

38. Tissue Doppler imaging consistently detects myocardial contraction and relaxation abnormalities, irrespective of cardiac hypertrophy, in a transgenic rabbit model of human hypertrophic cardiomyopathy / S. F. Nagueh, H.A. Kopelen, D.S. Lim [et al.] // *Circulation*. 2000. Vol. 102. P. 1346–1350.

39. Yuda S., Short L., Leano R., Marwick T.H. Myocardial abnormalities in hypertensive patients with normal and abnormal left ventricular filling: a study of ultrasound tissue characterization and strain // *Clin. Sci*. 2002. Vol. 130. P. 283–293.

40. Differences in myocardial velocity gradient measured throughout the cardiac cycle in patients with hypertrophic cardiomyopathy, athletes and patients with left ventricular hypertrophy due to hypertension / P. Palka, A. Lange, A.D. Fleming [et al.] // *J. Am. Coll. Cardiol*. 1997. Vol. 30. P. 760–768.

41. Koyama J., Ray-Sequin P.A., Davidoff R., Falk R.H. Usefulness of pulsed tissue Doppler imaging for evaluating systolic and diastolic left ventricular function in patients with AL (primary) amyloidosis // *Am. J. Cardiol*. 2002. Vol. 89. P. 1067–1071.

42. Koyama J., Ray-Sequin P.A., Falk R.H. Longitudinal myocardial function assessed by tissue velocity, strain, and strain

rate tissue Doppler echocardiography in patients with AL (primary) cardiac amyloidosis // *Circulation*. 2003. Vol. 107. P. 2446–2452.

43. Decreased left ventricular longitudinal contraction in normotensive and normoalbuminuric patients with Type II diabetes mellitus: a doppler tissue tracking and strain rate echocardiography study / N.H. Andersen, S. H. Poulsen, H. Eiskjaer [et al.] // *Clin. Sci*. 2003. Vol. 105 (1). P. 59–66.

44. Aljohin M.N. Ul'trazvukovye metodiki ocenki deformacii miokarda i ih klinicheskoe znachenie. Klinicheskoe znachenie pokazatelej deformacii i vrashhenija miokarda (lekciya 3) // *Ul'trazvukovaja i funkcional'naja diagnostika*. 2012. № 1. S. 95–115.

45. Hoit B.D. Strain and Strain Rate Echocardiography and Coronary Artery Disease *Circ. Cardiovasc. Imaging*. 2011. Vol. 4. P. 179–190.

46. Strain and strain rate imaging: a new clinical approach to quantifying regional myocardial function / G.R. Sutherland, G. Di Salvo, P. Claus [et al.] // *J. Am. Soc. Echocardiogr*. 2004. Vol. 17. P. 788–802.

УДК:616.33–002.44–08:615.846.19 (04)

Оригинальная статья

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ТЕСТОВ В ДИАГНОСТИКЕ ИНФЕКЦИИ *HELICOBACTER PYLORI*

И. В. Маев — ГБОУ ВПО Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова Минздрава России, заведующий кафедрой пропедевтики внутренних болезней и гастроэнтерологии лечебного факультета, первый проректор, проректор по учебной работе, член-корреспондент РАМН, заслуженный деятель науки РФ, заслуженный врач РФ, профессор, доктор медицинский наук; **А. А. Самсонов** — ГБОУ ВПО Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова Минздрава России, кафедра пропедевтики внутренних болезней и гастроэнтерологии лечебного факультета, профессор, доктор медицинский наук; **Р. А. Айвазова** — ГБОУ ВПО Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова Минздрава России, кафедра пропедевтики внутренних болезней и гастроэнтерологии лечебного факультета, ассистент, кандидат медицинских наук; **С. И. Рапопорт** — ГБОУ ВПО Первый Московский ГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России, заведующий лабораторией «Хрономедицина и новые технологии в клинике внутренних болезней», заслуженный деятель науки РФ, профессор, доктор медицинский наук; **В. Б. Гречушников** — Центральная клиническая больница ОАО «РЖД» № 6, заведующий эндоскопическим отделением, врач высшей категории, кандидат медицинских наук; **Б. В. Афонин** — Государственный научный центр РФ Институт медико-биологических проблем РАН, ведущий научный сотрудник, кандидат медицинских наук; **Л. В. Сакович** — ООО TSD ISOTOPES Ltd, генеральный директор.

RESPIRATORY TESTS IN THE DIAGNOSTICS OF *HELICOBACTER PYLORI* INFECTION

I. V. Mayev — Moscow State Medico-stomatological University n.a. A. I. Evdokimov, Head of Department of Propaedeutics of Internal Diseases and Gastroenterology of Medical Faculty, Professor, Doctor of Medical Science; **A. A. Samsonov** — Moscow State Medico-stomatological University n.a. A. I. Evdokimov, Department of Propaedeutics of Internal Diseases and Gastroenterology of Medical Faculty, Professor, Doctor of Medical Science; **R. A. Ayvazova** — Moscow State Medico-stomatological University n.a. A. I. Evdokimov, Department of Propaedeutics of Internal Diseases and Gastroenterology of Medical Faculty, Assistant, Candidate of Medical Science **S. I. Rapoport** — First Moscow State Sechenov University, Head of Laboratory «Chronomedicine and New Technologies in Treatment of Internal Diseases», Professor, Doctor of Medical Science; **V. B. Grechushnikov** — Moscow Central Hospital № 6, Head of Endoscopic Department, Candidate of Medical Science; **B. V. Afonin** — State Scientific Center of Medico-biological Problems, Chief Research Assistant, Candidate of Medical Science; **L. V. Sakovich** — Director of «TSD ISOTOPES Ltd».

Дата поступления — 12.01.2013 г.

Дата принятия в печать — 28.02.2013 г.

Маев И. В., Самсонов А. А., Айвазова Р. А., Рапопорт С. И., Гречушников В. Б., Афонин Б. В., Сакович Л. В. Диагностическая значимость дыхательных тестов в диагностике инфекции *Helicobacter pylori* // Саратовский научно-медицинский журнал. 2013. Т. 9, № 1. С. 57–64.

