

## Состояние слизистой и подслизистой оболочки трахеобронхиального дерева в норме

Фарида Муиновна Хамидова  
Жасур Мардонович Исмоилов

Самаркандский государственный медицинский университет

**Аннотация:** В данной статье приводится подробная информация о состоянии слизистой и подслизистой оболочки трахеобронхиального дерева в норме.

**Ключевые слова:** трахея, бронх, клетка, слизистая оболочка, подслизистая оболочка, бокаловидные железы

## The condition of the mucous membrane and submucosa of the tracheobronchial tree is normal

Farida Muinovna Khamidova  
Jasur Mardonovich Ismoilov  
Samarkand State Medical University

**Abstract:** This article provides detailed information about the state of the mucous membrane and submucosa of the tracheobronchial tree in the norm.

**Keywords:** trachea, bronchus, cell, mucous membrane, submucosa, goblet glands

В последнее время в связи с неблагоприятной экологической обстановкой все чаще стал подниматься вопрос о раздражающем действии пыли на слизистую оболочку трахеи и бронхов. Замечено, что при длительном раздражении количество секреторных элементов начинает увеличиваться, при этом наблюдается полное замещение мерцательных клеток секреторирующими. Из-за этого дренажная функция снижается. Ионизация в сочетании с запылением усиливает секреторную функцию эпителия и желез слизистой оболочки [1, 20]. При наличии склероза трахеобронхиальной стенки наблюдается нарушение выделительной функции трахеи. Подобные изменения у человека часто встречаются в пожилом и старческом возрасте. В этих случаях в базальной мембране накапливается большое количество мукополисахаридов. В зависимости от степени склероза развивается слизистое перерождение эпителия.

Иногда может наблюдаться замещение слизистых железистых клеток цилиндрическими, с резко выраженной ацидофилией цитоплазмы. Дезинтегрированные клетки железистого эпителия получили название онкоцитов, у которых полностью отсутствует секреторная функция [3, 5].

Несомненно, вредные привычки и нездоровый образ жизни негативно влияют на стенку трахеи, вызывая серьезные изменения и являясь причинами многих заболеваний дыхательной системы.

Ставя вопрос о патологических изменениях трахеобронхиальной системы, возникающих при негативном воздействии факторов окружающей среды (загрязненность атмосферного воздуха), а также различных заболеваний, необходимым является рассмотрение морфологического строения стенки трахеи в норме с учетом онтогенетических закономерностей формирования.

Анатомически трахея представляет собой непарный трубчатый орган длиной 9-11 см и средним диаметром 15-18 мм, соединяющий гортань с бронхами [4, 15, 20]. Верхней точкой ее является проекция нижнего края VI шейного позвонка; нижний - уровень верхнего края V грудного позвонка, после чего она делится на два бронха - правый и левый. Жесткость и гибкость трахеи обусловлена наличием хрящевых полуколец, составляющих 2/3 окружности и соединенных фиброзными связками (количество колец варьирует от 16 до 20) [15, 17, 20]. Наблюдения показали, что они располагаются симметрично и параллельно друг другу и имеют толщину 3-5 мм [6, 12, 20]. Остальная часть стенки трахеи образована не исчерченной мышечной тканью, пучки которой идут поперечно и продольно.

Слизистая оболочка включает в свой состав эпителий, собственную пластинку и подслизистую основу. Слизистая трахеобронхиального дерева имеет малую выраженность рельефа. Ее структура и состав зависят от возрастных особенностей человека.

У детей слизистая трахеи представлена однослойным цилиндрическим эпителием. Собственный и подслизистый слои представлены рыхлой волокнистой соединительной тканью с высоким содержанием лимфоцитов [6, 8]. Встречается большое количество тучных клеток с метахроматической зернистостью в цитоплазме, которые локализуются преимущественно вблизи мелких сосудов и капилляров соединительной ткани. Многие исследователи [6, 16] полагают, что тучные клетки принимают участие в метаболизме между кровью и тканями, так как в них содержатся вещества (гистамин, гепарин, гиалуроновая кислота), влияющие на сосудисто-тканевую проницаемость [6, 19].

