

УДК 616-036.13

<https://doi.org/10.52420/umj.24.5.7><https://elibrary.ru/COSTZC>

Динамика ультразвукового паттерна «двойная точка легкого» у новорожденных с транзиторным тахипноэ при изменении положения тела: проспективное исследование

Евгений Вячеславович Шестаков^{1,2✉}, Ольга Петровна Ковтун², Вадим Юрьевич Старков^{1,2}

¹ Екатеринбургский клинический перинатальный центр, Екатеринбург, Россия

² Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия

✉ shestakev@yandex.ru

Аннотация

Актуальность. Транзиторное тахипноэ новорожденных (ТТН) — наиболее частая причина дыхательных нарушений в раннем неонатальном периоде. Несмотря на широкое внедрение ультразвуковой диагностики легких при ТТН, влияние положения тела ребенка на выявляемость ультразвукового паттерна «двойная точка легкого» (ДТЛ) остается недостаточно изученным.

Цель исследования — оценить динамику ультразвукового паттерна ДТЛ у новорожденных с ТТН при изменении положения тела.

Материалы и методы. Проведено проспективное когортное исследование. Включены новорожденные с гестационным возрастом $\geq 35^0$ недель, дыхательной недостаточностью в первые 4 ч. жизни и необходимостью СРАР-терапии или искусственной вентиляции легких. Ультразвуковое исследование (УЗИ) легких выполнялось дважды: в положении на спине (УЗИ-1) и через 1 ч. после позиционирования ребенка на живот (УЗИ-2). Использовались шкала LUS и регистрация паттерна ДТЛ. Первичной конечной точкой являлось изменение частоты выявления ДТЛ и динамика баллов LUS. Продолжительность исследования — с апреля по май 2025 г.

Результаты. Паттерн ДТЛ выявлен у 85,7 % пациентов с ТТН. В динамике при УЗИ-2 отмечено снижение балльной оценки УЗИ легких по всем исследуемым зонам ($p < 0,001$), а также снижение частоты выявления ДТЛ со 100 % до 76,7 % ($p = 0,016$). Во всех случаях при сохранении ДТЛ на УЗИ-2 наблюдалась инверсия паттерна, зависящая от положения тела ребенка.

Заключение. Полученные данные подтверждают влияние положения тела новорожденного на УЗ-картину легких при ТТН. Результаты обосновывают необходимость стандартизации протоколов УЗИ с учетом позиции пациента для повышения точности диагностики и эффективности проводимой респираторной терапии.

Ключевые слова: транзиторное тахипноэ новорожденных, ультразвуковая диагностика, двойная точка легкого, lung ultrasound score, мониторинг

Благодарности. Авторы выражают признательность за помощь в проведении исследования врачам отделения реанимации и интенсивной терапии новорожденных Екатеринбургского клинического перинатального центра Н. В. Каляковой, Ю. И. Нечаевой, М. В. Евдокимовой, Д. А. Василенко.

Конфликт интересов. О. П. Ковтун — главный редактор «Уральского медицинского журнала»; не принимала участия в рассмотрении и рецензировании материала, а также принятии решения о его публикации. Остальные авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Соответствие принципам этики. На проведение исследования получено одобрение локального этического комитета Екатеринбургского клинического перинатального центра (протокол № 13 от 15 апреля 2025 г.). Все законные представители новорожденных предоставили информированное добровольное согласие на участие их детей в исследовании, проведение диагностики и лечение в полном объеме, а также использование полученных данных в научных целях.

Для цитирования: Шестак Е. В., Ковтун О. П., Старков В. Ю. Динамика ультразвукового паттерна «двойная точка легкого» у новорожденных с транзиторным тахипноэ при изменении положения тела: проспективное исследование // Уральский медицинский журнал. 2025. Т. 24, № 5. С. 7–18. DOI: <https://doi.org/10.52420/umj.24.5.7>. EDN: <https://elibrary.ru/COSTZC>.

Dynamics of the Ultrasound Pattern “Double Lung Point” in Newborns with Transient Tachypnea During Body Position Change: A Prospective Study

Evgenii V. Shestak^{1,2✉}, Olga P. Kovtun², Vadim Yu. Starkov^{1,2}

¹ Ekaterinburg Clinical Perinatal Center, Ekaterinburg, Russia

² Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

✉ shestakev@yandex.ru

Abstract

Relevance. Transient tachypnea of the newborn (TTN) is the leading cause of respiratory distress in the early neonatal period. Although lung ultrasound is widely used in TTN, the effect of body position on detecting the “double lung point” (DLP) pattern remains insufficiently studied.

Purpose — to evaluate the dynamics of the DLP pattern in newborns with TTN when changing body position.

Materials and methods. A prospective cohort study was conducted. Newborns with a gestational age of $\geq 35^0$ weeks, respiratory failure in the first 4 hours of life, and the need for CPAP therapy or mechanical ventilation were included. Lung ultrasound was performed twice: in the supine position (ultrasound-1) and 1 hour after the infant was placed in the prone position (ultrasound-2). The LUS score and DLP pattern recording were used. The primary endpoint was the change in the DLP detection rate and the dynamics of the LUS score. The study duration was from April to May 2025.

