

ной терапии, что приведёт к улучшению результатов терапии внебольничной пневмонии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казанцев В.А., Удальцов Б.Б. Пневмония. Руководство для врачей. — СПб.: СпецЛит, 2002. — 118 с.
2. Раков А.Л., Мельниченко П.И., Синопольников А.И., Мосягин В.Д. Диагностика, лечение и профилактика внебольничной пневмонии у военнослужащих МО РФ. — М.: РМ-Вести, 2003. — 82 с.
3. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ «Statistica». — М.: Медиа Сфера, 2006. — 312 с.
4. Синопольников А.И., Зайцев А.А. Анализ состояния пульмонологической помощи в Вооружённых

силах и пути её улучшения // Воен.-мед. ж. — 2008. — Т. 329, №8. — С. 31-40.

5. Стандарты (протоколы) диагностики и лечения больных с неспецифическими заболеваниями лёгких: приказ МЗ РФ от 9.10.1998 г. №300. — М.: Грантъ, 1999. — 40 с.

6. Чучалин А.Г., Синопольников А.И., Страчунский Л.С. и др. Внебольничная пневмония у взрослых. Практические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике. — М.: Издательский дом «М-Вести», 2006. — 76 с.

7. Чучалин А.Г., Синопольников А.И., Страчунский Л.С. Пневмония. — М.: МИА, 2006. — 461 с.

8. Bartlett J.G., Dowell S.F., Mandell L.A. Guidelines from the Infections Diseases Society of America. Practice guidelines for the management of community-acquired pneumonia in adults // Clin. Infect. Dis. — 2000. — Vol. 31. — P. 347-382.

УДК 612.216.2: 612.744.211: 616-053.5

Т04

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ И СТАТИЧЕСКОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ДЫХАТЕЛЬНУЮ СИСТЕМУ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИЦ

*Марсель Муратханович Зайнеев, Нафиса Ильгизовна Зиятдинова, Олег Петрович Мартьянов, Тимур Львович Зефиоров**

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Реферат

Цель. Изучение влияния динамической и статической тестирующей физической нагрузки на составляющие конвекционного транспорта газов у девочек, обучающихся в начальной школе.

Методы. В исследовании участвовали 22 девочки в возрасте 9 лет. Функциональное состояние дыхательной системы оценивали по величине лёгочных объёмов и показателям вентиляции лёгких. Пробу изометрической нагрузки проводили в положении сидя путём сжатия левой рукой динамометра с усилием, равным 50% максимально производимого усилия, в течение 1 мин. Динамическая нагрузка задавалась на велоэргометре и составляла 1,0 Вт на 1 кг массы тела ребёнка. Статистическую значимость различий определяли с учётом t-критерия Стьюдента.

Результаты. Проведено исследование реакции показателей дыхательной системы девочек 9-летнего возраста на динамическую и статическую нагрузку в начале, середине и конце учебного года. Сравнительный анализ реакции системы внешнего дыхания девочек в начале учебного года показал, что изометрическая нагрузка вызывала увеличение частоты дыхания, а динамическая приводила к снижению данного показателя. В то же время оба вида нагрузки вызывали снижение экономичности дыхания. В середине учебного года изометрическая нагрузка вызывала снижение частоты дыхания и резервной вентиляции лёгких. В целом и в середине, и в конце учебного года система внешнего дыхания девочек 9-летнего возраста в ответ на разные виды нагрузки реагировала адекватными изменениями показателей, свидетельствующими об оптимизации экономичности дыхания.

Вывод. В системе внешнего дыхания девочек 9-летнего возраста наиболее неблагоприятная реакция на статическую и динамическую нагрузку проявилась в начале года снижением экономичности вентиляционной функции лёгких; оптимальная реакция показателей биомеханики дыхательной системы младших школьниц на динамическую нагрузку выявлена и в середине, и в конце учебного года, на изометрическую нагрузку — только в конце учебного года.

Ключевые слова: респираторная система, физическая нагрузка, младшие школьницы, онтогенез.

