

Оптимизация диагностики инфекции *Helicobacter pylori*: селективные быстрые уреазные тесты и аммонийный дыхательный тест

Н. В. Барышникова^{1,2,3}, М. Д. Ловчикова⁴, И. И. Шишлова^{5,6}

¹ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова», Санкт-Петербург, Россия

³ ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия

⁴ БУ Ханты-Мансийского автономного округа Югры «Сургутская городская клиническая поликлиника № 4», Сургут, Россия

⁵ ГБУЗ Астраханской области «Александро-Мариинская областная клиническая больница», Астрахань, Россия

⁶ ЧУЗ «Медико-санитарная часть», Астрахань, Россия

РЕЗЮМЕ

Вопросы оптимизации ведения пациентов, инфицированных *Helicobacter pylori*, остаются актуальными в клинической терапии и гастроэнтерологии вот уже в течение многих лет. Это связано как с высокой распространенностью инфекции *H. pylori* в России: в зависимости от региона она составляет 35–60%, так и с потенциальной канцерогенностью микроорганизма в отношении развития рака желудка. Согласно клиническим рекомендациям, при проведении эндоскопического исследования верхних отделов желудочно-кишечного тракта в качестве метода первичной диагностики инфекции могут быть рекомендованы быстрый уреазный тест со взятием биоптата из антрального отдела и тела желудка или гистологическое исследование биоптатов слизистой оболочки желудка, в качестве неинвазивной диагностики рекомендуются ¹³C-уреазный дыхательный тест или определение антигена микроорганизма в кале. Актуальным является использование быстрых уреазных тестов, обладающих селективностью в отношении *H. pylori*, не реагирующих на изменение pH и на уреазу других уреазопродукторов. Для неинвазивной диагностики можно рассматривать и альтернативные варианты верификации возбудителя, например, аммонийный дыхательный тест, когда определяется не уровень CO₂ в выдыхаемом воздухе, а второй метаболит гидролиза мочевины – аммиак.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Helicobacter pylori*, селективные быстрые уреазные тесты, аммиак, аммонийный дыхательный тест, диагностика

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Optimization of diagnosis of *Helicobacter pylori* infection: selective rapid urease tests and ammonium breath test

N. V. Baryshnikova^{1,2,3}, M. D. Lovchikova⁴, I. I. Shishlova^{5,6}

¹ St. Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia

² Pavlov First St-Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia

³ Institute of Experimental Medicine, Saint Petersburg, Russia

⁴ Surgut City Clinical Polyclinic No. 4, Surgut, Russia

⁵ Alexander-Mariinsky Regional Clinical Hospital, Astrakhan, Russia

⁶ Private healthcare institution "Medical and sanitary unit", Astrakhan, Russia

SUMMARY

The issues of optimizing the management of patients infected with *Helicobacter pylori* have remained relevant in clinical therapy and gastroenterology for many years. This is due both to the high prevalence of *H. pylori* infection in Russia: depending on the region, it is 35–60%, and to the potential carcinogenicity of the microorganism in relation to the development of stomach cancer. According to clinical recommendations, when conducting an endoscopic examination of the upper gastrointestinal tract, a rapid urease test with biopsy samples from the antrum and body of the stomach or histological examination of biopsies of the gastric mucosa may be recommended as a method of primary diagnosis of infection, and a ¹³C-urease breath test or determination of the antigen of a microorganism in feces is recommended as a non-invasive diagnosis. The use of rapid urease tests with selectivity for *H. pylori*, which do not respond to pH changes and to the urease of other urease products. For non-invasive diagnostics, alternative ways of verifying the exciter can also be considered, for example, an ammonium breath test, when the level of CO₂ in the exhaled air is not determined, but the second metabolite of urea hydrolysis – ammonia.

KEYWORDS: *Helicobacter pylori*, selective rapid urease tests, ammonia, ammonium breath test, diagnostics

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest.

Вопросы оптимизации ведения пациентов с диспепсией крайне актуальны в клинической терапии и гастроэнтерологии. Важным этиологическим фактором развития диспепсии является бактерия *Helicobacter pylori*. Распро-

страненность инфекции *H. pylori* в России в зависимости от региона составляет 35–60% [1, 2]. Следовательно, важно верифицировать патоген для своевременного назначения эрадикационной терапии.

