

## СИСТЕМА ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ БЫВШЕГО МЕСТА ЖИТЕЛЬСТВА СТУДЕНТОВ РАЗЛИЧНЫХ СТРАН МИРА, ОБУЧАЮЩИХСЯ В БАШКИРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ МЕДИЦИНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ (БГМУ)

Р.А. Гайнуллин<sup>1</sup>, А.П. Исаев<sup>2</sup>, В.В. Эрлих<sup>2</sup>, Ю.Б. Кораблева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа,

<sup>2</sup>Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

**Цель.** Выявить механизмы адаптивно-компенсаторного напряжения работы аппарата внешнего дыхания студентов трех групп здоровья у российских и иностранных студентов в зависимости от смены климатической зоны, адаптации к новым экологическим условиям. **Материал и методы.** Было проведено разделение студентов на 3 группы: высокие – 180,00 см, выше средних – 170–179,00 см, низкорослые – 169,00 см и ниже. Для сравнения с группами иностранных студентов были использованы данные с приблизительно равными тотальными размерами тела (масса и длина). Длина тела обследованных российских студентов составила  $174,50 \pm 0,65$  см, масса тела равнялась  $65,92 \pm 0,48$  кг. Индекс массы тела (ИМТ) соответственно составлял  $21,54$  кг/м<sup>2</sup>. Проведено выявление компенсаторного напряжения работы аппарата внешнего дыхания в связи с перелетами в Башкортостан и / или нарушением легочной вентиляции. **Результаты.** Исходя из данных исследования необходимо отметить, что в условиях крупного промышленного города Урала (Уфа) ФВД функционирует напряженно. Пиковая скорость выдоха (л/с) в группе была значительно ниже должной ( $75,81 \pm 2,08$  %) и сопровождалась провалом кривой во 2-й фазе. Параметры, определяющие степень вогнутости кривой форсированного выдоха в координатах «поток – объем» ( $\tau_{MO}$ ,  $\tau_{M1}$ ,  $\tau_{M2}$ ) в первом случае были значительно выше должных ( $145,12 \pm 6,35$ ;  $138,87 \pm 3,60$ ;  $139,34 \pm 13,28$  %), во втором случае ( $\tau_{M1}$ ) еще больше превосходили должные ( $210,52 \pm 12,56$ ;  $204,17 \pm 7,90$ ;  $205,97 \pm 15,93$  %), а в третьем – были существенно ниже должных ( $74,19 \pm 4,46$ ;  $68,25 \pm 5,01$ ;  $73,26 \pm 8,02$  %). Следовательно, аппарат «Этон» вычисляет должные величины временных характеристик по Мюллеру и отклонения измеренных параметров от должных. **Заключение.** Установлен механизм повышенной вентиляции обеспечения жизнедеятельности человека в условиях мегаполиса Башкортостана. В исследовании наблюдались диспропорции в физическом развитии, наличие «чистой» рестрикции у 8,9 % обследуемых студентов. Выявлены показатели ФВД, зависящие и независимые от тотальных размеров тела, детерминированные гено- и фенотипическими особенностями организма. Исходя из данных настоящего исследования, можно заключить, что ФВД студентов зависит от гиперпноэ и тахипноэ и в целом определяется повышенной вентиляцией.

**Ключевые слова:** *Функция внешнего дыхания, физическая подготовленность, индекс массы тела, бронхиальная проходимость, жизненная емкость легких, двигательная активность.*

**Введение.** Приезд в Россию, Башкортостан, г. Уфа сопровождается сдвигами функционального и метаболического состояния в связи со сменой экологических факторов и включения в физкультурно-спортивный образовательный процесс. Выявленные исходно низкие показатели функции внешнего дыхания, обуславливающие развитие локально-региональной мышечной выносливости позволяет повысить физическую работоспособность. Однако агрессивная окружающая среда повышает требования к функции внешнего

дыхания (ФВД). Оценка резервов ФВД, типа и степени нарушений вентиляции позволяет наряду с составляющими стадиями определить пути коррекции ФВД, физическими нагрузками, функциональными пробами. Вот поэтому изучение статистической механики легких в связи с трансатлантическими перемещениями, сменой биоритмов, природно-климатических условий представляет значительный интерес с учетом расовых особенностей, пассионарности, менталитета. Выявление механизмов физиологии и биомеханики

дыхания, поиск резервов, референтных границ и возможных нарушений представляет целесообразность в практическом аспекте и позволит открыть секреты функции внешнего дыхания. В этой связи повышение неспецифической резистентности немедикаментозными технологиями коррекции ФВД, профилактики методами нормо- и гипобарической гипоксии является эффективным для расширения физиологических резервов организма [11].

Неблагополучная экологическая обстановка в городах мегаполисах Урала, перенасыщение автомобильным транспортом жилых массивов, усугубляет негативное воздействие на ФВД, вызывая увеличение респираторных нарушений и выводя их на первое место в ранге болезней. Все вышесказанное вызывает необходимость проведения полифункциональных исследований ФВД студентов.

Из всех функций систем организма относительно профессиональной, учебной, спортивной деятельности менее изученной остается функция внешнего дыхания (ФВД). Это объясняется тем, что изучение систем внешнего дыхания (СВД) безотносительного соблюдения ряда требований приводит к получению широкого диапазона данных. Исключительно важно учитывать масса-линейные (длиннотные), половые и сезонные биоритмы человека при оценке ФВД, физической подготовленности (ФП) и работоспособности людей. Региональные, экологические и сезонные особенности оказывают влияние на ФВД. Рассматривая обозначенную проблему в аспекте средового воздействия, видно, что она обеспечивается информацией в условиях образовательного процесса. Мы попытались разрешить ее с учетом профиля профессии, социально-демографических, половых и ростовых данных студентов. Подобных работ, частично разрешающих отдельные фрагменты проблемы выполнено не много [1, 2, 6]. Существенные сдвиги респираторной функции человека (увеличение ЖЕЛ, перестройка паттерна дыхания) вероятно связаны с акселерацией, внедрением физической культуры, массового спорта, комплекса ГТО в повседневную жизнь студентов РФ, а также касается иностранных студентов, реализующих программу физического воспитания.

**Цель исследования.** Выявить механизмы адаптивно-компенсаторного напряжения работы аппарата внешнего дыхания студентов трех групп здоровья у российских и ино-

странных студентов в зависимости от смены климатической зоны, адаптации к новым экологическим условиям.

**Методика и организация исследования.** Основная задача данной части исследования – выявление адаптивно-компенсаторного напряжения работы аппарата внешнего дыхания в связи с перелетами в Башкортостан и / или нарушение легочной вентиляции.

В 2015/2016 учебном году, соответственно в ноябре и мае, обследованию подвергались 186 российских студентов 1-го курса БГМУ, прошедших клиническое обследование, которые были дифференцированы на три группы здоровья: 12 % – I; 56 % – II; 32 % – III. Анализ показателей проводился по трем группам. Возраст обследуемых россиян равнялся  $18,73 \pm 0,18$  лет ( $S_y = 5,52$  %).

