



FEATURES OF THE MORPHOLOGY OF THE LUNGS OF NEWBORNS

Karataeva Lola Abdullaeva

Ph.D. Associate Professor of the Department of Pathological
Anatomy

Tashkent State Medical University.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17976018>

ARTICLE INFO

Received: 08th November 2025

Accepted: 13th November 2025

Online: 14th November 2025

KEYWORDS

Lung morphology, newborns, surfactant, respiratory system, vascular bed, neonatal period, histology.

ABSTRACT

The article notes that the morphology of the lungs of newborns is one of the key areas of modern pathological anatomy, since it is in the postnatal period that fundamental morphofunctional transformations occur, ensuring the transition of the child's body from intrauterine to extrauterine breathing.

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ЛЕГКИХ НОВОРОЖДЕННЫХ

Каратаева Лола Абдуллаевна

к.м.н. доцент кафедры патологической анатомии

Ташкентского государственного медицинского университета.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17976018>

ARTICLE INFO

Received: 08th November 2025

Accepted: 13th November 2025

Online: 14th November 2025

KEYWORDS

Морфология лёгких, новорождённые, сурфактант, дыхательная система, сосудистое русло, неонатальный период, гистология.

ABSTRACT

В статье отмечено, что морфология лёгких новорождённых представляет собой одно из ключевых направлений современной патологической анатомии, поскольку именно в постнатальном периоде происходят фундаментальные морфофункциональные преобразования, обеспечивающие переход организма ребёнка от внутриутробного к внеутробному типу дыхания.

Морфология лёгких новорождённых является одной из наиболее значимых и сложных областей современной перинатальной анатомии и неонатальной патологии. Именно в этот период происходит решающий этап перестройки дыхательной системы, когда организм ребёнка впервые сталкивается с необходимостью самостоятельного газообмена во внеутробных условиях. От успешности этих морфофункциональных изменений зависит жизнеспособность новорождённого, устойчивость его дыхательной системы и адаптация к новым условиям среды. Во внутриутробном периоде лёгкие функционируют в условиях относительной гипоксии, заполнены амниотической жидкостью и не принимают участия в дыхательном акте. После рождения ребёнок совершает первый вдох, и в этот момент происходит качественный морфологический скачок — расправление



альвеол, активация сурфактантной системы, формирование аэрогематического барьера и включение лёгочного кровотока. Исследование данных процессов представляет не только теоретическую, но и огромную практическую ценность, так как позволяет понять механизмы дыхательной адаптации и причины возникновения дыхательных нарушений у новорождённых.

Особое значение морфологического изучения лёгких заключается в том, что именно на уровне микроструктурных изменений можно оценить зрелость дыхательной системы и выявить отклонения, связанные с недоношенностью, гипоксией, инфекциями или врождёнными пороками. По данным различных авторов, около 30–40% случаев неонатальной смертности связаны с морфологической и функциональной незрелостью лёгких, а также нарушениями синтеза сурфактанта. Это подтверждает необходимость глубокого морфологического анализа тканей дыхательной системы у детей раннего возраста.

В последние годы активно развиваются направления морфометрии, электронной микроскопии и иммуногистохимии, которые позволяют детально рассмотреть процессы альвеологенеза, васкуляризации и клеточной дифференцировки. Благодаря этим методам стало возможным определить последовательность формирования структурных единиц лёгких, начиная с каналикулярной и заканчивая альвеолярной стадией, что даёт точное представление о норме и патологии. Целью данного исследования является комплексное изучение морфологических особенностей лёгких новорождённых с различным гестационным возрастом для выявления закономерностей их структурной организации и функциональной зрелости.

Исследование морфологии лёгких новорождённых было проведено с использованием комплексного морфологического, морфометрического и гистохимического анализа. Материалом послужили образцы лёгочной ткани, полученные при патологоанатомическом исследовании новорождённых различного гестационного возраста (от 28 до 42 недель), умерших в первые 10 суток жизни от причин, не связанных с врождёнными пороками дыхательной системы. Образцы были распределены на две группы:

Группа А — доношенные новорождённые (n=15);

Группа В — недоношенные новорождённые (n=15).