Results. The LBD pattern was detected in 85.7 % of patients with TTN. Over time, ultrasound-2 imaging showed a decrease in the lung ultrasound score across all examined areas ($p < 0.001$), as well as a decrease in the detection rate of DLP from 100 % to 76.7 % ($p = 0.016$). In all cases, while DLP persisted on ultrasound-2 imaging, a pattern inversion was observed, dependent on the infant's body position.

Conclusion. Body position significantly influences lung ultrasound findings in TTN. These results emphasize the importance of considering patient positioning when performing lung ultrasound, highlighting the need for standardized protocols to improve diagnostic accuracy and optimization of respiratory therapy.

Keywords: transient tachypnea of the newborn, ultrasound diagnostics, “double lung point”, lung ultrasound score, monitoring

Acknowledgments. The authors would like to thank the physicians of the Neonatal Intensive Care Unit at the Ekaterinburg Clinical Perinatal Centre, N. V. Kalyakova, Yu. I. Nechaeva, M. V. Evdokimova, and D. A. Vasilenko, for their assistance in conducting this study.

Conflict of interest. Olga P. Kovtun is the editor-in-chief of *Ural Medical Journal*; she did not participate in reviewing the material, as well as in making a decision on its publication. The other authors declare the absence of obvious or potential conflicts of interest.

Conformity with the principles of ethics. The study was approved by the Local Ethics Committee of the Ekaterinburg Clinical Perinatal Center (protocol No. 13 dated 15 April 2025). All legal representatives of the newborns provided informed voluntary consent for their children to participate in the study, undergo diagnostics and treatment in full, as well as for the use of the obtained data for scientific purposes.

For citation: Shestak EV, Kovtun OP, Starkov VYu. Dynamics of the ultrasound pattern “double lung point” in newborns with transient tachypnea during body position change: A prospective study. *Ural Medical Journal*. 2025; 24(5):7–18. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.52420/umj.24.5.7>. EDN: <https://elibrary.ru/COSTZC>.

Список сокращений

95 % ДИ — 95 % доверительный интервал

абс., отн. — абсолютные, относительные значения

ДН — дыхательная недостаточность

ДТЛ — «двойная точка легкого»

ИВЛ — искусственная вентиляция легких

ОРИТН — отделение реанимации и интенсивной терапии новорожденных

ТТН — транзиторное тахипноэ новорожденных

УЗИ — ультразвуковое исследование

CPAP — постоянное положительное давление в дыхательных путях (*англ.* continuous positive airway pressure)

FiO₂ — доля кислорода во вдыхаемом воздухе (*англ.* fraction of inspired oxygen)

LUS — оценка УЗИ легких (*англ.* lung ultrasound score)

М — среднее (*англ.* mean)

Me — медиана (*англ.* median)

min, max — минимум, максимум признака

Q₁ & Q₃ — 1-й и 3-й квартили (*англ.* 1st and 3rd quartiles)

SD — стандартное отклонение (*англ.* standard deviation)

Актуальность

Респираторные нарушения у новорожденных остаются одной из ведущих причин госпитализации в отделения интенсивной терапии и увеличения расходов системы здравоохранения в перинатальном периоде [1, 2]. Среди различных форм дыхательных нарушений (ДН) у новорожденных особое место занимает транзиторное тахипноэ (ТТН). Его развитие связано с замедленным удалением из легочной ткани альвеолярной жидкости [3, 4]. По данным крупных когортных исследований, именно ТТН может составлять до 40 % случаев респираторных нарушений у детей в раннем неонатальном периоде [2]. У доношенных младенцев частота встречаемости такого состояния оценивается в пределах 0,2–0,6 % [2, 5, 6]. По данным наших предыдущих работ, частота ТТН в условиях перинатального центра может достигать 6–7 % и являться причиной ДН: до 82,0 % случаев у доношенных и 76 % у поздних недоношенных [7–9].

Несмотря на благоприятный прогноз, ТТН сопровождается необходимостью проведения респираторной поддержки, мониторинга в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии новорожденных (ОРИТН) и иногда приводит к неоправданному применению антибактериальной терапии и (или) повторной рентгенографии грудной клетки [10, 11]. Все эти факторы увеличивают стоимость медицинской помощи, а также сопряжены с риском избыточной медицинской нагрузки на ребенка и семью.

Многие авторы подчеркивают необходимость быстрой и точной дифференциальной диагностики ТТН с другими причинами дыхательной недостаточности, прежде всего респираторным дистресс-синдромом и врожденной пневмонией [12–14]. На этом фоне УЗИ-диагностика¹ легких приобретает все более важную роль. В ряде исследований продемонстрирована ее высокая специфичность и чувствительность при диагностике ТТН, особенно при использовании паттерна «двойная точка легкого» (ДТЛ) [13, 15, 16]. УЗИ легких рассматривается как безопасный, многократно воспроизводимый и технически удобный

¹ УЗИ — ультразвуковое исследование.

метод, позволяющий проводить динамическую оценку состояния легочной ткани, что имеет особое значение в неонатологии, где важно максимально ограничивать воздействие ионизирующего излучения [10, 11].

