

## **Развитие и строение слуховой трубы человека**

Представлены литературные данные о развитии, анатомическом и гистологическом строении слуховой трубы.

**Ключевые слова:** слуховая труба, развитие, строение.

T.V.Lagutsina

Development and structure of the human auditory tube

The literary data on development, anatomical and histological structure of the human auditory tube.

Key words: auditory tube, structure, development.

Слуховая труба - часть среднего уха, выполняющая вентиляционную, защитную, дренажную и слуховую функции [8].

Вентиляционная функция слуховой трубы состоит в выравнивании давления в среднем ухе с атмосферным давлением [30].

Слуховая труба, выполняя дренажную функцию, способствует выведению из барабанной полости продуктов секреции [30].

Особенности анатомического строения и функционирования трубы (наклон трубы в сторону носоглотки, наличие продольных складок, перешейка, перепончатой части, мерцательного эпителия, лимфоидной ткани и др.) способствуют защите барабанной полости от проникновения в неё инфекции из носоглотки.

Все вышеназванные функции слуховой трубы направлены на обеспечение слуховой функции, которая состоит в восприятии, проведении звуковых колебаний средним ухом и передаче их внутреннему уху. Слуховая труба взрослого человека состоит из двух частей: костной и перепончато-хрящевой; имеет два отверстия: глоточное, открывающееся на боковой стенке носоглотки и барабанное, ведущее в барабанную полость. Самое узкое место просвета слуховой трубы называется перешейком.

Костный отдел представлен мышечно-трубным каналом височной кости, а перепончато-хрящевой - хрящом в форме желоба, формирующего верхнюю, медиальную и небольшую часть латеральной стенки трубы, и фиброзной перепонки, образующей недостающие стенки слуховой трубы [25].

Внутренняя поверхность всех частей слуховой трубы покрыта слизистой оболочкой, выстланной мерцательным эпителием. В перепончато-хрящевой части трубы имеется хорошо развитый подслизистый слой [13]. Со слуховой трубой связаны мышцы, которые способны изменять просвет этого органа: мышца, напрягающая нёбную занавеску; мышца, поднимающая нёбную занавеску и трубно- глоточная мышца.

Длина слуховой трубы взрослого человека, по данным разных авторов составляет от 35 до 41 мм [6, 9, 10, 20].