Большинству взрослых пациентов с диспепсией при первичной диагностике причины жалоб проводится эндоскопическое исследование верхних отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Согласно клиническим рекомендациям, для верификации *H. pylori* в этих случаях рекомендуется использование быстрых уреазных тестов [3]. Необходимо выбирать тесты с высокими показателями чувствительности и специфичности, а также обладающие селективностью в отношении *H. pylori*, не реагирующие на изменение pH и на уреазу других уреазопродукторов. Также при проведении эндоскопии верхних отделов ЖКТ возможно взятие биоптатов для гистологического исследования, которое проводится для оценки морфологических изменений слизистой оболочки желудка, и молекулярно-генетического исследования, которое является не только дополнительным способом верификации инфекции, но и альтернативной бактериологическому исследованию для определения резистентности микроба к антибиотикам (детекция генов, кодирующих мутации, сопряженные с резистентностью микроорганизма) [4]. Из методов неинвазивной диагностики *H. pylori* предпочтение отдается ¹³C-уреазному дыхательному тесту и определению антигена микроорганизма в кале. Однако следует рассматривать и альтернативные варианты неинвазивной диагностики возбудителя, например, аммонийный дыхательный тест, когда определяется не уровень CO₂ в выдыхаемом воздухе, а второй метаболит гидролиза мочевины – аммиак.

Быстрые уреазные тесты

В основе быстрых уреазных тестов лежит принцип определения уреазной активности *H. pylori*, а именно – изменение pH биоптата в сторону щелочной реакции под воздействием аммиака, образующегося в процессе реакции расщепления мочевины уреазой *H. pylori*.

Быстрые уреазные тесты делятся на холодные сухие тесты, жидкие тесты и гелеобразные тесты-слайды. Жидкие (UFT300, EndoscHp) или гелеобразные тесты (CLO-test, HpFast, БИОНИТ Экспресс-тест) требуют более длительного времени для анализа результатов (30 минут – 24 часа). Так же существуют тесты на основе бумаги (Геликобактер тест, индикаторная бумага, Инновационный исследовательский институт, PyloriTek) с аналогичным принципом действия.

Появление сухих тестов позволило снизить время на анализ до нескольких минут. В России широко используется «Хелпил-тест» (Ассоциация медицины и аналитики). Выявление *H. pylori* в слизистой оболочке желудка или двенадцатиперстной кишки при использовании этого теста проверяется на 10 % растворе мочевины. При взаимодействии биоптата с поверхностью теста в случае положительного результата в течение трех минут происходит изменение цвета тестовой бумаги с желтого на синий. Из всех возможных уреазопродукторов именно *H. pylori* обладает такой уреазной активностью, которая за столь короткое время приводит к изменению цвета индикаторного диска, поэтому

если его цвет начинает изменяться после трех минут с момента размещения биоптата на диске, то результат считается отрицательным.

Все выше перечисленные тест-системы реагируют только на повышение pH, что может приводить к ложно положительным результатам. Однако изменение реакции в сторону щелочной может происходить не только в связи с ферментативной активностью *H. Pylori*, а также по ряду других причин:

1. Физиологические: на фоне различных факторов pH желудочного эпителия может варьировать от 6.0 до 7.2. При этом бромтимоловый синий, использующийся в быстрых уреазных тестах, реагирует на повышение pH, начиная с 6,5 [5, 6].
2. Загрязнение биоптата посторонними щелочными агентами: желчью [7, 8] (при дуодено-гастральном рефлюксе); кровью [8, 9, 10] (при подкравливании биоптата, кровотечениях из верхних отделов желудочно-кишечного тракта); продуктами реакции автолиза клеток тканей желудка; лидокаином, используемым для местной анестезии при ФГДС.
3. Ферментативная активность других уреазопозитивных микроорганизмов (*Proteus mirabilis*, *Citrobacter freundii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *H. heilmannii*, *P. vulgaris*, *Ureaplasma urealyticum*, *Corynebacterium*, *Brevibacterium*, *Streptococcus*, грибы *Candida*) при условии присутствия их в достаточном количестве в биоптате и при экспозиции более 24 часов. Необходимо так же учитывать, что присутствие данных микроорганизмов возможно при условии сниженной кислотности желудочного содержимого, в связи с чем необходимо учитывать данные pH-метрии. Так же необходимо помнить, что при атрофических изменениях в слизистой оболочке желудка закономерно увеличение частоты ложно положительных результатов [11, 12].

