

УДК 796.01:61; 796.01:57

DOI 10.37279/2413-1725-2020-6-2-281-290

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАРАМЕТРОВ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА

Ярмолюк Н. С., Бирюкова Е. А., Джелдубаева Э. Р., Нагаева Е. И.,

Дягилева Ю. О., Хусаинов Д. Р., Ткач Е. С., Захаров Д. Н.

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия
E-mail: nat_yarm@mail.ru*

Выявлено, что аппарат внешнего дыхания юных спортсменов наиболее развит у ориентировщиков, имеющих в обеспечении бега больший относительный энергетический вклад аэробных механизмов, в то время как для спортсменов-легкоатлетов наиболее характерной была высокая мощность форсированного выдоха и значений максимальной вентиляции легких, что обусловлено высокой степенью адаптации этих спортсменов к анаэробной нагрузке высокой интенсивности.

Ключевые слова: жизненная емкость легких, дыхательный объем, максимальная вентиляция легких, юные спортсмены, ориентировщики, легкоатлеты.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одной из главных задач государства является развитие и совершенствование системы охраны здоровья и повышения качества жизни подрастающего поколения. В этой связи большую актуальность имеет поиск простых неинвазивных методов контроля за здоровьем детей, и особенно юных спортсменов на разных этапах их соревновательной деятельности.

Известно, что ведущее место среди факторов, влияющих на спортивную результативность, ряд авторов выделяет особенность метаболических процессов спортсменов [1, 2], гемодинамики [3, 4], нервно-мышечной активации [5, 6], активности центральной нервной системы [7, 8]. Показано, что систематическое повторение дозированных мышечных нагрузок повышает не только физическую выносливость у спортсменов, но и устойчивость их организма к гипоксии [4].

Однако на сегодняшний день в литературе практически отсутствуют данные комплексных контролируемых исследований по оценке функционального состояния организма спортсменов юношеского возраста. При этом заметим, что изменение параметров внешнего дыхания является одним из важнейших маркеров медико-биологического контроля подготовки, как начинающих, так и высококвалифицированных спортсменов [9, 10]. По нашему мнению, изучение особенностей внешнего дыхания у спортсменов циклических видов спорта разной направленности может быть полезно при построении схем, выбора режимов и

методик их тренировочного процесса. В связи с этим, целью настоящего исследования явилась сравнительная характеристика системы внешнего дыхания юных спортсменов циклических видов спорта ориентировщиков и легкоатлетов, которые находятся на этапе базового тренировочного мезоцикла.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено с участием 20 юных спортсменов мужского и женского пола, занимающихся легкой атлетикой и спортивным ориентированием.

Эксперимент проведен на базе Центра коллективного пользования «Экспериментальная физиология и биофизика» и кафедры физиологии человека и животных и биофизики факультета биологии и химии Таврической академии (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», а также школы олимпийского резерва в с. Краснолесье и Детско-юношеской спортивной школы № 3 в декабре 2019 года. Функциональное состояние респираторной системы спортсменов регистрировали однократно, в период базового тренировочного мезоцикла.

В 1 группу (10 человек) вошли, занимающиеся легкой атлетикой, спортсмены стайеры (бегуны на 800–3000 метров, средняя дистанция бега за время тренировки от 1500 до 4000 метров, темп – около 5 мин на 1 км.), во 2 группу (10 человек) – спортсмены, занимающиеся спортивным ориентированием (средняя дистанция бега от 3000 до 6000 м, темп – около 6–7 мин на 1 км.). Возраст спортсменов находился в пределах 13–15 лет.

Показатели внешнего дыхания у юных спортсменов исследованы с помощью компьютерного спирометра «Спиро-спектр+» (производство ООО «Нейрософт», г. Иваново).

Определялись следующие функциональные показатели: жизненная емкость легких (ЖЕЛ, л), форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ, л), резервный объем выдоха (РОВвд, л), объем форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ1, л), отношение ОФВ1/ФЖЕЛ (%), пиковая объемная скорость, максимальный поток, достигаемый в процессе выдоха первых 20 % ФЖЕЛ (ПОС), время, потребовавшееся для достижения ПОС (Тпос, с), максимальные объемные скорости на уровнях 25, 50 и 75 % ФЖЕЛ (МОС25, МОС50, МОС75), максимальная вентиляция легких (МВЛ, л/мин).

