

ОСОБЕННОСТИ ПАРАМЕТРОВ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ У МУЖЧИН С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ВЫНОСЛИВОСТИ

Исследование индивидуальных особенностей функционирования системы дыхания человека достаточно актуально, так как считается, что именно эффективность работы его кардио-респираторной системы определяет уровень физической работоспособности и выносливости. Одним из лимитирующих компонентов эффективности функционирования системы внешнего дыхания, являются дыхательные мышцы, которые в процессе вдоха осуществляют работу по преодолению эластического и неэластического сопротивления легких. Наличие особенностей параметров легочной вентиляции у тренированных людей может быть одним из факторов, способствующих повышению физической работоспособности и выносливости, что способствует достижению спортивных результатов высокого уровня. Но встает вопрос о том, могут ли, индивидуальные особенности параметров вентиляции легких способствовать формированию более высокого уровня работоспособности и выносливости у нетренированных людей. В проведенном исследовании оценивались особенности параметров вентиляции легких и силы дыхательных мышц у нетренированных мужчин 19–20 лет, с различным уровнем статической и динамической физической работоспособности и выносливости. У молодых мужчин, не занимающихся спортом, имеющиеся исходные индивидуальные особенности параметров вентиляции легких не создают предпосылок для развития высокого уровня статической и динамической физической работоспособности и выносливости. При этом, учитывая наличие достоверной взаимосвязи динамической физической выносливости и силы дыхательных мышц вдоха, уровень динамической физической выносливости, вероятно, определяется силой мышц вдоха.

Ключевые слова: физическая выносливость, внешнее дыхание, дыхательные мышцы, физическая работоспособность.

Изучение индивидуальных особенностей функционирования системы дыхания человека достаточно актуально, считается что работоспособность и выносливость человека определяются в основном степенью эффективности работы его кардио-респираторной системы [14], [15], [16]. Одним из лимитирующих компонентов эффективности функционирования системы внешнего дыхания, являются дыхательные мышцы, которые в процессе вдоха осуществляют работу по преодолению эластического и неэластического сопротивления [17]. Ряд исследовательских работ продемонстрировал наличие у тренированных людей особенностей параметров легочной вентиляции. К примеру, юные гребцы имели большую величину жизненной емкости легких, форсированной жизненной емкости легких и дыхательного объема по сравнению со сверстниками, не занимающимися спортом [1].

Другие исследователи отмечают, что у спортсменов по сравнению со сверстниками, не занимающимися спортом, больший параметр объема форсированного выдоха на пер-

вой секунде. Барановой Е.А. и Капилевич Л.В., установлено что при исследовании спортсменов 1–2 разряда, специализирующихся на циклических видах спорта, и студентов, не занимающихся спортом, вентиляция легких высоко тренированных студентов характеризуется снижением неэластического сопротивления дыхательным мышцам [2].

Анализ особенностей параметров легочной вентиляции у тренированных людей позволяет высказать предположение о том, что у них имеется меньшее неэластическое сопротивление легких, что может быть одним из факторов способствующих повышению физической работоспособности. Однако, могут ли индивидуальные особенности параметров вентиляции легких способствовать формированию более высокого индивидуального уровня работоспособности и выносливости у нетренированных людей остается не изученным. Поэтому целью настоящей работы стало исследование особенностей параметров вентиляции легких у нетренированных мужчин, с различным уровнем работоспособности и выносливости.

Материалы и методы

После получения информированного добровольного согласия испытуемых, на основании анкетирования и изучения индивидуальных медицинских карт учащихся (форма N 025-3/У), была сформирована выборка из 60 молодых мужчин 19-20 лет обучающихся вуза, не имеющих острую и хроническую патологию.

В исследовании оценивались функция внешнего дыхания, с помощью прибора СП-3000 и использованием стандартной спирометрической методики, анализировались следующие параметры: ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ 05, ОФВ 1, ОФВ 3, МОС 75, МОС 50, МОС 25, МВЛ, МОД.

Для оценки силы дыхательных мышц был использован спирометр фирмы Micro Medical (Великобритания), с помощью которого определялись параметры максимального инспираторного давления (mip) и максимального экспираторного давления (mer).

Статическая выносливость оценивалась по времени удержания индивидуальной статической нагрузки, субмаксимального уровня, до отказа.

