

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЙ АНАТОМИИ

**Т. В. САХАРЧУК**

# **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ОРГАНА СЛУХА**

Учебно-методическое пособие



Минск БГМУ 2011

УДК 611.85-018 (075.8)  
ББК 28.706 я73  
С22

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве учебно-методического пособия 24.11.2010 г., протокол № 3

Рецензенты: д-р мед. наук, проф. В. В. Руденок; канд. мед. наук, доц. А. Ч. Буцель

**Сахарчук, Т. В.**

С22      **Функциональная анатомия органа слуха : учеб.-метод. пособие / Т. В. Сахарчук. – Минск : БГМУ, 2011. – 24 с.**

ISBN 978-985-528-291-5.

Представлены данные о структуре органа слуха, отражена его функциональная анатомия, строение проводящего пути слухового анализатора, а также вопросы развития и возрастные особенности строения органа слуха.

Предназначено для студентов 1–6-го курсов всех факультетов и врачей-интернов.

**УДК 611.85-018 (075.8)**  
**ББК 28.706 я73**

**ISBN 978-985-528-291-5**

© Оформление. Белорусский государственный медицинский университет, 2011

## Строение преддверно-улиткового органа

Преддверно-улитковый орган (*organum vestibulocochleare*), или орган слуха и равновесия, является периферической частью двух анализаторов: слухового и вестибулярного (рис. 1).

Преддверно-улитковый орган состоит:

- 1) из наружного уха (ушная раковина и наружный слуховой проход);
- 2) среднего уха (барабанная полость, слуховая труба, сосцевидный отросток);
- 3) внутреннего уха (костный и перепончатый лабиринты).

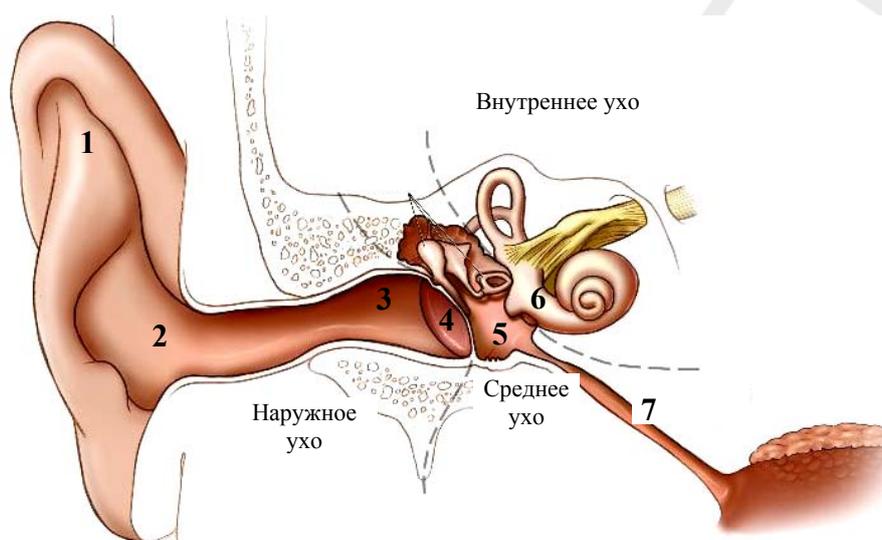


Рис. 1. Строение преддверно-улиткового органа:

1 — ушная раковина; 2 — наружный слуховой проход (перепончато-хрящевой отдел); 3 — наружный слуховой проход (костный отдел); 4 — барабанная перепонка; 5 — барабанная полость; 6 — лабиринт; 7 — слуховая труба

Орган слуха состоит:

- 1) из наружного уха (звукоулавливающая часть);
- 2) среднего уха (звукопередающая часть);
- 3) внутреннего уха (улитка) (звукоспринимающая часть).

## Наружное ухо

К наружному уху (*auris externa*) относят *ушную раковину* и *наружный слуховой проход* (рис. 1).

**Ушная раковина** (*auricula*) состоит из эластического хряща, покрытого с обеих сторон надхрящницей и кожей (рис. 2).

Ушная раковина, образуя воронкообразное сужение, переходит в наружный слуховой проход, который слепо заканчивается у барабанной перепонки.

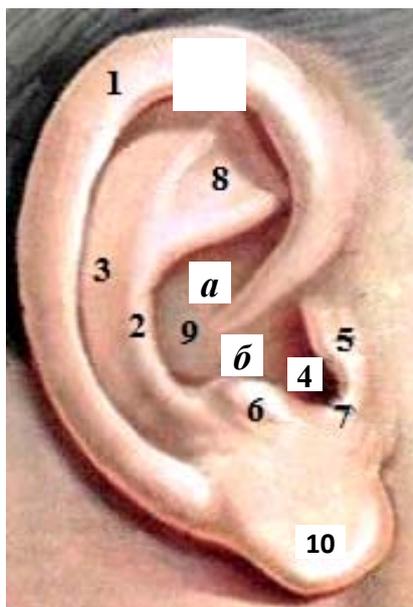


Рис. 2. Строение ушной раковины:

1 — завиток (helix), расположенный по наружному краю раковины; 2 — противозавиток (anthelix), расположенный кнутри от завитка (имеет две ножки); 3 — ладья (scapha) — углубление между завитком и противозавитком; 4 — наружное слуховое отверстие (porus acusticus externus); 5 — козелок (tragus); 6 — противокозелок (antitragus); 7 — межкозелковая вырезка (incisura intertragica); 8 — треугольная ямка (fossa triangularis); 9 — раковина уха (concha auriculae); *a* — челнок раковины (cymba conchae), *б* — полость раковины (cavitas conchae); 10 — мочка, или долька уха (lobulus auriculae), — складка кожи, в толще которой находится жировая клетчатка

**Наружный слуховой проход** (meatus acusticus externus) длиной примерно 3,5 см в направлении от барабанной перепонки идет вначале назад и вверх, а затем вперед и вниз (см. рис. 1), поэтому для осмотра барабанной перепонки у взрослых ушную раковину нужно оттянуть кверху, кзади и кнаружи. В этом случае выпрямляется хрящевая часть наружного слухового прохода.

У детей ушную раковину оттягивают вниз и кзади, т. к. у них наружный слуховой проход короткий и узкий, он имеет направление вперед и вверх.

Наружный слуховой проход включает:

1. Перепончато-хрящевой отдел (наружная  $\frac{1}{3}$  часть длины). Передняя и нижняя стенки хрящевые, а задняя и верхняя состоят из плотной фиброзной ткани. Хрящевая пластинка прерывается двумя вертикальными санториниевыми щелями (incisura Santorini), закрытыми фиброзной тканью.

2. Костный отдел (внутренние  $\frac{2}{3}$  части длины). Находится в височной кости, начинается наружным слуховым отверстием (porus acusticus externus).

Два отдела соединяются круговой связкой (lig. annulare), которая обуславливает значительную подвижность слухового прохода.

Изнутри наружный слуховой проход выстлан кожей, которая в хрящевом отделе содержит волосы, сальные и серные (видоизмененные сальные) железы, выделяющие ушную серу. Ее удалению из слухового прохода способствуют колебания его перепончато-хрящевого отдела в момент жевания. В костном отделе кожа тонкая, в ней нет ни желез, ни волос.

Наружный слуховой проход имеет 4 стенки (рис. 3):

1. **Нижняя стенка** в области санториниевых щелей граничит с околоушной слюнной железой, чем и обуславливается переход воспалительного процесса из наружного слухового прохода на железу и наоборот.