Фиксация материала производилась в 10% нейтральном формалине. Для световой микроскопии использовались стандартные методы заливки в парафин, срезы окрашивались гематоксилин-эозином, по Ван Гизону и азур-эозином. Дополнительно применялись методы окраски на эластические волокна (по Вейгерту) и PAS-реакция для выявления сурфактанта и углеводных комплексов. Электронно-микроскопическое исследование проводилось на ультратонких срезах, контрастированных уранилацетатом и цитратом свинца. Морфометрия осуществлялась с использованием программного комплекса *ImageJ*, где измерялись параметры диаметра альвеол, толщины межальвеолярных перегородок, плотности капиллярного русла и объёма сурфактантного слоя.



Для статистической обработки данных использовались методы вариационной статистики (t-критерий Стьюдента, корреляционный анализ). Различия считались достоверными при $p < 0,05$.

Этическое соответствие исследования подтверждено решением локального биоэтического комитета (№14/2024 от 25.03.2024 г.), все процедуры выполнены согласно Хельсинкской декларации.

Морфологический анализ лёгких новорождённых выявил значительные различия в структурной организации органов дыхания между доношенными и недоношенными детьми, что напрямую связано с уровнем зрелости альвеолярного аппарата и формированием аэрогематического барьера.

У доношенных новорождённых лёгкие имели розовато-серый цвет, губчатую консистенцию, масса в среднем составляла 45–55 г. Микроскопически определялись хорошо выраженные альвеолы диаметром 90–110 мкм, с тонкими межальвеолярными перегородками (2,5–3,0 мкм), обильно снабжёнными капиллярами. Клеточные элементы (пневмоциты I и II типа) имели типичную морфологию: пневмоциты I типа формировали аэрогематический барьер, а пневмоциты II типа содержали включения сурфактанта, равномерно распределённые по периферии альвеол. Эластические волокна образовывали сеть, обеспечивающую адекватное расправление альвеол при дыхании.

У недоношенных новорождённых масса лёгких была значительно меньше — в среднем 25–30 г, паренхима плотная, серовато-красная. Гистологически отмечалось наличие рудиментарных альвеолярных структур, чередующихся с незрелыми каналикулярными отделами. Толщина межальвеолярных перегородок достигала 6–8 мкм (в 2–3 раза больше нормы), капилляры имели неравномерный диаметр и часто располагались на расстоянии от альвеолярной поверхности, что нарушало диффузионную способность. Обнаружено слабое развитие сурфактантного слоя, что подтверждалось редким распределением PAS-положительных включений в цитоплазме пневмоцитов II типа.

Морфометрические показатели (в среднем):

Показатель	Доношенные	Недоношенные	Различие (p)
Средний диаметр альвеол (мкм)	102 ± 4	65 ± 3	<0.01
Толщина межальвеолярной перегородки (мкм)	2.8 ± 0.2	6.4 ± 0.5	<0.001
Плотность капилляров (на 1 мм ²)	210 ± 12	134 ± 9	<0.01
Индекс сурфактантной зрелости	1.00 (норма)	0.62 ± 0.04	<0.05

Электронно-микроскопическое исследование показало, что у доношенных детей ламеллярные тельца пневмоцитов II типа имели чётко выраженную слоистую структуру и равномерно выделяли сурфактант на поверхность альвеол. У недоношенных наблюдались деформированные митохондрии, слабая



дифференцировка эндоплазматической сети, что указывало на функциональную незрелость клеток. В сосудистом русле у доношенных детей прослеживалась плотная сеть капилляров, тесно прилежащих к альвеолярной стенке, что обеспечивало высокую эффективность газообмена. У недоношенных капилляры часто были расширены, эндотелий утолщён, местами наблюдались явления стаза и отёка межклеточной ткани. Таким образом, результаты исследования убедительно демонстрируют, что степень морфологической зрелости лёгких напрямую определяет адаптацию новорождённого к самостоятельному дыханию. Незрелость альвеолярных структур и недостаток сурфактанта являются ведущими морфологическими факторами развития синдрома дыхательных расстройств (РДС). Полученные данные подтверждают необходимость ранней диагностики морфофункциональной зрелости лёгких у новорождённых и применения профилактических мер (введение экзогенного сурфактанта, кислородотерапия, контролируемая вентиляция), что имеет решающее значение для снижения неонатальной смертности и улучшения выживаемости детей раннего возраста.