INFLUENCE OF DYNAMIC AND STATIC PHYSICAL ACTIVITY FEATURES ON RESPIRATORY SYSTEM OF JUNIOR SCHOOLGIRLS M.M. Zayneev, N.I. Ziyatdinova, O.P. Martiyanov, T.L. Zefirov. Kazan (Volga Region) Federal University. **Aim.** To study the influence of different types of physical exercise on components of gases convective transport in junior schoolgirls. **Methods.** Twenty two 9 year old schoolgirls were included. The functional condition of respiratory system was estimated based on pulmonary function tests and respiratory volumes. Isometric physical exercise test was performed by the left hand compression of a dynamometer with the effort equal of 50% from maximum possible effort within 1 minute. Dynamic physical load was dosed as 1,0 W per 1 kg of body weight while pedalling a stationary exercise bicycle ergometer. Statistical difference between groups was determined using Student's t-statistics. **Results.** Influence of dynamic and static physical exercise on respiratory function tests in 9 year old schoolgirls was studied at the beginning, in the middle and at the end of the school year. The comparative analysis of respiratory function tests in 9 year old schoolgirls at the beginning of academic year showed that isometric physical exercise caused the breath rate increase, and dynamic physical exercise led to decrease of this parameter. At the same time both types of physical exercise caused decrease in expiratory time to total breath cycle time ratio. In the middle of the academic year isometric physical exercise caused the breath rate decrease and maximum voluntary ventilation increase. As a whole, both in the middle and at the end of the academic year the

respiratory system of 9 year old schoolgirls reacted adequately in reply to different types of physical exercise to optimize the performance. **Conclusion.** The most unfavorable reaction of respiratory system in 9 year old schoolgirls in reply to static and dynamic physical exercise at the beginning of the academic year was registered as a decrease of expiratory time to total breath cycle time ratio. The optimal reaction of respiratory system in 9 year old schoolgirls in reply to dynamic physical exercise was registered both in the middle and at the end of the school year, to static physical exercise – at the end of the school year. **Keywords:** respiratory system, physical activity, junior students, ontogenesis.

Состояние системы дыхания во многом определяет возможности адаптации к разным видам деятельности, в том числе к началу обучения в школе [5, 9]. Известно, что организм детей младшей школы находится на границе двух важных периодов развития системы дыхания: 6–7 лет, когда происходит значительное снижение бронхиального сопротивления, что приводит к увеличению объёма вдоха и выдоха, и 10–11 лет – периода интенсивного увеличения объёмов лёгких. Возраст 7–10 лет характеризуется плавными изменениями морфофункциональных показателей. При этом происходит увеличение резервных и функциональных возможностей системы внешнего дыхания [3, 4]. Необходимый уровень минутного объёма дыхания может быть обеспечен только при наличии соответствующего функционального резерва и зрелости механизмов регуляции [3, 10].

При исследовании механизмов адаптации и функционирования дыхательной системы используют различные тестовые физические нагрузки [5, 8, 12]. Есть публикации о реакции дыхательной, мышечной и сердечно-сосудистой систем при физических упражнениях [11]. Исследуют влияние различных видов и интенсивности физической нагрузки в норме [7, 10], при патологии респираторной системы, а также у детей, проживающих в экологически неблагоприятных районах [6]. В большинстве исследований используют динамические нагрузки различной мощности, причём основной упор сделан на оценке функций сердца [3]. В других работах в основном изучают влияние статических нагрузок, характерных для учебного процесса [1].

Целью нашей работы было изучение влияния статических и динамических физических нагрузок на составляющие конвекционного транспорта газов у девочек начальной школы.

В исследовании участвовали 22 девочки (n=22) 9 лет, практически здоровых, со средним уровнем физического развития, обучающихся во 2-м классе общеобразовательной школы г. Казани. В течение года проводили три обследования: в октябре, феврале и мае. С целью исключения влияния суточных и недельных ритмов испытуемых приглашали

в один и тот же день недели, в одно и то же время суток [1]. Использовали автоматизированный кардиопульмонологический комплекс АД-03М на базе «Пентиум I».

Функциональное состояние дыхательной системы оценивали по величине лёгочных объёмов и показателям вентиляции лёгких: жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ), резервному объёму вдоха (РОВд) и выдоха (РОВыд), резервному объёму при спокойной вентиляции лёгких (РВЛ), максимальной вентиляции лёгких (МВЛ), объёму форсированного выдоха за 1 с (ОФВ1) и отношению ОФВ1/ЖЕЛ, а также минутному объёму дыхания (МОД), дыхательному объёму (ДО), частоте дыхания (ЧД), отношению времени, затраченного на выдох и вдох, к общему времени выдоха и вдоха (Твыд/Тобщ, Твд/Тобщ). Пробу изометрической нагрузки проводили в положении испытуемого сидя путём сжатия левой рукой динамометра с усилием, равным 50% максимально производимого усилия, в течение 1 мин. За показатель максимально производимого усилия принимали среднюю величину из трёх попыток. Дозированная физическая нагрузка задавалась на велоэргометре с магнитным торможением и составляла 1,0 Вт на 1 кг массы тела ребёнка, длительность педалирования – 5 мин, частота – 60 оборотов в минуту. Лёгочные объёмы и вентиляционные показатели приведены в системе ВТРС (Body Temperature and Pressure Saturated – температура тела, окружающее атмосферное давление в момент исследования, полное насыщение водяными парами). Статистическую значимость различий определяли с учётом t-критерия Стьюдента.

