УДК 612.2:613.96

ДИНАМИКА ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ У ЮНОШЕЙ-ПОДРОСТКОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

Л.А. Михайлова, С.И. Кимяева
Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Железногорск

Проведено обследование 369 юношей-подростков 15–17 лет, обучающихся по специальной учебной программе и находящихся на различном двигательном режиме: с обычной и повышенной двигательной активностью (ДА). Систематические занятия в течение года циклическими и игровыми видами спорта по сравнению с обычным двигательным режимом приводят к повышению экономичности дыхания (увеличению дыхательного объема) и резервных возможностей системы при спокойном дыхании (увеличению жизненной емкости легких и резервного объема вдоха). Паттерн форсированного дыхания у школьников с повышенной ДА по сравнению с контролем характеризуется более высокой пиковой объемной скоростью воздушного потока и объемом воздуха, что приводит к статистически значимому высокому объему форсированного выдоха за 1 с.

Ключевые слова: юноши-подростки, внешнее дыхание, выносливость, двигательная активность.

Высокая активность культурных, социальных и политических процессов современного мира, внедрение электронных средств информации в повседневную жизнь сопровождаются расширением и усложнением учебных программ в общеобразовательных учреждениях [4, 8, 11]. Повышенная учебная и психологическая нагрузка предъявляет организму школьника дополнительные требования, которые предполагают разработку соответствующих мероприятий, направленных на сохранение здоровья и повышение резервных возможностей организма. Наиболее действенным средством повышения функциональных возможностей растущего организма является, как известно, систематическая физическая нагрузка, которая вовлекает в ответную реакцию все регуляторные механизмы и выступает в качестве общего воздействия на организм человека [6, 12,13]. Педагогическая практика последних лет показала необходимость использования в процессе физического воспитания в школе позитивного опыта и огромного потенциала спорта, а также внедрения в практику высоких спортивных технологий [1, 3, 5, 7, 9]. Это особенно важно для старшеклассников, которые заняты подготовкой к ЕГЭ. Разработка двигательных режимов для различного возраста и уровня физической подготовки, а также мониторинг состояния важнейших систем организма позволят сохранить здоровье выпускников школ.

Цель исследования – оценить морфофункциональный статус и уровень физической подготовленности в течение года обучения у подростков старших классов с повышенной учебной нагрузкой, находящихся на различном двигательном режиме.

Объект и методы исследования. Объектом исследования служили 369 юношей-подростков 15–17 лет, обучающихся по специальной учебной программе, разработанной для ОУ «Школа космонавтики» (г. Железногорск) и находящихся на различном двигательном режиме. I группа школьников (экспериментальная) имела повышенную двигательную активность (ДА): дополнительные занятия циклическими и игровыми видами спорта до 3 раз в неделю с мощностью работы по ЧСС 130–150 уд./мин. II группа (контрольная) находилась на обычном двигательном режиме с 2 уроками физкультуры в неделю. Исследования проводились в сентябре (начало учебного года) и мае (конец учебного года) в соответствии с юридическими и этическими принципами медико-биологических исследований человека (заключение локального этического комитета КрасГМУ).

Оценка физической подготовленности проводилась по показателям общей (бег на 3 км) и скоростной (прыжки на скакалке за 1, 2 и 3 мин) выносливости, а также по результатам дыхательных проб Штанге и Генчи [2]. Состояние системы внешнего дыхания исследовалось на аппаратно-программном комплексе «Valenta+» с использованием проб с форсированным дыханием. Полученные материалы обработаны с помощью пакета

прикладных программ для Windows-2000. Анализ распределения исследуемых величин показал отклонения от нормальных величин, что послужило основанием использовать непараметрические критерии Уилкоксона (анализ динамики показателей) и Фишера (межгрупповые различия) для расчета коэффициентов достоверности отличий между группами.

Результаты исследований и обсуждение. Динамическое наблюдение за старшеклассниками, занимающимися по специальной учебной программе с различным уклоном (гуманитарный, математический, экономический, технический, естественный, лингвистический, информационные технологии) и находящимися на различном двигательном режиме позволило выявить следующее. В сентябре показатели массы и длины тела и индекса массы тела у подростков обеих групп находились в одном доверительном интервале (табл. 1).

