

ТИПЫ АДАПТАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ У ВЫПУСКНИКОВ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Е.И. Львовская, О.А. Новоселова
УралГУФК, Челябинск

Изучались и анализировались изменения показателей системы «перекисное окисление липидов – антиоксидантная защита» (ПОЛ–АОЗ), симпатoadренальной системы и вегетативной регуляции выпускников 11-х классов, имеющих различный уровень двигательной активности. По изменениям изучаемых параметров состояния школьников определены 3 типа адаптационных стратегий.

Ключевые слова: выпускники, стресс, адаптация, аллостаз, перекисное окисление липидов (ПОЛ), антиоксидантная активность (АОА), адреналин (А), норадреналин (НА), вегетативная регуляция.

За годы школьного обучения здоровье детей, к сожалению, ухудшается, накапливаются функциональные отклонения в состоянии здоровья и хронических заболевания. Несмотря на снижение показателей здоровья, остаются неизбежными: интенсификация учебной деятельности, большой объем учебной нагрузки и связанное с ними снижение двигательной активности выпускников. Комплекс этих школьных стресс-факторов негативно воздействует на состояние здоровья, эффективность обучения и развития, кумулируя утомление школьников, особенно выпускников к окончанию учебного года, приводит к различным изменениям гомеостатических параметров [1, 7].

Острые и хронические заболевания, гиподинамия могут приводить у школьников к изменению гомеостаза, формированию иного состояния динамического равновесия внутренней среды организма получившего название – аллостаз, т.е. достижение стабильности через изменения [11]. Ценой этого приспособления может стать накопление аллостатической нагрузки [8].

Однако один и тот же уровень стресса вызывает у разных детей различный ответ, зависящий, с одной стороны, от генетических факторов, а с другой – от уровня двигательной активности школьника [7].

Действие различных стресс-факторов индуцируют в организме ту же стереотипную неспецифическую реакцию напряжения – собственно стресс [6]. В стрессе участвуют те же механизмы, которые обеспечивают аллостаз и адаптацию. На уровне клетки развивается единый комплекс ответных реакций: клеточный стресс, тесно связанный с активацией окислительных процессов (окислительный стресс). При этом окислительный стресс выполняет, по сути, роль пускового фактора, индикатора мобилизации антиоксидантных механизмов, экспрессии стрессовых белков и других изменений [2].

По нашему мнению, весьма чувствительными маркерами гомеостатического состояния могут быть молекулярные продукты ПОЛ; уровень АОА;

экскреция катехоламинов; данные кардиоинтервалографии, психологического тестирования.

Методы и организация исследования. Тестирование учащихся проводилось в октябре (I этап), декабре (II этап), мае (III этап) и июне (IV этап). В обследовании приняли участие ученики одиннадцатых классов г. Челябинска с разным уровнем двигательной активности, в количестве 221 человек. Учащиеся школы № 23 (Г7₁₁, n = 95) в полном объеме осваивали материал Комплексной программы физического воспитания. В общеобразовательной школе при музыкальном институте (Г8₁₁, n = 46) некоторые разделы программы (лыжная подготовка, волейбол) частично или полностью заменялись, в зависимости от избранной музыкальной специализации. Объем двигательной активности у этих детей несколько ниже, чем в других школах. В школе № 63 (Г9₁₁, n = 80) занимались физкультурой по экспериментальной методике, учитывая возрастные и индивидуальные особенности детей.

Определение продуктов ПОЛ в слюне проводили спектрофотометрическим методом [10]. Отдельно в изопропанольной фазе экстракта оценивали интенсивность индуцированного ПОЛ (АОА1 и АОА2) [4]. Активность симпатoadренальной системы оценивали по уровню экскреции катехоламинов с мочой флюориметрическим методом по Матлиной Э.Ш. [5]. Моча и слюна для анализа собирались в утренние часы. Исследование сердечного ритма у школьников проводилось методом вариационной пульсометрии по Р.М. Баевскому [1]. Дополнительно определяли вегетативный индекс Кердо (ВИК) [3].

Результаты исследований и их обсуждение. На первом этапе обследования у выпускников общеобразовательных школ, имеющих различный уровень двигательной активности, выявлены незначительные различия в содержании первичных (ИРПП) и вторичных (ИРВП) изопропанолрастворимых продуктов ПОЛ в слюне и соответствующим

щих им уровней антиокислительной активности (АОА), в экскреции с мочой адреналина (А) и норадреналина (НА), в значениях ВИК, по величине индекса напряжения (ИН) – интегрального показателя, отражающего степень напряжения центральных регуляторных механизмов сердечного ритма. По некоторым показателям: АОА1, Мо, АМо, ИН различия между Г8₁₁ и Г9₁₁ достигали статистического уровня значимости ($P < 0,05$). Между данными обследования в Г7₁₁ и Г8₁₁, равно как и между Г7₁₁ и Г9₁₁, статистически значимых расхождений не выявлено.

