства детей обнаруживают дальнозоркость, степень которой, варьируя от 1,0 до 18,5 дптр, наиболее часто равняется 10,0 – 13,0 дптр. Высокие степени дальнозоркости чаще встречаются при микрофтальме. В первое время после удаления врожденной катаракты у значительного числа больных наблюдается обратный астигматизм, который уменьшается или исчезает через 3 – 6 мес. после операции. Острота зрения при афакии без коррекции снижена до нескольких сотых.

С целью создания оптимальных условий для зрения при афакии следует стремиться к полной коррекции аномалии рефракции. При афакии применяют **очковую коррекцию, контактные и интраокулярные линзы.**

**Очки** детям назначают на основании результатов объективного исследования рефракции и субъективной проверки переносимости коррекции, которая возможна у детей старше 4 – 5 лет. У детей более младшего возраста приходится руководствоваться только результатами объективного исследования. Помимо коррекции афакии дали, необходимо назначать очки для работы на близком расстоянии. Они, как правило, на 2 – 3 дптр сильнее очковых линз, назначенных для дали.

При односторонней афакии очковую коррекцию нельзя использовать в связи с высокой степенью анизейконии (до 25 – 30%), что делает невозможным восстановление биокулярного зрения и служит причиной непереносимости очков. При отсутствии возможности применить другие виды коррекции односторонней афакии очки могут быть использованы для тренировок зрения (при условии исключения здорового глаза).

Для коррекции афакии у детей широко применяют **контактные линзы**, которые уменьшают величину анизейконии. В связи с этим с их помощью можно проводить коррекцию односторонней афакии и у большинства больных добиться восстановления бинокулярного зрения. Контактные линзы используют как при односторонней, так и при двухсторонней афакии. Они избавляют ребенка от необходимости пользоваться тяжелыми очками; важна также косметическая сторона. Больные легче переносят мягкие контактные линзы, изготовленные из гидроколлоида (гель). Мягкие контактные линзы можно назначать в ближайшие сроки после операции, твердые, как правило, не ранее чем через полгода после удаления катаракты. Следует иметь в виду, что в отдельных случаях может отмечаться непереносимость контактных линз.

**Интраокулярную коррекцию** афакии в последние десятилетия широко применяли при лечении взрослых. Предложены многочисленные модели интраокулярных линз: переднекамерные, заднекамерные. По способу крепления различают переднекамерную фиксацию (в области радужно – роговичного угла), фиксацию к радужке, к радужке и капсуле хрусталика (иридокапсулярная), к капсуле хрусталика (капсулярная). Наибольшее распространение получила ирис – клипс – линза Федорова – Захарова (1967).

### **Амблиопия.**

Сетчатка человеческого глаза предназначена для восприятия зрительного образа, который, для её нормального функционирования, должен быть чётким. Отсутствие чёткого зрительного изображения на сетчатке в течение длительного времени приводит к её так называемой «слепоте от бездействия», или **амблиопии**.

Амблиопия чаще всего возникает у детей. Причиной амблиопии может являться, например, отсутствие доступа света к сетчатке, например, при катаракте.

Кроме того, причиной амблиопии может быть разница в длине глаз, так называемая анизометропия (разноглазие), в результате которой степень близорукости (дальнозоркости) одного глаза может

быть больше степени близорукости (дальнозоркости) другого глаза. Могут быть и другие сочетания - один глаз имеет нормальное зрение, на втором – близорукость, дальнозоркость и астигматизм.

В любом из этих случаев, разница в остроте зрения двух глаз приводит к тому, что мозг не соединяет зрительные образы от обоих глаз в единое целое. То есть зрение не является бинокулярным, пространственным, или стереоскопическим. Один глаз становится ведущим, а второй глаз со временем может отклоняться в сторону - развивается косоглазие, часто сопровождающее амблиопию. Амблиопия может быть также следствием, например, астигматизма, когда пациенту по каким-либо причинам не назначались очки (в частности, при их непереносимости).

Лечение амблиопии необходимо начинать как можно раньше, до наступления возраста тинэйджера. После этого заставить работать сетчатку "ленивого" глаза крайне проблематично.

Прежде всего, необходимо восстановить нормальное функционирование амблиопичного глаза. Иногда (в зависимости от возраста ребёнка) приходится проводить лазерную коррекцию. Проводится также курс различных видов стимуляции сетчатки амблиопичного глаза с целью повышения остроты зрения, а также курс лечения, обучающего оба глаза стереозрению. Проводятся также операции, корригирующие косоглазие.