При изучении реакции респираторной системы на разные виды нагрузки для каждого среза в качестве контроля принимали значения параметров внешнего дыхания в состоянии покоя. После динамической нагрузки в начале учебного года у девочек второго года обучения изменялись некоторые параметры внешнего дыхания. Увеличивались ЖЕЛ с $1,55 \pm 0,15$ до $1,86 \pm 0,17$ л ($p \leq 0,001$) (рис. 1), РОВыд с $0,32 \pm 0,14$ до $0,52 \pm 0,16$ л ($p \leq 0,01$). Экономичность дыхания при этом несколько снизилась, о чём свидетельствует снижение соотношения Твыд/Тобщ с $0,53 \pm 0,06$ до $0,44 \pm 0,10$ ($p \leq 0,05$).

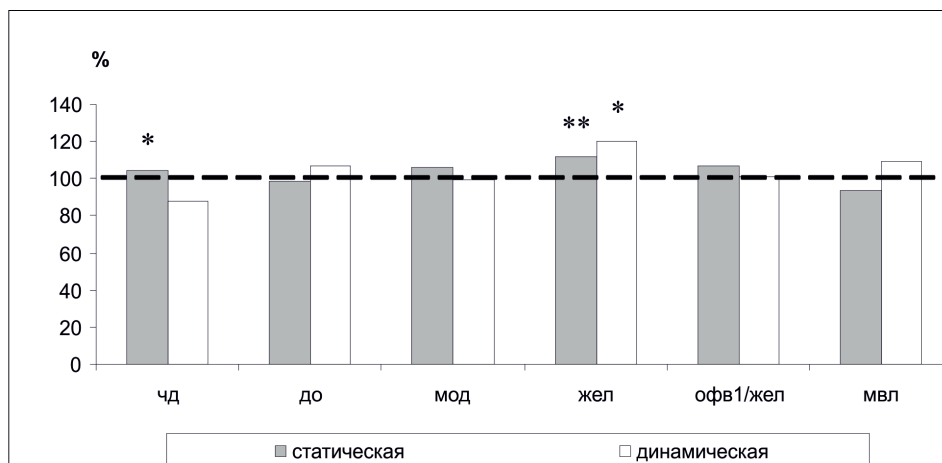


Рис. 1. Реакция показателей внешнего дыхания девочек 9 лет на статическую и динамическую нагрузку в начале учебного года. ЧД – частота дыхания, ДО – дыхательный объём, МОД – минутный объём дыхания, ЖЕЛ – жизненная ёмкость лёгких, ОФВ1/ЖЕЛ – индекс Тиффно, МВЛ – максимальная вентиляция лёгких. Статистическая значимость различий показателей после нагрузки по отношению к исходному показателю (принят за 100%): * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

В исследованиях, проведённых в начале учебного года, изометрическая нагрузка у девочек второго года обучения привела к увеличению ЖЕЛ с $1,55 \pm 0,15$ до $1,73 \pm 0,16$ л ($p \leq 0,01$), РОвд с $0,32 \pm 0,14$ до $0,57 \pm 0,16$ л ($p \leq 0,01$), уменьшению РОвд с $0,85 \pm 0,17$ до $0,62 \pm 0,16$ л ($p \leq 0,05$). МОД имел тенденцию к увеличению за счёт возрастания ЧД с $16,42 \pm 0,61$ до $17,09 \pm 0,69$ в минуту ($p \leq 0,05$) (см. рис. 1). Зарегистрировано уве-

личение РВЛ/МВЛ с $79,14 \pm 0,9$ до $84,49 \pm 0,65\%$ ($p \leq 0,05$). Значение $T_{\text{выд}}/T_{\text{общ}}$ уменьшалось с $0,53 \pm 0,06$ до $0,44 \pm 0,10$ ($p \leq 0,05$), что свидетельствует о снижении экономичности дыхания.