Данные аспекты были учтены при создании селективных сухих тестов с механическим разделением ферментативного и индикаторного слоев: Pylo Plus, США, HelicotecUT Plus, Тайвань, Тест Pronto-Dry, Франция, а также российские высокоэффективные разработки – тесты AMA RUT Pro и AMA RUT Expert Россия, «Ассоциация медицины и аналитики»), для которых чувствительность – 99 %, специфичность – 99 % [13, 14, 15].

При использовании данных тестов образец помещается на первый, ферментативный слой, пропитанный мочевиной. При наличии *H. pylori* в образце происходит гидролиз мочевины уреазой, и образовавшийся аммиак проникает через специальную селективную мембрану в слой, пропитанный индикаторным составом. Таким образом, биоптат напрямую не контактирует с индикатором, что обеспечивает отсутствие реакции на щелочные агенты, кровь, желудочное содержимое. По этой причине конструкция селективных уреазных тестов исключает влияния pH исследуемого образца, а так же обеспечивает определения уреазной активности именно *H. pylori* [16, 17, 18]. Исследования Санкт-



А



Б

Рисунок 1. Селективные уреазные тесты AMA RUT Pro (А) и AMA RUT Expert (Б) с примером Н. pylori-положительного результата



Рисунок 2. Система комбинированная ХЕЛИК®-скан-М

Петербургского института эпидемиологии и микробиологии имени Пастера подтвердили отсутствие реакции на другие уреазопродукты при использовании AMA RUT Expert [19].

Интерпретация теста отличается быстротой и простотой. При применении теста AMA RUT Pro оценка результата производится через 5 минут, AMA RUT Expert М – через 14 минут. При появлении красного или малинового окрашивания на чувствительном элементе тест считается положительным (рис. 1).

Для получения точного и верного результата необходимо четко соблюдать протокол проведения теста: 1) открыть защитную плёнку (не тянуть сильно, чтобы ее не оторвать); 2) поместить биоптат на белый чувствительный элемент, а не за его пределы; 3) аккуратно пригладить защитную плёнку пальцем по периметру изделия; 4) зафиксировать плёнку по линии выреза (фиксация необходима для сохранения продуктов реакции в ячейке экспресс-теста); 5) оценить результат исследования с обратной стороны в установленные сроки (через 5–14 минут в зависимости от теста).

К несомненному преимуществу этих тестов относится также возможность транспортировки и использования биоптатов для других исследований [20].

Аммонийный дыхательный тест

В качестве альтернативы 13С-УДТ может быть предложен другой вариант нагрузочного дыхательного теста, который определяет не CO_2 в выдыхаемом воздухе, а второй метаболит гидролиза мочевины – аммиак («ХЕЛИК-тест», Ассоциация Медицины и Аналитики). Преимуществами этого теста являются простота калибровки и проведения теста, быстрое получение результата, отсутствие необходимости приема адьюванта, отсутствие необходимости транспортировки проб [21]. Важным является то, что атрофический гастрит не является противопоказанием к проведению данного теста и никак не влияет на его точность. ХЕЛИК-тест имеет высокие показатели чувствительности и специфичности (95% и 92% соответственно [22]), отработанную, единую процедуру тестирования с удобной системой отбора проб. Многолетнее использование теста в лечебных учреждениях, как в России, так и за рубежом [23–26], говорит о доверии врачей и медицинского персонала к этому методу, а высокие чувствительность и специфичность – о том, что это доверие заслужено и оправдано.

Аппарат для проведения данного теста называется «Система комбинированная ХЕЛИК®-скан-М» (рис. 2) [27].