Реснитчатые клетки слизистой оболочки трахеи представляют собой клетки цилиндрической формы, длиной около 20 мкм; шириной у базальной

мембраны - 2 мкм, в верхних отделах - 7 мкм, соединенные между собой с помощью десмосом и пальцеобразных выростов. Цитоплазма содержит много органелл. В базальной части много цистерн эндоплазматического ретикулума, свободных рибосом, тонофибриллах, везикул, в небольшом количестве встречаются лизосомы. В апикальной части клеток много митохондрий. Свободная поверхность клетки содержит около 250 ресничек (длина - 6 мкм, ширина - 0,3 мкм). Между ресничками располагается приблизительно 125 микроворсинок. На верхушках ресничек имеется когтеобразный нарост длиной до 20 нм [8, 10]. Внутри микроворсинок длиной 2 нм и толщиной 1 мкм расположены тонкие филаменты. Количество и длина ворсинок и ресничек у различных клеток варьирует, что, вероятно, указывает на разные стадии зрелости клеток. Бывают реснички с атипичным строением - с единичными филаментами, склеенные, с удвоением внутри-плазматических микротрубочек и перичеллюлярной оболочкой. Они выявляются как в норме, так и при различных патологиях.

Одними из основных составляющих слизистой оболочки трахеи являются железы, которые относят по характеру строения к трубчатое-альвеолярным. Важную роль играют слизистое-серозные и бокаловидные железы, главной функцией которых является выработка секрета и выделение его в просвет трахеи для увлажнения слизистой оболочки. Также протоки желез могут служить входными воротами проникающих в организм чужеродных веществ.

У человека на 13-14 неделе внутриутробного развития в области эпителия слизистой оболочки трахеи и бронхов появляются отдельные скопления эпителиальных клеток, которые являются источниками развития желез слизистой оболочки и отличаются по гистохимической характеристике от соседних участков эпителия. В цитоплазме этих клеток выделяют кислые и нейтральные мукополисахариды. Во время внутриутробного развития железы и бокаловидные клетки относят к слизистым секреторным элементам. Серозные железы появляются только после рождения. После рождения выделение секрета из выводных протоков желез и концевых отделов усиливается. Слой секреторной массы остается более жидким, гомогенным. Движение ресничек обеспечивает выделение секреторной массы из просвета трахеи. С момента возникновения слизистые и серозные отделы желез имеют структурные и функциональные отличия, сглаживания которых с возрастом у человека не наблюдается, т.е. превращения слизистых отделов в серозные и наоборот не происходит [12, 17].

Железы в стенках трахеи располагаются как в перепончатой, так и в хрящевой частях этих органов. Начинаясь от тела желез, их выводной проток открывается устьем на поверхности слизистой оболочки. В перепончатой части

трахеи тела желез расположены на нескольких уровнях. Одни железы лежат внутри от мышечных пучков, другие - образуют своеобразный второй слой, находясь между пучками мышечных волокон [5, 12]. Их число = 48-82 желез/см<sup>2</sup>. В хрящевой части трахеи секреторные части желез располагаются в 1 слой и в межхрящевых промежутках, и на уровне хрящей. Их число 36-60 желез/см<sup>2</sup>. Тела межхрящевых желез располагаются группами по 2-5 [6, 17].

Несмотря на то, что в постнатальном онтогенезе размеры трахеи увеличиваются, число желез от периода рождения до старческого возраста не меняется и сохраняется примерно на одном уровне. Так, средние показатели числа желез колеблются от 2871 в раннем детстве до 3551 - у пожилых людей. Однако существуют индивидуальные колебания числа желез.