Статистическая обработка полученных данных проведена в программе Statistica 8.0. Достоверность различий полученных результатов оценивали с помощью критерия Вилкоксона [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали результаты исследования, в группе спортсменов-ориентировщиков значения показателя ЖЕЛ в тесте спокойного дыхания были в среднем на 11,97 % ($p < 0,05$) выше, чем в группе легкоатлетов. Кроме того, при оценке показателя резервного объема выдоха (РОВвд) нами зарегистрированы более высокие значения данного показателя в группе юных спортсменов-

ориентировщиков – на 20,30 % ($p < 0,05$), по отношению к значениям, полученным у волонтеров, занимающихся легкой атлетикой (табл. 1).

Известно, что величина ЖЕЛ является показателем, отражающим функциональные возможности внешнего дыхания в целом, является воспроизводимым и объективным показателем, который отражает адаптационные возможности дыхательной системы.

Таблица 1
Значения показателей внешнего дыхания в тесте «спокойное дыхание» у юных спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта

Показатели	Легкоатлеты (1 группа)	Ориентировщики (2 группа)
ЖЕЛ (л)	3,09±0,41	3,46±0,26 $p < 0,05$
РОВЫД (л)	1,33±0,14	1,60±0,14 $p < 0,05$

Полученные нами данные, согласуются с литературными [12], которые свидетельствуют о разной степени использования легочных объемов у спортсменов с физической нагрузкой разной направленности, и, вероятно, могут быть обусловлены тем, что согласно Федеральным стандартам подготовки [13] тренировочный процесс спортсменов-ориентировщиков в большей части направлен на развитие качеств выносливости, поскольку связан с прохождением 3–6 км (для данной возрастной группы) по пересеченной местности с разным темпом передвижения. В то время как спортсмены-легкоатлеты, напротив, наибольшее внимание уделяют развитию скоростных качеств.

Некоторые авторы [12] указывают на наличие связи между степенью развития аппарата внешнего дыхания и типом энергообеспечения. По нашему мнению, вероятным механизмом таких различий в параметрах внешнего дыхания у спортсменов выделенных групп может быть то, что у детей-легкоатлетов при более высоком, по сравнению с ориентировщиками темпе бега энергетический вклад анаэробных и аэробных механизмов в обеспечении бега примерно равнозначен [15]. В то время как у спортсменов-ориентировщиков в энергетическом обеспечении мышечной деятельности в таком режиме тренировок превалирует вклад аэробных механизмов. Так, преобладание аэробного типа энергообмена у спортсменов ориентировщиков обуславливает более высокую степень развития аппарата внешнего дыхания, что при прочих равных условиях определяет более интенсивное снабжение тканей кислородом, являющееся, как известно [14, 15], исключительным условием протекания аэробного процесса. У спортсменов-легкоатлетов, с равным вкладом энергопоставляющих аэробных и анаэробных процессов, анаэробный тип энергообмена, не требующий присутствия кислорода в мышечной ткани, в меньшей мере зависит от функционирования аппарата внешнего дыхания, что находит своё отражение в меньших величинах ЖЕЛ и РОВЫД.

Заметим, что при оценке результатов теста «форсированный выдох» нами отмечена противоположная картина различий, а именно: более низкие значения показателя ФЖЕЛ в группе ориентировщиков – на 17,08 % ($p < 0,05$), ОФВ1 – на 24,84 % ($p < 0,05$), а также соотношения ОФВ1/ФЖЕЛ – на 2,67 % ($p < 0,05$) ниже, чем в группе легкоатлетов (табл. 2).

К другим показателям максимального экспираторного потока относятся пиковая объемная скорость (ПОС) и максимальные объемные скорости на уровне 25, 50 и 75 % объема ФЖЕЛ.

