

Развитие слуховой трубы в эмбриогенезе человека

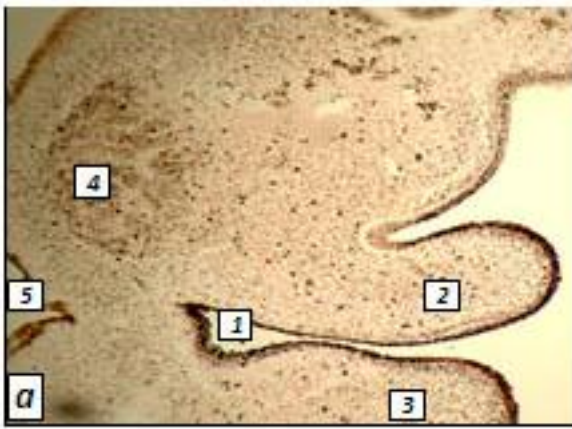
Белорусский государственный медицинский университет

При помощи эмбриологического метода исследования изучено развитие слуховой трубы и анатомически связанных с ней мышц в эмбриогенезе человека. Установлены периоды развития слуховой трубы и сроки гистогенеза прикрепляющихся к ней мышц. Нарушение нормального функционирования слуховой трубы может быть вызвано не только внешними факторами (инфекция, антигены), но и врождёнными аномалиями слуховой трубы и мышц, обеспечивающих её открывание. Известны следующие аномалии слуховой трубы: аплазия, атрезия, сужение просвета, дивертикулы. Может встречаться удвоение, зияние глоточного отверстия слуховой трубы, а также недоразвитие хрящевых пластинок, желез, мышц, обеспечивающих вентиляционную функцию слуховой трубы. Часто вышеперечисленные аномалии сочетаются с другими врождёнными аномалиями. Нарушение строения слуховой трубы может иметь место у людей с расщелиной нёба, с синдромом Таунса, у индивидуумов с хромосомными aberrациями (трисомиями 13-ой, 18-ой, 21-ой, 22-ой пары хромосом и инверсией первой пары хромосом), с орально-лице-пальцевым синдромом [1, 2, 3, 4]. Знание периодов и сроков развития слуховой трубы позволит объяснить существование некоторых её аномалий, а также провести в «критические» периоды развития комплекса мер (защита от тератогенных факторов беременной женщины, приём при необходимости витаминно-минеральных препаратов) для профилактики возникновения врождённой патологии слуховой трубы. Целью исследования явилось установление закономерностей развития слуховой трубы в эмбриогенезе человека.

Материал и методы. Изучено строение 316 слуховых труб на 135 сагиттальных, 17 горизонтальных и 6 фронтальных сериях срезов зародышей человека от 6 до 70 мм теменно-копчиковой длины (ТКД) из коллекции кафедры нормальной анатомии Белорусского государственного медицинского университета. Зародыши фиксированы в 10% растворе нейтрального формалина, окрашены по методу Бильшовского-Буке или гематоксилином и эозином. Возраст зародышей в днях определяли по ТКД согласно средним показателям П.А. Полякова, 1914; А.А. Заварзина, 1939; А.П. Амвросьева, 1970; G. Oliver, H. Pineau, 1958.

Результаты и обсуждение. У эмбрионов 6 – 7 мм ТКД (25-е – 26-е сутки) закладка слуховой трубы и барабанной полости на сагиттальных срезах представлена первым глоточным карманом, который имеет вид щелевидной полости, расположенной между первой и второй жаберными дугами. Глоточный карман выстлан зародышевым эпителием, сообщается с полостью первичной глотки и располагается перпендикулярно длинной оси зародыша. Параллельно ходу первого глоточного кармана снаружи располагается углубление – первая жаберная щель (рис. 1 а).

У эмбрионов 8 - 9 мм ТКД (28-е – 29-е сутки) вентральные отделы первого глоточного кармана вследствие срастания вентральных отделов первой и второй жаберных дуг подвергаются редукции и первый глоточный карман преобразуется в расположенный почти параллельно длинной оси зародыша трубно-барабанный карман. Полость трубно-барабанного кармана на сагиттальном срезе имеет щелевидную форму с небольшим вентральным изгибом (рис. 1 б).

