

**О.К. Сивожелезова*^{1,2}, К.М. Иванов¹,
И.В. Мирошниченко¹, А.К. Кунарбаева¹**

¹— Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет», Министерства здравоохранения РФ, кафедра пропедевтики внутренних болезней, лаборатория физиологии и патологии дыхания, Оренбург, Россия

²— Негосударственное учреждение здравоохранения «Отделенческая клиническая больница на ст. Оренбург ОАО «РЖД», Оренбург, Россия

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СИЛЫ ДЫХАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА, ОСЛОЖНЕННЫМ СИНДРОМОМ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ

O.K. Sivozhelezova^{1,2}, K.M. Ivanov¹, I.V. Miroshnichenko¹, A.K. Kunarbaeva¹

¹— Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Orenburg State Medical University» of Health Ministry of Russia, Propaedeutics of internal diseases department, Laboratory of physiology and pathology of the respiration, Orenburg, Russia

²— Orenburg Departmental Clinical Hospital, Orenburg, Russia

PECULIARITIES OF THE CHANGE IN THE RESPIRATORY MUSCLES STRENGTH IN PATIENTS WITH 2 TYPE OF DIABETES MELLITUS COMPLICATED BY THE DIABETIC FOOT SYNDROME

Резюме

Взаимосвязь кардио-респираторных расстройств и синдрома диабетической стопы изучена недостаточно. В частности, нет информации о силе дыхательных мышц у этой категории пациентов. **Цель исследования:** определить наличие слабости дыхательной мускулатуры у больных сахарным диабетом 2 типа, осложненным синдромом диабетической стопы. **Материалы и методы.** Обследованы 72 пациента, из них 16 больных с сахарным диабетом 2 типа, осложненным нейроишемическим типом синдрома диабетической стопы I-IV ст. по Wagner составили первую (основную) группу. Во вторую группу (сравнения) были включены 29 пациентов с сахарным диабетом 2 типа, не осложненным синдромом диабетической стопы. Третью группу (сравнения) составили 27 пациентов без диабета. Группы были рандомизированы по полу и критериям исключения. Определение силы дыхательных мышц проводилось путем измерения максимальных статичных уровней давления на уровне рта, которые пациент создавал во время максимального вдоха и максимального выдоха при закрытых дыхательных путях. **Полученные результаты.** Сила дыхательных мышц при инспираторном усилии у больных сахарным диабетом 2 типа, осложненным синдромом диабетической стопы, была снижена на 18,5 см водного столба ($p < 0,01$) по сравнению с больными сахарным диабетом без синдрома диабетической стопы и на 17,3 см водного столба ($p < 0,01$) по сравнению с больными без диабета. Экспираторное усилие показало снижение силы дыхательных мышц у больных первой группы на 49,4 см водного столба ($p < 0,01$) по сравнению с больными второй группы и на 27,4 см водного столба ($p < 0,05$) по сравнению с больными третьей группы. У женщин с синдромом диабетической стопы показатель силы инспираторной мускулатуры снижен по сравнению с пациентками без синдрома диабетической стопы и без диабета соответственно на 27,1 ($p < 0,01$) и на 23,3 ($p < 0,05$) см водного столба. У мужчин с синдромом диабетической стопы аналогичный показатель снижен по сравнению со второй и третьей группами соответственно на 13,9 ($p > 0,05$) и 17,7 ($p < 0,05$) см водного столба. Экспираторное усилие выявило снижение силы дыхательных мышц у мужчин во всех группах приблизительно в одинаковом диапазоне, без достоверной разницы между группами. У женщин с синдромом диабетической стопы отмечается выраженное снижение силы экспираторных мышц: на 48,4 см водного столба ($p < 0,01$) по сравнению с женщинами второй группы и на 20,6 см водного столба ($p < 0,05$) — с пациентками третьей группы. **Выводы.**

*Контакты/Contacts. E-mail: siv.olga@mail.ru

У больных сахарным диабетом, осложненным синдромом диабетической стопы, выявлено уменьшение силы инспираторных и экспираторных мышц. У женщин с синдромом диабетической стопы наблюдается более выраженное снижение силы дыхательных мышц на выдохе по сравнению с мужчинами с данной патологией.