«Система комбинированная ХЕЛИК®-скан-М» содержит цифровую USB-камеру для считывания и фиксации результата, блок управления с микроконтроллером, необходимым для автоматизации процесса считывания результата и его обработки. Программное управление, используемое при выполнении теста, позволяет свести к минимуму операторскую ошибку. Устройство защищено Патентом на полезную модель и зарегистрировано в России (Регистрационное удостоверение № РЗН 2015/2536).

Методика проведения тестирования проста и основана на принципе нагрузочных тестов (рис. 3).

Визуализация результатов различна у разных аппаратов и представлена на рисунке 4.

При изучении эффективности аммонийного дыхательного теста ХЕЛИК® («Ассоциация Медицины и Аналитики, Санкт-Петербург, Россия) нами был обследован 171 пациент с симптомами диспепсии. Диагностика инфекции *H. pylori* проводилась с помощью аммонийного дыхательного теста ХЕЛИК®. Эталонным методом верификации микроорганизма стал гистологический анализ нескольких биоптатов слизистой оболочки тела желудка и антрального отдела желудка, взятых во время проведения фиброгастроуденоскопии. Во избежание получения ложноотрицательных или ложноположительных результатов пациенты как минимум за две недели до проведения обследования не принимали препараты, способные повлиять на *H. pylori* и его функциональные свойства (ингибиторы протонной помпы, антибиотики, препараты висмута, антациды), медицинский персонал тщательно соблюдал методику проведения теста, рекомендованную производителем.

В результате исследования было установлено, что совпадение данных аммонийного теста и гистологического исследования имело место в 87,5% случаев, что является достаточно высоким показателем. Полученные нами результаты были схожи с результатами подобных исследований, проведенных другими независимыми авторами как в России, так и в других странах [28, 29, 30]. Так, по данным ученых из Белоруссии, совпадение данных аммонийного дыхательного теста и гистологического исследования имело место в 91,3% случаев (184 пациента), по результатам исследователей из Азербайджана – в 92,4% случаев (44 пациента), по данным, полученных в Перу – 90,2% [24, 31, 32]. Также во всех этих исследованиях была проведена оценка чувствительности и специфичности аммиачного дыхательного теста (рис. 5).

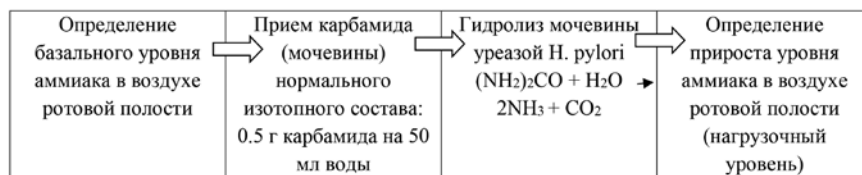


Рисунок 3. Методика проведения аммиачного дыхательного теста с помощью Система комбинированная ХЕЛИК®-скан-М

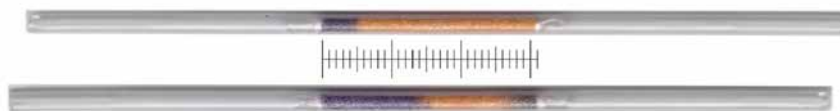


Рисунок 4. Изменение цвета индикаторной трубки у *Helicobacter pylori* (+) пациента (аммиачный дыхательный тест – «Система комбинированная ХЕЛИК®-скан-М»)