Минимальный показатель числа желез варьирует от 2102 в I периоде зрелого возраста до 2966 у пожилых людей, то максимальное значение числа желез от 3216 в грудном возрасте до 5162 - во II периоде зрелого возраста. Таким образом, наибольший размах колебаний числа желез выявлен во II периоде зрелого возраста (2951 единиц) [12]. У взрослых людей такие существенные индивидуальные отличия обусловлены, вероятно, неодинаковыми условиями производства; наличием вредных привычек. В детском возрасте увеличение числа желез трахеи может быть обусловлено большой нагрузкой на слизистую оболочку [14]. Высока плотность расположения желез в стенках трахеи. Самое большое количество устьев желез на площади 1 см<sup>2</sup> было обнаружено у новорожденных, в грудном возрасте этот показатель заметно снижен на 21%. В дальнейшем плотность расположения устьев желез на поверхности слизистой оболочки трахеи продолжает снижаться: у подростков на 1 см<sup>2</sup> в 2 раза меньше, чем у новорожденных, в зрелом возрасте - почти в 4 раза [12]. Минимальный показатель числа устьев желез всегда меньше максимального в 2-4 раза. Наибольший размах индивидуальных различий числа устьев желез (в 3-4 раза) выявлен в зрелом и пожилом возрасте [13].

Учеными производился качественный и количественный анализ секретируемых эпителием кислых гликопротеинов [19]. По полученным данным были сделаны выводы о том, что в момент закладки желез синтезируются кислые гликопротеины, которые содержат сульфатные группы и относятся к хондроитинсульфатам А и С, а также В и гепаритинсульфата, в соотношении 3,5/2 [19]. В конце внутриутробного развития синтез кислых гликопротеинов усиливается и их соотношение становится 4,5/3. Но после рождения интенсивность синтеза снижается, локализуясь в основном в железах и бокаловидных клетках покровного эпителия. С возрастом интенсивность

синтеза кислыми гликопротеиновыми железами трахеи постепенно снижается за счет уменьшения хондроитинсульфатов А и С [19].

Выведение трахеобронхиального секрета является одним из механизмов защиты респираторного тракта. Значительная часть частиц выводится с выдыхаемым воздухом. Под действием ресничек частица вместе со слизистым покрытием может проходить мимо 10 клеток слизистой оболочки за 1 с.

Говоря о трахее, нельзя не упомянуть о лимфоидной ткани. В момент рождения ребенка все основные компоненты трахеи хорошо развиты. Слизистая оболочка и подслизистая основа четко дифференцируется, особенно в мембранозной части, где они разделены пучками гладких миоцитов. Особенностью новорожденных детей является полное отсутствие в стенках трахеи диффузно-ассоциированной лимфоидной ткани [2, 18]. Отдельные лимфоциты в слизистой оболочке крайне редки. Их нет и в подэпителиальной зоне трахеи. Поэтому в этом возрасте невозможно осуществление местного иммунитета, и основное значение приобретают неспецифические факторы защиты органа, обусловленные деятельностью эпителия, железами и трансцеллюлярным транспортом. Однако иммунный ответ может индуцироваться в небольших лимфотических узлах, расположенных в адвентиции трахеи, но это осложняется тем, что такие узлы еще не имеют типичного строения из-за отсутствия в них лимфоидных узелков [2, 7].

К грудному возрасту количество лимфоцитов в стенке трахеи возрастает: они встречаются в слизистой оболочке, соединительнотканых прослойках желез, единичные - внутри ацинусов; в толще решетчатый эпителий. Много клеток находится под эпителием [2, 13]. В этой области лимфоциты располагаются неравномерно. Имеются участки, где они полностью отсутствуют и участки (например, выход выводных протоков в просвет органа), где количество лимфоцитов очень высоко.

Уже начиная с 1-го детского возраста, в стенке трахеи есть все лимфоидные образования, свойственные взрослому человеку. Под эпителиальный слой трахеи хорошо развит, непрерывен. Однако концентрация клеток в нем по-прежнему неодинакова. Она принимает максимальное значение в местах выхода выводных протоков на поверхность трахеи. Иногда под эпителием появляются небольшие скопления лимфоцитов. В местах значительных таких скоплений формируются «лимфоэпителиальные пузырьки», которые на поверхности слизистой оболочки трахеи образуют небольшой выступ. В одной из частей этого выступа базальная мембрана, которой определены лимфоциты от эпителия, теряет свою целостность, распадаясь на тонкие соединительнотканые прослойки, образуя строму лимфоидного пузырька [3, 9]. В глубоких частях слизистой оболочки трахеи

лимфатические скопления имеют округлую форму. Нередки скопления, тесно связанные с железами трахеи и пронизывающие их на значительном протяжении, устанавливая структурно-функциональное единство. Концентрация клеток в соединительнотканых промежутках желез увеличивается до 14 на единицу площади.