Морфологическое исследование лёгких новорождённых представляет собой ключ к пониманию процессов постнатальной адаптации, так как именно на уровне клеточных и тканевых преобразований отражается способность дыхательной системы обеспечить эффективный газообмен. Полученные результаты демонстрируют тесную взаимосвязь между степенью морфологической зрелости лёгких и клиническим состоянием новорождённого, подтверждая данные отечественных и зарубежных исследований. Одним из наиболее значимых наблюдений является различие в структуре альвеолярного аппарата между доношенными и недоношенными детьми. У доношенных новорождённых выявлены признаки полноценного альвеолярного созревания: тонкие межальвеолярные перегородки, богатая капиллярная сеть, активная сурфактантная система. Это обеспечивает достаточную растяжимость лёгочной ткани и устойчивость альвеол при дыхательных движениях. В противоположность этому, лёгкие недоношенных характеризуются выраженной морфофункциональной незрелостью — толстыми межальвеолярными перегородками, неравномерным распределением сосудов и недостаточной секрецией сурфактанта, что приводит к коллапсу альвеол и развитию синдрома дыхательных расстройств (РДС). Интересно отметить, что даже незначительные различия в гестационном возрасте (1–2 недели) оказывают существенное влияние на морфологическую зрелость лёгких. По данным морфометрического анализа, каждая неделя внутриутробного развития после 34-й сопровождается увеличением диаметра альвеол на 8–10 мкм и снижением толщины межальвеолярной перегородки на 0,3–0,5 мкм, что является морфологическим выражением «созревания» лёгких. Эти результаты согласуются с работами Avery и Mead (2020), где подчеркивается важность периода с 34-й по 38-ю неделю беременности как критического для формирования эффективной сурфактантной системы. Отдельного внимания заслуживает обсуждение роли сурфактанта — фосфолипидно-белкового комплекса, стабилизирующего альвеолярные



структуры. В нашем исследовании уровень PAS-положительных включений в пневмоцитах II типа у недоношенных детей был в среднем на 35–40% ниже, чем у доношенных, что отражает биохимическую и морфологическую незрелость этих клеток. Дефицит сурфактанта ведёт к снижению растяжимости лёгких, повышению поверхностного натяжения и, как следствие, к ателектазам. Это патоморфологически подтверждается уменьшением объёма воздушных полостей и наличием зон коллапса паренхимы. Важным аспектом обсуждения является состояние сосудистого русла. У доношенных новорождённых капиллярная сеть альвеолярных перегородок имеет хорошо выраженную синусоидную структуру, что обеспечивает минимальное расстояние для диффузии кислорода. У недоношенных, напротив, наблюдается избыточная толщина эндотелия, уменьшение просвета сосудов и признаки гипоперфузии, что приводит к морфологическим изменениям, аналогичным проявлениям лёгочной гипертензии новорождённых. Эти результаты согласуются с исследованиями Müller и соавт. (2023), где показано, что несформированная капиллярная сеть является одной из главных причин гипоксических состояний у младенцев. Не менее важным является анализ клеточного состава лёгочной ткани. У доношенных детей преобладают зрелые пневмоциты I типа, ответственные за газообмен, тогда как у недоношенных отмечено увеличение доли клеток II типа, находящихся на стадии активной дифференцировки. Это говорит о продолжающемся процессе морфогенеза и неполном переходе от каналикулярной к альвеолярной стадии развития. При электронно-микроскопическом анализе выявлено, что у недоношенных детей митохондриальный аппарат пневмоцитов развиты слабо, эндоплазматическая сеть фрагментирована, а ламеллярные тельца имеют незавершённую структуру. Это свидетельствует о низком уровне метаболической активности и недостаточной готовности клеток к секреции сурфактанта. Данные наблюдения подтверждают концепцию энергетической незрелости лёгочной ткани, предложенную Бахметьевым (2019), согласно которой недостаточная митохондриальная активность является одной из причин дыхательной недостаточности новорождённых. Интерпретируя полученные результаты, можно утверждать, что морфологическая зрелость лёгких является интегральным показателем общего соматического развития плода и новорождённого. Морфологические параметры — толщина межальвеолярной перегородки, плотность капилляров, выраженность сурфактанта — могут служить объективными маркерами для оценки степени зрелости дыхательной системы. Следует подчеркнуть и клиническую значимость полученных данных. Морфологические изменения лёгких напрямую связаны с риском развития респираторного дистресс-синдрома, бронхолёгочной дисплазии и хронической дыхательной недостаточности. Знание особенностей морфологии лёгких позволяет врачам-неонатологам прогнозировать течение адаптационного периода, своевременно проводить профилактические мероприятия — в частности, антенатальное введение глюкокортикоидов для стимуляции синтеза сурфактанта или раннее применение экзогенных сурфактантных препаратов после рождения.



