

УДК 611/612

Клиническая анатомия барабанной перепонки

Алиев Мухамед Ахметович, студент 2 курса 2-ого медицинского факультета Медицинская Академия имени С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского. Россия, г. Симферополь

Научный руководитель: Бессалова Евгения Юрьевна, профессор, доктор медицинских наук. Медицинская Академия имени С. И. Георгиевского ФГАОУ ВО КФУ им. В. И. Вернадского. Россия, г. Симферополь

Барабанная перепонка является стенкой барабанной полости и принимает участие в передаче и усилении звука. Кроме того, мембрана выполняет также защитную функцию, играя роль барьера между внешней средой и барабанной полостью. В статье проанализированы данные об анатомическом и гистологическом строении барабанной перепонки, развитии, функциях и аномалиях строения мембраны. При этом отдельно рассмотрены некоторые заболевания, связанные с особенностями клинической анатомии мембраны и диагностики заболеваний среднего уха. В статье рассмотрены результаты исследования, которые отмечают, что суправитальная отоскопия барабанной перепонки имеет практическое значение в судебной медицине для определения причины смерти. Кровоизлияния барабанной перепонки, обнаруженные при отоскопии, связаны с сердечной недостаточностью, повешеньем и удушьем, в единичных случаях с ударом молнии. Барабанная перепонка представляет собой интегративную часть органа слуха. Являясь посредником между внешней средой и средним ухом, она передает механические колебания к внутренней системе проведения звука. Также барабанная перепонка выполняет барьерную функцию, защищая среднее ухо от различных инфекций. Знание клинической анатомии барабанной перепонки и методов ее обследования позволяют эффективно лечить пациентов с повреждениями мембраны и, как следствие, сохранять слух пациентам.

Ключевые слова: барабанная перепонка, наружное ухо, среднее ухо, клиническая анатомия, эмбриогенез.

Clinical anatomy of the eardrum

Aliev Muhamed Ahmetovich, second year student of the 2st medical faculty. Medical Academy named after S.I. Georgievsky FGAOU VO KFU them V.I. Vernadsky. Russia, Simferopol

Academic adviser: Evgenia Bessalova, Professor, Doctor of Medical Sciences. Medical Academy named after S. I. Georgievsk FGAOU VO KFU them. V.I. Vernadsky. Russia, Simferopol

The eardrum is the wall of the tympanum and is involved in the transmission and amplification of sound. In addition, the membrane also performs a protective function, playing the role of a barrier between the external environment and the tympanic cavity. The article analyzes data on the anatomical and histological structure of the eardrum, development, functions, and anomalies of the membrane structure. In addition, some diseases related to the clinical anatomy of the membrane and the diagnosis of middle ear diseases are considered separately. The article discusses the results of the study, which note that the supravital otoscopy of the eardrum has practical significance in forensic medicine for determining the cause of death. Hemorrhages of the tympanic membrane, which were found during otoscopy, are associated with heart failure, hanging and suffocation, in rare cases with a lightning strike. The eardrum is an integrative part of the organ of hearing. Being an intermediary between the external environment and the middle ear, it transmits mechanical vibrations to the internal sound conduction system. Also, the eardrum performs a barrier function, protecting the middle ear from various infections. Knowledge of the clinical anatomy of the eardrum and the methods of its examination can effectively treat patients with lesions of the membrane and, as a result, preserve the hearing of patients.

Key words: eardrum, outer ear, middle ear, clinical anatomy, embryogenesis.

Барабанная перепонка (*membrana tympani*) является стенкой барабанной полости (*cavitas tympanica*) в составе среднего уха (*auris media*) и принимает участие в передаче и

усилении звука. Подобно мембране на барабанае, она вибрирует при столкновении со звуковыми колебаниями. Затем она передает эти колебания на систему слуховых косточек среднего уха, последние осуществляют передачу колебаний к улитке внутреннего уха для дальнейшей их трансдукции. Кроме того, *membrana tympani* выполняет также защитную функцию, она играет роль барьера между внешней средой и барабанной полостью, это барьер предотвращает инфицирование слизистой оболочки *cavitas tympanica* различными чужеродными агентами.

Развитие. Барабанная перепонка происходит от инвагинации и встречи первой глоточной щели с первым глоточным карманом и, как таковая, развивается из всех трех зародышевых листков (эктодерма, мезодерма, энтодермы). Латеральная (наружная) поверхность покрыта эпителием эктодермального происхождения - эпидермисом. Эпидермис барабанной перепонки образуется в процессе канализации эктодермальной пробки, этот процесс связан с формированием наружного слухового прохода из первой глоточной щели. Медиальная (внутренняя) поверхность барабанной перепонки является продолжением слизистой оболочки внутреннего уха, которая является энтодермальной по происхождению и развивается из первого глоточного кармана. Волокнистый средний слой имеет мезодермальное происхождение, поскольку развивается из мезенхимы области нервного гребня [3, 10].

