

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Евдокимов Е. И., Одинец Т. Е., Голец В. Е..

Классический частный университет, Запорожье
Запорожский Национальный Университет, Запорожье

Аннотация. В работе рассмотрен вопрос о влиянии физической нагрузки на некоторые показатели функции внешнего дыхания у спортсменов различной специализации. Установлено, что эти показатели значительно изменяются во время выполнения стандартного теста PWC₁₇₀, реакция имеет некоторые особенности в различных видах спорта. Кроме того, значительное количество спортсменов реагируют на физическую нагрузку неадекватно, что может привести к развитию патологических состояний.

Ключевые слова: функция внешнего дыхания, тест PWC₁₇₀, гандбол, футбол, легкая атлетика

Анотація. Євдокімов Є.І., Одинець Т.Є., Голець В.О. Особливості змін показників функції зовнішнього дихання під впливом фізичного навантаження. В роботі розглянуто питання про вплив фізичного навантаження на деякі показники функції зовнішнього дихання у спортсменів різної спеціалізації. Встановлено, що ці показники значно змінюються під час виконання стандартного тесту PWC₁₇₀, реакція має деякі особливості в різних видах спорту. Окрім того, значна кількість спортсменів реагують на фізичне навантаження неадекватно, що може привести до розвитку патологічних станів.

Ключові слова: функція зовнішнього дихання, тест PWC₁₇₀, гандбол, футбол, легка атлетика

Annotation. Yevdokimov E.I., Odinec T.E., Golets V.O. Features of changes in characteristics of the function of outer breathing under the influence of physical work. The question on effect of an exercise stress on some parameters of function of an external respiration at sportsmen of different specialization in-process surveyed. It is established, that these parameters considerably vary during execution of standard test PWC₁₇₀, reaction has some features in different aspects of sports. Besides a significant amount of sportsmen react to an exercise stress inadequately, that can reduce in development of morbid conditions.

Keywords: function of an external respiration, test PWC₁₇₀, handball, football, track and field athletics

Введение.

У спортсменов высокой квалификации сформированы различные адаптационные механизмы, позволяющие увеличивать специальную и общую выносливость, но при этом могут нарушаться функции некоторых систем, в частности, функция внешнего дыхания, что ведет к снижению спортивных результатов. Внешнее дыхание вполне может лимитировать выносливость, вопреки мнению, что общая выносливость находится в прямой зависимости только от кислородтранспортной способности крови, кардиореспираторной производительности, мощности систем тканевого дыхания, степени васкуляризации мышц и совершенства регуляторных механизмов, обеспечивающих адекватное кровоснабжение их во время работы [2].

Работа выполнена по плану НИР Запорожского национального университета

Формулирование целей работы

Целью нашей работы было проанализировать параметры диагностики функции внешнего дыхания у спортсменов различной специализации для дальнейшего подбора средств физической реабилитации. Исследование проводилось на кафедре физической реабилитации с помощью анализа функции внешнего дыхания спортсменов-игроков Высшей лиги, включающий представителей гандбола, футбола среди мужчин и женщин, а также легкоатлетов, специализирующихся на средние и длинные дистанции в количестве 60 человек в августе - октябре.

Результаты исследований.

Для оценки изменений состояния функции внешнего дыхания проводился запись спирограммы с использованием компьютерного комплекса "Метекол" в спокойном состоянии. По спирограмме оценивались следующие показатели: частота дыхания (ЧД), дыхательный объем (ДО), минутный объем дыхания (МОД), жизненная емкость легких (ЖЕЛ), максимальная вентиляция легких (МВЛ), резервный объем вдоха (РОВд), Резервный объем выдоха (РОВвд), резерв дыхания (РД), показатель скорости движения воздуха (ПСДВ), форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ1), отношение объема форсированного выдоха за 1 секунду к форсированной жизненной емкости (ОФВ1/ФЖЕЛ), средняя объемная скорость воздуха в середине форсированного выдоха между 25 и 75% ФЖЕЛ (СОШ 25-75), пиковая объемная скорость (ПОС), мгновенная объемная скорость в момент выдоха 25% ФЖЕЛ (МОС25), мгновенная объемная скорость в момент выдоха 50% ФЖЕЛ (МОС50), мгновенная объемная скорость в момент выдоха 75% ФЖЕЛ (МОС75) [3].

После этого проводился тест PWC₁₇₀ путем велоэргометрии с применением комплекса "KETTLER" в режиме нагрузок 150 и 225 ватт для мужчин, а также 120 и 180 ватт для женщин. После выполнения теста спортсменам предлагалось повторно пройти спирографию [4].

Полученные данные оценивались методами математической статистики.