2. **Передняя стенка** граничит с височно-нижнечелюстным суставом, поэтому при воспалительном процессе в слуховом проходе жевательные движения вызывают резкую боль.

3. **Верхняя стенка** отграничивает наружное ухо от средней черепной ямки, поэтому при переломах основания черепа из наружного слухового прохода может вытекать кровь или ликвор.

4. **Задняя стенка** граничит с ячейками сосцевидного отростка, поэтому нередко вовлекается в процесс при мастоидите (воспалении ячеек сосцевидного отростка).

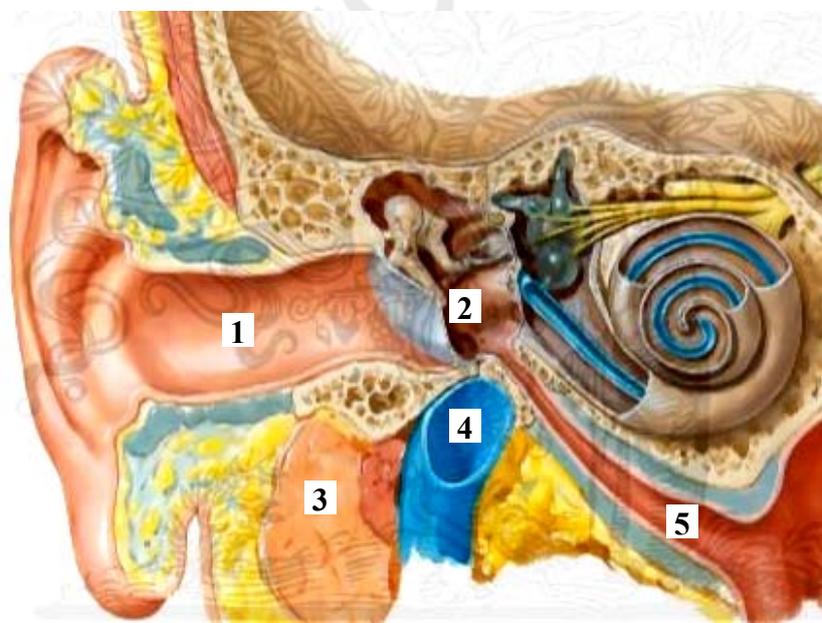


Рис. 3. Наружный слуховой проход и барабанная полость (вид спереди):  
1 — наружный слуховой проход; 2 — барабанная полость; 3 — околоушная слюнная железа; 4 — яремная вена; 5 — слуховая труба

**Барабанная перепонка** (*membrana tympani*) находится на границе между наружным и средним ухом (см. рис. 1).

Вследствие того, что передняя стенка наружного слухового прохода длиннее задней, барабанная перепонка повернута кпереди и кнутри (задний ее край ближе к наблюдателю, чем передний). В связи с тем, что нижняя стенка прохода длиннее верхней, то барабанная перепонка наклонена кнаружи. У новорожденных она расположена практически горизонтально.

Барабанная перепонка состоит из 3 слоев:

1) наружного — кожного (*stratum cutaneum*) (продолжение кожи наружного слухового прохода);

2) внутреннего — слизистого (*stratum mucosum*) (продолжение слизистой оболочки барабанной полости);

3) среднего — соединительнотканного (в периферических отделах волокна ориентированы радиально, а в центре — циркулярно).

Барабанная перепонка закреплена в барабанной борозде (*sulcus tympanicus*) височной кости посредством волокнисто-хрящевого кольца (*anulus fibrocartilagineus*). Вверху борозда отсутствует, в этом месте располагается вырезка (*incisura Rivini*), и перепонка прикрепляется непосредственно к краю чешуйчатой части височной кости.

Внутренняя поверхность барабанной перепонки сращена с рукояткой молоточка. Он оттягивает барабанную перепонку воронкообразно кнутри, к барабанной полости. Наиболее глубокое место этой воронки называется пупком (*umbo*). Рукоятка молоточка просвечивается через наружную поверхность барабанной перепонки в виде молоточковой полоски (*stria mallearis*), которая заканчивается небольшим возвышением, образованным латеральным отростком молоточка. Это молоточковый выступ (*prominentia mallearis*). От него к краям ривиниевой вырезки идут две молоточковые складки: передняя и задняя.

Небольшая часть перепонки, ограниченная снизу молоточковым выступом и молоточковыми складками, а сверху краем *incisura Rivini*, не имеет соединительнотканного слоя и называется ненапрянутой частью (*pars flaccida*, или *membrana Shrapnelli*). Остальная, большая, часть барабанной перепонки называется натянутой частью (*pars tensa*) (рис. 4).

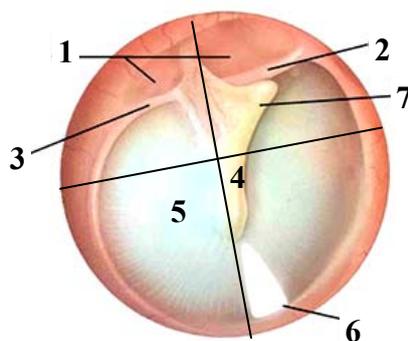


Рис. 4. Барабанная перепонка:

1 — ненатянутая часть (*pars flaccida*); 2 — передняя молоточковая складка; 3 — задняя молоточковая складка; 4 — молоточковая полоска (*stria mallearis*); 5 — натянутая часть (*pars tensa*); 6 — «световой конус»; 7 — молоточковый выступ (*prominentia mallearis*)

В практических целях барабанную перепонку условно делят на четыре квадранта: одна линия проводится вдоль рукоятки молоточка, а другая — перпендикулярно к ней через пупок (рис. 4). Различают: передневерхний, задневерхний, передненижний и задненижний квадранты.

Барабанная перепонка при искусственном освещении имеет перламутрово-серый цвет и обладает блеском. В передненижнем квадранте расположен так называемый «световой конус», или «треугольный рефлекс» (рис. 4).

### Вопросы для самоконтроля

1. Из каких отделов состоит преддверно-улитковый орган?
2. Какие структуры относятся к наружному уху?
3. Опишите строение ушной раковины.
4. Назовите отделы наружного слухового прохода.
5. Опишите строение барабанной перепонки.
6. Почему при воспалительном процессе в наружном слуховом проходе жевание может быть болезненным?
7. Почему воспалительный процесс из наружного слухового прохода может перейти на околоушную слюнную железу и наоборот?

## Среднее ухо

Среднее ухо (*auris media*) состоит из барабанной полости, слуховой трубы, сосцевидного отростка (см. рис. 1).

**Барабанная полость** (*cavitas tympani*) расположена в толще основания пирамиды височной кости. Имеет форму куба объемом до 1 см<sup>3</sup>. В барабанной полости различают 6 стенок:

1. **Верхняя стенка**, или крыша барабанной полости (*tegmen tympani*), отделяет барабанную полость от средней черепной ямки. Иногда в ней имеются дефекты больших или меньших размеров (дегисценции), закрытые соединительной тканью. Этим объясняется возможность проникновения инфекции из среднего уха в среднюю черепную ямку и развитие внутричерепных осложнений (абсцесс мозга, менингит и др.).

У детей первых лет жизни между пирамидой и чешуйчатой частью височной кости имеется щель (*fissura petrosquamosa*). Это обуславливает возникновение мозговых симптомов при остром воспалении среднего уха. Впоследствии на этом месте формируется шов (*sutura petrosquamosa*).