Таким образом, реакция системы внешнего дыхания на динамическую и изометрическую нагрузку у девочек в начале учебного года имела некоторые различия. К примеру, изометрическая нагрузка вызывала увеличе-

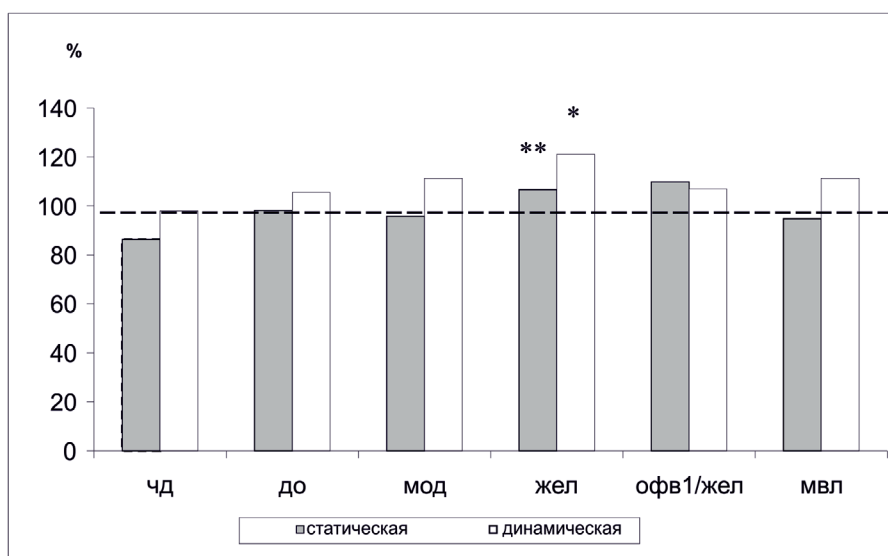


Рис. 2. Реакция показателей внешнего дыхания девочек 9 лет на статическую и динамическую нагрузку в середине года. ЧД – частота дыхания, ДО – дыхательный объём, МОД – минутный объём дыхания, ЖЕЛ – жизненная ёмкость лёгких, ОФВ1/ЖЕЛ – индекс Тиффно, МВЛ – максимальная вентиляция лёгких. Статистическая значимость различий показателей после нагрузки по отношению к исходному показателю (принят за 100%): * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

ние ЧД ($p \leq 0,05$), а динамическая приводила к снижению данного показателя в аналогичный период времени (см. рис. 1). В то же время, оба вида нагрузки вызывали увеличение ЖЕЛ и РОвд. РОвд в большей степени снижался ($p \leq 0,05$) после изометрической нагрузки. После неё в большей степени увеличивалось отношение РВЛ/МВЛ ($p \leq 0,05$).

Динамическая нагрузка в середине учебного года у девочек второго года обучения не оказывала влияния на значения МОД, ЧД и ДО (рис. 2). При этом отмечалось увеличение ЖЕЛ с $1,52 \pm 0,17$ до $1,84 \pm 0,15$ л ($p \leq 0,05$), РОвд с $0,65 \pm 0,15$ до $0,88 \pm 0,15$ л ($p \leq 0,05$), Твд/Тобщ с $0,42 \pm 0,07$ до $0,52 \pm 0,09$. Зарегистрировано увеличение таких показателей, как РВЛ с $38,73 \pm 1,11$ до $42,48 \pm 1,23$ л ($p \leq 0,01$) и отношение РВЛ/МВЛ с $79,14 \pm 0,9$ до $84,49 \pm 0,65\%$.

В исследованиях, проведённых в середине учебного года, после изометрической нагрузки было зафиксировано увеличение ЖЕЛ с $1,52 \pm 0,17$ до $1,62 \pm 0,16$ л ($p \leq 0,01$) за счёт увеличения РОвд с $0,65 \pm 0,15$ до $0,79 \pm 0,18$ л ($p \leq 0,05$). Отмечено уменьшение РВЛ с $38,73 \pm 1,11$ до $24,37 \pm 0,97$ л ($p \leq 0,05$) и РВЛ/МВЛ с $81,28 \pm 1,09$ до $67,65 \pm 1,37\%$ ($p \leq 0,05$). Возрастало отношение Твд/Тобщ с $0,42 \pm 0,07$ до $0,52 \pm 0,09$ ($p \leq 0,01$), что свидетельствует об увеличении экономичности дыхания.