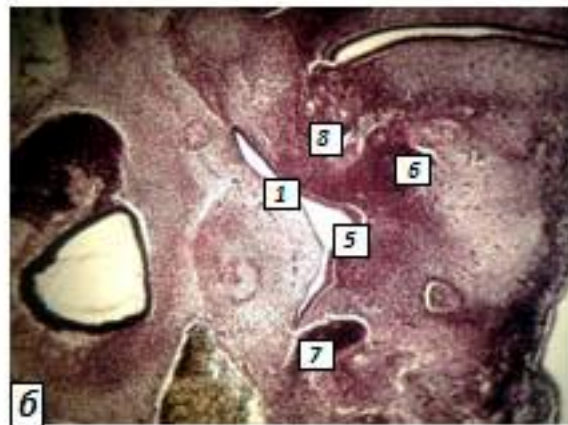


1 – дорсальная часть первого глоточного кармана; 2 – первая жаберная дуга; 3 – вторая жаберная дуга; 4 - узел тройничного нерва; 5 – первая жаберная щель; 6 – ТБК; 7 - лицевой нерв; 8 - нижнечелюстной нерв; 9 – внутреннее ухо

Микрофотографии сагиттальных срезов зародышей 7(а), 8(б) мм ТКД, окрашенных по методу Бильшовского-Буке. Ув. × 100.

Рисунок 1 – Строение области слуховой трубы у эмбрионов 7 – 9 мм ТКД

У зародышей 13мм ТКД (35-е сутки) трубно-барабанный карман прямой, направлен кпереди от области первой жаберной щели (рис. 2 а). Несколько увеличивается вентральный изгиб трубно-барабанного кармана, обнаруживаемый на сагиттальных срезах, его полость приобретает треугольную форму (рис.2 б). Полость первичной глотки, постепенно суживаясь в латеральных отделах, продолжается в щелевидное пространство неправильной формы, ведущее в трубно-барабанный карман и во второй глоточный карман. В этот же период появляются закладки хрящей первой и второй жаберных дуг в виде сгущений клеток мезенхимы, находящихся вентрально (закладка хряща Меккеля) и снизу (закладка хряща Райхерта) от трубно-барабанного кармана (рис. 2 б). Дистальный отдел хряща Меккеля достигает области первой жаберной щели и располагается сверху от трубно-барабанного кармана.

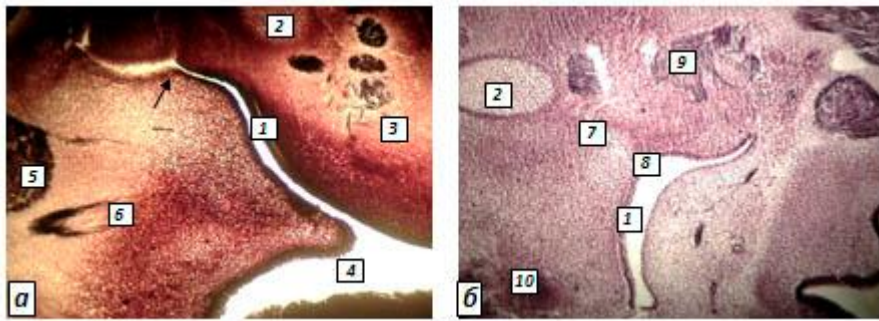


1 – трубно-барабанный карман; 2 – узел языкоглоточного нерва; 3 - первая жаберная щель (наружный слуховой проход); 4 - язык; 5 - вентральный изгиб ТБК; 6 – хрящ Меккеля; 7 - хрящ Райхерта; 8 – нижнечелюстной нерв

Микрофотографии сагиттального (б) и горизонтального (а) среза зародышей 13 мм ТКД, окрашенных по методу Бильшовского-Буке. Ув. × 100.