Однако, несмотря на активное распространение такого подхода в клинической практике, остаются нерешенными вопросы, связанные с унификацией и стандартизацией методики его применения. Одним из них является влияние положения тела ребенка на результаты УЗИ. Большинство опубликованных протоколов не учитывает этот аспект, несмотря на известную гравитационную зависимость распределения жидкости в легких [3, 4]. Ряд авторов подчеркивает необходимость проведения многозонального симметричного обследования [15–17], однако детальных данных о динамике УЗ-признаков в зависимости от позиции пациента в контексте ТТН в литературе не представлено.

Получение новых данных по указанному направлению позволит повысить диагностическую точность УЗИ, а также оптимизировать его использование для скрининга, диагностики, определения стадии ТТН и мониторинга эффективности терапии. В перспективе это может способствовать снижению неоправданных назначений терапии и более рациональному использованию ресурсов ОРИТН.

Цель исследования — оценить динамику ультразвукового паттерна ДТЛ у новорожденных с ТТН при изменении положения тела.

Материалы и методы

Дизайн исследования

Проведено проспективное одноцентровое исследование методом сплошной выборки. До начала исследования определены четкие критерии отбора потенциальных участников.

В исследование включались новорожденные с гестационным возрастом не менее 35⁰ недель, у которых в течение первых 4 ч. жизни развилась ДН, оцениваемая по шкале Даунса или Сильвермана в 3 балла и более, требующая применения СРАР-терапии¹ или искусственной вентиляции легких (ИВЛ).

Критерии исключения:

- отсутствие УЗ-паттерна ДТЛ при первичном обследовании легких;
- несоблюдение регламентированных сроков выполнения или невыполнение УЗИ легких в соответствии с протоколом;
- отказ законного представителя новорожденного от участия в исследовании.

Исследование проведено на базе Екатеринбургского клинического перинатального центра. Поскольку работа носит проспективный характер, сбор данных осуществлялся непосредственно в процессе оказания медицинской помощи с использованием первичной медицинской документации и протоколов УЗИ.

Период набора участников в исследование осуществлялся с 15 апреля по 30 мая 2025 г. Наблюдение за каждым ребенком продолжалось до момента его выписки из стационара. Таким образом, общее исследование охватывает интервал от включения первого пациента до завершения наблюдения за последним из включенных новорожденных.

На этапе формирования выборки в исследование было включено 37 новорожденных, соответствующих критериям для группы ДТЛ. В дальнейшем 7 пациентов были исключены из анализа по причине отсутствия ДТЛ на первом УЗИ (УЗИ-1): 5 с ТТН, 2 с врожденной

¹ СРАР — постоянное положительное давление в дыхательных путях (*англ.* continuous positive airway pressure).

пневмонией. Таким образом, финальная группа ДТЛ составила 30 новорожденных, паттерн ДТЛ выявлен у 30/35 (85,7 %) детей с ТТН (рис. 1).

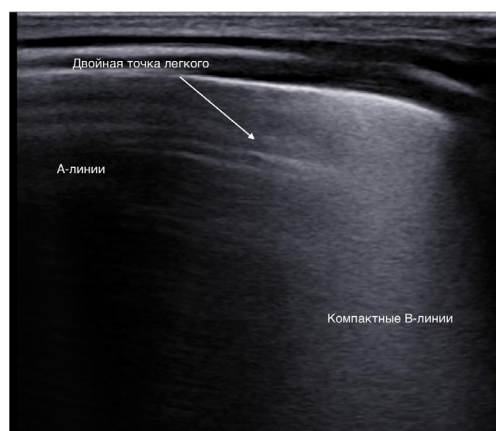


Рис. 1. УЗ-паттерн ДТЛ (фото В. Ю. Старкова)

В исследуемую группу включено 30 новорожденных с гестационным возрастом 38,0 [37,0; 39,0] недель¹ ($M \pm SD^2$ — (38,1 \pm 1,4) недели), число доношенных новорожденных составило 27/30 (90,0 %), количество мальчиков — 19/30 (63,3 %). Масса тела при рождении находилась в пределах 3 270,0 [2 952,5; 3 622,5] г ($M \pm SD$ — (3 318,1 \pm 551,4) г). Оценка по шкале Апгар на 1-й мин. жизни составила 7,0 [6,0; 7,0] баллов ($M \pm SD$ — (6,7 \pm 1,2) балла); 5-й мин. — 8,0 [8,0; 8,0] баллов ($M \pm SD$ — (8,0 \pm 0,7) балла).

Родоразрешение путем кесарева сечения выполнено у 19/30 новорожденных (63,3 %). Все пациенты получили СРАР-терапию в родильном зале. Продолжительность пребывания в ОРИТН составляла 0,5 [0,5; 1,0] суток ($M \pm SD$ — (0,8 \pm 0,5) суток). Общая продолжительность госпитализации составила 7,0 [5,0; 9,0] суток ($M \pm SD$ — (7,2 \pm 2,5) суток).

УЗИ легких выполнялось у новорожденных с ДН, возникшей в первые 4 ч. жизни, в течение 6 ч. после рождения и сразу после поступления в ОРИТН. Специальной подготовки не требовалось, исследование проводилось в стабильном состоянии пациента.

Протокол исследования включал в себя 2 этапа: УЗИ-1 — в положении на спине; УЗИ-2 — на животе, повторно через 40–80 мин.

