

Обзоры

УДК 616.284-089.1

DOI:10.54503/0514-7484-2024-64.3-3

**Топография, анатомо-функциональные особенности
слуховой трубы и ее роль в развитии патологии среднего
и внутреннего уха****М.А.Шукурян, П.К.Петросян, Г.И.Тадевосян, Н.А.Лусинян,
А.Г.Арутюнян, Г.В.Саргсян, Г.Л.Ханданян, Г.И. Петросянц,
А.Р.Асланян, А.К.Шукурян***ЕГМУ им. М. Гераци, кафедра ЛОР болезней,
0025, Ереван, ул. Корюна, 2**Ключевые слова:* слуховая труба, анатомия, аэрация барабанной полости,
патология среднего уха, внутрилабиринтное давление

В настоящее время общепризнано, что дисфункция слуховой трубы (СТ), приводящая к нарушению аэрации и затруднению оттока из барабанной полости, является пусковым механизмом в патологии среднего уха, а нормальное функционирование ее является залогом положительных результатов слухоулучшающих операций.

Итальянский ученый XVI века Бартоломео Евстахий описал анатомию трубы и до 1965 г. она носила его имя, однако на VIII Международном конгрессе анатомов термин «евстахиева труба» был заменен на «слуховая труба» [1].

Слуховая труба начинает развиваться с первых недель внутриутробной жизни и также, как барабанная полость (БП), берет начало из первого глоточного жаберного кармана, т.е. имеет энтодермальное происхождение. Сам же глоточный карман является дивертикулом переднего отдела дыхательно-пищеварительной системы (передней кишки). Как известно, весь жаберный аппарат состоит из пяти пар жаберных карманов и такого же количества жаберных дуг и щелей [3]. До 6-8-й недели эмбриональной жизни общая полость туботимпанального канала не дифференцирована. Постепенно дистальный конец первого жаберного кармана, обращенный к дну первой жаберной щели, расширяется и образует закладку первичной БП (рис. 1). Противоположный, более узкий отдел кармана, который открывается в полость глотки, дает начало СТ. В итоге с 8-й недели выделяется щелевидная БП и удлиненная СТ. В период от 5 месяцев внутриутробной жизни до рождения длина трубы увеличивается

вдвое и у новорожденных достигает примерно половины длины трубы взрослого. Просвет СТ у плода равномерен на всем протяжении и составляет 2мм, после рождения он увеличивается в сторону глоточного и барабанного отверстий, но не изменяется в месте перехода костной части в хрящевую, что обуславливает образование перешейка [6].

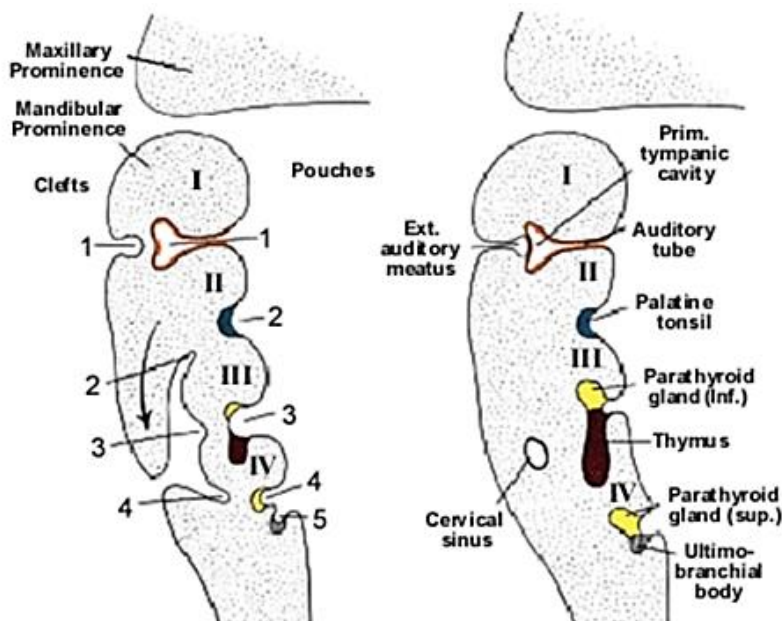


Рис.1. Эмбриональная закладка слуховой трубы

Евстахиева, слуховая, или глоточно-барабанная, труба представляет собой костно-хрящевой канал, соединяющий носоглотку и барабанную полость (БП), выстланный слизистой оболочкой (СО). Имеются указания на вариабельность костного ложе СТ в зависимости от формы черепа: как правило, у долихоцефалов ложе клиновидно-каменистое, а у брахицефалов – каменистое. Латерально от СТ расположено овальное отверстие (foramen ovale), медиально-рваное отверстие (foramen lacerum). Фиксация СТ к основанию черепа осуществляется при помощи связок. Толстая связка, идущая от тубарного хряща к переднему краю рваного отверстия, усиливает крепление хрящевого отдела СТ к черепу. Верхний край тубарного хряща закрепляется в клиновидно-каменистой щели, образованной пирамидой височной кости и большим крылом клиновидной кости, в передненижнем отделе – в борозде слуховой трубы, на медиальной пластинке крыловидного отростка клиновидной кости. Длина СТ составляет 31-38мм, которую она достигает в 7-летнем возрасте, 24мм приходится на хрящевой отдел, 12мм – на костный. СТ новорожденного и грудного ребенка значительно короче (17-22мм), чем у взрослого, имеет относительно широкий просвет и расположена горизонтально. Задне-

латеральная (тимпанальная) часть трубы, составляющая 1/3 ее протяжения, – костная, переднемедиальная часть – образована хрящом и соединительной тканью. От барабанного устья к носоглоточному она имеет направление вниз кпереди, к центру головы под углом $45-50^\circ$ в сагиттальной и $30-40^\circ$ в горизонтальной плоскостях. В горизонтальной плоскости вся труба может иметь S-образный изгиб, так как костный конец ее отклонен вовнутрь, хрящевой – наружу (рис. 2).

