

3. Казакова Т. В., Николаев В. Г. Закономерности конституциональной изменчивости морфофункциональных показателей лимфоцитов и нейтрофильных гранулоцитов крови // Морфология. – 2009. – № 1. – С. 49-52.

4. Ким Э. Г. Особенности иммуногенетики при сифилисе (клинико-экспериментальные исследования) : автореф. дис. ... д-ра мед. наук – М., 1992. – 30 с.

5. Новоселов В. С., Новоселов А.В. Серодиагностика сифилиса: врачебный выбор // Альманах клинической медицины. – 2007. – №15. – С.75-78.

6. Родиков М. В., Прохоренков В. И. Нейросифилис:

от диагноза к лечению. Ч. I. Эпидемиология, патогенез, клиника // Вестник дерматологии и венерологии. – 2010. – №1. – С. 28-34.

Сведения об авторах

Смыкова Анастасия Николаевна – к. м. н., ассистент кафедры дерматовенерологии с курсом косметологии и ПО КрасГМУ; e-mail: smykova.a@mail.ru.

Прохоренков Виктор Иванович – г. м. н., проф., зав. кафедрой дерматовенерологии с курсом косметологии и ПО КрасГМУ; e-mail: kras_derma@mail.ru.

Яковлева Татьяна Александровна – к. м. н., доцент кафедры дерматовенерологии с курсом косметологии и ПО КрасГМУ; e-mail: kras_derma@mail.ru.

Максименко Вячеслав Геннадьевич – к. м. н., ассистент кафедры дерматовенерологии с курсом косметологии и ПО КрасГМУ; e-mail: kras_derma@mail.ru.

Здоровье, образ жизни, экология



© МИХАЙЛОВА Л. А., КИМЯЕВА С. И.

УДК 612.13:612.143:796.3

ПОКАЗАТЕЛИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У СТАРШЕКЛАСНИКОВ, ИМЕЮЩИХ ПОВЫШЕННЫЕ УЧЕБНЫЕ И ДВИГАТЕЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ

Л. А. Михайлова¹, С. И. Кимяева²

¹ ГБОУ ВПО Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, ректор – д. м. н., проф. И. П. Артюхов; кафедра физиологии имени проф. А. Т. Пшоники, зав. – д. м. н. проф. А. А. Савченко;

² КГО АУ Школа космонавтики, г. Железнодорожск, директор – С. В. Сытникова.

Резюме. *Обследованы старшеклассники (131 человек), обучающиеся по специальной учебной программе и находящиеся на различном двигательном режиме. Выявлены половые отличия в уровне показателей артериального давления, минутного объема кровообращения, частоты сердечных сокращений. Показано, что систематические занятия циклическими и игровыми видами спортивной деятельности повышают производительность сердца в покое (снижение частоты сердечных сокращений и двойного произведения при относительно стабильном уровне систолического выброса и минутного объема кровообращения).*

Ключевые слова: *подростки, центральная гемодинамика, двигательная активность, учебные нагрузки.*

Процесс обучения в старших классах сопровождается увеличением объема воспринимаемой информации, получаемой при использовании компьютерных средств и телекоммуникационных сетей глобального масштаба. Это приводит к сокращению времени активного отдыха, повышению доли статической нагрузки, а также может сопровождаться снижением резервных возможностей ведущих функциональных систем организма, в том числе и сердечно-сосудистой [2, 3, 5, 10]. Ряд исследователей отмечает различия в показателях мощности левого желудочка, ударного объема крови у школьников с углубленным изучением профильных предметов и занимающихся по стандартной учебной программе, в то же время уровень частоты сердечных сокращений, диастолического артериального давления у школьников этих групп остается стабильной величиной [9]. В последнее время всё чаще обсуждается вопрос включения в новые образовательные технологии оздоровительной физической тренировки различного вида и интенсивности, что позволяет оптимизировать двигательный режим и повысить качество жизни школьника [4, 6, 7, 8].

Цель проведенного исследования – выявить динамику показателей системной гемодинамики у школьников старших классов с повышенной учебной нагрузкой, находящихся на различном двигательном режиме.

Материалы и методы

Проведено динамическое обследование 131 школьника 15-17 лет, из них лиц мужского пола 69 (52,7%) и лиц женского пола 62 (47,3%), обучающихся по специальной учебной программе, разработанной для ОУ «Школа космонавтики» (г. Железнодорожск). I группа школьников (экспериментальная) имела повышенную двигательную активность (ДА): дополнительные занятия циклическими и игровыми видами спорта до трех раз в неделю с мощностью работы по ЧСС 130-150 уд./мин. II группа школьников (контрольная) находилась на обычном двигательном режиме с двумя уроками физкультуры в неделю. Обследование проводилось дважды: в сентябре и мае.