Оценивались стандартные точки с обеих сторон грудной клетки: передняя (4–5-е межреберье по среднеключичной линии); боковая (пересечение средней подмышечной и сосковой линий); задняя (пересечение задней срединной линии и угла лопатки).

Диагностический поиск паттерна ДТЛ (рис. 2):

- УЗИ-1 — датчик устанавливался в передней точке и затем перемещался дорсально до задней подмышечной линии;
- УЗИ-2 — датчик располагался в задней точке с последующим движением вентрально до передней подмышечной линии.

Также особое внимание уделялось позиционированию паттерна ДТЛ относительно верхней и нижней поверхностей тела на момент исследования. Таким образом, у каждого ребенка обследовано по 6 точек в каждом положении, что позволяло получить всестороннюю оценку состояния легочной ткани.

¹ Данные представлены в виде Me [Q₁; Q₃], где Me — медиана (англ. median), Q₁ & Q₃ — 1-й и 3-й квартили (англ. 1st and 3rd quartiles).

² M — среднее (англ. mean). SD — стандартное отклонение (англ. standard deviation).



Рис. 2. Положение датчика при его поиске и оценке (фото В. Ю. Старкова)

УЗИ легких проводилось с применением линейного датчика аппарата Philips CX 50 (Philips Ultrasound, Inc, США). Датчик устанавливался в 2 вариантах: перпендикулярно ребрам — для получения оптимального межреберного акустического окна; параллельно ребрам — при выявлении патологических артефактов для более детального анализа зоны поражения (паттерн ДТЛ, консолидации легких). Оценка ультразвуковой картины осуществлялась по шкале оценки УЗИ легких (*англ.* lung ultrasound score, LUS), включающей в себя 4 категории [18]:

- 0 баллов — визуализация А-линий и ≤ 3 В-линий в межреберье;
- 1 балл — множественные В-линии, сливающиеся на фоне А-линий;
- 2 балла — плотные В-линии, формирующие картину «белого легкого»;
- 3 балла — наличие консолидаций различного характера.

Выбранные категории шкалы LUS и определение паттерна ДТЛ основывались на ранее опубликованных данных и не формировались заново в рамках настоящего исследования [13, 15, 16].

Выполнение и оценку результатов УЗИ легких проводил главный исследователь — Е. В. Шестак. Неопределенные или неоднозначные результаты при выполнении УЗИ легких не регистрировались, все полученные данные были четко интерпретируемы в рамках разработанного протокола исследования. Потери данных в процессе УЗ-обследования и последующего анализа не зафиксированы. Соответственно, методы обработки недостающих данных не применялись. Анализ вариабельности диагностической точности не проводился, поскольку все обследования осуществлялись одним и тем же специалистом — опытным врачом-исследователем, что позволяло обеспечить максимальную стандартизацию методики и интерпретации результатов.

Статистический анализ

Размер выборки предварительно не рассчитывался. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного пакета IBM SPSS Statistics 27.0 (IBM Corp., США). Количественные данные описывались с использованием $Me [Q_1; Q_3]$, $M \pm SD$, а также значений минимума и максимума признака ($min-max$). Для проверки нормальности распределения количественных переменных применялся критерий Шапиро — Уилка. Поскольку большинство значений имело ненормальное распределение, применялся критерий

Уилкоксона для сравнения связанных выборок. Для анализа качественных признаков использовались методики описательной статистики с представлением абсолютных и относительных значений (абс. (отн.)). Для оценки различий в долях применялся критерий Макнемара. Статистическая значимость различий оценивалась при уровне $p < 0,050$.

Результаты

Выполнен сравнительный анализ двух последовательных УЗИ легких (УЗИ-1 и УЗИ-2), по результатам которого определены изменения, представленные в табл. 1. Несмотря на то, что один пациент, находившийся при УЗИ-1 на СРАР, к УЗИ-2 был интубирован и переведен на ИВЛ, изменение уровня доли кислорода во вдыхаемом воздухе (*англ.* fraction of inspired oxygen, FiO_2) между двумя исследованиями носило тенденцию к снижению, однако статистически значимым не оказалось. По всем исследуемым проекциям (передним, боковым и задним) как с правой, так и левой сторон легких зафиксировано статистически значимое уменьшение балльной оценки по шкале LUS в УЗИ-2, как и суммарного балла по шкале LUS. Кроме того, выявлено уменьшение частоты обнаружения УЗ-паттерна ДТЛ в УЗИ-2 как в целом, так и при анализе его наличия с обеих сторон грудной клетки и в проекциях по отдельности. Эти изменения были статистически значимыми. Во всех случаях при сохранении паттерна ДТЛ при УЗИ-2 наблюдалась его инверсия при смене положения тела. Важно отметить, что паттерн консолидации легких не выявлен ни в одном из исследований. В процессе исследования нежелательные явления не зарегистрированы.