Исходный уровень физической подготовленности юношей I и II групп был отличен. Подростки, вошедшие в группу, занимающуюся циклическими и игровыми видами спорта, имели статистически значимо более высокий уровень физической подготовленности по сравнению с контролем. Отличия были статистически значимы ($p < 0,05$) и составляли по показателю бега на 3 км – 8,68 %; по прыжкам на скакалке за 1, 2 и 3 мин соответственно 10,0; 8,4 и 11,1 %. Систематическая повышенная двигательная активность в экспериментальной группе привела к значительному увеличению показателей физической подготовленности. Так, если в контрольной группе к концу учебного года перечисленные выше показатели имели тенденцию к увеличению (в пределах 1,82–5,6 %), то в экспериментальной группе по показателям прыжков на скакалке за исследуемое время прирост составлял соответственно 7,44 % ($p < 0,001$), 12,56 % ($p < 0,001$) и 11,3 % ($p < 0,001$). В конце учебного года отличия между группами составили по показателям бега на 3 км – 14,11 % ($p < 0,001$); по прыжкам на скакалке за 1, 2 и 3 мин соответственно 16,07 % ($p < 0,001$); 15,34 % ($p < 0,001$) и 19,28 % ($p < 0,001$).

Повышенная двигательная активность сопровождается повышением уровня метаболизма и соответственно активизацией систем, участвующих в обеспечении организма кислородом. Можно предположить, что систематическое занятие циклическими и игровыми видами спортивной деятельности, которое сопровождается повышением показателей выносливости и физической подготовленности, может способствовать изменению уровня функционирования одной из систем организма – системы внешнего дыхания (СВД). Проведенные динамические исследования когортной выборки, включающей 69 юношей подростков, показали следующее.

Состояние СВД обследованных школьников в целом можно характеризовать как соответствующее возрастным нормативам [9, 10, 14]. В начале учебного года объемные показатели СВД в обеих группах отличаются от должных величин в пределах 8,5–13,8 %, что является допустимым. В контрольной группе скоростные показатели воздушного потока МОС25, МОС50 ниже должных величин на 16,6 – 20,3 %, а МОС75 выше на 36,67 %; в экспериментальной эти отклонения составляли 13,1–20,9 %.

Абсолютные значения как статических, так и динамических показателей СВД в начале года в обеих группах были в одном доверительном интервале (табл. 2).

У представителей экспериментальной группы исходный уровень ряда показателей превышал уровень контроля: ФЖЕЛ на 3,5 % ($p = 0,057$),

Таблица 1

Показатели физической подготовленности юношей-подростков, находящихся на различном двигательном режиме (медиана и квартили)

Показатели	I группа (экспериментальная), n =184		II группа (контрольная), n = 185		Достоверность различий
	начало года	конец года	начало года	конец года	
Масса тела, кг	64,70 [58,75–70,70]	66,30 [61,30–72,30]	62,50 [57,00–70,8]	63,40 [59,00–70,7]	p2–4 < 0,05
Длина тела, см	176,8 [171,0–181,0]	177,5 [172,0–181,5]	176,5 [171,0–181]	177,5 [172,0–182]	
ИМТ, кг/м²	20,90 [19,70–22,50]	21,35 [20,00–22,90]	20,30 [18,70–22,2]	20,40 [19,10–22,3]	p2–4 < 0,05
Бег 3 км, с	870,0 [810,0–937,5]	815,0 [770,0–870,0]	945,5 [892,0–1034,0]	930,0 [845,0–1020,0]	p1–3 < 0,001 p2–4 < 0,001
Прыжки на скакалке 1 мин, раз	121,0 [104,5–141,5]	130,0 [117,5–150,0]	110,0 [92,0–130,0]	112,0 [95,0–137,0]	p1–3 < 0,001 p2–4 < 0,001
Прыжки на скакалке 2 мин, раз	207,0 [180,5–250,0]	233,0 [207,5–261,0]	191,0 [146,0–229,0]	202,0 [160,0–234,0]	p1–3 < 0,001 p2–4 < 0,001
Прыжки на скакалке 3 мин, раз	300,0 [252,0–353,5]	334,0 [300,0–375,0]	270,0 [208,0–310,0]	280,0 [210,0–336,0]	p1–3 < 0,001 p2–4 < 0,001

