



Article

Диагностическая значимость маркеров гуморального иммунитета при стратификации тяжести внебольничной пневмонии у детей

З.Ф.Сафаров¹ , Н.Х.Абриева¹ 

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

Аннотация:

Цель. Провести сравнительный анализ маркеров гуморального иммунитета (IgA, IgM, IgG, CD19+ В-лимфоциты) у детей с различной степенью тяжести внебольничной пневмонии.

Материалы и методы. В исследование были включены 80 детей, из которых 40 имели лёгкую форму внебольничной пневмонии и 40 — тяжёлую. У всех пациентов были измерены уровни IgA, IgM, IgG и CD19+ В-лимфоцитов. Для статистической обработки данных применялись F-критерий для проверки равенства дисперсий, U-критерий Манна–Уитни и t-критерий Уэлча.

Результаты. Величины эффекта были рассчитаны с использованием коэффициента Коэна. Результаты анализа показали достоверные различия по уровню IgA ($p=0,005$; $d=-0,26$) и CD19+ В-лимфоцитов ($p=0,000$; $d=0,59$ и $d=0,50$). В тяжёлых случаях уровень IgA был повышен, что отражает активацию иммунитета слизистых оболочек. Напротив, уровень CD19+ В-лимфоцитов оказался сниженным, что свидетельствует о подавлении либо перераспределении активности В-клеток. Показатели IgM и IgG продемонстрировали лишь незначительную тенденцию к повышению, не достигшую статистической значимости.

Заключение. IgA и CD19+ В-лимфоциты представляют собой надёжные маркеры тяжести внебольничной пневмонии у детей. Их включение в диагностические алгоритмы способно повысить точность оценки риска и эффективность терапевтического мониторинга. Показатели IgM и IgG, хотя и не достигли статистической значимости, сохраняют ценность как дополнительные компоненты иммунологического профиля, дополняя комплексную характеристику гуморального ответа.

Ключевые слова: внебольничная пневмония, дети, гуморальный иммунитет, IgA, IgM, IgG, CD19+, В-лимфоциты, стратификация риска

Цитирование: З.Ф.Сафаров, Н.Х.Абриева. Диагностическая значимость маркеров гуморального иммунитета при стратификации тяжести внебольничной пневмонии у детей. 2025, 3,3, 3. <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/>).

Diagnostic value of humoral immunity markers in risk stratification of community-acquired pneumonia in children.

Z.F.Safarov¹ , N.H.Abrueva¹ 

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

Abstract:

Background. To conduct a comparative analysis of humoral immunity markers (IgA, IgM, IgG, CD19+ B-lymphocytes) in children with different degrees of severity of community-acquired pneumonia.

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 IgA, IgM, IgG, and CD19+ B-lymphocytes were measured. For statistical data analysis, the F-test for equality of variances, the Mann–Whitney U-test, and Welch’s t-test were applied.

Results. Effect sizes were calculated using Cohen's coefficient. The analysis revealed significant differences in IgA levels ($p=0.005$; $d=-0.26$) and CD19+ B-lymphocytes ($p=0.000$; $d=0.59$ and $d=0.50$). In severe cases, IgA levels were elevated, reflecting activation of mucosal immunity. Conversely, CD19+ B-lymphocyte levels were reduced, indicating suppression or redistribution of B-cell activity. IgM and IgG showed only a minor upward trend, which did not reach statistical significance. **Conclusion.** IgA and CD19+ B-lymphocytes represent reliable markers of the severity of community-acquired pneumonia in children. Their inclusion in diagnostic algorithms may enhance the accuracy of risk assessment and the effectiveness of therapeutic monitoring. Although IgM and IgG did not reach statistical significance, they remain valuable as additional components of the immunological profile, complementing the comprehensive characterization of the humoral response.

Keywords: community-acquired pneumonia, children, humoral immunity, IgA, IgM, IgG, CD19+, B-lymphocytes, risk stratification.