Цель: сравнительная оценка информативности различных методик уреазного дыхательного теста в диагностике *H. pylori*. **Материал и методы.** Исследование наличия *H. pylori* в желудке было проведено дыхательными тестами у 106 больных с различными заболеваниями желудка и двенадцатиперстной кишки. Все исследования проводились амбулаторно, не зависящими друг от друга врачами. После выполнения дыхательных тестов всем обследованным была проведена эзофагогастродуоденоскопия с биопсией слизистой и последующим определением в биоптатах *H. pylori* гистологическим методом. Проводились ¹³C- и ¹⁴C- уреазные дыхательные тесты. Полученные результаты сравнивали с аммиачными уреазными дыхательными тестами ООО «Ассоциация Медицины и Аналитики» (ООО «АМА»), Россия, Санкт-Петербург) и газоанализатором «Helico-Sense» (НТП «ТКА», Россия, Санкт-Петербург). **Результаты.** Проведенные исследования показали, что уреазные дыхательные тесты, использующиеся для диагностики *H. pylori*, методически просты в исполнении, не вызывают негативного отношения у пациентов, позволяют получить ответ в течение одного часа. **Заключение.** Результаты сравнительных исследований показали, что аммиачные уреазные дыхательные тесты определения *H. pylori* в желудке в модификации Хелик-тест (индикаторные трубки), «Хелиак-аппарат» (НПА) «Helico-Sense» (НТП «ТКА») обладают меньшей чувствительностью, чем ¹³C-уреазный дыхательный тест, и могут использоваться для первичной диагностики, результаты которой требуют проведения дополнительных методов диагностики. Низкая специфичность этих методик и, как следствие, высокая частота ложноположительных результатов не допускают использование их для контроля эффективности эрадикации *H. pylori* или проведения диспансеризации населения.

Ключевые слова: *Helicobacter pylori*, ¹³C-уреазный дыхательный тест (¹³C-УДТ), ¹⁴C-уреазный дыхательный тест (¹⁴C-УДТ).

Mayev I. V. Samsonov A. A. Ayvazova R. A. Rapoport S. I. Grechushnikov V. B., Afonin B. V., Sakovich L. V. Respiratory tests in diagnostics of *Helicobacter pylori* infection // *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2013. Vol. 9, № 1. P. 57–64.

The Research Objective: Comparative assessment of informational content of various techniques, respiratory tests for Helicobacteriosis detection. **Methods et methods:** Research of existence of *H. pylori* in stomach has been conducted by respiratory tests in 106 patients with various diseases of stomach and duodenum. All researches have been conducted on an outpatient basis. Esophagogastroduodenoscopy with mucous biopsy and determination of *H. pylori* in biopsy materials have been followed by respiratory tests. Respiratory tests ^{13}C UBT and ^{14}C UBT have been carried out. The comparative analysis of respiratory tests for Helicobacteriosis detection has been performed. **Results:** The conducted researches have showed that, the respiratory tests are favourable for *H. pylori* diagnostics. They are methodically simple and short-term. **Conclusion:** Results of comparative researches showed that ammoniac respiratory tests for Helicobacteriosis detection in stomach possess lesser sensitivity than the ^{13}C UBT — respiratory test and may be used for the primary diagnostics which results demand carrying out additional methods of diagnostics. Low specificity of these techniques and inauthentic results do not control the efficiency of eradication of *H. pylori* and do not present any value in medical examination of the population.

Key words: *Helicobacter pylori*, ^{13}C -respiratory test (^{13}C -UBT), the ^{14}C -respiratory test (^{14}C -UBT).

Введение. Австралийским ученым B. J. Marshall и J. R. Warren принадлежит величайшее открытие XX в., доказывающее роль в природе заболеваний желудочно-кишечного тракта одного из самых загадочных в мире микроорганизмов *Helicobacter pylori* (*H. pylori*) [1]. Был открыт новый род бактерий, значение которого в патологии человека и животных мы не можем полностью оценить до сих пор. То, что *H. pylori* относится к числу патогенных бактерий в настоящее время не вызывает сомнения [2]. Оказалось, что бактерия *H. pylori* является основной причиной развития хронического гастрита, язвенной болезни, а также мальтомы и аденокарциномы желудка. По оценкам различных авторов, во всем мире инфицированность этим микроорганизмом достигает более 60% [3]. Анализ данных 1994 и 2004 гг. показал, что количество случаев диагностированного рака желудка возросло в 4 раза. Эта патология заняла третье место среди опухолевых заболеваний, и *H. pylori* отводится не последняя роль в причинах ее возникновения [4]. Многочисленные исследования доказывают достаточно широкий диапазон внежелудочной патологии, связанной с *H. pylori* [5]. В настоящее время возросло количество работ, указывающих на участие *H. pylori* в заболеваниях, не относящихся к пищеварительной системе, хотя на этот счет имеется и противоположное мнение [6]. При этом патологические поражения, связанные с *H. pylori*, могут носить как органический, так и системный характер. Роль, отведенная *H. pylori* в патологии верхних отделов желудочно-кишечного тракта, порождает каскад вопросов, среди которых в настоящее время приоритетным является вопрос о достоверном и чувствительном способе ее выявления на этапе первичной диагностики.

Общепринятый подход борьбы с *H. pylori*-инфекцией при лечении патологии верхних отделов желудочно-кишечного тракта заключается в эрадикации. С этой целью назначается комплекс специальных антибактериальных препаратов, контроль эффективности которых при эрадикации *H. pylori* также требует наличия в арсенале точных и, главное, специфичных методов его определения. Наличие доступных диагностических средств достоверного выявления *H. pylori*-инфекции в желудке может позволить не только выявлять и контролировать инфицированных, но и избежать необоснованного назначения химиотерапевтических препаратов, а также адекватно проводить оценку эрадикации.

Ответственный автор — Гречушников Виктор Борисович
Адрес: 115522, Москва, ул. Москворечье, д. 4, кор. 5, кв. 282.
Тел.: 89261256244
E-mail: viktor_33307@mail.ru

Согласно рекомендациям Американской коллегии гастроэнтерологов 2005 г. и рекомендациям IV конференции Европейской группы по изучению *H. pylori* 2010 г. для определения инфицированности *H. pylori* следует использовать пероральный дыхательный тест с мочевиной — уреазный дыхательный тест (УДТ), как наиболее специфичный метод, а при его недоступности проводят определение антигена *H. pylori* в фекалиях (stool-тест) [7]. В настоящее время разработано большое количество методов, позволяющих выявлять инфицированных *H. pylori*, однако ни один из методов не обладает 100%-ной чувствительностью и специфичностью [8].