Таблица 1

Сравнительный анализ клинических и УЗ-характеристик
при последовательных обследованиях УЗИ-1 и УЗИ-2 ($n = 30$)

Показатель	УЗИ-1	УЗИ-2	p
Метод терапии*:			
СРАР	29/30 (96,7)	28/30 (93,3)	1,000
ИВЛ	1/30 (3,3)	2/30 (6,7)	1,000
FiO_2 , %†	21,0 [21,0; 28,8], $24,3 \pm 4,8$ (21–40)	21,0 [21,0; 24,0], $22,9 \pm 3,4$ (21–30)	0,093
LUS, баллы‡:			
УЗИ правая передняя	0,0 [0,0; 1,0], $0,5 \pm 0,6$ (0–2)	1,0 [1,0; 1,0], $1,1 \pm 0,4$ (0–2)	<0,001
УЗИ левая передняя	0,0 [0,0; 1,0], $0,5 \pm 0,7$ (0–2)	1,0 [1,0; 1,0], $1,0 \pm 0,4$ (0–2)	<0,001
УЗИ правая боковая	1,0 [1,0; 2,0], $1,3 \pm 0,6$ (0–2)	1,0 [0,0; 1,0], $0,6 \pm 0,7$ (0–2)	<0,001
УЗИ левая боковая	1,0 [1,0; 2,0], $1,2 \pm 0,7$ (0–2)	1,0 [0,0; 1,0], $0,6 \pm 0,6$ (0–2)	0,001
УЗИ правая задняя	2,0 [1,0; 2,0], $1,7 \pm 0,5$ (1–2)	0,0 [0,0; 0,8], $0,3 \pm 0,5$ (0–2)	<0,001
УЗИ левая задняя	2,0 [1,0; 2,0], $1,6 \pm 0,6$ (0–2)	0,0 [0,0; 0,0], $0,2 \pm 0,4$ (0–1)	<0,001
УЗИ сумма	6,0 [5,0; 9,0], $6,7 \pm 2,6$ (2–11)	3,0 [3,0; 4,0], $3,9 \pm 2,3$ (1–11)	<0,001
ДТЛ*:			
наличие	30/30 (100,0)	23/30 (76,7)	0,016
с 2 сторон	27/30 (90)	11/30 (36,6)	<0,001
справа	29/30 (96,7)	17/30 (56,7)	0,002
слева	28/30 (93,3)	18/30 (60,0)	0,006

Примечание: данные представлены в виде * абс./общ. (отн.), † Me [Q_1 ; Q_3], $M \pm SD$ (min–max).

Обсуждение

В ходе сравнительного анализа двух последовательных УЗИ легких у новорожденных с ТТН зафиксировано достоверное уменьшение выраженности УЗ-признаков легочных изменений по всем исследуемым зонам. Отмечено снижение суммарной балльной оценки по шкале LUS и сокращение частоты регистрации паттерна ДТЛ в динамике, что может отражать снижение объема фетальной жидкости в альвеолах и улучшение их аэрации.

Полученные в ходе настоящего исследования результаты подтверждают высокую информативность УЗИ легких при диагностике и мониторинге течения ТТН. Особое значение имеет использование паттерна ДТЛ как специфического УЗ-маркера ТТН.

Согласно данным литературы, ТТН остается наиболее распространенной причиной ДН у новорожденных [2, 7, 9]. При этом, несмотря на самоограничивающий характер заболевания, своевременная дифференциальная диагностика ТТН от других нозологий, таких как респираторный дистресс-синдром или врожденная пневмония, имеет важнейшее значение для выбора адекватной тактики ведения пациента. Так, в одном из наших прошлых исследований показана высокая эффективность УЗИ легких в дифференциальной диагностике ТТН и врожденной пневмонии [19]. В то же время такой УЗ-паттерн, как консолидация легких, характерен в первую очередь для пневмонии, но не для ТТН [14, 20].

Для оценки состояния легочной ткани при ТТН все шире применяется шкала LUS. В исследовании Ч.С. Ли (англ. Ch.-S. Li et al.; 2021) продемонстрировано, что у новорожденных с ТТН динамика баллов по шкале LUS характеризуется пиком на 1-е сутки с последующим снижением показателей на 2-е сутки и дальнейшим восстановлением [21]. При этом установлена умеренная корреляция между суммой баллов LUS и тяжестью клинической картины ДН. Наши результаты подтверждают эти данные: в ходе динамического мониторинга с помощью УЗИ отмечена четкая регрессия УЗ-признаков ТТН при смене положения ребенка и в процессе восстановления дыхательной функции, характеризовавшейся тенденцией к снижению FiO_2 .

Для ТТН характерны следующие УЗ-признаки [12, 13, 22]: утолщение или нечеткость плевральной линии; частичное или полное исчезновение А-линий; появление ≥ 3 В-линий — вертикальных артефактов, синхронных с дыхательными движениями.

