УДК 616.24-091.8-003.93:[613.24+612.397]
DOI: 10.36979/1694-500X-2026-26-9-211-215

РЕСТИТУЦИЯ ГИСТОЛОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕГКИХ ПОСЛЕ ЗАМЕНЫ ЖИРОВОЙ ДИЕТЫ СТАНДАРТНЫМ КОРМОМ

А.Т. Исраилова, Ю.Х.-М. Шидаков,
А.Д. Мамытова, Нурбек кызы Айжанат

Аннотация. Экспериментально исследуются морфофункциональные изменения легких в условиях реадаптации после прекращения жировой диеты и перевода животных на стандартный лабораторный рацион. Актуальность работы обусловлена высокой распространенностью заболеваний, связанных с нерациональным и несбалансированным питанием, а также недостаточной изученностью обратимости структурных изменений, возникающих в органах дыхания после коррекции рациона. Показано, что перевод животных с жировой диеты на стандартный корм сопровождается развитием сложных адаптационно-восстановительных процессов. Наряду с восстановлением структуры легочной ткани выявляются изменения, отражающие реадаптацию организма к физиологически полноценному питанию. Эти процессы включают перестройку тканевых и сосудистых компонентов легких, восстановление обменных механизмов и постепенную нормализацию морфологических показателей. Полученные результаты свидетельствуют о том, что реадаптация после жировой диеты представляет собой самостоятельный этап функциональной перестройки организма, характеризующийся сочетанием восстановительных и адаптационных реакций. Исследование расширяет представления о механизмах восстановления легких после алиментарных нарушений и может служить экспериментальной основой для разработки подходов к профилактике и коррекции последствий несбалансированного питания.

Ключевые слова: гистофизиология легких; жировая диета; бронхи; альвеолы; морфологические изменения.

ЖОГОРКУ МАЙЛУУ РАЦИОНДОН СТАНДАРТТЫК ТОЮТКА ӨТКӨНДӨН КИЙИН ӨПКӨДӨГҮ ГИСТОФИЗИОЛОГИЯЛЫК ӨЗГӨРҮҮЛӨРДҮН КАЛЫБЫНА КЕЛИШИ

А.Т. Исраилова, Ю.Х.-М. Шидаков,
А.Д. Мамытова, Нурбек кызы Айжанат

Аннотация. Бул эксперименталдык изилдөө майлуу рацион токтотулгандан кийин лабораториялык жаныбарларды стандарттык тоютка өткөрүү мезгилиндеги өпкөдөгү морфологиялык жана функционалдык өзгөрүүлөрдү изилдөөгө арналган. Изилдөөнүн актуалдуулугу туура эмес жана тең салмаксыз тамактануу байланыштуу оорулардын кеңири таралышы, ошондой эле тамактануу рационун түзөткөндөн кийин дем алуу системасында пайда болгон түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн кайтарымдуулугу жетиштүү деңгээлде изилденбегендиги менен түшүндүрүлөт. Изилдөөнүн жыйынтыктары көрсөткөндөй, жаныбарларды майлуу рациондон стандарттык лабораториялык тоютка өткөрүү татаал адаптациялык жана калыбына келтирүү процесстери менен коштолот. Өпкө ткандарынын түзүлүшүнүн калыбына келиши менен катар организмдин физиологиялык жактан тең салмактуу тамактануу кайра ыңгайлашуусун чагылдырган өзгөрүүлөр да байкалат. Бул процесстер өпкө ткандарынын жана кан тамырларынын кайра түзүлүшүн, зат алмашуунун калыбына келишин жана морфологиялык көрсөткүчтөрдүн акырындык менен нормалдашуусун камтыйт. Алынган натыйжалар майлуу диетадан кийинки кайра адаптация организмдин функционалдык кайра уюшулушунун өз алдынча баскычы экенин жана анда калыбына келтирүүчү менен адаптациялык реакциялар бир учурда жүрөрүн көрсөтөт. Изилдөө тең салмаксыз тамактануудан кийин өпкөнүн калыбына келүү механизмдерин тереңирээк түшүнүүгө мүмкүндүк берип, мындай өзгөрүүлөрдүн алдын алуу жана оңдоо боюнча жаңы эксперименталдык негиз түзөт.

Түйүндүү сөздөр: өпкөнүн гистофизиологиясы; жогорку майлуу рацион; бронхтор; альвеолалар; морфологиялык өзгөрүүлөр.