Состояние сердечно-сосудистой системы исследовали на аппаратно-программном комплексе «Valenta+».

Полученные материалы обработаны с помощью пакета прикладных программ для Windows-2000. Анализ распределения исследуемых величин показал отклонения от нормального, что послужило основанием использовать непараметрические критерии Вилкоксона (анализ динамики показателей) и Манна-Уитни (межгрупповые различия) для расчета коэффициентов достоверности между группами.

Обследования проведены в соответствии с юридическими и этическими принципами медико-биологических исследований у человека (заключение локального этического комитета КрасГМУ, протокол №40 от 04.05.2012).

Результаты и обсуждение

Артериальное давление является ведущей физиологической константой, обеспечивающей стабильный кровоток и отражающей насосную функцию сердца. Выявлены половые отличия ряда показателей этого параметра у обследованных школьников (табл.1).

Установлено, что у юношей, независимо от месяца обследования, систолическое артериальное давление (САД) на $8,33 \pm 0,99\%$ превышает показатели девушек. Диастолическое артериальное давление (ДАД) у юношей выше, чем у девушек в начале учебного года на $6,67 \pm 0,07\%$, а в конце — на $12,5 \pm 0,09\%$. При этом выявлены отличия в группах с различной двигательной активностью (ДА). У юношей I группы (повышенная ДА) показатель САД в течение обследуемого периода не изменялся, медиана составляла 120,0 мм рт.ст. У школьников контрольной группы САД в конце учебного года по сравнению с сентябрем снижается на $6,54 \pm 1,21\%$ ($p < 0,01$), медиана соответственно равна 117,0 мм рт.ст. и 110,0 мм рт.ст., что ниже, чем у I группы ($p < 0,01$). Показатель ДАД является относительно стабильным в обеих исследуемых группах.

Расчет среднего динамического давления (СДД) выявил половые отличия: СДД у юношей по сравнению с девушками выше на $7,69 \pm 1,54\%$ ($p < 0,01$) и в течение года не изменяется (табл.1). Двигательный режим оказывает влияние на этот показатель. У школьников с повышенной двигательной активностью в конце учебного года отмечается статистически значимое увеличение СДД на $5,13\% \pm 0,92$ ($p < 0,05$) по сравнению с исходным уровнем и на $7,5 \pm 1,12\%$ ($p < 0,01$) по сравнению с контрольной группой. Для юношей, находящихся на обычном двигательном режиме, СДД к концу года снижается, медиана соответственно равна 97,5 мм рт.ст. и 92,5 мм рт.ст. ($p < 0,05$). Эту разнонаправленную динамику можно объяснить различной степенью тренированности организма и необходимостью поддержания высокого уровня кровотока у лиц, занимающихся в спортивных секциях. У девушек, находящихся на различном двигательном режиме, статистически значимых отличий между группами и динамики в течение года не выявлено. Медиана этого показателя составляла 87,5 — 90,0 мм рт.ст.

Ведущим гемодинамическим показателем является минутный объем кровообращения (МОК), напрямую зависящий от уровня потребности организма в кислороде. Средний уровень МОК в исследуемых группах в начале учебного года не имеет значимых половых отличий (табл. 1), а в конце учебного года у девушек МОК выше, чем у юношей на $10,3 \pm 1,01\%$ ($p < 0,001$). Независимо от пола и уровня двигательной активности этот показатель к концу года снижается во всех обследуемых группах (табл. 1, рис. 1).

Можно предположить, что имеющаяся динамика, вероятно, связана либо с повышением экономичности работы сердечно-сосудистой системы, либо со снижением потребности организма в кислороде. Для этого был проведен анализ таких показателей, как систолический объем (СО) и число сердечных сокращений в минуту (ЧСС).

Установлено, что к концу учебного года СО снижается: у юношей на $5,62\% \pm 0,38$ ($p < 0,001$), у девушек на $4,94 \pm 0,69\%$ ($p < 0,05$). Причем, для юношей с повышенной двигательной активностью это снижение составило $7,01 \pm 1,95\%$, а при обычном двигательном режиме СО практически не изменяется и не отличается от показателей контрольной группы (рис. 1).