Ключевые слова: сахарный диабет, синдром диабетической стопы, сила дыхательных мышц

Для цитирования: Сивожелезова О.К., Иванов К.М., Мирошниченко И.В., Кунарбаева А.К. ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СИЛЫ ДЫХАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА, ОСЛОЖНЕННЫМ СИНДРОМОМ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ. Архивъ внутренней медицины. 2018; 8(3): 204-208. DOI: 10.20514/2226-6704-2018-8-3-204-208

Abstract

The relationship between cardiorespiratory disorders and diabetic foot syndrome has not been adequately studied. In particular, there is no information on the strength of the respiratory muscles in this category of patients. The purpose of the study: to determine the presence of respiratory muscles weakness in patients with type 2 diabetes mellitus complicated by diabetic foot syndrome. **Materials and methods.** 72 patients were examined, 16 of them with type 2 diabetes mellitus complicated by the neuroischemic type of diabetic foot syndrome I-IV st. Wagner made up the first (main) group. The second group (comparisons) included 29 patients with type 2 diabetes mellitus not complicated by diabetic foot syndrome. The third group (comparisons) were 27 patients without diabetes. The groups were randomized by sex and exclusion criteria. Determination of the strength of the respiratory muscles was carried out by measuring the maximum static pressure levels at the mouth level that the patient created during maximum inspiration and maximum expiration in closed airways. **Results.** The forces of the respiratory muscles with inspiratory effort in patients with type 2 diabetes mellitus complicated by diabetic foot syndrome was reduced by 18.5 cm of water column ($p < 0.01$) compared with diabetic patients without diabetic foot syndrome and by 17.3 cm water column ($p < 0.01$) compared with patients without diabetes. The expiratory effort showed a decrease in the forces of the respiratory muscles in the patients of the first group by 49.4 cm of water column ($p < 0.01$) compared to patients of the second group and by 27.4 cm of water column ($p < 0.05$) compared to patients third group. In women with diabetic foot syndrome, the inspiratory muscular forces was reduced in comparison with patients without diabetic foot and without diabetes syndrome by 27.1 ($p < 0.01$) and by 23.3 ($p < 0.05$) cm of water column, respectively. In men with diabetic foot syndrome, the same index was lowered by 13.9 ($p > 0.05$) and 17.7 ($p < 0.05$) cm of water column, respectively, compared to the second and third groups, respectively. The expiratory effort revealed a decrease in the forces of the respiratory muscles in men in all groups in approximately the same range, without a significant difference between the groups. In women with diabetic foot syndrome, there is a marked decrease in the strength of the expiratory muscles: by 48.4 cm of water column ($p < 0.01$), compared to women of the second group and by 20.6 cm of water column ($p < 0.05$) patients of the third group. **Conclusions.** Patients with diabetes mellitus complicated by diabetic foot syndrome showed a decrease in the strength of inspiratory and expiratory muscle. In women with diabetic foot syndrome, there is a more pronounced decrease in the strength of the respiratory muscles during exhalation compared to men with this pathology.

Key words: diabetes mellitus, diabetic foot syndrome, respiratory muscles strength

For citation: Sivozhelozova O.K., Ivanov K.M., Miroshnichenko I.V., Kunarbaeva A.K. PECULIARITIES OF THE CHANGE IN THE RESPIRATORY MUSCLES STRENGTH IN PATIENTS WITH 2 TYPE OF DIABETES MELLITUS COMPLICATED BY THE DIABETIC FOOT SYNDROME. The Russian Archives of Internal Medicine. 2018; 8(3): 204-208. [In Russian]. DOI: 10.20514/2226-6704-2018-8-3-204-208

DOI: 10.20514/2226-6704-2018-8-3-204-208

ДМ — дыхательные мышцы, СД — сахарный диабет, СДС — синдром диабетической стопы

Введение

Сахарный диабет (СД) является одной из наиболее актуальных медико-социальных и экономических проблем здравоохранения не только в России, но и во многих странах мира в связи с ростом заболеваемости и частотой диабетических осложнений [1]. Синдром диабетической стопы (СДС) является самым распространенным и социально значимым поздним осложнением СД, ухудшающим качество жизни пациентов [2, 3].