В течение учебного года (II этап) под воздействием учебной нагрузки на фоне снижения двигательной активности изучаемые показатели претерпели ряд изменений [7]. Прослеживается общая тенденция к накоплению всех категорий продуктов ПОЛ, снижение уровня АОА. Другие изменения не одинаковы: у ребят с меньшей двигательной активностью (Г8₁₁) наблюдается снижение среднегрупповых значений экскреции катехоламинов, ИН, ВИК, что трактуется как проявление утомления [9]. В группе, тренирующейся по общепринятой Комплексной программе физического воспитания, в целом наблюдается некоторое повышение ИН, ВИК, НА и А, на фоне снижения АОА. В группе Г9₁₁ признаки напряжения и утомления менее выражены и в целом все анализируемые показатели ближе к исходным [7].

В конце учебного года (III этап) у выпускников всех обследуемых школ выявлены три типа изменений изучаемых показателей. Вариант 1: содержание ИРП ПОЛ, катехоламинов, значение ИН значительно превышают первоначальный уровень (при одновременном снижении АОА1, АОА2 и Мо). Вариант 2: исследуемые показатели не имели существенных отличий от исходных. Вариант 3: содержание катехоламинов, значение ИН заметно понижаются. Содержание продуктов ПОЛ повышается, уровень АОА – понижен.

На III этапе исследования при анализе деятельности систем ПОЛ–АОС, САС, ССС выявлено, что в соответствии с первым типом изменений в Г7₁₁ повысились ИРПП в 42,6 %, ИРВП в 35 % случаев, уровень АОА1 соответственно снизился у 42 %, АОА2 – у 45,6 % учащихся. Экскреция А усилилась у 41,8 %, НА у 36,3 %. Повысился ИН у 59 %, а ВИК – у 54 %.

В Г8₁₁ повысились ИРПП в 20,5%, ИРВП в 20 % случаев, уровень АОА1 соответственно снизился у 16 %, АОА2 – у 21,6 % учащихся. Экскреция А усилилась у 16,6 %, а НА у 13,3 %. Повысился ИН у 37,5%, а ВИК – у 33,8 %.

В Г9₁₁ повысились ИРПП в 21,7 %, ИРВП в 20 % случаев, уровень АОА1 снизился у 20,2 %, АОА2 – у 40 % учащихся. Экскреция А усилилась у 27 %, а НА у 17,3%. Повысился ИН у 35,5 %, а ВИК – у 33,8 %.

В Г7₁₁ по схеме **второго варианта** не произошло достоверных изменений исходных данных

у 31,5 % – по ИРПП ПОЛ, у 42 % – по ИРВП, у 33,6 % по уровню АОА1, по АОА2 – у 31,5 %, по значению ИН у 15,25 %, а ВИК – у 20,3 %. Не изменилась экскреция А у 32,7 %, а НА у 29,6 % школьников.

В Г8₁₁ не произошло достоверных изменений исходных данных по ИРПП ПОЛ у 26,1% и у 34,8 % по ИРВП, у 30,4 % по уровню АОА1, по АОА2 – у 27,8 %, по значению ИН у 9,4 %, а ВИК – у 15,6 %. Экскреция А существенно не изменилась у 16,6 %, НА – у 13,3 % школьников.

В Г9₁₁ не произошло достоверных изменений исходных данных по ИРПП ПОЛ у 66,7 % и у 64,55 % по ИРВП, у 71 % по уровню АОА1, по АОА2 – у 60,5 %, по значению ИН у 48,4 %, а ВИК – у 38,7 %. Остались близкими к исходным показатели экскреции А – у 57,7 %, а НА – у 71,1% выпускников.

В Г7₁₁ на III этапе в соответствии с **третьим вариантом** повысилось содержание ИРПП в 25,5 %, ИРВП в 22,8 % случаев, уровень АОА1 соответственно снизился у 24,4 %, АОА2 – у 22,9 % учащихся, экскреция А уменьшилась у 26,15 %, а НА у 34,5 %. Понижился ИН у 24,42%, а ВИК – у 25,5 %.

В Г8₁₁ по третьему варианту повысилось содержание ИРПП в 54,5 %, ИРВП в 45,2 % случаев, уровень АОА1 соответственно снизился у 53,7 %, АОА2 – у 52,3 % учащихся, уменьшилась экскреция А у 53,3 %, НА у 63,3%. Понижился ИН у 53%, а ВИК – у 43,7%.

