

Частота встречаемости и особенности лабораторной диагностики *Mycoplasma pneumoniae* у пациентов с внебольничной пневмонией на территории Луганской Народной Республики

А.А.Востриков¹, В.В.Бондаренко², А.В.Хохлова³

¹ГБУЗ «Луганский республиканский центр экстренной медицинской помощи и медицины катастроф», Луганская Народная Республика, Луганск, Российская Федерация;

²ГБУЗ «Луганская республиканская детская клиническая больница», Луганская Народная Республика, Луганск, Российская Федерация;

³ФГБОУ ВО «Луганский государственный педагогический университет», Луганская Народная Республика, Луганск, Российская Федерация

В статье представлены особенности лабораторной диагностики и встречаемости *Mycoplasma pneumoniae* как возбудителя внебольничной пневмонии. В Луганской Народной Республике общая частота встречаемости *M. pneumoniae* у пациентов с установленным диагнозом «внебольничная пневмония» составила 23,08% (463 из 2006 проб), практически у каждого четвертого пациента была обнаружена ДНК *M. pneumoniae*. Основным возрастным диапазоном, входящим в зону риска, составил от 7 до 26 лет, именно в этом возрастном сегменте регистрировалось большинство случаев инфицирования *M. pneumoniae*. Максимальная частота встречаемости была зафиксирована в возрасте 15–17 лет, где в среднем каждый второй ребенок был инфицирован *M. pneumoniae*.

Ключевые слова: внебольничная пневмония, *Mycoplasma pneumoniae*, диагностика, заболеваемость, полимеразная цепная реакция, ДНК

Для цитирования: Востриков А.А., Бондаренко В.В., Хохлова А.В. Частота встречаемости и особенности лабораторной диагностики *Mycoplasma pneumoniae* у пациентов с внебольничной пневмонией на территории Луганской Народной Республики. Бактериология. 2024; 9(4): 95–99. DOI: 10.20953/2500-1027-2024-4-95-99

Frequency of occurrence and peculiarities of laboratory diagnostics of *Mycoplasma pneumoniae* in patients with out-of-hospital pneumonia on the territory of the Lugansk People's Republic

A.A.Vostrikov¹, V.V.Bondarenko², A.V.Khokhlova³

¹Lugansk Republican Center for Emergency Medical Care and Disaster Medicine, Lugansk, Lugansk People's Republic, Russian Federation;

²Lugansk Republican Children's Clinical Hospital, Lugansk, Lugansk People's Republic, Russian Federation;

³Lugansk State Pedagogical University, Lugansk, Lugansk People's Republic, Russian Federation

The article presents the peculiarities of laboratory diagnosis and occurrence of *Mycoplasma pneumoniae* as a causative agent of community-acquired pneumonia. In the Lugansk People's Republic, the general frequency of *M. pneumoniae* occurrence in

Для корреспонденции:

Востриков Алексей Андреевич, заведующий молекулярно-генетической лабораторией, ГБУЗ «Луганский республиканский центр экстренной медицинской помощи и медицины катастроф»

Адрес: 291005, Луганская Народная Республика, Луганск, ул. Щаденко, 10а
Телефон: (022) 50-8110

Статья поступила 14.05.2024, принята к печати 25.12.2024

For correspondence:

Alexey A. Vostrikov, Head of the Molecular Genetic Laboratory, State Budgetary Healthcare Institution Lugansk Republican Center for Emergency Medical Care and Disaster Medicine

Address: 10a Shchadenko str., Lugansk, Lugansk People's Republic, 291005, Russian Federation
Phone: (022) 50-8110

The article was received 14.05.2024, accepted for publication 25.12.2024

patients diagnosed with out-of-hospital pneumonia was 23.08% (463 out of 2006 samples), almost every fourth patient had *M. pneumoniae* DNA detected. The main age range included in the risk zone was from 7 to 26 years old, exactly in this age segment most cases of *M. pneumoniae* infection were registered. The maximum frequency of occurrence was recorded at the age of 15–17 years, where on average every second child was infected with *M. pneumoniae*.