Имеются данные о различных нарушениях функции внешнего дыхания у больных СД при отсутствии поражения дыхательной и сердечно-сосудистой систем [4, 5]. Снижение индекса Тиффно и $ОФВ_1$ позволило авторам сделать вывод о наличии обструктивных изменений функции внешнего дыхания у больных с СД [5, 6]. Напротив, данные Е.И. Соколова говорят в пользу рестриктивного паттерна дыхания при СД [7], особенно при наличии выраженных осложнений [8]. При этом остается неясным, предшеству-

ют ли функциональные изменения в легких возникновению СД или развиваются позднее.

В литературе описывается взаимосвязь респираторной дисфункции с диабетическими осложнениями: ретинопатией и нефропатией [9]. В то же время M.S. Boulbou с соавт. не выявили никакой связи между ухудшением функционального состояния респираторной системы и наличием других осложнений диабета [10]. Взаимосвязь кардио-респираторных расстройств с развитием СДС на сегодняшний день изучена недостаточно, в частности, нет информации об изменениях силы дыхательных мышц (ДМ) у этой категории пациентов. Нарушение функции ДМ в настоящее время условно подразделяют на утомление и слабость. Утомление ДМ — это процесс, при котором происходит снижение силы и скорости сокращения ДМ в результате их чрезмерной работы. Утомление — процесс обратимый, восстановление функции дыхательных мышц возможно после отдыха. Под слабостью ДМ понимают состояние, при котором их сила снижена в условиях покоя. Наиболее

частой причиной слабости ДМ являются метаболические, воспалительные и дегенеративные изменения, приводящие к нарушению функции, собственно ДМ, нервов или нервно-мышечных соединений [11]. Следует предполагать, что при СД возможно развитие утомления или слабости ДМ.

Цель исследования: на основании изменений силы дыхательных мышц определить наличие слабости дыхательной мускулатуры у больных с сахарным диабетом 2 типа, осложненным синдромом диабетической стопы.

Материалы и методы

Обследованы 72 пациента, находившихся на лечении в хирургическом и терапевтическом отделениях Негосударственного учреждения здравоохранения «Отделенческая клиническая больница на ст. Оренбург ОАО «РЖД». Больные были разделены на 3 группы. Первую (основную) группу составили 16 больных с СД 2 типа, осложненным нейроишемическим типом СДС I-IV ст. по Wagner (классификация Международной рабочей группы по диабетической стопе, 2000г.). Во вторую группу (сравнения) были включены 29 пациентов с СД 2 типа, не осложненным СДС. На момент обследования все больные СД 2 типа находились в состоянии субкомпенсации и декомпенсации. Условия включения в исследование: подтвержденный диагноз сахарного диабета 2 типа; отсутствие сопутствующих бронхолегочных заболеваний, других заболеваний внутренних органов в стадии декомпенсации; способность больных выполнять дыхательные маневры при исследовании респираторной системы. Критерии исключения: синдром диабетической стопы V ст. по Wagner, выраженное органическое поражение центральной нервной системы, острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, ампутация нижней конечности в анамнезе, ожирение 3 степени (ИМТ >40 кг/м²), ХСН IIБ-III ст., анемия средней и тяжелой степени (гемоглобин <90 г/л), выраженное нарушение функции печени и почек, не синусовый ритм, прием психотропных препаратов. Третью группу (сравнения) составили 27 пациентов без диабета.

Таблица 1. Исходная характеристика пациентов
Table 1. Initial characteristics of patients

Показатели/Indicators	Группы исследованных больных		
	I группа/I group n=16	II группа/II group n=29	III группа/III group n=27
Средний возраст, лет/Middle age, years old	62,6±0,9	61,5±1,2	60,8±0,7
Мужчины/женщины, абсолютное число/ Male/female, absolute number	7/9	15/14	13/14
Артериальная гипертензия, доля больных/ Arterial hypertension, percentage of patients, %	100	100	100
ИБС, доля больных/CHD, percentage of patients, %	56	50	65

Определение силы ДМ проводилось путем измерения максимальных статичных уровней давления на уровне рта, которые пациент создавал во время максимального вдоха и максимального выдоха при закрытых дыхательных путях. С этой целью применялся прибор для измерения силы дыхательных мышц MicroRPM фирмы «Micro Medical Ltd.» (Великобритания) с определением MIP (maximal inspiratory pressure) — максимального инспираторного давления, и MEP (maximal expiratory pressure) — максимального экспираторного давления в сантиметрах водного столба (см H₂O). Осуществлялось не менее 3 маневров с периодами отдыха 1 минуту с регистрацией лучшего результата. Пациенты находились в положении сидя, для предотвращения утечки воздуха использовался носовой зажим. Условием регистрации максимального инспираторного и экспираторного давлений являлось поддержание их не менее 1 секунды. Нормальными значениями MIP считались: у мужчин >100 см H₂O, у женщин >70 см H₂O. Нормальными значениями MEP считались: у мужчин >140 см H₂O, у женщин >90 см H₂O.