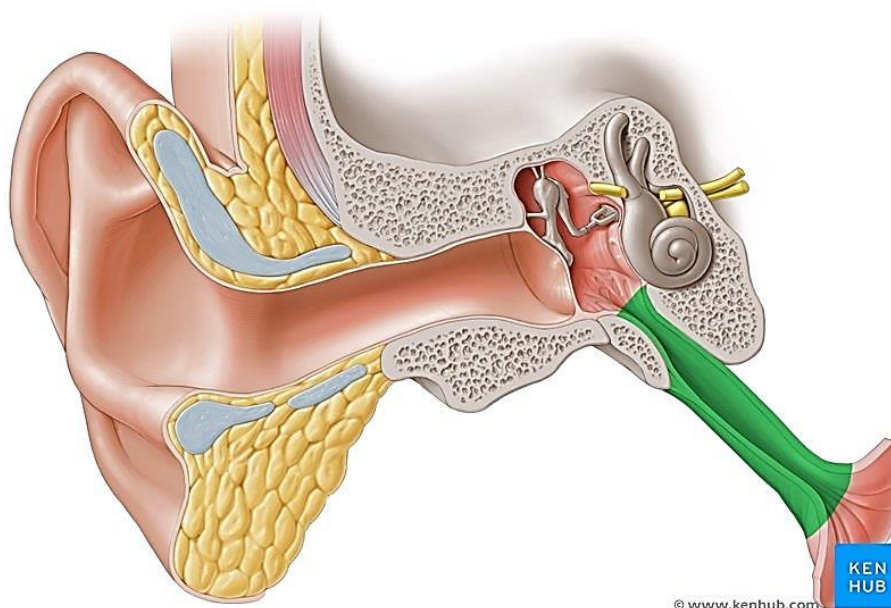


Рис.2. Слуховая труба во фронтальном разрезе

Различают три типа строения слуховой трубы (по Н.А.Паутову) [1,2,4]:

1-й тип – труба прямая с широким, легко проходимым перешейком;
2-й тип – труба с S-образным изгибом в горизонтальной плоскости и винтообразным поворотом вокруг своей оси;

3-й тип – тот же, что и 2, но еще и с изгибом, углом, обращенным вниз, и узким, менее 1мм, перешейком.

Следует отметить, что 1-й тип свойствен брахицефалам, 3-й тип – долихоцефалам.

Костный отдел трубы (*pars ossea tubae auditivae*) начинается отверстием в верхнем отделе передней стенки БП барабанным устьем (*ostium tympanicum tubae auditivae*), расположенным на 1,5-2см выше уровня глоточного устья, диаметром 4,5мм, который занимает нижний полуканал мышечно-трубного канала височной кости и переходит в воронкообразное расширение БП – *protympanum*. Заканчивается костный отдел в углу, образованном чешуйчатой и каменистой частями височной

кости, при этом окончание представляет собой зубчатый край для прикрепления хрящевой части (рис. 3).

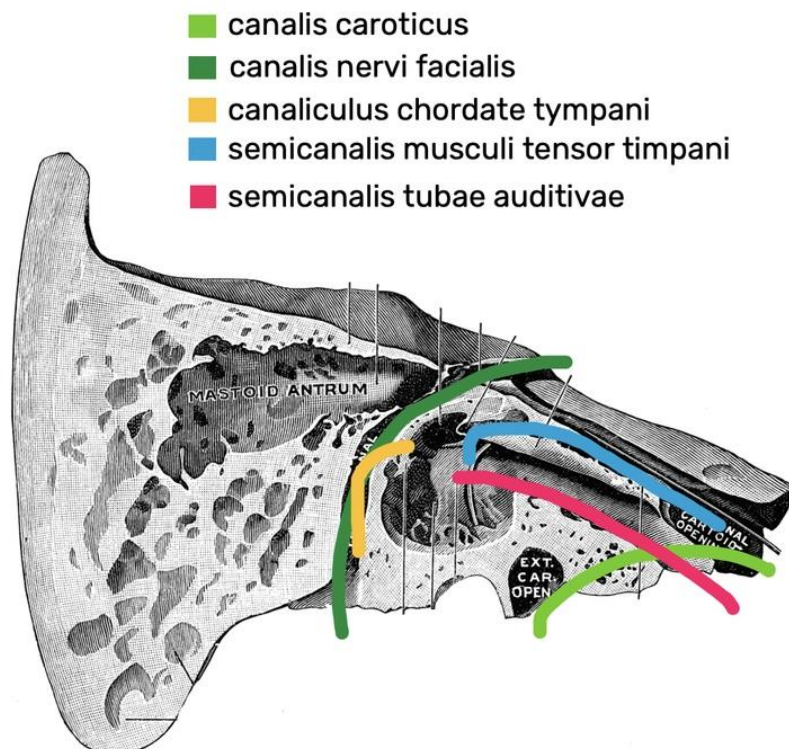


Рис.3. Костный отдел слуховой трубы

В костном отделе слуховой трубы постоянно имеется небольшой просвет. На продольном разрезе костный отдел трубы воспроизводит форму конуса или воронки, на поперечном срезе – имеет грушевидную форму или напоминает треугольник у взрослых, у детей имеет овальную форму. Просвет костного отдела СТ при максимальном раскрытии имеет высоту 5-6мм и ширину 3-4мм, в хрящевом отделе – соответственно 3-4мм и 5-6мм, причем просвет трубы от обоих устьев уменьшается по направлению к месту соединения костного и хрящевого отделов, который в обычных условиях соответствует просвету капилляров, от перешейка по направлению к глотке труба вновь расширяется. Верхняя стенка костного отдела СТ состоит из крыши БП (*tegmen tympani*) и частично клиновидной кости. Медиальная стенка более длинная, состоит из части перегородки мышечно-трубного канала и непосредственно граничит с тонкой стенкой канала внутренней сонной артерии (*canalis caroticum*), являясь латеральной стенкой этого канала, отделяющего трубу от верхушки пирамиды височной кости. Нередко пронизана дегистенциями и тонкими сонно-бараннскими канальцами, через которые к СТ и БП проникают мелкие артериальные веточки, отходящие непосредственно от внутренней сонной

артерии. Нагноительный процесс из перитубарных ячеек может проложить себе путь вдоль трубы к боковой стенке глотки, ведя к околоминдаликовому или окологлоточному абсцессу. Латеральная стенка СТ самая короткая, образуется барабанной частью височной кости и граничит с *fissura petrosquamosa*. В непосредственной близости от дистального отдела СТ расположен височно-нижнечелюстной сустав, патология которого, в свою очередь, может привести к тубарной дисфункции.