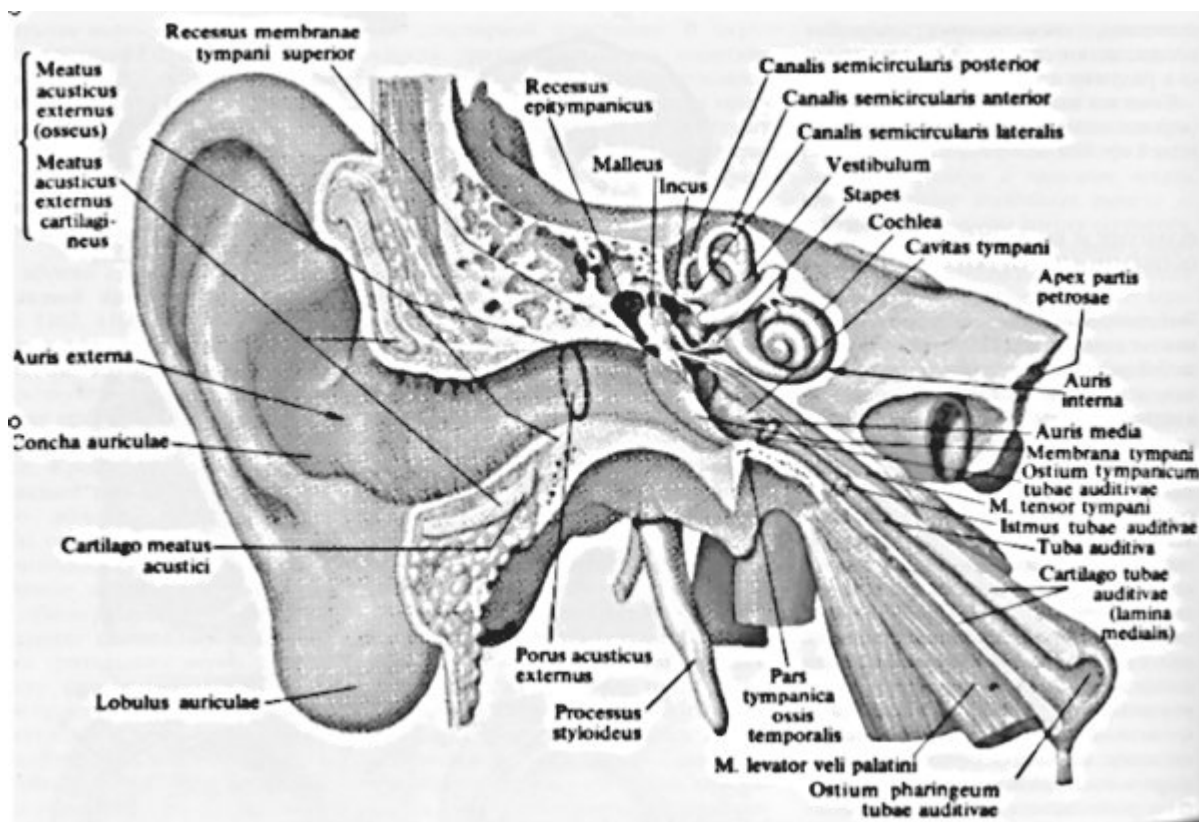


рис. 1. Наружное, среднее и внутреннее ухо. (Р.Д. Синельников, Я.Р. Синельников, 1996)

Соотношение длины костной к длине хрящевой части равно 1 : 2 [9, 10, 20].

Слуховая труба взрослого человека направлена вниз, вперед и медиально, образуя угол  $45^\circ$  с сагиттальной и  $30^\circ$  с горизонтальной плоскостью, что способствует выведению секрета из барабанной полости и препятствует проникновению в неё содержимого носоглотки [6, 26]. Ширина просвета слуховой трубы в перепончато-хрящевой части составляет 2-4 мм, в области перешейка - менее 2 мм, а в костной части - от 2 до 6 мм [3, 6, 9, 20].

Самой динамичной частью трубы является перепончато-хрящевая часть и, в частности, глоточное отверстие слуховой трубы, которое в покое находится в закрытом состоянии. Открывается глоточное отверстие при глотании, чихании, зевании и достигает при этом максимальных размеров: от 11,6 мм до 20 мм [6, 9]. Нихинсон А.Г. (1969) описал 2 формы глоточного отверстия слуховой трубы у взрослых: овальную и треугольную, которые встречаются одинаково часто. Форма барабанного отверстия слуховой трубы чаще бывает овальной [31].

У разных индивидуумов встречаются различные формы слуховой трубы. Bezold F. (1883) выделяет три формы слуховой трубы: прямую, S-образную и S-образную с наклоном книзу. Кроме этих форм Нихинсон А.Г. (1969) предложил выделять и прямую с наклоном книзу слуховую трубу (рис.2).

У брахицефалов чаще встречается прямая слуховая труба, у долихоцефалов - S-образная с наклоном книзу [9].

Перешеек слуховой трубы является её самым узким местом. Причем он может быть как хрящевым, так и костным [28] (рис. 3).