Было проведено морфометрическое разделение студентов на три группы: высокие – 180,00 см, выше средних – 170,0–179,0 см, низкорослые – 169,00 см и ниже. Для сравнения с группами иностранных студентов были использованы данные с приблизительно равными тотальными размерами тела (масса и длина). Длина тела обследованных российских студентов составила  $174,50 \pm 0,65$  см, масса тела равнялась  $65,92 \pm 0,48$  кг. Индекс массы тела (ИМТ) соответственно составлял:  $21,54$  кг/м<sup>2</sup>. Можно полагать, что студенты находились в границах нормального пищевого статуса [5].

**Результаты исследования и их обсуждения.** Результаты первого исследования ФВД представлены в табл. 1–3.

Как видно из табл. 1, сравнение с должными у юношей Нигерии выявило низкие показатели ЖЕЛ, средней объемной скорости (СОС<sub>0,2–1,2</sub> выдоха), параметры, характеризующие степень вогнутости кривой форсированного воздуха (Tau2M). Это позволяет говорить о исходно низких значениях площади петли ФЖЕЛ в координатах «поток – объем» (Aex) значениях, объемных, скоростных и емкостных характеристик ФВД.

У девушек исключительно низкие показатели относительно должных были в скоростных характеристиках ФВД и значениях Tau2M. Объемы и емкости легких соответственно у мужчин и женщин негроидной расы по данным Г. Раффа [8] были: ЖЕЛ – 3,74 л; емкость вдоха – 2,91 л; резервный объем вдоха – 1,81 л; резервный объем выдоха – 1,48 л; общая емкость легких – 5,05 л. У женщин

**Состояние функции внешнего дыхания нигерийских студентов (n = 17) первого курса БГМУ в возрасте 19,50 ± 0,50 лет – мужчины, 19,20 ± 0,25 – женщины (M ± m, % от должных)**

**Respiratory function in first-year Nigerian students (n = 17) of BSMU, aged 19.50 ± 0.50 – boys, 19.20 ± 0.25 – girls (M ± m, % of expected values)**

Параметры Parameters	M	m	% от должных % of expected values	M	m	% от должных % of expected values
Нигерия Nigeria						
Мужчины (ИМТ = 21,82 ± 1,41 кг/м <sup>2</sup> ) Boys (BMI = 21.82 ± 1.41 kg/m <sup>2</sup> )			Женщины (ИМТ = 21,09 ± 0,94 кг/м <sup>2</sup> ) Girls (BMI = 21.09 ± 0.94 kg/m <sup>2</sup> )			
ЖЕЛвд, л Vital capacity (inhale), L	3,02	0,16	65,54; 4,40	2,82	0,14	76,83; 3,90
ЖЕЛвыд, л Vital capacity (exhale), L	2,94	0,18	63,50; 4,63	2,49	0,11	71,46; 4,37
ЧД, 1/мин Respiration rate, 1/min	30,00	1,44	–	28,83	1,55	–
ДО, л Breathing capacity, L	0,60	0,04	–	0,72	0,02	–
МОД, л Respiratory minute volume, L	18,00	1,34	–	20,75	1,06	–
Ровд, л Inspiratory reserve volume, L	1,34	0,14	–	2,59	0,05	–
Ровыд, л Expiratory reserve volume, L	1,26	0,12	–	1,08	0,06	–
Е, л Capacity, L	1,55	0,16	–	1,46	0,04	–
ОФВвыд, л Forced expiratory volume, L	1,75	0,08	74,32; 4,98	1,52	0,10	72,34; 5,29
ФЖЕЛвыд, л Forced vital capacity, L	3,02	0,07	70,62; 2,81	2,27	0,12	76,50; 5,51
ФЖЕЛвд, л Forced inhaled vital capacity, L	2,98	0,13	74,15; 2,42	2,28	0,11	76,90; 4,14
ПОСвыд, л/с Peak expiratory flow, L/s	6,24	0,32	73,77; 5,88	4,77	0,36	88,55; 6,65
ПОСвд, л/с Peak inspiratory flow, L/s	4,98	0,25	76,87; 3,44	3,33	0,13	76,30; 3,03
МОС25выд, л/с Forced expiratory flow at 75%, L/s	5,55	0,37	75,32; 4,98	5,52	0,29	115,38; 4,32
МОС50выд, л/с Forced expiratory flow at 50%, L/s	5,22	0,25	98,16; 4,37	3,97	0,17	103,32; 6,18
МОС75выд, л/с Forced expiratory flow at 25%, L/s	2,72	0,09	116,60; 5,09	2,62	0,28	98,00; 7,22
СОС0,2–1,2выд, л/с Mid-expiratory flow 0.2–1.2, L/s	5,14	0,29	67,10; 4,81	4,61	0,36	40,37; 3,24
СОС25–75выд, л/с Mid-expiratory flow 25–75, L/s	4,57	0,12	86,84; 4,14	3,33	0,17	102,78; 10,29

Окончание табл. 1

Table 1 (end)

Параметры Parameters	М	м	% от должных % of expected values	М	м	% от должных % of expected values
Нигерия Nigeria						
Мужчины (ИМТ = 21,82 ± 1,41 кг/м <sup>2</sup> ) Boys (BMI = 21.82 ± 1.41 kg/m <sup>2</sup> )			Женщины (ИМТ = 21,09 ± 0,94 кг/м <sup>2</sup> ) Girls (BMI = 21.09 ± 0.94 kg/m <sup>2</sup> )			
СОС75–85 выд, л/с Mid-expiratory flow75–85, L/s	2,64	0,12	137,50; 5,94	2,30	0,05	146,65; 3,49
Аех, л <sup>2</sup> /с Area under the expiratory flow-volume curve, L <sup>2</sup> /s	11,51	0,73	54,70; 3,05	8,30	0,82	72,32; 7,30
ТФЖЕЛВид, с Expiratory time, s	31,39	0,06	87,13; 4,08	1,04	0,04	80,17; 3,08
ТПОСвид, с Peak expiratory flow time, s	0,33	0,03	–	0,31	0,02	–
СПВвид, с Mean transition time, s	1,00	0,02	114,32; 5,72	0,41	0,01	109,10; 2,76
Индекс Генслера, % Index Gaenslar (FEV1/FVC), %	93,56	0,79	102,72; 1,51	91,18	0,02	103,72; 0,17
Тай0М, с Tau0M, s	0,54	0,03	109,89; 5,81	0,61	0,03	124,23; 5,53
Тай1М, с Tau1M, s	0,85	0,05	152,03; 10,34	0,47	0,10	164,43; 19,90
Тай2М, с Tau2M, s	0,30	0,03	66,29; 6,52	0,20	0,02	44,06; 5,56
МВЛ, л/мин Maximum voluntary ventilation, L/min	145,51	1,28	–	106,56	3,32	–
Масса тела, кг Body weight, kg	65,00	1,15	–	54,00	1,30	–
Длина тела, см Body length, cm	172,75	1,66	–	160,00	0,58	–
Индекс состояния, у. е. Health status index, c. u.	6,25	0,62	–	6,93	0,61	–

