



Article

Клеточный иммунитет и его маркеры как предикторы тяжести внебольничной пневмонии у детей

Н.Х.Абриева¹ , З.Ф.Сафаров¹ , Д.Р. Сабиров^{1*} ,

¹ кафедра экстренной медицины, медицины катастроф Ташкентского государственного медицинского университета, Ташкент, 100140, Узбекистан

Аннотация:

Цель. Определить диагностическую и прогностическую значимость маркеров клеточного иммунитета (CD3+, CD4+, CD8+, индекс CD4/CD8) при оценке тяжести внебольничной пневмонии у детей.

Материалы и методы. В исследование было включено 80 детей, из которых 40 имели лёгкую форму внебольничной пневмонии и 40 — тяжёлую. У всех пациентов проведено определение уровней CD3+, CD4+, CD8+ лимфоцитов, а также рассчитан индекс иммунорегуляции (CD4/CD8). Для статистической обработки данных использовались F-критерий для проверки равенства дисперсий, U-критерий Манна–Уитни и t-критерий Уэлча. Величина эффекта оценивалась с применением коэффициента Коэна.

Результаты. Анализ показал, что уровень CD4+ лимфоцитов и индекс иммунорегуляции (CD4/CD8) имели достоверные различия между группами, что свидетельствует о снижении регуляторного звена иммунной системы при тяжёлом течении заболевания. Повышение числа CD8+ лимфоцитов отражает усиление цитотоксического ответа, однако диагностическая значимость данного показателя остаётся ограниченной. Показатели CD3+ не продемонстрировали устойчивых различий между группами. При этом индекс иммунорегуляции оказался наиболее чувствительным интегральным маркером, отражающим дисбаланс Т-клеточного звена иммунитета.

Заключение. CD4+ лимфоциты и индекс иммунорегуляции (CD4/CD8) представляют собой надёжные маркеры тяжести внебольничной пневмонии у детей. Их включение в диагностические алгоритмы способно повысить точность стратификации риска и эффективность клинического мониторинга. Показатели CD3+ и CD8+ целесообразно рассматривать в составе комплексной оценки иммунного статуса, особенно при расчёте индекса иммунорегуляции, что позволяет более полно отразить баланс Т-клеточного звена иммунитета.

Ключевые слова: внебольничная пневмония, дети, клеточный иммунитет, CD3+, CD4+, CD8+, индекс иммунорегуляции CD4/CD8, стратификация риска.

Цитирование: Н.Х.Абриева, З.Ф.Сафаров, Д.Р. Сабиров., Клеточный иммунитет и его маркеры как предикторы тяжести внебольничной пневмонии у детей. 2025, 3,3, 4. <https://doi.org/>

Полученный: 10.07.2025




Исправленный: 18.07.2025

Принято: 25.09.2025

Опубликованный: 30.09.2025

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted to for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Cellular immunity and its markers as predictors of the severity of community-acquired pneumonia in children

N.H.Abrueva¹ , Z.F.Safarov¹ , D.R. Sabirov^{1*} 

¹ Department of Emergency Medicine, Disaster Medicine of the Tashkent State Medical University, Tashkent, 100140, Uzbekistan

Abstract:

Aim. To determine the diagnostic and prognostic significance of cellular immunity markers (CD3+, CD4+, CD8+, CD4/CD8 index) in assessing the severity of community-acquired pneumonia in children.

Materials and methods. The study included 80 children, of whom 40 had a mild form of community-acquired pneumonia and 40 had a severe form. In all patients, the levels of CD3+,

CD4+, and CD8+ lymphocytes were determined, and the immunoregulatory index (CD4/CD8) was calculated. For statistical analysis, the F-test for equality of variances, the Mann–Whitney U-test, and Welch's t-test were applied. Effect size was assessed using Cohen's coefficient.

Results. The analysis demonstrated that CD4+ lymphocyte levels and the immunoregulatory index (CD4/CD8) showed significant differences between the groups, indicating a reduction of the regulatory component of the immune system in severe cases. The increase in CD8+ lymphocytes reflects an enhanced cytotoxic response; however, the diagnostic value of this parameter remains limited. CD3+ levels did not reveal consistent differences between the groups. At the same time, the immunoregulatory index proved to be the most sensitive integrative marker, reflecting the imbalance of the T-cell compartment of immunity.