При анализе пиковой объемной скорости выдоха (ПОСвыд) во второй группе испытуемых нами зарегистрированы более низкие значения – на 19,78 % ($p < 0,05$) относительно данных первой группы, в то время как время, потребовавшееся на достижение ПОС ($T_{пос}$) напротив, у ориентировщиков было выше на 63,63 % ($p < 0,05$), чем в группе легкоатлетов (табл. 2).

Отметим также более низкие, по сравнению с легкоатлетами, показатели максимальной объемной скорости на уровнях 25, 50 и 75 % ФЖЕЛ у спортсменов-ориентировщиков. Так, в этой группе испытуемых спортсменов значения МОС25 были на 23,93 % ($p < 0,05$), МОС50 – на 25,65 % ($p < 0,05$), а МОС75 – на 23,70 % ($p < 0,05$) ниже значений, зарегистрированных в 1 группе волонтеров.

Таблица 2
Значения показателей внешнего дыхания в тестах «форсированный выдох» и «максимальная вентиляция легких» у юных спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта

Показатели	Легкоатлеты (1 группа)	Ориентировщики (2 группа)
ФЖЕЛ (л)	3,22±0,19	2,67±0,34 $p < 0,05$
ПОСвыд (л/с)	6,47±0,86	5,19±0,89 $p < 0,05$
$T_{пос}$ (с)	0,11±0,01	0,18±0,06 $p < 0,05$
ОФВ1 (л)	3,18±0,19	2,39±0,29 $p < 0,05$
ОФВ1/ ФЖЕЛ (%)	98,87±0,44	96,20±1,86 $p < 0,05$
МОС25	6,10±0,79	4,64±0,81 $p < 0,05$
МОС50	4,95±0,63	3,68±0,62 $p < 0,05$
МОС75	3,29±0,46	2,51±0,35 $p < 0,05$
МВЛ (л/мин)	84,48±10,02	59,80±4,97 $p < 0,05$

Известно, что отношение ОФВ₁/ФЖЕЛ является модификацией индекса Тиффно и выражается в процентах. ОФВ₁ представляет собой достаточно постоянную долю ФЖЕЛ независимо от размера легких. У здорового человека отношение ОФВ₁/ФЖЕЛ составляет 75–85 %, но с возрастом скорость выдоха снижается в большей степени, чем объем легких, и это отношение несколько уменьшается. У детей, наоборот, скорость выдоха высокая, поэтому отношение ОФВ₁/ФЖЕЛ у них, как правило, больше – около 90 % [16]. Пиковая скорость выдоха – показатель, который измеряется в течение короткого отрезка времени сразу после начала выдоха и в большей степени, чем другие показатели, зависит от усилия испытуемого. Некоторые исследователи считают, что параметр МОС_{25–75} % более чувствителен к изменению функционального состояния организма, чем ОФВ₁, но МОС_{25–75} % имеет и более широкий диапазон нормальных значений. Согласно данным литературы [17], для спортсменов-спринтеров характерна более высокая мощность форсированной вентиляции легких, поэтому значения коэффициента использования ЖЕЛ у них значительно больше, по сравнению со спортсменами-стайерами.

Полученные данные подтверждаются результатами теста «максимальная вентиляция легких» у юных спортсменов. Так, нами зарегистрировано, что значения показателя МВЛ у легкоатлетов были в среднем на 29,21 % ($p < 0,05$) выше, чем у спортсменов-ориентировщиков (табл. 2).

Полученные нами данные согласуются с литературными и свидетельствуют о том, что у юных спортсменов, занимающихся легкой атлетикой были зарегистрированы более высокие значения дыхательных объемов в тесте «форсированный выдох», чем у спортсменов-ориентировщиков той же возрастной группы. Это, вероятно, может быть обусловлено тем, что нагрузке в легкой атлетике предъявляют высокие требования к формированию адаптационных механизмов компенсации кислородного долга на протяжении и после физической нагрузки высокой интенсивности, что напрямую обусловлено активизацией дыхательного центра вследствие прямого воздействия на центральные хеморецепторы недостатка кислорода и избытка углекислоты крови [18].