Анатомическое строение. Барабанная перепонка представляет собой тонкую, яйцевидной формы структуру, которая отделяет наружное ухо от среднего. *Membrana tympani* характеризуется рядом свойств: упругость, малая эластичность, толщина 0,1-0,15 мм. Наружная поверхность барабанной перепонки вогнута внутрь, имеет вид воронки, называемой трельчевым углублением. *Membrana tympani* участвует в образовании латеральной стенки *cavitas tympanica*.

Membrana tympani состоит из двух частей: натянутая (*pars tensa*) и ненапрянутая (*pars flaccida*). *Pars tensa* прикрепляется по краям фиброзно-хрящевого кольца (*annulus fibrocartilagineus*) и характеризуется наличием соединительнотканых волокон. *Pars flaccida* располагается между краями барабанной вырезки (*incisura tympanica*) и не содержит соединительной ткани. Она ограничена двумя складками – *plica mallearis anterior* et *plica mallearis posterior*. На наружной поверхности барабанной перепонки находится пупок – *umbo membranae tympani*, он расположен несколько ниже центра перепонки и соответствует месту прикрепления рукоятки молоточка (*manubrium mallei*), рельеф которой также виден при отоскопии. Здесь же, несколько выше визуализируется *stria mallearis*, которая имеет вид S-образно изогнутой полоски. *Stria mallearis* образуется за счет прилежащей с внутренней поверхности *membrana tympani* *manubrium mallei*. В верхней части мембраны с наружной

стороны находится выступ – *prominentia mallearis*, образованная *processus lateralis mallei* [5,14].

Гистологическое строение. Основу *membrana tympani* составляет пластинка из соединительной ткани, содержащая фибробласты, коллагеновые и эластические волокна. Волокна образуют два слоя: наружный радиальный и внутренний циркулярный [8]. Снаружи барабанная перепонка покрыта тонким слоем эпидермиса (многослойный плоский ороговевающий эпителий), а изнутри – однослойным плоским эпителием. Таким образом, соединительнотканый каркас покрыт кожей с наружной стороны и слизистой оболочкой с внутренней.

Кровоснабжение осуществляется ветвями средней и задней группы наружной сонной артерии: наружная поверхность барабанной перепонки кровоснабжается *ramus auricularis profundus arteriae maxillaris*, а слизистая оболочка – *ramus auricularis arteriae occipitalis* и *arteria tympanica anterior arteriae maxillaris*.

Иннервация. Латеральная поверхность барабанной перепонки получает чувствительную иннервацию от *nervus auriculotemporalis nervi mandibularis* (*nervus trigeminus*), *ramus auricularis nervi facialis*, *ramus auricularis nervi vagus* и *ramus auricularis nervi glossopharyngeus*. Медиальная поверхность барабанной перепонки получает чувствительную иннервацию от *ramus tympani nervi glossopharyngeus*.

Вспомогательный аппарат. Мышцы не прикреплены к барабанной перепонке непосредственно. Тем не менее, *musculus tensor tympani* может тянуть молоточек внутрь, чтобы увеличить натяжение барабанной перепонки, эффективно удерживая его в статике. Эта произвольная мышечная деятельность является частью акустического рефлекса, который защищает барабанную перепонку и улитковый орган от акустической, вибрационной травмы, вызванной очень громкими звуками, включая звуки жевания и разговора. *Musculus stapedius* завершает этот рефлекс, вытягивая стремечко из овального окна, чтобы не повредить улитку вибрациями с высокой амплитудой. Для акустического рефлекса требуется примерно 40 миллисекунд. Таким образом, он неэффективен против очень неожиданных громких звуков, например, выстрела.

Возрастные особенности. У новорожденных барабанная перепонка толще, чем у взрослых, располагается практически горизонтально, в то время как у подростков и взрослых она расположена под углом 40-50 градусов к горизонтальной плоскости. К 13 годам барабанная перепонка детей приобретает свое окончательное положение.

Аномалии развития. С нарушением развития *membrana tympani* связаны уродства среднего уха различной степени. Уродства легкой степени сопровождаются неправильным формированием *membrana tympani*. Более тяжелые случаи обуславливаются наличием

костной пластинки (в коллекции черепов кафедры нормальной анатомии человека Медицинской академии имени С.И. Георгиевского есть такой экспонат). За счет деформации рукоятки молоточка может отсутствовать соединение молоточка с барабанной перепонкой. При подобных аномалиях у пациентов наблюдается нарушение слуха. Микрохирургические операции при аномалиях среднего уха, с удалением ненормально сформировавшихся слуховых косточек, особенно молоточка, приводят к улучшению слуха.