Наиболее специфичным УЗ-паттерном ТТН считается наличие ДТЛ — феномена, при котором в одном межреберье визуализируются две зоны с различной эхоструктурой, характеризующие неоднородность распределения жидкости в легочной ткани [15]. В ряде исследований оценена диагностическая эффективность этого паттерна для верификации ТТН. Итоги обобщены в табл. 2:

Таблица 2

Чувствительность и специфичность паттерна ДТЛ в диагностике ТТН по данным различных исследований

Исследование	Чувствительность (95 % ДИ)	Специфичность (95 % ДИ)
Р. Копетти, Л. Каттаросси (англ. R. Copetti, L. Cattarossi; 2007) ($n = 137$) [15]	1,00 (0,89–1,00)	1,00 (0,97–1,00)
Дз. Лю и др. (англ. J. Liu et al.; 2014) ($n = 120$) [13]	0,77 (0,64–0,87)	1,00 (0,94–1,00)
М. Верджине и др. (англ. M. Vergine et al.; 2014) ($n = 59$) [16]	0,96 (0,78–1,00)	0,94 (0,81–0,99)
Дз. Лю и др. (англ. J. Liu et al.; 2016) ($n = 1\,358$) [12]	0,46 (0,38–0,52)	0,95 (0,94–0,97)
Х. Рачури и др. (англ. H. Rachuri et al.; 2017) ($n = 94$) [23]	1,00 (0,94–1,00)	1,00 (0,89–1,00)
М. Ибрагим и др. (англ. M. Ibrahim et al.; 2018) ($n = 65$) [22]	0,69 (0,54–0,81)	1,00 (0,80–1,00)
С. Гримальди и др. (англ. C. Grimaldi et al.; 2019) ($n = 52$) [24]	1,00 (0,85–1,00)	1,00 (0,40–1,00)

Примечание: 95 % ДИ — 95 % доверительный интервал.

По данным метаанализа Л. Хэ и др. (англ. L. He et al.; 2021), совокупная чувствительность и специфичность паттерна ДТЛ для диагностики ТТН составила 67 % (95 % ДИ — 63–71 %) и 97 % (95 % ДИ — 95–98 %) соответственно, что подтверждает высокую надежность паттерна ДТЛ в исключении других нозологий при его наличии [25].

В нашем исследовании также показано, что положение ребенка оказывает влияние на выраженность УЗ-признаков ТТН. В положении на спине патологические изменения преобладают в задних отделах, в то время как на животе наблюдается инверсия картины с увеличением выраженности изменений в переднебоковых зонах. Этот феномен объясняется гравитационным перераспределением остаточной жидкости, что согласуется с современными патофизиологическими концепциями развития ТТН [3, 4]. Можно сделать вывод, что отделы легких, находящиеся сверху относительно горизонтальной плоскости в положении ребенка лежа, лучше аэрируются, а в нижних отделах происходит задержка фетальной жидкости. При смене положения тела эти зоны соответственно перераспределяются в легких ребенка.

Практическое значение полученных данных заключается в следующем:

- динамическое УЗИ легких, включая оценку паттерна ДТЛ, является ценным инструментом диагностики, мониторинга и прогнозирования течения ТТН;
- УЗИ позволяет рано дифференцировать ТТН от респираторного дистресс-синдрома и пневмонии, минимизируя неоправданное применение сурфактанта или антибиотиков;
- выявленная зависимость УЗ-признаков от положения пациента подчеркивает необходимость проведения симметричного УЗ-обследования обоих гемитораксов в различных положениях для повышения диагностической точности;
- изменение положения тела ребенка может способствовать ускорению аэрации различных отделов легких, реабсорбции фетальной жидкости, что, в свою очередь, приведет к регрессу ДН.

Таким образом, внедрение динамического УЗИ легких с обязательной оценкой паттерна ДТЛ и шкалы LUS в клиническую практику ведения новорожденных с ТТН позволяет не только повысить точность диагностики, но и оптимизировать тактику курации пациентов в первые часы жизни.

Настоящее исследование обладает рядом ограничений, которые необходимо учитывать при интерпретации полученных результатов.

Во-первых, исследование проводилось в рамках одного клинического центра, что потенциально ограничивает внешнюю обобщаемость результатов на более широкую популяцию новорожденных с учетом возможных различий в протоколах ведения пациентов, оборудовании и подготовке персонала в других учреждениях.

Во-вторых, выборка исследования небольшая по объему ($n = 30$), что может снижать статистическую мощность анализа и увеличивать вероятность случайных эффектов. Хотя выявленные различия достигли статистической значимости, более крупные многоцентровые исследования необходимы для подтверждения полученных выводов.

Третьим важным фактором является дизайн исследования — все УЗИ проводились одним оператором, что, с одной стороны, обеспечивает стандартизацию методики, но, с другой — не позволяет оценить межоператорную вариабельность и воспроизводимость полученных данных. Эти аспекты требуют дальнейшего изучения, особенно в контексте внедрения методики в повседневную клиническую практику.

Также необходимо учитывать, что в исследование были включены пациенты, получавшие респираторную поддержку (СРАР или ИВЛ) с момента рождения. Эти вмешательства могут влиять на процесс резорбции фетальной жидкости и УЗ-картину легких, что является дополнительным фактором потенциальной систематической ошибки.

Кроме того, при интерпретации динамики паттерна ДТЛ необходимо учитывать влияние положения тела ребенка, что, с одной стороны, является предметом настоящего исследования, но, с другой — требует строгого стандартизированного протокола проведения УЗИ, особенно при планировании многоцентровых работ.

Наконец, исследование проводилось в остром периоде ТТН (в течение первых суток), что ограничивает возможность оценки долгосрочной динамики УЗ-изменений и их прогностического значения.

С учетом вышеуказанных факторов дальнейшие исследования должны быть направлены:

- на проведение многоцентровых исследований с включением большего числа пациентов;
- включение оценки межоператорной вариабельности;
- стандартизацию протоколов УЗИ при ТТН с учетом положения пациента;
- исследование динамики УЗ-признаков при более длительном промежутке наблюдения, чем в настоящей работе.