соответственно: 3,12; 2,06; 1,56; 1,06; 4,51 л. Сравнение параметров ФВД полученных нами данных [2] свидетельствует о преобладании последних. По данным автора, легочные объемы пропорциональны длине тела, увеличение которой на 1 см сопровождается увеличением легких на 1–2 %. Средние легочные объемы у представителей различных рас зависят от соотношения объемов грудной клетки и объема туловища. В среднем у представителей белой расы на 10–15 % больше по сравнению с нигерийцами и индусами. При рестрективных поражениях легких снижаются все объемы и емкости. Спирометрия регистрирует объем воздуха, поступающего в легкие и из легких. По данным А.К. Гайтона, Дж.Э. Хол-

ла [4] дыхательный объем (ДО) у мужчин составляет около 0,50 л, резервный объем выдоха – 0,30 л, выдоха – 1,10 л, ЖЕЛ – 4,60 л, общая емкость легких – 5,80. У женщин все показатели легочных объемов и емкостей на 25 % меньше по сравнению с мужчинами. Минутный объем дыхания по данным авторов составляет в среднем 6 л/мин (ЧД – 12 актов, ДО – 0,50 л). Многие обструктивные болезни легких возникают в результате сужения мелких бронхов, часто из-за избыточного сокращения гладких мышц.

Как следует из табл. 2, объемные характеристики (ЖЕЛ) были исключительно низки по отношению к должным у юношей. Аналогично предыдущими выходили за границы

**Состояние функции внешнего дыхания таджикских студентов (n = 17) первого курса БГМУ в возрасте 18,09 ± 0,22 лет – мужчины, 18,80 ± 0,22 – женщины (M±m, % от должных)**

**Respiratory function in first-year Tajik students (n = 17) of BSMU, aged 18.09 ± 0.22 – boys, 18.80 ± 0.22 – girls (M ± m, % of expected values)**

Параметры Parameters	M	m	% от должных % of expected values	M	m	% от должных % of expected values
Таджикистан Tajikistan						
Мужчины (ИМТ = 22,37 ± 1,66 кг/м <sup>2</sup> ) Boys (BMI = 22.37 ± 1.66 kg/m <sup>2</sup> )			Женщины (ИМТ = 21,93 ± 1,55 кг/м <sup>2</sup> ) Girls (BMI = 21.93 ± 1.55 kg/m <sup>2</sup> )			
ЖЕЛвд, л Vital capacity (inhale), L	2,52	0,18	52,27; 3,62	2,34	0,12	67,34; 3,61
ЖЕЛвыд, л Vital capacity (exhale), L	2,08	0,21	49,01; 2,09	2,29	0,13	67,14; 4,19
ЧД, 1/мин Respiration rate, 1/min	22,80	1,95	–	26,60	1,66	–
ДО, л Breathing capacity, L	0,83	0,10	–	0,58	0,04	–
МОД, л Respiratory minute volume, L	18,98	0,89	–	15,08	1,37	–
Ровд, л Inspiratory reserve volume, L	1,03	0,14	–	1,12	0,07	–
Ровыд, л Expiratory reserve volume, L	0,87	0,10	–	0,88	0,10	–
Е, л Capacity, L	1,38	0,17	–	1,37	0,10	–
ОФВвыд, л Forced expiratory volume, L	2,01	0,08	73,28; 2,37	1,78	0,16	80,58; 6,22
ФЖЕЛвыд, л Forced vital capacity, L	3,22	0,14	76,74; 2,51	3,18	0,13	93,86; 4,67
ФЖЕЛвд, л Forced inhaled vital capacity, L	3,29	0,16	79,85; 1,95	2,91	0,15	76,12; 2,07
ПОСвыд, л/с Peak expiratory flow, L/s	5,39	0,33	71,18; 3,65	5,27	0,29	86,63; 7,34
ПОСвд, л/с Peak inspiratory flow, L/s	4,29	0,19	79,21; 3,03	3,73	0,24	80,54; 2,20
МОС25выд, л/с Forced expiratory flow at 75%, L/s	5,30	0,33	74,23; 3,10	5,05	0,27	92,60; 8,36
МОС50выд, л/с Forced expiratory flow at 50%, L/s	4,66	0,23	98,76; 4,44	4,00	0,14	104,93; 8,57
МОС75выд, л/с Forced expiratory flow at 25%, L/s	3,84	0,07	123,25; 11,12	2,13	0,15	113,22; 8,03
СОС0,2–1,2выд, л/с Mid-expiratory flow 0.2–1.2, L/s	4,60	0,24	54,46; 2,50	3,71	0,28	107,47; 10,36
СОС25–75выд, л/с Mid-expiratory flow 25–75, L/s	4,31	0,19	95,74; 3,48	3,56	0,30	102,54; 8,19

Окончание табл. 2

Table 2 (end)

Параметры Parameters	М	м	% от должных % of expected values	М	м	% от должных % of expected values
Таджикистан Tajikistan						
Мужчины (ИМТ = 22,37 ± 1,66 кг/м <sup>2</sup> ) Boys (BMI = 22.37 ± 1.66 kg/m <sup>2</sup> )			Женщины (ИМТ = 21,93 ± 1,55 кг/м <sup>2</sup> ) Girls (BMI = 21.93 ± 1.55 kg/m <sup>2</sup> )			
СОС75–85 выд, л/с Mid-expiratory flow75–85, L/s	2,54	0,13	159,16; 9,17	1,88	0,13	117,40; 8,07
Аех, л <sup>2</sup> /с Area under the expiratory flow-volume curve, L <sup>2</sup> /s	12,52	0,38	74,72; 3,19	12,54	0,24	94,60; 9,22
ТФЖЕЛВыд, с Expiratory time, s	1,44	0,08	105,36; 4,65	1,79	0,14	153,24; 8,80
ТПОСВыд, с Peak expiratory flow time, s	0,35	0,02	–	0,39	0,04	–
СПВвыд, с Mean transition time, s	0,39	0,05	131,13; 4,95	0,76	0,06	171,92; 9,83
Индекс Генслера, % Index Gaenslar (FEV1/FVC), %	91,17	1,27	102,19; 1,72	80,49	2,78	87,83; 3,02
Тau0М, с Tau0M, s	0,57	0,01	114,83; 2,47	0,86	0,07	186,77; 14,27
Тau1М, с Tau1M, s	0,54	0,07	103,30; 13,09	1,39	0,13	209,06; 27,75
Тau2М, с Tau2M, s	0,25	0,03	55,50; 6,40	0,35	0,03	96,37; 9,18
МВЛ, л/мин Maximum voluntary ventilation, L/min	101,82	5,69	–	79,52	4,33	–
Масса тела, кг Body weight, kg	63,27	1,44	–	55,70	1,44	–
Длина тела, см Body length, cm	167,80	1,87	–	159,50	1,66	–
Индекс состояния, у. е. Health status index, с. u.	3,67	0,69	–	4,17	0,65	–

нормы отношение к должным в показателях СОС0,1–1,2 и Tau2М. У девушек показатели близки к референтным границам значений ЖЕЛ.