Исследование одобрено этическим комитетом. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Статистическая обработка проводилась в программе Statistica 7.0 с использованием непараметрических методов (критерий Вилкоксона-Манна-Уитни). Различия показателей между группами обследованных больных считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Пациенты были рандомизированы по полу, возрасту, индексу массы тела (ИМТ), наличию артериальной гипертензии и ишемической болезни сердца (ИБС) (таблица 1).

Сила дыхательной мускулатуры была снижена по сравнению с нормальными показателями у всех обследованных больных, однако показатели в значительной степени различались между группами (таблица 2).

Таблица 2. Сила дыхательных мышц в исследованных группах больных ($M \pm m$)
Chart 2. The strength of the respiratory muscles in the studied groups of patients ($M \pm m$)

Группы исследованных больных/ Groups of investigated patients	Показатели силы дыхательных мышц/ Indicators of the strength of the respiratory muscles	
	МIP, см H ₂ O	MEP, см H ₂ O
I группа, n=16/I group, n = 16	53,9±6,9	59,4±7,4
II группа, n=29/II group, n = 29	72,4±4,8	108,8±6,4
III группа, n=27/III group, n = 27	71,7±7,3	86,8±5,3
ρ	ρ _{I-II} <0,01	ρ _{I-II} <0,01
	ρ _{I-III} <0,01	ρ _{I-III} <0,05
	ρ _{II-III} >0,05	ρ _{II-III} <0,05

Примечание/Note: ρ — достоверность различий показателей между группами больных/ρ — the reliability of the difference between the test groups

Сила дыхательных мышц при инспираторном усилии была снижена в обеих группах сравнения, но без достоверной разницы между показателями. У больных основной группы, с СД и СДС, было выявлено значительное достоверное снижение показателя МIP на 18,5 см водн. ст. (на 34%) по сравнению с данными у больных с неосложненным СД ($\rho_{I-II} < 0,01$) и на 17,3 см водн. ст. (на 33%) по сравнению с показателями у пациентов без СД ($\rho_{I-III} < 0,01$).

Экспираторное усилие выявило более высокие показатели силы ДМ у больных СД по сравнению с третьей группой на 22,0 см водн. ст. (на 25%) ($\rho_{II-III} < 0,05$). У больных СД, осложненным СДС, показатель MEP был на 49,4 см водн. ст. (на 83%) меньше, чем у больных с неосложненным СД ($\rho_{I-II} < 0,01$) и на 27,4 см водн. ст. (на 46%) по сравнению с больными без СД ($\rho_{I-III} < 0,05$).

Анализ изменений силы дыхательных мышц выявил различные показатели МIP и MEP в группах больных в зависимости от пола. Во всех группах показатели МIP и MEP у мужчин были достоверно больше, чем у женщин. Средние показатели МIP были ниже нормы во всех группах у мужчин и женщин.

Показатель MEP определялся в пределах нормы только у женщин II группы (97,9±6,4 см H₂O).

Среди женщин показатель МIP наименьший в группе больных с синдромом диабетической стопы: по сравнению со второй группой — на 27,1 см водн. ст. (на 66%) ($\rho_{I-II} < 0,01$), по сравнению с третьей — на 23,3 см водн. ст. (на 55%) ($\rho_{I-III} < 0,05$). Среди мужчин сила инспираторных мышц снижена у больных основной группы на 13,9 см водн. ст. (на 20%) по сравнению с больными СД ($\rho_{I-II} > 0,05$) и на 17,7 см водн. ст. (на 26%) по сравнению с пациентами без диабета ($\rho_{I-III} < 0,05$).

При оценке силы экспираторных мышц среди мужчин не выявлено достоверных различий между группами, в отличие от женщин. MEP у пациенток с СДС снижен на 20,6 см водн. ст. (на 41%) по сравнению с пациентками без диабета ($\rho_{I-III} < 0,05$) и на 48,4 см водн. ст. (на 98%) по сравнению с пациентками с СД без диабетической стопы ($\rho_{I-II} < 0,01$).