Первоначально наличие *H. pylori* в желудке выявлялось гистологическим методом со специальным для этого микроорганизма окрашиванием биоптатов слизистой [9]. Гистологический метод до настоящего времени является «золотым стандартом» определения *H. pylori*, однако использование его сопряжено с проведением эзофагогастродуоденоскопии (ЭГДС), взятием биоптатов слизистой и фиксацией прокрашиванием и микроскопией на наличие *H. pylori*, что методически сложно и требует привлечения нескольких квалифицированных специалистов. При проведении УДТ с мочевиной химизм процессов, происходящих в желудке пациента, связан с наличием у *H. pylori* бактерии фермента уреазы, обеспечивающего высокую скорость реакции гидролиза мочевины в желудочном соке. После приема препарата, содержащего мочевины, она при наличии в желудке *H. pylori* гидролизует уреаза с образованием бикарбоната и аммиака. В результате под действием бактериальной уреазы из мочевины образуются бикарбонат (HCO_3^-), вода и аммиак. Аммиак смещает кислотно-щелочное равновесие окружающей среды в щелочную сторону, что позволяет бактерии *H. pylori* существовать в агрессивной среде желудочного сока. Бикарбонат в кислой среде желудка распадается на воду и углекислый газ, который беспрепятственно через слизистую желудка переходит в кровь и выделяется с выдыхаемым воздухом.

Образование двуокси углерода и аммиака в результате расщепления мочевины, связанное с высокой уреазной активностью *H. pylori*, лежит в основе методов дыхательной диагностики, и в частности в основе ^{13}C - и ^{14}C -уреазного дыхательного теста и его альтернативы — аммиачного NH_3 -уреазного дыхательного теста (NH_3 -УДТ). При использовании УДТ с ^{14}C -мочевиной, в которой атом ^{12}C -углерода замещен ^{14}C -изотопом, в выдыхаемом воздухе, при наличии в желудке *H. pylori*, появятся молекулы ^{14}C -углекислого газа, увеличение которых может быть определено радиометрическим анализом. По увеличению содер-

жания меченого ^{14}C -углекислого газа в пробах воздуха, отобранных после приема мочевины, устанавливают инфицированность пациентов *H. pylori*. Для проведения ^{14}C -УДТ в Северной Америке и Африке применяется препарат ^{14}C -Уреакэпс, использующийся в отдельных случаях в РФ [10]. В Северной Америке использование микрокапсул для упаковки мочевины, меченой радиоактивным изотопом, позволило свести к минимуму трудности, связанные с хранением, утилизацией и безопасностью данного изотопа. В США продажа микрокапсул с мочевиной, меченой ^{14}C -углеродом, разрешена FDA наравне с обычными лекарственными препаратами через аптечную сеть, что отражает полную безопасность данного изотопа для обследуемых и окружающей среды [11]. В странах Европы при проведении уреазного дыхательного теста используются диагностическое лекарственное средство ^{13}C -мочевина, содержащая ^{13}C -стабильный изотоп углерода, работа с которым не требует соблюдения норм радиационной безопасности.

Диагностическое лекарственное средство (ДЛС) ^{13}C -мочевина представляет собой порошок, действующим фармакологическим веществом которого является ^{13}C -диамид угольной кислоты ($^{13}\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) с содержанием замещенного стабильного изотопа ^{13}C -углерода до 99%. Международное непатентованное название — ^{13}C -мочевина (код V04CX согласно анатомо-терапевтической классификации, рекомендованной Всемирной организацией здравоохранения). При наличии в желудке пилорического хеликобактера после приема ДЛС содержащаяся в препарате ^{13}C -мочевина гидролизруется уреазой *H. pylori* до $^{13}\text{CO}_2$ и аммиака. Образующаяся двуокись углерода, содержащая ^{13}C -изотоп, всасывается в кровь, с которой переносится в легкие и оказывается в выдыхаемом воздухе. Измерение соотношения $^{13}\text{CO}_2/^{12}\text{CO}_2$ в пробах выдыхаемого воздуха, отобранных после приема мочевины, проводят в газовых анализаторах. Увеличение содержания $^{13}\text{CO}_2$ в пробах выдыхаемого воздуха указывает на инфицированность пациентов *H. pylori*.

Альтернативой ^{13}C -УДТ и ^{14}C -УДТ являются аммиачные уреазные дыхательные тесты, в которых в качестве метки, характеризующей уреазную активность *H. pylori* в желудке, используется второй метаболит гидролиза мочевины — аммиак (NH_3). Привлекательность этого метода связана с тем, что для тестирования *H. pylori* используется дешевая мочевина обычного изотопного состава. ООО «Ассоциация Медицины и Аналитики» (ООО «АМА», Россия, Санкт-Петербург) производит Хелик-тест, в основе которого лежит кинетическая оценка концентрации аммиака воздуха в полости рта после приема пациентом значительной порции мочевины (500 мг) обычного изотопного состава. Содержание аммиака в выдыхаемом воздухе при проведении такой модификации уреазного теста можно также измерить с помощью прибора «Хелик-аппарат» [12] или газоанализатора «Helico-Sense» (НТП «ТКА», Россия, Санкт-Петербург) [13]. В настоящее время непрерывно ведется поиск методов регистрации малых концентраций аммиака. Успехи в этом направлении уже есть, в частности разработаны так называемые «сенсорные» газоанализаторы, в которых чувствительными элементами служат сенсоры [14]. Перечисленные модификации уреазного дыхательного теста используются для выявления *H. pylori* в России и на Украине, однако исследование их информатив-

ности и объективная оценка методических особенностей не проводились.

Цель: сравнительная оценка неинвазивных методов выявления в желудке микроорганизма *H. pylori* для формирования объективной оценки информативности и методических особенностей выполнения использующихся в настоящее время в диагностике *H. pylori* основных дыхательных тестов: ^{13}C -уреазного дыхательного теста, ^{14}C -уреазного дыхательного теста и дыхательных NH_3 -методик Хелик-теста в трех модификациях (с индикаторными трубками, приборами «Хелик-аппарат» и «Helico-Sense»).