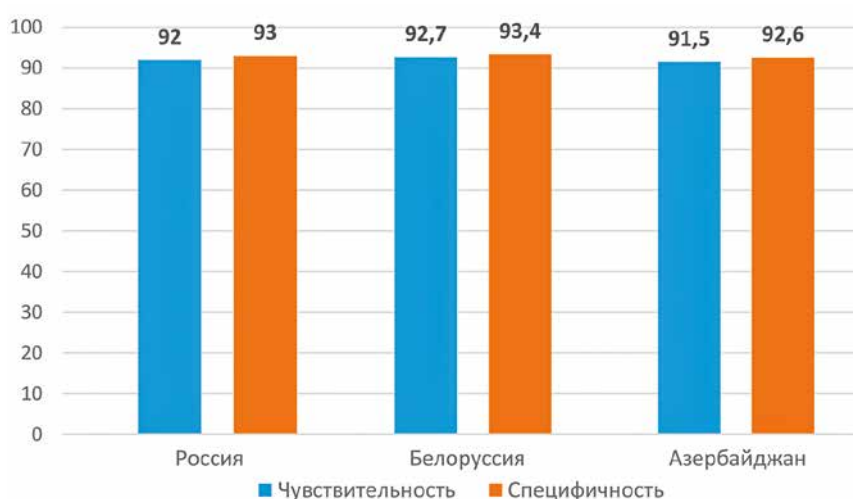


Рисунок 5. Чувствительность и специфичность аммонийного дыхательного теста по данным разных независимых исследований

Заключение

Использование высокоэффективных методов инвазивной диагностики (селективных быстрых уреазных тестов) и неинвазивной диагностики (аммонийный дыхательный тест) позволяет точно верифицировать наличие инфекции *H. pylori*.

Список литературы / References

1. R. Plavnik, V. Nevmerzhiyskiy, I. Voinov, Y. Embutniex, M. Abdulova, E. Kondratieva, D. Bordin The prevalence of *Helicobacter pylori* infection in Russia. *Helicobacter*. – 2018. – Vol. 23, suppl. 1. – P. 24.
2. N. V. Bakulina, V. I. Simanenko, I. G. Bakulin, T. A. Ilchishina Epidemiology of *Helicobacter pylori* infection among physicians in the Russian Federation. *Helicobacter*. – 2018. – Vol. 23, suppl. 1. – P. 5
3. Ивашкин В.Т., Лапина Т.Л., Маев И.В., Драпкина О.М., Козлов Р.С., Шептулин А.А., Трухманов А.С., Абдулхаков С.Р., Алексеева О.П., Алексеенко С.А., Андреев Д.Н., Бордин Д.С., Дехнич Н.Н., Клярская И.Л., Корочанская Н.В., Осипенко М.Ф., Полуэктова Е.А., Сарсенбаева А.С., Симаненков В.И., Ткачев А.В., Улянин А.И., Хлынов И.Б., Цуканов В.В. Клинические рекомендации Российской гастроэнтерологической ассоциации, Научного сообщества по содействию клиническому изучению микробиома человека, Российского общества профилактики неинфекционных заболеваний, Межрегиональной ассоциации по клинической микробиологии и антимикробной химиотерапии по диагностике и лечению *H. pylori* у взрослых. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии*. 2022; 32 (6): 72–93. <https://doi.org/10.22416/1382-4376-2022-32-6-72-93>.
4. Ivashkin V. T., Lapina T. L., Maev I. V., Drapkina O. M., Kozlov R. S., Sheptulin A. A., Trukhmanov A. S., Abdulkhakov S. R., Alekseeva O. P., Alekseenko S. A., Andreev D. N., Bordin D. S., Dekhnich N. N., Klyaritskaya I. L., Korochanskaya N. V., Osipenko M. F., Poluektova E. A., Sarsenbaeva A. S., Simanenko V. I., Tkachev A. V., Ulyanin A. I., Khlynov I. B., Tsukanov V. V. Clinical guidelines of the Russian Gastroenterological Association, the Scientific Community for the Promotion of Clinical Study of the Human Microbiome, the Russian Society for the Prevention of Non-Communicable Diseases, and the Interregional Association for Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy for the diagnosis and treatment of *H. pylori* in adults. *Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Proctology*. 2022; 32 (6): 72–93. <https://doi.org/10.22416/1382-4376-2022-32-6-72-93>.
4. Барышникова Н.В., Ткаченко Е.И., Успенский Ю.П. и соавт. Молекулярно-генетическая диагностика инфекции *Helicobacter pylori* как основа для оптимизации показаний к эрадикационной терапии // Клинико-лабораторный консILIум. – 2006 – № 10–11. – С. 28–35.
4. Baryshnikova N. V., Tkachenko E. I., Uspensky Yu. P. et al. Molecular genetic diagnostics of *Helicobacter pylori* infection as a basis for optimizing indications for eradication therapy // *Clinical and laboratory consultation*. – 2006 – No. 10–11. – P. 28–35. (In Russ.).