Таблица 2

Основные параметры системы внешнего дыхания у подростков, находящихся на разном двигательном режиме (медиана и квартили)

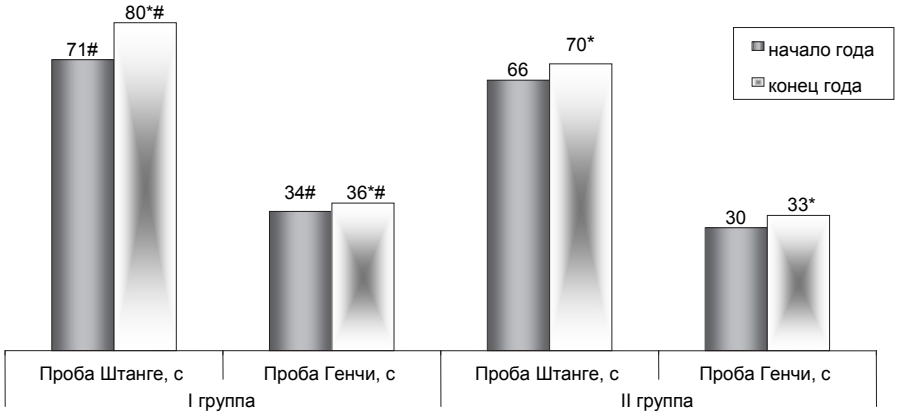
Параметры	I группа (экспериментальная), n = 38		II группа (контрольная), n = 31		Достоверность различий
	начало года	конец года	начало года	конец года	
ЖЕЛвд, л	4,79 [4,45–5,32]	5,05 [4,61–5,28]	4,52 [4,14–4,88]	4,50 [4,21–4,89]	p2–4 < 0,01 p1–2 < 0,01
РОвд, л	2,68 [2,43–3,02]	2,76 [2,60–3,10]	2,52 [2,35–3,03]	2,61 [2,26–2,83]	p2–4 < 0,05
РОвыд, л	1,36 [1,25–1,50]	1,43 [1,32–1,56]	1,31 [1,15–1,46]	1,30 [1,18–1,44]	p2–4 = 0,053
ДО, л	0,57 [0,49–0,60]	0,58 [0,55–0,60]	0,56 [0,48–0,59]	0,59 [0,56–0,60]	p1–3 = 0,096 p3–4 < 0,01 p1–2 = 0,093
ФЖЕЛ, л	4,43 [4,07–4,71]	4,47 [4,14–4,92]	4,28 [3,81–4,76]	4,12 [3,65–4,44]	p1–3=0,057 p2–4< 0,01
ОФВ1, л	3,89 [3,63–4,15]	4,04 [3,73–4,30]	3,59 [3,26–4,05]	3,68 [3,40–4,06]	p1–3 < 0,05 p2–4 < 0,01 p1–2 < 0,01
Индекс Тиффно, %	89,4 [81,6–94,2]	90,6 [85,8–96,8]	86,4 [78,8–96,2]	92,8 [86,2–97,1]	–
ПОС, л/мин	7,54 [6,42–8,43]	7,73 [7,18–8,62]	7,29 [6,06–7,90]	7,18 [6,47–8,11]	p 2–4 < 0,01 p1–2 < 0,05
МОС25, л	7,10 [6,17–7,87]	7,14 [6,73–8,01]	6,64 [5,66–7,37]	6,67 [5,67–7,59]	p 2–4 < 0,05
МОС50, л	5,58 [4,94–6,07]	5,52 [4,90–6,36]	4,92 [4,41–6,13]	5,35 [4,19–6,28]	–
МОС75, л	3,23 [2,87–3,74]	3,32 [2,79–3,83]	3,44 [2,83–4,16]	3,55 [2,87–4,21]	–
МОС85, л	2,32 [1,98–2,97]	2,34 [1,81–2,96]	2,37 [1,94–3,23]	2,65 [2,06–3,15]	–
СОС25–75, л	5,24 [4,39–5,70]	5,22 [4,59–5,74]	4,90 [4,11–5,79]	5,03 [4,02–5,91]	–
СОС75–85, л	2,74 [2,29–3,31]	2,79 [2,34–3,23]	2,90 [2,39–3,72]	3,05 [2,47–3,58]	–
МОС200–1200, л	17,86 [10,9–25,0]	25,00 [16,7–31,3]	11,36 [10,0–20,8]	18,55 [11,6–30,4]	p1–3 < 0,05 p3–4 < 0,05 p1–2 < 0,01
ОПОС, л	0,84 [0,66–1,00]	0,71 [0,55–0,88]	0,70 [0,56–1,11]	0,67 [0,48–1,10]	p1–2 < 0,05
Тфорс.выд, с	1,93 [1,56–2,18]	1,71 [1,39–2,28]	1,98 [1,40–2,47]	1,75 [1,43–2,31]	–
Т ПОС, с	0,26 [0,20–0,37]	0,20 [0,15–0,27]	0,29 [0,20–0,41]	0,23 [0,18–0,37]	P3–4 = 0,051
ПОС/МОС50, у. е.	1,32 [1,21–1,43]	1,37 [1,27–1,60]	1,30 [1,22–1,54]	1,32 [1,20–1,57]	–
ОФВ1/ПОС, у. е.	0,52 [0,49–0,58]	0,52 [0,48–0,57]	0,50 [0,47–0,56]	0,51 [0,47–0,57]	–