На основании проведенного спирографического исследования спортсменов различной специализации можно сделать вывод о том, что у большинства из них наблюдаются адекватные приспособительные реакции

системы внешнего дыхания, в частности, легочной вентиляции, на нагрузку субмаксимальной мощности, что выражается в следующем

1. Происходило увеличение МОД на 38%;
2. РОвд. достоверно увеличивался на 39%, РОвыд. - На 30%;
3. МВЛ и ОФВ1 имели тенденцию к росту на 8%;
4. Отношение ОФВ / ФЖЕЛ достоверно возрастал на 10%;
5. Показатель ПОС увеличивался на 11%;
6. Показатель ЖЕЛ увеличился на 12%.

Средние результаты вышеприведенных показателей приводятся в таблице 1.

Таблица 1.

Изменение показателей ФВД под влиянием физической нагрузки у всех спортсменов

Показатели ФВД	Субмаксимальная физическая нагрузка		Процент увеличения
	До	После	
МОД	13,50 ± 1,77	18,03 ± 2,07	38
ЖЕЛ	4,86 ± 0,29	5,43 ± 0,33	12
РОвд	2,20 ± 0,16	3,04 ± 0,19*	39
РОвыд	1,22 ± 0,13	1,52 ± 0,13	30
МВЛ	138 ± 10,82	148 ± 11,81	8
ОФВ1	3,72 ± 0,21	4,03 ± 0,22	8
ОФВ/ФЖЕЛ	83,78 ± 2,60	91,13 ± 2,20*	9
ПОС	6,56 ± 0,57	7,29 ± 0,65	11

У части спортсменов, которые были охарактеризованы как дезадаптированная группа, наблюдались другие изменения.

Вторая тенденция изменений заключалась в следующем

1. Снижение МОД на 12%;
2. Снижение РОвд. на 19% и РО изд. на 30%;
3. Снижение МВЛ на 12%;
4. Снижение ОФВ, ЖЕЛ и ПОС на 8%.

Средние результаты данных показателей приводятся в таблице 2.

Таблица 2

Динамика снижения показателей ФВД под влиянием физической нагрузки у всех спортсменов

Показатели ФВД	Субмаксимальная физическая нагрузка		Процент уменьшения
	До	После	
МОД	14,34 ± 1,51	12,89 ± 1,40	12
ЖЕЛ	5,19 ± 0,23	4,71 ± 0,21	8
РОвд	3,10 ± 0,22	2,49 ± 0,18*	19
РОвыд	1,66 ± 0,12	1,23 ± 0,14*	30
МВЛ	135,18 ± 9,84	119,36 ± 8,23	12
ОФВ1	3,80 ± 0,31	3,57 ± 0,32	8
ОФВ/ФЖЕЛ	87,23 ± 2,02	78,52 ± 2,30*	9
ПОС	7,79 ± 0,57	7,16 ± 0,51	11

Полученные данные позволяют однозначно сделать вывод об ухудшении показателей ФВД, преимущественно за счет ухудшения бронхиальной проходимости. Причиной, по нашему мнению, могут быть как дисрегуляция вегетативного тонуса с подавляющей активацией парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, так и рефлекторное снижение проходимости бронхов в ответ на возможное снижение уровня сурфактанта в альвеолах, что наблюдается как следствие гипоксической активации процессов перекисного окисления липидов в ответ на нагрузку субмаксимальной мощности [1].

Такое разнообразие изменений показателей ФВД обусловило дальнейшее разделение спортсменов на подгруппы соответственно виду спорта и характера реакции на физическую нагрузку. Они были разделены на игровиков, средневики и стайеров

Таблица 3

Изменение показателей ФВД под влиянием нагрузки субмаксимальной мощности у игроков

Показатели ФВД	Субмаксимальная физическая нагрузка		Процент увеличения
	До	После	
МОД	14,29 ± 3,48	17,26 ± 3,80	27
ЖЕЛ	5,08 ± 0,49	5,90 ± 0,61	17
Ровд	2,26 ± 0,28	3,23 ± 0,33*	50
Ровид	1,50 ± 0,31	1,76 ± 0,30	19
МВЛ	152 ± 14,82	165 ± 16,51	8
ОФВ1	4,30 ± 0,36	4,56 ± 0,39	6
ОФВ/ФЖЕЛ	86,58 ± 1,84	96,90 ± 1,84*	13
ПОС	6,90 ± 1,37	7,36 ± 1,54	6

Таблица 4

Изменение показателей ФВД под влиянием нагрузки субмаксимальной мощности у средневикиков

Показатели ФВД	Субмаксимальная физическая нагрузка		Процент увеличения
	До	После	
МОД	12,18 ± 2,19	21,36 ± 4,02*	77
ЖЕЛ	4,95 ± 0,48	5,33 ± 0,56	7
Ровд	2,45 ± 0,33	2,95 ± 0,33	23
Ровид	1,35 ± 0,21	1,54 ± 0,21	16
МВЛ	138 ± 11,3	147 ± 15,7	6
ОФВ1	3,67 ± 0,44	3,88 ± 0,45	6
ОФВ/ФЖЕЛ	82,15 ± 15,76	86,50 ± 13,71	6
ПОС	7,11 ± 1,42	8,46 ± 1,51	21

