УДК 612.015.3–612.018

ВЛИЯНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НА ДИНАМИКУ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УЧАЩИХСЯ 5-х КЛАССОВ

О.А. Новосёлова
Уральский государственный университет физической культуры, г. Челябинск

Изучались и анализировались показатели системы «перекисное окисление липидов – антиоксидантная защита», симпатоадреналовой системы, регуляции сердечной деятельности и данные психологического обследования у учащихся 5-х классов общеобразовательных школ г. Челябинска, имеющих различный уровень двигательной активности, с целью выявления возможной взаимосвязи между этими показателями и уровнем двигательной активности школьников.

Ключевые слова: учащиеся 5-го класса, перекисное окисление липидов, антиоксидантная активность, симпатоадреналовая система, адреналин, норадреналин, анализ сердечного ритма, вегетативная нервная система, внимание, адаптация.

Литературные данные и результаты собственных исследований подтверждают, что в процессе школьного обучения продолжается формирование здоровья ребенка. Уже при поступлении в школу примерно у 85 % первоклассников имеются какие-либо заболевания различной степени тяжести. Со 2-го по 4-й класс показатели здоровья у большинства детей стабилизируются с некоторыми улучшениями [9]. Характерно, что в эти годы большинство детей начинают посещать различные спортивные секции.

Ситуация снова ухудшается при переходе детей в основную школу (в 5-й класс): увеличивается количество уроков в расписании, появляются новые учебные дисциплины, усложняются задания и переформировываются коллективы классов. Кроме того, у некоторых детей начинается пубертатная перестройка организма. Все эти причины вызывают определенное напряжение механизмов адаптации. Ухудшение состояния здоровья сопровождается переводом детей II группы здоровья в III–IV группы, здоровыми в 5-м классе признаются всего 12–16 % учащихся [8].

Наиболее значимыми факторами адаптации ребенка к обучению являются его здоровье, физическое развитие и подготовленность [1, 5]. Регуляция и пуск физиологических реакций в процессе адаптации происходят на нескольких основных уровнях: психическом, двигательно-поведенческом, вегетативном и биохимическом – согласно теории функциональных систем П.К. Анохина [1]. По нашему мнению, для диагностики состояния здоровья и в качестве маркеров стресса можно рассматривать параметры следующих систем: «перекисное окисление липидов – антиоксидантная защита» (ПОЛ – АОЗ), симпатоадреналовой системы (САС), вегетативной нервной системы (ВНС).

Методы и организация исследования. Тестирование учащихся проводилось в октябре (I этап) и мае (II этап). В обследовании приняли участие ученики 5-х ($_5$) классов г. Челябинска с разным уровнем двигательной активности, в количестве 207 человек. Учащиеся школы № 23 (группа контроля $Г4_5$, n = 100) в полном объеме осваивали материал комплексной программы физического воспитания. В общеобразовательной школе при музыкальном институте ($Г5_5$, n = 36) некоторые разделы программы (например, лыжная подготовка, баскетбол) в зависимости от избранной музыкальной специализации ребенка частично или полностью заменялись гимнастическими упражнениями. Интенсивность двигательной активности у второй группы контроля ($Г5_5$) несколько ниже, чем в других школах. В школе № 63 ($Г6_5$, n = 71) занимались физкультурой по экспериментальной методике, учитывая возрастные и индивидуальные особенности детей.

Определение продуктов ПОЛ в слюне проводили спектрофотометрическим методом [12]. Отдельно, в изопропанольной фазе экстракта, оценивали интенсивность индуцированного ПОЛ (АОА1 и АОА2) [6]. Активность симпатоадреналовой системы оценивали по уровню экскреции катехоламинов с мочой флюориметрическим методом по Э.Ш. Матлиной в порционной моче, при этом фиксировали количество мочи и время, за которое она собрана [7]. Моча и слюна для анализа собирались в утренние часы. Исследование вегетативной регуляции сердечного ритма у школьников проводилось методом вариационной пульсометрии

по Р.М. Баевскому [2]. Анализ сердечного ритма сопровождался статистической обработкой динамического ряда из 100 последовательных кардиоциклов [2, 3]. Дополнительно вычислялся вегетативный индекс Кердо (ВИК), для определения которого использовались показатели ЧСС и АДД [4].