Подробнее о необходимых методах лечения Вам расскажет офтальмолог той клиники, куда Вы обратитесь.

### **Патология стекловидного тела**

Патологические процессы в стекловидном теле можно отнести к аномалиям развития, повреждениям и дистрофиям.

Основными симптомами заболеваний стекловидного тела являются его помутнения и снижение остроты зрения.

Большинство патологических изменений развивается вторично, в результате воздействия заболеваний прилежащих структур. Воспалительные и дегенеративные процессы в сосудистом тракте (особенно в цилиарном теле), сетчатке, травмы глаза и кровоизлияния изменяют химизм стекловидного тела, что приводит к агрегации коллоидных мицелл и образованию волокон, пленок и помутнений.

**Помутнения стекловидного тела** (*offuscati corporis vitrei*) хорошо видны на красном фоне зрачка при исследовании в проходящем свете и имеют вид тонкой пыли, хлопьев, нитей,

маленьких пленок. Они легко смещаются при движениях глаза, плавают, а иногда фиксированы тонкими нитями к диску зрительного нерва, сетчатке.

Нередко люди, преимущественно близорукие, жалуются на летающие мушки перед глазами. Это видимые форменные элементы в стекловидном теле, бросающие тени на сетчатку. Летающие мушки особенно заметны при движениях глаз и при взгляде на освещенную поверхность в виде темных пятнышек или нитей, не влияющих на остроту зрения. При осмотре в проходящем свете и офтальмоскопии они не обнаруживаются, чем и отличаются от истинных помутнений стекловидного тела. Лечению не подлежат.

Определенное значение имеют различные виды деструкции стекловидного тела. Изменение его структуры выявляют методом биомикроскопии. В частности, для нитчатой деструкции характерны разжижение стекловидного тела и наличие хлопьевидных помутнений в виде шерстяной пряжи или пряди тонких волокон. Нити серовато-белого цвета, извиты, пересекаются между собой, местами имеют петлеобразное строение. Это наблюдается часто в терминальной стадии близорукости, у пожилых людей при атеросклерозе. Патогенез нитчатой дистрофии, возможно, заключается в склеивании фибрилл стекловидного тела в результате старения и свертывания белка или деполимеризации гиалуроновой кислоты. Деструкция сопровождается отслойкой стекловидного тела.

Для зернистой деструкции стекловидного тела характерно наличие мельчайших зерен в виде взвеси серовато-коричневого цвета. Зерна откладываются на нитях остова. В основе зернистой деструкции лежит скопление пигментных клеток, лимфоцитов, мигрирующих из окружающих тканей. Зернистая деструкция возникает вследствие воспалительных процессов в сосудистой оболочке, после травм, отслойки сетчатки, при внутриглазных опухолях. Процесс нитчатой и зернистой деструкции в некоторых случаях обратим при терапии основного заболевания.

К своеобразной патологии стекловидного тела относится деструкция с кристаллическими включениями (*synchisis scintillans*) - серебряный и золотой дождь.

При движении глаза блестящие кристаллы перемещаются, мерцают наподобие золотых и серебряных блесков. Химический состав кристаллов изучен недостаточно. Известно, что холестеролу принадлежит немаловажная роль в их возникновении. Эта патология

встречается в большинстве случаев в пожилом возрасте и у лиц, страдающих диабетом. Зрение при этом может не снижаться.

К дистрофическим изменениям следует отнести и отслойку и сморщивание стекловидного тела. Отслойка может быть передней, задней, боковой. Передняя отслойка стекловидного тела выявляется при осмотре щелевой лампой. Можно уловить частичное или полное отделение пограничного слоя стекловидного тела от задней капсулы хрусталика. При этом пространство между хрусталиком и стекловидным телом кажется оптически пустым. Передняя отслойка стекловидного тела наблюдается в преклонном возрасте, реже при увеитах и травмах. Значительно чаще встречается отслойка заднего пограничного слоя стекловидного тела от сетчатки и диска зрительного нерва. Задняя отслойка наблюдается при высокой миопии, у людей пожилого возраста. Она сопровождается более или менее выраженной ретракцией остова стекловидного тела. Задняя отслойка стекловидного тела может быть различной формы и протяженности. Чаще встречается полная отслойка стекловидного тела. Нередко она сопутствует или предшествует отслойке сетчатки. Стекловидное тело при задней отслойке отрывается от диска зрительного нерва, поэтому при исследовании как с помощью офтальмоскопа, так и особенно щелевой лампы можно увидеть овальное кольцо различной величины. Детали сетчатки при офтальмоскопии через это отверстие кажутся более четкими, чем при осмотре через соседние участки задних слоев стекловидного тела. Иногда при пролиферирующем ретините натяжение витреоретинальных шварт вызывает заднюю отслойку стекловидного тела с образованием отверстия треугольной формы.