Таким образом, в формировании костного отдела СТ принимают участие барабанная и каменистая часть височной кости, а также клиновидная кость. В костной части СТ, в большей степени в области нижней и медиальной стенок, встречаются воздушные клетки, которые могут сообщаться с просветом трубы или БП, имея клиническое значение при распространении инфекции на канал внутренней сонной артерии или в БП, а также через трубные или барабанные отверстия ячеек цереброспинальная жидкость из уха и носа может истекать при травмах основания черепа или после операций по поводу опухолей мосто-мозжечкового угла. Костный и перепончато-хрящевой отделы СТ соединяются под тупым углом в 150° , открытым книзу. Большинство авторов считают, что у плодов и новорожденных СТ, как правило, без кривизны и изгибов, однако Н.А.Якуткина [6] считает, что костная и хрящевая части СТ у плода тоже расположены под тупым углом, поэтому она не прямая (рис. 4).



Рис. 4. Слуховая труба взрослого и новорожденного

Хрящевая часть трубы образована треугольной пластинкой гиалинового хряща, вершина которого прилегает к краю медиального конца костной части трубы, загибается латерально и на поперечном срезе напоминает крючок или английскую букву “J”[2]. Длинная (прямая) часть крючка соответствует медиальной стенке трубы, короткая (изогнутая) – верхней стенке и частично латеральной. Располагаясь между пирамидой височной кости и угловой остью основной кости, хрящевая часть прилежит к основанию черепа, имеет форму желоба, открытого книзу, занимая верхнюю и медиальную часть трубы. Оставшаяся часть латеральной стенки образована трубно-глоточной фасцией (*fascia salpingo-pharyngea*),

которую называют также перепончатой, последняя может колебаться в ту или иную сторону (в просвет трубы и обратно), играя важную роль в барофункции среднего уха. Книзу и латерально хрящ дополняется перепончатой пластинкой из фиброзной соединительной ткани. В состоянии покоя хрящевой отдел представляет собой закрытую щель, при жевании и во время глотательных движений просвет трубы несколько расширяется и воздух засасывается в БП. Некоторые авторы считают, что трудно провести четкую границу между костной и перепончато-хрящевой частью СТ, так как хрящ может быть углублен в костный канал, достигая его внутренней поверхности и даже улитки. Здесь же между сухожильными связками, укрепляющими хрящ трубы на основании черепа, имеются эластические волокна, играющие существенное значение в вентиляции слуховой трубы – закрытие трубы совершается пассивно, за счет эластической тяги, имеется скопление жировой ткани – жировые тела Османа, в свою очередь, способствующие эластичности трубы, т.е. лучшей вентиляции, крово- и лимфообращению (рис.5). Хрящевая часть СТ формирует клапан, который, закрываясь, защищает среднее ухо от флюктуаций давления в глотке, возникающих при дыхании, а также уменьшает прохождение голоса в среднее ухо.

Cartilaginous part of pharyngotympanic (auditory, eustachian) tube at base of skull: inferior view