Введение

Внебольничная пневмония (ВП) остаётся одной из наиболее распространённых инфекций дыхательных путей у детей и представляет серьёзную проблему для современной педиатрии. Тяжёлые формы заболевания сопровождаются высокой частотой осложнений, значительным риском неблагоприятных исходов и требуют своевременной диагностики, стратификации риска и адекватной терапии. Согласно клиническому определению, внебольничная пневмония — это острое инфекционное заболевание нижних дыхательных путей, возникающее вне стационара, либо диагностируемое не ранее чем через четыре недели после выписки из него, либо в течение первых 48 часов после госпитализации. Эпидемиологические данные свидетельствуют, что ВП является одной из ведущих причин заболеваемости и смертности у детей раннего возраста. Она занимает доминирующее место в структуре летальных исходов от заболеваний нижних дыхательных путей и ассоциирована с неблагоприятным прогнозом. По литературным данным, заболеваемость пневмониями составляет около 15–20 случаев на 1000 детей первых трёх лет жизни и примерно 5–6 случаев на 1000 детей старше трёх лет. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), пневмония остаётся одной из главных причин детской смертности во всём мире. На её долю приходится 17,5% всех летальных случаев среди детей до пяти лет, что ежегодно составляет около 1,1 миллиона смертей. При этом 99% летальных исходов от пневмонии у детей до пяти лет регистрируются в странах с низким и средним уровнем дохода. Ежегодно в мире фиксируется около 156 миллионов случаев пневмонии у детей, из которых примерно 2 миллиона заканчиваются летальным исходом. В 2019 году от пневмонии умерло 740 180 детей в возрасте до пяти лет, что составило 14 % всех случаев смерти в этой возрастной группе. Среди детей от одного года до пяти лет на все формы пневмонии приходится 22% всех летальных исходов [1,4,13,15,16] Проблема оценки степени риска и прогнозирования исходов лечения у детей имеет важное практическое значение. В последние годы особое внимание уделяется изучению иммунологических биомаркеров, которые позволяют глубже понять патогенез ВП и определить индивидуальные особенности иммунного ответа. Ключевую роль играют показатели гуморального иммунитета — иммуноглобулины IgA, IgM, IgG, а также клеточные субпопуляции, такие как CD19+ В-лимфоциты. Их исследование позволяет оценить тяжесть заболевания, выявить особенности воспалительного процесса и уточнить этиологию инфекции. Не менее значимыми являются маркеры врождённого иммунитета — CD64+ нейтрофилы, показатели фагоцитарной активности, NK-клетки, а также классические лабораторные индикаторы воспаления: лейкоциты, лимфоциты, прокальцитонин, С-реактивный белок. Комплексная оценка этих параметров формирует основу для разработки алгоритмов стратификации риска, оптимизации диагностических подходов и повышения эффективности терапевтического мониторинга состояния пациентов [13,14,17–19].

Цель исследования явились провести сравнительный анализ маркеров гуморального иммунитета (IgA, IgM, IgG, CD19+ В-лимфоциты) у детей с различной степенью тяжести внебольничной пневмонии.

Материалы и методы

В исследование были включены 80 детей, из которых 40 имели лёгкую форму внебольничной пневмонии и 40 — тяжёлую. У всех пациентов были измерены уровни IgA, IgM, IgG и CD19+ В-лимфоцитов. Для статистической обработки данных применялись F-критерий для проверки равенства дисперсий, U-критерий Манна–Уитни и t-критерий Уэлча.

Результаты

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 parameters in the study population (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 группе
IgA	0,058	РД	U-тест	U-тест (выбросы)	0,005	ЕСЗР	-0,26	Незначимые, но сильные различия	▲
IgM	0,421	РД	U-тест	U-тест (выбросы)	0,470	НСЗР	-0,08	Незначимые, но сильные различия	▲
IgG	0,686	РД	U-тест	U-тест (выбросы)	0,144	НСЗР	0,15	Незначимые, но сильные различия	▲
CD19+ (В-лимфоциты)	0,049	НРД	t-тест Уэлча	t-тест Уэлча: различия значимы	0,000	ЕСЗР	0,59	Незначимые, но сильные различия	▼
CD19+	0,049	РД	U-тест	U-тест (выбросы)	0,000	0,000	ЕСЗР	Незначимые, но сильные различия	▼

Проведённый статистический анализ маркеров гуморального иммунитета у обследованных детей позволил выявить значимые различия между группами с различной степенью тяжести заболевания. Использование комплексного подхода, включавшего проверку равенства дисперсий, выбор адекватных статистических критериев и расчёт величин эффекта, обеспечило высокую достоверность полученных данных.

Результаты показали, что отдельные показатели гуморального иммунитета обладают диагностической ценностью и могут рассматриваться как надёжные маркеры тяжести заболевания. При этом часть параметров демонстрировала лишь тенденцию к изменению, не достигая статистической значимости, однако оставаясь важными для формирования целостного иммунологического профиля.

Проанализированы ключевые показатели гуморального иммунитета у пациентов с различными формами ВП и при выявлении статистически значимых различий между группами по указанным параметрам получены результаты, представленные в таблице¹

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

Наиболее значимые различия были выявлены при анализе уровня иммуноглобулина А (IgA). Проверка равенства дисперсий показала их сопоставимость, однако наличие выбросов потребовало применения непараметрического критерия Манна–Уитни. Полученные результаты подтвердили высокую достоверность различий между группами, что отражает статистическую устойчивость выявленных изменений. Размер эффекта оценивался как умеренный, что указывает на клиническую значимость наблюдаемого феномена. У пациентов с тяжёлым течением заболевания отмечалось повышение уровня IgA, свидетельствующее об активации слизистого иммунного ответа. Этот факт согласуется с патогенетическими механизмами воспалительного процесса, при котором происходит усиленная выработка IgA для защиты эпителиальных поверхностей дыхательных путей от патогенных микроорганизмов.