Заключение

По данным литературы, УЗ-диагностика легких, включая использование шкалы LUS и паттерна ДТЛ, демонстрирует высокую специфичность и применимость для дифференциальной диагностики ТТН, однако вопросы влияния положения пациента и динамики УЗ-признаков остаются недостаточно изученными. В настоящем исследовании показано, что смена положения тела новорожденного приводит к выраженной инверсии УЗ-картины и снижению частоты выявления паттерна ДТЛ, что отражает гравитационное перераспределение остаточной фетальной жидкости. Полученные результаты подтверждают важность симметричного многозонального обследования и демонстрируют перспективность динамического УЗИ для мониторинга течения ТТН. Внедрение стандартизированных протоколов УЗИ с учетом положения пациента может повысить точность диагностики и оптимизировать тактику ведения новорожденных с ТТН.

Список литературы | References

1. Stewart DL, Barfield WD; Committee on Fetus and Newborn. Updates on an at-risk population: Late-preterm and early-term infants. *Pediatrics*. 2019;144(5):e20192760. DOI: <https://doi.org/10.1542/peds.2019-2760>.
2. Kumar A, Bhat BV. Epidemiology of respiratory distress of newborns. *The Indian Journal of Pediatrics*. 1996;63(1):93–98. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02823875>.
3. Hooper SB, Te Pas AB, Kitchen MJ. Respiratory transition in the newborn: A three-phase process. *Archives of Disease in Childhood. Fetal and Neonatal Edition*. 2016;101(3):F266–F271. DOI: <https://doi.org/10.1136/archdischild-2013-305704>.
4. Olver RE, Strang LB. Ion fluxes across the pulmonary epithelium and the secretion of lung liquid in the foetal lamb. *The Journal of Physiology*. 1974;241(2):327–357. DOI: <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1974.sp010659>.
5. Raju TN, Higgins RD, Stark AR, Leveno KJ. Optimizing care and outcome for late-preterm (near-term) infants: A summary of the workshop sponsored by the National Institute of Child Health and Human Development. *Pediatrics*. 2006;118(3):1207–1214. DOI: <https://doi.org/10.1542/peds.2006-0018>.
6. Kasap B, Duman N, Ozer E, Tatli M, Kumral A, Ozkan H. Transient tachypnea of the newborn: Predictive factor for prolonged tachypnea. *Pediatrics International*. 2008;50(1):81–84. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1442-200X.2007.02535.x>.