Оценка ФВД индийских студентов БГМУ показала, что 94,59 % показателей находятся в референтных границах. Выходили за границы нормы показатели ЖЕЛ, СОС0,2–1,2 и у юношей, и у девушек.

С повышенным пищевым статусом были студенты, ИМТ которых соответственно составлял 25,72 ± 2,32 кг/м<sup>2</sup>, у студенток – 22,35 ± 2,31 кг/м<sup>2</sup>, что характеризует повышенный статус питания. У российских и нигерийских студентов (ок) ИМТ был в границах нормального пищевого статуса. У юношей таджиков ИМТ составил 22,37 ± 1,66 кг/м<sup>2</sup>.

Анализ пищевого статуса у студентов разных национальностей, прибывших на учебу в Башкортостан позволит планировать режим двигательной активности, способствовать лучшему течению адаптивно-компенсаторных процессов в связи со сменой биоритмов (широтных, температурных, высотных, индивидуальных биоритмов и особенностей акклиматизации).

Приезд на учебу граждан Нигерии, Индии, Таджикистана, проживающих в разных экологических условиях, изменяющих индивидуальные биоритмы влияния совокупных факторов окружающей среды на функцию дыхания, вызывал проявление стресс-синдрома. Поставив задачу сравнить показатели функции дыхания после двухмесячной

**Состояние функции внешнего дыхания индийских студентов (n = 17) первого курса БГМУ в возрасте 20,00 ± 0,29 лет – мужчины, 20,14 ± 0,50 – женщины (M ± m, % от должных)**

**Respiratory function in first-year Indian students (n = 17) of BSMU, aged 20.00 ± 0.29 – boys, 20.14 ± 0.50 – girls (M ± m, % of expected values)**

Параметры Parameters	M	m	% от должных % of expected values	M	m	% от должных % of expected values
Индия India						
Мужчины (ИМТ = 25,72 ± 2,32 кг/м <sup>2</sup> ) Boys (BMI = 25.72 ± 2.32 kg/m <sup>2</sup> )			Женщины (ИМТ = 22,35 ± 2,31 кг/м <sup>2</sup> ) Girls (BMI = 22.35 ± 2.31 kg/m <sup>2</sup> )			
ЖЕЛВд, л Vital capacity (inhale), L	2,89	0,07	62,40; 2,59	2,17	0,09	48,99; 2,29
ЖЕЛВвыд, л Vital capacity (exhale), L	2,12	0,08	60,00; 2,26	1,83	0,07	51,38; 1,73
ЧД, 1/мин Respiration rate, 1/min	24,00	1,44	–	23,83	1,37	–
ДО, л Breathing capacity, L	0,98	0,11	–	0,70	0,11	–
МОД, л Respiratory minute volume, L	23,52	1,66	–	16,68	1,70	–
РОВд, л Inspiratory reserve volume, L	0,72	0,05	–	0,92	0,09	–
Ровыд, л Expiratory reserve volume, L	0,70	0,08	–	0,64	0,07	–
Е, л Capacity, L	1,16	0,11	–	1,62	0,05	74,52; 0,98
ОФВвыд, л Forced expiratory volume, L	2,30	0,07	–	2,52	0,07	76,60; 2,09
ФЖЕЛВвыд, л Forced vital capacity, L	2,01	0,19	82,24; 3,02	2,39	0,06	76,03; 2,02
ФЖЕЛВд, л Forced inhaled vital capacity, L	2,24	0,10	78,32; 2,49	2,24	0,03	73,01; 1,06
ПОСвыд, л/с Peak expiratory flow, L/s	4,45	0,09	76,50; 2,39	4,42	0,16	73,09; 2,46
ПОСвд, л/с Peak inspiratory flow, L/s	2,91	0,02	83,67; 0,98	2,41	0,19	101,07; 0,50
МОС25выд, л/с Forced expiratory flow at 75%, L/s	4,00	0,14	76,00; 2,45	4,33	0,16	73,09; 3,25
МОС50выд, л/с Forced expiratory flow at 50%, L/s	3,50	0,07	71,00; 1,73	4,33	0,16	71,00; 2,81
МОС75выд, л/с Forced expiratory flow at 25%, L/s	2,65	0,19	87,00; 2,69	1,76	0,05	81,00; 3,17
СОС0,2–1,2выд, л/с Mid-expiratory flow 0.2–1.2, L/s	4,00	0,14	63,60; 3,18	4,10	0,14	37,02; 1,03
СОС25–75выд, л/с Mid-expiratory flow 25–75, L/s	3,50	0,14	78,00; 2,01	3,06	0,05	82,45; 5,29

Окончание табл. 3

Table 3 (end)

Параметры Parameters	М	м	% от должных % of expected values	М	м	% от должных % of expected values
Индия India						
Мужчины (ИМТ = 25,72 ± 2,32 кг/м <sup>2</sup> ) Boys (BMI = 25.72 ± 2.32 kg/m <sup>2</sup> )			Женщины (ИМТ = 22,35 ± 2,31 кг/м <sup>2</sup> ) Girls (BMI = 22.35 ± 2.31 kg/m <sup>2</sup> )			
СОС75–85 выд, л/с Mid-expiratory flow75–85, L/s	1,50	0,07	77,59; 2,23	1,25	0,05	89,00; 2,95
Аех, л <sup>2</sup> /с Area under the expiratory flow-volume curve, L <sup>2</sup> /s	7,50	0,36	69,50; 0,36	7,11	0,36	82,64; 4,98
ТФЖЕЛвыд, с Expiratory time, s	1,83	0,04	127,61; 0,59	1,85	0,03	126,00; 0,29
ТПОСвыд, с Peak expiratory flow time, s	0,25	0,02	–	0,32	0,03	–
СПВвыд, с Mean transition time, s	0,46	0,01	73,50; 3,24	0,49	0,09	112,59; 4,13
Индекс Генслера, % Index Gaenslar (FEV1/FVC), %	94,00	0,72	101,00; 4,30	94,89	0,73	103,50; 0,94
Тай0М, с Tau0M, s	0,65	0,02	108,50; 4,82	0,61	0,06	123,50; 10,14
Тай1М, с Tau1M, s	0,76	0,08	129,68; 1,29	0,62	0,08	178,50; 10,73
Тай2М, с Tau2M, s	0,76	0,06	170,00; 11,10	0,32	0,02	135,00; 4,18
МВЛ, л/мин Maximum voluntary ventilation, L/min	89,50	4,11	–	72,31	4,94	–
Масса тела, кг Body weight, kg	62,50	3,24	–	55,43	3,24	–
Длина тела, см Body length, cm	156,00	1,59	–	157,50	1,37	–
Индекс состояния, у. е. Health status index, c. u.	1,93	0,13	–	1,68	0,39	–

акклиматизации в условиях Башкортостана (г. Уфа) и в конце учебного года в мае – июне 2017 года, мы включали индивидуально-дифференцированные коррекционные технологии, повышающие устойчивость к гипоксии, развивающих общую выносливость.