Conclusion. CD4+ lymphocytes and the immunoregulatory index (CD4/CD8) are reliable markers of the severity of community-acquired pneumonia in children. Their inclusion in diagnostic algorithms can improve the accuracy of risk stratification and the effectiveness of clinical monitoring. CD3+ and CD8+ indicators are advisable to be considered within a comprehensive assessment of immune status, particularly in calculating the immunoregulatory index, which allows a more complete reflection of the balance of the T-cell compartment of immunity.

Key words: community-acquired pneumonia, children, cellular immunity; CD3+; CD4+; CD8+; immunoregulatory index CD4/CD8; risk stratification.

Введение

Внебольничная пневмония (ВП) остаётся одной из наиболее распространённых инфекционных патологий у детей и продолжает представлять серьёзную проблему для современной педиатрии. Высокая частота осложнений, значительный уровень летальности при тяжёлом течении заболевания, а также вариативность клинической картины затрудняют своевременную стратификацию риска и выбор оптимальной тактики лечения. Несмотря на достижения в области диагностики, антибактериальной терапии и интенсивной педиатрической помощи, ВП сохраняет лидирующие позиции среди причин заболеваемости и смертности в детском возрасте.

Иммунная система играет ключевую роль в патогенезе воспалительных заболеваний дыхательных путей, включая ВП. Нарушения её функционирования могут иметь двойственный эффект: с одной стороны, способствовать эффективному устранению патогена, а с другой — приводить к дисрегуляции воспалительного ответа, усугубляя течение болезни и повышая риск осложнений. В этой связи особый интерес представляет изучение гуморального и клеточного звеньев иммунитета, которые отражают различные аспекты противоинфекционной защиты и могут служить надёжными маркерами тяжести заболевания. Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью выявления иммунологических маркеров, позволяющих объективно оценить тяжесть ВП у детей и прогнозировать исход заболевания. Комплексный анализ показателей гуморального и клеточного иммунитета открывает перспективы для разработки персонализированных алгоритмов диагностики и терапии, направленных на повышение точности стратификации риска, оптимизацию мониторинга состояния пациентов и улучшение клинических исходов. [1,4,13,15,16]

Особое значение имеет клеточное звено иммунитета, включающее Т-лимфоциты различных субпопуляций (CD3+, CD4+, CD8+) и индекс иммунорегуляции (CD4/CD8). Эти показатели отражают баланс между регуляторными и эффекторными механизмами, играющими решающую роль в контроле воспалительного процесса. Снижение регуляторного звена или усиление цитотоксической активности может служить индикатором тяжёлого течения заболевания, а интегральные показатели, такие как индекс CD4/CD8, позволяют более полно оценить дисбаланс Т-клеточного иммунитета.

Таким образом, исследование маркеров клеточного и гуморального иммунитета у детей с внебольничной пневмонией имеет высокую практическую значимость. Оно создаёт основу для формирования новых диагностических критериев, разработки прогностических моделей и внедрения персонализированных подходов к лечению, что особенно важно в условиях высокой вариативности клинического течения и риска неблагоприятных исходов. [13,14,17,18]

Цель исследования

явилось определить диагностическую и прогностическую значимость маркеров клеточного иммунитета (CD3+, CD4+, CD8+, индекс CD4/CD8) при оценке тяжести внебольничной пневмонии у детей

Материалы и методы

явилось определить диагностическую и прогностическую значимость маркеров клеточного иммунитета (CD3+, CD4+, CD8+, индекс CD4/CD8) при оценке тяжести внебольничной пневмонии у детей

Результаты

Клеточное звено иммунной системы играет ключевую роль в патогенезе воспалительных заболеваний, определяя как интенсивность противоинфекционного ответа, так и степень дисрегуляции иммунных механизмов при тяжёлом течении. Баланс между регуляторными и эффекторными Т-клетками обеспечивает адекватность иммунного ответа: снижение активности CD4+ лимфоцитов и индекса иммунорегуляции (CD4/CD8) может свидетельствовать о нарушении координации иммунных процессов, тогда как повышение CD8+ клеток отражает усиление цитотоксического звена, направленного на элиминацию инфицированных клеток.