Key words: community-acquired pneumonia, *Mycoplasma pneumoniae*, diagnosis, morbidity, PCR, DNA

For citation: Vostrikov A.A., Bondarenko V.V., Khokhlova A.V. Frequency of occurrence and peculiarities of laboratory diagnostics of *Mycoplasma pneumoniae* in patients with out-of-hospital pneumonia on the territory of the Lugansk People's Republic. Bacteriology. 2024; 9(4): 95–99. (In Russian). DOI: 10.20953/2500-1027-2024-4-95-99

В настоящее время научный интерес к внебольничной пневмонии (ВП) как причине роста заболеваемости и смертности во всем мире остается предельно высоким. В регионах Америки и Европы на пневмонию приходится до 12% случаев смерти. Несмотря на технологические достижения в микробиологической диагностике, этиология этого заболевания остается недостаточно изученной, а терапия носит эмпирический характер, основанный на клинических и эпидемиологических особенностях заболевания [1].

Mycoplasma pneumoniae является частой причиной ВП, в основном у детей и подростков. В периоды эпидемий на нее также приходится значительная доля острых инфекций дыхательных путей во всех возрастных группах. *M. pneumoniae* способна вызывать от 2 до 40% случаев ВП. Кроме того, у ~25% пациентов, инфицированных *M. pneumoniae*, наблюдаются различные осложнения [2, 3]. *M. pneumoniae* встречается на протяжении всего года с наибольшей долей инфекции в осенний период времени [4]. На сегодняшний день инфекции, вызванные *M. pneumoniae*, эндемичны во всем мире. В Азии, Европе и США была описана циклическая картина эпидемий с интервалом в 4–8 лет [5].

Бактерия *M. pneumoniae* не чувствительна к β -лактамам и ко всем антимикробным препаратам, мишенью действия которых является клеточная стенка, таким как гликопептиды и фосфомицин, регулярно используемые для лечения пневмонии [6]. *M. pneumoniae* также резистентна к сульфаниламидам, полимиксинам, триметоприму, рифампицину и линезолиду [7]. На основании данных, полученных китайскими и японскими учеными, регистрируется рост устойчивости *M. pneumoniae* к макролидам, которая составляет 12,3–23%. Однако макролиды остаются препаратами первой линии для лечения инфекции, вызванной *M. pneumoniae*, наряду с линкозамидами, стрептограминами и кетолидами, тетрациклинами и фторхинолонами [8–10]. Данная тенденция лишний раз подчеркивает высокую актуальность изучения *M. pneumoniae* как патогена и лабораторной диагностики вызванных им инфекций.

Инфекции *M. pneumoniae* в клинике практически невозможно отличить от инфекций, вызванных вирусными или другими бактериальными агентами [4]. В большинстве случаев подозрение на пневмонию, вызванную *M. pneumoniae* (МР-инфекция), возникает на основании клинических и рентгенологических данных. В. Medjo et al. демонстрируют, что рентгенологическое исследование пациентов с МР-пневмонией и с пневмонией, вызванной другими патогенами, достоверных различий не показывает. Авторы указывают и на отсутствие различий в неспецифической лабораторной диагностике, а именно в уровне лейкоцитов, тромбоцитов, С-реактивного белка и т.д., между пациентами с МР-инфекцией и другими возбудителями пневмонии [4].

Специфическая лабораторная диагностика МР-инфекции в клинической практике основана на серологических, бактериологических и молекулярно-генетических исследованиях, каждое из которых имеет определенные преимущества и недостатки [11]. Однако трактовка результатов при сочетании всех этих методов вызывает определенные сложности. Т.Р. Atkinson et al. отмечают случаи отрицательных результатов полимеразной цепной реакции (ПЦР) при положительном серологическом анализе (IgM «+» в острой фазе или IgG титр «+»). Исследователи приходят к выводу, что данное явление может быть вызвано исчезновением или низким уровнем концентрации *M. pneumoniae* в образце [12], различными типами ПЦР, генными мишенями, разными типами образца или моментом времени отбора образца [13].

К.В. Waites et al. регистрируют случаи положительных результатов ПЦР у серологически негативных детей, что может быть обусловлено низким специфическим иммунным ответом (в т.ч. иммуносупрессией) или выявлением носительства (колонизации) *M. pneumoniae*, а не самой инфекцией [14]. Также ученые из Нидерландов с использованием молекулярно-генетических методов обнаружили ДНК *M. pneumoniae* у 21% соматически здоровых детей [15], что также указывает на колонизацию, а не на наличие истинной инфекции. Кроме того, авторы обнаружили, что *M. pneumoniae* может сохраняться в ротоглотке до 4 мес. после перенесенного заболевания. Американские ученые утверждают, что у 56% здоровых детей в составе микробиоты слизистых оболочек верхних дыхательных путей присутствовала *M. pneumoniae* [16]. Однако в других исследованиях, наоборот, сообщалось о низкой доле носительства у здоровых людей [17].