ФВД в обследуемых группах российских и иностранных студентов различались, исходя из масса-линейных характеристик и соответствующих им объемов и емкостей. Для поддержания необходимой дыхательной функции требуется повышенная частота и глубина дыхания. Известно, что частота дыхания (ЧД) у взрослого человека в покое равна 14–20 циклов в минуту. Объемные и временные составляющие динамических параметров обуслав-

ливают паттерн дыхания. Показатели спокойного индивидуального дыхания характеризуют базальный паттерн дыхания. Разделение студентов на группы по интересам и занятиям двигательной активностью ведут к перестройке паттерна дыхания. В среде обследуемых российских студентов БГМУ показатели различались следующим образом по характеру проявления ФВД: нормотоники (38 %), тахитоники (68 %), брадитоники (4 %). К последним относились студенты, занимающиеся дистанционными циклическими видами спорта (бег на средние и длинные дистанции, лыжные гонки, плавание).

В условиях максимальной нагрузки МОД составляет 120 л/мин. Но МОД не является



определяющим в оценке эффективности дыхания. Определяющим фактором является та часть МОД, которая поступает в альвеолы и участвует в газообмене. При дыхательном объеме 0,5 л и ЧД 14/мин МОД равен 7 л/мин [9].

Пиковая объемная скорость (ПОС) отражает состояние проходимости крупных бронхов. Ее зависимости от должных у студентов показатели находились в нижних референтных границах (71, 76, 77 %). Показатели максимальной объемной скорости (МОС<sub>25</sub>) также характеризуют состояние бронхиальной проходимости (БП) крупных бронхов и относительно должных у студентов высокой, средней и низкой длины тела соответственно равнялись 75, 80 и 83 %. Исходя из полученных данных можно заключить, что снижение вентиляционной функции у обследуемых студентов не выявлялось. Нарушение проходимости обструктивного типа проявляется тогда, когда ПОС и МОС<sub>25</sub> меньше должных величин на 60 %.

Жизненная емкость легких является показателем подвижности легких и грудной клетки и зависит от возраста, пола, размеров и положения тела, степени тренированности. У молодых людей ЖЕЛ можно вычислить с помощью следующего эмпирического уравнения [10]: ЖЕЛ = 2,5 × длину тела (см), экспираторный объем обычно меньше инспираторного, так как поглощение O<sub>2</sub> превышает величину выделения CO<sub>2</sub> (ДК меньше 1). В наших исследованиях вышеуказанные положения подтвердились.

Следует отметить, что соотношение ФЖЕЛ/ЖЕЛ в процентах у студентов разных линейных характеристик (длина тела – высокие, средние, низкие) соответственно равнялось: 95,67; 95,75; 94,34 % (референтные границы 90–96 %). Можно полагать, что показатель Tikkenau (ФЖЕЛ/ЖЕЛ) согласно номограмм Polgar, Promadhat должные величины колебались, составляя 88,10 ± 12,30 %. Должные величины ЖЕЛ и данные российских студентов БГМУ низкой длины тела в средних значениях соответственно были 3,37 ± 0,16 и 3,89 ± 0,23 л. Соотношение ФЖЕЛ/ЖЕЛ менее 70 % – признак нарушения проходимости дыхательных путей.

Следовательно, для нормального функционирования организма в условиях Башкортостана требуется идти по пути гиперпноэ и тахипноэ. В целом можно говорить о повы-

шенной вентиляции. Однако нарушений БП у юношей по данным ОФВ<sub>1</sub>, ЖЕЛ, ФЖЕЛ не наблюдалось. Об этом же свидетельствуют значения МОС и средней объемной скорости (СОС).

Что касается спирографических данных (поток – объем), то они зависели от функционального состояния дыхательных мышц, бронхиальной проходимости (БП), состояния легких, общего физиологического состояния. Убедительно представлено отношение фактических данных к должным, выход показателей за контур референтных границ, возможные рестриктивные сдвиги БП.

В табл. 4, приоритетно представлены показатели МВЛ, которые в обследованной группе составили: 135,45 ± 3,14 л/мин (резерв дыхания – 122,22 ± 1,92 л/мин). Отношение МВЛ и резерва дыхания в группе равнялась 99,90 %, при норме у молодых людей 85 % [7].

Комментируя данные исследования, необходимо отметить, что в условиях крупного промышленного города Уфы ФВД функционирует напряженно. Пиковая скорость выдоха (л/с) в группе была значительно ниже должной (75,81 ± 2,08 %) и сопровождалась провалом кривой во 2-й фазе. Параметры, определяющие степень вогнутости кривой форсированного выдоха в координатах «поток – объем» (tau MO, tau M1, tau M2) в первом случае были значительно выше должных (145,12 ± 6,35; 138,87 ± 3,60; 139,34 ± 13,28 %), во втором случае (tau M1) еще больше превосходили должные (210,52 ± 12,56; 204,17 ± 7,90; 205,97 ± 15,93 %), а в третьем – были существенно ниже должных (74,19 ± 4,46; 68,25 ± 5,01; 73,26 ± 8,02 %). Следовательно, аппарат «Этон» вычисляет должные величины временных характеристик по Мюллеру и отклонения измеренных параметров от должных. Установлены связи большей силы между показателями БП и объемами средними скоростями, Tau1M. Показатели МОС<sub>25</sub> выдоха коррелировали со значениями СОС<sub>0,2–1,2</sub> выдоха и Tau2M. Наблюдалась связь между величинами СОС и МОС, Tau0M и МОС, Aex и МОС, Tau2M и МОС, Aex и СОС, Tau2M и СОС.

Таким образом, анализируя весь спектр показателей ФВД от должных можно заключить о состоянии, нарушениях и резервах функции легких и проводящих путей. Приоритетно представлены показатели ЖЕЛ, МВЛ, индексов состояния БП, Тиффно, Генслера по сравнению с должными.

Представляем уравнения регрессии индекса состояния БП от исследуемых показателей:  $ИС = -4,135 + 1,73 \text{ СПВ}_{\text{выд}} + 1,3 \times \text{ОФВ}_{0,5-1,7} \text{ ФЖЕЛ}_{\text{выд}} - 0,79 \text{ МОС}_{25\text{выд}}$ , где СПВ – среднее переходное время; ОФВ – объем форсированного выдоха.