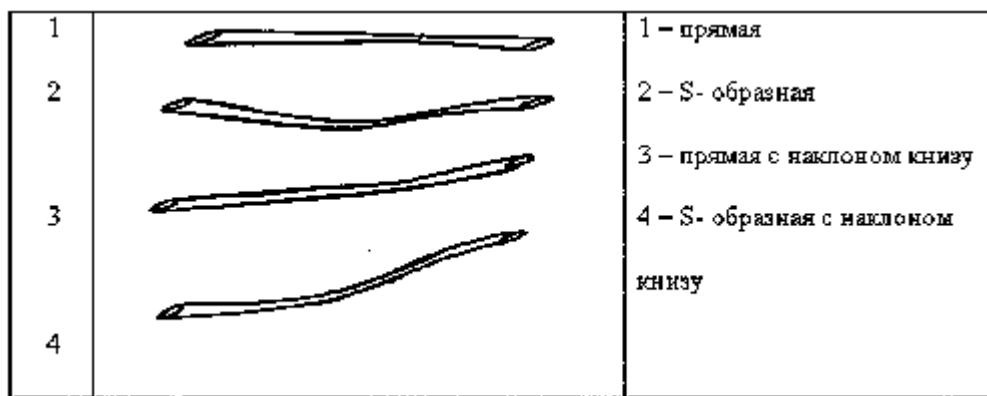


Рис. 2. Варианты формы слуховой трубы

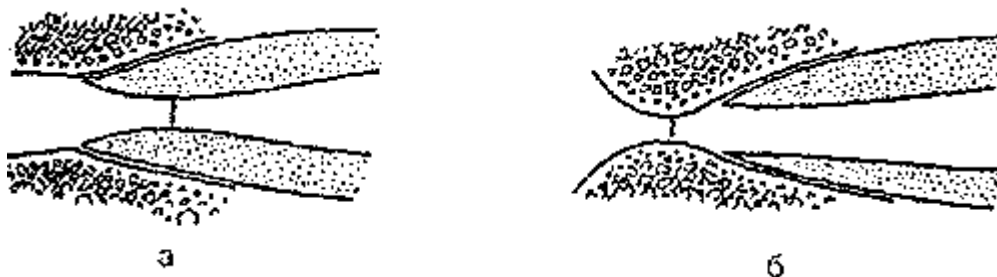


Рис.3. Перешеек слуховой трубы: а - хрящевой, б –костный. (Terracol J. et al., 1949)

Хрящ слуховой трубы – гиалиновый и имеет эластические волокна только в области изгиба трубы [13]. Он состоит из двух пластинок: большей - медиальной, и меньшей - латеральной. Место перехода одной пластинки в другую называют крючком слуховой трубы [13, 25]. Помимо основного хряща в образовании слуховой трубы участвуют и дополнительные хрящи. Они могут располагаться в перепончатой части трубы, по краям основного хряща и в области глоточного отверстия трубы [28] (рис. 4).

Вокруг слуховой трубы располагаются окруженные соединительной тканью овальные жировые образования, богатые коллагеновыми волокнами – так называемые тела Остмана, которые оказывают влияние на функционирование слуховой трубы: препятствуют её чрезмерному открытию, способствуют лучшей вентиляции трубы [28].

Мышца, напрягающая нёбную занавеску, начинается от ости клиновидной кости, от ладьевидной ямки, от медиальной пластинки крыловидного отростка клиновидной кости, от крючка трубного хряща, латеральной пластинки и от перепончатой части слуховой трубы. Далее, сухожилие этой мышцы перекидывается через крючок крыловидного отростка и под прямым углом вплетается в мягкое небо. При сокращении эта мышца открывает слуховую трубу.

