

Е.С. ДЖАДРАНОВ, М.Ж. ЕРГАЗИНА, Ф.С. ИБАДУЛЛАЕВА,
А.В. КРАШОШТАНОВ, В.К. КРАШОШТАНОВ,
Ж.К. ЖУМАБАЕВА

*КазНМУ им. С.Д. Асфендиярова, кафедра гистологии
кафедра технологии лекарств*

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕГОЧНОЙ ТКАНИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

УДК 611.24:599.323.4

На современном этапе развития медицины биологическое моделирование болезней становится важнейшим методом научного познания, что обуславливает необходимость создания на лабораторных животных таких экспериментальных моделей, которые наиболее адекватно отражали бы механизмы возникновения и развития заболеваний человека, а также механизмы выздоровления. Отсутствие необходимой информации о видовых структурно-функциональных особенностях органов лабораторных животных уменьшает возможность правильного проведения эксперимента. Поэтому изучение морфологии органов лабораторных животных как экспериментальных объектов является важной задачей.

Ключевые слова: лёгкие, бронхи, альвеолы

Актуальность. На современном этапе развития медицины биологическое моделирование болезней становится важнейшим методом научного познания, что обуславливает необходимость создания на лабораторных животных таких экспериментальных моделей, которые наиболее адекватно отражали бы механизмы возникновения и развития заболеваний человека, а также механизмы выздоровления. Постановка подобных экспериментов немислима без детального знания биологии лабораторных животных, которые являются наиболее важной составной частью эксперимента по моделированию и до настоящего времени мало изучены. Отсутствие необходимой информации о видовых структурно-функциональных особенностях органов лабораторных животных уменьшает возможность правильного выбора животного для целенаправленного моделирования, повышает вероятность ошибки в интерпретации результатов эксперимента. Поэтому изучение морфологии органов лабораторных животных как экспериментальных объектов является важной задачей. Анализ доступной литературы показывает, что имеются данные о структурно-функциональном состоянии лёгких лабораторных животных фрагментарны [2, 5, 6]. Встречаются сведения, касающиеся других видов животных, а также секционного материала [1, 3, 4]. Исходя из выше изложенного, нами была поставлена задача изучить видовые гистологические особенности лёгочной ткани лабораторных крыс, мышей и морских свинок.

Методы. Материалом для данного исследования послужили лёгкие лабораторных крыс, мышей и морских свинок репродуктивного возраста. Исследуемые животные усыплены с помощью медицинского эфира. После вскрытия грудной полости лёгкие извлекались и фиксировались в 10%-ном растворе нейтрального формалина. Парафиновые срезы каудальных участков органа окрашивались гематоксилин-эозином. Гистологические препараты изучались под оптическим микроскопом.

Обсуждение. Снаружи лёгкие крыс покрыты серозной оболочкой, состоящей из плоского мезотелия (высотой $4,13 \pm 0,19$ мкм) с гиперхромными ядрами овально-вытянутой и палочковидной формы и подэпителиального соединительнотканного слоя, пронизанного густой сетью капилляров. Соединительнотканый слой, в свою очередь, образован большим количеством клеточных элементов с овальными гиперхромными ядрами, а также волокнами, ориентированными вдоль поверхности органа и в отдельных участках характеризующимися волнообразным расположением. Общая толщина серозной оболочки лёгких составляет $19,2 \pm 1,1$ мкм.

Большую часть паренхимы лёгких занимает масса легочных альвеол, между которыми располагаются бронхи разного калибра. Альвеолы выстланы уплощённым альвеолярным эпителием с палочковидными и изогнутыми ядрами. Существенной разницы в диаметре просвета альвеол, расположенных ближе к периферии лёгких, и альвеол, расположенных ближе к центру органа, обнаружено не было. Данный показатель составил соответственно: $21,1 \pm 1,6$ мкм и $23,63 \pm 1,26$ мкм.

Также отсутствует выраженная разница в плотности расположения альвеол в различных исследованных участках лёгкого. В одном поле зрения микроскопа (ок. 15, об. 40) ближе к периферии органа количество альвеол составляет в среднем $6,73 \pm 0,26$, ближе же к центру органа – $7,66 \pm 0,33$.