5. Bahari H.M., Ross I.N., Turnberg L.A. Demonstration of a pH gradient across the mucus layer on the surface of human gastric mucosa in vitro. *Gut*. 1982. Vol. 23, № 6, P. 513–516. doi.org/10.1136/gut.23.6.513 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1419716.
6. Cornelia Schade, Gunnar Flemström, Lena Holm, Hydrogen ion concentration in the mucus layer on top of acid-stimulated and -inhibited rat gastric mucosa. *Gastroenterology*. 1994. Vol. 107, № 1. P. 180–188. doi.org/10.1016/0016-5085(94)90075-2.
7. Midolo P., Marshall B.J. Accurate Diagnosis of *Helicobacter pylori*: Urease Tests // *Gastroenterology Clinics of North America*. – 2000. – Vol. 29. – № 4. – P. 871–878.
8. Champion G. et al. Duodenogastroesophageal reflux: Relationship to pH and importance in Barrett's esophagus. *Gastroenterology*. 1994. Vol. 107, № 3, P. 747–754. doi.org/10.1016/0016-5085(94)90123-6 https://www.gastrojournal.org/article/S0016-5085(94)90123-6/pdf
9. Hopkins E. Sharma S. Physiology, acid base balance. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507807/
10. Castro Fernández M., Sánchez Muñoz D., García Díaz E., Galán Jurado MV, Rodríguez Alonso C. Diagnosis of *Helicobacter pylori* infection using urease rapid test in patients with bleeding duodenal ulcer: influence of endoscopic signs and simultaneous corporal and antral biopsies. *Rev Esp Enferm Dig*. 2004 Sep;96(9):599–602; 602–5. English, Spanish. doi: 10.4321/s1130-0182004000900002. PMID: 15506903.
11. Malfertheiner P. Diagnostic methods for *H. pylori* infection: Choices, opportunities and pitfalls. *United European Gastroenterol J*. 2015 Oct; 3(5): 429–431. doi: 10.1177/2050640615600968.
12. Опыт сравнения использования быстрых уреазных тестов в диагностике *Helicobacter pylori* при эндоскопическом исследовании / Е.Ю. Калинина, В.Н. Скиба, М.Ф. Баллукет [и др.] // Научные вестн. – 2019. – № 10(15). – С. 66–76. – EDN JHRHKM.
13. Experience of comparing the use of rapid urease tests in the diagnosis of *Helicobacter pylori* during endoscopic examination / E. Yu. Kalinina, V. N. Skiba, M. F. Balluzek [et al.] // *Scientific News*. – 2019. – No. 10 (15). – P. 66–76. (In Russ.). – EDN JHRHKM.
14. Test strip for *H. pylori* detection // World International Property Organization International Publication Number WO 2012/054545 A1. 2012. / Gulf Coast Medical, Inc.
15. Urease test for detecting *Helicobacter pylori* bacteria // World International Property Organization International Publication Number WO 2011/112106 A2. 2011 / Stanislaw Kafel.
16. Test strip for detecting gastric problems and detecting method thereof // United States Patent № US2010/0028937 A1. 2010. / Liu et al.
17. Инструкция по применению. Экспресс-тест AMA RUT для качественного определения уреазы *Helicobacter pylori* хромогенным методом in vitro по ТУ 20.59.52-008-59483502-2017. 2019. Instructions for use. Rapid test AMA RUT for qualitative determination of *Helicobacter pylori* urease by the chromogenic method in vitro according to TU20.59.52-008-59483502-2017. 2019. (In Russ.).
18. Test Strip for *H. pylori* detection. WO2012054545A1; US2012094371A1. 2012. Behar Morris. https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/045934470/publication/WO2012054545A1?q=WO%202012054545.
19. «Test device and kit for detecting *helicobacter pylori*». 2016. Retrieved July 5, 2019.
20. Санкт-Петербургский институт эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, Санкт-Петербург, Россия. Протокол исследования № 6/2, 2017 г. Pasteur Institute of Epidemiology and Microbiology of St. Petersburg, St. Petersburg, Russia. Study Protocol No. 6/2, 2017. (In Russ.).
21. Инструкция по применению. Экспресс-тест AMA RUT для качественного определения уреазы *Helicobacter pylori* хромогенным методом in vitro по ТУ 20.59.52-008-59483502-2017. 2019. Instructions for use. Rapid test AMA RUT for qualitative determination of *Helicobacter pylori* urease by chromogenic method in vitro according to TU20.59.52-008-59483502-2017. 2019.