Таблица 1

Показатели центральной гемодинамики у старшеклассников (медиана и квантили [25-75])

Показатели	Юноши (n=69)		Девушки (n=62)		Статистическая значимость различий
	Начало года	Конец года	Начало года	Конец года	
	1	2	3	4	
ЧСС, уд./мин	65,00 [60,00-73,00]	61,00 [56,00-65,00]	71,00 [65,00-78,00]	67,50 [62,00-73,00]	p 1-2 <0,001 p 3-4 < 0,001 p 1-3<0,05 p 2-4<0,001
САД, мм рт.ст.	120,00 [112,00-125,00]	120,00 [110,00-120,00]	110,00 [105,00-115,00]	110,00 [100,00-115,00]	p 1-2 <0,005 p 3-4 < 0,05 p 1-3<0,001 p 2-4<0,001
ДАД, мм рт.ст.	75,00 [70,00-80,00]	80,00 [70,00-80,00]	70,00 [70,00-77,00]	70,00 [70,00-75,00]	p 1-3<0,01 p 2-4<0,001
СДД, мм рт.ст.	97,50 [92,50-103,50]	97,50 [90,00-100,00]	90,00 [87,50-97,50]	90,00 [85,00-95,00]	p 1-2 <0,001 p 3-4 < 0,001
Систолический объем, мл	60,37 [56,13-63,06]	56,98 [56,17-62,21]	60,29 [55,12-62,91]	57,31 [56,20-61,45]	p 1-2 <0,01 p 3-4 < 0,05
Ударный индекс, мл/м ²	33,22 [30,71-36,46]	32,26 [29,38-34,35]	37,38 [34,20-40,44]	36,19 [33,52-38,42]	p 1-2 <0,01 p 3-4 < 0,05 p 1-3<0,001 p 2-4<0,001
Минутный объем кровообращения, л/мин	4,08 [3,57-4,41]	3,59 [3,15-3,87]	4,17 [3,85-4,67]	3,96 [3,51-4,20]	p 1-2 <0,001 p 3-4 < 0,001 p 2-4<0,001
Индекс кровообращения, мл/кг	60,04 [51,72-76,68]	54,10 [45,12-64,89]	77,27 [66,22-85,11]	70,59 [58,64-79,55]	p 1-2 <0,001 p 3-4 < 0,001 p 1-3<0,001 p 2-4<0,001
Сердечный индекс, л/мин/м ²	2,20 [1,97-2,59]	1,95 [1,75-2,24]	2,64 [2,35-2,87]	2,50 [2,13-2,69]	p 1-2 <0,001 p 3-4 < 0,001 p 1-3<0,001 p 2-4<0,001

ЧСС имеет аналогичную динамику: наиболее частый сердечный ритм отмечен в начале учебного года, а к концу учебного года он снижается у юношей на $6,15 \pm 0,51\%$ ($p < 0,001$), у девушек на $4,93 \pm 0,71\%$ ($p < 0,05$) (табл.1). Для юношей, занимающихся игровыми видами спорта, к концу года ЧСС снижается на $6,30 \pm 0,78\%$ ($p < 0,01$), а при обычной двигательной активности на $11,27 \pm 1,28\%$ ($p < 0,001$) (рис.1). Причем, если в начале учебного года различия составляли $11,81 \pm 1,53\%$ ($p < 0,001$), то в мае – $5,88 \pm 0,86\%$ ($p < 0,05$).

Можно предположить, что в начале учебного года у юношей МОК поддерживается относительно высокими показателями СО и ЧСС, а к концу года возрастает доля ЧСС в обеспечении тканей кислородом, причем, для лиц, находящихся на обычном двигательном режиме, в большей степени. Значение двойного произведения ($ДП = САД \times ЧСС$), косвенно характеризующего, по мнению большинства авторов [1], аэробную производительность сердечной мышцы и насосную функцию сердца, имеет тенденцию к снижению в конце учебного года по сравнению с первым измерением. Для юношей с повышенной двигательной активностью по сравнению с контрольной группой это снижение составило $9,55 \pm 1,32\%$ ($p < 0,05$) и $16,2 \pm 1,58\%$ ($p < 0,001$), а для девушек $13,23 \pm 1,53\%$ ($p < 0,001$) и $6,04 \pm$ ($p < 0,05$) соответственно (табл.2,3). Это снижение происходит, в основном, за счет уменьшения нагрузки на сердце (снижение ЧСС), что также свидетельствует об относительном повышении экономичности работы миокарда, поскольку при этом значение СО не увеличивается, что обычно наблюдается у взрослых спортсменов. Выяснение механизмов регуляции этого процесса у подростков с указанным уровнем двигательной активности будет являться предметом дальнейших исследований.