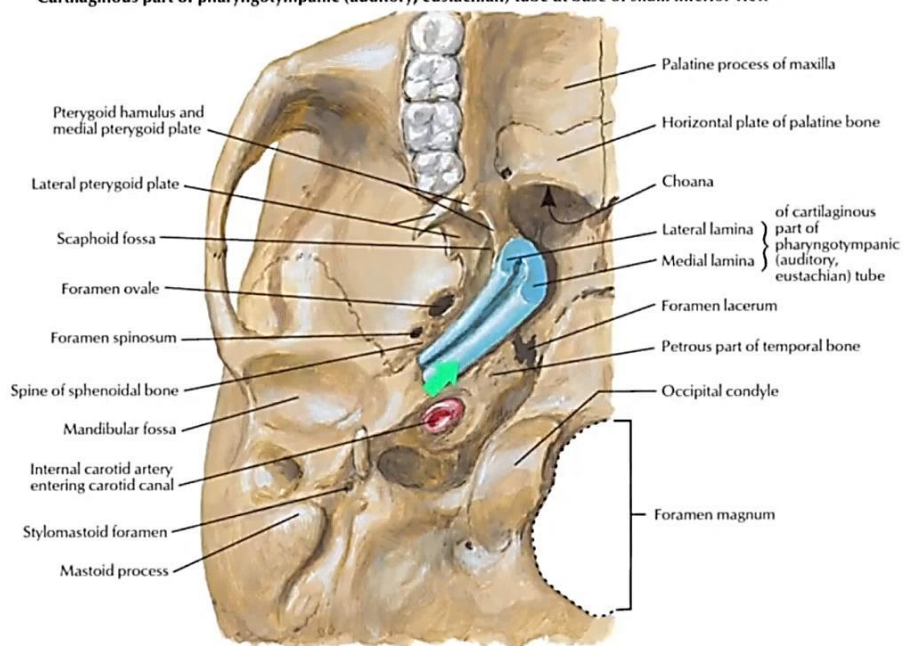


Рис. 5. Хрящевой отдел слуховой трубы

Глоточное отверстие СТ (*ostium pharyngeum tubae auditivae*) находится под СО носоглотки, втрое шире барабанного, располагается на уровне заднего конца нижней носовой раковины и на 1,25 см кзади от нее, на 2-2,5 см кнаружи от заднего края сошника и на 1 см выше дна полости носа. У плодов и новорожденных глоточное отверстие СТ имеет вид щели, параллельной твердому небу, реже эта щель располагается под углом к нему. У детей на первом-втором году жизни длинный диаметр глоточного отверстия поворачивается в положение, близкое к вертикальному – в начале расположено на высоте нижнего края хоан, далее с ростом ребенка поднимается до нижней носовой раковины и лежит на уровне мягкого неба. В раннем детском возрасте СТ зияет, что редко встречается у взрослых. Просвет глоточного отверстия имеет овальную форму, наибольший диаметр 9 мм, лежит в ямке, ограниченной сверху и сзади выступом тубарного хряща – *torus tubarius*, сзади которого находится углубление – розенмюллерова ямка, спереди – складка слизистой оболочки – *plica salpingopalatina*. Розенмюллерова ямка, или глоточный карман, содержит лимфоидную ткань – трубные миндалины по нумерации кольца Вальдеера-Пирогова V, VI. От заднего края трубного валика книзу идет трубно-глоточная складка – *plica Salpingopharyngea*, содержащая одноименную мышцу – *m. Salpingopharyngea* (рис.6).

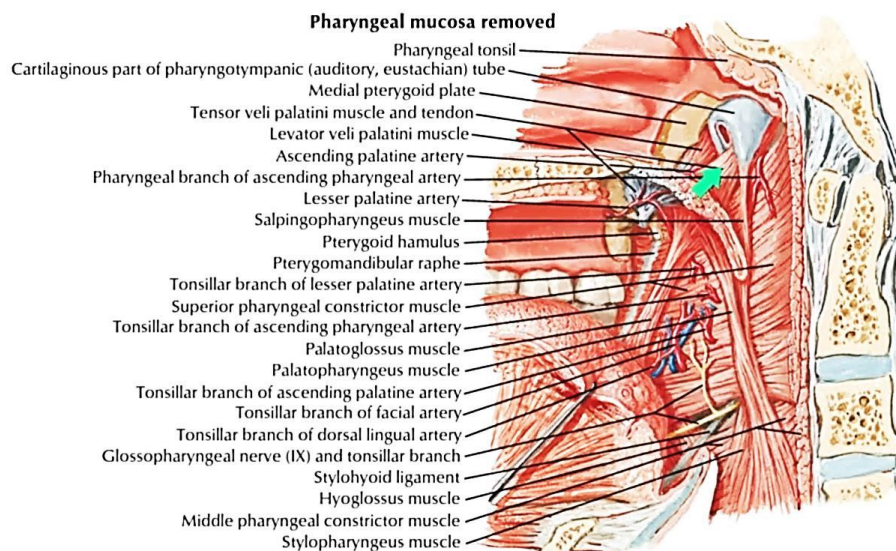


Рис.6. Боковая стенка глотки

Слизистая оболочка, выстилающая трубу, является продолжением СО барабанной полости. В костном отделе она покрыта однослойным многоядным кубическим эпителием, значительно тонкая, гладкая, плотно

сращена с надкостницей и, уплощаясь, приближается к СО БП. В хрящевом отделе СО более рыхлая, покрыта однослойным многорядным мерцательным эпителием, включающим реснитчатые эпителиоциты, бокаловидные, вставочные и базальные клетки. Соотношение реснитчатых эпителиоцитов к бокаловидным клеткам в перепончато-хрящевом отделе составляет 5:1. Наряду с бокаловидными клетками, являющимися одноклеточными железами в эпителии СТ, встречаются и многоклеточные экзокринные железы, трубчатые и концевые отделы которых выстланы кубическими клетками, продуцирующими слизистый секрет в просвет СТ. Большинство из этих желез расположены в области глоточного отверстия и прилежащих отделов СТ. Вся поверхность мерцательного эпителия покрыта слизью (mucous blanket), которая состоит из двух слоев, наружный – гель, более вязкий, что способствует прилипанию к нему инородных частиц и удержанию их на поверхности слизи, внутренний – золь, обеспечивающий движение ресничек и постоянное передвижение слизи в сторону носоглотки. Известно, что основная роль в выработке слизи принадлежит бокаловидным клеткам, которые, вырабатывая фермент – сиаловую трансферазу, нормализуют количественное соотношение кислых и нейтральных гликопептидов, поддерживая вязкость и эластичность слизи. В носовом секрете содержится большое количество лизоцима, обладающего определенными бактерицидными свойствами, иммуноглобулины, ферменты, а также для нормального функционирования СТ в эпителии имеются поверхностно-активные вещества – сурфактанты, аналогично легочному сурфактанту, которые снижают поверхностное натяжение, обеспечивая защитный и иммунологический барьеры [8]. Собственная пластинка СО образована рыхлой соединительной тканью, содержит коллагеновые волокна, многочисленные кровеносные и лимфатические капилляры, нервные волокна, слизистые железы, скопления жировой и лимфоидной ткани. Многочисленными исследованиями доказано продуцирование иммуноглобулинов плазматическими клетками, расположенными в собственной пластинке СО трубы, причем было показано, что при закупорке СТ выработка иммуноглобулинов увеличивается. Слизистая оболочка СТ имеет складчатый характер, который более выражен у детей, чем у взрослых. Большое количество складок делает просвет СТ более узким и является благоприятным фактором для защиты среднего уха от попадания инфекции из носоглотки, а также складки СО СТ служат как бы клапаном, предупреждающим попадание жидкостей и других инородных тел в БП, в то же время узкий просвет трубы может легко закупориваться серозным или слизистым отделяемым и стать барьером для эффективного очищения полости среднего уха от бактерий. Наличие складок приводит к увеличению внутренней поверхности СТ и, следовательно, к увеличению клеток, осуществляющих мукоцилиарный транс-

порт. Лимфоидная ткань СТ имеет связь с лимфоглоточным кольцом Вальдеера-Пирогова.

Как известно, СТ не имеет собственного двигательного аппарата, так как связанные с ней мышцы одновременно действуют на небную занавеску или на глотку.

