

Ольга Владимировна Быкова – главный научный сотрудник ГБУЗ «Научно-практический центр детской психоневрологии Департамента здравоохранения города Москвы», д.м.н.

119602 г. Москва, Мичуринский проспект, д. 74

Тел. 8-495-430-80-67

E-mail: detb18@mail.ru

Юрий Андреевич Климов – главный врач Государственного бюджетного учреждения здравоохранения Московской области «Подольская детская городская больница», к.м.н.

142110, Московская область,

г. Подольск, ул. Кирова д. 38

Тел. 8(4967)54-48-87

E-mail: pdgb-podolsk@mail.ru

Поступила: 8.02.2018

УДК 616.248-071.6-053.2:614.215

M74

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЦИФРОВОЙ АУСКУЛЬТАЦИИ ПРИ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЕ, В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОМ ОТДЕЛЕНИИ ДЕТСКОГО САНАТОРИЯ

Н.А. Мокина¹, Л.И. Мазур¹, А.В. Яшков¹, М.А. Гудкова², В.Н. Иванова³

¹ ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, г. Самара, Россия

² ГБУЗ «СОДС "Юность"», г. Самара, Россия

³ ГБУЗ «ТГКБ № 5», г. Тольятти, Россия

THE ANALYSIS OF POSSIBILITIES OF APPLICATION OF ELECTRONIC DIGITAL AUSCULTATION IN BRONCHIAL ASTHMA AT THE SPECIALIZED DEPARTMENT OF CHILDREN'S SANATORIUM

N.A. Mokina¹, L.I. Mazur¹, A.V. Jashkov¹, M.A. Gudkova², V.N. Ivanova³

¹ FGBOU VO SamSMU (SSMU) of Federal Health Ministry, Samara, Russia

² GBUZ SO «SODS "Junost"» of Regional Health Ministry, Samara, Russia

³ GBUZ SO "TGKB № 5" of Regional Health Ministry, Samara, Russia

РЕЗЮМЕ

Для изучения возможностей применения цифрового стетоскопа при БА у детей на санаторном этапе, из 147 чел. были сформированы две группы: опытная группа – 75 чел. (некурящие, с диагнозом легкой персистирующей БА, 43 мальчика и 32 девочки, средний возраст 13,11±0,27 лет) и группа сравнения (контроля) – 72 чел. (некурящие, без диагноза, 40 мальчиков и 32 девочки, средний возраст 13,95±0,14 лет). Проведены: спирометрия, электронная аускультация (Littmann®3200), бронхофонография на аппарате КДК «Паттерн» (Россия), с цифровой обработкой и получением количественных показателей, характеризующих респираторный цикл – акустический паттерн, акустическую работу дыхания (АРД). Для оценки контроля бронхиальной астмы у детей опытной группы применялся астма-тест (АСТ). Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы IBM SPSS Statistics 21.0. В результате проведенного анализа получена достаточная чувствительность, специфичность и информативность для методики цифрового стетоскопа (≥95%) при БА у детей, а корреляционный анализ показал, что параметры электронной аускультации достоверно коррелируют с большинством показателей спирометрии, что подтверждает и клинико-диагностическую значимость метода электронной аускультации при БА у детей на санаторном этапе.

Ключевые слова: бронхиальная астма, дети, санаторий, электронный стетоскоп, цифровая аускультация, спирометрия, акустический паттерн.

SUMMARY

To study the possibilities of using digital stethoscope in asthma subjects, in children's sanatorium, Two groups of 147 pers. were formed: 1-st group non-smokers with mild persistent asthma (75 pers. – 43 boys and 32 girls, aged 13.11 ± 0.27 years) and 2-nd gr. non-smokers without any respiratory diagnosis (72 people. – 40 boys and 32 girls, aged 13.95 ± 0.14 years). Spirometry, electronic auscultation (Littmann®3200), acoustic pattern analysis (bronchophonography) with digital processing of acoustic work of respiration (ARD) and the quantitative indicators of respiratory cycle, were performed. To assess the asthma control in children, Asthma Test (AST) was used in the experimental group. IBM SPSS Statistics 21.0 processed mathematical data. As a result of the analysis, reliable sensitivity, specificity and normativity for the digital stethoscope technique (≥95%) in children with asthma were obtained. The correlation analysis showed that the parameters of e-auscultation correlated significantly with the majority of spirometric parameters, which confirms the clinical and diagnostic significance of the method of e-auscultation in children with asthma, at the sanatorium.