Альвеолы отделены друг от друга тонкими альвеолярными перегородками, пронизанными капиллярами. Межалвеолярные перегородки состоят из густо расположенных клеточных элементов (с округлыми и овальными ядрами, в которых хорошо различимы ядрышки и глыбки хроматина), а также из тонких соединительнотканых волокон. Ближе к периферии лёгких толщина межалвеолярных стенок равна $9,75 \pm 0,49$ мкм, ближе же к центру органа – $8,73 \pm 0,43$ мкм.

Бронхи (независимо от их калибра) сопровождаются кровеносными сосудами. Артерии характеризуются развитостью гладкомышечных элементов меди. В крупных венах (имеющих клапаны) удельный вес гладкомышечных элементов значительно меньше, чем в артериях аналогичного размера. В мелких венах гладкомышечные элементы не обнаруживаются, в виду чего такие вены часто сложно оттифференцировать от альвеол.

В стенке тех бронхов, диаметр просвета которых составляет 800-1000 мкм, обнаруживаются хрящевые пластинки, толщиной $54,05 \pm 3,06$ мкм. Внутри пластинок плотно располагаются хрящевые клетки овальной и неправильной формы с хорошо различимыми границами и диаметром $15,44 \pm 0,8$ мкм. Ядра хрящевых клеток (диаметром $5,38 \pm 0,21$ мкм) овальные или округлые с отчётливо видимыми ядрышками и глыбками хроматина. Хрящевые пластинки довольно чётко отграничены от окружающей гладкомышечной ткани. При этом пучки гладкомышечных клеток, примыкающие к пластинкам ориентированы вдоль их поверхности.

Слизистая оболочка бронхов любого калибра образует складки (фестоны), в формировании которых участвуют эпителий и собственный слой слизистой оболочки. В бронхах с диаметром просвета 800 – 1000 мкм фестоны имеют высоту $62,01 \pm 3,01$ мкм, при этом отношение просвета бронха к высоте фестонов составляет $1 / 0,068$, т.е. фестоны перекрывают незначительную часть просвета бронха, что, очевидно, обусловливается присутствием мощного каркаса в виде хрящевых пластинок, предотвращающих сокращение. По ходу бронхиального дерева данное отношение уменьшается, ибо фестоны постепенно перекрывают всё большую и большую часть просвета бронха. Так, в бронхах с диаметром просвета 650 – 750 мкм, при высоте фестонов $103,89 \pm 5,09$ мкм, данное отношение равно $1 / 0,15$. В бронхах, диаметром 350 – 450 мкм, при высоте фестонов $60,38 \pm 3,01$ мкм, данное отношение составляет $1 / 0,2$. В бронхах с диаметром просвета 200 – 250 мкм, при высоте фестонов $64,35 \pm 3,2$ мкм, оно равно $1 / 0,39$. В бронхах с диаметром просвета 80 – 100 мкм, при высоте фестонов $39,25 \pm 1,9$ мкм, отношение диаметра просвета бронха к средней высоте фестонов уменьшается до $1 / 0,39$.

Изнутри бронхи выстланы однослойным многорядным призматическим эпителием, гиперхромные ядра которого имеют овальную форму и располагаются главным образом в средних и дистальных частях клеток. Границы между эпителиоцитами неразличимы, базальная мембрана слабо выражена. По ходу бронхиального дерева наблюдается уменьшение величины эпителиальных клеток, что происходит, в основном, за счёт снижения удельного веса их цитоплазмы.

В бронхах с диаметром просвета 800 – 1000 мкм высота эпителия составляет $27,69 \pm 1,26$ мкм. В бронхах с диаметром просвета 650 – 750 мкм данный показатель равен $20,36 \pm 0,86$ мкм. В бронхах с диаметром просвета 350 – 450 мкм эпителий имеет высоту $15,56 \pm 0,53$ мкм. В бронхах с диаметром просвета 200 – 250 мкм толщина эпителия – $13,33 \pm 0,64$ мкм. При диаметре просвета бронхов 80 – 100 мкм (в этом случае многорядность эпителия выражена очень слабо) данный показатель снижается до $10,8 \pm 0,5$ мкм.