22. Быков А.С., Быков С.Э., Барышникова Н.В., Гинак А.И. Модель транспорта аммиака из желудка в ротовую полость при гидролизе карбамида в присутствии гастральной уреазы. *Практическая медицина. Гастроэнтерология*. 2014; 1 (77): 133–137.
23. Bykov A.S., Bykov S.E., Baryshnikova N.V., Ginak A.I. Model of ammonia transport from the stomach to the oral cavity during urea hydrolysis in the presence of gastric urease. *Practical medicine. Gastroenterology*. 2014; 1 (77): 133–137. (In Russ.).
24. Дмитриенко М.А., Гинак А.И. Аммиак как газообразный биомаркер инфекции *Helicobacter pylori*. *Известия СПбГТИ (ТУ)*. 2016; 3: 56–63.
25. Dmitrienko M.A., Ginak A.I. Ammonia as a gaseous biomarker of *Helicobacter pylori* infection. *Izvestiya SPbGTI (TU)*. 2016; 3: 56–63. (In Russ.).
26. Барышникова Н.В. Эффективность неинвазивного аммиачного теста в диагностике инфекции *Helicobacter pylori* у пациентов с диспепсией. *Врач*. 2020; (10): 54–59. (In Russ.). https://doi.org/10.29296/25877305-2020-10-10.
27. Baryshnikova N.V. Efficiency of a non-invasive ammonia test in the diagnosis of *Helicobacter pylori* infection in patients with dyspepsia. *Doctor*. 2020; (10): 54–59 https://doi.org/10.29296/25877305-2020-10-10.
28. Baryshnikova N.V., Rustamov M.N., Abbasov M.K., L.M. Rustamova Comparative estimation of results of non-invasive ammonium test and histological method in diagnostic of *Helicobacter pylori* infection. *Helicobacter*. 2017; 22, Suppl: 22–23.
29. Daino DF, Soifer L, Pedestá J, Rome J. Prueba piloto para la detección de *Helicobacter pylori* con test de amoniaco en aire espirado [Pilot test for *Helicobacter pylori* detection with ammonia breath test]. *Acta Gastroenterol Latinoam*. 2015;45(1):12–7. Spanish. PMID: 26076508.
30. Kearney D.J., Hubbard T., Putnam D. Breath ammonia measurement in *Helicobacter pylori* infection. *Dig Dis Sci*. 2002; 47 (11): 2523–30. DOI: 10.1023/a:1020568227868.
31. Dmitrienko M.A., Dmitrienko V.S., Kornienko E.A., Parolova N.I., Colomina E.O., Aronov E.B. Basic biochemical and clinical aspects of noninvasive tests *Helic. Eksp Klin Gastroenterol*. 2016; (8):75–81
32. Ахметшина Э.И., Гибадуллина Г.Н. Прибор для выявления хеликобактер пилори-тест-система Хелик®-Скан // Автоматика и электронное приборостроение (АЭП-2017). – 2017. – С. 87–89.
33. Akhmetshina E.I., Gibadullina G.N. Device for detecting *Helicobacter pylori* – test system Helik®-Scan // *Automation and electronic instrument making (AEP-2017)*. – 2017. – P. 87–89. (In Russ.).
34. Дорофеева С.Г., Шелухина А.Н., Конопля Е.Н., Мансимова О.В., Лесная Н.П. Анализ использования теста «Хелик» для коррекции лечения язвенной болезни. *Тверской медицинский журнал*. 2016. № 6. С. 124–127.
35. Dorofeeva S.G., Sheloukhina A.N., Konoplya E.N., Mansimova O.V., Lesnaya N.P. Analysis of the use of the Helik test to correct the treatment of peptic ulcer disease. *Tver Medical Journal*. 2016. No. 6. P. 124–127. (In Russ.).
36. Лазебник Л.Б., Рустамов М.Н. Использование неинвазивного дыхательного ХЕЛИК-теста в диагностике инфекции *Helicobacter pylori* // ЭИГК. 2013. № 10. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-neinvazivnogo-dyhatelnogo-helik-testa-v-diagnostike-infektsii-helicobacterpylori (дата обращения: 19.05.2020)
37. Lazebnik L.B., Rustamov M.N. Use of the non-invasive breath HELIC test in the diagnosis of *Helicobacter pylori* infection // *EICG*. 2013. No. 10. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-neinvazivnogo-dyhatelnogo-helik-testa-v-diagnostike-infektsii-helicobacterpylori (date of access: 19.05.2020)
38. Успенский Ю.П., Барышникова Н.В. Аммиачный тест в диагностике *Helicobacter pylori*: анализ эффективности. *Медицинский алфавит*. 2019. Т. 3. № 20 (395). С. 41–45.
39. Uspensky Yu.P., Baryshnikova N.V. Ammonia test in the diagnosis of *Helicobacter pylori*: analysis of efficiency. *Medical alphabet*. 2019. Vol. 3. No. 20 (395). P. 41–45. (In Russ.).
40. Magaly J., Torres V., Menacho V. Breathing test validation study