Key words: bronchial asthma, children, sanatorium, electronic stethoscope, digital auscultation, spirometry, acoustic pattern.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Болезни органов дыхания стабильно остаются в пятерке лидеров по распространенности хронических неинфекционных болезней в мире. Среди них ведущие позиции в разновозрастных группах населения занимают бронхиальная астма (БА) и хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) [1, 4]. ХОБЛ является третьей из ведущих причин смерти во всем мире, а БА – одним из наиболее распространенных хронических заболеваний, поражающая несколько сотен миллионов человек в мире [4].

Большая часть этого бремени сосредоточена в развивающихся странах, где пациенты, чаще всего, не имеют доступа к опытным врачам, в результате чего наблюдается гипо- и/или ошибочная диагностика. Мобильные платформы, способные помочь в скрининге на болезни легких, например, состоящие из мобильного смартфона и электронного стетоскопа, пикфлоуметра и анкеты для пациента, позволяют реализовать алгоритм для выявления и обучения пациентов с БА и ХОБЛ, что является важной вехой в скрининге и диагностике легочных болезней во многих странах мира [6].

Развитие электронного здравоохранения является весьма актуальной задачей современности; этому вопросу, а также поиску новых методов профилактики, ранней диагностики, разработке биомаркеров болезней легких посвящен тренд развития персонализированной медицины [8, 12]. В данном аспекте особое значение приобретает изучение инновационных электронных медико-санитарных вмешательств, пригодных для мониторинга состояния при различных функциональных и органических нарушениях здоровья легких, поэтому большинство исследований, выполненных в последние годы, демонстрируют все возрастающий интерес ученых к этой сфере науки, а существующие результаты подтверждают важную роль методик сетевого (электронного) здравоохранения как в области профилактики, так и в мониторинге, контроле и повышении приверженности пациентов к лечению [5].

Одна из недавних разработок для электронного (цифрового) здравоохранения – цифровой стетоскоп – может быть, вкюпе с мобильными телефонными и интернет-устройствами, использована при БА и ХОБЛ. Оценивая потенциал применения электронного стетоскопа у взрослых, ряд ученых сравнивали оценку хрипов, крепитации и других респираторных звуков опытным врачом-экспертом с помощью обычного стетоскопа с оценкой аналогичных респираторных звуков, записанных с помощью электронного стетоскопа, получив высокую достоверность совпадений [6, 7].

Дефицит медицинских кадров является распространенной проблемой в мире, особенно в отдаленных и сельских территориях, что стимулирует, в том числе, развитие технологий электронного здравоохранения, предоставляя возможность более широкого использования телемедицины с использованием удаленных решений в управлении здоровьем легких; рядом авторов показано, что сетевые технологии дают результаты не ниже личных визитов в клинику, при достижении контроля над астмой [9, 10].

Традиционные методы, используемые при оценке клинического статуса, при болезнях органов дыхания, включают обязательную аускультацию и спирометрию, при этом использование более чувствительных электронных

методик для количественной оценки состояния здоровья пациентов с респираторными заболеваниями, в частности, акустических методов, – бронхофонографии, цифрового стетоскопа, позволяют улучшить качество диагностики болезней легких независимо от квалификации врача [1, 3, 9].

У детей с БА, особенно дошкольного возраста, одним из самых сложных аспектов лечения является их неспособность выполнить необходимые дыхательные маневры при пикфлоуметрии, спирометрии и аускультации, что затрудняет объективную оценку их статуса здоровья легких; в подобных случаях метод электронной аускультации позволил бы дополнить объективную оценку состояния функций легких в этой возрастной категории [7].

Таким образом, электронный стетоскоп является перспективным решением для преодоления ограничений обычной аускультации и помощи в мониторинге болезни легких [11], в то же время для уточнения роли этой новой методики в рутинной пульмонологической практике, в особенности, в педиатрии, необходимы дальнейшие исследования.