2. **Нижняя стенка**, или яремная (*paries jugularis*), граничит с яремной ямкой (см. рис. 3). Может быть очень тонкой или иметь дегисценции.

Этим объясняется распространение инфекции из барабанной полости на луковицу яремной вены, что может привести к сильному кровотечению.

3. **Передняя стенка**, или сонная (*paries caroticus*), граничит с сонным каналом височной кости (рис. 5). В ее верхнем отделе имеется барабанное отверстие слуховой трубы (*ostium tympanicum tubae auditivae*). Стенка пронизана канальцами (*canaliculi caroticotympanici*), через которые проходят сосуды и нервы, в ряде случаев имеет дегисценции. Этим объясняется возможность перехода инфекции из барабанной полости на сонную артерию, что может привести к смертельному кровотечению.



Рис. 5. Латеральная и передняя стенки правой барабанной полости (вид изнутри):  
1 — внутренняя сонная артерия; 2 — слуховая труба

4. **Задняя стенка**, или сосцевидная (*paries mastoideus*), граничит с сосцевидным отростком. В ее верхнем отделе имеется вход в пещеру (*antrum mastoideum*), которая сообщается с ячейками сосцевидного отростка (*cellulae mastoideae*). Ниже этого отверстия имеется костный выступ — пирамидальное возвышение (*eminentia pyramidalis*), от которого начинается стременная мышца (рис. 6).

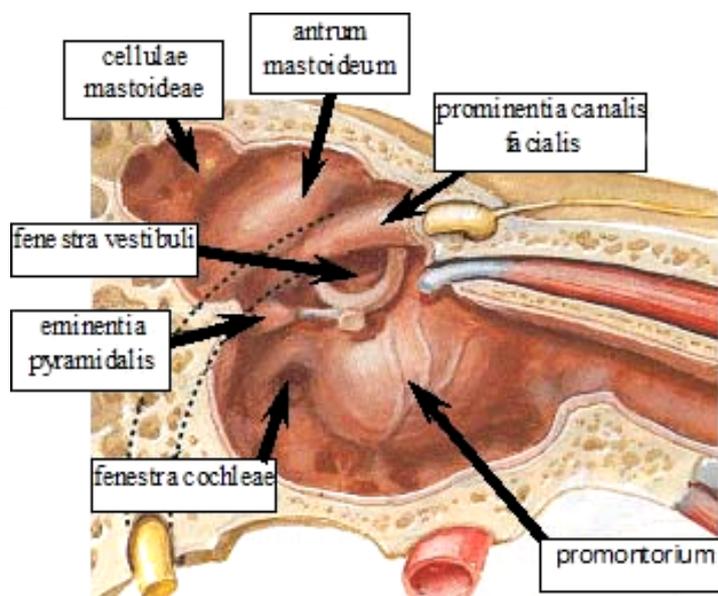


Рис. 6. Задняя и медиальная стенки правой барабанной полости

5. **Латеральная стенка**, или перепончатая (*paries membranaceus*), образована внутренней поверхностью барабанной перепонки и верхней стенкой костной части слухового прохода (см. рис. 3 и 5).

6. **Медиальная стенка**, или лабиринтная (*paries labyrinthicus*), является наружной стенкой лабиринта и отделяет его от полости среднего уха. В средней части этой стенки имеется возвышение — мыс (*promontorium*), образованный выступом основного завитка улитки. Над мысом заканчивается полуканал мышцы, напрягающей барабанную перепонку (рис. 6).

Кверху и кзади от мыса имеется окно преддверия (*fenestra vestibuli*) — овальное отверстие, прикрытое основанием стремени. Книзу и кзади от мыса расположено круглое окно улитки (*fenestra cochleae*). Оно закрыто вторичной барабанной перепонкой (*membrana tympani secundaria*).

Над окном преддверия проходит колено канала лицевого нерва. Оно выступает в барабанную полость в виде выпячивания (*prominentia canalis facialis*) (рис. 6). Здесь канал имеет очень тонкую стенку, в которой могут быть дегисценции, что содействует распространению воспаления из среднего уха на нерв и возникновению паралича лицевого нерва.

Клиницисты барабанную полость условно делят на три отдела (этажа):

- 1) верхний — аттик, или *epitympanum* (расположен выше верхнего края барабанной перепонки);
- 2) средний — *mesotympanum* (соответствует натянутой части барабанной перепонки);
- 3) нижний — *hypotympanum* (углубление ниже уровня прикрепления барабанной перепонки).

В барабанной полости располагаются покрытые слизистой оболочкой три *слуховые косточки* (рис. 7).

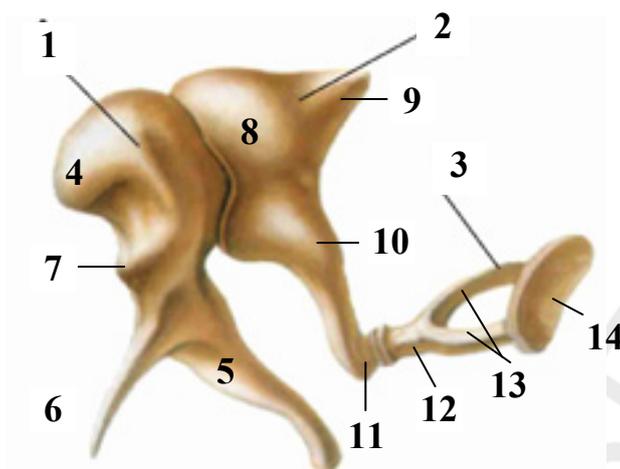


Рис. 7. Слуховые косточки:

1 — malleus; 2 — incus; 3 — stapes; 4 — caput mallei; 5 — manubrium mallei; 6 — processus anterior; 7 — processus lateralis; 8 — corpus incudis; 9 — crus breve; 10 — crus longum; 11 — processus lenticularis; 12 — caput stapedis; 13 — crus anterior et crus posterior; 14 — basis stapedis

Слуховые косточки связаны между собой суставами: articulatio incudomallearis (между наковальной и молоточком), articulation incudostapedia (между наковальной и стремением).

*Молоточек* имеет головку (caput mallei), рукоятку (manubrium mallei), которая срастается с барабанной перепонкой, латеральный и передний отростки (processus lateralis et anterior).

*Наковальня* состоит из тела (corpus incudis) и двух ножек: длинной и короткой (crus longum et crus breve). Длинная ножка имеет утолщение на конце — чечевицеобразный отросток (processus lenticularis).

*Стремя* имеет головку (caput stapedis), две ножки: переднюю и заднюю (crus anterior et crus posterior), соединенные при помощи основания (basis stapedis), которое вставлено в окно преддверия.

**Мышечный аппарат барабанной полости** представлен двумя мышцами: натягивающей барабанную перепонку (m. tensor tympani) и стремени (m. stapedius) (рис. 8).