Материал и методы. Исследование наличия *H. pylori* в желудке было проведено дыхательными тестами у 106 больных с различными заболеваниями желудка и двенадцатиперстной кишки. Все исследования проводились амбулаторно, не зависящими друг от друга врачами. Средний возраст больных составлял $48,23 \pm 4,1$ года. Мужчин 47 (44,3%), женщин 59 (55,6%). После выполнения дыхательного теста всем обследованным была проведена эзофагогастродуоденоскопия (ЭГДС) с биопсией слизистой и последующим определением в биоптатах *H. pylori* гистологическим методом.

С использованием Хелик-теста (индикаторные трубки) тестирование *H. pylori* было проведено у 50 амбулаторных больных с одновременным определением *H. pylori* гистологическим методом. Определение аммиака проводили дважды: до и после приема 500 мг мочевины. Измерение концентрации аммиака выполняли с помощью индикаторной трубки, заполненной селективным хемосорбентом, через которую с помощью электроотсоса из полости рта прокачивается 2 л воздуха. Длина окрашенного столбика в трубке в 1 мм соответствует концентрации $0,3 \text{ мг/м}^3$ аммиака. Увеличение концентрации аммиака после приема мочевины более чем на $0,6 \text{ мг/м}^3$ считалось положительным результатом.

У 30 обследованных проведены сравнительные исследования с одновременным определением *H. pylori* гистологическим методом и ^{13}C -УДТ. ^{13}C -УДТ проводили, как и во всех других сериях исследований, с использованием тест-набора для определения *H. pylori* «Карбомид-тест» ООО «TSD ISOTOPES Ltd» (РФ). Набор включает навески в пластиковой упаковке на одно исследование, содержащие 75 мг ^{13}C -мочевины с адьювантами, улучшающими чувствительность методики и вкус тест-раствора, а также пробирки для отбора проб воздуха. Для получения тест-раствора навеска разводилась в 50 мл кипяченой воды. Отбор проб воздуха проводили до и через 15 и 30 минут после перорального приема тест-раствора. Детекция $^{13}\text{CO}_2$ в пробах воздуха выполнялась на газовом анализаторе IRIS doc (Германия).

У 16 обследованных проведены сравнительные исследования определения *H. pylori* с использованием ^{13}C -УДТ и NH_3 -УДТ с последующим гистологическим методом определения микроорганизма. Измерение концентрации аммиака выполняли с помощью газоанализатора «Helico-Sense» («НТП «ТКА», Санкт-Петербург).

У 10 обследованных были проведены сравнительные исследования по одновременному определению *H. pylori* тремя дыхательными тестами: аммиачным уреазным тестом с использованием прибора «Хелик-аппарат» (АМА, Санкт-Петербург) и двумя изотопными уреазными тестами — ^{13}C -УДТ и ^{14}C -УДТ. Для проведения ^{14}C -УДТ использовали препарат ^{14}C -Уреакэпс. При проведении ^{14}C -УДТ пробы выды-

хаемого воздуха собирали до и после перорального приема препарата, растворенного в 50 мл воды. Радиоизотопный анализ, полученных проб проводили на жидкостном сцинтилляционном счетчике.

Результаты, полученные при проведении дыхательных тестов, сопоставлялись между собой и с результатами гистологических и цитологических методов обнаружения *H. pylori* и заключениями эзофагогастродуоденоскопии. Анализ информативности методов проводился по таким критериям, как чувствительность, специфичность, диагностическая точность. Точность (процент совпадений) определялась как отношение суммы истинно положительных и отрицательных результатов ко всем вариантам. Чувствительность определялась как отношение истинно положительных результатов к сумме истинно положительных и ложноотрицательных результатов. Этот параметр в наших исследованиях характеризовал процент выявления с помощью тестируемой методики инфицированных среди лиц, инфицированность которых была установлена при гистологическом методе определения. Специфичность определялась как отношение истинно отрицательных результатов к сумме ложноположительных и истинно отрицательных результатов. Этот показатель характеризовал процент выявления неинфицированных лиц среди контингента, определяемого при гистологическом исследовании как «неинфицированные».

Результаты. Оценку методики Хелик-теста (индикаторные трубки) и методики ^{13}C -УДТ проводили относительно гистологического метода определения *H. pylori* в биоптате слизистой желудка. Гистологическое исследование *H. pylori* в биопсийном материале слизистой желудка, полученном при ЭГДС, и Хелик-тест были проведены одновременно у 50 пациентов. Наличие *H. pylori* при гистологическом исследовании выявлено у 43 человек из 50 обследованных (табл. 1). У 7 пациентов получены отрицательные результаты. При использовании у этих же пациентов методики Хелик-теста (индикаторные трубки) после приема мочевины у 37 из 50 пациентов был выявлен положительный результат: длина окрашенного столбика в трубке соответствовала увеличению концентрации аммиака более чем на $0,6 \text{ мг/м}^3$, что указывало на наличие в желудке *H. pylori*-инфекции. Из 37 положительных результатов Хелик-теста совпадение с положительными результатами гистологических исследований отмечено у 29 человек — количество, отражающее истинно положительные результаты относительно показателей гистологического метода. У 8 человек совпадения не выявлено: Хелик-тест дал положительный результат, гистологическое исследование отрицательный, т.е. ложноположительный результат по Хелик-тесту. Из 13 пациентов с отрицательными значениями Хелик-теста у 5 отмечалось совпадение с отрицательными результатами гистологических исследований — истинно отрицательные результаты. У 8 совпадений не выявлено: Хелик-тест дал отрицательный результат, гистологическое исследование положительный, т.е. ложноотрицательный результат по Хелик-тесту.

Аналогичные сравнительные исследования относительно гистологического метода были проведены для методики ^{13}C -УДТ. Сопоставление проведено по результатам одновременных исследований группы 56 пациентов (табл. 2).

Анализ чувствительности, специфичности и точности при выявлении инфицированных *H. pylori* этими двумя методами относительно гистологическо-

го метода представлен в табл. 3. При определении инфицированных *H. pylori* методикой Хелик-теста по отношению с результатами гистологических исследований совпадение результатов (точность) отмечалось в 68% случаев, а для методики ^{13}C -УДТ в 84%. Чувствительность методики ^{13}C -УДТ определялась на уровне 84%, а Хелик-теста — на уровне 78%. При использовании диагностики *H. pylori* по аммиаку методикой Хелик-теста у 22 человек из 100 инфицированных *H. pylori* может быть не обнаружена, а при использовании ^{13}C -УДТ вероятность отрицательных результатов снижалась до 16%.

