

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ РЕСПИРАТОРНОГО ОТДЕЛА ЛЕГКИХ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

Сарвиноз Содиковна Мирзаева

Ассистент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии Самаркандского
государственного медицинского университета

Гулзода Баходировна Хатамова

Ассистент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии Самаркандского
государственного медицинского университета

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7062010>

Аннотация. Дыхательная система постоянно фильтрует внешнюю среду, когда люди дышат воздухом. Дыхательные пути должны сохранять способность удалять вдыхаемые патогены, аллергены и мусор для поддержания гомеостаза и предотвращения воспаления. Дыхательная система подразделяется на проводящую и дыхательную части. Большая часть дыхательного дерева, от полости носа до бронхов, выстлана псевдомногослойным столбчатым реснитчатым эпителием. Бронхиолы выстланы простым цилиндрическим или кубическим эпителием, а альвеолы имеют выстилку из тонкого плоского эпителия, обеспечивающего газообмен.

Ключевые слова: гистология, легкие, респираторный отдел, бронхиолы, мукоциллиарный клиренс.

MORPHOFUNCTIONAL RESEARCH METHODS AND CLINICAL SIGNIFICANCE OF THE RESPIRATORY SECTION OF THE LUNGS (LITERATURE REVIEW)

Abstract. The respiratory system constantly filters the external environment when people breathe air. The airway must retain the ability to remove inhaled pathogens, allergens, and debris to maintain homeostasis and prevent inflammation. The respiratory system is divided into conducting and respiratory parts. Most of the respiratory tree, from the nasal cavity to the bronchi, is lined with pseudostratified columnar ciliated epithelium. The bronchioles are lined with simple columnar or cuboidal epithelium, while the alveoli are lined with thin, squamous epithelium for gas exchange.

Keywords: histology, lungs, respiratory department, bronchioles, mucociliary clearance.

ВВЕДЕНИЕ

В дыхательной системе выделяют четыре основных гистологических слоя: слизистая оболочка дыхательных путей, которая включает эпителий и поддерживающую собственную пластинку, подслизистую оболочку, хрящевой и/или мышечный слой и адвентицию. Респираторный эпителий представляет собой реснитчатый псевдомногослойный цилиндрический эпителий, выстилающий большую часть дыхательных путей; его нет в гортани или глотке. Эпителий классифицируется как псевдомногослойный; хотя это один слой клеток вдоль базальной мембраны, ядра расположены не в одной плоскости и выглядят как несколько слоев. Роль этого уникального типа эпителия заключается в том, чтобы функционировать как барьер для патогенов и инородных частиц; однако он также действует, предотвращая инфекцию и повреждение тканей за счет использования мукоциллиарного элеватора. Проводящий отдел

дыхательной системы состоит из носовой полости, трахеи, бронхов и бронхиол. Люминальные поверхности всей этой части имеют выстилку из реснитчатого псевдомногослойного столбчатого эпителия и содержат бокаловидные клетки. Их роль заключается в выделении слизи, которая служит первой линией защиты от поступающих из окружающей среды патогенов. Реснички перемещают частицы, связанные со слизью, вверх и вниз для изгнания из организма. Различные типы и количество клеток зависят от того, в какой области дыхательных путей они находятся. [1]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В самых проксимальных дыхательных путях кольца гиалинового хряща поддерживают более крупные дыхательные пути, а именно трахею и бронхи, облегчая прохождение воздуха. В этой области обнаруживаются три основных типа клеток: реснитчатые, нереснитчатые секреторные клетки и базальные клетки. Реснитчатые клетки, каждая из которых выстлана 200-300 ресничками, составляют более половины всех эпителиальных клеток в проводящих дыхательных путях. По мере того, как степень ветвления дерева дыхательных путей сохраняется, эпителий постепенно меняется от псевдомногослойного до простого кубовидного; и преобладающими клетками становятся нереснитчатые клетки, клетки Клара.