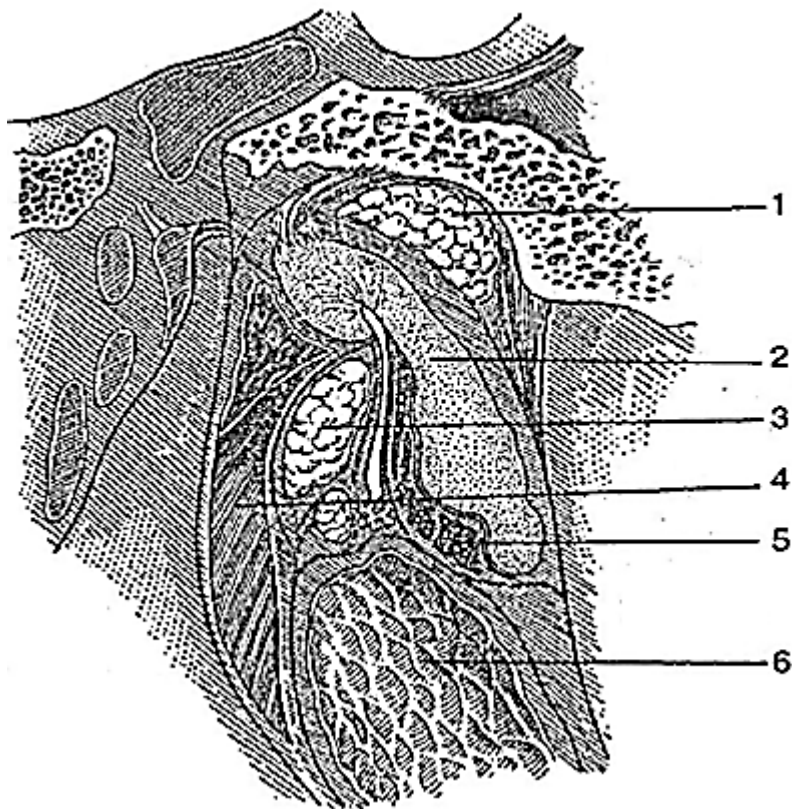


Рис. 4. Сагиттальный срез в области перепончато-хрящевой части слуховой трубы (Terracol J. et al., 1949)

1, 3 – жировые тела Остмана, 2 – хрящ слуховой трубы, 4 – мышца, напрягающая небную занавеску, 5 – железы слуховой трубы, 6 – мышца, поднимающая небную занавеску

Barsoumian R. et al. (1998) выявили непрерывность между волокнами мышц, напрягающих небную занавеску и барабанную перепонку.

Kierner A.C., Mayer R. (2002) гистохимическими методами доказали наличие сухожильной связи между вышеназванными мышцами. A Prades J.M., Dummolard J.M. (1998) на последовательных гистологических срезах подтвердили наличие непрерывности между этими мышцами. Мышца, поднимающая небную занавеску, начинается от нижней поверхности пирамиды височной кости и от хрящевой части слуховой трубы. Брюшко мышцы направляется вниз, медиально и впереди, вдоль нижней стенки слуховой трубы, вплетаясь в мягкое небо [3, 6]. Zöllner F. (1942) считает, что мышца, поднимающая небную занавеску, не начинается от подвижной части слуховой трубы, а связана с ней косвенно, через фасциальные листки. При сокращении, ширина брюшка мышцы увеличивается и оно приподнимает нижний край медиальной пластинки хряща, что приводит к раскрытию трубы.

Наряду с этими мнениями, существует и противоположное, о том, что мышца, поднимающая небную занавеску, вообще не оказывает никакого влияния на просвет трубы [25].

Трубно-глоточная мышца начинается от нижней стенки слуховой трубы, направляясь далее книзу в толще одноименной складки и заканчивается, переплетаясь с волокнами верхнего сжимателя глотки. Другая головка этой мышцы прикрепляется к верхнему рогу щитовидного хряща [31].

Толщина слизистой оболочки больше в перепончато-хрящевом, чем в костном отделе. Слизистая оболочка перепончато-хрящевого отдела трубы имеет продольные складки [2].

Эпителий слуховой трубы представлен пятью типами клеток: реснитчатыми, бокаловидными, безреснитчатыми (щеточными), базальными (низкими вставочными), промежуточными (высокими вставочными). Наиболее многочисленные клетки, реснитчатые, снабжены ресничками, постоянное согласованное движение которых способствует выведению содержимого трубы в глотку. Наибольшая плотность реснитчатых клеток наблюдается в нижних отделах трубы [30]. Бокаловидные клетки являются одноклеточными эндоэпителиальными железами, которые продуцируют серозный или слизистый секрет, содержащий мукополисахариды и гликопротеины. Плотность расположения бокаловидных клеток по направлению от глоточного к барабанному устью трубы уменьшается.