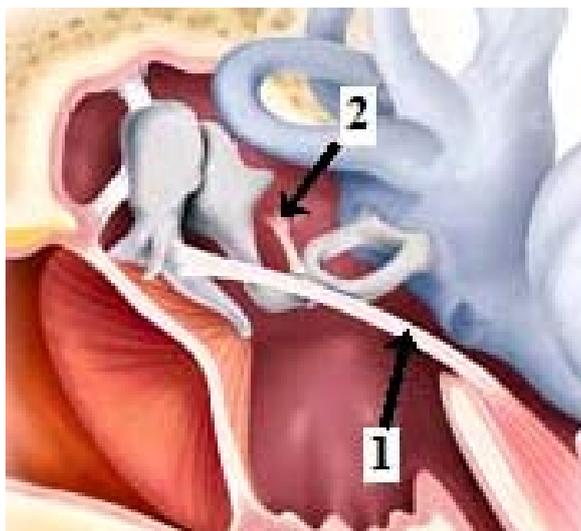


Рис. 8. Мышцы правой барабанной полости (вид спереди):  
1 — сухожилие *m. tensor tympani*; 2 — сухожилие *m. stapedius*

*M. tensor tympani* лежит в одноименном полуканале мышечно-трубного канала, а ее сухожилие прикрепляется к начальной части рукоятки молоточка. Эта мышца смещает цепочку слуховых косточек в направлении от барабанной перепонки, тем самым напрягая ее.

*M. stapedius* начинается от пирамидального возвышения и прикрепляется к задней ножке стремени. Она смещает цепочку слуховых косточек в направлении к барабанной перепонке.

Обе эти мышцы, с одной стороны, удерживают слуховые косточки в состоянии напряжения, наиболее благоприятном для восприятия звука, с другой — защищают внутреннее ухо от чрезмерных звуковых раздражений путем рефлекторного сокращения.

**Слуховая труба** сообщает барабанную полость с внешней средой в области носоглотки (см. рис. 1 и 3). Глоточное отверстие слуховой трубы располагается на боковой стенке носоглотки на уровне нижней носовой раковины.

Слуховая труба состоит из двух частей: костной ( $\frac{1}{3}$ ) и перепончато-хрящевой ( $\frac{2}{3}$ ). На их границе находится самое узкое место — перешеек (*isthmus*).

Длина трубы у взрослых в среднем равна 3,5 см, у новорожденных — 2 см. У детей слуховая труба короче и шире, она расположена более горизонтально. Поэтому при срыгивании у ребенка первого года жизни возможно попадание пищи в барабанную полость и возникновение воспалительного процесса в среднем ухе.

Слизистая оболочка слуховой трубы выстлана реснитчатым цилиндрическим эпителием, движение ресничек направлено в сторону глотки. В покое просвет перепончато-хрящевой части слуховой трубы практически закрыт. Во время глотательных движений за счет сокращения мышц, напря-

гающих и поднимающих мягкое небо, слуховая труба открывается, и воздух поступает в барабанную полость, т. е. осуществляется ее вентиляция.

**Сосцевидный отросток** у новорожденного имеет вид небольшого возвышения, содержащего только одну полость — пещеру. По мере роста кости количество воздухоносных ячеек увеличивается. Все они сообщаются друг с другом и с пещерой, которая посредством входа в нее сообщается с *epitympanum*.

У взрослого по характеру пневматизации различают 3 типа строения сосцевидного отростка:

- 1) пневматический, когда количество воздухоносных ячеек велико;
- 2) диплоэтический (спонгиозный, губчатый), когда ячеек немного, и располагаются они, в основном, около пещеры;
- 3) склеротический (компактный), когда сосцевидный отросток образован исключительно плотной костной тканью.

Пневматический тип наблюдается при нормальном развитии ребенка. Диплоэтический и склеротический типы являются следствием нарушения обменных процессов или результатом перенесенных общих или местных воспалительных заболеваний. Пещера — единственная воздухоносная полость, наличие которой не зависит от типа строения сосцевидного отростка.

От средней черепной ямки пещера отделена тонкой костной пластинкой, при разрушении которой гнойным процессом воспаление может перейти на мозговые оболочки.

По внутренней поверхности сосцевидного отростка проходит борозда сигмовидного синуса. Гнойное воспаление сосцевидных ячеек может привести к разрушению костной ткани и проникновению инфекции в сигмовидный синус. Травма сосцевидного отростка может вызвать нарушение целостности стенки синуса и привести к опасному для жизни кровотечению.

На наружной поверхности сосцевидного отростка имеется треугольной формы гладкая площадка — треугольник Шипо (рис. 9). Он ограничен спереди задним краем наружного слухового прохода, сзади — сосцевидным гребнем (*crista mastoidea*), а сверху — горизонтальной линией, проведенной сзади от скуловой дуги. В передневерхнем углу треугольника имеется ямка, которая соответствует наружной стенке пещеры. В этой области производят трепанацию кости для вскрытия пещеры при мастоидитах (воспалении ячеек сосцевидного отростка) и антритах (воспалении пещеры сосцевидного отростка).

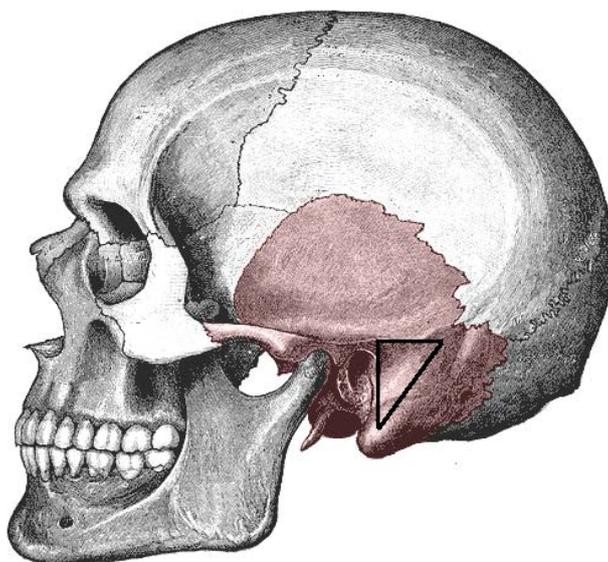


Рис. 9. Границы треугольника Шипо

### Вопросы для самоконтроля

1. Какие структуры относятся к среднему уху?
2. Назовите и опишите стенки барабанной полости.
3. Какие функции выполняют слуховые косточки и мышцы среднего уха?
4. Укажите этажи барабанной полости.
5. Опишите строение слуховой трубы.
6. Опишите строение сосцевидного отростка.
7. Какие особенности строения стенок барабанной полости predispose к проникновению инфекции из среднего уха в среднюю черепную ямку, на луковицу яремной вены, внутреннюю сонную артерию, лицевой нерв?
8. Почему гнойно-воспалительный процесс с сосцевидного отростка может перейти на мозговые оболочки и сигмовидный синус?
9. Какие особенности строения слуховой трубы у детей predispose к воспалению среднего уха?

### Внутреннее ухо

Внутреннее ухо (*auris interna*) залегает в толще пирамиды височной кости. В нем различают костный и перепончатый лабиринты. Меньший по размеру перепончатый лабиринт находится внутри костного. Костный лабиринт наполнен перилимфой, а перепончатый — эндолимфой.

Перилимфа сообщается с подпаутинным пространством посредством водопровода улитки и по своему составу схожа со спинномозговой жидкостью. Эндолимфа находится в замкнутой системе перепончатого лаби-

ринта и продуцируется эпителием сосудистой полоски (*stria vascularis*). Резорбция эндолимфы происходит в эндолимфатическом мешочке.

**Костный лабиринт** (*labyrinthus osseus*) подразделяется на три отдела:

- 1) средний — преддверие (*vestibulum*);
- 2) передний — улитка (*cochlea*);
- 3) задний — полукружные каналы (*canales semicirculares*) (рис. 10).