ЦЕЛЬ

Изучить диагностическую значимость метода цифровой аускультации, при бронхиальной астме у детей, с оценкой чувствительности, специфичности и информативности метода электронной аускультации, его корреляции со стандартизованными методами клинико-функциональной оценки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Данное исследование проводилось в детском специализированном (пульмонологическом) санатории. В исследовании участвовали 147 чел.: опытная группа составляла 75 чел. с легкой персистирующей БА, 43 мальчика и 32 девочки, средний возраст $13,11 \pm 0,27$ лет; группа сравнения (контроля) – некурящие, без диагноза – включала 72 чел., 40 мальчиков и 32 девочки, средний возраст $13,95 \pm 0,14$ лет.

Спирометрия проводилась на аппарате *Micro Medical Ltd. (Великобритания)*. Электронная аускультация проводилась с помощью электронного стетоскопа *Littmann®3200* с интерфейсом пользователя на olive, представляющим собой пятикнопочную подушку и жидкокристаллический дисплей. Процесс звукообразования в аппарате поддерживается при помощи цифрового процессора; модуль беспроводной связи *Bluetooth®* позволяет передавать на компьютер записанные звуковые протоколы, которые оценивались по балльной шкале: 1 – легко выраженные (низкоамплитудные) дыхательные шумы (хрипы), 2 – средневыраженные (среднеамплитудные) дыхательные шумы (хрипы), 3 – сильно выраженные (высокоамплитудные) дыхательные шумы (хрипы).

Для изучения акустического паттерна дыхания нами также был использован метод оценки акустического паттерна дыхания – бронхофонография (БФГ) на аппарате КДК «Паттерн» (Россия) с последующей цифровой обработкой с помощью прикладной программы *Pattern Analyzer* и получением количественных показателей, характеризующих респираторный цикл – акустическую работу дыхания (АРД).

АРД – это выраженный в мДж акустический эквивалент работы дыхательных мышц в различных частотных диапазонах: АРД0 0,2-1,2 кГц – низкочастотный диапазон; АРД1 1,2-12,6 кГц – общий диапазон; АРД2 5,0-12,6 кГц – высокочастотный диапазон; АРД3 1,2-5,0 кГц – среднечастотный диапазон.

Проводился также анализ интенсивности акустического феномена дыхания в относительных единицах – коэффициентах: К1 – отношение суммарных данных по акустической работе в среднем и высокочастотном диапазоне к работе в низкочастотном диапазоне, К2 – отношение данных по акустической работе в высокочастотном диапазоне к работе в низкочастотном диапазоне, К3 – отношение данных по акустической работе в среднечастотном диапазоне к работе в низкочастотном диапазоне [1].

Для оценки контроля бронхиальной астмы у детей опытной группы применялся астма-тест (АСТ): 25 баллов – полностью контролируемая БА, за последние 4 недели; от 20 до 24 баллов – хорошо контролируемая БА, за последние 4 недели; менее 20 баллов – не контролируемая БА, за последние 4 недели.

Статистическая обработка данных: описательная статистика и дескриптивная, параметрическая статистика – критерий Стьюдента, корреляционный анализ по Пирсону и Спирмену, Рос-анализ на чувствительность и специфичность. При анализе ROC-кривых придерживались следующего принципа: чем ближе к левому верхнему углу координатной сетки расположена кривая, тем выше информативность, чувствительность и специфичность исследуемого метода диагностики [2]. Математическая обработка данных проводилась с помощью программы IBM SPSS Statistics 21.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты АСТ в опытной группе составляли $23 \pm 0,7$ балла, что соответствовало хорошо контролируемой БА. Результаты спирометрии опытной и контрольной групп приведены в таблице 1. Достоверные различия между опытной и контрольной группами были выявлены по таким показателям, как ФЖЕЛ% от долж., ОФВ1/ФЖЕЛ%, МОС50% от долж., МОС25% от долж. (таб. 1).