Расположенный под эпителием собственный слой слизистой оболочки состоит из большого количества клеточных элементов с довольно интенсивно окрашенными ядрами различной формы, а также из тонких соединительнотканых волокон.

Мышечную пластинку бронхов составляют плотные пучки гладкомышечных клеток, которые разделены соединительноткаными прослойками. Бледноокрашенные ядра миоцитов имеют овально-вытянутую форму. Чем больше диаметр бронха, тем менее равномерна выраженность мышечной пластинки вдоль окружности его поперечного сечения.

В целом толщина пластинки уменьшается по ходу бронхиального дерева. В бронхах с диаметром просвета 800 – 1000 мкм толщина мышечной пластинки составляет $73,0 \pm 3,6$ мкм. В бронхах с диаметром просвета 650 – 750 мкм данный показатель равен $41,65 \pm 2,0$ мкм. В бронхах с диаметром просвета 350 – 450 мкм мышечная пластинка имеет толщину $21,72 \pm 1,08$ мкм. В бронхах с диаметром просвета 200 – 250 мкм толщина мышечной пластинки составляет $17,94 \pm 0,8$ мкм. В бронхах с диаметром просвета 80 – 100 мкм данный показатель уменьшается до $7,89 \pm 0,3$ мкм.

Адвентиция бронхов состоит из многочисленных клеточных элементов с округлыми и овальными ядрами, интенсивно окрашенными гематоксилином, а также из тонких волокон, имеющих различную ориентацию. Соединительная ткань адвентиции бронхов плавно переходит в близлежащие альвеолярные перегородки и в адвентицию примыкающих кровеносных сосудов, следовательно, точные наружные границы бронхиальной адвентиции нередко трудно определимы.

В составе бронхов обнаруживаются лимфатические фолликулы, охватывающие всю толщину бронхиальной стенки, вплоть до подэпителиального слоя. В мелких бронхах, в области локализации лимфатического фолликула, мышечная пластинка не обнаруживается. В крупных бронхах (с диаметром просвета более 500 мкм) в области локализации лимфатического фолликула мышечная пластинка либо сохраняет непрерывную структуру, либо имеет вид разрозненных фрагментов.

В лёгочной ткани мышей в большей степени, чем у крыс, выражена разница в диаметре просвета альвеол периферических и центральных участков органа. Данный показатель составляет соответственно $17,94 \pm 0,55$ мкм и $20,75 \pm 1,0$ мкм. Также в большей степени выражена разница в плотности расположения альвеол в различных участках лёгкого. В одном поле зрения микроскопа (окуляр 15, объектив 40) ближе к периферии органа количество альвеол составляет $14,3 \pm 0,47$, а ближе к центру органа $12,6 \pm 0,35$.

Удельный вес межальвеолярных перегородок выше в периферических участках лёгкого, здесь их толщина составляет $8,27 \pm 0,3$ мкм. Ближе к центру органа они истончаются в среднем до $6,86 \pm 0,23$ мкм. Бронхи (независимо от их калибра) сопровождаются кровеносными сосудами, при этом отсутствует чёткая структурная разница между артериями и венами.

В отличие от крыс, в слизистой оболочке бронхов мышей фестоны расположены настолько плотно друг к другу, что их контуры не просматриваются, а, следовательно, отсутствует возможность точного определения высоты эпителиальных клеток. Измерение высоты фестонов дало следующие результаты: в бронхах диаметром менее 100 мкм данный показатель составил $17,0 \pm 0,63$ мкм, в бронхах диаметром 100-150 мкм - $16,8 \pm 0,56$ мкм, в бронхах диаметром 150-200 мкм - $17,37 \pm 0,59$ мкм, в бронхах диаметром более 200 мкм - $18,25 \pm 0,74$ мкм.

Мышечная пластинка слизистой оболочки бронхов выражена очень слабо. Лимфатические фолликулы в составе бронхов обнаруживаются редко.

Лёгкие морских свинок снаружи покрыты тонкой серозной оболочкой, состоящей из уплощённого мезотелия с гиперхромными овально-вытянутыми и палочковидными ядрами, а также из подэпителиального

соединительнотканного слоя. Соединительнотканый слой, в свою очередь, образован большим количеством клеточных элементов с мелкими гиперхромными ядрами, а также волокнами, ориентированными вдоль поверхности органа. Толщина серозной оболочки составляет $6,79 \pm 0,13$ мкм.