Дыхательная область легкого состоит из миллионов альвеол, выстланных чрезвычайно тонким простым плоским эпителием, обеспечивающим легкую диффузию кислорода и углекислого газа. Кроме того, выстилают стенки альвеол кубовидные клетки, секретирующие сурфактант, пневмоциты II типа. Поверхностно-активное вещество, которое в основном состоит из дипальмитоилфосфатидилхолина, играет жизненно важную роль в снижении поверхностного натяжения воды для обеспечения эффективного газообмена [1]. Пневмоциты типа I представляют собой уплощенные клетки, создающие очень тонкий диффузионный барьер для газов. Обнаружены плотные контакты, соединяющие одну клетку с другой [2]. Основными функциями пневмоцитов I типа являются газообмен и транспорт жидкости. Пневмоциты типа II секретируют сурфактант, который уменьшает площадь поверхности между тонкими альвеолярными стенками и препятствует спадению альвеол во время выдоха. Эти клетки соединяются с эпителием и другими составляющими клетками плотными контактами. Пневмоциты типа II также играют жизненно важную роль в качестве клеток-предшественников для замены поврежденных или поврежденных пневмоцитов типа I. [3] Подобно тому, как кожа защищает человека от внешних патогенов и раздражителей, респираторный эпителий защищает и эффективно очищает дыхательные пути и легкие от вдыхаемых патогенов и раздражителей. Разделение дыхательной системы на проводящие и дыхательные пути определяет их функцию и роль. Проводящая часть, состоящая из носа, глотки, гортани, трахеи, бронхов и бронхиол, служит для увлажнения, согревания, фильтрации воздуха. Дыхательная часть участвует в газообмене. В респираторном эпителии обнаружены три основных типа клеток, и каждый из них играет жизненно важную роль в регулировании дыхания человека. Если какой-либо из этих компонентов барьера не функционирует должным образом, организм становится восприимчивым к инфекциям, патогенным микроорганизмам или вызывает воспаление и нарушает гемостаз. Увлажнение требует серьезных и слизистых выделений, а согревание зависит от обширной капиллярной сети, пролегающей в альвеолах. Альвеолы также обширно покрыты капиллярами, которые

позволяют кондиционировать и нагревать воздух окружающими их сосудистыми сплетениями и обеспечивают теплообмен. Ветвления артерий и вен легочной системы следуют той же схеме ветвления, что и дерево дыхательных путей. Стенки легочных артерий и вен более нежные, чем сосудистая сеть в других частях тела, поскольку малое кровообращение функционирует при более низком давлении, чем системное кровообращение. Фильтрация происходит по механизму улавливания секрета слизи и биения ресничек. Этот процесс позволяет захваченным частицам двигаться к горлу, где слизь проглатывается или выбрасывается организмом. Бокаловидные клетки представляют собой столбчатые эпителиальные клетки, которые секретируют высокомолекулярные гликопротеины муцина в просвет дыхательных путей и снабжают эпителий влагой, задерживая поступающие частицы и патогены. В здоровых дыхательных путях реснитчатые клетки представляют собой столбчатые эпителиальные клетки, которые модифицированы сотнями волосовидных выступов, бьющихся с высокой частотой примерно от 8 до 20 Гц, мобилизуя слизь, которая находится на них. [4]

Оксидантная защита и реакция на травму

Клетки, обнаруженные в респираторном эпителии, постоянно борются с вдыхаемыми частицами и патогенами и восстанавливаются после повреждения. Базальные клетки, которые представляют собой маленькие, почти кубовидные клетки, прикрепленные к базальной мембране полудесмосомами, могут дифференцироваться в другие типы клеток, обнаруженные в эпителии. Базальные клетки служат местом прикрепления реснитчатых и бокаловидных клеток к базальной мембране. Они также реагируют на повреждение и участвуют в окислительной защите эпителия дыхательных путей и трансэпителиальном движении воды. В сотнях миллионов микроскопических альвеолярных мешочков происходит обмен кислорода на углекислый газ. Вдыхаемый воздух диффундирует через альвеолы в легочные капилляры, и в то же время углекислый газ из деоксигенированной крови диффундирует в капилляры, затем в альвеолы и выбрасывается через дыхательные пути при выдохе.

Световая микроскопия

Световая микроскопия образцов респираторной ткани, окрашенных гематоксилином и эозином, выявляет псевдомногослойный эпителий. Термин «псевдостратифицированный» дается этому типу эпителия, поскольку он кажется многослойным, но все составляющие его клетки на самом деле прикреплены к одной подлежащей базальной мембране. Ядра появляются на разных уровнях, вызывая появление многослойного эпителия. При окрашивании гематоксилином и эозином под световой микроскопией базальная мембрана выглядит как четко очерченная розовая линия [5] Бокаловидные клетки с гранулами муциногена также обнаруживаются рассеянными среди эпителия, а базальные клетки присутствуют в базальной части эпителия, выступая в качестве клеток-предшественников для других типов клеток. Клетки, достигающие свободной или апикальной поверхности эпителия, реснитчатые, с тонкими «волосообразными» выростами. Каждая ресничка дается базальным тельцем, которое выглядит как густая эозинофильная линия. [6]. Эпителий трахеи выглядит как узкая окрашенная в розовый цвет область непосредственно у основания эпителия из-за его необычно толстой базальной мембраны. Снаружи соединительнотканые прослойки кольца С-образного хряща удерживают просвет трахеи открытым. Переход от трахеи к

бронхам проявляется появлением «пластинок» вместо С-образных гиалиновых колец [7]. Кроме того, между собственной пластинкой и подслизистой оболочкой имеется слой гладких мышц. Бронхиолы можно отличить от бронхов по отсутствию хрящевых структур и отсутствию желез. Переход в дыхательные бронхиолы проявляется наличием в их стенках альвеол и постепенным уменьшением высоты эпителия. Становятся видны скопления альвеол, называемые альвеолярными мешочками, в виде небольших бугорков гладкой мускулатуры, эластических волокон и коллагена.