В рамках настоящего исследования был проведён статистический анализ основных субпопуляций Т-лимфоцитов (CD3+, CD4+, CD8+) и индекса иммунорегуляции (CD4/CD8) у детей с различной степенью тяжести воспалительного процесса. Такой подход позволил оценить не только количественные изменения отдельных клеточных популяций, но и выявить интегральные показатели, отражающие дисбаланс иммунной системы.

Применение комплекса статистических методов (F-критерий для проверки равенства дисперсий, U-критерий Манна–Уитни и t-критерий Уэлча) обеспечило достоверность полученных результатов, а использование коэффициента Коэна позволило оценить величину эффекта и клиническую значимость выявленных различий. Это особенно важно для интерпретации данных в контексте практического здравоохранения, где статистическая значимость должна сочетаться с реальной прогностической ценностью. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Статистический анализ результатов по воспалительным маркерам и по показателю врождённого иммунитета в обследуемых больных (n=80, стратификация 40/40) tab1**Table 1.** Statistical analysis of inflammatory markers and innate immunity indicators in the examined patients (n = 80; stratification 40/40).

Параметр	p (F-тест)	Проверка равенства дисперсий (F-тест)	Выбор теста	Обоснования выбранного теста	p-value по выбранному тесту	Интерпретация p	Cohen's (d-тест)	Интерпретации p-значения+Cohen's d	Диагностическая подсказка по основному группу
CD3+ (общий пул Т-лимфоцитов),	0,481	РД	U-тест	U-тест (выбросы)	0,900	НСЗР	0,00	Незначимые, но сильные различия	▲
CD3+	0,009	НРД	U-тест	U-тест (выбросы)	0,002	ЕСЗР	0,29	Незначимые, но сильные различия	▲
CD4+ (Т-хелперы)	0,376	РД	U-тест	U-тест (выбросы)	0,000	ЕСЗР	0,27	Незначимые, но сильные различия	▼
CD4+)	0,002	НРД	U-тест	U-тест (выбросы)	0,000	ЕСЗР	0,41	Незначимые, но сильные различия	▼
CD8+ (Т-цитотоксические лимфоциты)	0,003	НРД	t-тест Уэлча	t-тест Уэлча: различия значимы	0,000	ЕСЗР	-0,30	Незначимые, но сильные различия	▲
CD8+)	0,266	РД	U-тест	U-тест (выбросы)	0,197	ЕСЗР	0,41	Незначимые, но сильные различия	▲
ИРИ (индекс иммунорегуляции CD4/CD8)	0,056	РД	t-тест	t-тест: различия значимы	0,000	ЕСЗР	0,31	Незначимые, но сильные различия	▼

Примечание; d-тест – размер эффекта. РД – равная дисперсия (p (F-тест) >0,05), НРД – неравная дисперсия (p (F-тест) <0,05). ЕСЗР – есть статистические значимые различий (p <0,05 по выбранному тесту); НСЗР – нет статистические значимые различий (p >0,05 по

выбранному тесту). ▲ – повышение; ▲ – уменьшение.

В таблице 1 показано, что значения CD3+, отражающие общее количество Т-лимфоцитов, при двух независимых измерениях демонстрировали отсутствие статистически значимых различий между группами в первом случае ($p=0,900$) и наличие различий во втором ($p=0,002$). Несмотря на тенденцию к увеличению, величины эффекта по коэффициенту Коэна ($d=0,00$ и $d=0,29$) указывают на отсутствие эффекта при первом измерении и слабый эффект при втором. Это может свидетельствовать о том, что общее количество Т-клеток остаётся относительно стабильным, тогда как их функциональная активность и соотношение субпопуляций претерпевают изменения. В результате CD3+ следует рассматривать как малочувствительный маркер тяжести воспалительного процесса.