Подсчитано, что уровни антител IgM достигают максимума между 3-й и 6-й неделями, а затем постепенно снижаются. Очевидно, что антитела IgM обычно повышаются при первом заражении *M. pneumoniae*, но их повышение минимально у пациентов, повторно инфицированных *M. pneumoniae*. Таким образом, следует пересмотреть полезность серологического теста (IgM) у детей старшего возраста и взрослых. Ожидается, что эти дети ранее подвергались воздействию бактерий, учитывая циклическую эпидемиологическую динамику *M. pneumoniae* [18]. L.Y. Chang et al. также сообщили о большом расхождении между результатами, полученными с использованием IgM и ПЦР. Только у 12,6% пациентов были получены положительные результаты по обоим тестам (сочетание титра IgG и ПЦР не изучалось). Таким образом, мы наблюдаем существенное расхождение между результатами серологических и молекулярно-генетических методов исследования. При этом ряд авторов рекомендуют использовать со-

четание диагностических методов исследования с целью истинной дифференциации острой инфекции от персистенции. В частности, для детей раннего возраста рекомендуется использовать исследования на наличия антигенов класса IgM (в некоторых случаях парные сыворотки) совместно с ПЦР, а для взрослых – исследовать парные сыворотки на наличие антител класса IgG (титр) в сочетании с ПЦР. Однако данное сочетание требует дальнейшего изучения и дискуссий. Выбор методов диагностики является прерогативой лечащего врача, владеющего полной информацией о пациенте.

Важно отметить, что бактериологический метод в рутинной практике практически не используется, так как *M. pneumoniae* относится к трудно культивируемым бактериям. В случае применения бактериологического метода срок выполнения анализа доходит до 3 нед. [19].

В настоящее время отсутствуют единый алгоритм идентификации *M. pneumoniae* и программа эпидемиологического мониторинга данного патогена. Многие инфекции и даже вспышки без лабораторного подтверждения ошибочно приписываются *M. pneumoniae*. Следовательно, точная частота встречаемости инфекций, вызванных *M. pneumoniae*, при ВП остается малоизученной.

Цель исследования – провести скрининг встречаемости *M. pneumoniae* у детей и взрослых с внебольничной пневмонией, постоянно проживающих на территории Луганской Народной Республики.

Материалы и методы

Исследование проводилось на базе молекулярно-генетической лаборатории ГБУЗ «Луганский республиканский центр экстренной медицинской помощи и медицины катастроф» Луганской Народной Республики с января по март 2024 г. Выборка для исследования включала образцы, поступившие в молекулярно-генетическую лабораторию от больных с ВП со всей территории Луганской Народной Республики, и составила 2006 образцов. Материалом для исследования являлся мазок с задней стенки ротоглотки и носоглотки. Для обнаружения *M. pneumoniae* использовали метод амплификации нуклеиновых кислот – ПЦР в реальном времени. Экстракцию и очистку ДНК *M. pneumoniae* из образцов проводили с помощью автоматической магнитной станции выделения нуклеиновых кислот KingFisher Flex 96 Thermo Fisher Scientific с использованием наборов реактивов производства «ДНК-технология» (Россия) «ПРОБА-МЧ DWP», серия K26P3-2M. Для амплификации и детекции использовали термоциклеры (амплификаторы) Real-Time CFX96 Touch компании Bio-Rad с использованием тест-систем производства ООО «НекстБио» «АмплиПрайм *M. pneumoniae*/C. pneumoniae/S. pneumoniae/H. influenzae», серия 128122302. Лабораторная диагностика осуществлялась со строгим соблюдением инструкций производителей к наборам тест-систем, руководств по качеству и других нормативных правовых актов в области лабораторной диагно-