Безреснитчатые (щеточные) клетки выполняют, по мнению одних авторов, рецепторную, по мнению других – сурфактантпродуцирующую функцию. Данный тип клеток в большом количестве располагается в области свода трубы. Сурфактант слуховой трубы уменьшает поверхностное натяжение секрета на поверхности слизистой оболочки, препятствуя слипанию стенок трубы. По своему химическому составу сурфактант слуховой трубы несколько отличается от сурфактанта, находящегося в легких [2, 23].

Базальные и промежуточные клетки – камбиальные клетки, способны дифференцироваться в реснитчатые, бокаловидные или щеточные.

Вся поверхность эпителия покрыта слизистым секретом, состоящим из двух слоёв: наружного, более вязкого, способствующего прилипанию частиц, и внутреннего - золь, обеспечивающего мерцание ресничек [2].

Рыхлая соединительная ткань собственной пластинки слизистой оболочки содержит сложные альвеолярно-трубчатые железы, выделяющие слизь, а также лимфоидную ткань, количество которой больше в области глоточного отверстия слуховой трубы [22, 29]. Наряду с лимфоидной тканью слизистой оболочки слуховой трубы защитную функцию выполняет и трубная миндалина. Локализацию этой миндалины авторы описывают по-разному. Так, Пальчун В.Т. (1978) описывает расположение миндалины позади трубно-глоточной складки, в глоточном кармане, который ещё называют розенмюллеровой ямкой. Однако, в 2002 году этот же автор говорит о расположении трубной миндалины в области глоточного отверстия слуховой трубы.

Привес М.Г. (2000) указывает на нахождение миндалин между мягким нёбом и глоточным отверстием слуховой трубы (рис. 5).

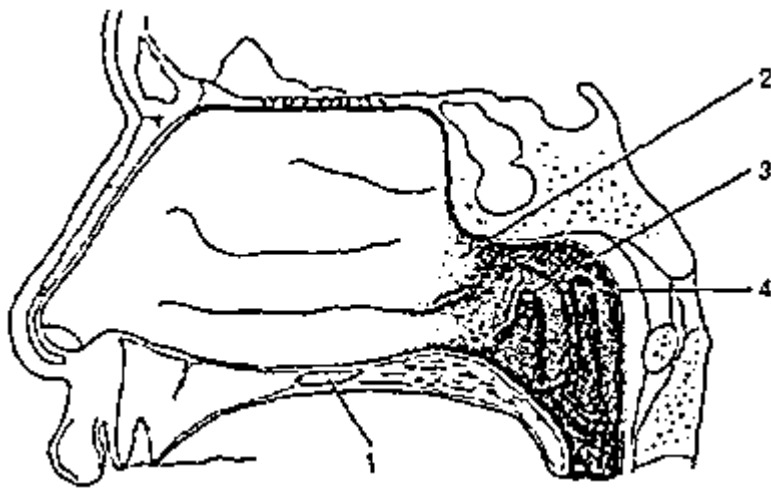


Рис. 5. Сагиттальный распил головы (М.Ю. Бобошко; А.И. Лопотко, 2003)

1 – твердое небо, 2 – нижняя носовая раковина, 3 – глоточное отверстие слуховой трубы, 4 – розенмюллерова ямка