Сморщивание стекловидного тела - наиболее серьезное проявление дистрофических изменений в нем. Уменьшение объема стекловидного тела и швартообразование наблюдаются после проникающих ранений глаза, внутриглазных операций, сопровождающихся выпадением значительного количества стекловидного тела, и при хронических увеитах.

Самые частые и существенные изменения в стекловидном теле наблюдаются при воспалениях увеального тракта и сетчатки. При иридоциклитах и хориоретинитах может отмечаться обильная серозная экссудация, создающая диффузное помутнение в стекловидном теле. Глазное дно в таких случаях видно как в тумане. Клеточные элементы экссудата, склеиваясь с другими продуктами воспаления, формируют хлопьевидные плавающие помутнения, различной формы и величины.

**Кровоизлияния стекловидного тела.** Из других видов патологических изменений стекловидного тела особого внимания

ввиду тяжести процесса заслуживают кровоизлияния. Наличие крови в стекловидном теле носит название **гемофтальма**. Различают частичный и полный гемофтальм. Первыми признаками кровоизлияния в стекловидное тело являются снижение зрения вплоть до полной его потери и ослабление или отсутствие рефлекса глазного дна. Причинами кровоизлияний в стекловидное тело могут быть травмы, внутриглазные операции, гипертоническая болезнь, атеросклеротические изменения сосудов сетчатки, диабет, дистрофии и васкулиты сетчатки, опухоли хориоидеи.

Кровь в стекловидном теле может служить источником формирования шварт. Образование соединительнотканых тяжей способствует возникновению тракционной отслойки сетчатки.

Наиболее информативным способом выявления гемофтальма является биомикроскопия стекловидного тела и ультразвуковая эхография.

Лечение направлено на рассасывание гемофтальма. В свежих случаях рекомендуются госпитализация и постельный режим с бинокулярной повязкой. Показана терапия антикоагулянтами под контролем коагулограммы. Местно применяют дионин, подконъюнктивальные инъекции кислорода и фибринолизина. Внутримышечно вводят аутокровь, лидазу или хи-мотрипсин. В ряде случаев, если в первые 10 дней кровоизлияние не рассасывается, рекомендуется хирургическое вмешательство - витреоректомия.

При преретинальных кровоизлияниях остов стекловидного тела свободен от крови. Такие кровоизлияния рассасываются быстрее интравитреальных.

Примером паразита в стекловидном теле может быть цистицерк, являющийся финной свиного цепня, заносится в глаз с током крови из стенки желудка, попадая сначала через сосуды хориоидеи под сетчатку, а затем, пробуравливая ее, - в стекловидное тело.

Цистицерк выглядит как кистевидное мерцающее образование с зеленоватым оттенком. Иногда можно заметить перистальтические движения паразита.

В стекловидном теле зародыш цистицерка свободно перемещается, иногда на некоторое время фиксируется к сетчатке в различных ее участках. При биомикроскопическом исследовании отчетливо видна головка паразита с характерными присосками.



Консервативные методы лечения неэффективны. Паразит подлежит удалению оперативным путем, ибо длительное пребывание его в глазу может вызвать явления пролиферирующего ретинита и заметное снижение зрения. Место нахождения цистицерка в глазу определяют офтальмоскопически.

### **Повреждения органа зрения у детей.**

Повреждения глазного яблока и его вспомогательного аппарата в структуре детской глазной патологии составляют почти 10%. Большинство повреждений глаз у детей носит характер микротравм (до 60%) и тупых травм (до 30%), на долю проникающих ранений приходится не более 2%, ожогов – около 8%. До 70% ранений и ожогов и до 85% тупых травм наблюдаются у детей школьного возраста, а остальная доля приходится на дошкольников.

Наибольшее число травм органа зрения бывают в марте – апреле и сентябре – октябре в связи с изменениями погодных условий (весна и начало осени). Кроме того, перед началом обучения дети очень активны в играх, и в это время частота повреждений глаз, как и других частей тела, значительно увеличивается. Повреждающими предметами соответственно времени года являются снежки, хоккейные клюшки, шайбы, палки, камни и металлические или другие предметы. Мальчики составляют 85%, девочки – 15% среди больных с травмами. Таким образом, повреждения органа зрения у детей бытового характера и связаны в основном с недосмотром взрослых и плохой организацией игр.