Согласно данным литературы [12, 15] функциональному состоянию аппарата внешнего дыхания всегда придавалось значение как фактору, отражающему способность организма к длительной экстенсивной мышечной деятельности. В настоящее время прогрессирование спортивных результатов во всех атлетических видах спорта все в большей степени зависит от разносторонней физической подготовленности спортсмена, на фоне которой осуществляется специальная тренировка [19]. Некоторые авторы [20] отмечают сходные показатели относительного потребления кислорода во время нагрузочного тестирования на беговой дорожке у легкоатлетов и ориентировщиков, однако данные, полученные в настоящем исследовании, свидетельствуют о значительных функциональных различиях в параметрах внешнего дыхания у юных спортсменов-ориентировщиков и легкоатлетов, что, по-видимому, может быть обусловлено значительными различиями их тренировочного процесса.

Таким образом, результаты настоящего исследования свидетельствуют о том, что аппарат внешнего дыхания наиболее развит у спортсменов-ориентировщиков с преобладанием аэробного типа энергообмена, в то время как для спортсменов-легкоатлетов наиболее характерной была высокая мощность форсированного выдоха и значений максимальной вентиляции легких, что обусловлено высокой степенью адаптации этих спортсменов к анаэробной нагрузке высокой интенсивности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Аппарат внешнего дыхания наиболее развит у спортсменов-ориентировщиков, имеющих в тренировочном процессе элементы стайерской нагрузки, с преобладанием аэробного типа энергообмена, в то время как для спортсменов-легкоатлетов наиболее характерной была высокая мощность форсированного выдоха и значений максимальной вентиляции легких, что обусловлено высокой степенью адаптации этих спортсменов к анаэробной нагрузке высокой интенсивности.
2. У юных спортсменов-ориентировщиков в тесте «спокойное дыхание» зарегистрированы более высокие, по сравнению с легкоатлетами, значения изучаемых показателей. Так, ЖЕЛ в среднем на 11,97 % ($p < 0,05$) выше, чем в группе легкоатлетов, а показатели РОвыд – на 20,30 % ($p < 0,05$) выше, по отношению к значениям, полученным у волонтеров, занимающихся легкой атлетикой. Вероятным механизмом таких различий может являться то, что эффективность тренировочного процесса легкоатлетов, в отличие от ориентировщиков, в равной степени связана как с анаэробным, так и с аэробным типами энергообмена, и в меньшей мере зависит от функционирования аппарата внешнего дыхания, что находит своё отражение в меньших величинах ЖЕЛ и РО у этих спортсменов, по сравнению с юными спортсменами-ориентировщиками, характеризующихся большим вкладом аэробного типа энергообмена.
3. В тестах «форсированный выдох» и «максимальная вентиляция легких» у ориентировщиков зарегистрированы более низкие значения изученных показателей (ФЖЕЛ в – на 17,08 % ($p < 0,05$), ОФВ1 – на 24,84 % ($p < 0,05$), соотношение ОФВ1/ ФЖЕЛ – на 2,67 % ($p < 0,05$), МВЛ – на 29,21 % ($p < 0,05$) ниже, чем в группе легкоатлетов), что обусловлено более высокой степенью формирования адаптационных механизмов компенсации кислородного долга при высокоинтенсивной физической нагрузке по сравнению со спортсменами-ориентировщиками, тренировочный процесс которых по большей части связан с длительными нагрузками средней интенсивности.

Исследование выполнено в рамках поддержанного ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского» гранта № АААА-А20-120012090163-1.