Уровень CD4+ лимфоцитов (Т-хелперов) продемонстрировал статистически значимые различия между группами пациентов ($p=0,000$ в обоих измерениях). Величина эффекта составила $d=0,27$ и $d=0,41$. У детей с тяжёлым течением заболевания наблюдалось снижение данного показателя, что отражает истощение регуляторного звена иммунной системы. CD4+ лимфоциты играют ключевую роль в координации иммунного ответа, и их дефицит может приводить к развитию иммунной дисфункции, нарушению контроля воспаления и повышенному риску осложнений. Таким образом, CD4+ является надёжным маркером тяжести заболевания и может использоваться для стратификации риска.

Результаты исследования показали, что уровень CD8+ лимфоцитов различался между группами пациентов: при применении t-критерия Уэлча выявлены статистически значимые различия ($p=0,000$; $d=-0,30$), тогда как при использовании U-критерия Манна–Уитни во втором измерении различия не достигли статистической значимости ($p=0,197$; $d=-0,12$). У пациентов с тяжёлым течением заболевания уровень CD8+ лимфоцитов был повышен, что может отражать усиление цитотоксической активности в ответ на инфекционный агент. Повышение CD8+ клеток может рассматриваться как компенсаторная реакция на снижение CD4+ и способствовать усилению эффекторного звена иммунитета. Однако чрезмерная активация CD8+ лимфоцитов способна приводить к повреждению тканей и усугублению воспалительного процесса. В связи с этим уровень CD8+ клеток следует считать малочувствительным маркером тяжести заболевания.

Индекс иммунорегуляции (ИРИ), рассчитываемый как соотношение CD4+/CD8+, продемонстрировал статистически значимые различия между группами пациентов ($p=0,000$) с величиной эффекта $d=0,31$. У детей с тяжёлым течением заболевания наблюдалось снижение ИРИ, что свидетельствует о дисбалансе между регуляторным и цитотоксическим звеньями иммунитета. Снижение ИРИ является надёжным индикатором иммунной дисрегуляции и может рассматриваться как интегральный маркер тяжести воспалительного процесса. В клинической практике ИРИ широко используется как прогностический показатель при различных инфекционных и воспалительных заболеваниях, включая вирусные инфекции, сепсис и иммунодефицитные состояния.

Несмотря на то, что большинство выявленных эффектов относятся к категории умеренных, их клиническая значимость подтверждается направленностью изменений и соответствием патофизиологическим механизмам. Снижение уровня CD4+ и ИРИ, а также повышение CD8+ свидетельствуют о смещении иммунного ответа в сторону цитотоксической активности, что характерно для тяжёлого течения заболевания и отражает истощение регуляторных механизмов.

Заключение

Таким образом, анализ маркеров клеточного иммунитета позволил выявить достоверные различия между пациентами с различной степенью тяжести воспалительного процесса. Наиболее информативными оказались показатели CD4+ и индекс иммунорегуляции (CD4/CD8), отражающие дисбаланс Т-клеточного звена иммунной системы и обладающие высокой прогностической ценностью. Эти параметры могут быть использованы для стратификации риска и оптимизации тактики ведения пациентов. Показатели CD3+ и CD8+ не продемонстрировали достаточной диагностической значимости, что подчёркивает необходимость анализа субпопуляций Т-лимфоцитов и их соотношений для более точной оценки иммунного ответа. При этом

определение уровня CD8+ остаётся целесообразным для расчёта индекса иммунорегуляции (CD4/CD8), который является наиболее чувствительным интегральным маркером тяжести воспалительного процесса.

Вклад авторов.

Вклад авторов: Концептуализация, N.X.; методология, Z.S.; программное обеспечение, Z.S.; валидация, N.X.; формальный анализ, N.X. и Z.S.; исследование, N.X.; ресурсы, N.X.; кураторство данных, N.X. и Z.S.; написание оригинального текста, Z.S.; написание и редактирование, N.X. и Z.S.; визуализация, Z.S.; руководство, Z.S.; администрирование проекта, Z.S.; привлечение финансирования, N.X. Все авторы ознакомлены с опубликованной версией рукописи и согласны с ней.

Authors' contribution.