Динамическая нагрузка в конце учебного года у девочек второго года обучения привела к увеличению ЖЕЛ с $1,57 \pm 0,17$ до $1,95 \pm 0,18$ л ($p \leq 0,05$) (рис. 3), РОвд с $0,32 \pm 0,13$ до $0,44 \pm 0,1$ л и РОвд с $0,74 \pm 0,17$ до $0,91 \pm 0,17$ л ($p \leq 0,05$). Наблюдалось увеличение МОД с $10,75 \pm 0,39$ до $15,21 \pm 0,58$ л ($p \leq 0,01$). Отношение Твд/Тобщ увеличивалось с $0,47 \pm 0,07$ до $0,51 \pm 0,05$ ($p \leq 0,05$), что свидетельствует о повышении экономичности дыхания.

В ходе исследований, проведённых в конце учебного года, было выявлено, что изометрическая нагрузка приводила к увеличению МОД с $10,75 \pm 0,39$ до $13,04 \pm 0,75$ л ($p \leq 0,01$) при равном участии частотной и объёмной составляющих (см. рис. 3), а также ЖЕЛ с $1,57 \pm 0,17$ до $1,72 \pm 0,13$ л ($p \leq 0,01$), РОвд с $0,32 \pm 0,13$ до $0,46 \pm 0,17$ л ($p \leq 0,05$). При этом мы зафиксировали существенное увеличение МВЛ с $45,77 \pm 1,18$ до $54,02 \pm 1,23$ л ($p \leq 0,05$). Индекс Тиффно (ОФВ1/ЖЕЛ) возрос с $67,5 \pm 1,36$ до $80,44 \pm 1,03\%$ ($p \leq 0,05$), что свидетельствует об увеличении лёгочной проходимости. Отношение Твд/Тобщ изменялось с $0,47 \pm 0,07$ до $0,51 \pm 0,05$ ($p \leq 0,05$), что свидетельствует о повышении экономичности дыхания.

Исследования, проведённые в конце учебного года, показали, что реакция показателей внешнего дыхания на разные виды нагрузки в данной возрастной группе девочек

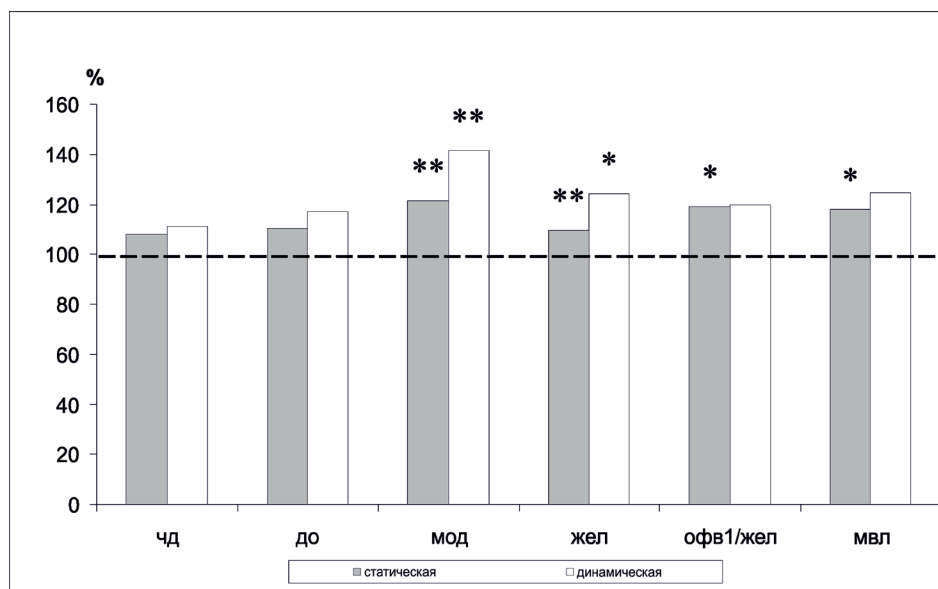


Рис. 3. Реакция показателей внешнего дыхания девочек 9 лет на статическую и динамическую нагрузку в конце учебного года. ЧД – частота дыхания, ДО – дыхательный объем, МОД – минутный объем дыхания, ЖЕЛ – жизненная ёмкость лёгких, ОФВ1/ЖЕЛ – индекс Тиффно, МВЛ – максимальная вентиляция лёгких. Статистическая значимость различий показателей после нагрузки по отношению к исходному показателю (принят за 100%): * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$.

также была однонаправленной: и динамическая, и изометрическая нагрузка приводила к увеличению МОД ($p \leq 0,05$) и ЖЕЛ ($p \leq 0,05$) (см. рис. 3), причём динамическая нагрузка приводила к увеличению РОВд ($p \leq 0,05$), а изометрическая вызывала увеличение РОВыд ($p \leq 0,05$).