Для того чтобы определить вид и тяжесть повреждения глаза, необходимо установить, каким предметом нанесена травма (размер, состав, температура, концентрация и др.), а также время и обстоятельства, при которых произошло повреждение. Степень или тяжесть процесса определяется глубиной и площадью повреждения, наличием или отсутствием инородных тел и рядом других признаков применительно к ранениям, травмам или ожогам.

Только после проведения тщательного офтальмологического и рентгенологического, а в случае необходимости также оториноларингологического и неврологического (частые сотрясения мозга) исследований можно установить правильный диагноз и осуществить эффективное лечение.

### **Тупые травмы глаз.**

Тупые травмы органа зрения у детей могут иметь разную степень тяжести и быть вызваны разнообразными предметами. Тупые травмы принято называть контузиями, однако это не вполне правильно, так как в принципе при любых повреждениях, в том числе ранениях и ожогах, могут наблюдаться явления контузии. По существу контузия – это симптом травмы.

Для тупых травм глазного яблока и его вспомогательного аппарата могут быть характерны разнообразные **признаки**:

**Эрозия** окружающих глаз тканей и роговицы (примерно 60%). При этом повреждается преимущественно эпидермис или эпителий, в связи с чем всегда возможны инфицирование и развитие воспаления. При образовании эрозии наблюдаются некоторая матовость, шероховатость, отсутствие зеркальности и сферичности роговицы.

**Кровоизлияния в оболочки** и прозрачные структуры глаза (передняя и задняя камеры, стекловидное тело, сетчатка) – одно из часто встречающихся (около 80% случаев) изменений, возникающих вследствие тупой травмы. Чаще наблюдается гифема (60%). В первые часы после травмы кровь в передней камере находится во взвешенном состоянии, и если кровоизлияние незначительное, то его можно обнаружить только с помощью биомикроскопии. При выраженном кровоизлиянии оно видно при обычном осмотре. Через несколько часов после травмы кровь оседает на дно передней камеры и возникает гомогенное красное образование с ровным горизонтальным уровнем - гифема. Характерной особенностью у детей является ее быстрое рассасывание. Гифема высотой 2 – 3 мм исчезает за 3 дня после травмы, чего не происходит у взрослых, особенно пожилых людей.

**Гемофтальм** – это кровоизлияние в стекловидное тело. Оно возникает при разрывах в области ресничного тела и хориоидеи. При этом за хрусталиком видно гомогенное бурое (красное) диффузное или ограниченное полиморфное подвижное образование. В проходящем свете видны темные пятна. Полный гемофтальм приводит к почти полной потере зрения, а частичный – к значительному его снижению и возникновению темных подвижных пятен перед глазами.

Гемофтальм – очень тяжелое проявление повреждения глаза, и для его устранения требуются немедленные и активные лечебные мероприятия.

**Ретинальные кровоизлияния** возникают сравнительно часто (до 30% случаев) при тупых травмах. Может наблюдаться их центральная, макулярная, парамаккулярная и дисковая, а также периферическая локализация. Лечение кровоизлияний в структуры

глаза необходимо начинать немедленно по установлении диагноза, оно должно быть комплексным, систематическим и направленно в первую очередь на гомеостаз.

Исходы кровоизлияний у детей более благоприятны, чем у взрослых, так как за время их сравнительно непродолжительного существования не успевают развиться необратимые дистрофические и атрофические внутриглазные процессы.

**Иридодиализ**, или отрыв радужки в области ее корня, - довольно часто наблюдающееся проявление тупой травмы глаза. Он характеризуется наличием в области радужки темного участка различной формы и величины, при этом соответственно иридодиализу может изменяться (уплощаться) форма зрачка. Лечение иридодиализа и разрывов зрачкового края только хирургическое: накладывают швы на дефекты, не вскрывая или вскрывая глазное яблоко. Результаты операций, как правило, хорошие.

**Катаракта** – помутнение хрусталика. Может быть выявлена как при боковом освещении и биомикроскопии, так и в проходящем свете. Помутнения могут быть разного вида, локализации и величины. У большей части больных, в основном у детей старшего возраста и взрослых, наблюдается прогрессирование помутнений хрусталика до диффузного полиморфного. У большинства больных дошкольного возраста помутнения имеют локальный стационарный характер.

В зависимости от массивности помутнений, степени и скорости их прогрессирования нарушаются зрительные функции.