Индивидуальный субмаксимальный уровень статической нагрузки был рассчитан из максимального рывкового тягового усилия (70% от максимума) [3]. Максимальное рывковое тяговое усилие (статическая работоспособность) оценивалось с помощью станového динамометра. Троекратно определялось рывковое тяговое усилие, для оценки использовался наилучший результат. Тест на статическую выносливость проводился три раза, для оценки использовалось среднее значение.

Уровень динамической выносливости определялся по удержанию индивидуальной субмаксимальной динамической нагрузки. Критерием прекращения пробы было достижение частоты сердечных сокращений 170 уд/мин. Индивидуальная субмаксимальная динамическая нагрузка была рассчитана из средних значений теста на динамическую работоспособность (PWC170). Уровень динамической работоспособности оценивался с помощью ступенчатого теста PWC170 (кгм/мин) [4]. Данная проба была проведена каждому испытуемому три раза.

С применением квартильного метода мы разделили группу испытуемых по уровню выносливости и физической работоспособности.

Первый и последний квартиль анализировались, как группы с максимальным и минимальным уровнем развития признака, оставшиеся второй и третий квартили считались группой среднего уровня развития признака. Далее между группами проводился анализ межгрупповых различий параметров системы вентиляции легких с применением непараметрического критерия Краскела – Уоллиса.

Статистический анализ полученных данных проводился с применением программы Статистика 10,0. Были составлены центильные таблицы для определения референтных значений. Использовался метод ранговой корреляции Спирмена. Достоверность оценивалась по T критерию, достоверными считались значения $\geq 0,05$.

Результаты исследования

При проведении исследования были установлены достоверные различия между испытуемыми в уровне выносливости к статическим и динамическим физическим нагрузкам, а так же в тестах на статическую и динамическую физическую работоспособности. Все испытуемые были разделены на группы, посредством проведения квартильного анализа с применением стандартной методики, и составления квартильных таблиц. Учитывался уровень динамической и статической физической выносливости, а так же уровень статической и динамической физической работоспособности, что отражено в таблице 1.

При проведении анализа межгрупповых различий у мужчин с различным уровнем выносливости к статическим физическим нагрузкам параметров вентиляции легких мы можем отметить достоверные различия в параметре силы мышц выдоха (мер) (табл. 2).

Как видно из данных представленных в таблице 2, других значимых различий параметров вентиляции легких у мужчин с разным уровнем статической выносливости не установлено. Согласно данным корреляционного анализа уровень статической выносливости имеет достоверную положительную корреляционную связь с силой мышц выдоха ($KK=0,38, p<0,05$).

Как известно, при проведении теста с определением силы мышц выдоха, для формирования усилия включаются вспомогательные скелетные мышцы. Ввиду того, что маневр дыхания имеет изометрический характер, как и становое усилие,

используемое нами для определения статической выносливости, по всей видимости, данная корреляционная зависимость определяется тем, что в двух пробах анализируются схожие маневры, что не позволяет нам говорить о влиянии параметров друг на друга или их взаимосвязи.

В группах мужчин с различным уровнем динамической выносливости достоверны различия установлены в параметре силы мышц вдоха (mip) (табл. 3).

При этом имеется достоверная корреляционная связь динамической выносливости и показателя силы мышц вдоха (КК=0,29, $p<0,05$).

В данном случае установленная прямая корреляционная зависимость, вероятно связана с ростом динамической физической выносливости за счет экономизации работы мышц вдоха, что подтверждается наличием достоверных различий в силе мышц вдоха у мужчин, имеющих высокий и низкий уровень динамической выносливости.

Анализ различий в группах с различным уровнем статической и динамической работо-

способности, показал, что различия, имеющиеся в параметрах вентиляции легких недостоверны ($p<0,05$) (табл. 4 и 5).

Корреляционный анализ статической работоспособности и параметров внешнего дыхания показал наличие достоверных корреляционных связей с ЖЕЛ (КК=0,30, $p<0,05$), ФЖЕЛ (КК=0,31, $p<0,05$), ОФВ3 (КК=0,27, $p<0,05$) и с МОД (КК=0,28, $p<0,05$).

Корреляционной взаимосвязи потоковых и объемных параметров вентиляции легких с динамической работоспособностью не установлено.