Специфичность методики Хелик-теста такова, что в 62% случаев будут определяться ложноположительные результаты у неинфицированных пациентов, т.е. по этим результатам эрадикация *H. pylori* с приемом антимикробных препаратов будет проводиться больше, чем у 50% неинфицированных пациентов. Говорить об использовании этой методики для подтверждения эффективности эрадикации не приходится: для каждого второго она будет определять как неэффективная.

Полученные результаты показали, что Хелик-тест (индикаторные трубки) — методика определения наличия *H. pylori* по содержанию аммиака в полости рта — может использоваться для первичной диагностики, результаты которой требуют проведения дополнительных (либо других) методов диагностики. При низкой специфичности этой методики совершенно недопустимо использование ее для подтверждения эффективности эрадикации *H. pylori*. Сделанные нами выводы о диагностической возможности дыхательного аммиачного теста подтверждают исследования других авторов, выявивших высокую частоту ложноположительных результатов диагностики *H. pylori* инфекции [15]. К этому следует добавить, что при проведении NH_3 -УДТ используется относительно высокая доза мочевины (500 мг), что превышает больше чем в 5 раз количество мочевины при проведении ^{13}C - и ^{14}C -дыхательных тестов. Прием такого количества мочевины безвреден для здорового человека, но требует ограничения применительно к больным с сопутствующими заболеваниями (заболевания печени, легких, сердечнососудистые и другие патологии).

Специфичность методики ^{13}C -УДТ была значительно выше: вероятность получения ложноположительных результатов здесь на уровне 17%. Обратное сопоставление гистологического метода относительно методики ^{13}C -УДТ дало относительно близкие результаты, по которым видно, что, несмотря на то что специфичность гистологического метода несколько выше (86%), чувствительность и точность ниже, чем у методики ^{13}C -УДТ и составляют 80 и 79% соответственно. В сочетании с относительно высокой чувствительностью и точностью, характерными для методики ^{13}C -УДТ, она наравне с гистологическим методом может использоваться как для первичной диагностики, так и для контроля эффективности эрадикации микроорганизма. Следует отметить, что преимущество методики ^{13}C -УДТ по сравнению с гистологическим методом состояло в том, что ее выполнение не требовало проведения эндоскопических исследований, взятия биоптата слизистой его окрашивания и микроскопии. Дыхательный тест легко переносился пациентами, и его проведение не требовало специализированной подготовки высококвалифицированного персонала, а результаты могли быть представлены в течение одного часа.

Таблица 1

Результаты сравнительных исследований диагностической значимости методики Хелик-теста (индикаторные трубки) относительно результатов гистологического метода определения *H. pylori*

Показатели	Результаты	Методы исследования	
		Гистологический метод	Хелик-тест
Количество исследований		50	50
Положительные		43	37
Истинно положительные		0	29
Ложноположительные		0	8
Отрицательные		7	13
Истинно отрицательные		0	5
Ложноотрицательные		0	8

Таблица 2

Результаты сравнительных исследований диагностической значимости методики ^{13}C -УДТ относительно результатов гистологического метода определения *H. pylori*

Показатели	Результаты	Методы исследования	
		Гистологический метод	^{13}C -УДТ
Количество исследований		56	56
Положительные		36	35
Истинно положительные		0	32
Ложноположительные		0	3
Отрицательные		20	21
Истинно отрицательные		0	15
Ложноотрицательные		0	6

Таблица 3

Сравнительная характеристика методик Хелик-тест и ^{13}C -УДТ относительно показателей гистологического метода при первичном выявлении инфицированных *H. pylori*, %

Методики	Показатели	Характеристики методов исследования		
		Чувствительность	Специфичность	Точность
Хелик-тест		78	38	68
^{13}C -УДТ		84	83	84

Поскольку принцип проведения всех дыхательных тестов одинаковый, нами проведено сравнительное исследование их диагностических характеристик (точности, специфичности и чувствительности) и рассмотрены особенности методики их выполнения. С этой целью у 16 пациентов проведен сравнительный анализ показателей ^{13}C -УДТ с показателями аммиачного дыхательного теста NH_3 -УДТ с проведением детекции на газоанализаторе «Helico-Sense» (НТП «ТКА», Санкт-Петербург). Анализ чувствительности, специфичности и точности при выявлении инфицированных *H. pylori* в этой серии исследований также проведен относительно гистологических результатов выявления микроорганизма. При определении инфицированных *H. pylori* на газоанализаторе «Helico-Sense» совпадение результатов (точность) по отношению к результатам гистологических исследований отмечалось в 63% случаев, а для методики ^{13}C -УДТ в 81%. Чувствительность методики NH_3 -УДТ определялась на уровне 54%, а для методики ^{13}C -УДТ — 81%. При такой чувствительности метода «Helico-Sense»

из 100 инфицированных *H. pylori* может быть не обнаружена у половины обследованных.

Учитывая высокую специфичность, точность и чувствительность ^{13}C -УДТ, его результаты были сопоставлены в ходе исследований, полученных при определении *H. pylori* у 10 пациентов двумя другими дыхательными методиками: ^{14}C -УДТ с мочевиной, содержащей в своей молекуле ^{14}C -нестабильный изотоп углерода; NH_3 -УДТ с обычной мочевиной и детекцией аммиака на приборе «Хелик-тест» ООО «Ассоциация Медицины и Аналитики» (ООО «АМА», Россия, Санкт-Петербург).

Основной проблемой использования ^{14}C -УДТ в отличие от методик ^{13}C -УДТ и NH_3 -УДТ являлась сложная организация работ по транспортировке, хранению, работе и утилизации радиоактивных препаратов. В России применении таких диагностических средств и работа с ними требует специального разрешения, специально оборудованных помещений и счетчиков радиоактивности и специальных программ обработки данных. Пациентами также отрицательно

воспринимался прием радиоактивных препаратов, несмотря на все заверения об их безопасности.