Лечение помутнений хрусталика состоит в применении рассасывающих средств, в следствие чего проявляется повышение зрения или определяется при биомикроскопии. В тех случаях, когда рассасывания мутного вещества хрусталика не происходит и острота зрения с коррекцией ниже 0,3, может быть произведена экстракция катаракты, так как в противном случае разовьются амблиопия и вторичное косоглазие.

**Подвывих хрусталика** может быть выявлен по углублению и неравномерности передней камеры, выраженному иридодонезу, изменению клинической рефракции, снижению остроты зрения, одиночному двоению, а также повышению офтальмотонуса и разлитым явлениям иридоциклита.

Лечение подвывиха хрусталика показано в тех случаях, когда он сопровождается значительным снижением остроты зрения, или стойким повышением внутриглазного давления. Лечение только

хирургическое. Показания к имплантации интраокулярных линз у маленьких детей (до 10 лет) отсутствуют, а у более старших-возможны.

**Вывих хрусталика** диагностируют по углублению передней камеры, иридоденезу, перемещению хрусталика в стекловидном теле или в передней камере, грыже стекловидного тела, циклиту, отсутствию аккомодации, возможному повышению офтальмотонуса. Вывих хрусталика рано или поздно осложняется вторичной глаукомой, а также иридоциклитом, поэтому необходимо постоянно следить за величиной офтальмотонуса.

Лечение вывиха хрусталика заключается в его удалении, так как в ином случае могут развиваться разные осложнения, которые приведут к потере зрения. Как правило, производят интракапсулярное удаление хрусталика, и в последующем (через 3-6 мес.) осуществляют контактную коррекцию афакии.

**Разрыв склеры** (субконъюнктивальный или открытый) проявляется наличием раны и предлежанием к ней или выпячиванием темной (сосудистая оболочка) либо светлой (стекловидное тело, сетчатка) ткани, а также гипотензией глаза. Лечение разрывов склеры состоит в срочном наложении швов на рану и диатермокоагуляции этой зоны для профилактики отслойки сетчатки. В дальнейшем проводится противовоспалительное лечение.

**Разрывы хориоидеи** бывают различной формы, величины и локализации, и в зависимости от этого могут более или менее снижаться острота зрения и появляться дефекты в поле зрения. Разрывы сосудистой оболочки в течение первой недели после травмы могут быть не видны, так как они почти всегда сопровождаются обширными, субреитинальными кровоизлияниями.

Лечение разрывов хориоидеи состоит в назначении средств, способствующих рассасыванию кровоизлияний и отека окружающих тканей.

**Контузии сетчатки** встречаются почти во всех случаях тупых травм глаза, а также проникающих ранений. Они характеризуются помутнением, отеком, появлением серовато – и молочно – белых участков. Наблюдается выраженное перераспределение пигмента. Одним из наиболее тяжелых видов коммоции сетчатки является поражение. В некоторых случаях дистрофия может проявляться в образовании кист, что приводит к снижению остроты зрения и, возможно, к отслойке сетчатки.

Лечение контузий сетчатки состоит в основном в проведении дегидратационной терапии, применении нейротрофических средств, а также цистеина, дибазола, АТФ, микродоз, дексазона, папаина и др.

**Разрыв и отслойка сетчатки** возникают в среднем у 2% детей, у 10% с тупыми травмами и контузиями органа зрения. Эти патологические процессы могут проявляться сразу после травмы и в отдаленные сроки.

Границы отслойки и место разрыва сетчатки можно определить с помощью специальных офтальмохромоскопических, периметрических и эхобиометрических методик. Опасны разрывы в области пятна и центральной ямки, так как резко снижается острота зрения и почти никогда не восстанавливается.

Лечение разрывов и отслойки сетчатки только хирургическое. Производят разные операции в зависимости от вида, размеров и локализации дефекта сетчатки.

**Отрыв (разрыв) зрительного нерва** при тупой травме глаза встречаются в среднем у 0,2% пострадавших. При этом мгновенно возникает почти полная или полная слепота.

У детей целесообразно различать 4 степени тяжести повреждений: I – легкая, II – средней тяжести, III – тяжелая, IV – очень тяжелая. В основу определения степени тяжести положены морфофункциональные изменения глаза и их обратимость. Тупые травмы глазного яблока I степени в основном заканчиваются благополучно. У 95% детей происходит почти полное восстановление зрительных функций. После тупой травмы II степени у 85% детей острота зрения восстанавливается не менее чем до 0,8. При повреждениях III степени у 65% детей сохраняется острота зрения 0,8 - 1,0, у 25% - 0,7 0,3 при наличии грубых органических изменений по периферии глазного дна, у 10% детей – 0,2 0,09. тупые травмы IV степени приводят к почти полной или полной слепоте. Средний койко – день пребывания детей в стационаре по поводу тупой травмы глаз составляет 15 дней.

