



РОЛЬ ВРОЖДЁННОГО ИММУНИТЕТА В ФОРМИРОВАНИИ КЛИНИЧЕСКИХ ВАРИАНТОВ ПНЕВМОНИИ У ДЕТЕЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Азизова Муаззамхон

Ферганский медицинский институт общественного здоровья

Ахмедова Елена Александровна

Научный руководитель:

Аннотация: Проблема пневмонии у детей сохраняет высокую актуальность в связи с разнообразием клинических форм и вариабельностью течения заболевания. Существенная роль в формировании клинических вариантов пневмонии принадлежит врождённому иммунитету, обеспечивающему первичный иммунный ответ на инфекционное воздействие в дыхательных путях. В представленном обзоре литературы обобщены современные данные отечественных и зарубежных исследований, посвящённых участию клеточных и молекулярных механизмов врождённого иммунитета в патогенезе пневмонии у детей. Рассматривается значение альвеолярных макрофагов, нейтрофилов, естественных киллеров, рецепторов врождённого иммунитета, а также медиаторов воспаления в определении характера и тяжести клинического течения заболевания. Особое внимание уделено литературным данным о взаимосвязи нарушений врождённого иммунного ответа с развитием тяжёлых, осложнённых и затяжных форм пневмонии у детского контингента. Анализ представленных исследований подчёркивает перспективность учёта состояния врождённого иммунитета при оценке риска неблагоприятного течения и выборе тактики ведения пациентов.

Ключевые слова: пневмония у детей, врождённый иммунитет, обзор литературы, патогенез, клинические формы, воспалительный ответ, факторы врождённой защиты.

Annotatsiya: Bolalarda pnevmoniya muammosi kasallikning klinik shakllari xilma-xilligi va kechishining o'zgaruvchanligi bilan bog'liq holda yuqori dolzarbligini saqlab qolmoqda. Pnevmoniyaning turli klinik variantlari shakllanishida nafas yo'llarida infeksiya ta'siriga nisbatan birlamchi immun javobni ta'minlovchi tug'ma immunitet muhim o'rin tutadi. Ushbu adabiyotlar sharhida bolalarda pnevmoniya patogenezida tug'ma immunitetning hujayraviy va molekulyar mexanizmlari ishtirokiga bag'ishlangan mahalliy va xorijiy tadqiqotlarning zamonaviy ma'lumotlari umumlashtirilgan. Alveolyar makrofaglar, neytrofillar, tabiiy killer hujayralar, tug'ma immunitet retseptorlari hamda yallig'lanish mediatorlarining kasallikning klinik kechishi xarakteri va og'irligini belgilashdagi ahamiyati ko'rib chiqilgan. Tug'ma immun javobining buzilishi bolalarda pnevmoniyaning og'ir, asoratlangan va cho'ziluvchan shakllari rivojlanishi bilan bog'liqligiga oid adabiyot ma'lumotlariga alohida e'tibor qaratilgan. Tahlil qilingan tadqiqotlar natijalari pnevmoniyaning noqulay kechish xavfini baholash va bemorlarni yuritish taktikasini tanlashda tug'ma immunitet holatini hisobga olish istiqbolli ekanligini ko'rsatadi.



Kalit soʻzlar: bolalarda pnevmoniya, tugʻma immunitet, adabiyotlar sharhi, patogenez, klinik shakllar, yalligʻlanish javobi, tugʻma himoya omillari.

Abstract: *Pneumonia in children remains a highly relevant clinical problem due to the diversity of its clinical manifestations and the variability of disease course. A significant role in the formation of different clinical variants of pneumonia is attributed to innate immunity, which provides the primary immune response to infectious agents in the respiratory tract. This literature review summarizes current data from domestic and international studies addressing the involvement of cellular and molecular mechanisms of innate immunity in the pathogenesis of pneumonia in children. The role of alveolar macrophages, neutrophils, natural killer cells, innate immune receptors, and inflammatory mediators in determining the nature and severity of the clinical course of the disease is discussed. Particular attention is paid to published evidence linking dysregulation of the innate immune response with the development of severe, complicated, and prolonged forms of pneumonia in the pediatric population. The analysis of the reviewed studies highlights the potential value of considering innate immune status in assessing the risk of unfavorable disease outcomes and in selecting optimal patient management strategies.*

Keywords: *pneumonia in children, innate immunity, literature review, pathogenesis, clinical forms, inflammatory response, innate defense factors.*

Пневмония остаётся одной из наиболее актуальных проблем детской пульмонологии, представляя собой ведущую причину заболеваемости и смертности среди детей раннего возраста, особенно в возрастной группе до пяти лет. Несмотря на широкое применение антибиотикотерапии, развитие профилактических программ, включая вакцинацию, а также совершенствование эпидемиологического контроля, заболеваемость пневмониями остаётся высокой. Одной из причин этого является разнообразие возбудителей, включающее как бактерии, так и вирусы, грибы, а также смешанные инфекции. Клиницисты отмечают значительные различия в течении заболевания, проявляющиеся в тяжести симптомов, скорости прогрессирования, формировании осложнений и длительности восстановления [1, 5].