Спектр входящих индикаторов диагностики ФВД у студентов средней длины тела увеличился и включал временные и объемные показатели. Необходимо отметить, что значения ФЖЕЛ превышали в этой группе студентов референтные границы, вероятно за счет повышенной выносливости респираторных мышц и резервов глубины дыхания. Одним из маркеров и пропускной способности дыхательного аппарата человека служит ФЖЕЛ – объем воздуха, который обследуемый способен выдохнуть в условиях максимального вдоха при околопредельном экспираторном усилии за 1 с (80 % ЖЕЛ).

Можно полагать, что биологическая организация ФВД сложна и зависит от тотальных размеров тела, структурно-функциональных составляющих респираторной мускулатуры и внутрисистемных интеграций функциональных проявлений звеньев системы внешнего дыхания и определяет совокупные факторы кардиопульмональной системы на обеспечение физической работоспособности.

Сравнение, проведенное с представителями мужской популяции, выявило достоверные различия между показателями ФВД студентов БГМУ и приехавших на учебу нигерийцев, таджиков, индусов: ЖЕЛ ( $p < 0,01-0,001$ ), частота дыхания (нигерийцы, индусы;  $p < 0,05-0,01$ ). В показателях дыхательного объема (ДО) доминировали студенты из Таджикистана и Индии. Достоверно более высокий ДО был у индусов ( $p < 0,05$ ). Значения МОД были существенно выше у приезжих студентов ( $p < 0,05-0,01$ ). Наибольшие различия выявлены у индусов ( $p < 0,01$ ). Показатели резервного объема (РО) вдоха и выдоха приоритетно выглядели у россиян ( $p < 0,01-0,001$ ). Значения емкости на высоком уровне различались с приоритетом у башкирских студентов ( $p < 0,01-0,001$ ). Форсированная ЖЕЛ выдоха существенно превышала аналогичные показатели иностранных студентов ( $p < 0,001$ ). Значения ФЖЕЛ вдоха у российских студентов и представителей Нигерии и Таджикистана существенно не различались ( $p > 0,05$ ). Показатели ПОС выдоха и вдоха были ниже у иностранцев ( $p < 0,05$ ). Значения МОС75 различались достоверно

( $p < 0,05$ ). Показатели СОС<sub>0,2-1,2</sub> российских представителей Башкортостана, Таджикистана и Индии различались существенно ( $p < 0,05-0,01$ ). Значения СОС<sub>25-75</sub> различались достоверно с индусами по сравнению с россиянами и нигерийцами ( $p < 0,05$ ), а в значениях СОС<sub>75-85</sub> статистически значимые различия были с индусами ( $p < 0,05-0,01$ ). Больше вероятностью характеризовались различия у студентов Башкортостана и иностранных студентов в показателях площади петли ФЖЕЛ в координатах «поток – объем»  $A_{ex}$  ( $p < 0,01-0,001$ ). Время форсированной ЖЕЛ у россиян и нигерийцев, таджиков и индусов статистически значимо различалось ( $p < 0,01-0,001$ ). Время ПОС выдоха и среднего переходного времени (СПВ) существенно различалось в сравниваемых группах ( $p < 0,01-0,001$ ). Индекс Генслера у студентов россиян и остальных обследуемых был достоверно выше ( $p < 0,01-0,001$ ). Показатели  $Tau_{0M}$  существенно различались у представителей БГМУ, нигерийцев, таджиков ( $p < 0,05-0,01$ ), а  $Tau_{1M}$  ( $p < 0,01-0,001$ ),  $Tau_{2M}$  ( $p < 0,05-0,01$ ). Статистически значимо различались показатели МВЛ между группами башкирских и нигерийских студентов ( $p < 0,05$ ) и еще более значимо с таджиками и индусами ( $p < 0,01-0,001$ ). Масса тела в сравниваемых группах достоверно не различалась, а длина тела статистически значимо различалась с индусами ( $p < 0,01-0,001$ ). Индекс состояния БП в группе нигерийцев характеризовал значительные нарушения, у таджиков был в границах нормы, у индусов также находился в референтных границах.

В группе студентов-нигерийцев значения ЖЕЛ находились в границах значительных нарушений. В остальных показателях нарушений ФВД не выявлялось. У таджиков и индусов наблюдались аналогичные изменения от должных величин легочных объемов и ПОС выдоха [7].

Таким образом, установлен механизм повышенной вентиляции обеспечения жизнедеятельности человека в условиях мегаполиса Башкортостана. В исследовании наблюдались диспропорции в физическом развитии, наличие «чистой» рестрикции у 8,9 % обследуемых студентов. Выявлены показатели ФВД, зависящие и независимые от тотальных размеров тела, детерминированные гено- и фенотипическими особенностями организма.

Исходя из данных настоящего исследова-

ния, можно заключить, что ФВД студентов зависит от гиперпноэ и тахипноэ и в целом определяется повышенной вентиляцией [2, 3].

Сравнение показателей ФВД, проведенное между российскими и приехавшими на учебу в БГМУ из Нигерии, выявило более высокие показатели ЖЕЛ, ЧД, ДО у представителей РФ ( $p < 0,05$ ). Значения МОД приоритетно выглядели у представительниц Нигерии ( $p < 0,01$ ). Существенно различались показатели резервных объема вдоха и выдоха с преимуществом у россиянок ( $p < 0,05$ ). При этом емкость вдоха, ФЖЕЛ вдоха и выдоха также были больше у представительниц РФ ( $p < 0,01$ ). Показатели МОС в трех звеньях существенно не различались, а СОС были выше у россиянок ( $p < 0,05$ ). Значения времени (Т) ФЖЕЛ выдоха статистически значимо были выше у представительниц РФ ( $p < 0,05$ ), а Т ПОС выдоха были выше у студенток из Нигерии ( $p < 0,01$ ). Показатели СПВ выдоха преобладали у представительниц РФ ( $p < 0,01$ ). Значения индекса Генслера были в референтных границах и существенно не различались. Звенья Тау существенно различались ( $p < 0,05-0,01$ ). Различий в звеньях МВЛ в сравниваемых группах не выявлялось. Индекс состояния БП у представительниц Нигерии был  $6,93 \pm 0,61$  (значительное нарушение БП), а у россиянок  $2,15 \pm 0,46$  ( $p < 0,01$ ). Масса тела у представительниц РФ составила  $56,00 \pm 1,42$ , а у представительниц Нигерии –  $54,00 \pm 1,30$  кг ( $p > 0,05$ ). Длина тела соответственно была  $162,34 \pm 2,98$  и  $160,00 \pm 2,58$  кг ( $p > 0,05$ ). По сравнению с представительницами Таджикистана в значениях ЖЕЛ наблюдались статистически значимые различия ( $p < 0,01$ ). Частота дыхания и МОД была выше у таджиков ( $p < 0,01$ ), а ДО, РО, емкость вдоха – у россиянок ( $p < 0,01$ ). Значения ФЖЕЛ вдоха и выдоха были выше у представительниц Таджикистана ( $p < 0,05$ ). Пиковые объемные скорости вдоха и выдоха преобладали у россиянок ( $p < 0,05$ ). Значения МОС и СОС достоверно выше были у представительниц РФ ( $p < 0,05$ ). Показатели Аех, Т ФЖЕЛ существенно не различались в сравниваемых группах, Т ПОС выдоха – существенно с приоритетом у представительниц Таджикистана ( $p < 0,05$ ). Индекс Генслера находился в референтных границах с превышением у российских студенток ( $p < 0,05$ ). Показатели МВЛ были существенно выше у россиянок ( $p < 0,01$ ).