### **Ранения глаз.**

Ранения глаз могут быть непроникающими, проникающими и сквозными.

**Непроникающие ранения глаза.** Непроникающие ранения могут иметь любую локализацию в капсуле глаза и его вспомогательном аппарате и разнообразные размеры. Эти ранения

чаще бывают инфицированными, нередко при них выявляют металлические (магнитные и амагнитные) и неметаллические инородные тела. Наиболее тяжелыми являются непроникающие ранения в оптической зоне роговицы и захватывающие ее строму. Даже при благоприятном течении они приводят к значительному снижению остроты зрения. В острой стадии процесса оно обусловлено отеком и помутнением в области ранения, а в последующем стойким помутнением рубцом роговицы в сочетании с неправильным астигматизмом. В случае инфицированности раны, наличия в ней инородного тела и позднем обращении за помощью глаз может воспалиться, развиваться посттравматический кератит и в процесс вовлекаться сосудистая оболочка – возникает нередко кератоирит или кератоувеит.

**Проникающие ранения глаза.** Наиболее тяжелыми как по течению, так и по исходам являются проникающие, особенно сквозные ранения глаза. Раны при проникающих ранениях почти всегда (условно всегда) инфицированы, поэтому в них может возникнуть тяжелый воспалительный процесс. Наконец, одними из основных факторов являются массивность и локализация ранения. Для унификации четкой диагностики проникающих ранений глаза целесообразна их градация по глубине и массивности поражения, наличию или отсутствию инородного тела (его характер), а также инфицированности. Выбор метода лечения и ожидаемый исход в большой степени зависят от локализации процесса. В связи с этим целесообразно различать:

**Простые проникающие ранения** – нарушается целостность только наружной оболочки. Они встречаются примерно в 20% случаев. Раны могут быть адаптированными и открытыми, с ровными и неровными краями. Важным диагностическим признаком ранения является состояние передней камеры. При ранении роговицы она в свежих случаях, даже при адаптированных (в первые часы) мелкая, а при ранениях склеры – чрезмерно глубокая.

**Сложные проникающие ранения** – когда поражаются и внутренние структуры глаза. Они встречаются примерно в 80% случаях. Наиболее часто (у 20% больных) при проникающих ранениях роговицы повреждается хрусталик и возникает катаракта, а при ранениях склеры могут быть повреждены почти все внутренние оболочки и структуры глазного яблока.

В свою очередь и при простых, и при сложных ранениях в глаз могут внедряться инородные тела (металлические, магнитные и амагнитные, неметаллические). Установить их наличие нередко можно

с помощью биомикроскопии и офтальмоскопии. При обнаружении инородных тел необходимо установить их локализацию.

Лечение проникающих ранений заключается в срочной хирургической обработке раны под общей анестезией. В современных условиях обработку раны производят с применением микрохирургической техники. В процессе оперативного вмешательства удаляют инородные тела и производят реконструкцию поврежденных структур (удаление хрусталика, иссечение грыжи стекловидного тела, наложение швов на поврежденную радужку и ресничное тело и др.) перевязки делают ежедневно. С 3 – го дня назначают рассасывающую терапию (лидаза, трипсин, пирогенал, аутогемотерапия, кислород, ультразвук и др.).

Исходы проникающих ранений различны в зависимости от их вида и локализации. Восстановления хорошего зрения (1,0 – 0,3) после любых проникающих ранений добиваются примерно у 65% больных, слепота наступает у 5% и энуклеируют глаз у 4%, у остальных зрение сохраняется в пределах 0,08 – светоощущение.

Лечение непроникающих ранений преимущественно медикаментозное: осуществляют инстилляциии, как при проникающих ранениях глаз.

Из осложненных проникающих ранений глаз наиболее часто встречаются инфекционные, а также аутоаллергические процессы, реже – металлозы и еще реже – так называемая симпатическая офтальмия.

Лечение металлозов этиологическое – (удаление инородных тел хирургическим путем или растворение выведение физиотерапевтическими методами), а также симптоматическое медикаментозное рассасывающее и оперативное.

Симпатическая офтальмия – самый тяжелый осложненный процесс. Это вялотекущее негнойное воспаление, развивающееся в здоровом глазу при проникающем ранении парного глаза. Для предотвращения ее развития прежде всего необходимо рано начатое, правильно и длительно проводимое медикаментозное и хирургическое лечение проникающего ранения. Наиболее радикальной операцией, которая позволяет почти полностью исключить возможность развития офтальмии, является энуклеация поврежденного слепого глаза.