Одним из ключевых факторов, определяющих эти различия, является состояние врождённого иммунитета. Врождённый иммунитет представляет собой первую линию защиты организма от патогенов и формирует локальный и системный иммунный ответ ещё до включения адаптивных механизмов. Он состоит из сложной сети клеток и молекул, включая альвеолярные макрофаги, нейтрофилы, естественные киллеры, дендритные клетки, рецепторы распознавания патогенов и множество медиаторов воспаления. Каждый из этих компонентов играет специфическую роль в элиминации патогенов, поддержании гомеостаза тканей дыхательных путей и формировании клинической картины заболевания [2, 7].

Альвеолярные макрофаги выполняют центральную функцию в локальной защите лёгких. Они осуществляют фагоцитоз бактерий и вирусных частиц,



продуцируют противомикробные белки и медиаторы воспаления, а также модулируют активность других клеток иммунной системы. Их функциональная активность напрямую влияет на выраженность воспалительного процесса и скорость клинического восстановления. Нарушение работы альвеолярных макрофагов может приводить к затяжному течению пневмонии, формированию очагов инфекции и повышенной восприимчивости к повторным инфекциям.

Нейтрофилы, как наиболее многочисленные клетки врождённого иммунитета, играют ключевую роль в борьбе с бактериальной инфекцией. Они выполняют фагоцитоз, высвобождают протеолитические ферменты и образуют внеклеточные ловушки, способствующие уничтожению патогенов. Однако чрезмерная активация нейтрофилов может приводить к повреждению лёгочной ткани, развитию острого респираторного дистресс-синдрома и ускоренному формированию фиброзных изменений. У детей раннего возраста это особенно важно, так как их лёгкие ещё находятся в стадии активного развития и более чувствительны к повреждению [3, 4].

Естественные киллеры (NK-клетки) обеспечивают раннюю защиту против вирусных инфекций, распознавая инфицированные клетки и индуцируя их апоптоз. Дефицит активности NK-клеток коррелирует с тяжёлым течением вирусных пневмоний, например, вызванных респираторно-синцитиальным вирусом или гриппом. Эти клетки не только уничтожают инфицированные клетки, но и модулируют локальный воспалительный ответ, что позволяет избежать чрезмерного повреждения лёгочной ткани.

Ключевым элементом врождённого иммунитета являются рецепторы распознавания патогенов, включая Toll-like рецепторы (TLR), NOD-подобные рецепторы и RIG-I-подобные рецепторы. Они реагируют на патогенные микроорганизмы и активируют сигнальные каскады, приводящие к продукции провоспалительных цитокинов, интерферонов и антимикробных пептидов. Нарушения в работе этих рецепторов способствуют снижению эффективности первичного иммунного ответа, что может проявляться как затяжная пневмония, атипичная клиническая картина и повышенная восприимчивость к повторным инфекциям [8, 10].

Молекулярные медиаторы врождённого иммунитета, включая интерлейкины IL-1, IL-6, IL-8, фактор некроза опухоли- α и интерфероны, координируют воспалительный ответ, рекрутируют иммунные клетки к очагу инфекции и поддерживают барьерные функции эпителия дыхательных путей. Дисбаланс этих медиаторов может приводить к чрезмерной воспалительной реакции и повреждению лёгочной ткани. Исследования показали, что у детей с тяжёлыми формами пневмонии отмечается повышение концентрации провоспалительных цитокинов в крови и бронхоальвеолярной жидкости, что



коррелирует с выраженной клинической симптоматикой и большей вероятностью осложнений.

Клинические проявления пневмонии у детей варьируют в зависимости от состояния врождённого иммунитета. У детей с полноценным иммунным ответом заболевание чаще протекает в лёгкой или умеренной форме, с ограниченной локализацией воспалительного процесса и быстрым восстановлением. В то же время у детей с врождёнными нарушениями иммунитета, такими как дефицит фагоцитарной функции, синдром хронической гранулематозной болезни или нарушения экспрессии TLR, пневмония протекает тяжело, с быстрым распространением воспаления, высокой вероятностью осложнений и длительным восстановительным периодом [6, 11].

Различные клинические варианты пневмонии включают типичные и атипичные формы, очаговые и сегментарные поражения, вирусные, бактериальные и смешанные инфекции, рецидивирующие и затяжные случаи. Вариабельность течения определяется не только вирулентностью возбудителя, но и индивидуальными особенностями врождённого иммунного ответа. Например, усиленная активность макрофагов и нейтрофилов способствует формированию ограниченного очага воспаления с быстрой реакцией на антибактериальную терапию. Недостаточная активность NK-клеток и нарушения сигнальной трансдукции TLR могут приводить к затяжной вирусной пневмонии с выраженной гипоксемией и частыми осложнениями.