Уровень развития внимания исследовали с помощью корректурных проб, полученные результаты анализировали по методике Р.С. Немова [10]. Определение уровня реактивной и личностной тревожности – по методике Спилбергера-Ханина [10].

Результаты исследования. На I этапе обследования выявлено, что по большинству сравниваемых показателей: морфометрических, уровню физической подготовленности, распределению на группы здоровья, количеству изопропанолрастворимых продуктов перекисного окисления липидов (ИРП ПОЛ), уровню антиокислительной активности слюны, экскреции катехоламинов с мочой, характеристикам сердечного ритма, результатам психологического тестирования – между учащимися 5-х классов разных школ г. Челябинска достоверных различий не выявлено ($p > 0,05$).

На II этапе обследования в $Г4_5$ и $Г6_5$ отмечено достоверное снижение содержания всех изопропанолрастворимых липопероксидов, что может свидетельствовать о формировании у пятиклассников адаптационных изменений как к учебной, так и к физической нагрузке. В $Г5_5$ количество первичных изопропанолрастворимых продуктов на II этапе незначительно увеличилось, а вторичных – снизилось, оставаясь практически неизменным по сравнению с I этапом исследования. Содержание в слюне конечных полярных продуктов на II этапе уменьшалось в $Г4_5$ на 5,5 % и в $Г6_5$ на 22,8 % ($p < 0,05$), а в $Г5_5$ увеличилось на 42,8 %, значительно превысив этот показатель в $Г4_5$ и $Г6_5$ ($p < 0,01$).

На II этапе исследования уровень АОА1 повысился в $Г4_5$ на 35,5 %, в $Г6_5$ на 80,6 %, а $Г5_5$ уровень АОА1 оказался на 3,7 % ниже исходного уровня. По сравнению с I этапом в конце учебного года произошло увеличение АОА2 во всех группах, но по сравнению с исходным уровнем эта тенденция достигала статистической достоверности только в $Г4_5$ (на 58 %) и $Г6_5$ (на 80,7 %) ($p < 0,05$).

По показателям экскреции катехоламинов в процессе исследования учащихся 5-х классов обследуемых школ наблюдались разнонаправленные изменения. На II этапе у пятиклассников $Г4_5$ и $Г6_5$ мы наблюдали незначительное снижение экскреции катехоламинов (см. таблицу). В $Г5_5$ количество норадреналина (НА) в исследуемой моче незначительно уменьшалось, а содержание адреналина (А) увеличилось (на 16,3 %). Отношение НА/А понизилось в контрольных группах, а в $Г6_5$ – немного возросло ($p > 0,05$). На этом этапе мы можем говорить о значимой разнице в экскреции А между $Г6_5$ и $Г5_5$ ($p < 0,05$). Между показателями экскреции катехоламинов в $Г4_5$ и $Г6_5$, а также между обеими контрольными группами достоверных различий не выявлено ($p > 0,05$).

В течение учебного года у пятиклассников разных школ произошли разнонаправленные изменения показателей сердечного ритма. У детей, занимающихся по экспериментальной программе ($Г6_5$), незначительно увеличились: вариационный размах – на 10,2 %, М и Мо – на 3 % ($p > 0,05$) и уменьшились: АМо – на 15 %, индекс напряжения – на 20,8 %, АМо/ΔХ – на 22 % и ВИК – на 13,5 %. Такая динамика указывает на уменьшение централизации управления сердечным ритмом, усиление влияния автономного контура регуляции, т. е. на уменьшение напряжения регуляторных механизмов [1, 5, 11]. В $Г4_5$ наблюдаемые в течение учебного года изменения сердечного ритма были однонаправлены с показателями, полученными в группе $Г6_5$, но не достигли достоверного уровня ($p > 0,05$).