Таблица 1

Результаты спирометрии, $M \pm m$, в опытной и контрольной группах (с достоверностью различий по критерию Стьюдента*)

Показатель	Группы (1 – контрольная, 2-опытная)	Среднее ($M \pm m$)
ОФВ1% от долж.	1	96,3 \pm 1,8
	2	93,6 \pm 1,4
ФЖЕЛ% от долж.	1	88,96 \pm 1,7*
	2	82,9 \pm 1,3*
ПСВ% от долж.	1	83,4 \pm 1,5
	2	85,7 \pm 2,1
ОФВ1/ФЖЕЛ%	1	95,8 \pm 0,7*
	2	87,6 \pm 2,5*

Показатель	Группы (1 – контрольная, 2-опытная)	Среднее ($M \pm m$)
МОС75% от долж.	1	95,4 \pm 1,9
	2	92,1 \pm 2,9
МОС50% от долж.	1	96,6 \pm 2,6*
	2	86,6 \pm 2,9*
МОС25% от долж.	1	112,6 \pm 4,3*
	2	104,3 \pm 13,8*

* – при $p < 0,05$

По результатам БФГ достоверных различий ни по частотам (АРД0 0,2-1,2 кГц, АРД1 1,2-12,6 кГц, АРД2 5,0-12,6 кГц, АРД3 1,2-5,0 кГц), ни по коэффициентам (К1, К2, К3) выявлено не было (таб. 2).

Таблица 2

Результаты бронхофонографии, $M \pm m$, в опытной и контрольной группах (с достоверностью различий по критерию Стьюдента*)

Показатель	Группы (1 – контрольная, 2-опытная)	Среднее ($M \pm m$)
0.2-1.2 кГц	1	1588,9 \pm 395,3
	2	1493,0 \pm 380,1
1.2-5.0 кГц	1	185,3 \pm 40,7
	2	214,5 \pm 63,7
5.0-12.6 кГц	1	15,0 \pm 4,1
	2	8,2 \pm 3,5
1.2-12.6 кГц	1	200,3 \pm 43,6
	2	222,5 \pm 66,7
К2	1	20,4 \pm 8,2
	2	9,9 \pm 1,7
К3	1	1,9 \pm 0,4
	2	1,1 \pm 0,4
К1	1	22,3 \pm 8,5
	2	11,4 \pm 1,9

* – при $p < 0,05$

По результатам электронной аускультации установлены достоверные различия между группами, с преобладанием высокоамплитудных дыхательных шумов у пациентов опытной группы, с диагнозом бронхиальной астмы (таб. 3).

Таблица 3

Результаты электронной аускультации, $M \pm m$, в опытной и контрольной группах (с достоверностью различий по критерию Стьюдента*)

Показатель	Группы (1 – контрольная, 2-опытная)	Среднее ($M \pm m$)
Электронная аускультация	1	1,1 \pm 0,097*
	2	2,2 \pm 0,1*

* – при $p < 0,05$

В результате корреляционного анализа с оценкой по коэффициенту Пирсона установлено, что параметры электронной аускультации достоверно и высоко достоверно коррелируют с большинством показателей спирометрии, что подтверждает клинико-диагностическую значимость метода электронной аускультации (таб. 4).

Таблица 4

Корреляционный анализ по Пирсону для электронной аускультации и показателей спирометрии

Показатель	Коэффициент корреляции Пирсона
ОФВ1	0,353**
ФЖЕЛ	0,391**
ФЖЕЛ%	0,001**
ПСВ %	0,083**
ОФВ1/ФЖЕЛ %	0,007*
МОС75	0,303**
МОС75 %	0,062**
МОС50	0,248**
МОС50%	0,033**
МОС25	0,224**

*Достоверная корреляция, при $p < 0,05$

**Высоко достоверная корреляция, при $p < 0,01$

Достоверную чувствительность и специфичность метода электронной аускультации в изучаемой когорте категории пациентов показал Рос-анализ.