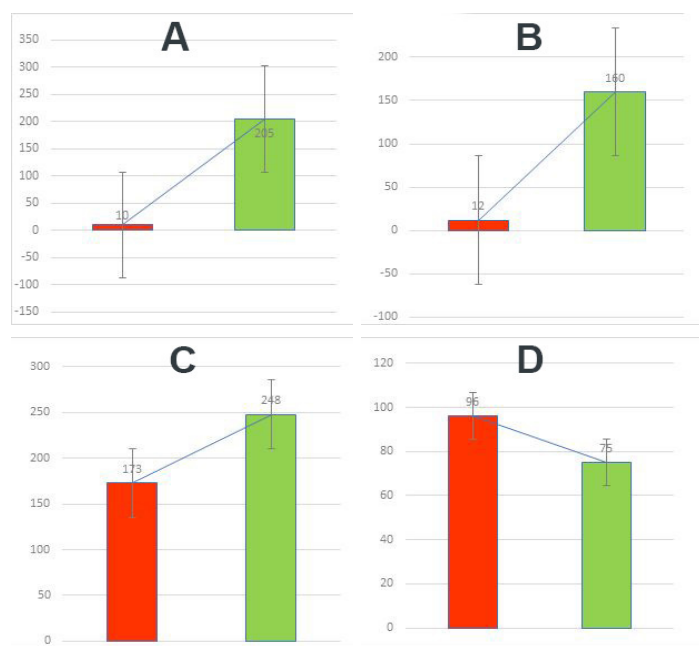


Рис. 1. Удельный вес *M. pneumoniae* у детей с внебольничной пневмонией в ЛНР за I квартал 2024 г.: А – с 0 до 2 лет ($n = 215$); В – с 3 до 6 лет ($n = 172$); С – с 7 до 14 лет ($n = 421$); D – с 15 до 17 лет ($n = 171$). ■ – *M. pneumoniae*; ■ – другие инфекции.
Fig. 1. The proportion of *M. pneumoniae* in children with community-acquired pneumonia in the LPR in the first quarter of 2024: A – from 0 to 2 years old ($n = 215$); B – from 3 to 6 years old ($n = 172$); C – from 7 to 14 years old ($n = 421$); D – from 15 to 17 years old ($n = 171$). ■ – *M. pneumoniae*; ■ – other infections.

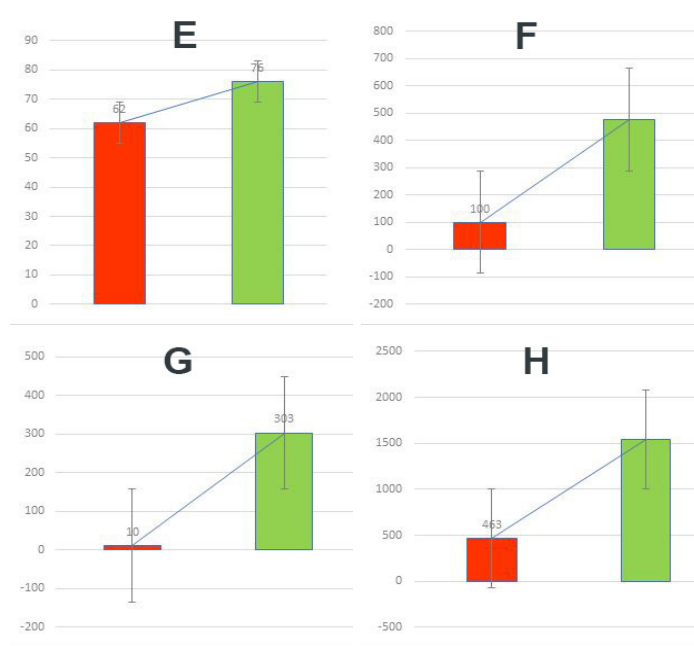


Рис. 2. Удельный вес *M. pneumoniae* у взрослых с внебольничной пневмонией в ЛНР за I квартал 2024 г.: Е – с 18 до 26 лет ($n = 138$); F – с 27 до 64 лет ($n = 576$); G – от 65 лет ($n = 313$); H – всего у лиц с внебольничной пневмонией ($n = 2006$). ■ – *M. pneumoniae*; ■ – другие инфекции.
Fig. 2. The proportion of *M. pneumoniae* in adults with community-acquired pneumonia in the LPR in the first quarter of 2024: E – from 18 to 26 years old ($n = 138$); F – from 27 to 64 years old ($n = 576$); G – from 65 years old ($n = 313$); H – in total in persons with community-acquired pneumonia ($n = 2006$). ■ – *M. pneumoniae*; ■ – other infections.