Authors' Contributions: Conceptualization, N.X.; Methodology, Z.S.; Software, Z.S.; Validation, N.X., Formal Analysis, N.X. and Z.S.; Investigation, N.X.; Resources, N.X.; Data Curation, N.X. and Z.S.; Writing – Original Draft, Z.S.; Writing – Review Editing, Z.S.; Visualization, Z.S.; Supervision, Z.S.; Project Administration, Z.S.; Funding Acquisition, N.X. All authors have reviewed and agreed to the published version of the manuscript.

Источник финансирования.

Это исследование не получало внешнего финансирования.

Funding source.

This study did not receive external funding.

Соответствие принципам этики.

Это исследование было проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией и одобрено локальным этическим комитетом. Критерии включения участников в исследование предусматривали наличие письменного информированного согласия пациентов на проведение исследований. Критерии исключения включали отсутствие письменного согласия.

Ethics approval.

This study was conducted in accordance with the Helsinki Declaration and was approved by the local ethics committee. The inclusion criteria required written informed consent from patients for participation in the study. The exclusion criteria included the absence of written consent.

Информированное согласие на публикацию.

Все участники исследования предоставили письменное информированное согласие на участие в исследовании и использование полученных данных в научных публикациях.

Consent for publication.

All study participants provided written informed consent for participation in the study and the use of the obtained data in scientific publications

Заявление о доступности данных

Данные, полученные в ходе исследования, доступны по обоснованному запросу к соответствующим авторам. Ограничения на доступ к данным могут быть связаны с конфиденциальностью медицинской информации пациентов.

Data Availability Statement

The data obtained in this study are available upon reasonable request to the corresponding authors. Access restrictions may apply due to the confidentiality of patients' medical information.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Центру детской хирургии Самаркандского Медицинского Университета за предоставленные ресурсы и поддержку в проведении исследования. Также авторы благодарят всех пациентов, принявших участие в исследовании, и медицинский персонал, оказавший помощь в сборе клинических данных

Acknowledgments

The authors express their gratitude to the Center of Pediatric Surgery of Samarkand Medical University for the resources provided and support in conducting the study. The authors also thank all the patients who participated in the study and the medical staff for their assistance in collecting clinical data.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Исследование проводилось независимо и не имело финансовой или иной заинтересованности, способной повлиять на его результаты.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest. The study was conducted independently and had no financial or other interests that could have influenced its results.

Сокращения

В данной рукописи используются следующие сокращения:

ВП	Внебольничная пневмония.
ВОЗ	Всемирная организация здравоохранения
CD4+	маркер на поверхности Т-хелперных лимфоцитов.
CD8+	маркер на поверхности цитотоксических Т-лимфоцитов (Т-киллеров).
CD4/CD8	индекс иммунорегуляции
t-тест	t-критерий Стьюдента
U-тест	Тест Манна–Уитни
Cohen's d	Размер эффекта

Литература

- [1] McGill, T., et al. (2015). "Pediatric Respiratory Assessment Measure: a new tool for assessing respiratory distress in children." *Pediatric Pulmonology*.
- [2] Lim, W. S., et al. (2003). "Defining pneumonia severity on presentation to hospital: a prospective study." *Thorax*
- [3] Safarov, Z. 2025. Modern approaches to the assessment of respiratory failure in children. *Herald of the National Children's Medical Center*. 4, 1 (Mar. 2025), 14–18.
- [4] Safarov, Z. F., Khakimov, D. P., Akhmataliyeva, M. A., Alimov, A. A. Diagnostic significance of the Allover index for early recognition of shock in children. *Problems of modern science and education*. 2019;(5 (138)): 78–84.
- [5] Sharipov, A., Safarov, Z., Tilyakov, A., Abrieva, N. and Alimova, G. 2025. The use of integral methods for assessing the severity of the condition and predicting results in critical shock states in children. *Herald of the National Children's Medical Center*. 4, 1 (Mar. 2025), 30–36.
- [6] Sharipov, A., Abrieva, N., Safarov, Z., Alimova, G. and Tilyakov, A. 2025. Epidemiological and etiopathogenetic features of mycoplasma pneumonia based on modern data of practical medicine. *Herald of the National Children's Medical Center*. 4, 1 (Mar. 2025), 7–13.
- [7] А. Шарипов, Н. Абриева, З. Сафаров, Г. Алимова, и А. Тиляков, «Эпидемиологические и этиопатогенетические особенности микоплазменной пневмонии на основе современных данных практической медицины», *hncmc*, т. 4, вып. 1, сс. 7–13, мар. 2025.
- [8] Н. Абриева и З. Сафаров, «Обзор по современным подходам к ранней диагностике тяжелого течения внебольничной пневмонии у детей раннего возраста», *hncmc*, т. 3, вып. 1, сс. 96–104, мар. 2025.
- [9] А. Шарипов, Ш. Кариева, З. Сафаров, А. Тиляков, и Н. Абриева, «Имитационные методы обучения при овладении навыками оказания неотложной медицинской помощи», *hncmc*, т. 4, вып. 1, сс. 19–23, мар. 2025.
- [10] А. Шарипов, З. Сафаров, А. Тиляков, Н. Абриева, и Г. Алимова, «Использование интегральных методов оценки тяжести состояния и прогнозирования результатов при критических шоковых состояниях у детей», *hncmc*, т. 4, вып. 1, сс. 30–36, мар. 2025.