Высоко содержание плазматических клеток в межацинарных промежутках желез, что свидетельствует об их функциональном единстве в выработке и транспортировке иммуноглобулинов в просвет органа. Содержание лимфоцитов в секрете выводных протоков составляет 1/3.

Таким образом, у детей старшего возраста наблюдается картина, максимально приближенная к состоянию лимфоидных скоплений трахеи взрослых людей [2]. Мышечная оболочка трахеи представлена гладкой мышечной тканью. Благодаря ей задняя стенка трахеи обладает способностью растягиваться в момент прохождения пищевого комка по пищеводу, прилежающему к ней сзади.

В составе мышечной оболочки гладкие миоциты объединяются в пучки, между которыми располагаются также прослойки рыхлой волокнистой соединительной ткани, а совокупность пучков образует мышцу, которая окружена более толстыми прослойками волокнистой соединительной ткани [4, 14].

Для нормального функционирования необходимо постоянное поддержание тонуса гладкой мышцы трахеи. Важнейшим звеном в обеспечении тонуса является, как известно, гистамин. Опыты показали, что вдыхание его в виде аэрозоля повышает сопротивление воздухоносных путей, снижает объем форсированного вдоха, но существенно не меняет параметры паттерна дыхания.

Хрящевая часть трахеи представлена хрящевыми полукольцами, выполненными из гиалинового хряща, свободные концы которых соединены пучками гладких мышечных волокон. Гиалиновую ткань еще называют стекловидной, т.к. обычно она имеет прозрачный или голубовато-белый цвет. Хрящ имеет типичное строение - клетки в нем располагаются в виде изогенных групп (по 2-4 хондроцита). Они окружены капсулой из коллагеновых волокон, пропитанных аморфным веществом [4, 9].

Известно, что хрящевые клетки содержат некоторое количество жировых включений. Наличие жира является видоспецифическим признаком и несколько увеличивается с усложнением организации животных в филогенезе. Раньше считалось, что жир в хряще является запасным питательным веществом или продуктом дегенерации клеток, но сейчас жир рассматривают как вещество, участвующее в поддержании тургора [10, 20].

С возрастом количество липидов возрастает. При этом жир находится не только внутри, но и вне клеток. Особенно много жира в возрасте после 30 лет.

На первом году жизни липиды обнаруживаются в виде 1-2 некрупных капель и нескольких значительно более мелких капель. Начиная с 4-х лет, включения имеют вид одной крупной капли. Этот тип морфологии сохраняется до 20-25 лет [21]. После 25 лет крупные капли разрушаются на более мелкие, имеющие неправильную форму. Начиная с 50-55-летнего возраста количество жира в хряще уменьшается, крупных капель становится очень мало. В субперихондральной зоне хряща во всех возрастах сохраняются ядра, в них легко определяются глыбки полового хроматина. Поэтому хрящ трахеи служит и для определения пола. Также в хряще выделяют фосфатиды и небольшое количество свободных жирных кислот [3, 12, 22].

Сложный состав жировых включений, а также их характерные изменения, касающиеся количества, состава и формы отложений, дают дополнительные доказательства в пользу предположения, что жир является функциональным субстратом, а не продуктом дегенерации хрящевых клеток.

Однако общеизвестным фактом является то, что травмы различных областей внутренних органов приводят к всевозможным изменениям как в тканях, так и в системах гемостаза органов. Изучая рубцы, извлеченные из трахеи, подверженной воспалительному процессу на завершающейся стадии, ученые пришли к выводу, что рубец представлен незрелой соединительной тканью с высоким содержанием лимфоцитов и плазматических клеток [1, 19]. Наблюдались скопления лимфогистиоцитарных элементов, расширение сосудов, сопровождающееся отеком их стенок. В более глубоких слоях, расположенных ближе к хрящу, прослеживается фиброз и набухание хондроцитов [1, 14]. В последствии по мере заживления наблюдалось образование в рубце грубоволокнистой соединительной ткани.