Рисунок 2 - Строение трубно-барабанного кармана у зародышей 13 мм ТКД

У эмбрионов 17 мм ТКД (39-е сутки) появляется граница между двумя частями трубно-барабанного кармана в виде изгиба его дистальной части в дорсальном направлении (рис. 3 а). Дистальный участок трубно-барабанного кармана медиально и сзади окружает зачатки слуховых косточек. Меккелев хрящ связан с вентральным изгибом латеральной стенки трубно-барабанного кармана посредством тяжа клеток мезенхимы (рис. 3 б).

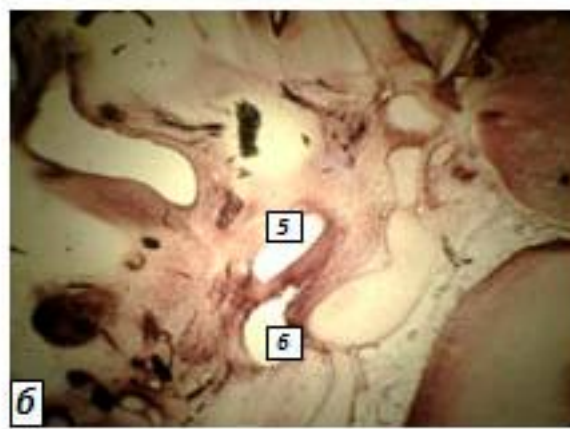


1 – трубно-барабанный карман (стрелкой указан изгиб дистальной части ТБК в дорсальном направлении); 2 – хрящ Меккеля; 3 – мышца напрягающая нёбную занавеску; 4 – полость глотки; 5 - узел языкоглоточного нерва; 6 – внутренние сонные артерия и нервы; 7 – тяж клеток мезенхимы; 8 – вентральный изгиб трубно-барабанного кармана; 9 – нижнечелюстной нерв, 10 – хрящ Райхерта

Микрофотографии сагиттального (б) и горизонтального (а) среза зародышей 16 (б), 17 (а) мм ТКД, окрашенных по методу Бильшовского-Буке. Ув. × 100.

Рисунок 3 – Строение трубно-барабанного кармана эмбрионов 16 – 17 мм ТКД

У зародышей 18-23мм ТКД (40-е – 53-и сутки) трубно-барабанный карман направлен медиально, вниз и кпереди от закладки слуховых косточек. Общее отверстие, ведущее в трубно-барабанный карман, и во второй глоточный карман становится чётко отграниченным от полости первичной глотки и приобретает прямую щелевидную форму. В области нижней половины латеральной и медиальной стенок общего глоточного отверстия, ведущего в трубно-барабанный карман, и во второй глоточный карман у зародышей 20-27мм ТКД (43 –и – 59-е сутки) определяются сгущения клеток мезенхимы (рис. 4 а). У зародышей 28-30мм ТКД (60-е – 62-е сутки) происходит образование глоточного отверстия слуховой трубы путём разделения общего глоточного отверстия, ведущего во второй глоточный карман и в трубно-барабанный карман на два отверстия при помощи растущей мезенхимы. Отверстие, ведущее во второй глоточный карман, расположено дорсально и ниже глоточного отверстия трубно-барабанного кармана и заканчивается слепо (рис. 4 б). Возможно, действие тератогенных факторов в этот период развития приводит к возникновению таких аномалий развития, как дивертикул слуховой трубы и удвоение её глоточного отверстия.



1 – общее отверстие, ведущее в трубно-барабанный и во второй глоточный карман; 2 – сужения клеток в области общего глоточного отверстия; 3 – трубно-глоточная мышца; 4 – узел языкоглоточного нерва; 5 – глоточное отверстие слуховой трубы; 6 – отверстие второго глоточного кармана

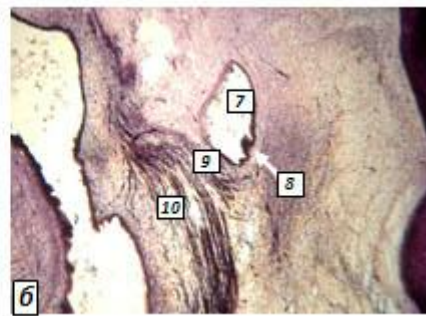
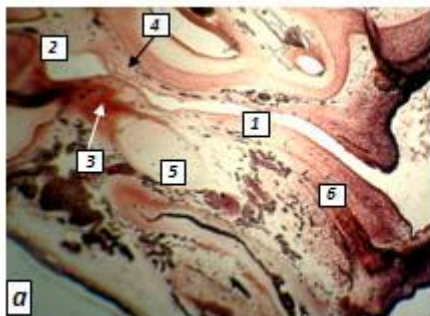
Микрофотографии сагиттальных срезов зародышей 23 (а), 29 (б) мм ТКД, окрашенных по методу Бильшовского-Буке. Ув. × 100.