При общей направленности изменений, в группе средневикиков существеннее возрастал показатель МОД — на 77% и ПОС — на 21%, однако РО вд. увеличивался меньше — на 24% (при $p < 0,05$). Причиной подобных различий является то, что средневики работают преимущественно в зоне субмаксимальной и максимальной мощности, их дыхательная система лучше адаптирована к подобным нагрузкам, которые имеют относительно кратковременный характер и не требуют существенных увеличений резервных возможностей, а результат достигается за счет кратковременного улучшения вентиляции.

Разница по показателю МОД была достоверной, по другим показателям уровня 95% достоверности не удалось достичь вследствие значительной вариабельности изменений внутри группы, кроме того нам также не удалось зафиксировать достоверных снижений показателей функции внешнего дыхания.

Таблица 5

Изменение показателей ФВД под влиянием нагрузки субмаксимальной мощности у стайеров

Показатели ФВД	Субмаксимальная физическая нагрузка		Процент увеличения
	До	После	
МОД	14,13 ± 4,97	17,31 ± 5,20	27
ЖЕЛ	4,22 ± 0,76	4,96 ± 0,51	20
Ровд	1,92 ± 0,26	3,01 ± 0,55	64
Ровид	0,94 ± 0,16	1,38 ± 0,11*	54
МВЛ	127,6 ± 21,43	138,08 ± 21,28	10
ОФВ1	3,22 ± 0,34	3,59 ± 0,37	12
ОФВ/ФЖЕЛ	85,33 ± 3,07	90,65 ± 2,75	7
ПОС	6,08 ± 0,67	6,51 ± 0,85	7

Как видно из результатов таблицы 5, достоверный прирост показателя наблюдался лишь по резервным объемам выдоха, который вырос на 54% и свидетельствует о значительном уменьшении сопротивления потока воздуха в воздухоносных путях и является особенностью проявления адаптационных реакций спортсменов, которые тренируются на выносливость [5].

Таблица 6

Сравнительная оценка процента увеличения показателей ФВД под влиянием физической нагрузки у игроков и стайеров

Показатели ФВД	Игровики	Стайеры
МОД	26,92 ± 11,41	26,85 ± 8,71
ЖЕЛ	16,18 ± 11,05	20,43 ± 11,73
Ровд	50,11 ± 16,64	64,43 ± 43,73
Ровыд	19,60 ± 7,38	53,60 ± 18,03
МВЛ	8,48 ± 2,20	10,37 ± 6,52
ОФВ1	6,07 ± 1,05	12,07 ± 5,52
ОФВ/ФЖЕЛ	13,45 ± 7,72	6,57 ± 3,24
ПОС	6,25 ± 3,98	8 ± 5,82

Не было выявлено существенных различий в реакции на физическую нагрузку между игровиками и стайерами. В виде тенденции происходило существенное увеличение Ровд. и Ровыд. у стайеров на 14% и 34% соответственно по сравнению с игровиками, что связано, наверное, с таким показателем, как специальная выносливость.

Таблица 7

Сравнительная оценка процента увеличения показателей ФВД под влиянием физической нагрузки у средневикиков и игровиков

Показатели ФВД	Средневики	Игровики
МОД	77,46 ± 24,70	26,92 ± 11,40*
ЖЕЛ	7,20 ± 1,70	16,18 ± 11,05
Ровд	23,60 ± 11,88	50,11 ± 16,64
Ровыд	15,60 ± 2,60	19,60 ± 7,38
МВЛ	6,23 ± 3,49	8,48 ± 2,20
ОФВ1	5,84 ± 1,59	6,07 ± 1,05
ОФВ/ФЖЕЛ	5,70 ± 3,67	13,45 ± 7,71
ПОС	20,83 ± 9,13	6,25 ± 3,98

При сравнительной оценке процента увеличения показателей ФВД у игровиков и средневикиков нам удалось зафиксировать только одну достоверную разницу по МОД, который достоверно выше по критерию Стьюдента у средневикиков на 50%, что объясняется преобладающей работой последних в субмаксимальной и максимальной зоне интенсивности, при которой образуется значительная величина кислородного долга, ликвидация которого осуществляется в восстановительном периоде за счет дополнительного увеличения легочной вентиляции.