На рисунке 1 показано отклонение от нормы показателей силы дыхательных мышц на вдохе и на выдохе в исследованных группах больных в зависимости от пола (рис. 1).

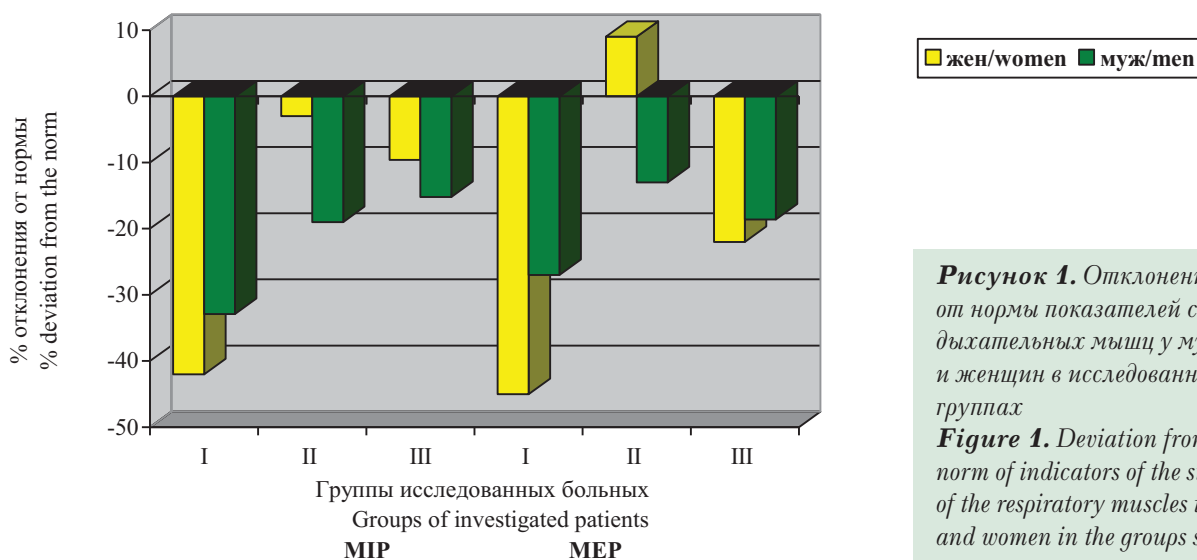


Рисунок 1. Отклонение от нормы показателей силы дыхательных мышц у мужчин и женщин в исследованных группах
Figure 1. Deviation from the norm of indicators of the strength of the respiratory muscles in men and women in the groups studied

Очевидно, что наиболее выраженное снижение относительно нормальных значений силы дыхательных мышц отмечается на вдохе у женщин и у мужчин в группе больных с синдромом диабетической стопы. На выдохе сила дыхательных мышц более значительно снижена в первой группе у женщин.

Таким образом, для больных СД, осложненным СДС, характерно значительное снижение силы ДМ в состоянии «покоя», что подтверждает наличие слабости дыхательной мускулатуры. Можно предположить, что причины этих изменений многофакторные, связанные с нарушением функции, собственно ДМ из-за происходящих в них метаболических и дегенеративных процессов, с нарушением нервно-мышечной передачи, ухудшением кровообращения и особенностями морфофункционального состояния дыхательных путей, и дыхательной недостаточностью [41]. При наличии сахарного диабета, до развития поздних осложнений, необходимо контролировать силу ДМ для выявления слабости с сопутствующим проведением лечебно-реабилитационных мероприятий.

Выводы:

1. У больных сахарным диабетом, осложненным синдромом диабетической стопы, выявлена слабость дыхательной мускулатуры с уменьшением силы инспираторных и экспираторных мышц.
2. У женщин с синдромом диабетической стопы наблюдается более выраженное снижение силы дыхательных мышц при экспираторном усилии по сравнению с мужчинами с данной патологией.