Электронная микроскопия

Электронную микроскопию можно использовать для визуализации отдельных типов клеток и ультраструктурных особенностей эпителия, обнаруженных в образцах респираторной ткани. На уровне трахеи и ее слизистой оболочки электронная микроскопия определяет различные типы клеток: базальные клетки, бокаловидные клетки и реснитчатые клетки, а также связанные с ними органеллы и цитоплазматические компоненты. Реснитчатый эпителий с микроворсинками хорошо виден под ЭМ, поперечное сечение ресничек позволяет визуализировать типичное расположение микротрубочек 9+2 в цитоплазме. [4]

РЕЗУЛЬТАТЫ

На уровне альвеол виден чрезвычайно тонкий воздушно-гематический барьер, состоящий из пневмоцитов типа I, эндотелия капилляров и сросшихся базальных пластинок [6]. Кроме того, пневмоциты II типа отличаются от более тонких и нежных пневмоцитов I типа. Клетки II типа содержат пластинчатые тела, шероховатый эндоплазматический ретикулум, волокна Гольджи и ретикулярные волокна, а также микроворсинки. Ряд заболеваний поражает дыхательную систему, что может быть связано с некоторой степенью нарушения барьерной функции, генетической мутацией или воспалительным процессом. Следующее обсуждение описывает несколько основных заболеваний, которые влияют на дыхание. Хотя это и не исчерпывающе, важность правильного функционирования дыхательной системы и того, что происходит, когда какой-либо компонент не работает, можно оценить на основе нескольких избранных заболеваний, обсуждаемых ниже.

Астма

Астма является воспалительным заболеванием, которое приводит к ремоделированию стенок дыхательных путей и вызывает реакцию гиперреактивности на внешние триггеры с перепроизводством слизи [7]. Астма является распространенным хроническим заболеванием, которым страдают как взрослые, так и дети. Заболеваемость растет и вызывает серьезную озабоченность в связи с воздействием на здоровье, экономическую нагрузку и качество окружающей среды. [1]. Причиной астмы является воспаление и отек дыхательных путей, что приводит к бронхоспазмам, блокирующим поступление воздуха в легкие. Это может быть вызвано факторами окружающей среды, такими как пыль, пыльца, мусор и патогены. Реакцией на такие триггеры является бронхоконстрикция, процесс, при котором гладкие мышцы напрягаются и сужают калибр бронхов и бронхиол, что приводит к свистящему дыханию и одышке. Бронхостеноз возникает в результате ряда сложных взаимодействий между эпителием слизистой

оболочки, тучными клетками, гладкой мускулатурой и парасимпатической нервной системой. [4]

Муковисцидоз

Кистозный фиброз — это заболевание, при котором когда-то ожидаемая продолжительность жизни составляла несколько месяцев, а теперь средняя продолжительность жизни составляет около 40 лет [1, 2]. Для поддержания качества жизни пациентов требуется ранняя диагностика и оптимизированное мутационно-специфическое лечение. Муковисцидоз представляет собой аутосомно-рецессивную патологию, вызванную мутацией в гене регулятора трансмембранной проводимости муковисцидоза, CFTR, чаще всего в гене. [1, 3] Белок CFTR функционирует как ионный канал, который регулирует количество жидкости посредством секреции хлорида и ингибирования всасывания натрия экзокринными железами. Транспорт хлоридов и бикарбонатов играет роль в регулировании толщины жидкости эпителиальной выстилки, поддержании pH и обнаружении присутствия проникающих патогенов или раздражителей. Если не контролировать, повышенная реабсорбция натрия заставляет воду следовать за ней и приводит к густым выделениям слизи почти во всех системах органов. Хотя были описаны тысячи мутаций гена CFTR, каждая мутация проявляет различное влияние на ген и может приводить к различным фенотипическим проявлениям у пациентов, некоторые из которых приводят к более легкому заболеванию, другие — к гораздо более тяжелому прогнозу. Муковисцидоз может поражать несколько систем органов, от легких до пищеварительного тракта, поджелудочной железы, печени или репродуктивных органов [1, 4]. У большинства пациентов кистозный фиброз приводит к хроническому прогрессирующему заболеванию легких и, в конечном итоге, к смерти. Рецидивирующие и инфекционные обострения приводят к структурным изменениям и поражению органов дыхания. Эти осложнения, в свою очередь, диктуют цели лечения этого состояния; для улучшения мукоцилиарного клиренса и снижения частоты бактериальных инфекций с целью повышения качества жизни. [1,2]