Расчет относительных показателей, таких как сердечный индекс – СИ (МОК/поверхность тела) и ударный индекс – УИ (УО/поверхность тела) свидетельствует о более интенсивной сердечной деятельности у девушек по сравнению с юношами и независимо от пола к концу учебного года эти показатели имеют тенденцию к снижению (табл. 1).

Систематические занятия циклическими и игровыми видами спорта сопровождаются повышением интенсивности метаболических процессов [6]. Об этом свидетельствуют более высокие, чем в контрольной группе, значения СИ, хотя УИ остается практически неизменным (табл. 2, 3). Кроме этого, полученные данные также свидетельствуют о том, что в становлении регуляции процесса кровообращения наибольшая роль отводится экстракардиальным влияниям, а не интракардиальным рефлексам.

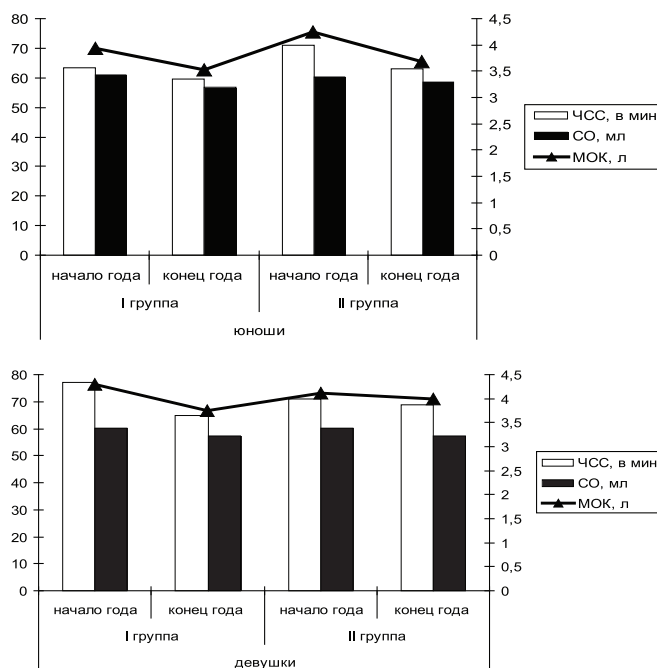


Рис. 1. Медианы показателей МОК, ЧСС и СО у старшеклассников с повышенной (I группа) и обычной (II группа) двигательной активностью.

Таблица 2

Индексы показателей кровообращения у юношей с различной двигательной активностью (медиана и квартили [25-75])

Показатели	I группа (n=38)		II группа (n=31)		Достоверность различий
	Начало года	Конец года	Начало года	Конец года	
	1	2	3	4	
Индекс кровообращения, мл/кг	57,37 [47,36-69,20]	49,44 [40,94-63,11]	64,60 [56,14-83,16]	57,87 [49,58-66,65]	p 1-2 < 0,001 p 3-4 < 0,001 p 1-3 < 0,05 p 2-4 < 0,05
Сердечный индекс, л/мин/м ²	2,09 [1,85-2,42]	1,86 [1,55-2,16]	2,30 [2,02-2,81]	2,08 [1,80-2,33]	p 1-2 < 0,001 p 3-4 < 0,001 p 1-3 < 0,05 p 2-4 < 0,05
Ударный индекс, мл/м ²	32,95 [30,34-35,94]	31,96 [29,18-34,14]	33,55 [31,09-37,24]	32,81 [29,84-35,75]	p 1-2 < 0,05 p 3-4 < 0,05
Двойное произведение, у.е.	75,62 [69,00-80,01]	68,40 [62,40-76,25]	85,20 [70,00-97,50]	71,40 [63,80-76,80]	p 1-2 < 0,05 p 3-4 < 0,001 p 1-3 < 0,05

Таким образом, проведенные исследования показали, что у старшеклассников имеющих повышенные учебные нагрузки под влиянием физических тренировок существенно улучшается функциональное состояние сердечно-сосудистой системы, что проявляется в положительных сдвигах гемодинамики.

Установлено, что систематические занятия циклическими и игровыми видами спортивной деятельности у юношей способствуют поддержанию в течение года систолического и среднединамического артериального давления на относительно высоком уровне, в то время как у подростков, находящихся на обычном двигательном режиме, эти показатели снижаются. Двигательный режим у девушек не отражается на их артериальном давлении.