Конфликт интересов/Conflict of interests

Авторы заявляют, что данная работа, её тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов/The authors state that this work, its theme, subject and content do not affect competing interests

Список литературы/References:

1. Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К. Эпидемиология сахарного диабета в Российской Федерации: клинико-статистический анализ по данным Федерального регистра сахарного диабета. Сахарный диабет. 2017; 20 (1): 13-41. Dedov I.I., Shestakova M.V., Vikulova O.K. Epidemiology of diabetes mellitus in Russian Federation: clinical and statistical report according to the federal diabetes registry. Diabetes Mellitus. 2017; 20 (1): 13-41 [In Russian].
2. Рисман Б.В., Чмырев И.В., Гамолин С.В. Качество жизни и функция стоп пациентов с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы. Вестник Российской военно-медицинской академии. 2011; 2(34): 87-96. Risman B.V., Chmyrev I.V., Gamolin S.V. Quality of life and function of feet patients with purulent-necrotic complications of diabetic foot. Vestnik VMA. 2011; 2(34): 87-96 [In Russian].
3. Сивожелезова О.К., Иванов К.М. Качество жизни пациентов с хронической сердечной недостаточностью и деструктивными формами синдрома диабетической стопы. Вестник ОГУ. 2014; 6 (167): 229-232. Sivozhelezova O.K., Ivanov K.M. The quality of the life of the patients with the chronic heart insufficiency and the destructive forms of the syndrome of the diabetic foot. Vestnik OSU. 2014; 6 (167): 229-232 [In Russian].
4. Hsia C.C.W. Lung function changes related to Diabetes Mellitus. C.C.W. Hsia, Ph. Raskin. Diabetes Technology & Therapeutics. 2007; 2(1): 73-82.
5. Жаутикова С.Б., Сейсембеков Т.З., Кенжина З.З. Состояние органов дыхания при внелегочной патологии. Клиническая медицина Казахстана. 2013; 2 (28): 79-80. Zhautikova S.B., Sejsimbekov T.Z., Kenzhina Z.Z. The state of respiratory organs in extrapulmonary diseases. J. Clin. Med. Kaz. 2013; 2 (28): 79-80 [In Russian].
6. Светлакова Н.В. Состояние вентилиционной функции легких и гемодинамики малого круга кровообращения у больных сахарным диабетом типа 1 в процессе интенсифицированной инсулинотерапии. Пермский медицинский журнал. 2008; 4(25): 47-53. Svetlakova N.V. State of ventilatory function of lungs and hemodynamics of lesser circulation in patients with type I diabetes mellitus during intensive insulin therapy. Perm Medical Journal. 2008; 4(25): 47-53 [In Russian].
7. Соколов Е.И., Демидов Ю.И., Дудаев В.А. Состояние механики внешнего дыхания у пациентов с сахарным диабетом 1-го типа. Клиническая медицина. 2007; 9: 54-58. Sokolov E.I., Demidov Yu.I., Dudayev V.A. The condition of external respiratory mechanics in patients with type I diabetes. Clinical Medicine. 2007; 9: 54-58 [In Russian].
8. Соколов Е.И., Демидов Ю.И. Газообменная функция легких. Терапевтический архив. 2008; 3: 63-66. Sokolov E.I., Demidov Yu.I. Gas exchange function of the lungs in patients with type I diabetes mellitus. Therapeutic archive. 2008; 3: 63-66 [In Russian].
9. Оспанова Т.С., Заозерская Н.В. Клинико-патогенетические особенности респираторных нарушений у больных диабетической нефропатией и ожирением. Научные ведомости Белгородского государственного университета. 2014; 11 (182): 62-67. Ospanova T.S., Zaozerskaya N.V. Clinical and pathogenetic features of respiratory disorders in patients with diabetic nephropathy and obesity. Belgorod State University Scientific Bulletin. 2014; 11 (182): 62-67 [In Russian].
10. Boulbou M. Diabetes mellitus and lung function. M. Boulbou, K. Gourgoulanis, V. Klisiaris [et al.] Med. Princ. Pract. 2003; 12(2): 87-91.
11. Авдеев С.Н. Оценка силы дыхательных мышц в клинической практике. Атмосфера. Пульмонология и аллергология. 2008; 4: 12-17. Avdeev S.N. Assessment of the strength of the respiratory muscles in clinical practice. Atmosphere. Pulmonology and Allergology. 2008; 4: 12-17 [In Russian].

Статья получена/Article received 15.01.2018 г.
Принята к публикации/ Adopted for publication 11.05.2018 г.