Цилиарная дискинезия

Дыхательная система в значительной степени зависит от способности ресничек перемещать слизь и вдыхаемые материалы вверх в проксимальные дыхательные пути и от нижних дыхательных путей. Первичная цилиарная дискинезия часто проявляется аномалиями расположения, хроническими заболеваниями носовых пазух или легких и аномальной подвижностью сперматозоидов. Ресничное движение играет роль во многих органах тела. При нарушении это проявляется в нескольких системах органов. В дыхательной системе происходит нарушение мукоцилиарного клиренса, что приводит к рецидивирующим инфекциям носовых пазух, ушей и легких. В репродуктивном тракте поражается как подвижность сперматозоидов из жгутиков, так и бахромки фаллопиевых труб, что часто приводит к бесплодию. Situs invertus возникает в результате дефекта ресничек во время эмбриогенеза, так как нормальные функционирующие реснички необходимы для висцерального вращения органов. [4]

ОБСУЖДЕНИЕ

Клиническое значение респираторных заболеваний в контексте гистологии и функции — сложная и широкая тема. Существует множество состояний и заболеваний,

связанных с дыхательной системой. Микроанатомия и функционирования дыхательной системы является ключом к механизму каждого из заболеваний, перечисленных ниже. Бронхиальные заболевания: астма, бронхоэктазы, бронхит, бронхопневмония трахеобронхомаляция, бронхогенная киста, нарушения подвижности ресничек, синдром Картагенера, заболевания гортани, ларингит, ларингомаляция, паралич голосовых связок, новообразования, легочные заболевания и др. заболевания

ВЫВОДЫ

Таким образом основной функцией дыхательной системы является **легочная вентиляция**, которая представляет собой движение воздуха между атмосферой и легкими за счет вдоха и выдоха, приводимого в движение дыхательными мышцами. Дыхательная система работает как единое целое, извлекая **кислород** из вдыхаемого воздуха и удаляя **углекислый газ** из организма при выдохе. Верхние дыхательные пути в основном выполняют воздухопроводную функцию, а нижние дыхательные пути выполняют как проводящую, так и дыхательную функции. Помимо своей основной функции проводить воздух к нижним дыхательным путям, верхние дыхательные пути также выполняют ряд других функций. Носовая полость и околоносовые пазухи изменяют свойства воздуха, **увлажняя** и **согревая** его, чтобы подготовить его к процессу дыхания. Воздух также **фильтруется** от пыли, болезнетворных микроорганизмов и других частиц носовыми волосатыми фолликулами и реснитчатым эпителием. Участок нижних дыхательных путей, начиная с дыхательных бронхиол, является местом, где начинается газообмен. Этот процесс также известен как **внешнее дыхание**, при котором кислород из вдыхаемого воздуха диффундирует из альвеол в соседние капилляры, а углекислый газ диффундирует из капилляров в альвеолы для выдоха. Затем насыщенная кислородом кровь снабжает все ткани организма и подвергается **внутреннему дыханию**. Это процесс, при котором кислород из большого круга кровообращения заменяется углекислым газом из тканей. В целом разница между внешним и внутренним дыханием заключается в том, что первое представляет собой газообмен с внешней средой и происходит в альвеолах, а второе представляет собой газообмен внутри организма и происходит в тканях.

REFERENCES

1. С. Блинова, М Камалова Состояние защитных структур легких в норме и при патологии (обзор литературы). Журнал вестник врача, 2014. Стр.66-69
2. МИ Камалова, МУ Хасанова//Морфология иммунных структур в легких у взрослых кроликов. International Scientific and Practical Conference World ..., 2017.
3. МИ Камалова, Ш Сайткулова, З Карабаева, С Курбанова, Т Бекмирзаев Морфофункциональные особенности внутрилегочных бронхов крольчат в раннем постнатальном онтогенезе. 2017/7
4. Netter, F. (2019). Atlas of Human Anatomy (7th ed.). Philadelphia, PA: Saunders. Standring, S. (2016). Gray's Anatomy (41st ed.). Edinburgh: Elsevier Churchill Livingstone.
5. Dasaraju PV, Liu C. Infections of the Respiratory System. In: Baron S, editor. Medical Microbiology. 4th edition. Galveston (TX): University of Texas Medical Branch at Galveston; 1996. Chapter 93.
6. Jeremy P. T. Ward; Jane Ward; Charles M. Wiener (2006). The respiratory system at a glance. Wiley-Blackwell.

7. Moore, K. L., Dalley, A. F., & Agur, A. M. R. (2014). *Clinically Oriented Anatomy* (7th ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
-