RESTITUTION OF HISTOPHYSIOLOGICAL CHANGES IN THE LUNGS AFTER SWITCHING FROM A HIGH-FAT DIET TO A STANDARD DIET

A.T. Israilova, Yu.Kh.-M. Shidakov, A.D. Mamytova, Nurbek kyzy Aizhanat

Abstract. This experimental study investigates the morphofunctional changes in the lungs during the readaptation period following the withdrawal of a high-fat diet and the transition of laboratory animals to a standard diet. The relevance of the study is determined by the growing prevalence of diseases associated with unhealthy and unbalanced nutrition, as well as the limited knowledge regarding the reversibility of structural alterations in the respiratory system after dietary correction. The findings demonstrate that the transition from a high-fat diet to a standard laboratory diet is accompanied by complex adaptive and restorative processes. Along with the recovery of normal lung architecture, additional changes reflecting the organism's readaptation to a physiologically balanced diet are observed. These processes involve remodeling of pulmonary tissue and blood vessels, restoration of metabolic homeostasis, and gradual normalization of morphological characteristics. The obtained results indicate that readaptation following a high-fat diet represents an independent stage of functional reorganization characterized by the coexistence of regenerative and adaptive responses. The study contributes to a better understanding of the mechanisms underlying lung recovery after nutritional imbalance and provides an experimental basis for developing strategies aimed at preventing and correcting diet-induced pathological changes.

Keywords: histophysiology of the lungs; high-fat diet; bronchi; alveoli; morphological changes.

Введение. Среди обширной литературы, посвященной влиянию различных диет на разные системы и органы в этом контексте нет данных относительно легких. Хотя имеются работы, посвященные структурным основам адаптации и компенсации нарушенных функций сердца и сосудов легких [1, 2], печени [3], почек в клинике и эксперименте [4, 5]. Тем более отсутствуют сведения об обратимости изменений в легких, вызванных диетой, в том числе и жировой, после нормализации питания. Между тем, при избыточном содержании жира в диете огромное количество хиломикронов, сославшихся из кишечника в лимфатическое русло, проходит свой первичный метаболизм легких. Отсюда составляет научный интерес и практическое значение изучение изменений в бронхиальном и альвеолярном дереве, а также в кровеносных сосудах легких при жировой диете [5]. Результаты таких исследований в эксперименте не могут быть полным аналогом оригинала на человеке. Однако экспериментальное исследование позволяет выяснить отдельные вопросы острой глобальной проблемы, связанной с развитием многих заболеваний на почве нерационального и несбалансированного питания.

Целью настоящего сообщения является изложение результатов исследования обратимости изменений в легких при жировой диете после перевода животных на стандартный корм.

Материалы и методы исследования. Работа выполнена на базе лаборатории экспериментального моделирования патологических процессов (ЛЭМПП) Кыргызско-Российского Славянского университета им. Б.Н. Ельцина (КРСУ) на 20 белых беспородных лабораторных крысах-самцах 7–9-месячного возраста линии Wistar весом 200–250 граммов с соблюдением правил лабораторной практики, утвержденных приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации (РФ) № 708 «Об утверждении Правил лабораторной практики», и принципов гуманности, изложенных в директивах Европейского сообщества «86/609/EEC».

Уход за животными, их кормление производились персоналом вивария согласно международным нормам проведения экспериментальных работ на животных, используемых в научных целях (Consensus Guidelines on Animal Ethics and Welfare 2010). Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом Кыргызской государственной медицинской академии (КГМА) им. И.К. Ахунбаева.

Животные были разделены на опытную (n = 10) и контрольную (n = 10) группы. Опытную группу в течение 30 дней кормили исключительно курдючным салом, контрольную – стандартным кормом.

Посмертно образцы легких крыс помещались для фиксации в 10%-й нейтральный

раствор формалина, затем обезвоживались в спиртах возрастающей концентрации, заливались в парафин, и готовились гистологические срезы толщиной 5–7 мкм. Гистологические срезы легких толщиной 5–7 мкм окрашивались гематоксилин-эозином и изучались под световым микроскопом (Olympus, Tokyo, Japan), одновременно проводилось фотографирование с помощью цифрового фотоаппарата Levenhuk C130 NG, сопряженного с оптической системой микроскопа и компьютером.

Результаты и обсуждение. Перевод животных с стандартного корма на жировую диету сопровождает стресс реакцией, охватывающей отдельные органы и организма в целом. Изменения в легких при этом являются результатом перекрестного действия стресс-реакций и ремоделированием метаболизма, биохимического профиля и газотранспортной функции крови. Кроме того, легкие первый орган, который начинается метаболизм хиломикронов благодаря их липопектическим свойствам. При этом меняется гистофизиология бронхиального и альвеолярного дерева, легочных и бронхиальных сосудов.

Перевод животных с жировой диеты на стандартный корм сопровождается реадаптацией животных к этому корму, поэтому в легких происходят не только восстановительные процессы, но и определенные изменения в ответ на реадаптацию к стандартному корму. Поэтому возникают определенные трудности в дифференциации и отличии изменений, оставшихся в результате жировой диеты от таковых в ответ на те адаптации.