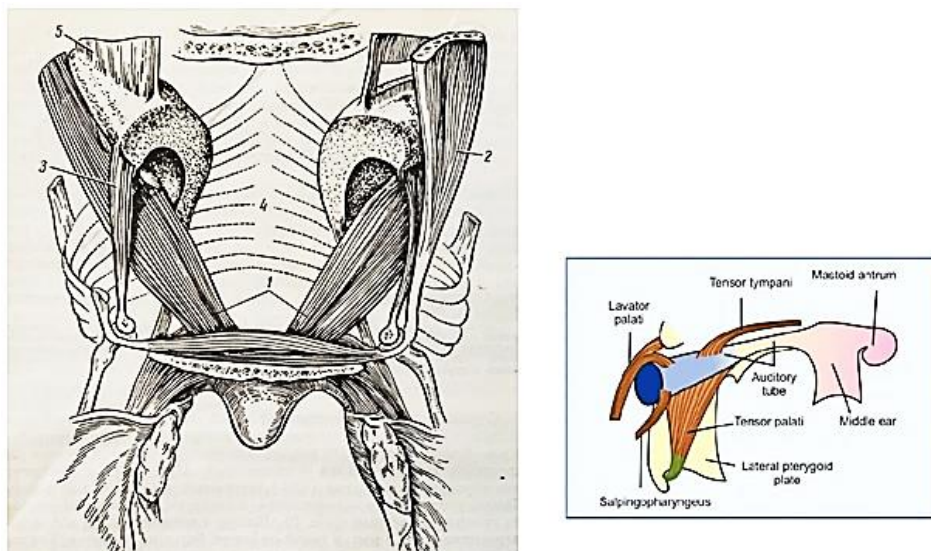


Рис.7. Мышцы слуховой трубы

Существуют две мышцы, которые имеют анатомическую связь с перепончато-хрящевым отделом слуховой трубы (рис. 7):

- мышца, напрягающая мягкое нёбо – *m. tensor veli palatine*, начинается от угловой ости основной кости и наружной поверхности перепончато-хрящевой части СТ, с которой связана по всей длине. Мышца имеет два слоя – поверхностный (в виде плоского брюшка) переходит книзу в сухожилие, которое перебрасывается через крючок крыловидного отростка основной кости и затем переходит в нёбный апоневроз – мягкое нёбо, и глубокий (узкий) слой, который не имеет отношения к поднятию мягкого нёба, но участвует в смещении внутренней пластинки хряща. При сокращении эта мышца как бы разворачивает хрящевые пластинки СТ, оттягивает перепончато-хрящевую часть трубы, расширяя её просвет;
- мышца, поднимающая мягкое нёбо – *m. levator veli palatine*, начинается на нижней поверхности каменистой части височной кости, под отверстием сонного канала и задней трети перепончато-хрящевой части трубы, идет параллельно и вдоль нижней стенки трубы, отделяясь от неё в средней трети соединительной тканью,

а в передней трети – жировой. Под глоточным устьем расходящимися волокнами она вплетается в мягкое небо.

У глоточного отверстия трубы, по передненижнему краю, мышца при сокращении образует «приподнимающийся» валик. При сокращении нижний край трубы отдавливается кзади и кверху, расширяя тем самым просвет трубы. Однако электрофизиологические исследования, в противовес гистологическим, показали, что единственной мышцей, открывающей слуховую трубу, является мышца, напрягающая мягкое небо – *m. tensor veli palatine*. Вначале открывается глоточное устье, затем вся труба, вплоть до перешейки, после этого труба закрывается вначале в области перешейки, а затем в области глоточного устья [7]. Не исключая «насосный» характер открытия трубы, предполагается, что открытие и закрытие начинается с перешейки, так как именно к нему прикрепляются волокна мышцы, напрягающей мягкое небо, и закрытие происходит благодаря релаксации мышц и эластических волокон хряща.

Трубно-глоточная мышца – *m. salpingo-pharyngeus* (*m. retrahens tubae*) является частью *m. palato-pharyngeus* – эта маленькая мышца прикрепляется к нижнепереднему концу медиальной части хрящевой пластинки трубы и оттягивает конец трубного хряща несколько кзади и вниз с помощью одноименной связки, находящейся между волокнами мышцы.

Вследствие мышечных нарушений может иметь место «зияние трубы» – при хронически открытой слуховой трубе секрет из носоглотки может забрасываться в среднее ухо, вызывая инфицирование, трубный тик – изолированный клонус мышц трубы и явление аутофонии.

Кровоснабжение трубы осуществляется восходящей глоточной артерией – *a. pharyngea ascendens* и срединной менингеальной артерией – *a. meningea media*. Вены образуют сплетение, сообщаемое с *plexus pterygoideus*, пещеристой пазухой, венами носоглотки и БП. Лимфоотток из СТ происходит в ретрофарингеальные и глубокие шейные яремные узлы, из костного отдела – по лимфатическим сосудам БП и наружного слухового прохода – в область околоушной слюнной железы. Область глоточного отверстия СТ и розенмюллеровой ямки является наиболее иннервируемой частью, к которой примыкают три нервных узла. Передненижняя часть трубы иннервируется чувствительными веточками от *p. mandibularis*, передневерхняя часть устья – из глоточного нерва, Бока – *p. pharyngeus*, задняя часть – от глоточного сплетения – *plexus pharyngeus*. Многочисленные сосуды и железы, расположенные в СО трубы, получают как симпатическую, так и парасимпатическую иннервацию. В иннервации *m. levator veli palatine* принимают участие веточки от лицевого, языко-глоточного и блуждающего нервов, *m. tensor veli palatine* – веточки от сплетения ушного ганглия – *gangl. oticum*. Чувствительную иннервацию осуществляют *gangl. oticum*, *plexus pharyngeus* и яacobсонов нерв. Иннервация розенмюллеровой ямки – из *plexus pharyngeus*.

До настоящего времени физиология и патология СТ не полностью выяснены, однако ввиду того, что все биологические системы, содержащие воздух, включают мембраны для регуляции давления, трубы для проведения воздуха, полости для сохранения воздуха и клапаны для регуляции поступления воздуха, СТ приписываются следующие функции:

- вентиляционная,
- дренажная,
- защитная,
- акустическая.