В $Г5_5$ динамика изменений была другой: снизились Мо – на 5 %, ΔХ – на 9,6 %, а ИН вырос на 19 % ($p < 0,05$).

Кроме этого, мы обнаружили несоответствия в направленности изменений показателей вариационной пульсометрии между мальчиками и девочками, но различия не достигали статистической значимости, поэтому в таблице приведены общегрупповые данные. К окончанию 5-го класса у девочек во всех нами обследованных группах выявлено незначительное уменьшение средних значений М и Мо ($p > 0,05$). При этом у девочек обеих контрольных групп произошло также увеличение АМо, ИН и ВИК ($p > 0,05$).

Положительные значения вегетативного индекса Кердо сохранялись у всех пятиклассников на всех этапах обследования. Но при этом у всех групп мальчиков и у девочек $Г6_5$ показатели ВИК незначительно понизились, тогда как у девочек контрольных групп они возросли ($p > 0,05$).

В начале учебного года в группах $Г4_5$ и $Г6_5$ объем, продуктивность и устойчивость внимания расценивались как низкие и только у пятиклассников-музыкантов показатели внимания находились на среднем уровне ($p < 0,05$), вероятно, это связано со спецификой их деятельности. К концу учебного года во всех группах выявлено достоверное повышение уровня всех характеристик внимания по сравнению с исходным тестированием. Результаты итогового тестирования в $Г6_5$ значительно выше, чем в других группах ($p < 0,05$).

На I этапе обследования в группе $Г6_5$ наблюдались самые высокие показатели уровня как личностной (ЛТ) – 44,2 ($p > 0,05$), так и реактивной тревожности (РТ) – 46,7 ($p < 0,05$), вероятно, это связано с поступлением в новую школу, тогда как большинство детей в $Г4_5$ и $Г6_5$ обучались совместно в начальной школе. На II этапе ситуация меняется: уровни ЛТ и РТ возросли в группе $Г4_5$ (до 45,1 и 47,1 соответственно) ($p < 0,05$) и понизились

Изменения содержания продуктов ПОЛ, катехоламинов, уровня АОА и показателей вариационной пульсометрии учащихся 1-х классов в течение учебного года

Группы учащихся	Г4$_5$ (n = 100)		Г5$_5$ (n = 36)		Г6$_5$ (n = 71)	
Этапы исследования	I этап	II этап	I этап	II этап	I этап	II этап
Содержание молекулярных продуктов ПОЛ в слюне						
ИРПП ПОЛ E_{232}/E_{220}	1,131 ± 0,091	0,736 ± 0,081*	0,904 ± 0,018	0,999 ± 0,073	1,135 ± 0,142	0,711 ± 0,084*
ИРВП ПОЛ E_{278}/E_{220}	1,221 ± 0,086	0,726 ± 0,016*	1,204 ± 0,231	1,09 ± 0,082	1,217 ± 0,114	0,557 ± 0,047**
ИРКП ПОЛ E_{400}/E_{220}	0,055 ± 0,002	0,052 ± 0,008	0,063 ± 0,004	0,091 ± 0,012*	0,066 ± 0,003	0,051 ± 0,005*
Уровень аскорбат индуцированного ПОЛ (%) в слюне						
АОА1	216,18 ± 8,42	293,03 ± 16,64*	235,24 ± 6,33	226,49 ± 10,74	223,04 ± 21,49	402,84 ± 32,57**
АОА2	176,83 ± 11,09	279,51 ± 9,61**	193,16 ± 7,35	213,49 ± 30,72	164,57 ± 7,77	297,25 ± 5,47**
Экскреция катехоламинов с мочой (нг/мин)						
А (нг/мин)	5,1 ± 0,37	5,0 ± 0,27	4,9 ± 0,53	5,7 ± 0,41*	5,2 ± 0,25	4,6 ± 0,29
НА (нг/мин)	9,9 ± 1,05	9,0 ± 0,49	9,8 ± 0,79	9,7 ± 0,92	9,8 ± 0,58	8,9 ± 0,87*
НА/А	1,94 ± 0,32	1,80 ± 0,08	2,00 ± 0,07	1,70 ± 0,30	1,88 ± 0,11	1,93 ± 0,15
Показатели вариационной пульсометрии						
М (мс)	0,743 ± 0,083	0,750 ± 0,054	0,722 ± 0,071	0,712 ± 0,065	0,736 ± 0,071	0,743 ± 0,064*
Мо (мс)	0,728 ± 0, 113	0,721 ± 0,087	0,717 ± 0,082	0,699 ± 0,054	0,730 ± 0,066	0,733 ± 0,059
АМо (%)	39,92 ± 2,522	40,04 ± 3,576	37,0 ± 3,137	38,91 ± 4,111	41,05 ± 4,022	35,32 ± 3,23
ΔХ	0,32 ± 0,040	0,31 ± 0,029	0,31 ± 0,026	0,34 ± 0,030	0,30 ± 0,018	0,33 ± 0,021
ИН (усл. ед.)	92,45 ± 8,431	96,62 ± 9,564	88,45 ± 10,012	105,41 ± 9,242*	99,31 ± 9,633	78,54 ± 6,741*
АМо/ΔХ	125,13 ± 9,311	126,25 ± 7,362	122,60 ± 12,326	114,42 ± 11,325	135,9 ± 12,026	105,86 ± 7,956*
ВИК (усл. ед.)	27,0 ± 2,444	26,51 ± 1,326	27,73 ± 3,121	29,90 ± 2,636	27,62 ± 2,005	23,94 ± 2,116