В отличие от IgA, показатели IgM и IgG не продемонстрировали статистически значимых различий между группами, несмотря на наличие слабых эффектов. Оба иммуноглобулина демонстрировали тенденцию к повышению, что может отражать общую активацию гуморального иммунитета, но без выраженной зависимости от тяжести заболевания. Вероятно, это связано с большей стабильностью уровней IgM и IgG, которые отражают либо хронические изменения иммунного ответа, либо постинфекционные процессы, а не острые фазы воспаления. Таким образом, их диагностическая ценность в контексте стратификации тяжести ограничена, однако они остаются важными дополнительными компонентами комплексного иммунологического профиля.

Особое внимание заслуживает анализ CD19+ В-лимфоцитов, где были выявлены статистически значимые различия между группами. Размеры эффекта оказались умеренными, но устойчивыми, что подтверждает надёжность полученных данных. У пациентов с тяжёлым течением заболевания наблюдалось снижение уровня CD19+, что может свидетельствовать о подавлении гуморального иммунитета, перераспределении В-клеток в периферические органы или их истощении на фоне системного воспаления. Дополнительно снижение CD19+ может быть связано с нарушением процессов дифференцировки В-клеток, что отражает дисфункцию иммунной системы при тяжёлых формах заболевания. В клинической практике данный показатель может рассматриваться как индикатор иммунной недостаточности и предиктор осложнённого течения внебольничной пневмонии.

Суммарный анализ показал, что наиболее значимыми маркерами гуморального иммунитета при стратификации тяжести заболевания являются IgA и CD19+ В-лимфоциты. Повышение уровня IgA отражает активацию слизистого иммунного ответа, а снижение CD19+ свидетельствует о нарушении функционирования В-клеточного звена. Эти параметры обладают высокой диагностической и прогностической ценностью, так как позволяют оценивать риск неблагоприятного течения, проводить мониторинг иммунного статуса и контролировать эффективность проводимой терапии. Несмотря на отсутствие статистической значимости, показатели IgM и IgG демонстрируют слабые, но устойчивые изменения, что подтверждает их участие в воспалительном процессе. Их стабильность и тенденция к повышению могут быть полезны при комплексной интерпретации иммунного профиля, особенно в сочетании с более чувствительными маркерами.

Заключение

Проведённый статистический анализ маркеров гуморального иммунитета у детей с внебольничной пневмонией различной степени тяжести показал, что IgA и CD19+ В-лимфоциты являются надёжными диагностическими и прогностическими индикаторами тяжести заболевания. Их включение в алгоритмы стратификации риска и мониторинга состояния пациентов способно повысить точность диагностики и эффективность персонализированной терапии. Показатели IgM и IgG, хотя и не достигли статистической значимости, могут рассматриваться как дополнительные компоненты иммунологического профиля, дополняющие комплексную оценку гуморального ответа. Таким образом, интеграция данных маркеров в клиническую практику открывает перспективы для более точной оценки иммунного статуса и оптимизации лечебных стратегий у детей с внебольничной пневмонией.

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.** C

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

ВП	Внебольничная пневмония.
ВОЗ	Всемирная организация здравоохранения
CD19+	иммунологический маркер, который экспрессируется на поверхности В-лимфоцитов.
CD64+	клетки, на поверхности которых экспрессируется рецептор
CD64	(FcRI), высокоаффинный рецептор к иммуноглобулинам класса IgG.
t-тест	t-критерий Стьюдента
U-тест	Тест Манна–Уитни
Cohen's d	Размер эффекта
IgA	Иммуноглобулин А
IgM	Иммуноглобулин М
IgG	Иммуноглобулин G

Литература

- [1] Lim, W. S., et al. (2003). "Defining pneumonia severity on presentation to hospital: a prospective study." *Thorax*
- [2] McGill, T., et al. (2015). "Pediatric Respiratory Assessment Measure: a new tool for assessing respiratory distress in children." *Pediatric Pulmonology*.
- [3] Safarov, Z. 2024. Modern approaches to the assessment of respiratory failure in children. *Herald of the National Children's Medical Center*. 4, 1 (Mar. 2024), 14–18.
- [4] Safarov, Z. F., Khakimov, D. P., Akhmataliyeva, M. A., Alimov, A. A. Diagnostic significance of the Algover index for early recognition of shock in children. *Problems of modern science and education*. 2019;(5 (138)): 78–84.
- [5] Sharipov, A., Abrieva, N., Safarov, Z., Alimova, G. and Tilyakov, A. 2024. 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. 2024), 7–13.
- [6] Sharipov, A., Safarov, Z., Tilyakov, A., Abrieva, N. and Alimova, G. 2024. 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. 2024), 30–36.
- [7] 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.
- [8] 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. 2024.
- [9] 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. 2024.

- [10] 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. 2024.
- [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, 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.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [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.
- [19] Хакимов, Д. П., Сафаров, З. Ф., Кариева, Ш. А. Роль психосоматических нарушений у новорожденных на развитие у них острых дыхательных расстройств.

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.