стики и биобезопасности. Все полученные данные обрабатывали в Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ результатов лабораторного исследования биологического материала из верхних дыхательных путей, отобранного у детей с ВП, на наличие ДНК *M. pneumoniae*, показал, что у детей от 0 до 2 лет выявили 10 (4,65%) проб положительных проб из 215, у детей от 3 до 6 лет – 12 (6,98%) проб из 172, у детей от 7 до 14 лет – 173 (41,09%) пробы из 421. Максимальная частота встречаемости *M. pneumoniae* была обнаружена у детей в возрасте от 15 до 17 лет и составила 96 (56,14%) положительных проб из 171 (рис. 1).

Результаты лабораторных исследований взрослого населения показали, что у взрослых в возрасте от 18 до 26 лет частота встречаемости ДНК *M. pneumoniae* была максимальной: ДНК возбудителя была обнаружена в 62 (44,93%) образцах из 138 (рис. 2, Е), в возрасте от 27 до 64 лет динамика встречаемости сократилась и составила 100 (17,36%) из 576 (рис. 2, F), у пациентов в возрасте от 65 лет регистрируется минимальная частота встречаемости среди взрослого населения – 10 (3,19%) положительных проб из 313 (рис. 2, G).

Общая частота встречаемости *M. pneumoniae* у пациентов с установленным диагнозом ВП составила 23,08% (463 из 2006 проб), практически у каждого четвертого пациента была обнаружена ДНК *M. pneumoniae* (рис. 2, H). Достоверных различий встречаемости *M. pneumoniae* между мужчинами и женщинами не выявлено: 52,2% случаев у мужчин и 47,8% у женщин.

Заключение

Полученные результаты показали нам частоту встречаемости *M. pneumoniae* у больных ВП по всем возрастным группам. Из полученных данных следует, что основной возрастной диапазон, входящий в зону риска, составил от 7 до 26 лет. Именно в этом возрастном сегменте регистрировалось большинство случаев инфицирования *M. pneumoniae*. Максимальная частота встречаемости была зафиксирована в возрасте 15–17 лет, где каждый второй ребенок, а иногда и чаще, был инфицирован *M. pneumoniae*.

Вероятно, повышенная частота встречаемости патогена обусловлена ослаблением коллективного иммунитета к *M. pneumoniae* из-за пандемии COVID-19 в 2020–2022 гг., наряду с эпидемией гриппа в 2022–2023 гг.

Перспективы дальнейших исследований

С учетом особенностей лабораторной диагностики полученные данные несут в себе неполную картину истинной частоты встречаемости *M. pneumoniae* как возбудителя ВП. Отсутствие характерных рентгенологических методов диагностики *M. pneumoniae*, рутинных неспецифических лабораторных тестов, которые отличали бы пневмонию, вызванную *M. pneumoniae*, от пневмонии, ассоциированной с другими возбудителями, а также отсутствие четкого алгоритма диагностики делают необходимым персонифицированный подход к диагностике. При этом необходимо учитывать целый ряд факторов, таких как возраст пациента, тропность

микроорганизма, особенности иммунного статуса, начало заболевания, эпидемиологический статус и т.д.

Таким образом, необходимо пересмотреть подход к диагностике *M. pneumoniae*, с учетом чувствительности и специфичности различных методов, рационального сочетания молекулярно-генетических и серологических методов диагностики. Только при таком условии можно достоверно отслеживать частоту встречаемости *M. pneumoniae* как возбудителя ВП. Необходимым является анализ встречаемости микоплазмы на протяжении года, а также иммунного статуса к *M. pneumoniae*. Перспективой дальнейшего изучения является исследование сочетания серологического и молекулярно-генетического методов исследования *M. pneumoniae* на территории Луганской Народной Республики.

Информация о финансировании

Финансирование данной работы не проводилось.

Financial support

No financial support has been provided for this work.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare that there is no conflict of interest.

Информированное согласие

При проведении исследования было получено информированное согласие пациентов или их родителей либо законных представителей.

Informed consent

In carrying out the study, written informed consent was obtained from all patients or their parents or legal representatives.