ОФВ1 на 8,2 % ($p < 0,05$) и МОС200–1200 на 57,0 % ($p < 0,01$). Повышенная учебная нагрузка предъявляет организму школьника особые требования, что может отражаться на уровне функционирования основных систем организма, выносливости и состоянии соматического здоровья. Использование систематических повышенных двигательных режимов в течение учебного года, вероятно, может приводить и к различному уровню функционирования СВД. В конце учебного года выявлены значимые отличия у большего числа показателей (табл. 2). В процессе роста и развития школьников отмечается увеличение ДО в I и II группах на 1,7 % ($p = 0,096$) и 5,4 % ($p < 0,05$), что свидетельствует о более экономичном дыхании по сравнению с началом учебного года. Следует отметить, что систематические дополнительные занятия циклическими и игровыми видами спорта приводят к повышению резервных возможностей СВД. Это проявляется в увеличении показателей ЖЕЛ (на 5,5 %; $p < 0,01$), РОвд (на 3,0 %; $p < 0,05$) в экспериментальной группе, в конце учебного года указанные показатели статистически значимо отличаются на 12,2 % ($p < 0,05$) и 5,7 % ($p < 0,05$) и РОвыд на 10,4 % ($p = 0,053$). Систематические физические нагрузки в течение года привели к тому, что при втором обследовании у подростков I группы показатель ФЖЕЛ превысил уровень контроля на 8,5 % ($p < 0,01$), а ОФВ1 на 9,6 % ($p < 0,01$). Изменяется паттерн дыхания. Так, у старшеклассников, имеющих повышенный двигательный режим, статистически значимо по сравнению с исходным уровнем увеличиваются пиковая объемная скорость, время и объем воздуха на пиковой объемной скорости, максимальная объемная скорость в мелких бронхах. У подростков, находя-

щихся на обычном двигательном режиме, возрастает время пиковой объемной скорости (p = 0,051) и МОС200–1200 (p < 0,01).

Использование проб с задержкой дыхания показало, что у старшеклассников I группы (повышенная ДА) по сравнению с контрольной группой в начале учебного года имеют более высокий уровень результатов проб Штанге и Генчи, сохраняется это различие и после года обучения (см. рисунок).

3. Паттерн форсированного дыхания у школьников, имеющих в течение года повышенную двигательную активностью, по сравнению с контролем характеризуется более высокой пиковой объемной скоростью воздушного потока (в основном, за счет большей проходимости мелких бронхов) и объемом воздуха, что приводит к статистически значимому высокому объему форсированного выдоха за 1 с.



Медианы показателей дыхательных проб у подростков с различной двигательной активностью: * – p < 0,05 – внутригрупповые различия в течение года; # – p < 0,05 – межгрупповые отличия

Статистически значимые отличия результатов этих проб между группами выявлены как в начале года (p < 0,05), так и в конце (p < 0,05). Следует отметить, что в процессе роста и развития школьников вне зависимости от уровня ДА возможности СВД возрастают, однако, степень увеличения различна: у I группы они составили 12,7 и 5,9 %, у II группы – 6,1 и 10,0 % соответственно для проб Штанге и Генчи.