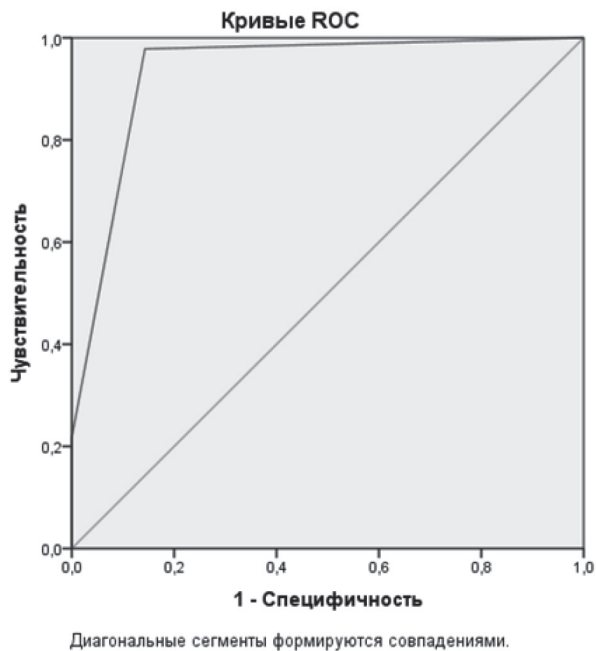


Рис. Рос-кривая для электронной аускультации

На рисунке видно, что Рос-кривая электронной аускультации выше диагонали и близка к левому верхнему углу координатной сетки, что свидетельствует о достаточной информативности, чувствительности и специфичности исследуемого метода диагностики, и подтверждается численными данными чувствительности и специфичности

площади под кривой. Метод электронной аускультации показал достоверную чувствительность и специфичность ЭА в изучаемой когорте категории пациентов по Рос-анализу (таб. 5) (площадь под AUROC-кривой= $0,933 \pm 0,046$ при нулевой гипотезе $= 0,5$).

Таблица 5

Площадь под AUROC-кривой*; чувствительность и специфичность, для электронной аускультации

Площадь	Асимптотический 95% доверительный интервал		Чувствительность	Специфичность
	Нижняя граница	Верхняя граница		
0,933±0,046	0,844	1,000	1,000	1,000

* нулевая гипотеза: истинная площадь = 0,5

ВЫВОДЫ

Оценивая потенциал возможностей применения электронного стетоскопа, мы получили достаточную чувствительность, специфичность и информативность ($\geq 95\%$) изучаемого метода диагностики. Корреляционный анализ показал, что параметры электронной аускультации достоверно коррелируют с большинством показателей спирометрии, что подтверждает и клинико-диагностическую значимость метода электронной аускультации при БА у детей, на этапе детского специализированного санатория.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Genne H.A., Малышев В.С., Старостина Л.С. и др.* Бронхофонография в педиатрии. – М., 2012. – 55 с.
2. *Королюк И.П.* Медицинская информатика: Учебник / 2 изд., перераб. и доп. – Самара: ООО «Офорт»: ГБОУ ВПО «СамГМУ», 2012. – 244 с.
3. *Мокина Н.А., Антонов Н.С., Сахарова Г.М.* Современные аспекты оценки статуса респираторного здоровья у курящих молодых людей с применением акустического анализа / Пульмонология. – 2015. – № 26. – С. 59-63
4. Респираторная медицина. Под ред. А.Г. Чучалина / 2-е изд. в 3-х томах. – М.: Литтера, 2017
5. *Bonini M., Usmani OS.* Novel methods for device and adherence monitoring in asthma // *Curr Opin Pulm Med* – Vol: 24 – P. 63-69.
6. *Chamberlain DB, Kodgule R, Fletcher RR.* A mobile platform for automated screening of asthma and chronic obstructive pulmonary disease // *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* – 2016 – P. 5192-5195.
7. *Godfrey S, Uwyyed K, Springer C, Avital A.* Is clinical wheezing reliable as the endpoint for bronchial challenges in pre-school children? // *Pediatr Pulmonol.* – 2004. – 37(3):193-200.
8. *Hollander Z, DeMarco ML, Sadatsafavi M, McManus BM, Ng RT, Sin DD.* Biomarker Development in COPD: Moving From P Values to Products to Impact Patient // *Care.Chest.* – 2017 – 151(2):455-467.
9. *Mayorga P, Druzgalski C, Morelos RL, Gonzalez OH, Vidales J.* Acoustics based assessment of respiratory diseases using GMM classification // *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* – 2010. – 6312-6.
10. *Portnoy JM(1), Waller M(2), De Lurgio S(2), Dinakar C(2).* Telemedicine is as effective as in-person visits for patients

with asthma. // *Ann Allergy Asthma Immunol.* – 2016. – 117(3):241-5.

11. *Pramono RXA, Bowyer S, Rodriguez-Villegas E.* Automatic adventitious respiratory sound analysis: A systematic review. // *PLoS One.* 2017 – 26:12(5):e0177926.