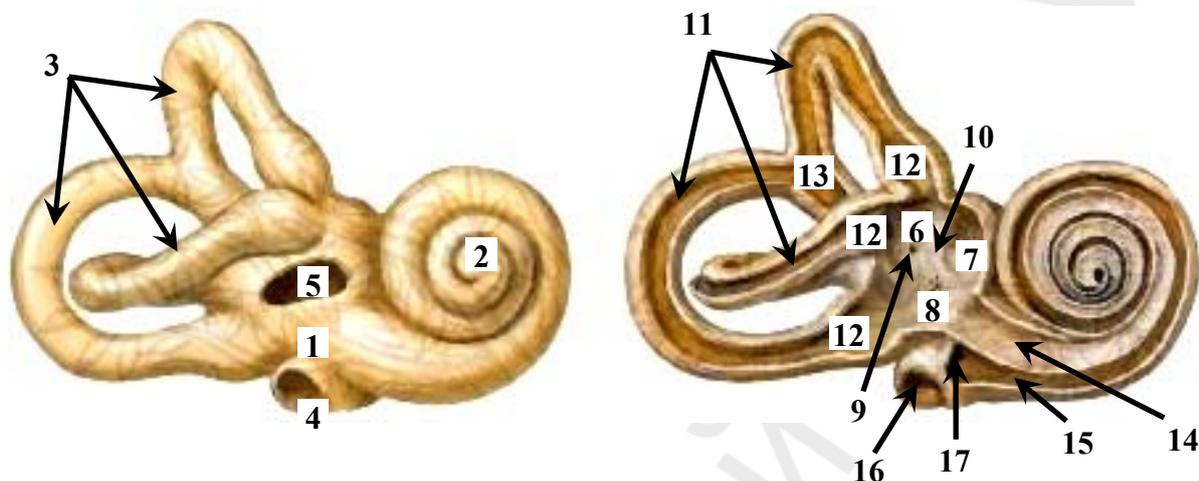


Рис. 10. Костный лабиринт:

1 — *vestibulum*; 2 — *cochlea*; 3 — *canales semicirculares ossei*; 4 — *fenestra cochleae*; 5 — *fenestra vestibule*; 6 — *recessus ellipticus*; 7 — *recessus sphericus*; 8 — *recessus cochlearis*; 9 — *apertura intra aquaeductus vestibule*; 10 — *crista vestibuli*; 11 — *canales semicirculares ossei*; 12 — *ampulla ossea*; 13 — *crus osseum commune*; 14 — *scala vestibuli*; 15 — *scala tympani*; 16 — *fenestra cochleae*; 17 — *aqueductus cochleae*

**Преддверие** (*vestibulum*) расположено между барабанной полостью и внутренним слуховым проходом. Латеральная стенка преддверия является медиальной стенкой барабанной полости. На ней находится овальное окно преддверия (*fenestra vestibule*), закрытое основанием стремени, и несколько ниже — круглое окно улитки (*fenestra cochleae*), закрытое вторичной барабанной перепонкой.

Медиальная стенка преддверия имеет два углубления: сферический и эллиптический карманы, отделенные друг от друга вертикальным гребнем преддверия (*crista vestibuli*). Книзу и кзади от гребня имеется небольшое отверстие (*apertura interna aquaeductus vestibuli*), от которого начинается водопровод преддверия (*aqueductus vestibuli*). В нем проходит эндолимфатический проток (рис. 10). Водопровод преддверия заканчивается на задней поверхности пирамиды височной кости наружным отверстием водопровода преддверия (*apertura externa aquaeductus vestibuli*).

Сферическое углубление (*recessus sphericus*) находится кпереди от гребня преддверия и имеет округлую форму. В задненижнем отделе углубления имеется небольшая ямка — улитковый карман (*recessus cochlearis*) (рис. 10), где залегает слепой конец улиткового протока.

Эллиптическое углубление (*recessus ellipticus*) находится кзади от гребня преддверия и имеет продолговатую форму. В это углубление открываются пять отверстий трех костных полукружных каналов.

**Костные полукружные каналы** (*canales semicirculares ossei*) лежат в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Различают латеральный, или горизонтальный, полукружный канал (*canalis semicircularis lateralis*), передний, или сагиттальный (*canalis semicircularis anterior*), и задний, или фронтальный (*canalis semicircularis posterior*).

В каждом полукружном канале различают две костные ножки (*crura ossea*), соединенные дугообразно изогнутой частью канала. Одна из ножек каждого канала расширена, образует костную ампулу (*ampulla ossea*), поэтому называется ампулярной костной ножкой (*crus osseum ampullaris*). Другая нерасширенная ножка называется простой костной ножкой (*crus osseum simplex*). Простые костные ножки переднего и заднего полукружных каналов соединяются, образуя общую костную ножку (*crus osseum commune*) (рис. 10). Поэтому три полукружных канала открываются в преддверие пятью отверстиями.

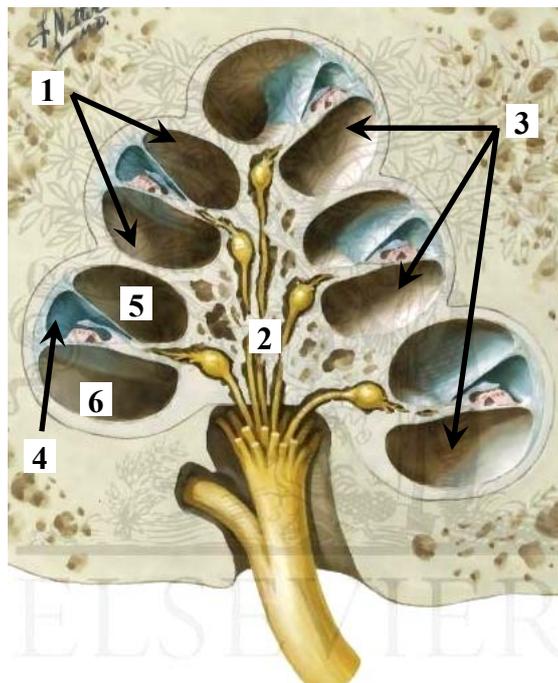
Выпуклая часть переднего полукружного канала направлена кверху, что обуславливает образование на передней поверхности пирамиды височной кости дугообразного возвышения.

**Улитка** (*cochlea*) представляет собой костный спиральный канал (*canalis spiralis cochlea*), делающий два с половиной оборота вокруг костного стержня (*modiolus*). Первый завиток улитки называют ее основанием (*basis cochleae*). Он выступает в барабанную полость, образуя мыс (*promontorium*) (см. рис. 6).

От *modiolus* внутрь спирального канала отходит костная спиральная пластинка (*lamina spiralis ossea*). Она не достигает периферической стенки спирального канала (рис. 11).

От свободного края костной спиральной пластинки к противоположной стенке костной улитки натянута спиральная мембрана (*membrana spiralis*), она является частью перепончатой улитки (рис. 11).

Костная спиральная пластинка вместе со спиральной мембраной делит канал улитки на два этажа. Верхний этаж — лестница преддверия (*scala vestibuli*), нижний — барабанная лестница (*scala tympani*) (рис. 11).



Обе лестницы изолированы друг от друга и только у вершины улитки сообщаются между собой через отверстие (*helicotrema*).

*Рис. 11.* Строение костной улитки:

1 — *canalis spiralis cochleae*; 2 — *modiolus*; 3 — *lamina spiralis ossea*; 4 — *membrana spiralis*; 5 — *scala vestibule*; 6 — *scala tympani*

Лестница преддверия сообщается с *recessus sphericus* преддверия, барабанная лестница граничит с барабанной полостью посредством окна улитки, которое затянуто вторичной барабанной перепонкой (см. рис. 10).