Таким образом, после года систематических занятий циклическими и игровыми видами спортивной деятельности возрастают резервные возможности СВД, что позволяет говорить о положительном результате использования повышенных физических нагрузок на состояние организма подростков, имеющих высокую учебную нагрузку.

Выводы

1. Основные показатели системы внешнего дыхания у старшеклассников г. Железногорска соответствуют должным величинам. В начале учебного года абсолютные значения показателей СВД у обследованных школьников не имеют статистически значимых отличий.

2. Систематические занятия в течение года циклическими и игровыми видами спорта по сравнению с обычным двигательным режимом приводят к повышению экономичности дыхания (увеличению дыхательного объема) и резервных возможностей системы при спокойном дыхании (увеличению жизненной ёмкости легких и резервного объема вдоха).

Литература

1. Вовк, В.М. Проблемы моделирования физического воспитания ученической и студенческой молодежи / В.М. Вовк // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2010. – № 8. – С. 18–21.

2. Дубровский, В.И. Валеология. Здоровый образ жизни / В.И. Дубровский. – М.: RETORICA-A: Флинта, 1999. – 560 с.

3. Ирхина, И.В. Исследование взаимосвязи между состоянием здоровья и успешностью в обучении студентов / И.В. Ирхина, В.Н. Ирхин, Р.Е. Ковалева // Культура физическая и здоровье. – 2010. – №4. – С. 54–55.

4. Кокаева И.Ю. Формирование ресурса здоровья школьников в условиях регионального образовательного пространства / И.Ю. Кокаева // Вестн. Адыгейского гос. ун-та. Серия 3. Педагогика и психология. – 2010. – № 4. – С. 31–37.

5. Комплексная оценка физического развития и состояния здоровья учащихся образовательных учреждений города Самары / И.И. Березин, Н.В. Русакова, И.Г. Кретова и др. // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2010. – Т. 12. – С. 1–7.

6. Ламсков, А.В. Физическая культура как средство гармонизации физического и социального здоровья студентов / А.В. Ламсков // Рос. науч. журн. – 2010. – № 15. – С. 203–207.

7. Латыпов, И.К. Здоровье детей и проблемы физического воспитания школьников / И.К. Латыпов // Педагогика, психология и медико-биологиче-

ские проблемы физического воспитания и спорта. – 2009. – № 10. – С. 102–105.

8. Смагулов, Н.К. Физиологическая напряженность труда одаренных школьников при воздействии интенсивных образовательных технологий / Н.К. Смагулов, М.Н. Смагулов, А.Е. Казимова // Материалы 13 Междунар. конгресса по приполярной медицине. – Новосибирск, 2006. – С. 192–193.

9. Соколова, О.В. Использование дозированных физических нагрузок в повышении физического здоровья и функционального состояния кардиореспираторной системы организма студентов 18–19 лет / О.В. Соколова // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2010. – № 3. – С. 86–88.

10. Толстикова, Н.В. Морфофункциональная оценка адаптации организма учащихся среднего Приобья к различным двигательным режимам: автореф. дис. … канд. мед. наук / Н.В. Толстикова. – Тюмень, 2007. – 25 с.

11. Шенченко, И.Ю. Условия обучения и заболеваемость детей в школах малых городов Красноярского края / И.Ю. Шенченко, Л.Г. Климацкая // Гигиена и санитария. – 2008. – № 5. – С. 55–59.

12. Шишова, А.В. Характеристика соотношений физического, интеллектуального развития, социальной адаптации и динамики здоровья школьников / А.В. Шишова, Л.А. Жданова, И.Н. Михайлова // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 2. – С. 28–31.

13. Эберт, Л.Я. Динамика показателей систем внешнего дыхания и кровообращения у спортсменов с анаэробной и аэробной направленностью тренировочного процесса по сезонам года / Л.Я. Эберт, С.Л. Сашенков, В.А. Колупаев // Изв. Челяб. науч. центра УрО РАН. – 2005. – № 2. – С. 139–144.

14. Ямпольская, Ю.А. Физическое развитие и функциональные возможности подростков 15–17 лет, обучающихся в школе и профессиональном училище / Ю.А. Ямпольская // Педиатрия. – 2007. – № 5. – С. 69–72.

Поступила в редакцию 31 января 2012 г.