Статья поступила / Received
Получена после рецензирования / Revised
Принята в печать / Accepted

Сведения об авторах

Барышникова Наталья Владимировна, к.м.н., доцент, младший научный сотрудник лаборатории медико-социальных проблем педиатрии¹, доцент кафедры внутренних болезней стоматологического факультета², научный сотрудник лаборатории молекулярной микробиологии³.
E-mail: baryshnikova_nv@mail.ru. ORCID: 0000-0001-7429-0336

Ловчикова Марина Дмитриевна, врач-гастроэнтеролог⁴.
E-mail: rozmd@yandex.ru. ORCID: 0009-0003-5997-4096

Шишлова Ирина Игоревна, врач-гастроэнтеролог^{5,6}.
E-mail: freilain.kochina@yandex.ru. ORCID: 0009-0005-6776-935

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург

²ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова», Санкт-Петербург

³ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург

⁴БУ Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутская городская клиническая поликлиника № 4», Сургут

⁵БУЗ Астраханской области «Александр-Маринская областная клиническая больница», Астрахань

⁶ЧУЗ «Медико-санитарная часть», Астрахань

Автор для переписки: Барышникова Наталья Владимировна.
E-mail: baryshnikova_nv@mail.ru

About authors

Baryshnikova Natalia V., PhD Med, associate professor, junior researcher at Laboratory of Medical and Social Problems of Pediatrics¹, associate professor at Dept of Internal Medicine, Faculty of Dentistry², researcher at Laboratory of Molecular Microbiology³. E-mail: baryshnikova_nv@mail.ru. ORCID: 0000-0001-7429-0336

Lovchikova Marina D., gastroenterologist⁴. E-mail: rozmd@yandex.ru. ORCID: 0009-0003-5997-4096

Shishlova Irina I., gastroenterologist^{5,6}. E-mail: freilain.kochina@yandex.ru. ORCID: 0009-0005-6776-935

¹St. Petersburg State Pediatric Medical University, St-Petersburg, Russia

²Pavlov First St-Petersburg State Medical University, St-Petersburg, Russia

³Institute of Experimental Medicine, St-Petersburg, Russia

⁴Surgut City Clinical Polyclinic No. 4, Surgut, Russia

⁵Alexander-Marinsky Regional Clinical Hospital, Astrakhan, Russia

⁶Private healthcare institution "Medical and Sanitary Unit", Astrakhan, Russia

Corresponding author: Baryshnikova Natalia V. E-mail: baryshnikova_nv@mail.ru