Рисунок 4 – Образование глоточного отверстия слуховой трубы

У зародышей 23 - 30мм ТКД (53-и – 62-е сутки) полость, окружающая слуховые косточки становится шире. На горизонтальных срезах барабанное отверстие слуховой трубы представлено дорсальным изгибом при переходе просвета слуховой трубы в первичную барабанную полость

У эмбрионов 36 мм ТКД (66-е сутки) начинается процесс окостенения нижней стенки барабанной полости и рядом расположенной части нижней и латеральной стенки слуховой трубы. Формируется костная часть слуховой трубы. Это сопровождается возникновением разницы в поперечном размере частей слуховой трубы: проксимальная часть значительно уже, чем дистальная. Граница между слуховой трубой и барабанной полостью представлена переходом узкого просвета слуховой трубы в более широкую барабанную полость (рис. 5 а).

Верхний край глоточного отверстия слуховой трубы у зародышей 37 - 70 мм ТКД (66-е – 81-е сутки) расположен чуть ниже или на уровне твёрдого нёба. Глоточное отверстие имеет овальную или треугольную форму на сагиттальных срезах (рис. 5 б). В проксимальной части слуховой трубы, на её нижней и медиальной стенке, у зародышей более 36 мм ТКД появляются складки. Перешеек слуховой трубы к концу эмбрионального периода развития отсутствует.



1 – слуховая труба; 2 – барабанная полость; 3 – костная ткань в области барабанной полости и слуховой трубы; 4 – узкая дистальная часть слуховой трубы; 5 - Меккелев хрящ; 6 – мышца напрягающая нёбную занавеску; 7 – глоточное отверстие слуховой трубы; 8 –

складки на медиально-нижней стенке глоточного отверстия; 9 – мышца поднимающая нёбную занавеску; 10 – нёбно-глоточная мышца

Микрофотографии сагиттального (б) и фронтального (а) срезов зародышей 36 (а) и 50 (б) мм ТКД, окрашенных по методу Бильшовского-Буке. Ув. × 40.

Рисунок 5 - Строение слуховой трубы эмбрионов 36 – 50 мм ТКД.

Изучение развития слуховой трубы в эмбриогенезе позволило выделить три периода:

1. Период глоточного кармана (эмбрионы 6 – 7 мм ТКД, 25-у – 26-е сутки).

Характеризуется наличием щелевидной, расположенной перпендикулярно длинной оси зародыша, полости, которая находится между первой и второй жаберными дугами и сообщается с полостью первичной глотки.

2. Период трубно-барабанного кармана (эмбрионы 8 – 27 мм ТКД, 28-е – 59-е сутки).

Характеризуется наличием полости, сообщающейся с полостью первичной глотки и достигающей области наружного слухового прохода. В отличие от глоточного кармана, полость трубно-барабанного кармана на сагиттальных срезах расположена параллельно длинной оси зародыша. У эмбрионов 10 – 16 мм ТКД (30-е – 38-е сутки) происходит вентральное смещение проксимального отдела трубно-барабанного кармана, а у зародышей 17 – 20 мм ТКД (39-е – 43-и сутки) – разделение трубно-барабанного кармана на две части: дистальную – барабанную полость, и проксимальную, из которой образуется слуховая труба.

3. Период образования самостоятельного органа – слуховой трубы (эмбрионы 28 – 70 мм ТКД, 60-е – 81-е сутки). Характеризуется наличием полости, отделённой от барабанной полости и сообщающейся с полостью глотки через глоточное отверстие слуховой трубы.