В барабанной лестнице вблизи окна улитки берет начало водопровод улитки (*aqueductus cochleae*) (см. рис. 10), связывающий ее перилимфатическое пространство с подпаутинным пространством. Водопровод улитки заканчивается на нижней поверхности пирамиды височной кости наружным отверстием канальца улитки (*apertura externa canaliculi cochleae*) кпереди от яремной ямки.

**Перепончатый лабиринт** представляет собой систему каналов и полостей, которая повторяет форму костного лабиринта. В перепончатом лабиринте выделяют эллиптический (*utricleus*) и сферический (*sacculus*) мешочки, три полукружных протока (*ductus semicirculares*) и улитковый проток (*ductus cochlearis*) (рис. 12).

С анатомической и физиологической точек зрения в перепончатом лабиринте различают два аппарата:

- 1) вестибулярный, объединяющий мешочки преддверия и три полукружных протока;
- 2) слуховой, находящийся в улитковом протоке.

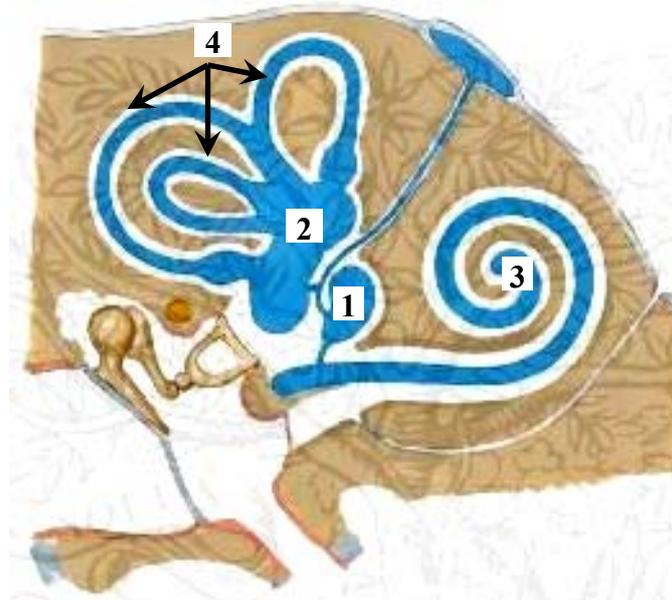


Рис. 12. Перепончатый лабиринт:

1 — sacculus; 2 — utriculus; 3 — ductus cochlearis; 4 — ductus semicirculares

**Перепончатая улитка**, или улитковый проток (ductus cochlearis), расположена в костном спиральном канале улитки. Начинается слепо в преддверии в recessus cochlearis и слепо заканчивается в области вертушки улитки.

На поперечном срезе (от вертушки улитки до основания через modiolus) улитковый проток имеет треугольную форму. В нем выделяют три стенки (рис. 13):

- 1) вестибулярную (paries vestibularis);
- 2) наружную (paries externus);
- 3) барабанную (paries tympanicus).

Вестибулярная стенка обращена к лестнице преддверия, представляет собой очень тонкую мембрану — membrana Reissneri.

Наружная стенка образована спиральной связкой (lig. spirale) с расположенными на ней эпителиальными клетками сосудистой полоски (stria vascularis). Последняя является основным источником образования эндолимфы.

Нижняя, барабанная, стенка обращена к одноименной лестнице. Она образована спиральной мембраной (membrana spiralis), которая является как бы продолжением костной спиральной пластинки и называется основной пластинкой (lamina basilaris). На ней лежит спиральный орган. Спиральная мембрана состоит из упругих эластических волокон (слуховых струн), слабо связанных друг с другом и расположенных в попереч-

ном направлении. Слабая взаимосвязь между волокнами делает возможным изолированное колебание отдельных участков основной мембраны.

**Спиральный (кортиев) орган** (*organum spirale*) расположен на основной мембране и содержит наружные и внутренние чувствительные волосковые клетки (рис. 13), между которыми имеется пространство (внутренний туннель), заполненное жидкостью — кортилимфой. По своему химическому составу она близка к перилимфе и выполняет трофическую функцию кортиева органа, т. к. он не имеет собственных сосудов.

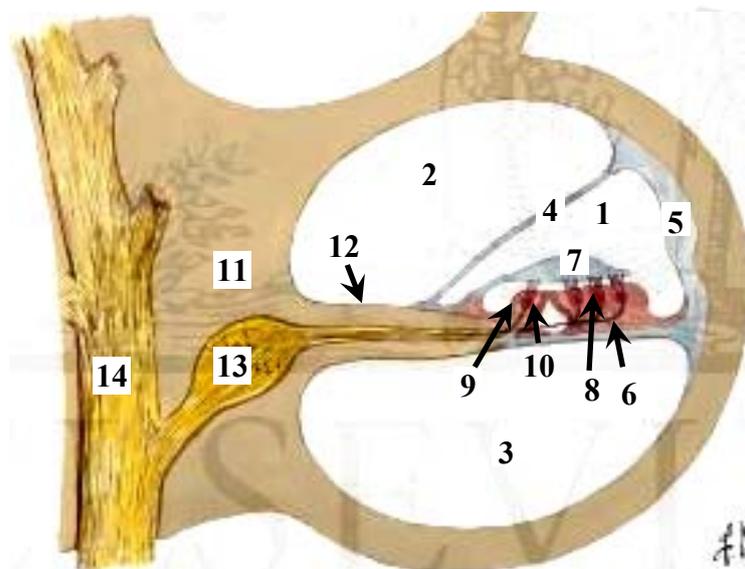


Рис. 13. Поперечный срез улиткового протока:

1 — ductus cochlearis; 2 — scala vestibuli; 3 — scala tympani; 4 — paries vestibularis (*membrana Reissneri*); 5 — paries externus с расположенной на ней *stria vascularis*; 6 — paries tympanicus; 7 — *membrane tectoria*; 8 — наружные волосковые клетки; 9 — внутренние волосковые клетки; 10 — внутренний туннель; 11 — *modiulus*; 12 — *lamina spiralis ossea*; 13 — *ganglion spirale cochleae*; 14 — *n. cochlearis*

Над кортиевым органом расположена покровная мембрана (*membrane tectoria*). В нее проникают волоски чувствительных клеток. При колебаниях основной мембраны происходит натяжение и сжатие волосков, что ведет к трансформации механической энергии в энергию электрического нервного импульса (рис. 13).

### Вопросы для самоконтроля

1. Какие структуры относятся к внутреннему уху?
2. Опишите строение костного лабиринта.
3. Укажите части перепончатого лабиринта.
4. Опишите строение улиткового протока. Назовите его стенки.
5. Опишите строение спирального органа.

## Механизм проведения звуков

Звуковые колебания улавливаются ушной раковиной, поступают в наружный слуховой проход, достигают барабанной перепонки и вызывают ее колебания. Барабанная перепонка вместе с рукояткой молоточка движется кнутри. Молоточек приводит в действие наковальню, а наковальня — стремя, которое вдавливается в окно преддверия и вызывает перемещение перелимфы преддверия. Из преддверия колебания передаются на перилимфу лестницы преддверия, а в области верхушки улитки через helicotrema — на перилимфу барабанной лестницы. По барабанной лестнице звуковые колебания достигают вторичной барабанной перепонки и от нее возвращаются назад к барабанной полости. С перилимфы звуковые колебания передаются на стенки перепончатого лабиринта, что приводит в движение эндолимфу и базальную мембрану (рис. 14).