ВЫВОДЫ

1. Сравнительный анализ реакции системы внешнего дыхания девочек в начале учебного года показал, что изометрическая нагрузка вызывала увеличение частоты дыхания, а динамическая приводила к снижению данного показателя, оба вида нагрузки вызывали снижение экономичности дыхания.

2. В середине учебного года изометрическая нагрузка вызывала снижение частоты дыхания и резервной вентиляции лёгких. В середине и конце учебного года система внешнего дыхания девочек 9-летнего возраста в ответ на разные виды нагрузки реагировала адекватными изменениями показателей, свидетельствующими о повышении экономичности дыхания.

3. Таким образом, наиболее неблагоприятная реакция системы внешнего дыхания на статическую и динамическую нагрузку у девочек 9-летнего возраста зарегистрирована в начале учебного года.

4. Оптимальная реакция показателей биомеханики дыхательной системы младших школьников на динамическую нагрузку выявлена и в середине, и в конце учебного года, на изометрическую нагрузку — только в конце учебного года

5. Реакция системы внешнего дыхания девочек 2-го класса на разные виды нагрузки в целом гораздо благоприятнее, чем таковая у первоклассниц [2]. Данный факт можно расценивать как позитивную адаптивную реакцию организма девочек, обучающихся в начальных классах общеобразовательной школы.

*Работа выполнена при поддержке проекта
РГНФ №12-16-16 000 а (р).*

ЛИТЕРАТУРА

1. Батенкова И.В., Горбунов Н.П., Шабунин Р.А. Состояние кардиореспираторной системы младших школьников, адаптированных к статическим напряжениям // Рос. физ. ж. им. Сеченова. — 2004. — Т. 90, №8. — С. 350.
2. Зайнеев М.М., Зиятдинова Н.И., Ситдиков Ф.Г., Зефиоров Т.Л. Реакция кардиореспираторной системы первоклассников на различные виды нагрузки в течение учебного года // Каз. мед. ж. — 2008. — Т. 89, №6. — С. 830–834.
3. Соколов Е.В., Кузнецова Т.Д., Самбурова И.П. Возрастное развитие резервных и адаптивных возможностей системы дыхания. Физиология развития ребёнка. — М.: Медицина, 2000. — 184 с.
4. Кузнецова О.В., Соськин В.Д. Автономная регуляция респираторно-гемодинамической системы у детей 8–11 лет с разной барорефлекторной чувствительностью // Физиол. чел. — 2008. — Т. 34, №5. — С. 106–116.
5. Ferguson C., Whipp B.J., Cathcart A.J. et al. Effects of prior very-heavy intensity exercise on indices of aerobic function and high-intensity exercise tolerance // J. Appl. Physiol. — 2007. — Vol. 103, N 3. — P. 812–822.
6. Marchal F., Schweitzer C., Demoulin B. Filtering artefacts in measurements of forced oscillation respiratory impedance in young children // Physiol. Meas. — 2004. — Vol. 25, N 5. — P. 1153–1166.
7. Ozyener F., Rossiter H.B., Ward S.A., Whipp B.J. Negative accumulated oxygen deficit during heavy and very heavy intensity cycle ergometry in humans // Eur. J. Appl. Physiol. — 2003. — Vol. 90, N 1–2. — P. 185–190.
8. Palange P., Ward S.A., Carlsen K.H. et al. Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice // Eur. Respir. J. — 2007. — Vol. 29, N 1. — P. 185–209.
9. Puente-Maestu L., Sanz M.L., Sanz P. et al. Effects of two types of training on pulmonary and cardiac responses to moderate exercise in patients with COPD // Eur. Respir. J. — 2000. — Vol. 15. — P. 1026–1032.
10. Rossiter H.B., Kowalchuk J.M., Whipp B.J. A test to establish maximum O_2 uptake despite no plateau in the O_2 uptake response to ramp incremental exercise // J. Appl. Physiol. — 2006. — Vol. 100, N 3. — P. 764–770.
11. Stringer W.W., Whipp B.J., Wasserman K. et al. Non-linear cardiac output dynamics during ramp-incremental cycle ergometry // Eur. J. Appl. Physiol. — 2005. — Vol. 93, N 5–6. — P. 634–639.
12. Whipp B.J. Physiological mechanisms dissociating pulmonary CO_2 and O_2 exchange dynamics during exercise in humans // Exp. Physiol. — 2007. — Vol. 92, N 2. — P. 347–355.