Список литературы

1. Shephard R. Effect of physical exercise on plasma growth hormone and cortisol level in human subjects / R. Shephard, K. Sidney // *Exerc. Sport Sci. Rev.* – 1975. – Vol. 3. – P. 1–30.
2. Пшенникова М. Г. Адаптация к физическим нагрузкам / М. Г. Пшенникова // *Физиология адаптационных процессов: Руководство по физиологии.* – М.: Наука, 1986. – С. 124–221.
3. Кудря О. Н. Особенности периферической гемодинамики спортсменов при адаптации к нагрузкам различной направленности / Кудря О. Н., Кирьянова М. А., Капилевич Л. В. // *Бюллетень сибирской медицины.* – 2012. – № 3. – С. 48–52.
4. Prakken N. H. Relationship of ventricular and atrial dilatation to valvular function in endurance athletes. / Prakken N. H., Velthuis B. K., Bosker A. C. [et al.] // *Br J Sports Med.* – 2011. – 45(3). –P. 178–184.
5. Pluim B. M. Comparison of echocardiography with magnetic resonance imaging in the assessment of the athlete's heart. / Pluim B. M., Beyerbach H. P., Chin J. C. [et al.] // *Eur Heart J.* – 1997. – 18(9). – P. 1505–1513.
6. Pourcelot L. Haemodynamic response of muscular vessels to exercise. Experimental results and modelling / L. Pourcelot, J. L. Lacaze, L. Piquet, B. Lepoivre, E. Ménigault // *Ultrasound in Medicine & Biology.* – 1997. – Vol. 23, Supp. 1. – P. 152.
7. Heikki Kyröläinen. The function of neuromuscular system in maximal stretch-shortening cycle exercises: Comparison between power- and endurance-trained athletes. / Heikki Kyröläinen, Paavo V. Komi // *Journal of Electromyography and Kinesiology.* – 1995. – Vol. 5, Is. 1. – P. 15–25.
8. Nakata H. Characteristics of the athletes' brain: Evidence from neurophysiology and neuroimaging. / Nakata H., Yoshie M., Miura A., Kudo K. // *Brain Research Reviews.* – 2010. – Vol. 62, Is. 2. – P. 197–211. doi: 10.1016/j.brainresrev.2009.11.006
9. Терзи М. С. Функциональный профиль восстановительных реакций кардиореспираторной системы после соревновательных нагрузок в тхэквондо / М. С. Терзи, Д. А. Сарайкин, В. И. Павлова // *Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. Челяб. гос. пед. ун-т.* – Челябинск, 2014. – С. 388–391.
10. Щербинин А. Е. Адаптация кардиореспираторной системы к физическим нагрузкам / А. Е. Щербинин, Д. А. Сарайкин // *Экологическая безопасность, здоровье и образование : сборник научных трудов / под науч.ред. З. И. Тюмасевой.* – Челябинск: ЗАО «Цицеро», 2015. – С. 223–227.
11. Лакин Г. Ф. Биометрия: учебное пособие для биологических специальностей ВУЗов. / Лакин Г. Ф. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
12. Лазарева Э. А. Степень развития внешнего дыхания у лёгкоатлетов спринтеров и стайеров / Лазарева Э. А. // *Фундаментальные исследования.* – 2004. – № 3. – С. 72–73.
13. Приказ Министерства спорта РФ от 20. 11. 2014 № 930 "Об утверждении федерального стандарта спортивной подготовки по виду спорта спортивное ориентирование" (Зарегистрировано в Министерстве юстиции РФ 24. 12. 2014 № 35351)
14. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / Аулик И. В. – М.: Медицина, 1979. – 192 с.
15. Волков Н. И. Биохимия мышечной деятельности. / Волков Н. И., Несен Э. Н., Осипенко А. А., Корсун С. Н. – К.: Олимпийская литература, 2000. – 504 с.
16. Чикина С. Ю. Спирометрия в повседневной врачебной практике / С. Ю. Чикина, А. В. Черняк // *Лечебное дело.* – 2007. – № 2. – С. 29–37.
17. Нарский А. Г. Эффективность использования жизненной емкости легких у пловцов различной специализации / Нарский А. Г., Мельников С. В., Врублевский Е. П., Костюченко В. Ф., Орехов Е. Ф. // *Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта* – 2016. – № 2 – С. 135–139.
18. Физиология человека: в 3-х томах. Пер. с англ./ Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – 3-изд. – М.: Мир, 2007. – Т.2. – 314 с.
19. Ашмарин Д. В. Возрастная динамика развития респираторной системы футболистов 13–16 лет / Ашмарин Д. В. // *Фундаментальные исследования. Биологические науки.* – 2013. – № 4. – С. 95–98.