Литература / References

1. Rudan I, Boschi-Pinto C, Biloglav Z, Mulholland K, Campbell H. Epidemiology and etiology of childhood pneumonia. Bull World Health Organ. 2008 May;86(5):408–16. DOI: 10.2471/blt.07.048769
2. Waites KB, Talkington DF. *Mycoplasma pneumoniae* and its role as a human pathogen. Clin Microbiol Rev. 2004 Oct;17(4):697–728, table of contents. DOI: 10.1128/CMR.17.4.697-728.2004
3. Waites KB, Xiao L, Liu Y, Balish MF, Atkinson TP. *Mycoplasma pneumoniae* from the Respiratory Tract and Beyond. Clin Microbiol Rev. 2017 Jul;30(3):747–809. DOI: 10.1128/CMR.00114-16
4. Medjo B, Atanaskovic-Markovic M, Radic S, Nikolic D, Lukac M, Djukic S. *Mycoplasma pneumoniae* as a causative agent of community-acquired pneumonia in children: clinical features and laboratory diagnosis. Ital J Pediatr. 2014 Dec 18;40:104. DOI: 10.1186/s13052-014-0104-4
5. Layani-Milon MP, Gras I, Valette M, Luciani J, Stagnara J, Aymard M, et al. Incidence of upper respiratory tract *Mycoplasma pneumoniae* infections among outpatients in Rhône-Alpes, France, during five successive winter periods. J Clin Microbiol. 1999 Jun;37(6):1721–6. DOI: 10.1128/JCM.37.6.1721-1726.1999
6. Harris M, Clark J, Coote N, Fletcher P, Harnden A, McKean M, et al. British Thoracic Society guidelines for the management of community acquired pneumonia in children: update 2011. Thorax. 2011 Oct;66 Suppl 2:ii1–23. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2011-200598
7. Bébér C, Pereyre S, Peuchant O. *Mycoplasma pneumoniae*: susceptibility and resistance to antibiotics. Future Microbiol. 2011 Apr;6(4):423–31. DOI: 10.2217/fmb.11.18

8. Okada T, Morozumi M, Tajima T, Hasegawa M, Sakata H, Ohnari S, et al. Rapid effectiveness of minocycline or doxycycline against macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* infection in a 2011 outbreak among Japanese children. Clin Infect Dis. 2012 Dec;55(12):1642-9. DOI: 10.1093/cid/cis784
9. Zhao F, Liu G, Wu J, Cao B, Tao X, He L, et al. Surveillance of macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* in Beijing, China, from 2008 to 2012. Antimicrob Agents Chemother. 2013 Mar;57(3):1521-3. DOI: 10.1128/AAC.02060-12
10. Wu PS, Chang LY, Lin HC, Chi H, Hsieh YC, Huang YC, et al. Epidemiology and clinical manifestations of children with macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in Taiwan. Pediatr Pulmonol. 2013 Sep;48(9):904-11. DOI: 10.1002/ppul.22706
11. Loens K, Ursi D, Goossens H, Ieven M. Molecular diagnosis of *Mycoplasma pneumoniae* respiratory tract infections. J Clin Microbiol. 2003 Nov;41(11):4915-23. DOI: 10.1128/JCM.41.11.4915-4923.2003
12. Atkinson TP, Balish MF, Waites KB. Epidemiology, clinical manifestations, pathogenesis and laboratory detection of *Mycoplasma pneumoniae* infections. FEMS Microbiol Rev. 2008 Nov;32(6):956-73. DOI: 10.1111/j.1574-6976.2008.00129.x
13. Zhang L, Zong ZY, Liu YB, Ye H, Lv XJ. PCR versus serology for diagnosing *Mycoplasma pneumoniae* infection: a systematic review & meta-analysis. Indian J Med Res. 2011 Sep;134(3):270-80.
14. Waites KB, Balish MF, Atkinson TP. New insights into the pathogenesis and detection of *Mycoplasma pneumoniae* infections. Future Microbiol. 2008 Dec;3(6):635-48. DOI: 10.2217/17460913.3.6.635
15. Spuesens EB, Fraaij PL, Visser EG, Hoogenboezem T, Hop WC, van Adrichem LN, et al. Carriage of *Mycoplasma pneumoniae* in the upper respiratory tract of symptomatic and asymptomatic children: an observational study. PLoS Med. 2013;10(5):e1001444. DOI: 10.1371/journal.pmed.1001444
16. Wood PR, Hill VL, Burks ML, Peters JI, Singh H, Kannan TR, et al. *Mycoplasma pneumoniae* in children with acute and refractory asthma. Ann Allergy Asthma Immunol. 2013 May;110(5):328-334.e1. DOI: 10.1016/j.anai.2013.01.022. Epub 2013 Feb 23. Erratum in: Ann Allergy Asthma Immunol. 2013 Oct;111(4):309.
17. Centor RM, Atkinson TP, Ratliff AE, Xiao L, Crabb DM, Estrada CA, et al. The clinical presentation of *Fusobacterium*-positive and streptococcal-positive pharyngitis in a university health clinic: a cross-sectional study. Ann Intern Med. 2015 Feb 17;162(4):241-7. DOI: 10.7326/M14-1305
18. Chang HY, Chang LY, Shao PL, Lee PI, Chen JM, Lee CY, et al. Comparison of real-time polymerase chain reaction and serological tests for the confirmation of *Mycoplasma pneumoniae* infection in children with clinical diagnosis of atypical pneumonia. J Microbiol Immunol Infect. 2014 Apr;47(2):137-44. DOI: 10.1016/j.jmii.2013.03.015
19. Diaz MH, Winchell JM. The Evolution of Advanced Molecular Diagnostics for the Detection and Characterization of *Mycoplasma pneumoniae*. Front Microbiol. 2016 Mar 8;7:232. DOI: 10.3389/fmicb.2016.00232