Большинство ученых сходятся во мнении о происхождении слуховой трубы из первого жаберного кармана [5, 12, 16, 21]. Этот карман преобразуется в трубно-тимпанальный карман, который через широкое щелевидное отверстие сообщается с полостью глотки. Начиная с восьмой недели внутриутробного развития появляется граница между щелевидной барабанной полостью, появившейся в этот период, и слуховой трубой [7, 18]. Однако, по данным Fischel A. (1929), просвет в закладке барабанной полости появляется позже – на четвертом месяце внутриутробного развития. В этот же период, по данным автора, в слуховой трубе образуется хрящевая ткань и появляется просвет, в то время как ранее стенки трубы вплотную прилегли друг к другу. Костный отдел трубы формируется на шестом месяце внутриутробного развития. Перешеек слуховой трубы появляется в 6 – 12 месяцев постнатальной жизни в результате роста в ширину прилежащих к нему отделов трубы, тогда как ширина трубы в области перешейка не изменяется [18]. Бокаловидные клетки появляются, по данным Элькинда Л.А. и Константиновой З.Д. (1977), у плодов шести лунных месяцев, а по данным Tos M. (1976), на 13 неделе развития. В этот же период образуются и экзоэпителиальные железы трубы. Мышца, напрягающая барабанную перепонку, как и мышца, напрягающая небную занавеску, развиваются в конце второго месяца внутриутробной жизни из мезодермы первой жаберной дуги [21]. По данным Бетремеева А.Е. (1990), мышца, напрягающая барабанную перепонку, появляется у эмбрионов 11 мм теменно-копчиковой длины. Однако, Тятенкова Н.Н. (1992) обнаружила закладку мышцы, напрягающей небную занавеску у эмбрионов 30 мм теменно-копчиковой длины, а закладку мышцы, напрягающей барабанную перепонку у эмбрионов 20 мм теменно-копчиковой длины.

Закладка трубных миндалин, по мнению Солдатова И.Б. (1962), происходит вдоль переднего края глоточного отверстия слуховой трубы в виде небольших скоплений лимфоидных элементов на шестом месяце внутриутробного развития. Жарикова О.Л. (1984) установила, что закладка трубных миндалин происходит на 15 – 16 неделе эмбрионального развития, когда около глоточного отверстия слуховой трубы обнаруживаются скопления лимфоидных клеток вокруг сосудов. В дальнейшем, в 27 – 28 недель, объём лимфоидных скоплений увеличивается и происходит слияние трубных миндалин с глоточной миндалиной.

Таким образом, имеются спорные и нерешенные вопросы о развитии и строении слуховой трубы, требующие дальнейшего изучения этого органа:

1. Какие размеры имеет слуховая труба, от чего они зависят?
2. Имеет ли мышца, поднимающая нёбную занавеску, прикрепление к слуховой трубе и оказывает ли она влияние на просвет трубы?
3. В какие сроки происходит закладка мышц, имеющих отношение к слуховой трубе?
4. Когда появляется граница между барабанной полостью и слуховой трубой?
5. У эмбрионов какого срока развития появляются экзопителиальные железы и бокаловидные клетки в слизистой оболочке слуховой трубы?
6. Когда появляется закладка глоточной миндалины и где она локализуется у взрослого человека и ребёнка?

### **Литература**

1. Бетремеев А.Е. Происхождение мышцы стремени человека // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1990. - № 2. – С. 30 – 32.
2. Бобошко М.Ю., Лопотко А.И. Слуховая труба. – Санкт-Петербург: «СпецЛит», 2003. – С.13 – 111.
3. Воробьев В.П. Атлас анатомии человека. Минск.: Харвест, 2000. С. 1403 – 1407.
4. Жарикова О.Л. Общие закономерности развития и функциональной морфологии миндалин человека и животных // Автореф. соиск. уч. ст. к. м. н. – Киев, 1984. – 17с.
5. Иванов И.Ф., Ковальский П.А. Цитология, гистология, эмбриология. – Москва, 1969. – С. 457.
6. Калина В.О. Эмбриология и анатомия уха // Многотомное руководство по оториноларингологии. М.,1960. Т. 1: Общая оториноларингология. С. 100 – 174.
7. Косягина Е.Б. Развитие структурных элементов среднего уха в онтогенезе человека // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1979. – № 9. – С. 73 – 79.
8. Меркулова Е.П. Диагностика тубарной дисфункции у детей. Метод. рекомендации/ - Минск.: БГМУ, 2003.- 14 с.
9. Нихинсон А.Г. О возрастной анатомии ушной (евстахиевой) трубы // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1969. – № 2. – С. 51 – 55.
10. Пальчун В.Т., Преображенский Н.А.Болезни уха, горла, носа. М.: Медицина,1978. – С.242.
11. Привес М.Г., Лысенков Н.К., Бушкович В.И. Анатомия человека. – СПб.: Гиппократ, 2000. – С.255 – 256.
12. Пэттэн Б.М. Эмбриология человека. - Москва: «Медгиз», 1959. - С. 412 – 415.
13. Синельников Р.Д., Синельников Я.Р. Атлас анатомии человека. М.: Медицина, 1994. Т.4: Учение о нервной системе и органах чувств. С. 282 – 283.
14. Солдатов И.Б. Морфологическая характеристика лимфаденоидного глоточного кольца // Журнал ушных, носовых и горловых болезней. – 1962. - №5. – С. 3 – 11.
15. Тятенкова Н.Н. Закономерности развития и строения височной кости млекопитающих // Автореф. соиск. уч. ст. к. м. н. – Ярославль, 1992. – 17 с.
16. Фалин Л.И. Эмбриология человека // Атлас. М.: Медицина,1976. – С. 511 – 512.