### **Ожоги глаз.**



Из всех повреждений органа зрения у детей ожоги глаз наблюдаются нечасто – у 7% больных; они носят, как правило, бытовой характер. В зависимости от причины различают химические и термические ожоги, а также вызванные лучистой энергией (ультрафиолетовые, рентгеновские, электрические, радиоактивные).

Наиболее часто у детей встречаются термические ожоги щелочами (40%), кислотами (5%) и другими химическими веществами (5%).

Тяжесть ожога оценивают по отношению к каждой части вспомогательного аппарата и глазного яблока. При этом учитываются два основных фактора – глубина и площадь поражения.

По тяжести процесса различают четыре стадии ожогов:

I характеризуется гиперемией кожи, слизистой оболочки век и глазного яблока, поражением эпителия роговицы;

во II стадии образуются пузыри с перифокальной гиперемией кожи конъюнктивы, возникают отек век, нарушается целостность конъюнктивы, поверхностных и средних слоев роговицы, появляется перикорнеальная инъекция;

III стадия отличается тем, что кожа, конъюнктивa и роговица некротизируются и происходит значительное изменение окружающих тканей;

IV стадия характеризуется глубоким некрозом всех тканей глаза.

Оценивая тяжесть ожога, определяют также такой критерий, как его площадь (протяженность).

Термические и химические ожоги глаз у детей протекают более тяжело, чем у взрослых, что в известной мере объясняется большим содержанием в тканях глаза жидкости, повышенной проницаемостью оболочек глаза, а также незначительным количеством подконъюнктивальной ткани.

Наиболее тяжело протекают щелочные ожоги, которые вызывают так называемый колликовационный некроз. Ожоги кислотой вызывают коагуляционный некроз, поэтому глубина поражения меньше, чем при ожогах щелочью.

По тяжести ожоги у детей чаще распределяются следующим образом: I степень у 30%, II – у 65%, III – у 5%, IV степень ожога глаз у

детей встречается крайне редко. Частота ожогов, как и других повреждений глаз, повышается в марте – апреле и сентябре – октябре.

Лечение ожогов:

1) щелочью – немедленное и длительное промывание глаза водой, инстиляция анестетиков (дикаин, новокаин), удаление поврежденного эпителия роговицы вместе с остатками щелочи,

2) негашеной известью – немедленное удаление частиц извести, длительное промывание водой и введение в конъюнктивальную полость растворов анестетиков, глюкозы или глицерина, тартрата аммония, 10% хлористого аммония с 0,1% виннокаменной кислотой,

3) химическим карандашом – удаление остатков карандаша и длительное промывание водой с последующим закапыванием 3 – 5% раствора танина, который образует с анилиновыми красителями нерастворимые соединения и блокирует их прижигающее действие.

Независимо от характера вещества, которое вызвало ожог, всегда необходимо вводить противостолбнячный анатоксин. Необходимо часто закладывать витаминизированные мази.

Исходы лечения термических и химических ожогов таковы: у 60% удается добиться остроты зрения 1,0, у 10% - 0,9 – 0,7, у 15% - 0,6 – 0,3, у 10% - 0,2 – 0,05, у 5% - ниже 0,05 вплоть до светоощущения. Средний койко – день пребывания детей в стационаре в связи с ожогами глаз составляет около 10 дней. Исходы ожогов необходимо оценивать не только по остроте зрения, но и по косметическому и функциональному состоянию глазного яблока и его вспомогательного аппарата.

### **Профилактика повреждений.**

Профилактическая работа эффективна в тех случаях, когда она конкретна, ориентирована во времени, на возраст детей и направлена на устранение наиболее типичных причин повреждений глаз, а также когда ее проводят не только медицинские работники, но и педагоги, социологи и т.д.

Многолетнее изучение детского глазного травматизма показало, что более 2/3 повреждений глаз отмечается у мальчиков. Однако ранения глаз наблюдаются приблизительно одинаково часто у мальчиков и девочек. Наибольшее число травм происходит у детей 8 – 12 лет, затем оно уменьшается, причем более заметно у девочек.

Травмы у детей до года чаще всего возникают из – за неосторожного обращения с окружающими их предметами и недосмотра родителей. Дети нередко царапают глаза ногтями, жестким бельем, остроконечными предметами и др. Кроме того, часто наблюдаются ожоги глаз растворами и кристаллами перманганата калия при небрежном их хранении и неосторожном приготовлении ванны для купания ребенка, а также спиртовым раствором йода, который ошибочно закапывают вместо раствора колларгола при лечении конъюнктивитов.