Большую часть паренхимы лёгких занимает масса лёгочных альвеол, между которыми располагаются бронхи разного калибра и многочисленные кровенаполненные сосуды. Альвеолы выстланы уплощённым альвеолярным эпителием с палочковидными и изогнутыми ядрами. Существенной разницы в диаметре просвета альвеол, расположенных по периферии лёгких, и альвеол, расположенных ближе к центру органа, обнаружено не было. Данный показатель составил соответственно $15,48 \pm 0,28$ мкм и $16,93 \pm 0,5$ мкм. Альвеолы отделены друг от друга альвеолярными перегородками, состоящими из густо расположенных клеточных элементов (с округлыми и овальными ядрами, в которых хорошо различимы ядрышки и глыбки хроматина), а также из тонких соединительнотканых волокон.

Слизистая оболочка бронхов любого калибра образует складки (фестоны), в формировании которых участвует эпителий и собственный слой слизистой оболочки. В бронхах с диаметром просвета более 400 мкм фестоны имеют высоту $64,72 \pm 1,7$ мкм, при этом отношение величины просвета бронха к высоте фестона составляет $1/0,14$, т.е. фестоны перекрывают незначительную часть просвета бронха, что очевидно обуславливается присутствием мощного каркаса в виде хрящевых пластинок, предотвращающих сокращение. По ходу бронхиального дерева данное отношение уменьшается, ибо фестоны постепенно перекрывают всё большую и большую часть просвета бронха. Так, в бронхах с диаметром просвета от 300 мкм до 400 мкм при высоте фестона $63,33 \pm 0,15$ мкм, данное отношение равно $1/0,18$. В бронхах с диаметром просвета от 200 мкм до 300 мкм, при высоте фестона $63,57 \pm 0,12$ мкм, данное отношение составляет $1/0,25$. В бронхах с диаметром просвета менее 200 мкм данный показатель уменьшается до $1/0,28$.

Изнутри бронхи выстланы однослойным многорядным призматическим эпителием, овальные ядра которого располагаются в средних и дистальных частях клеток и имеют отчётливую кариолемму и хроматиновый рисунок. Границы между эпителиоцитами неразличимы, базальная мембрана слабо выражена. По ходу бронхиального дерева наблюдается уменьшение величины эпителиальных клеток, что происходит, в основном, за счёт снижения удельного веса их цитоплазмы.

Расположенный под эпителием собственный слой слизистой оболочки пронизан капиллярами. Он состоит из большого количества клеточных элементов с довольно интенсивно окрашенными ядрами различной формы, а также из тонких соединительнотканых волокон.

Мышечную пластинку бронхов составляют плотные пучки гладкомышечных клеток. Бледно окрашенные ядра миоцитов имеют овально-вытянутую форму. Толщина мышечной пластинки уменьшается по ходу бронхиального дерева. В бронхах с диаметром просвета более 400 мкм толщина мышечной пластинки составляет $81,47 \pm 3,07$ мкм. В бронхах с диаметром просвета от 300 мкм до 400 мкм данный показатель равен $50,42 \pm 1,52$ мкм. В бронхах с диаметром просвета от 200 мкм до 300 мкм мышечная пластинка имеет толщину $30,24 \pm 0,6$ мкм. В бронхах с диаметром просвета менее 200 мкм данный показатель уменьшается до $16,67 \pm 0,41$ мкм.

В стенках бронхов имеются хрящевые пластинки. В наиболее крупных бронхах (диаметр просвета которых достигает 500 мкм) хрящевые пластинки характеризуются максимальной толщиной и располагаются плотным кольцом вдоль большей части их окружности. По направлению к более мелким бронхам толщина хрящевых пластинок постепенно уменьшается, а их расположение становится более разрозненным. При этом в бронхах с диаметром просвета более 400 мкм толщина хрящевых пластинок составляет $98,96 \pm 2,87$ мкм. В бронхах с диаметром просвета от 300 мкм до 400 мкм хрящевые пластинки имеют толщину $65,75 \pm 2,6$ мкм. В бронхах с диаметром просвета от 200 мкм до 300 мкм данный показатель равен $51,5 \pm 1,6$ мкм. В бронхах с диаметром просвета менее 200 мкм - $40,2 \pm 1,3$ мкм.