20. Мавлиев Ф. А. Особенности аэробной работоспособности спортсменов в условиях неспецифического тестирования / Ф. А. Мавлиев, А. С. Назаренко, А. В. Орлов, Ю. В. Болтиков // Известия ТулГУ. Физическая культура. Спорт. – 2017. – № 3. – С. 111–115.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE EXTERNAL BREATHING PARAMETERS OF YOUNG ATHLETES IN CYCLIC SPORTS

*Yarmolyuk N. S., Biryukova E. A., Dzheldubaeva E. R., Nagaeva E. I.,
Diagileva Yu. O., Husainov D. R., Tkach E. C., Zakharov D. N.*

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia
E-mail: nat_yarm@mail.ru*

At present, one of the main tasks of the state is to develop and improve the system of health protection and quality of life of the younger generation. In this regard, the search for simple non-invasive methods of monitoring the health of children, and especially young athletes at various stages of their competitive activity, is of great importance.

It is known that the leading place among the factors influencing sports performance is occupied by a number of authors with the peculiarities of metabolic processes of sportsmen [1, 2], hemodynamics [3, 4], neuromuscular activation [5, 6], activity of the central nervous system [7, 8]. It has been shown that systematic repetition of dosed muscle load increases not only physical endurance in sportsmen but also their body resistance to hypoxia [4].

However, to date, the literature practically lacks data from complex controlled studies on the assessment of the functional state of the body in young athletes. At the same time, it should be noted that changes in the parameters of external respiration are one of the most important markers of medical and biological control of training, both for beginners and highly qualified sportsmen [9, 10]. In our opinion, studying the features of external respiration in athletes of cyclic sports of different orientation can be useful in building schemes, choosing modes and methods of their training process. In this connection, the purpose of the present research was the comparative characteristic of the external breathing system of young sportsmen of cyclic sports of orienteers and track-and-field athletes who are at the stage of a basic training mesocycle.

The study was carried out with the participation of 20 young male and female athletes engaged in athletics and sports orientation.

The 1st group (10 people) included athletes engaged in track and field athletics, athletes stewards (runners for 800–3000 meters, the average distance during training from 1500 to 4000 meters, pace – about 5 minutes per 1 km.), the 2nd group (10 people) – athletes engaged in orienteering (the average distance of running from 3000 to 6000 meters, pace – about 6–7 minutes per 1 km.). The age of athletes was within 13–15 years.

The external breathing apparatus is most developed for orienteering athletes who have elements of staying load in the training process, with predominance of aerobic type of energy exchange, while for athletes-athletes the most characteristic was high power of

forced exhalation and values of maximum ventilation of the lungs, which is due to a high degree of adaptation of these athletes to anaerobic load of high intensity.

Young orienteering athletes recorded higher values in the "tranquil breathing" test as compared to track and field athletes. Thus, YEL on the average is 11.97 % ($p < 0.05$) higher than in the group of track and field athletes, and the indicators of ROV – by 20.30 % ($p < 0.05$) higher than the values obtained from volunteers involved in athletics. The probable mechanism of such differences may be that the efficiency of the training process of athletics athletes, in contrast to orienteers, is equally related to both anaerobic and aerobic types of energy exchange, and less dependent on the functioning of the external respiratory apparatus, which is reflected in the lower values of GEL and RO in these athletes, compared to young orienteering athletes, characterized by a greater contribution of aerobic type of energy exchange.

In the tests "forced exhalation" and "maximum ventilation of the lungs" the orienteers registered lower values of the studied indices (FSEL in – by 17,08 % ($p < 0,05$), OFV1 – by 24,84 % ($p < 0,05$), ratio OFV1/FSEL – by 2,67 % ($p < 0,05$), MVL – by 29,21 % ($p < 0,05$) lower than in the group of athletes), which is due to a higher degree of formation of adaptation mechanisms of oxygen debt compensation at high intensity physical activity in comparison with orienteering sportsmen, whose training process is mostly connected with long medium intensity loads.

Keywords: lung capacity, respiratory volume, maximum ventilation, young athletes, orienteers, athletes.