Наружные мышцы и слои хрящевого скелета гортани в ранний посттравматический период имеют менее выраженные посттравматические изменения. В более поздние сроки наблюдается наличие в данных структурах камбиальных клеточных элементов [1, 13].

При отсутствии бактериального воспаления регенерация соединительной ткани происходит наиболее полно и последовательно, если нет проблем с кровоснабжением и при наличии регенераторного пула клеток - предшественников. Наилучшими регенеративными свойствами обладают наружные мышцы и хрящи трахеи и их фасции, которые наиболее устойчивы к повреждающему действию травмы и воспаления [1, 15].

Повреждающим фактором выступает главный основной белок эозинофилов, вызывающий деструкцию мукоцилиарного аппарата, нарушая мукоцилиарный клиренс [22].

К повреждающим факторам также можно отнести действие эндотрахеального наркоза. Ученые ставили опыты над животными (собаками) и пришли к выводу, что патологические изменения в значительной мере зависят от возраста особи. Они наиболее выражены у более молодых особей и могут проявляться либо в виде очагового слущивания многослойного плоского эпителия и образования очагов инфильтрации его нейтрофилами и лимфоцитами, либо в виде упрощения и десквамации эпителия на уровне ложных голосовых связок [5, 21].

На уровне истинных голосовых связок самые сильные изменения наблюдаются в области голосового отростка черпаловидных хрящей, они проявляются единичными дефектами эпителия или полным его отсутствием. Наблюдается увеличение числа нейтрофилов в слизистой оболочке, полнокровие сосудов в области подсвязочного аппарата, отек подслизистого слоя, лимфоцитарно-гистиоцитарная или нейтрофильно-лимфоцитарная инфильтрация сосудистой оболочки [18].

Известно, что низкие температуры являются раздражителями рецепторов верхних дыхательных путей, вызывая ларинго- и бронхоспазм. Однако реакция организма при ступенчатом охлаждении животных носит компенсаторно-приспособительный характер [16]. При адаптации к общему охлаждению наиболее выраженные патоморфологические изменения возникают в верхних дыхательных путях, в трахее и в хрящевых бронхах. При этом усиливается секреторная активность бокаловидных клеток и желез подслизистого слоя. На 2-й и 3-й неделях эксперимента изменения эпителиального покрова наиболее резко выражены. Начиная с четвертой недели происходят репаративные процессы в реснитчатых клетках трахеи, сохраняется высокая секреторная активность бокаловидных клеток. А уже к пятой неделе реснитчатый покров трахеи практически не отличается от контрольных наблюдений [16, 22].

### **Использованная литература**

1. Абдуллаева П.П. Морфологическое изменение тканей дыхательного тракта у больных с деформацией гортани и трахеи // Вестник отоларингологии. - 2002. - № 6. - С. 24-26.
2. Бойков А.П. Ультраструктура компонентов эпителия трахеобронхиального дерева // Архив патологии, - 1989. - Т. 51. Вып. 2. - С. 85-89.

3. Бобоназаров С. Д., Исламов Ш. Э., Норжигитов А. М. клинико-морфологическая характеристика рецидивного эхинококкоза легких // Вопросы науки и образования. – 2021. – №. 29 (154). – С. 57-70.

4. Бобоназаров Самариддин Даминович, Норжигитов Азамат Мусакулович, Ураков Кувондик Нематович Результаты Хирургического Лечения Рецидивного Эхинококкоза Легких В Зависимости От Морфологических Модификаций Кисты // International scientific review. 2020. №LXXV. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-hirurgicheskogo-lecheniya-retsdivnogo-ehinokokkoza-legkih-v-zavisimosti-ot-morfologicheskikh-modifikatsiy-kisty> (дата обращения: 24.10.2022).

5. Блинова С.А., Хамидова Ф.М., Исмоилов Ж.М. Изменение структурных компонентов бронхиального секрета при бронхоэктатической болезни у детей // Вопросы науки и образования. Россия, 2019. № 27 (76) С. 16-23.