Клиническая анатомия. Гистоархитектоника барабанной перепонки имеет практическое значение при формировании разрывов перепонки как осложнения среднего гнойного отита и последующем рубцевании с образованием деформаций. Барабанная перепонка закреплена по периметру на стенках слухового канала в наклоне, ориентирована сзади наперед и сверху вниз. *Manubrium mallei* прикрепляется к барабанной перепонке и может быть визуализирована как луч. Барабанная перепонка яйцевидная по форме, коническая по конфигурации и, как уже отмечалось, состоит из двух частей: *pars tensa* в передненижней части и *pars flaccida* в верхнезадней части [9]. Натянутая часть является более прочной. Ее волокнистый каркас утолщен по краям, образуя кольцевое пространство. Натянутая часть находится под напряжением медиальной тяги от рукоятки молоточка. Ненатянутая часть представляет собой небольшой участок над латеральным отростком рукоятки молоточка и является менее прочной, поскольку она лишена волокнистого слоя.

В клинике также имеет место условное деление барабанной перепонки в зависимости от отношения к рукоятке молоточка: та часть перепонки, края которой находятся на уровне *manubrium mallei*, называется *mesotympanum*, часть, расположенная выше, – *epitympanum*, ниже – *hypotympanum*. Аналогично иногда подразделяют и части барабанной полости, обозначая воспаление как эпи-, мезо- и гипо-тимпанит.

Когда свет направлен на барабанную перепонку во время отоскопического обследования, характерной особенностью, которая должна наблюдаться, является передний конус света, который отражается от передненижнего участка *membrana tympani* относительно пупка. Барабанная перепонка должна быть жемчужно-серого цвета, полупрозрачной, блестящей и подвижной при инсуффляции.

Разрыв барабанной перепонки может быть вызван травмой головы, громкими звуками, прямой травмой мембраны, баротравмой и инфекцией [6,7,12]. Акустический рефлекс обеспечивает некоторую защиту от громких звуков. Ушные палочки должны использоваться только для очистки ушной раковины и не должны быть вставлены в наружный слуховой проход. Летчики и дайверы могут избежать баротравмы, уравнивая давление через барабанную перепонку [1, 11]. Выравнивание осуществляется путем пропускания воздуха в Евстахиеву трубу, которая соединяет среднее ухо с носоглоткой;

методы включают в себя выполнение маневра Вальсальвы (попытка сделать сильный выдох при зажатом рте и носе и сомкнутых голосовых связках), зевание и глотание. В случае разрыва барабанной перепонки пациенты могут жаловаться на боль и кровотечение из наружного слухового прохода, на частичную потерю слуха и шум в ушах. Если инфицирования не происходит, поврежденная барабанная перепонка рубцуется. Пациентам следует рекомендовать минимизировать попадание воды в ухо, в то время когда мембрана перфорирована, чтобы избежать повреждения структур среднего уха.

Интересно, что преднамеренный разрыв барабанной перепонки оказался типичной практикой среди водных охотников народа Баджау в юго-восточной части Тихого океана. Это производится, чтобы погружаться на большие глубины во время охоты. В результате многие из этих охотников испытывают нарушения слуха.

Рассмотрим некоторые патологии, связанные с барабанной перепонкой. Средний отит – это воспаление среднего уха, которое может вызвать накопление гноя внутри от барабанной перепонки. Это может привести к боли или дискомфорту. Отоскопическое обследование обычно обнаруживает гиперемированную и выпуклую барабанную перепонку с затененными поверхностными ориентирами от искажения, возможно, с жидким слоем или гноем внутри от нее. Периодическое воспаление среднего уха может быть показанием к тимпаностомии с последующим размещением специальной трубки для дренирования гноя и выравнивания давления через барабанную перепонку. Трубки оставляются на месте в течение нескольких месяцев и либо удаляются позже, либо выпадают сами по себе [13].

Холестеатома – это кератинизация плоского эпителия, часто связанная с ненатянутой частью в задней и верхнем участке барабанной перепонки. Холестеатома представляет собой опухолевидное образование, содержащее, кроме скопления кератина, также кристаллы холестерина, покрыта соединительнотканной капсулой. Это разрушительное поражение, которое имеет тенденцию расширяться, и оно может поглощать косточки и даже разрушать череп. Последствиями холестеатомы могут быть глухота, головокружение, абсцессы и сепсис. Для предотвращения дальнейшего роста холестеатома полностью удаляется с помощью хирургического вмешательства [2].