Несмотря на различное происхождение (мышца напрягающая нёбную занавеску и мышца напрягающая барабанную перепонку развиваются из первой жаберной дуги, а мышца поднимающая нёбную занавеску и трубно-глоточная мышца – из четвёртой жаберной дуги), мышцы, анатомически связанные со слуховой трубой, проходят стадии гистогенеза характерные для поперечнополосатого мышечного волокна в одинаковые возрастные периоды жизни зародыша. При изучении развития мышц, связанных со слуховой трубой, мы наблюдали следующие стадии их гистогенеза: стадию миобластов, слияния миобластов, образования мышечных трубочек.

Закладка мышц, анатомически связанных со слуховой трубой, возникает у эмбрионов 13 мм ТКД (35-е сутки) в виде сгущений клеток в области первой и четвёртой жаберных дуг.

Кпереди от дистальной части трубно-барабанного кармана выше вентрального изгиба, в области расположения нижнечелюстного нерва, формируется сгущение клеток, из которого развиваются жевательные мышцы, мышца напрягающая нёбную занавеску и мышца напрягающая барабанную перепонку. В этот же период в области боковой стенки глотки, у нижнего общего для трубно-барабанного и второго глоточного кармана отверстия, в месте расположения языкоглоточного и блуждающего нервов возникает сгущение клеток, являющееся общей закладкой мышцы поднимающей нёбную занавеску и трубно-глоточной мышцы.

Стадия миобластов наблюдается у эмбрионов 16 – 19 мм ТКД (38-е – 40-е сутки). Закладка мышцы напрягающей нёбную занавеску расположена кпереди и выше вентрального изгиба трубно-барабанного кармана и имеет округлую форму (рис. 3 а). Вентрально и сверху от дистального отдела трубно-барабанного кармана определяется веретенообразной формы закладка мышцы напрягающей барабанную перепонку, стремящаяся к молоточку. В обеих закладках присутствуют ветви нижнечелюстного нерва.

Единая закладка мышцы поднимающей нёбную занавеску и трубно-глоточной мышцы у эмбрионов 17 – 20 мм ТКД (39-е - 43-е сутки) располагается в области нижнелатеральной стенки общего глоточного отверстия, ведущего в трубно-барабанный и второй глоточный карман.

Стадия формирования мышечных трубочек наблюдается у зародышей 20 – 30 мм ТКД (43– и – 62-е сутки). Мышца напрягающая нёбную занавеску приобретает веретенообразную форму в результате её роста вдоль латеральной стенки трубно-барабанного кармана. Она начинается от латеральной стенки трубно-барабанного кармана выше и медиальнее его вентрального изгиба и от дорсальной части тяжа клеток мезенхимы, соединяющего Меккелев хрящ и трубно-барабанный карман. Далее мышца следует к крыловидному отростку, находясь рядом с медиальной крыловидной мышцей.

Мышца напрягающая барабанную перепонку достигает молоточка, прикрепляясь к нему. Закладка мышцы поднимающей нёбную занавеску и трубно-глоточной мышцы содержит ветви блуждающего, внутреннего сонного, языкоглоточного нерва. Формируется глоточное сплетение. Мышца поднимающая нёбную занавеску растёт вдоль нижней стенки трубно-барабанного кармана. Трубно-глоточная мышца развивается в тесной взаимосвязи с мышцей поднимающей нёбную занавеску и представляет собой в этот период тяж, идущий от нижней части боковой стенки глотки вверх, вдоль латеральной стенки общего для трубно-барабанного и второго глоточного кармана отверстия (рис. 4 а). Мышца поднимающая нёбную занавеску и трубно-глоточная мышца мигрировали в область расположения трубно-барабанного кармана из общей закладки в четвёртой жаберной дуге. Поперечная исчерченность появляется у зародышей 36 мм ТКД (66-е сутки). Мышцы напрягающие нёбную занавеску и барабанную перепонку всё ещё связаны между собой посредством соединительнотканного тяжа. Мышца напрягающая нёбную занавеску огибает крючок крыловидного отростка с латеральной стороны, вплетаясь в мягкое нёбо (рис. 5 а). Срастание волокон одноимённых мышц обеих сторон происходит у эмбрионов более 47 мм ТКД (72-е сутки). Синовиальное влагалище в месте прилегания мышцы к крыловидному отростку клиновидной кости появляется у зародышей 57мм ТКД (76-е сутки).