References

1. Shephard R., Sidney K. Effect of physical exercise on plasma growth hormone and cortisol level in human subjects, *Exerc. Sport Sci. Rev.*, **3**, 1 (1975).
2. Pshennikova M. G. Adaptation to the physical loads (in Russian), *Physiology of the adaptation processes: Manual on physiology*, 124 (Moscow: Nauka, 1986).
3. Kudrya O. N., Kiryanova M.A., Kapilevich L. V. Peculiarities of peripheral hemodynamics of sportsmen at adaptation to loads of different orientation, *Bulletin of Siberian medicine*, **3**, 48 (2012).
4. Prakken N. H., Velthuis B. K., Bosker A. C. et al. Relationship of ventricular and atrial dilatation to valvular function in endurance athletes, *Br J Sports Med.*, **45**(3), 178 (2011).
5. Pluim B. M., Beyerbacht H. P., Chin J. C. et al. Comparison of echocardiography with magnetic resonance imaging in the assessment of athlete's heart. *Eur Heart J.*, **18**(9), 1505 (1997).
6. Pourcelot L., Lacaze J. L., Piquet L., Lepoivre B., Ménigault E. Haemodynamic response of muscular vessels to exercise. Experimental results and modelling, *Ultrasound in Medicine & Biology*, **23**, **1**, 152 (1997).
7. Heikki Kyröläinen, Paavo V. Komi. The function of neuromuscular system in maximal stretch-shortening cycle exercises: Comparison between power- and endurance-trained athletes, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **5**, **1**, 15 (1995).
8. Nakata H., Yoshie M., Miura A., Kudo K. Characteristics of the athletes' brain: evidence from neurophysiology and neuroimaging, *Brain Research Reviews*, **62** (2), 197 (2010). doi: 10.1016/j.brainresrev.2009.11.006
9. Terzi M. S., D. A. Saraikin, V. I. Pavlova. *Functional Profile of the Restorative Reactions of a Cardiorespirator System after Competitive Loads in Taekwondo*, Adaptation of biological systems to natural and extreme environmental factors: Proc. of V Intern. Sci., (Chelyabinsk, 2014) p. 388 (in Russian).

10. Shcherbinin A. E, Saraikin D. A. *Adaptation of cardiorespiratory system to physical loads*, Ecological safety, health and education: a collection of scientific papers / pod scientifically edited by A.E. Shcherbinin. Z.I. Tyumaseva. (Chelyabinsk: CJSC "Cicero", 2015) p. 223 (in Russian)
11. Lakin G. F. *Biometrics: textbook for biological specialties of HEIs.*, 352 p. (F. - M.: Higher School, 1990).
12. Lazareva E. A. Degree of development of external breathing at athletes sprinters and stairs, *Fundamental researches.*, **3**, 72 (2004).
13. The order of the Ministry of Sports of the Russian Federation from 20. 11. 2014 No. 930 "On Approval of the Federal Standard of Sports Training in Sports Orienteering" (Registered with the Ministry of Justice of the Russian Federation 24. 12. 2014 No. 35351).
14. Aulik I. V. *Determination of physical performance in clinic and sports*, 192 p. (M.: Medicine, 1979).
15. Volkov N. I. *Laws of biochemical adaptation in the process of sports training*: Textbook for students of the Higher School of Civil Engineering, 64 p. (M.: GTSOLIFK, 1986).
16. Chikina S., Chernyak A. Spirometry in everyday medical practice, *Therapeutic business.*, **2**, 29 (2007).
17. Narskin A. V., Mel'nikov S. V., Vrublevskiy E. P., Kostiuchenko V. F., Orekhov E. F. Efficiency of the lung capacity utilization at swimmers of different specialization, *Scientists notes of P.F. Lesgaft University*, **2**, 135 (2016) (in Russian).
18. Human Physiology: in 3 volumes. Per. from English., Under edition of R. Schmidt and G. Teusa., 3-edition., P.2, 314 p. (Moscow: Mir, 2007).
19. Ashmarin D. B. Age dynamics of the respiratory system development of the football players 13-16 years old, *Fundamentals research. Biological sciences*, **4**, 95 (2013) (in Russian).
20. Mavliev F. A. Nazarenko A. S., Orlov A. V. Peculiarities of the athletes' aerobic performance under the non-specific testing conditions, *Yu. Physical culture. Sports.*, **3**, 111 (2017) (in Russian).