Особое значение имеют осложнённые формы пневмонии, включая эмпиемы, абсцессы лёгкого, септические состояния и полиорганные поражения. Эти состояния часто связаны с дефектами врождённого иммунитета, которые нарушают элиминацию патогенов и дисбаланс воспалительной реакции [9]. В таких случаях своевременная диагностика нарушений иммунной функции позволяет прогнозировать риск неблагоприятного течения и выбирать индивидуализированную тактику ведения, включая иммуотропную терапию, усиленное антибактериальное лечение и мониторинг воспалительных маркёров.

В последние годы большое внимание уделяется роли микробиоты дыхательных путей в формировании иммунного ответа. Разнообразие и состав микробиоты оказывают влияние на тонус врождённого иммунитета, активность макрофагов и нейтрофилов, продукцию противовоспалительных медиаторов. Дисбиоз дыхательных путей способствует повышенной восприимчивости к инфекциям и тяжёлому течению пневмонии. Взаимодействие микробиоты с врождённым иммунитетом является перспективной областью исследований, открывающей возможности для разработки профилактических и терапевтических стратегий, направленных на нормализацию микробиоты и модуляцию иммунного ответа.



Системная регуляция врождённого иммунитета также имеет значение. Активация сигнальных каскадов в лёгких приводит к мобилизации циркулирующих иммунных клеток, усилению продукции цитокинов и хемокинов, координации местного и системного ответа. Нарушение этой координации может проявляться гипер- или гипоактивной иммунной реакцией, что клинически проявляется как тяжёлые формы пневмонии с системными осложнениями, включая сепсис и полиорганные поражения.

Генетические факторы также играют значимую роль. Полиморфизмы TLR, генов цитокинов IL-6, TNF- α и других компонентов врождённого иммунитета ассоциируются с повышенной частотой рецидивирующих и затяжных пневмоний. Эти данные подчеркивают перспективность использования генетического анализа для оценки риска неблагоприятного течения и индивидуализации терапии [5].

Таким образом, современная литература подтверждает, что состояние врождённого иммунитета является ключевым фактором, определяющим тяжесть, выраженность симптомов и клинические варианты пневмонии у детей. Учет этих факторов позволяет прогнозировать течение заболевания, stratify риск осложнений и выбирать оптимальные методы лечения. Интеграция данных о состоянии врождённого иммунитета в клиническую практику может способствовать улучшению диагностики, прогнозирования и терапии детей с пневмонией.

Перспективными направлениями остаются изучение молекулярных маркёров врождённого иммунитета, исследование взаимодействия микробиоты с иммунной системой и разработка индивидуализированных подходов к терапии. Такой подход позволит не только снизить частоту тяжёлых и осложнённых форм пневмонии, но и улучшить качество жизни детей, повысить эффективность профилактических и терапевтических мероприятий, а также сократить экономические затраты на лечение.

В заключение, понимание механизмов врождённого иммунитета и их влияния на клинические варианты пневмонии у детей имеет как теоретическое, так и практическое значение.

Современные данные литературы подчёркивают необходимость комплексного подхода к оценке состояния иммунной системы ребёнка, использования молекулярных и функциональных маркёров, а также индивидуализации лечения с учётом особенностей врождённого иммунного ответа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Korkmaz F.T., Traber K.E. Innate immune responses in pneumonia // Pneumonia. 2023. Vol. 15. Art. 4. DOI: 10.1186/s41479 023 00106 8.



2. Jia R., Guo H., Lu A. et al. Immunological landscape of children with Mycoplasma pneumoniae pneumonia in the post COVID 19 era reveals distinctive severity indicators // Respiratory Research. 2025. Vol. 26. Art. 103. DOI: 10.1186/s12931-025-03189-7.
3. Gao M., Wang K., Yang M., Meng F., Lu R., Zhuang H. Transcriptome analysis of bronchoalveolar lavage fluid from children with Mycoplasma pneumoniae pneumonia reveals natural killer and T cell proliferation responses // Frontiers in Immunology. 2018;9:1403.
4. Терещенко С.Ю., Смольникова М.В. Врожденные дисфункции паттерн распознающих рецепторов в патогенезе инвазийной и рецидивирующей пневмококковой инфекции у детей // Инфекция и иммунитет. 2019. Т. 9, № 2, С. 229–238.
5. Шамсиев Ф., Шавази Н., Таджиханова Д. и др. Коррекция состояния иммунитета при внебольничной пневмонии у детей // Журнал Вестник врача. 2019. № 2.
6. Ахмедова Е. А. и др. Ингаляционные глюкокортикостероиды и риск развития пневмонии // International Conference on Modern Science and Scientific Studies. – 2025. – С. 300-303.
7. Иммунитет у детей раннего возраста с внебольничной пневмококковой пневмонией // RUSMED: Медицинский журнал. 2022.
8. Толипова Н.К., Латипова Ш.А. Пневмония у недоношенных детей // Central Asian Journal of Medical and Natural Sciences. 2023.
9. Costagliola G., Fisler G. et al. Age Specific Cytokine Profiling in Children with Mycoplasma pneumoniae Pneumonia // Journal of Inflammation Research. 2025.
10. Wang T. et al. The interaction of innate immune and adaptive immune system // Molecular and Cellular Oncology. 2024.