Слуховой трубе отводится роль воздухоотвода и клапана, регулирующего давление в среднем ухе, т.е. основная физиологическая роль СТ – это вентиляционная. Являясь частью пневматической системы среднего уха, в покое просвет ее закрыт, но во время глотания, жевания и сморкания открывается, выравнивая давление среднего уха до атмосферного, играя роль воздуховода. Благодаря СТ и водопроводам улитки и преддверия осуществляется также равновесие между средним и внутренним ухом, которое контролируется снаружи атмосферным воздухом, изнутри – цереброспинальной жидкостью [1]. Открытие СТ осуществляется активно и обеспечивается эластическими свойствами тубарного хряща, сокращением мышц мягкого неба, дроссельным действием глоточного кармана, давлением перитубарных тканей, силой поверхностного натяжения слизи и возникает самопроизвольно. В экспериментах установлено, что стимуляция шейного симпатического нерва вызывает улучшение функции СТ в связи с сосудосуживающим действием и, наоборот, перерезка его тотчас ухудшает проходимость СТ.

Активное открытие СТ – это комплексный биомеханический процесс, который имеет отношение не только к вентиляции среднего уха, но и обеспечивает также защиту от попадания инфекции из носоглотки. Открытие СТ происходит рефлекторно, при этом рефлекс запускается раздражением хеморецепторов (глосных клеток СО), раздражающихся на понижение порционного давления кислорода. От этих клеток информация поступает в ядро солитарного тракта, которое связано с ядрами тройничного нерва, иннервирующего *m. tensor veli palatine*, а те в свою очередь имеют ассоциированные связи с ядрами блуждающего нерва, который иннервирует *m. levator veli palatine*. Так, в детском возрасте в результате несовершенства нервной регуляции, в частности регуляции сокращения тубарных мышц, вентиляционная функция слуховой трубы бывает снижена.

В норме СТ пропускает воздух в обоих направлениях и подобна воронке с неподатливыми стенками. Повышение давления в БП приводит к пассивному открытию трубы, тимпанальное устье пропускает воздух из среднего уха в носоглотку и происходит выравнивание давления. При гипертрофии СО и наличии аденоидной ткани из-за увеличения периту-

барного давления пассивного прохождения воздуха может не произойти, и в этих условиях возможно прохождение воздуха только в обратном направлении.

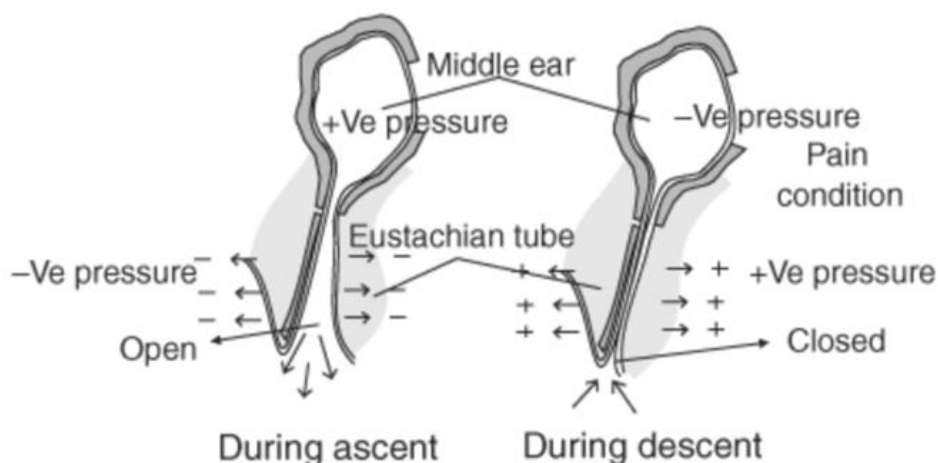


Рис. 8. Принцип работы слуховой трубы

Открытию СТ способствует также мышца, натягивающая барабанную перепонку – *m.tensor tympani*, поскольку часть ее волокон начинается от тубарного хряща, при сокращении ее барабанная перепонка смещается медиально и может слегка повышать давление в БП, способствуя открытию трубы в результате сокращения и общности иннервации с *m. tensor veli palatine* и *m.levator veli palatine*. Наряду с открытием СТ, вследствие сокращения мышц при глотании, зевании возможно и пассивное открытие трубы при увеличении давления в БП более чем на 100-150мм вод.ст. При исследовании вентиляционной функции было выявлено, что воздух, вдуваемый в СТ, легко и быстро проходит даже в периферические клетки сосцевидного отростка, но постепенно его количество уменьшается в результате абсорбции воздуха, главным образом кислорода, и в среднем ухе может развиваться некоторое отрицательное давление. В сутки в БП абсорбируется примерно 0,8см³ воздуха, но вследствие периодического открытия трубы давление выравнивается, в результате этого у взрослых в норме внутрибарабанное давление колеблется от +50мм до -50мм вод.ст., у здоровых детей – от 0 до 175мм вод.ст. При отрицательном давлении – 150 мм вод.ст. открытие трубы становится невозможным, преодолеть отрицательное давление в среднем ухе и разомкнуть стенки можно при пробах Тойнби и Вальсальвы [1]. К возникновению отрицательного давления предрасполагает также склеротический тип сосцевидного отростка, особенно если труба имеет анатомическое или механическое сужение. При хронически закрытой СТ (воспаления, опухоли) могут формироваться постоянный или рецидивирующий экссудат, ретракции и

перфорации барабанной перепонки. В то же время при изучении зависимости развития ячеек сосцевидного отростка от проходимости СТ было показано, что независимо от состояния СТ и даже при ее закупорке, при отсутствии воспалительных изменений, система воздухоносных ячеек осуществляет газообмен через капиллярную сеть СО, но при наличии воспаления и нарушении функции СТ объем ячеек сосцевидного отростка меньше, чем при нормальной проходимости СТ. Отрицательное давление у здоровых детей можно рассматривать как физиологическое явление, представляющее, однако, риск для патологии среднего уха. Сужение просвета СТ может быть внутренним и внешним, функциональным и механическим, временным и постоянным. Нарушение тубарной функции имеет место при разрастании аденоидов, гипертрофии задних концов носовых раковин, гипертрофии слюнных желез в перитубарной ткани глоточного отдела СТ с образованием камней и кист. Иногда причиной дисфункции трубы могут быть перерезка ветвей тройничного нерва, выходящих из Гассерова узла, мышечная атрофия, врожденная аномалия реснитчатого эпителия (рис. 8).