Хрящевые пластинки образованы клетками (хондроцитами) с отчётливыми границами, а также гомогенным межклеточным веществом. По периферии хрящевых пластинок уплощённые хондроциты располагаются разрозненно и содержат гиперхромные палочковидные ядра. Диаметр таких хрящевых клеток составляет $9,84 \pm 0,29$ мкм, а диаметр их ядер $4,84 \pm 0,3$ мкм. В центральных участках хрящевых пластинок округлые, овальные и угловатые хондроциты располагаются либо одиночно (среди таких клеток встречаются двуядерные), либо попарно. Их округлые и овальные ядра имеют хорошо очерченную кариолемму и отчётливый хроматиновый рисунок. Диаметр таких хондроцитов - $17,1 \pm 0,65$ мкм, а диаметр их ядер - $5,9 \pm 0,17$ мкм.

Выводы. В целом гистологическое строение лёгочной ткани лабораторных крыс, мышей и морских свинок соответствует общим структурным закономерностям, присущим данному органу у млекопитающих животных, вместе с тем, имеют место специфические видовые особенности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Антипчук Ю.П., Соболева А.Д. Сравнительная гистология легких позвоночных. – Новосибирск: 1971. - 176 с.
- 2 Белобрагина Г.В., Медведев Л.А. Изменение содержания ряда компонентов соединительной ткани лёгких крыс в процессе старения // Вопросы медицинской химии.- 1978.- Т. 24.- В.1.- С. 123-126.
- 3 Ерохин В.В. Функциональная морфология респираторного отдела лёгких.- 1987.- М.: 269 с.
- 4 Нурушев М.Х. Возрастное развитие лёгких по данным макро-микроскопическим и гистологическим исследований: Автореф. дисс. ... канд.биол.наук - М., 1967. - 23 с.
- 5 Серебряков И.С., Романова Л.К. Респираторный отдел лёгких интактных мышей линии BALB // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии.- 1984.- Т.86.- В. 5.- С. 56-63.
- 6 Устюжанова Н.В., Шишкин Г.С. Размеры и альвеолярная поверхность межальвеолярных перегородок лёгкого крыс // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии.- 1975.- Т. 68.- В. 4.- С. 59-63.

**Е.С. ДЖАДРАНОВ, М.Ж. ЕРГАЗИНА, Ғ.С. ИБАДУЛЛАЕВА, А.В. КРАСНОШТАНОВ,
В.К. КРАСНОШТАНОВ, Ж.К. ЖУМАБАЕВА**

*С.Ж. Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, Гистология кафедрасы
Дәрілер технологиясы кафедрасы*

КЕЙБІР ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖАНУАРЛАРДЫҢ ӨКПЕ ТІНІНІҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Түйін: Авторлар репродуктивті жастағы зертханалық егеуқұйрықтардың, тышқандардың, теңіз шошқаларының өкпе тіндерінің құрылымдық ерекшеліктерін зерттеген. Нәтижесінде аталған мүшелерде сүтқоректілерге тән жалпы ортақ белгілері болып қана қоймай, зерттелуші жануарға да тән арнайы белгілердің бар екені анықталған.
Түйінді сөздер: өкпе, бронхтар, альвеолалар

**Y.S. DZHADRANOV, M.Zh. YERGAZINA, G.S. IBADULLAYEVA, A.V. KRASNOSHTANOV,
V.K. KRASNOSHTANOV, Zh.K. ZHUMABAYEVA**

*Asfendiyarov Kazakh National medical university,
Subdepartment of Histology
Subdepartment of Drug Technology*

STRUCTURAL FEATURES OF LUNGS OF ADULT LABORATORY RATS, MICE AND GUINEA PIGS

Resume: Structural features of the lungs of adult laboratory rats, mice and guinea pigs were investigated. The authors determined both correspondence to common morphologic regularities typical of lungs in different species of mammalian animals and structural features typical of the investigated species of laboratory animals.

Keywords: lungs, bronchi, alveoles