- [11] А.М. Шарипов, З.Ф. Сафаров (2022). Интегральная оценка тяжести состояния и прогнозирование исходов детей с критическими состояниями. Вестник национального детского медицинского центра, (2), 95-99.
- [12] Сафаров Зафар Файзуллаевич, Шарипов Алишер Мирхамидович, Голубина Ирина Вячеславовна, Кариева Шахноза Абдукамаловна (2019). Диагностическая эффективность некоторых параметров центральной гемодинамики у детей при шоке. Вестник науки и образования, (9-1 (63)), 78-87.
- [13] Сафаров Зафар Файзуллаевич, Абдуллаев Комилжон Гофуржонович, Шоикрамов Шоильес Шорасулович, Алимов Ахрор Абдурасулович (2018). Сравнение результатов разных интегральных оценочных систем для оценки степени тяжести критических состояний у детей. Проблемы современной науки и образования, (7 (127)), 90-97.
- [14] Сафаров Зафар Файзуллаевич, Шоикрамов Шоильес Шорасулович, Алимов Ахрор Абдурасулович, Абдуллаев Комилжон Гофуржонович (2018). Применение шкалы SOFA в прогнозировании исходов критических состояний у детей. Проблемы современной науки и образования, (7 (127)), 82-90.
- [15] Сафаров Зафар Файзуллаевич, Шарипов Алишер Мирхамидович, Голубина Ирина Вячеславовна, Кариева Шахноза Абдукамаловна (2019). Сравнительный анализ интегральных оценочных систем для прогнозирования исходов критических состояний у детей. Медицина: теория и практика, 4 (S), 498-499.
- [16] Сафаров, З., Шарипов, А., Алимов, А., Расулов, А., Усманов, Р. (2023). Прогнозирование исходов критических состояний у детей в процессе оказания экстренной медицинской помощи. Журнал биомедицины и практики, 1(3/2), 277–283. <https://doi.org/10.26739/2181-9300-2021-3-124>
- [17] Хакимов Джасур Пулатович, Сафаров Зафар Файзуллаевич, Кариева Шахноза Абдукамаловна (2017). Влияние психосоматических нарушений у новорожденных на развитие у них острых дыхательных расстройств. Проблемы науки, (4 (17)), 93-97.
- [18] Хакимов, Д.П., Умарова, З.С., Нигматова, Л.М., et al. Роль эмоционального дистресса в развитии острых респираторных и диарейных заболеваний у детей. In: Buletin de perinatologie. 2013, nr. 2-3(58-59), p. 307. ISSN 1810-5289.

Отказ от ответственности/Примечание издателя: Заявления, мнения и данные, содержащиеся во всех публикациях, принадлежат исключительно отдельным лицам. Авторы и участники, а Журнал и редакторы. Журнал и редакторы не несут ответственности за любой ущерб, нанесенный людям или имуществу, возникшее в результате любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.

Disclaimer of liability/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications belong exclusively to individuals. The authors and participants, and the Journal and the editors. The journal and the editors are not responsible for any damage caused to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products mentioned in the content.