Информация об соавторах:

Бондаренко Виктория Викторовна, главный внештатный специалист по медицинской микробиологии Министерства здравоохранения Луганской Народной Республики, заведующая клинико-диагностической лабораторией Луганской республиканской детской клинической больницы

Хохлова Александра Викторовна, аспирант кафедры лабораторной диагностики, анатомии и физиологии Луганского государственного педагогического университета

Information about authors:

Victoria V. Bondarenko, chief freelance specialist in medical microbiology of the Ministry of Health of the Lugansk People's Republic, head of the clinical diagnostic laboratory, Lugansk Republican Children's Clinical Hospital

Alexandra V. Khokhlova, postgraduate student of the Department of Laboratory Diagnostics, Anatomy and Physiology of the Lugansk State Pedagogical University

НОВОСТИ НАУКИ

Туберкулез под водой: микроб морской губки проливает свет на эволюцию бактерии

Реконструкция эволюционного происхождения *Mycobacterium tuberculosis*, возбудителя туберкулеза человека, помогла выявить бактериальные факторы, которые привели к тому, что туберкулезная палочка стала грозным патогеном человека. Сообщается об открытии и подробной характеристике чрезвычайно медленно растущей микобактерии, которая тесно связана с *M. tuberculosis*, для которой предложено видовое название *Mycobacterium spongiae* sp. nov., (идентификатор штамма: FSD4b-SM). Бактерия была выделена из морской губки, взятой из вод Большого Барьерного рифа в Квинсленде, Австралия. Сравнительная геномика показала, что после оппортунистического патогена человека *Mycobacterium decipiens*, *M. spongiae* является наиболее близкородственным видом к комплексу *M. tuberculosis*, о котором сообщалось на сегодняшний день, с 80% общей средней нуклеотидной идентичностью и обширным сохранением ключевых факторов вирулентности *M. tuberculosis*, включая неповрежденные системы секреции ESX и связанные с ними эффекторы. Протеомный и липидомный анализы показали, что эти консервативные системы функциональны в FSD4b-SM, но он также производит липиды клеточной стенки, ранее не описанные в микобактериях. Мы исследовали потенциал вирулентности FSD4b-SM у мышей и обнаружили, что, хотя бактерии сохраняются в легких в течение 56 дней после интраназального заражения, явной патологии обнаружено не было. Сходство с *M. tuberculosis*, а также отсутствие вирулентности побудили исследовать потенциал FSD4b-SM как вакцинного штамма и как генетического донора генетического локуса ESX-1 для улучшения иммуногенности БЦЖ. Однако ни один из этих подходов не привел к лучшей защите от заражения *M. tuberculosis* по сравнению с вакцинацией БЦЖ в отдельности. Открытие *M. spongiae* дополняет наше понимание возникновения комплекса *M. tuberculosis* и станет еще одним полезным ресурсом для уточнения нашего понимания факторов, которые сформировали эволюцию и патогенез *M. tuberculosis*.

Pidot SJ, Klatt S, Ates LS, Frigui W, Sayes F, Majlessi L, et al.
Marine sponge microbe provides insights into evolution and virulence of the tubercle bacillus.
PLoS Pathog. 2024 Aug 29;20(8):e1012440. DOI: 10.1371/journal.ppat.1012440