Результаты тестирования при сравнении трех методов дыхательной диагностики представлены в табл. 4. Итоги тестирования оценивались исходя из практики интерпретации результатов: хотя бы 2 теста должны дать одинаковый результат, который и принимается в качестве окончательного (ОР). Сопоставленные результаты исследования показали, что полностью соответствуют окончательному результату значения ^{13}C -УДТ. Совпадение результатов, полученных при проведении NH_3 -УДТ с аппаратом «Хелик-тест», с результатами двух других тестов отмечалось только в 40% случаев, а для ^{13}C -УДТ в 100% и ^{14}C -УДТ в 40% случаев. Для того чтобы статистически оценить степень соответствия результатов всех тестов, был проведен корреляционный анализ. При балльной оценке тестирования (0;1), относящейся к порядковой шкале показателей, использовали непараметрический ранговый коэффициент Спирмена, который здесь был более предпочтителен по сравнению с общепринятыми коэффициентами корреляции Пирсона [16].

Как и следовало ожидать, корреляция показателей теста ^{13}C -УДТ с ОР была максимально возможной с обеспечением надежной статистической значимости (табл. 5). Тест ^{14}C -УДТ также связан с ОР достаточно высокой корреляцией. Коэффициент детерминации R^2 указывает на то, что взаимосвязь этих показателей обусловлена примерно 56% их вариабельности; уровень значимости нулевой гипотезы (0,003) свидетельствует о статистической достоверности этой связи при 99%-ном доверительном уровне. Совершенно иная картина наблюдается в отношении теста NH_3 -УДТ АМА: низкая, статистически незначимая корреляция при коэффициенте детерминации всего около 7%.

По результатам корреляционного анализа для диагностики следует рекомендовать всего один тест — ^{13}C -УДТ. Однако нельзя забывать, что итоговый показатель ОР несёт в себе немалую долю коррелированности с результатами всех тестов, поскольку условно оценивается именно по ним. Делать окончательные выводы в этом случае было бы не вполне корректно, поэтому следующая задача состояла в том, чтобы исследовать результаты тестов отдельно от ОР и на основе анализа всех этапов исследования предложить наиболее оптимальный алгоритм выявления *H. pylori*. С этой целью использовали процедуру факторного анализа, который проводился по методу главных компонент [17]. Теоретической основой факторного анализа является предположение, что изменчивость исследуемых показателей определяется неким набором неисследуемых, скрытых (латентных) факторов. Задача состояла в том, чтобы выявить наиболее значимые из этих скрытых факторов, которые принято называть главными. Логично предположить, что в нашем случае для результатов тестирования ведущим скрытым фактором является инфицированность *H. pylori*.

Первичные результаты факторного анализа представлены в табл. 6. Из них следует, что общая изменчивость трех тестов определяется тремя главными скрытыми факторами. Критерием для выделения оптимального числа факторов служат так называемые собственные значения, являющиеся дисперсиями главных факторов. Принято рассматривать только те факторы, дисперсии которых больше единицы [18]. Таковым в нашем случае является лишь один пер-

вый фактор, который, очевидно, и можно интерпретировать как инфицированность *H. pylori*.

Далее процедура факторного анализа предусматривает вычисление так называемых факторных нагрузок исследуемых показателей на выделенный первый главный фактор. Факторная нагрузка для ^{13}C -УДТ будет равна 0,915, для ^{14}C -УДТ — 0,896, а для NH_3 -УДТ — 0,488. Величины факторных нагрузок фактически представляют собой коэффициенты корреляции результатов тестирования с выделенным главным фактором. Абсолютное значение нагрузки выше 0,7 признается за существенную связь, ниже 0,7 — за её отсутствие [19]. Результаты анализа показали, что лишь для тестов ^{13}C -УДТ и ^{14}C -УДТ можно признать весьма существенной и очень сходной по величине связь со скрытым фактором, который интерпретирован как наличие в желудке *H. pylori*.

На заключительном этапе исследования был проведен множественный регрессионный анализ, при котором поочередно результаты каждого из тестов принимались в качестве зависимой переменной (функции), а результаты двух других тестов — в качестве независимых переменных (аргументов) [20]. В общем случае полученные в ходе анализа уравнения имели вид:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2,$$

где Y — результаты одного теста, X_1 и X_2 — результаты двух других тестов, a — свободный член уравнения, b_1 и b_2 — коэффициенты регрессии при независимых переменных.

В результате получены три регрессионные зависимости, которые для удобства сопоставления представлены со всеми, в том числе и нулевыми значениями коэффициентов:

$$^{13}\text{C} = 0 + 0,818 \cdot ^{14}\text{C} + 0,182 \cdot \text{NH}_3\text{-УДТ}, \quad (R^2 = 57,9\%, p = 0,0024) \quad (1)$$

$$^{14}\text{C} = 0 + 0,667 \cdot ^{13}\text{C} + 0 \cdot \text{NH}_3\text{-УДТ}, \quad (R^2 = 56,4\%, p = 0,003) \quad (2)$$

$$\text{NH}_3\text{-УДТ} = 0,82 + 0,182 \cdot ^{13}\text{C} + 0 \cdot ^{14}\text{C}, \quad (R^2 = 7,3\%, p = 0,589) \quad (3)$$

Анализируя уравнения, следует отметить, что тест NH_3 -УДТ АМА не имеет статистически значимой связи с двумя другими тестами, о чем свидетельствует уравнение (3) с его коэффициентами регрессии, детерминации и уровнем значимости, а также уравнение (2), в котором коэффициент регрессии при NH_3 -УДТ равен нулю. Тесты ^{14}C -УДТ и ^{13}C -УДТ статистически значимо связаны между собой, что видно из уравнения (2) с его коэффициентом детерминации и уровнем значимости, а также из уравнения (1). Исходя из уравнений (3) и (1), нельзя признать достоверной связь ^{13}C -УДТ с NH_3 -УДТ. Обобщая полученные результаты исследования тестов, можно сделать вывод, что для обнаружения инфекции *H. pylori* диагностические свойства тестов ^{13}C -УДТ и ^{14}C -УДТ достаточно высоки и весьма сходны между собой, а также об очень низкой диагностической состоятельности теста NH_3 -УДТ.

Заключение. Результаты проведенных исследований показали, что уреазные дыхательные тесты, использующиеся для определения инфицированных пилорическим хеликобактером, методически просты в исполнении, не вызывают негативного отношения у пациентов, не требуют высококвалифицированных медицинских специалистов, позволяют получить ответ в течение одного часа.