Сравнение результатов исследования ФВД у российских и индийских студентов также выявило существенные различия в ЖЕЛ ( $p < 0,01$ ), частоте дыхания ( $p < 0,05$ ), ДО ( $p < 0,01$ ), МОД ( $p < 0,01$ ), РО вдоха и выдоха ( $p < 0,01$ ), емкости вдоха ( $p < 0,01$ ), ОФВ 5 выдоха ( $p < 0,05$ ), ФЖЕЛ вдоха и выдоха ( $p < 0,05$ ), ПОС вдоха и выдоха ( $p < 0,01$ ). Статистически значимо различались показатели МОС, СОС, Аех, Т ФЖЕЛ, Т ПОС выдоха, СПВ выдоха ( $p < 0,05-0,01$ ). Индекс Генслера превосходил у студенток РФ, представительниц Индии ( $p < 0,05$ ). Значения МВЛ достоверно превышали у россиянок ( $p < 0,01$ ). У представительниц Индии отмечался самый низкий индекс состояния бронхиальной проходимости ( $1,68 \pm 0,35$  ед. – норма). Можно предположить, что вследствие воздействия физкультурно-оздоровительными технологиями к концу учебного года различия в ФВД между студентами РФ и иностранными несколько улучшатся.

### Выводы

1. Фоновая диагностика ФВД выявила различные состояния с колебаниями от нормы до определенных нарушений бронхиальной проходимости. Этиология этих нарушений связана с биоритмами, экологическими, генетическими, психофизиологическими и социально-экономическими факторами. Возможно, что 29,6 % студенток находились в стадии стресс-напряжения, когда резистентность выходила за пределы нормы. Анализ отклонений от должных величин студенток Нигерии выявил сдвиги, определяющие степень вогнутости кривой форсированного выдоха в координатах «поток – объем».

2. Как следует из представленных данных, нарушения бронхиальной проходимости наблюдались у незначительной части обследуемых (студентки Нигерии, 6,20 %). Отмечалась реакция тревоги, вызывая нарушение и нормализацию равновесия. Возникает состояние пассивной толерантности, гетеростаза, выход из которого индуцируется различными оздоровительно-физкультурными коррекционно-восстановительными средствами.

3. Наблюдались сдвиги амплитуды револны аорты. У студенток таджикской национальности выявлены нарушения ЖЕЛ по сравнению с допустимыми величинами легочных объемов и показателей форсированного выдоха [7]. Индекс состояния бронхиаль-

ной проходимости в 37 % находился в диапазоне умеренных нарушений, а в 73 % – в состоянии условной нормы. У студенток из Индии в период акклиматизации в РФ значения ЖЕЛ имели резкие изменения от должных. Однако БП находилась в диапазоне нормы.

4. Индекс состояния БП представителей Нигерии и Таджикистана находился в диапазоне 6,25–3,67 у. е. и свидетельствовал о том, что биоритм дыхания протекал в границах условной нормы и умеренных нарушений бронхиальной проходимости. У более адаптированных к условиям проживания российских студентов Башкортостана индекс состояния БП зависел от среднего переходного времени выдоха, объема форсированного выдоха, форсированной ЖЕЛ выдоха, МОС выдоха 25 % ЖЕЛ.

5. У студентов (ок), приехавших из Индии, наблюдались самые низкие показатели ЖЕЛ, индекса состояния БП. Значения ЖЕЛ отражают потенциальные возможности дыхательной системы.

#### Литература

1. Агаджанян, Н.А. Экологическая физиология XXI столетия: здоровье и концепции выживания / Н.А. Агаджанян // XVIII съезд физиологического общества: тез. докл. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. – С. 467.

2. Бреслав, И.С. Дыхание и мышечная активность человека в спорте: рук. для изучающих физиологию человека / И.С. Бреслав, Н.И. Вояков, Р.В. Тамбовцева. – М.: Совет спорт, 2013. – 336 с.

3. Булич, Э.Г. Здоровье человека: биологическая основа жизнедеятельности и двигательная активность в ее стимуляции /

Э.Г. Булич, И.В. Мурахов. – Киев: Олимп. лит., 2003. – 424 с.

4. Гайтон, А.К. Медицинская физиология: пер. с англ. / А.К. Гайтон, Дж.Э. Холл; под ред. В.И. Кобрин. – М.: Логосфера, 2008. – 1296 с.

5. Гольберг, Н.Д. Питание юных спортсменов / Н.Д. Гольберг, Р.Р. Дундуковская. – М.: Совет спорт, 2007. – 240 с.

6. Драгич, О.А. Оценка функционального состояния и физической работоспособности юношей 17–20 лет в условиях Уральского федерального округа / О.А. Драгич // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Совершенствование физического воспитания сельского населения». – М., 2005. – С. 89–92.

7. Клемент, Р.Ф. Функционально-диагностические исследования в пульмонологии / Р.Ф. Клемент. – СПб., 1993. – 101 с.

8. Рафф, Г. Секреты физиологии: пер. с англ. / Г. Рафф. – М.; СПб.: Бином, Невский диалект, 2001. – 448 с.

9. Тевс, Г. Легочное дыхание / Г. Тевс // Физиология человека: в 3 т. / пер. с англ.; под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – 3-е изд. – М.: Мир, 2005. – Т. 2, гл. 21. – С. 567–585.

10. Baldwin, E.F. Pulmonary insufficiency / E.F. Baldwin // I Physiological classification, clinical methods of analysis, standard value in normal subjects // Medicine. – 1948. – Vol. 27. – P. 243.

11. Hauser, A. Similar hemoglobin Mess response in Hypobaric and Normobaric Hypoxia in Athletes / A. Hauser // Med. Sci. Sports Exec. – 2016. – Vol. 48. – P. 734–741.

**Гайнуллин Руслан Анварович**, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой физической культуры, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, nullin@mail.ru.

**Исаев Александр Петрович**, доктор биологических наук, профессор, директор центра спортивной науки, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, isaevap@susu.ac.ru.

**Эрлих Вадим Викторович**, доктор биологических наук, профессор кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, erlih-vadim@mail.ru.