Возможности суправитальной визуализации. В настоящее время наиболее распространенным методом обследования барабанной перепонки является отоскопия. Отоскопия - это метод исследования meatus acusticus externus, membrana tympani и (частично) auris media с помощью инструмента, называемого отоскопом. Это простой, недорогой и экономящий время эндоскопический метод, обычно используемый врачами общей практики и оториноларингологами.

Изменения, выявляемые на аутопсии. В ряде работ авторы изучили отоскопические результаты исследованных при аутопсии. Из 250 обследованных лиц было выявлено 50 человек с повреждениями перепонки: 38 случаев с петехиальными кровоизлияниями и 12 случаев с перфорированием мембраны или гематотимпаном. Кровоизлияния барабанной перепонки, обнаруженные при отоскопии, могут служить признаком асфиксии, как и кровоизлияния другой локализации в области головы и шеи. Потенциально это указывает на причину смерти в связи с асфиксией, либо требуется дифференциация с возможностью возникновения данного кровоизлияния при жизни (подобно периорбитальным и конъюгированным петехиальным кровоизлияниям). Кровоизлияния барабанной перепонки могут быть связаны с сердечной недостаточностью, повешением и удушьем. Перфорированная барабанная перепонка и гемотимпанум были единично зарегистрированы у жертв смертельного удара молнии. Кровоизлияния в среднее ухо могут быть связаны с черепно-мозговыми травмами: дорожно-транспортные происшествия, падения с высоты и огнестрельные ранения. Отоскопия может помочь выявить различные травматические и патологические изменения во внешнем и среднем ухе и, таким образом, предоставить важные судебные доказательства. Отоскопия также настоятельно рекомендуется при исследовании внезапной смерти у молодых [4].

Заключение. Подытоживая вышеизложенное, можно заключить, что барабанная перепонка представляет собой интегративную часть органа слуха. Являясь посредником между внешней средой и средним ухом, membrana tympani передает механические колебания к внутренней системе проведения звука. Также барабанная перепонка выполняет барьерную функцию, защищая среднее ухо от различных инфекций. Знание клинической анатомии барабанной перепонки и методов ее обследования позволяют эффективно лечить пациентов с повреждениями мембраны и, как следствие, сохранять слух пациентам.

Список литературы:

1. Green S.M., Rothrock S.G., Green E.A. Tympanometric evaluation of middle ear barotrauma during recreational scuba diving. *Int J Sports Med.* 1993;14(7):411–5.
2. Karmody C.S., Northrop C.C., Levine S.R. The incudostapedial articulation: new concepts. *Otol Neurotol.* 2009;30:990–997.
3. Kitazawa T., et al. Developmental genetic bases behind the independent origin of the tympanic membrane in mammals and diapsids. *Nat. Commun.* 2015; 6:6853.
4. Kucerova S., Hejna P., Dobias M. Benefits of otoscopy in forensic autopsy practice: a prospective study. *Soud Lek.* 2016;6:14-7.
5. Lim D. J. Structure and function of the tympanic membrane: a review. *Acta Otorhinolaryngol.* 1994; 49(2):101–115.

6. Lou Z.C., Lou Z.H., Zhang Q.P. Traumatic tympanic membrane perforations: a study of etiology and factors affecting outcome. *Am J Otolaryngol.* 2012;33:549–555.
7. Lou Z.C., Tang Y.M., Yang J. A prospective study evaluating spontaneous healing of aetiology, size and type-different groups of traumatic tympanic membrane perforation. *Clin Otolaryngol.* 2011;36:450–460.
8. Luers J.C., Hüttenbrink K-B. Surgical anatomy and pathology of the middle ear. *J Anat.* 2016; 228:338–53.
9. Marchioni D., Molteni G., Presutti L. Endoscopic Anatomy of the Middle Ear. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2011; 63(2):101–13.
10. Michaels L., Soucek S. Development of the stratified squamous epithelium of the human tympanic membrane and external canal: the origin of auditory epithelial migration. *Am. J. Anat.* 1989; 184:334–344.
11. Mirza S., Richardson H. Otic barotrauma from air travel. *J Laryngol Otol.* 2005;119(5):366–70.
12. Orji F.T., Agu C.C. Determinants of spontaneous healing in traumatic perforations of the tympanic membrane. *Clin Otolaryngol.* 2008;33:420–426.
13. Smith N., Greinwald J.R. To tube or not to tube: indications for myringotomy with tube placement. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery.* 2011;19(5):363–366.
14. Wielinga E.W., Peters T.A., Tonnaer E.L., Kuijpers W., Curfs J.H. Middle ear effusions and structure of the tympanic membrane. *Laryngoscope.* 2001; 111(1):90–95.