Мышца поднимающая нёбную занавеску начинается от дистальной части нижнелатеральной стенки слуховой трубы, винтообразно огибая её снизу и достигая задней стенки глоточного отверстия, где изменяет свое направление, следуя вперед, к мягкому нёбу (рис. 5 б). В мягком нёбе у эмбрионов более 47 мм ТКД (72-е сутки) обе мышцы поднимающие нёбную занавеску срастаются. Волокна мышцы поднимающей нёбную занавеску и нёбно-глоточной мышцей тесно прилежат друг к другу около глоточного отверстия слуховой трубы, имея одинаковое направление (к мягкому нёбу). Трубно-глоточная мышца представляет собой тонкий пучок волокон, идущий от боковой стенки глотки вверх к медиально-нижней стенке глоточного отверстия слуховой трубы.

Сокращение мышц, прикрепляющихся к слуховой трубе способствует изменению её топографии и строения: сокращение мышцы напрягающей нёбную занавеску приводят к смещению кпереди проксимального отдела слуховой трубы. Сокращение мышцы поднимающей нёбную занавеску, вследствие винтообразного хода её волокон под нижней стенкой слуховой трубы, приводит к появлению складок на нижней и медиальной стенке проксимальной части слуховой трубы.

Развитие слуховой трубы и прикрепляющихся к ней мышц - сложный процесс. Действие неблагоприятных факторов на организм беременной женщины в первые два месяца развития зародыша могут явиться причиной развития аномалий слуховой трубы. Так как слуховая труба развивается в тесной взаимосвязи с жаберным аппаратом зародыша, её

аномалии могут сопровождаться аномалиями органов, также являющихся производными жаберных дуг и карманов.

Выводы:

1. В эмбриональном развитии слуховой трубы можно выделить три основных периода: период глоточного кармана, трубно-барабанного кармана, период образования самостоятельного органа – слуховой трубы.
2. Слуховая труба развивается в тесной взаимосвязи с окружающими анатомическими структурами (жаберными дугами, хрящом Меккеля, мышцами, связанными с ней), которые определяют её форму, размер, пространственное расположение.
3. Рост и развитие мышц слуховой трубы сопровождается изменениями пространственного положения слуховой трубы: мышца поднимающая небную занавеску и мышца напрягающая небную занавеску способствуют смещению проксимального отдела слуховой трубы кпереди, а трубно-глоточная мышца, вместе с мышцей поднимающей небную занавеску, способствуют образованию складок на нижней и задней стенке слуховой трубы.
4. Мышцы, прикрепляющиеся к слуховой трубе, проходят стадии гистологического развития, характерные для скелетного типа мускулатуры в одни и те же периоды развития: сгущение клеток мезенхимы (13-17мм ТКД), образование миобластов (16-20мм ТКД), образование мышечных трубочек (21-30мм ТКД), появление поперечной исчерченности (36-48мм ТКД).

Литература

1. Козлов, М. Я. Исследование проходимости слуховой трубы перед хирургической коррекцией аномалий среднего уха у детей / М. Я. Козлов, Р. В. Луковский // Вестн. оториноларингологии. 1984. № 6. С. 54–56.
2. Miura, M. Temporal bone morphometric study on the eustachian tube and its associated structures in patients with chromosomal aberrations / M. Miura [et al.] // Ann Otol Rhinol Laryngol. 2002. Vol. 111, № 8. P. 722–731.
3. Miura, M. Anomaly of the eustachian tube and its associated structures in patients with multiple congenital malformation: a histopathological and morphometric study / M. Miura [et al.] // Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2002. Vol. 64, № 3. P. 207–223.
4. Takasaki, K. Postnatal development of Eustachian tube cartilage. A study of normal and cleft palate cases / K. Takasaki [et al.] // Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. 2000. Vol. 52, № 1. P. 31–36.