Тем не менее нами установлено, что гиперемия слизистой оболочки крупных бронхов после перевода животных на стандартный корм одновременно наблюдается гипертрофия ворсинок. Усиленная складчатость эпителия, отмеченная при жировой диете, после перевода на стандартный корм дополняется миграцией крупных круглых ядер эпителия в сторону просвета. Частичная утрата ресничек слизистой оболочки бронхов не наблюдается.

На уровне средник и мелких бронхов наблюдается расширение просвета, тогда как при жировой диете отмечался спазм. При жировой диете в полости средних бронхов часто наблюдалась слизь с примесью крови, что после перевода на стандартный корм не отмечается.

После перевода на стандартный корм выраженный отек стенки мелких бронхов, отслоение слизистой оболочки, полиморфноклеточная инфильтрация вокруг бронхов не наблюдаются.

При жировой диете отмечались нарушение проходимости и наличие экссудативной жидкости в терминальных бронхах. На 30-й день после перевода животных на стандартный корм эти изменения не наблюдаются. Проходимость респираторных бронхиол восстанавливается.

Жировая диета вызывала внутрисосудистые, сосудистые и паравазальные изменения со стороны легочных и бронхиальных артерий. Наиболее общим проявлением изменения со стороны кровеносного русло легких выступают расширение гиперемия в участках дистелектаза и ателектаза и сужение в зоне эмфиземы. Наряду с этим общим проявлением встречаются характерные изменения отдельных сосудов (рисунок 1).

Жировая диета сопровождается развитием внутрисосудистых изменений, включая сепарацию крови и краевое стояние форменных элементов. После перевода животных на стандартный корм отмечается регресс указанных изменений. Отек сосудистой стенки, выявленный при жировой диете, также исчезает. Щели и вакуоли в медии, наблюдавшиеся на фоне жировой диеты, после нормализации рациона не определяются. Кроме того, тромбообразование в легочных венах, отмеченное при жировой диете, после перевода на стандартный корм не выявляется. (рисунок 2).

При жировой диете часто наблюдались расширение просвета и гиперемия бронхиальных сосудов, что не наблюдается после перевода животных на стандартный корм.

Перестройка воздухоносных путей и кровеносных сосудов при жировой диете сочетается с существенными изменениями на уровне альвеолярного дерева. Прежде всего отмечается утолщение межальвеолярных перегородок с увеличением в них клеточных популяций. В этих участках воздушность легких снижается. После перевода животных на стандартный корм эти изменения встречаются редко (рисунок 3).

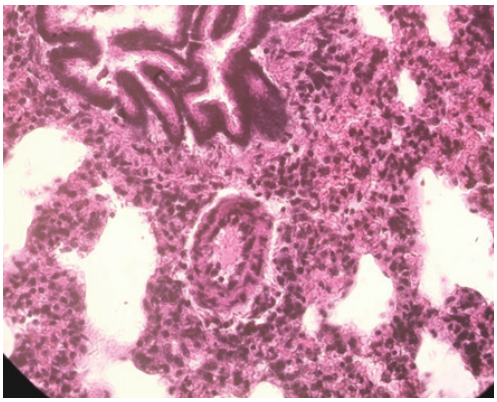


Рисунок (микрофото) 1 – Крупный бронх с гиперплазией слизистой оболочки; рядом расположена бронхиальная артерия без морфологических изменений. Строма инфильтрирована большим количеством лимфоцитов. Окраска гемотоксилин-эозином. Заливка в парафин. × 400

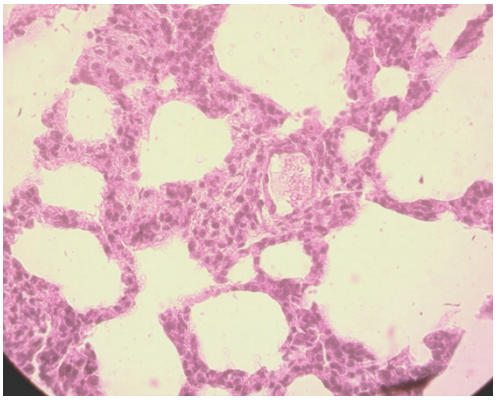


Рисунок (микрофото) 2 – Средная легочная артерия без изменений сосудистой стенка содержит небольшое количество цельной крови. Окраска гемотоксилин-эозином. Заливка в парафин. × 400