6. Блинова С.А., Хамидова Ф.М., Исмоилов Ж.М. Врожденные и приобретенные структуры в легких при бронхоэктатической болезни у детей // Здоровье, демография, экология финно-угорских народов, 2018. № 1. С. 81-83.

7. Исмоилов Ж.М. Морфологические особенности легких при бронхоэктатической болезни у детей // Молодежь и медицинская наука в XXI веке. Киров, 2019. С. 65-66.

8. Исмоилов Ж.М. Патоморфологические изменения при хронических обструктивных заболеваниях легких // Молодежь и медицинская наука в XXI веке. Киров, 2017. С. 55-56.

9. Исламов Ш., Якубов М., Норжигитов А. Морфологические изменения надпочечников при однократном воздействии хлората магния // Журнал гепатогастроэнтерологических исследований. – 2021. – Т. 2. – №. 3.1. – С. 16-21.

10. Сапин М.Р., Акматов ТА. Макро и микроскопическая характеристика желез трахеи и главных бронхов человека в постнатальном онтогенезе // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. - 1989. - Т. 97. Вып. 8. - С. 41-46

11. Хамидова Ф.М. Морфофункциональные особенности эндокринного аппарата гортани при экспериментальном ларингите // Сибирский медицинский журнал (Иркутск), 2010 Том 95. № 4. С 26-28.

12. Хамидова Ф.М., Исмоилов Ж.М. Пренатал онтогенезда ҳамда ўпка патологияси мавжуд бўлган болалар бронхларидаги безларнинг ривожланиш босқичлари ва морфофункционал характеристикаси (адабиётлар таҳлили) // Журнал биомедицины и практики, 2022 Том 7. № 4. С 104-112.

13. Хамидова Ф. М., Исмоилов, Ж. М., Якубов, М. З. Роль эндокриноцитов гортани в развитии метапластических процессов на фоне экспериментального хронического ларингита // Вопросы науки и образования, (3 (159)), 39-51.

14. Харченко В.В., Мантулина Л.А., Никишина Е.И., Бахмет А.А., Ключкова С.В. Состояние слизистой оболочки трахеобронхиального дерева в норме у людей зрелого возраста. // Курский научно-практический вестник "Человек и его здоровье, 2016 №3, С 89-99.

15. Blinova S.A., Oripov F.S., Khamidova F.M., Ismoilov J.M. Forming neuroendocrine apparatus of lung in ontogenesis // Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation; 32(2). P. 4311-4317.

16. Dominovich B. S., Norjigitov A. M. Results Of Surgical Treatment Of Recurrent Echinococcosis Of Lungs Depending On The Morphological Modifications //The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research. – 2020. – Т. 2. – №. 10. – С. 60-66.

17. Samieva, G. U., Hamidova, F. M., Ismailov, J. M., & Toirova, S. B. (2020). Features Of Distribution And Density Of Lymphoid Cells Of The Mucosa Of The Larynx As A Manifestation Of Local Immunity In Chronic Laringitis (Analysis Of Sectional Material). European Journal of Molecular & Clinical Medicine, 7(03), 2020.

18. Juraevich E. T., Muinovna K. F., Musakulovich N. A. To Pathomorphology Of Idiopathic Fibrosing Alveolitis //The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research. – 2020. – Т. 2. – №. 09. – С. 9-14.

19. Khamidova F.M, Blinova S.A, Ismoilov J.M. Dynamics of changes of immune and endocrine lung structures in experimental pneumonia // Journal of biomedicine and practice. №SI-2 | 2020. С. 717-722.

20. Khamidova F.M., Blinova S.A., Ismoilov J.M. Congential and acquired struktures in the lungs of bronchiektasis disease in children. // Вопросы науки и образования. №29 (41), 2018. С. 99-101.

21. Xamidova F. M. et al. Nafas olish organlarining normal va patologiya sharoitida immun tuzilmalari holati //Science and Education. – 2022. – Т. 3. – №. 10. – С. 123-128.

22. KHAMIDOVA F. M., BLINOVA S. A., ISMOILOV J. M. Dynamics of changes of immune and endocrine lung structures in experimental pneumonia //Биомедицина ва амалиёт журналі. – 2020. – С. 717.