Таким образом, основным физиологическим механизмом, благодаря которому осуществляется вентиляционная функция трубы, является акт глотания. При бодрствовании труба открывается каждую минуту, при жевании и глотании – каждые 5сек, во время сна – каждые 5 мин. Центро-стремительными нервами рефлекса глотания являются языкоглоточный, тройничный и блуждающий, центробежными – тройничный, языкоглоточный, симпатический, блуждающий и подъязычный. Повышение или понижение давления в БП может рефлекторно приводить к раздражению этих нервов и повышенному выделению слюны, что, в свою очередь, вызывает акт глотания с последующим открытием СТ. Было показано также, что как отрицательное, так и положительное давление в полости среднего уха уменьшает подвижность барабанной перепонки и стремени на низких частотах и слегка увеличивает на высоких частотах, а также отрицательное давление производит больший эффект, чем положительное. Изменения давления в носоглотке влияют на скорость прохождения воздуха через периодически открывающуюся СТ, что в свою очередь влияет на газовый состав среднего уха. Известно, что газообмен может происходить в момент открытия СТ в двух направлениях, воздух может проходить из носоглотки в среднее ухо или наоборот, в зависимости от общего градиента давления воздуха. При этом состав газа, который проходит по СТ в момент ее открытия, похож на состав вдыхаемого воздуха, но в результате выработки углекислого газа при нормальном метаболизме СО среднего уха после глотания парциальное давление газов в среднем ухе меняется. В результате абсорбции газов из воздуха в кровь и диффузии кислорода в кровь происходит снижение внутрибарабанного давления (ВБД). Таким образом, сопротивление нормальной СТ для воздуха опре-

деляется соотношением ее диаметра и длины, формы перешейка и обоих устьев, характера наклонов и изгибов, т.е. от индивидуальных и возрастных анатомических особенностей строения СТ.

Дренажная функция, или функция клиренса, СТ осуществляется благодаря ее наклонному расположению – у взрослых СТ образует угол 30-40° с горизонтальной плоскостью, чем способствует механическому перемещению секрета в сторону носоглотки. У детей этот угол не превышает 10°, и это является одним из факторов, ухудшающих дренажную функцию. Имеются два основных механизма дренирования: мукоцилиарный – за счет прилипания инородных частиц к слизи и дальнейшего передвижения в сторону носоглотки, благодаря постоянному движению ресничек мерцательного эпителия, и отсасывающий – за счет сокращения перитубарных мышц. Наиболее важную роль в обеспечении активного мукоцилиарного механизма играют нижние отделы СТ, так как общее число реснитчатых и бокаловидных клеток здесь значительно больше, чем в верхней трети и своде трубы. Повреждения ресничек, нарушения их подвижности, изменения свойств и объема вырабатываемой слизи могут быть причиной нарушения мукоцилиарного механизма дренажной функции и привести к патологии среднего уха. Отсасывающий механизм осуществляется вследствие сокращения *m. tensor veli palatine*, при котором передненаружная стенка хрящевого отдела СТ смещается латерально, открывая просвет трубы и «выгоняя» накопившийся секрет. В начале глотания хрящевой отдел СТ закрыт, открывается в конце глотания, в то время как глоточное устье остается закрытым и открывается сразу же после глотка. Нарушения вентиляционной и дренажной функций СТ являются, как правило, первичным и ведущим фактором в патогенезе развития секреторного среднего отита (ССО).

Слуховая труба предохраняет среднее ухо от перепадов давления, проникновения инфекции, а также действия внешних шумов и собственных биоакустических эмиссий. Хрящевая часть СТ формирует клапан, который, закрываясь, защищает среднее ухо от флюктуаций давления в глотке, возникающих при дыхании, а также уменьшает прохождение голоса в среднее ухо. Благодаря клапанному механизму и складчатому строению СО осуществляется защита от попадания инородных тел, назофарингеальной слизи и микробов. Наиболее важным фактором защиты является физиологическое закрытие СТ в состоянии покоя. Небольшие перепады давления, которые возникают при сильном вдохе или выдохе, чихании, сморкании, обычно не влияют на среднее ухо благодаря трубно-глоточному клапанному механизму, но при значительном повышении давления в носоглотке барьерная роль СТ может быть нарушена. Так, например, при сильном сморкании через обе ноздри ВБД поднимается до 252мм вод.ст., но при этом некоторую вентиляционную функцию выпол-

няет барабанная перепонка, компенсируя небольшие перепады давления при дыхании и пульсовых движениях.

Мукоцилиарный клиренс, секреторные и фагоцитарные свойства СТ обеспечивают противомикробную защиту, а секреторный механизм защиты обеспечивается выработкой секрета железами СО трубы, содержащего иммуноглобулины, ферменты, поверхностно-активные вещества, образующие защитный биохимический и иммунологический барьеры.

Звукопроводящая, или акустическая, функция СТ длительное время обсуждалась, так как не все исследователи выделяют ее как самостоятельную. Влияние СТ на слух вторично и определяется в основном ее вентиляционной функцией, благодаря которой обеспечивается нормальная аэрация БП. Нарушение проходимости СТ ведет к изменению ВБД и внутрилабиринтного, что, в свою очередь, ухудшает подвижность структур среднего уха и жидкостей лабиринта. Еще в исследованиях, проведенных А.Политцером, было обнаружено, что в момент глотания здоровый человек слышит звук камертона значительно громче, чем в покое, так как при этом имеет место отграничение носоглотки от ротоглотки, повышение резонанса полостей носа и улучшение костно-тканевой проводимости звука [1]. Таким образом, акустическая функция СТ заключается в проведении звуков по воздушному пути из носоглотки при ее открытии, усилении костнопроведенных звуков при длительном закрытии трубы и повышении ВБД.