Примечание: содержание первичных, вторичных и конечных продуктов ПОЛ выражали в единицах индекса окисления (отношение оптических плотностей гептановой и изопропанольной фаз липидного экстракта слюны). * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$ – достоверность различий между I и II этапами исследования.

в группах, где уровень двигательной активности был более высоким, при этом в $Г6_5$ изменения ЛТ (на 24,8 %) и РТ (на 37,5 %) признаны статистически достоверными ($p < 0,05$).

Исследование показало, что начало обучения в 5-м классе сопровождалось у детей повышением содержания изопропанолрастворимых продуктов ПОЛ в слюне и катехоламинов в моче на фоне снижения уровня АОА. При этом показатели экскреции катехоламинов у пятиклассников были выше по сравнению с учащимися 1-х классов [9]. Это подтверждает факт возрастания активности САС по мере приближения к пубертатному периоду.

У пятиклассников, имеющих меньшую двигательную активность, в течение всего учебного года удерживались высокими содержание липопероксидов и экскреция катехоламинов. У детей, получавших достаточную физическую нагрузку, содержание ИРП ПОЛ и экскреция катехоламинов несколько снижались, что может свидетельствовать об умеренной активности САС [1, 6].

У девочек 5-х классов выше уровень симпатических влияний и центральной регуляции хронотропной функции сердца, чем у мальчиков этого возраста ($p > 0,05$). По-видимому, это связано с особенностями начала полового созревания.

Анализ корректурных проб и психологического тестирования выявил, что в $Г6_5$, относительно I этапа исследования и при сравнении с контрольными группами на II этапе, достигнуто значительное повышение уровня внимания и снижение личностной и реактивной тревожности, вероятно, этому способствовало применение средств экспериментальной программы физической культуры.

Анализ корреляционных взаимосвязей показал, что у учащихся 5-х классов наиболее информативными для оценки адаптации к школьному обучению являются показатели содержания первичных и вторичных ИРП ПОЛ, уровня АОА1, а также развития внимания, личностной и реактивной тревожности. Из показателей физической подготовленности наиболее информативными оказались показатели уровня развития выносливости и координационных способностей детей 11–12 лет. Эти сведения подтверждают необходимость продуманного построения процесса физического воспитания, способствующего снижению действия повреждающих стресс-факторов и укреплению здоровья детей.

Выводы

1. Если уроки физкультуры обеспечивали пятиклассникам тренирующий эффект ($Г6_5$), то число детей, отнесенных к I группе здоровья и основной медицинской группе, повышалось, а количество детей, нуждающихся в ограничении физической нагрузки, напротив, уменьшилось.