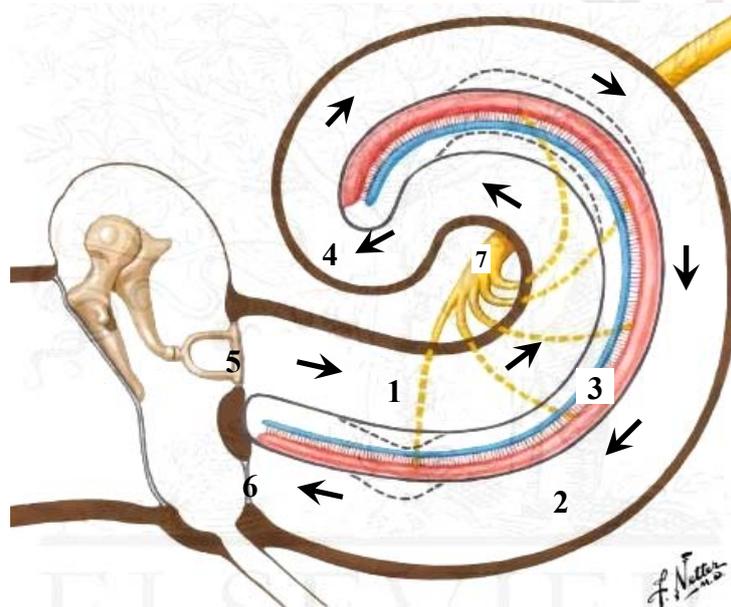


Рис. 14. Распространение звуковых колебаний в улитке:

1 — scala vestibuli; 2 — scala tympani; 3 — ductus cochlearis; 4 — helicotrema; 5 — stapes (fenestra vestibuli); 6 — fenestra cochleae (закрывается membrane tympani secundaria); 7 — n. cochlearis

Колебания эндолимфы и базальной мембраны вызывают раздражение чувствительных волосковых клеток спирального органа, которые трансформируют механическую энергию звуковых колебаний в электрическую энергию нервного импульса.

### Вопросы для самоконтроля

1. Опишите путь проведения звука от наружного уха к рецепторным клеткам спирального органа.
2. Какую функцию выполняет наружное, среднее и внутреннее ухо?

## Проводящий путь слухового анализатора

Нервный импульс возникает в волосковых клетках спирального органа, передается на периферические отростки **первых нейронов**, заложенных в спиральных узлах улитки (*ganglion spirale cochleae*), которые находятся в спиральном канале ее стержня (рис. 15). Центральные отростки первых нейронов формируют улитковую часть преддверно-улиткового нерва, в составе которого направляются через внутренний слуховой проход к вентральному и дорсальному улитковым ядрам, заложенным в области вестибулярного поля ромбовидной ямки.

В названных ядрах заложены **тела вторых нейронов**. Аксоны нейронов вентрального ядра переходят на противоположную сторону, образуя трапециевидное тело (*corpus trapezoideum*). Большая часть их заканчивается на клетках дорсального ядра трапециевидного тела противоположной и своей сторон. Аксоны нейронов дорсального ядра выходят на поверхность ромбовидной ямки в виде мозговых полосок IV желудочка (*striae medullares ventriculi quarti*) и направляются к срединной борозде ромбовидной ямки. Здесь они погружаются в вещество мозга и присоединяются к волокнам трапециевидного тела. На противоположной стороне ромбовидной ямки волокна трапециевидного тела делают изгиб и дают начало латеральной (слуховой) петле, в составе которой достигают подкорковых центров слуха (рис. 15):

- 1) нижних холмиков крыши среднего мозга,
- 2) медиальных коленчатых тел.

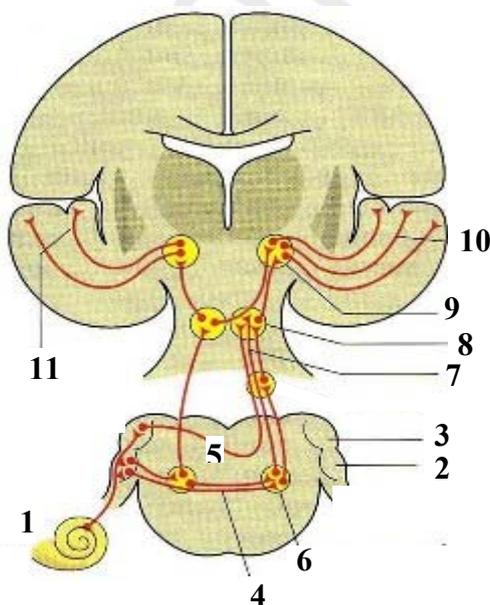


Рис. 15. Проводящий путь слухового анализатора:

1 — улитка; 2 — вентральное улитковое ядро; 3 — дорсальное улитковое ядро; 4 — *corpus trapezoideum*; 5 — *striae medullares ventriculi quarti*; 6 — дорсальное ядро трапециевидного тела; 7 — латеральная петля; 8 — нижние холмики крыши среднего мозга; 9 — медиальное коленчатое тело; 10 — *capsula interna*; 11 — верхняя височная извилина

В подкорковых центрах слуха залегают тела **третьих нейронов**. В ядрах нижних холмиков крыши среднего мозга начинается tractus tectospinalis, один из экстрапирамидных путей, который передает импульс на передние рога спинного мозга.

Аксоны нейронов, залегающих в медиальных коленчатых телах, пройдя через внутреннюю капсулу (capsula interna), направляются к корковому концу слухового анализатора. Коровый конец слуха находится в коре верхней височной извилины. Здесь производится высший анализ нервных импульсов, поступающих из звуковоспринимающего аппарата.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Опишите проводящий путь слухового анализатора.
2. Назовите подкорковые центры слуха, корковый конец слухового анализатора.

### **Развитие преддверно-улиткового органа**

**Внутреннее ухо.** Раньше других структур внутреннего уха развивается перепончатый лабиринт. В конце 3-й недели внутриутробного развития в стенке заднего мозгового пузыря образуется парное углубление эктодермы — слуховая ямка. В дальнейшем ее края срastaются, и образуется слуховой пузырек (рис. 16).

На 6-й неделе развития из дорсального отдела слухового пузырька развиваются эллиптический и сферический мешочки, эндолимфатический проток и полукружные протоки, из вентрального отдела — улитковый проток.