Обсуждение

Наличие изменений параметров вентиляции легких у спортсменов в отличие от нетренированных сверстников достаточно часто встречается в научных исследованиях. Причем в зависимости от вида спорта изменения параметров, с целью экономизации работы дыхательной системы, идут путем уменьшения эластического или не эластического сопротивления [5]. Но ввиду того, что большинство исследований проводилось на

Таблица 1 – Квартильный анализ уровня работоспособности и выносливости, в зависимости от уровня развития признака

Признак	Высокий уровень	Средний уровень	Низкий уровень
Статическая выносливость(мин)	>86 (13 чел.)	>77,5> (26 чел.)	<67 (16 чел.)
Динамическая выносливость (секунды)	>570 (15 чел.)	>413> (29 чел.)	<233 (14 чел.)
Статическая работоспособность (Кг)	>145 (17 чел.)	>132> (28 чел.)	<115 (13 чел.)
Динамическая работоспособность Кгм/мин	>54 (14 чел.)	>49> (30 чел.)	<46 (15 чел.)

Таблица 2 – Межгрупповые различия параметров вентиляции легких у мужчин с различным уровнем выносливости к статическим нагрузкам

Параметр	Высокий уровень (I группа среднее значение)	Средний уровень (II группа среднее значение)	Низкий уровень (III группа среднее значение)	Кр. Краскелла-Уоллиса		
				I гр.-I II гр.	I гр.- II гр.	II гр.-I II гр.
ЖЕЛ	5,67±1,66	5,66±0,83	5,71±0,78	0,75	0,58	0,26
ФЖЕЛ	4,86±0,81	4,72±1,14	5,02±0,86	0,60	0,17	0,84
офв 05	1,04±0,74	1,28±1	1,20±0,58	0,79	0,89	0,01
ОФВ 1	2,68±0,99	2,84±1,09	2,95±1,21	0,35	0,30	0,09
ОФВ 3	4,83±0,77	4,43±1,15	4,96±0,94	0,52	0,88	1,46
МОС 75	3,90±0,98	3,57±1,53	3,55±1,36	0,81	1,09	0,19
МОС 50	3,97±1,21	3,96±1,64	3,76±1,38	0,21	0,17	0,41
МВЛ	165,56±20,07	173,00±22,71	154,73±32,8	0,83	0,66	1,58
МОД	11,56±3,48	11,37±2,22	11,44±2,53	0,10	0,35	0,24
МЕР	160,69±27,27	144,25±38,35	126,31±34,88	3,04*	1,57	1,30
МIP	101,94±24,99	93,08±20,91	99,44±23,07	0,38	1,22	0,79

*достоверное значение $p<0,05$

Таблица 3 – Межгрупповые различия параметров вентиляции легких у мужчин с различным уровнем выносливости к динамическим нагрузкам

Параметр	Высокий уровень (I группа ср. знач.)	Средний уровень (II группа ср. знач.)	Низкий уровень (III группа ср. знач.)	Кр. Краскелла-Уоллиса		
				I гр.- III гр.	I гр.- II гр.	II гр.- III гр.
ЖЕЛ	5,61±1,08	5,70±0,80	5,82±1,59	0,12	0,29	0,16
ФЖЕЛ	4,92±0,80	4,86±1,16	4,80±0,76	0,43	0,56	0,07
офв 05	1,01±0,58	1,26±1	1,30±0,67	1,07	0,42	0,81
ОФВ 1	2,83±1,03	2,83±1,07	2,90±1,23	0,27	0,42	0,12
ОФВ 3	4,88±0,89	4,66±1,17	4,60±0,80	0,94	0,57	0,50
МОС 75	3,74±1,21	3,61±1,42	3,77±1,35	0,09	0,80	0,72
МОС 50	3,86±1,35	3,95±1,51	3,99±1,49	0,42	0,54	0,06
МВЛ	163,77±26,79	170,61±23,31	157,44±29,4	0,47	1,32	0,80
МОД	12,19±3,66	11,22±2,3	11,33±2,05	0,18	0,38	0,60
МЕР	151,40±28,29	143,39±36,28	123,14±42,77	1,92	1,36	0,84
МІР	105,67±24,71	99,68±21,4	82,36±16,02	2,94*	2,36	0,99