Таблица 4

Характеристика результатов тестирования трех дыхательных тестов: ^{13}C -УДТ, ^{14}C -УДТ, NH_3 -УДТ

№ п.п.	Тесты			Окончательный результат тестов (ОР)
	^{13}C	^{14}C	NH_3 -УДТ	
1	1	1	1	1
2	1	0	1	1
3	1	1	1	1
4	0	0	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	0
7	0	0	1	0
8	0	0	0	0
9	1	1	1	1
10	0	0	1	0
Совпадение с ОР, %	100	90	40	0

Примечание: 1 — тест положительный, 0 — тест отрицательный.

Таблица 5

Показатели корреляционного анализа результатов трех методов тестирования *H. pylori*

Тест	Коэффициент ранговой корреляции с ОР	Коэффициент детерминации R^2 , %	Уровень значимости нулевой гипотезы P
^{13}C	1,0	100	< 0,001
^{14}C	0,751	56,4	0,003
NH_3 -УДТ	0,270	7,4	0,281

Таблица 6

Количественная оценка собственных значений и дисперсии, приходящейся на выделенные факторы

Порядковый номер фактора	Собственные значения	Дисперсия, %	Накопленный % дисперсии
1	1,878	62,6	62,6
2	0,876	29,2	91,8
3	0,245	8,2	100,0

Примечание: жирным шрифтом отмечен фактор, собственное значение которого более 1.

Среди уреазных дыхательных тестов наиболее информативным является ^{13}C -уреазный дыхательный тест, который по своей высокой специфичности, чувствительности и точности не уступает гистологическому методу определения *H. pylori* в желудке, что позволяет рекомендовать его как для первичной диагностики, так и для контроля эффективности эрадикации микроорганизма. Простота выполнения методики ^{13}C -уреазного дыхательного теста, наличие серийных анализаторов ^{13}C -изотопного состава в пробах выдыхаемого воздуха позволят также рекомендовать использование этой методики для диспансеризации населения. Диагностические свойства ^{14}C -УДТ достаточно высоки и близки к результатам ^{13}C -УДТ и гистологического метода, однако, в отличие от методик ^{13}C -УДТ и NH_3 -УДТ, проведение этой методики в России требует соблюдения условий по транспортировке, хранению, работе и утилизации радиоактивных препаратов и отрицательно воспринимается пациентами. Результаты сравнительных исследований показали, что NH_3 -уреазные тесты определения *H. pylori* в желудке в модификации Хелик-тест (индикаторные трубки), «Хелиак-аппа-

рат» (НПА) «Helico-Sense» (НТП «ТКА») обладают меньшей чувствительностью, чем ^{13}C -уреазный дыхательный тест, и могут использоваться для первичной диагностики, результаты которой требуют проведения дополнительных методов диагностики. Низкая специфичность этих методик и, как следствие, высокая частота ложноположительных результатов не допускают использование их для контроля эффективности эрадикации *H. pylori* или проведения диспансеризации населения.

Конфликт интересов. Данная работа не имеет коммерческой или иной заинтересованности физических или юридических лиц.

Библиографический список

1. Marshall B. J., Warren J. R. Unidentified curved Bacilli in the stomach of patients with gastritis and peptic ulceration // Lancet. 1984. Vol. 1 (8390). P. 1311–1315.
2. Correa P. Helicobacter pylori: as a pathogen and carcinogen // Journal of Physiology and Pharmacology. 1997. Vol. 48, Suppl. 4. P. 19–24.
3. Feldman R. A., Eccersleg A. J. P., Hardie J. M. Epidemiology of Helicobacter pylori: acquisition transmission, population

prevalence and disease — to-infection ratio // *Brit. Med. Bul.* 1998. Vol. 54. P. 39–53.

4. Lai L., Sung J. *Helicobacter pylori* and benign upper digestive disease // *Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol.* 2007. Vol. 21 (2). P. 261–279.

5. Бельмер С. В., Гасилина Т. В., Аль Хатиб М. *Helicobacter pylori* и аллергия // *Лечащий врач.* 2004. № 4. С. 56–58.

6. Циммерман Я. С. *Helicobacter pylori* — инфекция: внежелудочные эффекты и заболевания (критический анализ) // *Клин. мед.* 2006. № 4. С. 63.

7. Исаков В. А. Мaaстрихт-3–2005: Флорентийская мозаика противоречий и компромиссов // *Экспер. и клин. гастроэнтерол.* 2006. № 1. С. 78–83.

8. Rantelin H., Lehours P., Megraud F. Diagnosis of *Helicobacter pylori* infection // *Helicobacter.* 2003. Vol. 8, Suppl. 1. P. 13–20.

9. Аруин Л. И., Капуллер Л. Л., Исаков В. А. Морфологическая диагностика болезней желудка и кишечника. М.: Трида-Х, 1998. С. 13–268.

10. Capsule 13C-urea breath test for the diagnosis of *Helicobacter pylori* infection / N. J. Peng, K. H. Lai, R. S. Liu [et al.] // *World J. Gastroenterol.* 2005. Vol. 11. P. 1361–1364.

11. Influence of urease activity of the oral cavity and oropharynx on 13C-urea breath test / Sano N., Ohara S., Koike T. [et al.] // *Nippon Shokakibyō Gakkai Zasshi.* 2004. Vol. 101. P. 1302–1308.

12. Неинвазивная диагностика инфекции *Helicobacter pylori* с помощью Хелик-аппарата / Е. А. Корниенко, М. А. Дмитриенко, Ключко О. Г. [и др.] // *Вопросы детской диетологии.* 2004. Т. 2. № 1. С. 50–51.

13. Газоанализатор выдыхаемого воздуха «Helico-Sense» как новое средство дыхательной диагностики хеликобактерной инфекции / А. В. Козлов, Ю. С. Евстратова, В. П. Новикова [и др.] // *Медицинская техника.* 2006. Т. 40, № 3. С. 44–46.

14. Николаев И. Н., Ноздря Д. А. О возможности использования сенсорных газоанализаторов для диагностики заболеваний методом дыхательных тестов // *Физическая медицина.* 2006. Т. 16, № 2. С. 15–20.

15. Сопоставление результатов диагностики хеликобактерной инфекции бактериоскопическим и некоторыми экспресс-методами / И. Т. Щербakov, Н. И. Леонтьева, Н. М. Грачева [и др.] // *Гастроэнтерология.* 2008. № 2–3.

16. Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: Изд-во ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

17. Либа И. Я. Математические методы в биологических исследованиях: факторный и компонентный анализы. Рига: Изд-во ЛатГУ, 1980. 104 с.

18. Айвазян С. А., Бухштабер В. М., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности. М.: Финансы и статистика, 1989. 333 с.

19. Иберла К. Факторный анализ. М.: Статистика, 1980. 367 с.

20. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Кн. 2. М.: Финансы и статистика, 1987. 351 с.

Translit

1. Marshall B. J., Warren J. R. Unidentified curved Bacilli in the stomach of patients with gastritis and peptic ulceration // *Lancet.* 1984. Vol. 1 (8390). P. 1311–1315.

2. Sorrea P. *Helicobacter pylori*: as a pathogen and carcinogen // *Journal of Physiology and Pharmacology.* 1997. Vol. 48, Suppl. 4. P. 19–24.

3. Feldman R. A., Eccersleg A. J. P., Hardie J. M. Epidemiology of *Helicobacter pylori*: acquisition transmission, population prevalence and disease — to-infection ratio // *Brit. Med. Bul.* 1998. Vol. 54. P. 39–53.

4. Lai L., Sung J. *Helicobacter pylori* and benign upper digestive disease // *Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol.* 2007. Vol. 21 (2). P. 261–279.

5. Bel»mer S. V., Gasilina T. V., Al» Hatib M. *Helicobacter pylori* и аллергия // *Lechashhij vrach.* 2004. № 4. С. 56–58.

6. Cimmerman Ja. S. *Helicobacter pylori* — infekcija: vnezheludochnoe jeffekty i zabole-vanija (kriticheskiy analiz) // *Klin. med.* 2006. № 4. С. 63.

7. Isakov V. A. Maastricht-3–2005: Florentijskaja mozajka protivorechij i kompro-missov // *Jeksper. i klin. gastrojenterol.* 2006. № 1. С. 78–83.

8. Rantelin H., Lehours P., Megraud F. Diagnosis of *Helicobacter pylori* infection // *Helico-bacter.* 2003. Vol. 8, Suppl. 1. P. 13–20.

9. Aruin L. I., Kapuller L. L., Isakov V. A. Morfologicheskaja diagnostika boleznej zheludka i kishechnika. M.: Triada-H, 1998. С. 13–268.

10. Capsule 13C-urea breath test for the diagnosis of *Helicobacter pylori* infection / N. J. Peng, K. H. Lai, R. S. Liu [et al.] // *World J. Gastroenterol.* 2005. Vol. 11. P. 1361–1364.

11. Influence of urease activity of the oral cavity and oropharynx on 13C-urea breath test / Sano N., Ohara S., Koike T. [et al.] // *Nippon Shokakibyō Gakkai Zasshi.* 2004. Vol. 101. P. 1302–1308.

12. Neinvazivnaja diagnostika infekcii *Helicobacter pylori* s pomoshh»ju Helik-apparata / E. A. Kornienko, M. A. Dmitrienko, Klochko O. G. [i dr.] // *Voprosy detskoj die-tologii.* 2004. Т. 2. № 1. С. 50–51.

13. Gazoanalizator vydyhaemogo vozduha «Helico-Sense» kak novoe sredstvo dyhatel» — noj diagnostiki helikobakternoj infekcii / A. V. Kozlov, Ju. S. Evstratova, V. P. Novikova [i dr.] // *Medicinskaja tehnika.* 2006. Т. 40, № 3. С. 44–46.

14. Nikolaev I. N., Nozdrya D. A. O vozmozhnosti ispol»zovaniya sensoryh gazoanali-zatorov dlja diagnostiki zabolevanij metodom dyhatel»nyh testov // *Fizicheskaja medicina.* 2006. Т. 16, № 2. С. 15–20.

15. Sopotavlenie rezul»tatov diagnostiki helikobakternoj infekcii bakteriosko-picheskimi i nekotorymi jekspress-metodami / I. T. Shherbakov, N. I. Leont»eva, N. M. Gracheva [i dr.] // *Gastrojenterologija.* 2008. № 2–3.

16. Shitikov V. K., Rozenberg G. S., Zinchenko T. D. Koliches tvennaja gidrojekologija: me-tody sistemnoj identifikacii. Tol»jatti: Izd-vo IJeVB RAN, 2003. 463 s.

17. Liepa I. Ja. Matematicheskie metody v biologicheskikh issledovaniyah: faktornyj i komponentnyj analizy. Riga: Izd-vo LatGU, 1980. 104 s.

18. Ajvazjan S. A., Buhstaber V. M., Enjukov I. S., Meshalkin L. D. Prikladnaja stati-stika: klassifikacija i snizhenie razmernosti. M.: Finansy i statistika, 1989. 333 s.

19. Iberla K. Faktornyj analiz. M.: Statistika, 1980. 367 s.

20. Drejper N., Smit G. Prikladnoj regressiionnyj analiz. Kn. 2. M.: Finansy i statistika, 1987. 351 s.

УДК 616.1–079

Оригинальная статья

ПОКАЗАТЕЛИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ У СПОРТСМЕНОВ

Д. А. Усанов — ФГБОУ ВПО Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, проректор по НИР, заведующий кафедрой физики твердого тела, профессор, доктор физико-математических наук; **А. А. Протопопов** — ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России, проректор по учебной работе, профессор, доктор медицинских наук; **А. В. Скрипаль** — ФГБОУ ВПО Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, заведующий кафедрой медицинской физики, профессор, доктор физико-математических наук; **А. П. Аверьянов** — ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России, доцент кафедры пропедевтики детских болезней, доктор медицинских наук; **Е. О. Кацавцев** — ФГБОУ ВПО Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, аспирант кафедры медицинской физики.

STATE OF CARDIOVASCULAR SYSTEM DURING EXERCISE IN SPORTSMEN

D. A. Usanov — Saratov State University n. a. N. G. Chernyshevsky, Head of Department of Solid-State Physics, Doctor of Physical and Mathematical Science; **A. A. Protopopov** — Saratov State Medical University n. a. V. I. Razumovsky, Pro-rector of Educational Work, Department of Faculty of Pediatrics, Professor, Doctor of Medical Science; **A. V. Skripal** — Saratov State University Saratovskiy nauchno-medicinskij zhurnal. 2013. Т. 9, № 1.