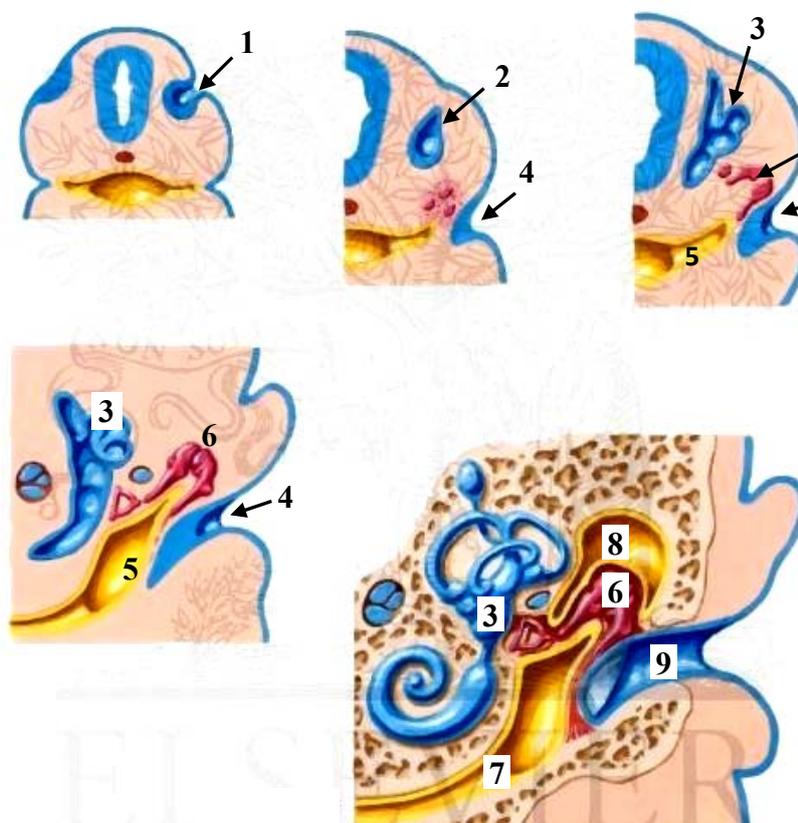
Из утолщения эпителия улиткового протока образуется покровная мембрана, под которой дифференцируются волосковые чувствительные клетки. Формируется спиральный орган, к которому подрастает улитковая часть преддверно-улиткового нерва.

После дифференцировки перепончатого лабиринта из окружающей его мезенхимы развивается хрящевой, а затем и костный лабиринт.

**Среднее ухо.** Из энтодермы первого глоточного кармана образуется трубно-барабанный канал. Из его дорсальной части развивается барабанная полость, а из вентральной — евстахиева труба.

Из мезенхимы первой жаберной дуги (мандибулярной) образуются молоточек и наковальня, а из мезенхимы второй жаберной дуги (гиоидной) — стремечко. Слуховые косточки лежат над барабанной полостью (рис. 16). По мере резорбции мезенхимы, заполняющей барабанную полость, сама полость увеличивается в размерах, а косточки занимают свое окончательное положение.

**Наружное ухо.** Напротив формирующейся барабанной полости появляется углубление покровной эктодермы — эктодермальная жаберная бороздка (рис. 16), которая растет навстречу трубно-барабанному каналу. По мере резорбции мезенхимы, находящийся между ними, эти структуры



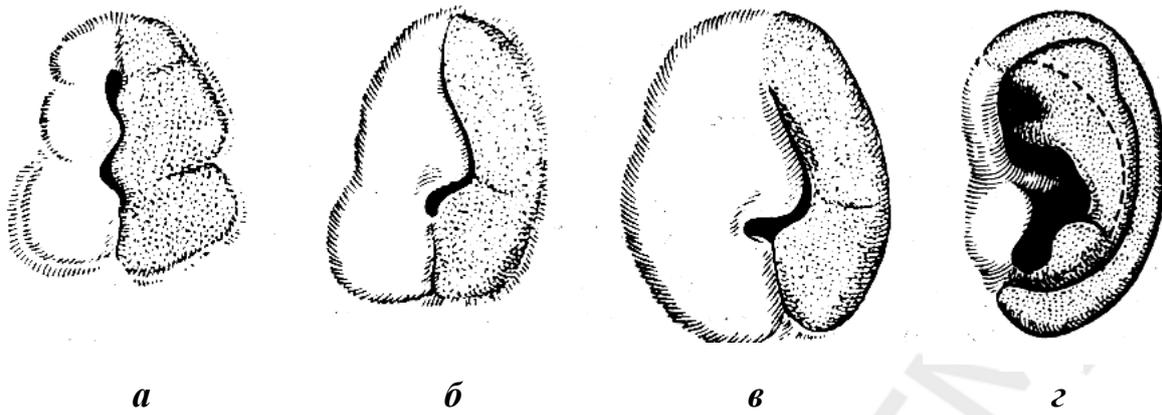
сливаются, и образуется наружный слуховой проход, отделенный от барабанной полости барабанной перепонкой.

*Рис. 16.* Развитие органа слуха:

1 — слуховая ямка; 2 — слуховой пузырек; 3 — внутреннее ухо; 4 — эктодермальная жаберная бороздка; 5 — трубно-барабанный канал; 6 — слуховые косточки; 7 — слуховая труба; 8 — барабанная полость; 9 — наружный слуховой проход

Хрящ ушной раковины образуется из мезенхимальных островков, прилегающих к эктодермальной бороздке.

На 5-й неделе вокруг первой жаберной щели появляются ушные бугорки: три спереди и три сзади от щели (рис. 17, *а*). В конце 6-й недели ушные бугорки сливаются, образуя передний и задний ушные валики (рис. 17, *б*). К концу 8-й недели валики сливаются и образуют первичную ушную раковину, которая является еще совсем плоской и напоминает улитку (рис. 17, *в*). Передний валик дает начало  $\frac{1}{3}$  части ушной раковины — козелку, восходящей части завитка, а задний валик участвует в образовании  $\frac{2}{3}$ , т. е. всех остальных частей ушной раковины. К 7-му месяцу она приобретает форму как у новорожденного (рис. 17, *г*).



*Рис. 17.* Основные этапы эмбриогенеза ушной раковины (белым обозначены производные первой жаберной дуги, а серым — производные второй жаберной дуги):  
*а* — 5-я неделя; *б* — 6-я неделя; *в* — 8-я неделя; *г* — 7-й месяц

### Вопросы для самоконтроля

1. Укажите источники развития внутреннего уха.
2. Опишите основные этапы развития внутреннего уха.
3. Как происходит развитие среднего и наружного уха?

### Литература

1. *Кручинский, Г. В.* Пластика ушной раковины / Г. В. Кручинский. М. : Медицина, 1975. 176 с.
2. *Крылова, Н. В.* Анатомия органов чувств (в схемах и рисунках) : атлас-пособие / Н. В. Крылова, Л. В. Наумец. М. : Университет дружбы народов, 1991. 94 с.
3. *Пальчун, В. Т.* Болезни уха, горла, носа / В. Т. Пальчун, Н. А. Преображенский. М. : Медицина, 1980. 487 с.
4. *Семионкин, Е. И.* Колопроктология : учеб. пособие / Е. И. Семионкин. М. : Медпрактика-М, 2004. 223 с.
5. *Синельников, Р. Д.* Атлас анатомии человека : учеб. пособие : в 4 т. / Р. Д. Синельников. М. : Медицина, 1996. Т. 4 : Учение о сосудах. 319 с.

## Оглавление

Строение преддверно-улиткового органа .....	3
Наружное ухо .....	3
Среднее ухо .....	7
Внутреннее ухо .....	13
Механизм проведения звуков.....	18
Проводящий путь слухового анализатора .....	19
Развитие преддверно-улиткового органа.....	20
Литература.....	22

Учебное издание

**Сахарчук Татьяна Васильевна**

# **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ОРГАНА СЛУХА**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск П. Г. Пивченко  
Редактор О. В. Лавникович  
Компьютерная верстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать 25.11.10. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».

Печать офсетная. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 1,39. Уч.-изд. л. 1,1. Тираж 130 экз. Заказ 11.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет».

ЛИ № 02330/0494330 от 16.03.2009.

ЛП № 02330/0150484 от 25.02.2009.

Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.