*достоверное значение $p < 0,05$

Таблица 4 – Межгрупповые различия параметров вентиляции легких у мужчин с различным уровнем работоспособности к статическим нагрузкам

Параметр	Высокий уровень (I группа ср. зн.)	Средний уровень (II группа ср. зн.)	Низкий уровень (III группа ср. зн.)	Кр. Краскелла-Уоллиса		
				I гр.- III гр.	I гр.- II гр.	II гр.- III гр.
ЖЕЛ	5,88±0,72	5,50±0,76	5,79±1,87	1,33	1,34	0,23
ФЖЕЛ	5,17±0,96	4,74±1,07	4,61±0,71	2,09	1,52	0,90
офв 05	1,16±0,59	0,99±0,51	1,67±1,36	1,21	0,80	2,06
ОФВ 1	2,91±1,25	2,67±1,02	3,05±1,03	1,06	0,30	1,43
ОФВ 3	4,94±1,1	4,61±1,02	4,52±0,88	1,56	1,13	0,68
МОС 75	3,55±1,63	3,64±1,34	3,83±0,89	1,06	0,62	0,60
МОС 50	3,82±1,73	3,86±1,46	4,13±0,99	1,10	0,53	0,73
МВЛ	169,12±20,26	163,63±31,79	166,62±18,7	0,56	0,19	0,44
МОД	11,81±2,67	11,63±2,98	10,56±1,71	1,18	0,35	0,97
МЕР	143,71±41,77	140,75±36,23	136,85±34,68	0,57	0,29	0,36
МІР	96,94±22,77	100,79±23,65	90,15±19,9	0,87	0,60	1,50

Таблица 5 – Межгрупповые различия параметров вентиляции легких у мужчин с различным уровнем работоспособности к динамическим нагрузкам

Параметр	Высокий уровень (I группа ср. знач.)	Средний уровень (II группа ср. знач.)	Низкий уровень (III группа ср. знач.)	Кр. Краскелла-Уоллиса		
				I гр.- III гр.	I гр.- II гр.	II гр.- III гр.
ЖЕЛ	5,95±1,62	5,65±0,79	5,49±1,01	0,64	0,82	0,07
ФЖЕЛ	4,51±1,01	4,90±1,03	5,02±0,79	1,32	0,35	1,17
офв 05	1,11±0,56	1,19±0,97	1,27±0,78	0,55	0,73	0,09
ОФВ 1	2,94±1,2	2,72±1	2,92±1,19	0,50	0,36	0,91
ОФВ 3	4,47±1,10	4,70±1,04	4,84±0,87	0,92	0,39	0,67
МОС 75	3,89±1,45	3,54±1,3	3,68±1,35	0,26	0,76	1,04
МОС 50	4,25±1,49	3,83±1,42	3,75±1,48	1,19	0,15	1,21
МВЛ	154,62±37,68	172,03±21,27	164,60±17,67	0,17	1,52	1,68
МОД	11,41±2,74	11,56±2,4	11,23±3,18	0,61	0,86	0,15
МЕР	143,64±36,45	138,14±38,85	143,07±36,08	0,28	0,57	0,87
МІР	98,29±26,76	100,21±20,27	90,67±23,04	0,90	1,29	0,23

уже состоявшихся профессиональных спортсменах не ясно, сформировались ли эти особенности в процессе тренировок или имелись исходные изменения, которые явились предпосылкой для развития высокого уровня работоспособности и выносливости, что в свою очередь могло явиться причиной высоких спортивных достижений [6], [7]. В нашем исследовании было установлено, что имеющиеся исходные особенности параметров вентиляции легких у молодых мужчин, не занимающихся спортом, не создают предпосылок для развития высокого уровня физической работоспособности и выносливости.

При выполнении физической работы высокой интенсивности возрастает потребление кислорода [8], а так же не эластическое сопротивление [9], [10], преодоление которого в основном определяется работой дыхательных мышц.

Как известно более сильные мышцы дают возможность эффективнее выполнять работу [11]. В работе дыхательных мышц спортсменов

имеется аналогичная закономерность, чем сильнее дыхательные мышцы, тем вентиляция осуществляется эффективнее, что в свою очередь определяет уровень общей физической выносливости и работоспособности спортсменов [12]. В настоящем исследовании нами установлено, что у нетренированных мужчин так же имеется взаимосвязь физической выносливости и силы дыхательных мышц, причем высокий уровень динамической выносливости вероятно определяется высоким именно силой мышц вдоха.