2. Повышение уровня АОА, наряду с более низким содержанием изопропанолрастворимых продуктов ПОЛ, у пятиклассников, занимающихся физической культурой по экспериментальной программе, по-видимому, является показателем успешной адаптации к школьным нагрузкам.

3. Развитие тренированности у детей экспериментальной группы сопровождалось экономизацией функционирования симпатоадреналовой системы, что проявилось в снижении экскреции катехоламинов в покое по сравнению с группами $Г4_5$ и $Г5_5$, где уровень физической активности учащихся был значительно ниже.

4. У детей, обеспеченных более высоким уровнем двигательной активности ($Г6_5$), как у мальчиков, так и у девочек, структура сердечного ритма в покое меняется, отражая снижение симпатических и усиление парасимпатических влияний на сердце.

5. Гендерные различия заключаются в более благоприятном функциональном состоянии сердца у мальчиков, чем у девочек. Они не велики и проявляются только в разной степени напряжения систем регуляции.

6. Выявлено, что при недостатке физической активности ($Г5_5$) в течение всего учебного года сохраняются признаки стрессированности учащихся, формируется склонность воспринимать множество ситуаций как угрожающие и реагировать на эти ситуации повышением ситуативной и личностной тревожности.

Литература

1. Адаптация организма учащихся к учебной и физической нагрузкам / под ред. А.Г. Хрипковой, М.В. Антроповой. – М.: Педагогика, 1982. – 222 с.

2. Баевский, Р.М. Прогнозирование состояния на гране нормы и патологии / Р.М. Баевский. – М.: Медицина, 1979. – 295 с.

3. Баевский, Р.М. Возрастные особенности сердечного ритма у лиц с различной степенью адаптации к условиям окружающей среды / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева, Ж.В. Бареукова // Физиология человека. – 1985. – Т. 11, № 2. – С. 208–212.

4. Вейн, А.М. Вегетативные расстройства: клиника, лечение, диагностика / А.М. Вейн. – М.: Мед. информ. агентство, 1998. – 752 с.

5. Гринене, Э. Особенности сердечного ритма у школьников / Э. Гринене, В.Ю. Вайткявичус // Физиология человека. – 1990. – Т. 16, № 7. – С. 88–93.

6. Львовская, Е.И. Перекисное окисление липидов в норме и особенности протекания ПОЛ при физических нагрузках / Е.И. Львовская, Н.М. Григорьева. – Челябинск: УралГУФК, 2005. – 88 с.

7. Матлина, Э.Ш. Методы исследования некоторых гормонов и медиаторов / Э.Ш. Матлина, З.М. Киселева, И.Э. Софиева. – М.: Медицина, 1965. – 367 с.

8. Новоселова, О.А. Оценка показателей

уровня здоровья учащихся за период обучения в общеобразовательной школе / О.А. Новоселова, Е.И. Львовская // Спортивная медицина. – Киев, 2010. – № 3. – С. 44–47.

9. Новоселова, О.А. Динамика физического и психического состояния детей 7–8 лет, с разным уровнем двигательной активности в процессе адаптации к учебной деятельности / О.А. Новоселова, Е.И. Львовская // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2011. – Вып. 29. – № 39 (256). – С. 37–40.

10. Психология: учеб. для студентов высш. пед. учеб. заведений: в 3 кн. / под ред. Р.С Немова. – М.: Просвещение: ВЛАДОС, 1995. – Кн. 3. – 512 с.

11. Ситдиков, Ф.Г. Функциональное состояние симпато-адреналовой системы и особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у младших школьников / Ф.Г. Ситдиков, М.В. Шайхелисманова, А.А. Ситдикова // Физиология человека. – 2006. – Т. 32, № 6. – С. 22–27.

12. Экспериментальное моделирование и лабораторная оценка адаптивных реакций организма / И.А. Волчегорский, И.И. Долгушин, О.Л. Колесников, В.Э. Цейликман. – Челябинск: ЧелГМА, 2000. – 167 с.

Поступила в редакцию 11 апреля 2012 г.