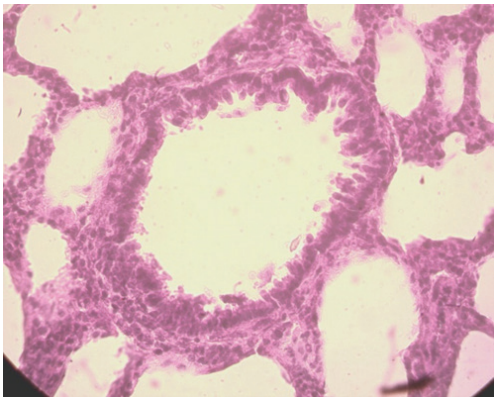


Рисунок (микрофото) 3 – Средний бронх с частично отторгнутым эпителием максимально расширен, других изменений не наблюдается. Окраска гемотоксилин-эозином. Заливка в парафин. × 400

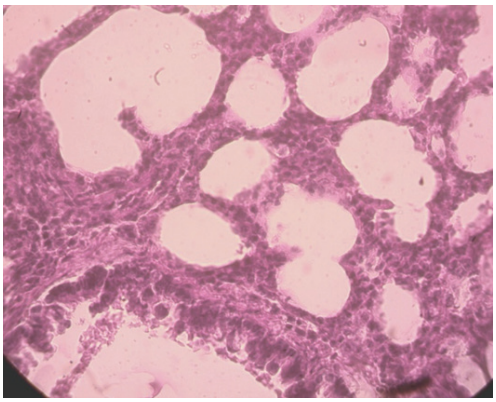


Рисунок (микрофото) 4 – Альвеолы характеризуются различной толщиной стенок и вариабельной величиной просвета. Окраска гемотоксилин-эозином. Заливка в парафин. × 400

После отмены жировой диеты наблюдается гипертрофия краевых пластинок в разрастании капилляров, которые равномерно заполняются инъекционной тушью. В тех участках, где при жировой диете наблюдались фиброзные прослойки интерстиции после перевода на стандартный корм отмечается гиперкапилляризация. После перевода животных на стандартный корм уже редко встречается картина воспалительной реакции, макрофагальные инфильтрации и разрастание лимфатических узелков. Исчезают отеки коллагеновой и ретикулярной стромы бронхов и кровеносных сосудов (рисунок 4).

На 30-й день перевода животных на стандартный корм уже не отмечаются гиалиновая мембрана, гемосидероз, кровоизлияние, воспаление ацинусов, напоминающее липидную интерсициальную пневмонию, которые имели место при жировой диете.

Заключение. Таким образом, после перехода животных на стандартный корм большинство изменений бронхиального и альвеолярного дерева, легочных и бронхиальных сосудов подвергается обратному развитию.

Поступила: 25.06.2026;
рецензирована: 09.07.2026; принята: 10.07.2026.

Литература

1. *Wali J.A., Jarzebska N., Raubenheimer D., Simpson S.J., Rodionov R.N., O'Sullivan J.F.* Cardio-Metabolic Effects of High-Fat Diets and Their Underlying Mechanisms // A Narrative Review. Nutrients. 2020 May 21; 12 (5): 1505. DOI: 10.3390/nu12051505. PMID: 32455838; PMCID: PMC7284903.
2. *Bellissimo M.P., Hundley W.G.* Low-Carbohydrate High-Fat Diets, Lipid Levels, and Cardiovascular Risk // JACC Adv. 2024 May 15; 3 (6):100975. DOI: 10.1016/j.jacadv.2024.100975. PMID: 39081654; PMCID: PMC11286988.
3. *Zhang L., Li X., Liu X., Wu X., Xu Q., Qu J., Li X., Zhu Y., Wen L., Wang J.* High-Carbohydrate Diet Consumption Poses a More Severe Liver Cholesterol Deposition than a High-Fat and High-Calorie Diet in Mice // Int J Mol Sci. 2023 Sep 28; 24 (19): 14700. DOI: 10.3390/ijms241914700. PMID: 37834148; PMCID: PMC10572265.
4. *Adamowicz J., Juszczak K., Poletajew S., Van Breda S.V., Pokrywczynska M., Drewa T.* Scented Candles as an Unrecognized Factor that Increases the Risk of Bladder Cancer; Is There Enough Evidence to Raise a Red Flag? // Cancer Prev Res (Phila). 2019 Oct; 12 (10): 645–652. DOI: 10.1158/1940-6207.CAPR-19-0093. Epub 2019 Aug 9. PMID: 31399420.
5. *Baldanzi G., Sayols-Baixeras S., Theorell-Haglöw J., Dekkers K.F., Hammar U., Nguyen D. at al*. OSA Is Associated -With the Human Gut Microbiota Composition and Functional Potential in the Population-Based Swedish CardioPulmonary bioImage Study // Chest. 2023 Aug; 164 (2): 503–516. DOI: 10.1016/j.chest.2023.03.010. Epub 2023 Mar 15. PMID: 36925044; PMCID: PMC10410248.