7. Shestak EV, Kovtun OP, Ksenofontova OL, Dodrov DS. Efficacy and safety of standardized protocol of CPAP therapy for full-term newborns in delivery room at transient tachypnea: Clinical trial with historical control. *Current Pediatrics*. 2022;21(4):282–292. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15690/vsp.v21i4.2445>.
8. Shestak EV, Kovtun OP, Mylarshikova EA, Nechaeva YuI. Efficacy and safety of a standardized CPAP protocol in the delivery room in late preterm infants with infectious and non-infectious lung diseases. *General Reanimatology*. 2024;20(5):44–54. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2024-5-44-54>.
9. Shestak EV, Kovtun OP, Mylarshchikova EA, Nechaeva II. Retrospective analysis of diseases in a cohort of late preterm infants. *Ural Medical Journal*. 2024;23(6):7–17. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.52420/umj.23.6.7>.
10. Sharma D, Farahbakhsh N. Role of chest ultrasound in neonatal lung disease: A review of current evidences. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal*. 2019;32(2):310–316. DOI: <https://doi.org/10.1080/14767058.2017.1376317>.
11. Gao YQ, Qiu RX, Liu J, Zhang L, Ren XL, Qin SJ. Lung ultrasound completely replaced chest X-ray for diagnosing neonatal lung diseases: A 3-year clinical practice report from a neonatal intensive care unit in China. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*. 2022;35(18):3565–3572. DOI: <https://doi.org/10.1080/14767058.2020.1830369>.
12. Liu J, Chen XX, Li XW, Chen SW, Wang Y, Fu W. Lung ultrasonography to diagnose transient tachypnea of the newborn. *Chest*. 2016;149(5):1269–1275. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2015.12.024>.
13. Liu J, Wang Y, Fu W, Yang CS, Huang JJ. Diagnosis of neonatal transient tachypnea and its differentiation from respiratory distress syndrome using lung ultrasound. *Medicine*. 2014;93(27):e197. DOI: <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000000197>.
14. Ismail R, El Raggal NM, Hegazy LA, Sakr HM, Eldaifrawy OA, Farid YA. Lung ultrasound role in diagnosis of neonatal respiratory disorders: A prospective cross-sectional study. *Children*. 2023;10(1):173. DOI: <https://doi.org/10.3390/children10010173>.
15. Copetti R, Cattarossi L. The ‘double lung point’: An ultrasound sign diagnostic of transient tachypnea of the newborn. *Neonatology*. 2007;91(3):203–209. DOI: <https://doi.org/10.1159/000097454>.
16. Vergine M, Copetti R, Brusa G, Cattarossi L. Lung ultrasound accuracy in respiratory distress syndrome and transient tachypnea of the newborn. *Neonatology*. 2014;106(2):87–93. DOI: <https://doi.org/10.1159/000358227>.
17. Singh Y, Dauengauer-Kirliene S, Yousef N. Setting the standards: Neonatal lung ultrasound in clinical practice. *Diagnostics*. 2024;14(13):1413. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics14131413>.
18. Brat R, Yousef N, Klifa R, Reynaud S, Shankar Aguilera S, De Luca D. Lung ultrasonography score to evaluate oxygenation and surfactant need in neonates treated with continuous positive airway pressure. *JAMA Pediatrics*. 2015;169(8):e151797. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2015.1797>.
19. Shestak EV, Kovtun OP, Starkov VYu. The assessment of the effectiveness of ultrasound and near-infrared spectroscopy of the lungs for the differential diagnosis of transient tachypnea of newborns and congenital pneumonia in children over 35⁰ weeks of gestation. The prospective study. *Russian Pediatric Journal*. 2024; 5(4):182–191. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15690/rpj.v5i4.2844>.
20. Liu J, Liu F, Liu Y, Wang HW, Feng ZC. Lung ultrasonography for the diagnosis of severe neonatal pneumonia. *Chest*. 2014;146(2):383–388. DOI: <https://doi.org/10.1378/chest.13-2852>.
21. Li CS, Chu SM, Lien R, Mok TY, Hsu KH, Lai SH. Prospective investigation of serial ultrasound for transient tachypnea of the newborn. *Pediatrics and Neonatology*. 2021;62(1):64–69. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2020.09.002>.
22. Ibrahim M, Omran A, AbdAllah NB, Ibrahim M, El-Sharkawy S. Lung ultrasound in early diagnosis of neonatal transient tachypnea and its differentiation from other causes of neonatal respiratory distress. *Journal of Neonatal-Perinatal Medicine*. 2018;11(3):281–287. DOI: <https://doi.org/10.3233/NPM-181796>.
23. Rachuri H, Oleti TP, Murki S, Subramanian S, Nethagani J. Diagnostic performance of point of care ultrasonography in identifying the etiology of respiratory distress in neonates. *Indian Journal of Pediatrics*. 2017;84(4):267–270. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12098-016-2288-7>.
24. Grimaldi C, Michel F, Brévaut-Malaty V, Hassid S, Nicaise C, Puech B, et al. Thoracic ultrasound accuracy for the investigation of initial neonatal respiratory distress. *Archives de Pédiatrie*. 2019;26(8):459–465. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arcped.2019.09.009>.
25. He L, Sun Y, Sheng W, Yao Q. Diagnostic performance of lung ultrasound for transient tachypnea of the newborn: A meta-analysis. *PLoS One*. 2021;16(3):e0248827. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248827>.

Информация об авторах

Евгений Вячеславович Шестак[✉] — кандидат медицинских наук, заведующий отделением реанимации и интенсивной терапии новорожденных, анестезиолог-реаниматолог, Екатеринбургский клинический

перинатальный центр, Екатеринбург, Россия; заведующий лабораторией промышленного дизайна и реинжиниринга медицинского оборудования, центральная научно-исследовательская лаборатория, институт фундаментальной медицины, доцент кафедры госпитальной педиатрии, институт педиатрии и репродуктивной медицины, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: shestakev@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3445-2956>

Ольга Петровна Ковтун — доктор медицинских наук, профессор, академик Российской академии наук, директор института фундаментальной медицины, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: kovtun@usma.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5250-7351>

Вадим Юрьевич Старков — анестезиолог-реаниматолог отделения реанимации и интенсивной терапии новорожденных, Екатеринбургский клинический перинатальный центр, Екатеринбург, Россия; младший научный сотрудник лаборатории промышленного дизайна и реинжиниринга медицинского оборудования, центральная научно-исследовательская лаборатория, институт фундаментальной медицины, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: v.u.starkov@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0113-0766>

Information about the authors

Evgenii V. Shestak[✉] — Candidate of Sciences (Medicine), Head of the Neonatal Intensive Care Unit, Anesthesiologist-Resuscitator, Ekaterinburg Clinical Perinatal Center, Ekaterinburg, Russia; Head of the Laboratory of Industrial Design and Reengineering of Medical Equipment, Central Research Laboratory, Institute of Fundamental Medicine, Associate Professor of the Department of Hospital Pediatrics, Institute of Pediatrics and Reproductive Medicine, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: shestakev@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3445-2956>

Olga P. Kovtun — Doctor of Sciences (Medicine), Professor, Full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Director of the Institute of Fundamental Medicine, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: kovtun@usma.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5250-7351>

Vadim Yu. Starkov — Anesthesiologist-Resuscitator of the Neonatal Intensive Care Unit, Ekaterinburg Clinical Perinatal Center, Ekaterinburg, Russia; Junior Researcher of the Laboratory of Industrial Design and Reengineering of Medical Equipment, Central Research Laboratory, Institute of Fundamental Medicine, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: v.u.starkov@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0113-0766>

Рукопись получена: 27 августа 2025. Одобрена после рецензирования: 22 сентября 2025. Принята к публикации: 26 сентября 2025.

Received: 27 August 2025. Revised: 22 September 2025. Accepted: 26 September 2025.