Таблица 8

Сравнительная оценка процента увеличения показателей ФВД под влиянием физической нагрузки у средневикиков и стайеров

Показатели ФВД	Средневики	Стайеры
МОД	77,46 ± 24,70	26,85 ± 8,73
ЖЕЛ	7,20 ± 1,70	20,43 ± 11,72
Ровд	23,60 ± 11,88	64,43 ± 43,72
Ровыд	15,60 ± 2,60	53,60 ± 18,03*
МВЛ	6,23 ± 3,49	10,37 ± 6,52
ОФВ1	5,84 ± 1,59	12,07 ± 5,52
ОФВ/ФЖЕЛ	5,70 ± 3,67	6,57 ± 3,24
ПОШ	20,83 ± 9,13	8 ± 5,82

Различия между стайерами и средневикиками заключались, во-первых, в значительно меньшем приросте МОД у стайеров (27% против 77% у средневикиков). При этом прирост ЖЕЛ у стайеров под влиянием физической нагрузки был в 3 раза выше, чем у средневикиков во-вторых, существенное превышение (в два-три раза) по показателям резервных объемов, среди которых показатель резервного объема выдоха достоверно был больший у стайеров на 38%. Показатель прироста ПОс, наоборот, был существенно в группе средневикиков и составил на 12% больше. Это объясняется разным темпом и объемом дыхания, необходим спортсменам для выполнения характерных для них нагрузок, почему и отвечают адаптивные реакции в каждой группе.

В нашей работе нам предоставлялось интересным выяснить, насколько показатели функции внешнего дыхания, в частности, максимальная вентиляция легких, может влиять на максимальное потребление кислорода. Полученные данные показывают отсутствие у гандболисток и наличие слабой корреляционной взаимосвязи у футболисток между МВЛ и относительным показателем максимального потребления кислорода (ВМПК) - 0,14 и 0,41 соответственно.

Таким образом, легочной вентиляции вполне достаточно для достижения МПК, более того, достигнув МПК легочная вентиляция может продолжать увеличиваться, а показатель МПК остается на том же уровне или несколько снижается. Исключение составляют лишь те факторы, которые способствуют нарушению

нормальной механики дыхания, ведущие к вентиляционной недостаточности нарушение бронхиальной проходимости наблюдаемой у всех спортсменов с инверсивной реакцией, а также, определенные вынужденные положения спортсменов в ряде ситуаций, которые не дают возможности в полной мере задействовать все группы дыхательных мышц.

Отсутствие тесной корреляции между уровнем МПК и МВЛ позволяет предположить, что кислород при высоком потреблении расходуется не полностью, т.е. данный показатель не лимитирует физическую работоспособность. Наверное, в большей степени это определяется состоянием бронхиальной проходимости, которая опосредованно влияет на степень работы вспомогательных дыхательных мышц.

Выводы.

На основании проведенного анализа параметров спирографии у спортсменов различной специализации были описаны как адаптивные реакции со стороны внешнего дыхания на нагрузку субмаксимальной мощности, которые проявляются в увеличении минутного объема дыхания, жизненной емкости легких, резервных объемов вдоха и выдоха, максимальной вентиляции легких, объема форсированного выдоха за 1 с, пиковой объемной скорости, отношение объема форсированного выдоха за 1 с к форсированной жизненной емкости, так и дезадаптированные, проявляющиеся в уменьшении этих показателей вследствие нарушения бронхиальной проходимости обусловленной, наверное, гипоксической активацией перекисного окисления липидов, что приводит к дефициту сурфактанта, который играет значительную роль в снижении поверхностного натяжения жидкости и препятствует ателектазу альвеол.

Также было установлено, что легочной вентиляции вполне достаточно для обеспечения высокого уровня максимального потребления кислорода, кроме того, достигнув его легочная вентиляция может продолжать увеличиваться, а показатель максимального потребления кислорода остается на том же уровне или несколько снижается, за исключением факторов, способствующих нарушению нормальной механики дыхания.

Дальнейшие исследования предполагается провести в направлении изучения других проблем особенностей изменений показателей функции внешнего дыхания под воздействием физической нагрузки.

Литература

1. Дж. Х. Уилмор, Д.Л. Костилл. Физиология спорта.– Киев: Олимпийская литература, 2001.- С. 180-210.
2. Ванюшин Ю.С., Ситдииков Ф. Г. Комплексная оценка сердечно-сосудистой и дыхательной систем при нагрузках повышающейся мощности // Казан. мед. журнал.– 1999.– Т. 80, № 3.– С. 187-189.
3. Сильвестров В.П., Семин С. Н. Качественный анализ кривых поток-объем спирографического исследования // Терапевтический архив.– 1989.– Т.61, № 4.–С.97-104.
4. Власов Ю.А., Окунева Г. Н. Кровообращение и газообмен человека: Справочное руководство– 2-е изд., перераб. и доп.– Новосибирск: Наука, 1991.- С.45-48.
5. Дубилей В. В. Физиология и патология системы дыхания у спортсменов.– Казань: Изд-во Казанский университет, 1991.–144с.

Поступила в редакцию 12.11.2008г.