Индексы показателей кровообращения у девушек с различной двигательной активностью (медиана и квартили [25-75])

Показатели	I группа (n=25)		II группа (n=37)		Достоверность различий
	Начало года	Конец года	Начало года	Конец года	
	1	2	3	4	
Индекс кровообращения, мл/кг	79,58 [63,27-90,36]	68,60 [58,64-76,08]	74,14 [67,26-82,17]	73,61 [59,24-80,48]	p 1-2 <0,01 p 3-4 < 0,05
Ударный индекс, мл/м ²	38,36 [35,11-40,96]	36,66 [34,15-38,67]	36,56 [34,14-39,51]	36,12 [33,12-38,42]	
Сердечный индекс, л/мин./м ²	2,73 [2,34-3,11]	2,41 [2,13-2,63]	2,64 [2,39-2,80]	2,53 [2,14-2,70]	p 1-2 <0,01 p 3-4 < 0,05
Двойное произведение, у.е.	78,20 [68,25-88,55]	67,85 [59,85-78,10]	77,70 [69,30-85,80]	73,00 [67,00-80,50]	p 1-2 <0,001 p 3-4 < 0,05

Регулярные тренировки позволяют повысить производительность сердца в покое. Обеспечение организма кислородом за счет поддержания минутного объема кровообращения на оптимальном для организма уровне у лиц, занимающихся в спортивных секциях, по сравнению с контрольной группой, осуществляется за счет повышения относительной эффективности работы сердца (снижение частоты сердечных сокращений и двойного произведения при относительно низких или неизменных значениях систолического объема).

**CENTRAL HEMODYNAMICS INDICES
IN SENIOR PUPILS WITH INCREASED
EDUCATIONAL AND MOTIVE LOADINGS**

L. A. Mikhaylova¹, S. I. Kimyaeva²

¹ Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V. F. Voyno – Yasenetsky,

² KGO HEY "Astronautics school", Zheleznogorsk

Abstract. Are examined senior pupils (131 pupils) enrolled in special education program and with various motive mode. Are found sex differences in the level of arterial pressure, cardiac output of blood circulation, heart rate. It is shown that systematic exercises of cyclical and sports games improve the productivity of the heart at rest (reduction of heart rate and double product at a relatively stable level of systolic ejection and minute volume of blood).

Key words: teenagers, central hemodynamics, physical activity, educational loadings.

Литература

1. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте. – М.: Медицина, 1990. – С. 192-200.

Таблица 3

2. Демидов В. А., Мальцев Д. Н., Мавляев Ф.А. Влияние повышенной двигательной активности на кардиогемодинамическую устойчивость подростков в условиях напряженной информационной нагрузки // Физиология человека. – 2008. – № 4. – С. 133-140.

3. Киршина Е.Д. Взаимосвязь учебной и двигательной деятельности старшеклассников во время обучения // Вестник Томского государственного университета. – 2009. – № 319. – С. 169-172.

4. Любомирский Л.Е., Букреева Д.П., Васильева Р.М. Функциональные возможности двигательной

системы детей и подростков с различным уровнем физической тренированности // Физиология человека. – 1997. – Т. 23, № 6. – С. 69-76.

5. Лучицкая Е. С., Русанов В. Б. Функциональные особенности гемодинамики подростков в условиях различной двигательной активности // Физиология человека. – 2009. – №4. – С. 43-50.

6. Смирнов И.Е., Поляков С.Д., Хрущев С.В. Избыточная двигательная активность: влияние на здоровье подростков // Российский педиатрический журнал. – 2003. – № 1. – С. 6-9.

7. Томенко А.А. Уровень двигательной активности школьников и пути его повышения в условиях общеобразовательной школы // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2008. – № 2. – С. 141-146.

8. Усилов А. А. Гужова П. А., Головин Н. Л. и др. Инновационные подходы в оценке адаптивных возможностей организма школьников с разной двигательной активностью // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2006. – № 3-1. – С. 55-56.

9. Чинкин А. С., Сибгатулина Г. Ф., Кириллова Т. Г. Центральная гемодинамика и двигательная активность девочек 11-12 лет при различных режимах обучения // Физиология человека. – 2009. – № 3. – С. 140-141.

10. Чубакова В.А., Ростовцева М.Ю., Орел В.Р. Состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем у занимающихся оздоровительной классической аэробикой // Вестник спортивной науки. – 2006. – № 3. – С. 29-32.

Сведения об авторах

Михайлова Людмила Аркадьевна – г. б. н., проф. кафедры физиологии КрасГМУ; e-mail: krasphysiol@mail.ru.

Кимяева Светлана Игоревна – аспирант кафедры физиологии КрасГМУ; e-mail: kimyaeva_si@mail.ru.