17. Элькинд Л.А., Константинова З.Д. К вопросу формирования полостей среднего уха // Актуальные вопросы оториноларингологии. Ташкент, 1977.- Вып. 2. – С. 46 – 50.
18. Якуткина. Н.А. Слуховая труба человека в раннем детстве // Журн. ушных, носовых и горловых болезней. 1961. № 5. С. 66 – 69.
19. Barsoumian R., Kuehn D.P., Moon J.B., Canady J.W. An anatomic study of the tensor veli palatini and dilatator tubae muscles in relation to Eustachian tube and velar function // Cleft Palate Craniofac. J. 1998. Vol. 35, № 2. P. 101 – 110.
20. Bezold. F. Die Korrosions Anatomie des Ohres. Мьнchen: Literar. – artist. Anstalt, 1882. 80 S.
21. Fischel A. Lehrbuch der Entwicklung des Menschen. Wien und Berlin, 1929. S. 541 – 547.
22. Kamimura M., Sando I., Balaban C.D., Haginomori S. Mucosa-associated lymphoid tissue in middle ear and Eustachian tube // Ann. Otol. Rhinol. Laringol. 2001. Vol.110, № 3. P. 243 – 247.
23. Karchev T., Watanabe M., Fujioshi T. et al. Surfactant-producing epithelium in the dorsal part of the cartilaginous Eustachian tube of mice. Lite, transmission, and scanning electron microscopic observations // Acta Otolaringol. (Stockh.). 1994. Vol 114, № 1. P. 64 – 69.
24. Kierner A.C., Mayer R. Hear Res. 2002 Mar; 165(1 – 2): 48 – 52.
25. Leuwer R., Koch U. Anatomie und Physiologie der Tuba auditiva. Therapeutische Moglichkeiten bei chronischen Tubenfunktionsstorungen // HNO.1999 / Bd 47, H. 5. S. 514 – 523.
26. Peter L. Williams, R. Warwick. Grey's Anatomy. Edinburg, London, Melbourne and New York: Churchill Livingstone, 1989. P. 204, 1222 – 1228.
27. Prades J.M., Dummolard J.M., Calloch F. et al. Descriptive anatomy of the human auditory tube // Surg. Radiol. Anat. 1998. Vol. 20, № 5. P. 335 – 340.
28. Terracol. J., Corone F., Guerrier Y. La trompe d'Eustache. Paris: Masson, 1949. 218 p.
29. Tos M. Production of mucous in the middle ear and Eustachian tube. Embriology, anatomy and pathology of the mucous glands and goblet cells in the Eustachian tube and middle ear // Ann. Otol. Rhinol. Laringol. 1974. Vol. 83, Suppl. 11. P. 44 – 58.
30. Wang L., Sun J., Hu. N.(The ultrastructure of the Eustachian tube) // Chung Hua Erch Pi Yen Hou Ko Tsa Chih. 1996. Vol. 31, № 2. P. 69 – 71.
31. Zullner F. Anatomie, Physiologie, Pathologie und Klinik der Ohrtrompete. Berlin: Springer, 1942. 214 S.