Повреждения глаз, преимущественно вспомогательного аппарата, у детей 2 – 3 лет, как правило, возникают при падениях, ударах о мебель, игрушки.

Дети в возрасте 4 – 5 лет уже стараются активно пользоваться взятыми в руки предметами. Травмы глаз чаще всего они наносят сами себе ножом, вилкой, осколком стекла. Для этого возраста характерны повреждения конъюнктивы, непроникающие ранения глазного яблока.

В 6- 7 лет дети приобретают трудовые навыки, пытаются самостоятельно изготовить ту или иную поделку. В этом возрасте часто наблюдаются химические ожоги вследствие попадания в глаза канцелярского клея, раствором аммиака, уксусной эссенции. Кроме того, нередки механические повреждения органа зрения ножницами, иголками, спицами и т.д. Как правило, дети данного возраста сами наносят себе повреждения глаз.

Из изложенного выше видно, что повреждения глаз у детей младшего возраста происходит из – за того, что их двигательная активность значительно преобладает над навыками самосохранения.

Возраст 8 – 12 лет наиболее «травмоопасен» как для мальчиков, так и в значительной мере для девочек. Это объясняется тем, что дети, начиная учиться в школе, больше предоставлены сами себе. Чаще всего дети этого возраста наносят друг другу повреждения глаз в процессе неконтролируемых игр, связанных с процессом метания и бросания различных предметов. Виды повреждений разнообразны, но преобладают ранения век и тупые травмы глаз.

В возрасте 13 – 15 лет частота повреждений глаз начинает уменьшаться, причем более резко у девочек. Основной причиной повреждений являются неконтролируемые игры с самодельным оружием, химически активными и взрывчатыми веществами.

Можно полагать, что основная причина повреждений глаз у детей старшего возраста – преобладание возросшей интеллектуальной активности и любопытства над осторож

Основное количество ранений органа зрения (65%) дети получают на улице, 25% – дома, остальные 10% – в детских учреждениях.

В основном формы проведения профилактической работы можно разделить на санитарно– просветительные (чтение лекций, издание памяток, плакатов, планшетов, буклетов, оформление стенгазет, витражей, стендов, показ кинофильмов, диафильмов и т.п.), организационно- практические (благоустройство дворов, детских площадок, организации досуга детей и контроль за его проведением, а также за правильным хранением и использованием горючих, взрывчатых и химически активных материалов, выполнением правил техники безопасности, профотбор учащихся, сигнальные экстренные извещения в учреждения, по вине которых произошло повреждение глаза у ребенка

Необходимо систематически осуществлять не только профилактику возникновения повреждений, но и предупреждение осложнений проникающих ранений глаз.

### **Литература**

1. *Аветисов, Э.С., Ковалевский, Е.И., Хватова А.В.* Руководство по детской офтальмологии [Текст] / Э.С. Аветисов. – М.: Медицина, 1987. – 496с.
2. *Ермаков, В.П., Якунин Г.А.* Развитие, обучение и воспитание детей с нарушениями зрения [Текст]: Справ. – метод. Пособие для учителя/ В.П. Ермаков, Г.А. Якунин. – М.: Просвещение, 1990. – 223с.
3. *Петровский, Б.В.* Популярная медицинская энциклопедия [Текст] / Под ред. Б.В. Петровского. – В 1-м т. - М.: Советская Энциклопедия, 1979. – 704с.
4. [http://www.molodoy.ru/online/health/506/07\\_01?print](http://www.molodoy.ru/online/health/506/07_01?print).
5. Офтальмология для всех [Электронный ресурс] / <http://www.ofthalm.ru/index.php>.
6. Эффективная медицина. Офтальмология [Электронный ресурс] / <http://www.glazmed.ru/lib/public19/ofthalm0113.shtml>.

### **Задание для самостоятельной работы: (1 час)**

1. Самостоятельное ознакомление с содержанием лекции.
2. Уточнение понятий из словаря.

Сделать конспект по теме: *«Повреждения органа зрения у детей»*

#### **План.**

1. Частота повреждений органа зрения у детей.
2. Виды повреждения органа зрения у детей делятся: тупые травмы — контузии органа зрения; ранения — проникающие и непроникающие;

ожоги — термические, химические, лучевые, комбинированные; отморожения; укусы насекомыми в области органов зрения.

3. Особенности течения и первая помощь при повреждениях органа зрения у детей.
4. Профилактика повреждений органа зрения.