12. *Spagnolo P, Oldham JM, Jones MG, Lee JS.* Personalized medicine in interstitial lung diseases. // *Curr Opin Pulm Med.* – 2017 – 23(3):231-236.

REFERENCES

1. *Geppel N.A., Malyshev V.S., Starostina L.S.* et al. Bronchophonography in pediatrics. Guidelines for doctors–M., 2012. – 55 p.

2. *Koroljuk I.P.* Medical Informatics: Textbook / 2 ed., revised. – Samara: OOO «Ofort»– 2012. – 244p.

3. *Mokina N.A., Antonov N.S., Saharova G.M.* Modern aspects of assessing the status of respiratory health in young smokers with acoustic respiratory analysis / *Pulmonology.* – 2015. – No. 26. – P. 59-63

4. *Respiratory medicine.* Ed. by Chuchalin A.G. / 2-nd ed. 3 vol. – M.: Littera, 2017

5. *Bonini M., Usmani OS.* Novel methods for device and adherence monitoring in asthma // *Curr Opin Pulm Med* – Vol: 24 – P. 63-69.

6. *Chamberlain DB, Kodgule R, Fletcher RR.* A mobile platform for automated screening of asthma and chronic obstructive pulmonary disease // *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* – 2016 – P. 5192-5195.

7. *Godfrey S, Uwyyed K, Springer C, Avital A.* Is clinical wheezing reliable as the endpoint for bronchial challenges in preschool children? // *Pediatr Pulmonol.* – 2004. – 37(3):193-200.

8. *Hollander Z, DeMarco ML, Sadatsafavi M, McManus BM, Ng RT, Sin DD.* Biomarker Development in COPD: Moving From P Values to Products to Impact Patient // *Care.Chest.* – 2017 – 151(2):455-467.

9. *Mayorga P, Druzgalski C, Morelos RL, Gonzalez OH, Vidales J.* Acoustics based assessment of respiratory diseases using GMM classification // *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* – 2010. – 6312-6.

10. *Portnoy JM(1), Waller M(2), De Lurgio S(2), Dinakar C(2).* Telemedicine is as effective as in-person visits for patients with asthma. // *Ann Allergy Asthma Immunol.* – 2016. – 117(3):241-5.

11. *Pramono RXA, Bowyer S, Rodriguez-Villegas E.* Automatic adventitious respiratory sound analysis: A systematic review. // *PLoS One.* 2017 – 26:12(5):e0177926.

12. *Spagnolo P, Oldham JM, Jones MG, Lee JS.* Personalized medicine in interstitial lung diseases. // *Curr Opin Pulm Med.* – 2017 – 23(3):231-236.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья Александровна Мокина – д.м.н., профессор кафедры медицинской реабилитации, спортивной медицины, физиотерапии и курортологии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, главный врач ГБУЗ «Самарский областной детский санаторий "Юность"», главный внештатный специалист по санаторно-курортному лечению Минздрава Самарской области, член профильной комиссии МЗ РФ по детской медицинской реабилитации (**контактное лицо**)

443031 г. Самара, 9 просека, 3 линия
Тел. +7-846-952-94-81
+7-902-375-49-70
E-mail: mokina1@mail.ru

Лилия Ильинична Мазур – д.м.н., профессор, зав. кафедрой госпитальной педиатрии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России

443099 г. Самара, Россия, ул. Чапаевская, 89
Тел. +7-927-264-98-68
E-mail: vitali_zhirnov@mail.ru

Александр Владимирович Яшков – д.м.н., профессор, зав. кафедрой медицинской реабилитации, физиотерапии и спортивной медицины ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России

443099 г. Самара, Россия, ул. Чапаевская, 89
Тел. +7-960-827-36-52
E-mail: a_yashkov@mail.ru

Мария Александровна Гудкова – зав. отделением пульмонологии Государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Самарский областной детский санаторий "Юность"»

443031 г. Самара, Россия, 9 просека, 3 линия
Тел. +7-927-753-36-99
E-mail: corneeva.maria2012@yandex.ru

Вера Николаевна Иванова – зам. главного врача Государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Тольяттинская городская клиническая больница № 5»

445039 Самарская область, Тольятти, бульвар Здоровья, 25
Тел. +7-927-791-25-97
E-mail: ivanova_vera@rambler.ru

Поступила: 7.02.2018