Основные проявления тубарной дисфункции и вследствие этого условий вентиляции БП имеют место в первой стадии ССО, когда на фоне отрицательного давления нарушается аэро- и гидродинамика среднего уха, в БП нарушается кровообращение и проницаемость сосудов с последующей транссудацией неформенных элементов крови и образованием воспалительного экссудата. Наличие экссудата длительное время в БП приводит к тугоподвижности слуховых косточек и нарушению слуха по типу звукопроведения. Отрицательное давление в БП, вследствие тубарной дисфункции, блокада лабиринтных окон, а также имеющиеся анастомозы между сосудами гаверсовых каналов костной капсулы лабиринта височной кости с сосудами СО медиальной стенки БП и венозной системой твердой мозговой оболочки могут вызвать нарушения внутрилабиринтного давления, провоцируя прогрессирование болезни Меньера в силу изменения ионного состава внутрилабиринтных жидкостей, а также оказать отрицательное воздействие на сенсорные или звуковоспринимающие элементы внутреннего уха с понижением слуха по костной проводимости [9].

Знания анатомо-топографических особенностей, физиологии и основных функций СТ, а также их клинических проявлений могут оказать неоспоримую помощь при лечении патологии среднего и внутреннего уха.

Поступила 06.05.24

Լսողական փողի տոպոգրաֆիան, անատոմաֆունկցիոնալ առանձնահատկությունները և նրա դերը միջին և ներքին ականջի ախտաբանության մեջ

**Մ.Ա. Շուքրյան, Պ. Կ. Պետրոսյան, Գ.Ի. Թադևոսյան,
Ն.Ա. Լուսինյան, Ա.Գ. Հարությունյան, Գ.Վ. Սարգսյան,
Գ.Լ. Խանդանյան, Գ.Ի. Պետրոսյան, Ա.Ռ. Ասլանյան,
Ա.Կ. Շուքրյան**

Ներկայումս հայտնի է, որ միջին ականջի պաթոլոգիայի առաջացման դրդող պատճառը լսողական փողի դիսֆունկցիան է՝ առաջացնելով թմբկախորշի աերացիայի և էքստրատի արտահոսքի խանգարում և նպաստելով միջին ականջում մի շարք պաթոլոգիկ փոփոխությունների զարգացմանը:

Հիմնական՝ օդափոխիչ ֆունկցիայի շնորհիվ կառավարվում է միջին ականջի ճնշումը, իսկ պաշտպանական ֆունկցիայի շնորհիվ այն թմբկախորշը պաշտպանում է քիթըմպանից անցնող մանրէներից:

Լսողական փողի բացումը կատարվում է կլման ակտի ժամանակ՝ հիմնականում փափուկ քիմքը լարող մկանի շնորհիվ, արթուն ժամանակ՝ յուրաքանչյուր բուպեն մեկ, քնած ժամանակ՝ 5 բուպեն մեկ, իսկ ծամելու ընթացքում՝ 5 վայրկյանը մեկ:

Լսողական փողի դիսֆունկցիային նպաստում են ադենոիդները, ստորին խեցիների հետին ծայրի հիպերտրոֆիան, ինչպես նաև փողի անատոմիական կամ մեխանիկական նեղացումները:

Topography of the Auditory Tube, Anatomic and Functional Features, and Its Role in the Pathology of the Middle and Inner Ear

**M.A. Shukuryan, P.K. Petrosyan, G.I. Tadevosyan, N.A. Lusinyan,
A.G. Harutyunyan, G.V. Sargsyan, G.L. Khandanyan, G.I. Petrosyanc,
A.R. Aslanyan, A.K. Shukuryan**

It is well established that middle ear pathologies are often caused by dysfunction of the auditory tube. This dysfunction disrupts the aeration of the tympanic cavity and

impedes the outflow of exudate, thereby contributing to the development of various pathological changes in the middle ear.

The ventilation function is crucial for regulating middle ear pressure, while the protective function safeguards the tympanic cavity from bacteria originating in the nasopharynx.

The opening of the auditory tube is primarily facilitated by the tensor veli palatini muscle during swallowing. This process occurs approximately every 1 minute when awake, every 5 minutes during sleep, and every 5 seconds while chewing.

Factors such as adenoid vegetation, hypertrophy of the posterior end of the inferior concha, and anatomical or mechanical narrowing of the auditory tube contribute to its dysfunction.

Литература

1. Бобошко М. Ю., Лопотко А.И. Слуховая труба. СПб., 2003.
2. Гайворонский И.В. с соавт. Функциональная анатомия ЛОР органов. СПб., 2022, с.122-123.
3. Калина В. О. Эмбриология и анатомия уха. Многотомное руководство по оториноларингологии, т.1: Общая оториноларингология, М., 1960, с.100-174.
4. Многотомное руководство по оториноларингологии, т. 1, М., 1960, с.146-149.
5. Тарасов Д.И., Федорова О.К., Быкова В.П. Заболевания среднего уха. М., 1988, с.23-29.
6. Якуткина Н. А. Слуховая труба человека в раннем возрасте. Журн. ушных, носовых и горловых болезней, 1961, 5, с.66-69.
7. Honjo I., Ushiro K., Nozoe T., Okazaki N. Cineroentgenographic and electromyographic studies of Eustachian tube function // Arch. Oto-Rhino-Laryngol. 1983, vol.238, N 1, pp. 63-67.
8. Lim D.J., Chum Y.M., Lee H.Y. et al. Cell biology of tubotympanum in relation to pathogenesis of otitis media - a review. Vaccine, 2000, vol. 19. Suppl. 1, pp. S17-S25.
9. Jonas J-H Park et al. Eur. Arch. Eustachian tube function in patients with inner ear disorders. Otorhinolaryngol., 2013 May.