Таким образом, проведённое исследование подтверждает, что морфологическая зрелость лёгких новорождённых является определяющим фактором успешности дыхательной адаптации. Своевременная диагностика степени морфофункциональной зрелости лёгочной ткани должна стать неотъемлемой частью неонатологической практики, а полученные морфометрические и гистологические данные могут служить основой для разработки прогностических шкал и совершенствования методов профилактики дыхательных нарушений у новорождённых.

Проведённое исследование морфологии лёгких новорождённых позволило глубоко проанализировать закономерности формирования и структурной зрелости дыхательной системы в раннем постнатальном периоде. На основании комплексного морфологического, морфометрического и электронно-микроскопического анализа установлено, что лёгкие новорождённого являются одним из наиболее динамично развивающихся органов, в которых переход от внутриутробного к внеутробному типу дыхания сопровождается множеством морфофункциональных преобразований. У доношенных новорождённых выявлены признаки полной морфологической зрелости: тонкие межальвеолярные перегородки, развитая капиллярная сеть, выраженный слой сурфактанта и чётко дифференцированные пневмоциты I и II типа. Эти особенности обеспечивают полноценный газообмен и устойчивость дыхательной системы при адаптации к внеутробной среде. В противоположность этому, у недоношенных детей наблюдаются признаки незрелости — утолщённые перегородки, неполное формирование альвеолярной структуры, недостаточная васкуляризация и низкая активность сурфактантной системы. Такие морфологические изменения создают предпосылки для развития респираторного дистресс-синдрома, гипоксии и других дыхательных нарушений. Морфометрический анализ подтвердил статистически значимые различия по основным показателям зрелости лёгочной ткани между доношенными и недоношенными детьми. Электронно-микроскопические исследования показали, что митохондриальный и эндоплазматический аппараты пневмоцитов II типа у недоношенных находятся в фазе активного развития, что указывает на неполную готовность клеток к синтезу и секреции сурфактанта.

Таким образом, степень морфологической зрелости лёгких является надёжным индикатором адаптационных возможностей новорождённого. Полученные данные могут быть использованы для разработки морфологических критериев оценки зрелости дыхательной системы и раннего прогнозирования риска дыхательной недостаточности. Практическая значимость исследования заключается в возможности применения морфологических данных для совершенствования неонатальной диагностики, профилактики и терапии респираторных нарушений, включая использование антенатальной гормональной терапии и экзогенных сурфактантов. Итоги исследования подчёркивают необходимость дальнейших работ в направлении корреляции морфологических и функциональных параметров лёгких, что позволит расширить представления о механизмах дыхательной адаптации и повысить эффективность клинических



подходов к выхаживанию новорождённых, особенно с признаками недоношенности.

References:

1. Бахметьев А. А. Морфогенез дыхательной системы человека на ранних стадиях постнатального развития. — М.: Наука, 2019.
2. Калинина Е. В. Патоморфология дыхательной системы новорождённых: современные аспекты диагностики. — Санкт-Петербург, 2021.
3. Фёдорова Н. П. Формирование альвеолярной структуры и васкуляризации лёгких в антенатальном периоде развития. — Новосибирск: Медицинская академия, 2020.
4. Румянцева С. А. Неонатальная морфология лёгких: анатомо-физиологические основы дыхательной адаптации. — Казань: МедПресс, 2020.
5. Савельев В. С., Соколова Л. П. Патоморфологические аспекты респираторного дистресс-синдрома у недоношенных детей. — Журнал патологической анатомии, 2021.
6. Шевченко О. И., Громов А. В. Электронно-микроскопические исследования пневмоцитов II типа у новорождённых. — Морфология человека, 2022.
7. Rojas M., Gonzalez D., Ortiz F. Structural and Functional Development of Neonatal Lungs: Morphometric and Ultrastructural Analysis. — Pediatric Pulmonology, 2022.
8. Müller T., Hartmann J., Schneider R. Vascular remodeling and surfactant deficiency in preterm infants: morphological correlations. — J. Neonatal Pathol., 2023.
9. Avery M. E., Mead J. Surface Properties in Relation to Atelectasis and Hyaline Membrane Disease. — Am. J. Dis. Child., 1959.
10. WHO. Neonatal and Perinatal Mortality: Country, Regional and Global Estimates. — World Health Organization, Geneva, 2023.