**Кораблева Юлия Борисовна**, аспирант кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, julya-74@yandex.ru.

Поступила в редакцию 20 декабря 2016 г.

## EXTERNAL RESPIRATION SYSTEM DEPENDING ON THE PREVIOUS PLACE OF LIVING IN BASHKIR STATE MEDICAL UNIVERSITY (BSMU) STUDENTS FROM DIFFERENT COUNTRIES

R.A. Gainullin<sup>1</sup>, nullin@mail.ru,  
A.P. Isaev<sup>2</sup>, isaevap@susu.ac.ru,  
V.V. Erlikh<sup>2</sup>, erlih-vadim@mail.ru,  
Y.B. Korablyova<sup>2</sup>, julya-74@yandex.ru

<sup>1</sup>Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation,

<sup>2</sup>South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

**Aim.** The aim of the research was to reveal mechanisms of adaptive-compensatory tension of the respiratory apparatus in Russian and foreign students depending on relocation to a different climate zone and adaptation to new environmental conditions. **Material and Methods.** All participants were divided into 3 groups: high stature – 180.00 cm tall, above medium stature – 170–179.00 cm tall and low stature – 169.00 cm tall and lower. Comparison was conducted between students with similar total body parameters (weight and length). Body length of examined Russian students was  $174.50 \pm 0.65$  cm, and their body weight was  $65.92 \pm 0.48$  kg. Body mass index (BMI) was  $21.54$  kg/m<sup>2</sup>. The study involved analysis of compensatory tension of the respiratory apparatus relative to flights to Bashkortostan and/or disturbances of lung ventilation. **Results.** Based on the research data it should be noted that in such large industrial Uralian city as Ufa respiratory function is stressed. Peak expiratory flow rate (L/s) in the group was significantly lower than normal ( $75.81 \pm 2.08$  %) and was accompanied by a dip of the curve in the 2<sup>nd</sup> phase. Parameters determining concavity of the forced expiration rate in the coordinates “flow – volume” (TauM0, TauM1, TauM2) in the first case were significantly higher than expected ( $145.12 \pm 6.35$ ;  $138.87 \pm 3.60$ ;  $139.34 \pm 13.28$  %), in the second case (TauM1) they even more exceeded expected values ( $210.52 \pm 12.56$ ;  $204.17 \pm 7.90$ ;  $205.97 \pm 15.93$  %), and in the third case they were much lower than expected values ( $74.19 \pm 4.46$ ;  $68.25 \pm 5.01$ ;  $73.26 \pm 8.02$  %). Thus, used Eton device calculates expected values of temporal characteristics according to Mueller and deviations of actual parameters from the expected values. **Conclusion.** The increased ventilation is observed in people under the conditions of a large city in Bashkortostan. The study reveals disproportions in physical development and “clear” restriction in 8.9% of participants. According to the analysis, there are respiratory function indicators depending and not depending on total body parameters determined by genotypic and phenotypic specifics. The research shows that respiratory function in the examined students is associated with hyperpnea and tachypnea and in general is determined by the increased ventilation.

**Keywords:** respiratory function, physical fitness, body mass index, airway conductance, vital capacity, motor activity.

### References

1. Agadzhanyan N.A. *Ekologicheskaya fiziologiya XXI stoletii: zdorov'e i kontseptsii vyzhivaniya. XVIII s"ezd fiziologicheskogo obshchestva: tezisy doklady* [Environmental Physiology of XXI Century. The Health and Survival of the Concept. XVIII Congress of Physiological Society. Theses]. Moscow, GEOTAR-MED Publ., 2001. 467 p.
2. Breslav I.S., Voyakov N.I., Tambovtseva R.V. *Dykhaniye i myshechnaya aktivnost' cheloveka v sporte: rukovodstvo dlya izuchayushchikh fiziologiyu cheloveka* [Breathing and Muscular Activity of Man in Sport. A Guide for Studying Human Physiology]. Moscow, Soviet Sport Publ., 2013. 336 p.
3. Bulich E.G., Muravov I.V. *Zdorov'e cheloveka: biologicheskaya osnova zhiznedeyatel'nosti i dvigatel'naya aktivnost' v ee stimulyatsii* [Human Health. Biological Basis of Life and Physical Activity in its Stimulation]. Kiev, Olympic Literature Publ., 2003. 424 p.

4. Gayton A.K., Khol Dzh.E., Kobrina V.I. *Meditsinskaya fiziologiya* [Medical Physiology], translation from English: A.K. Gayton et al. Moscow, Logosfera Publ., 2008. 1296 p.
5. Gol'berg N.D., Dundukovskaya R.R. *Pitanie yunyh sportsmenov* [Feeding young sportsmen]. Moscow, Soviet Sport Publ., 2007. 240 p.
6. Dragich O.A. [Evaluation of the Functional State and Physical Health of Young Men of 17–20 Years in the Conditions of the Urals Federal District]. *Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Sovershenstvovanie fizicheskogo vospitaniya sel'skogo naseleniya"* [Proceedings of the All-Russian Scientific-Practical Conference Improving the Physical Education of the Rural Population], 2005, pp. 89–92. (in Russ.)
7. Klement R.F. *Funktsional'no-diyagnosticheskie issledovaniya v pul'monologii* [Functional Diagnostic Tests in Pulmonology]. St. Petersburg, 1993. 101 p.
8. Raff G. *Sekretы физиологии* [Physiology Secrets], translation from English: G. Raff. St. Petersburg, Nevsky Dialect Publ., 2001. 448 p.
9. Tevs G., Shmidt R. *Legochnoe dykhanie. Fiziologiya cheloveka* [Pulmonary Respiration. Human Physiology], translation from English: R. Shmidt et al. Moscow, World Publ., 2005. Vol. 2, ch. 21, pp. 567–585.
10. Baldwin E.F. Pulmonary Insufficiency. I Physiological Classification, Clinical Methods of Analysis, Standard Value in Normal Subjects. *Medicine*, 1948, vol. 27, 243 p.
11. Hauser A. Similar Hemoglobin Mess Response in Hypobaric and Normobaric Hypoxia in Athletes. *Med. Sci. Sports Exec.*, 2016, vol. 48, pp. 734–741. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000808.

*Received 20 December 2016*

---

#### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Система внешнего дыхания в зависимости от бывшего места жительства студентов различных стран мира, обучающихся в Башкирском государственном медицинском университете (БГМУ) / Р.А. Гайнуллин, А.П. Исаев, В.В. Эрлих, Ю.Б. Кораблева // Человек. Спорт. Медицина. – 2017. – Т. 17, № 1. – С. 14–27. DOI: 10.14529/hsm170102

#### FOR CITATION

Gainullin R.A., Isaev A.P., Erlikh V.V., Korablyova Y.B. External Respiration System Depending on the Previous Place of Living in Bashkir State Medical University (BSMU) Students from Different Countries. *Human. Sport. Medicine*, 2017, vol. 17, no. 1, pp. 14–27. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm170102