Таким образом, наличие исходных особенностей параметров вентиляции легких у мужчин не является предпосылкой для формирования высокого уровня выносливости и работоспособности отмечаемые у профессиональных спортсменов, а формируются в ходе спортивных тренировок. Вопрос о том, можно ли с помощью тренировки мышц вдоха добиться более высокого уровня физической выносливости, требует дальнейшего изучения.

09.11.2016

Список литературы:

1. Скирюс, И.И. Функциональные особенности кардиореспираторной системы юных гребцов / И.И. Скирюс // Физиология развития человека. Материалы междунар. конф. – М.: НПО «от А до Я», 2000.
2. Баранова, Е.А. Влияние физической нагрузки на показатели легочной вентиляции у спортсменов / Е.А. Баранова, Л.В. Каплевич // Вестник Томского государственного университета. – 2013. – №374. – С. 152–155.
3. Холодов, Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта / Ж.К. Холодов, Кузнецов В.С. – Москва. «Академия», 2003.
4. Влияние интенсивных упражнений на выносливость на газообмена в легких и функции дыхательных путей у женщин / Т.Д. Веттер и др. // Журнал прикладной физиологии. – 2001. – №89 (1).
5. Физические и физиологические профили спортсменов тхэквондо / С.А. Мост и др. // Спорт Мед. – 2014. – №44 (6).
6. Бассетт, Д. Факторы лимитирующие максимальное поглощение кислорода и факторы, определяющие работоспособность и выносливость / Д. Бассетт, Е.Т. Хоули // Медицина, спорт, наука. – 2000. – №32 (1).
7. Продажи, А.Т. Выносливость Дыхательных мышц после тренировки у спортсменов и не являющихся спортсменами: систематический обзор и мета-анализ / А.Т. Продажи, Г.А. Фрегонези, А.Н. Рамсук // Физиология, терапия, спорт. – 2016. – №17 (1).
8. Такер, В.Д. Посленагрузочное потребление кислорода после высокоинтенсивных и спринтерских нагрузок / В.Д. Такер, С.С. Ангади, Г.А. Гессер // J Strength Cond Res. – 2016. – №30 (11).
9. Рискон, Т.В. Физиологические аспекты езды на велосипеде / Т.В. Рискон // Клиническая Спортс Мед. – 1994. – №13 (1).
11. Сила экстензора колена во время тренировки на выносливость с отягощением / Тан Жанг и др. // Exp. Gerontol. Author manuscript. – 2016. – 1 (02).
12. Волков, Н.И. Биоэнергетика спорта: монография / Н.И. Волков, В.И. Олейников. – Москва: Советский спорт, 2011. – 160 с.
13. Карпман, В.Л. Спортивная медицина / В.Л. Карпман. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 304 с.
14. Бове, А.А. Легочные аспекты упражнений в спорте / А.А. Бове // MDCVJ. – 2016. – №12 (2).
15. Вентиляционная эффективность и структура дыхания велосипедистов мирового класса / С.Е. Матинези др. // Respir Physiol Neurobiol – 2016. – №15 (7).
16. Влодаржук, О.М. Влияние сопротивления дыхательных мышц на функцию легких, физическую работоспособность, а так же снижающих качество жизни респираторных заболеваний / О.М. Влодаржук, А. Баринов-Воеводский // Кардиохирургия. Торакохирургия. – 2015. – №12 (4).
17. Сулина, И.В. Индивидуально – типологические особенности функциональных возможностей дыхательной мускулатуры у спортсменов / И.В. Сулина // Фундаментальные исследования. – 2012. – №9 (1).

Сведения об авторах:

Шамсутдинова Мария Евгеньевна, ассистент кафедры нормальной физиологии
Оренбургского государственного медицинского университета
460001, г. Оренбург, ул. Советская 6, e-mail: marieug@mail.ru

Мирошниченко Игорь Васильевич, заведующий кафедрой нормальной физиологии
Оренбургского государственного медицинского университета, доктор медицинских наук, профессор
460001, г. Оренбург, ул. Советская 6, e-mail: miv_2000@mail.ru