В соответствии с третьим вариантом реагирования в Г9₁₁ повысилось на III этапе содержание ИРПП в 11,6 %, ИРВП в 15,55 % случаев, уровень АОА1 снизился у 9 %, АОА2 – у 14,6 %, экскреция А уменьшилась у 15,3 %, а НА у 11,6 % учащихся. Понижился ИН у 16,1 %, а ВИК – у 27,4%.

Таким образом, на III этапе обследования адекватная работа адаптационных систем организма наблюдалась в Г7₁₁ – у 15 – 35 % (по анализу различных параметров), в Г8₁₁ – от 9,4 до 32 %, а в Г9₁₁ – от 39 до 68 % случаев.

IV этап обследования проводился после сдачи выпускных экзаменов, в июне. Нами выявлено, что у большинства школьников показатели содержания продуктов ПОЛ, катехоламинов, уровня АОА, ИН и ВИК возвратились к исходным. Согласно данным, полученным на IV этапе обследования в Г7₁₁, деятельность организма возвращалась к исходным данным в 52,5–74,9 % случаев (по различным изучаемым параметрам), в Г8₁₁ – от 40,6 до 65,2 %, у выпускников Г9₁₁ от 77,4 до 88,7 % случаев. Таким образом, большинство выпускников справляется со стрессом, но у значительной части выпускников еще сохраняются характерные для стрессовой ситуации показатели. По данным нашего исследования, это преимущественно характерно для школьников из Г8₁₁, имеющих меньшую физическую нагрузку.

После выпускных экзаменов повышенное выделение продуктов ПОЛ в Г7₁₁ осталось в 25,2 %

по ИРПП, по ИРВП – в 30 % случаев, уровень АОА1 остался пониженным у 26,6 %, АОА2 – у 28,4 % учащихся. Повышенная экскреция А в Г7₁₁ сохранилась у 20 %, НА – у 16,43 %. ИН в зоне напряжения остался у 32,2 %, а ВИК, указывающий на преобладание симпатических влияний, – у 22 %. В Г7₁₁ у 25,42 % снижен ИН, пониженная экскреция А – у 26,15 % и у 34,5 % – низкий уровень НА.

В Г8₁₁ на IV этапе обследования сохранилось повышенное содержание продуктов ИРПП ПОЛ в слюне у 41,3 %, а ИРВП – у 35 % выпускников, уровень АОА1 остался пониженным у 39,2 %, АОА2 – у 38 % учащихся. Повышенная экскреция А – у 16,6 %, а НА у 13,3 %. Повышенные значения ИН сохранились у 31,25 %, а ВИК – у 28 %. На IV этапе, в Г8₁₁ ниже исходного осталось содержание катехоламинов в моче у 36,6 %, значение ИН – у 28 %.

В Г9₁₁ у некоторых учащихся выше исходного уровня остались: количество ИРПП в слюне у 11,3 %, ИРВП – у 13,75 %, адреналина в моче – у 11,5 %, норадреналина – всего у 5,8 % выпускников. Уровень АОА1 остался пониженным у 8,75 %, АОА2 – у 11,25 % учащихся. Повышенные значения ИН сохранялись у 16,1 %; указывающий на преобладание симпатических влияний ВИК – у 17,7 % выпускников. При этом у 9,6 % человек в Г9₁₁ ниже исходного уровня осталась экскреция А, у 5,8 % – НА. ИН понижен у 6,5 %, ВИК – у 21 % выпускников.

Заключение. Таким образом, согласно полученным нами данным можно выделить 3 типа гомеостатических изменений организма школьников (в зависимости от уровня их двигательной активности).

I тип – гомеостатическая система организма адекватно реагирует на дистресс, все физиологические параметры через некоторое время приходят в норму, т. е. система обладает достаточным запасом устойчивости. В нашем варианте исследуемые показатели после подъема не имели к IV этапу обследования существенных отличий от исходных параметров по обобщенному среднему показателю: в Г7₁₁ – у 28,2 ± 3,1 %, в Г8₁₁ – 22,6 ± 1,3 %, а в Г9₁₁ – 49,6 ± 2,8 % случаев.

II тип – маркеры гомеостатического состояния колеблются около некоего устоявшегося значения, работа гомеостатической системы носит затухающий характер, через некоторое время физиологические параметры возвращаются к исходным. Если возврата не происходит, то система переключается на 3 тип адаптационных изменений. В нашем варианте исследуемые показатели после существенных колебаний вернулись по обобщенному среднему показателю в Г7₁₁ – 41,3 ± 4,2 %, в Г8₁₁ – 40,9 ± 3,7 %, а в Г9₁₁ – 32,6 ± 2,4 % случаев к исходным параметрам на IV этапе обследования.

III тип – ответная реакция гомеостатической системы недостаточная, переходный процесс затягивается, физиологические параметры не достигают

первоначальных величин (гетеростазис по Селье) либо ответная реакция системы чрезмерна. В обоих случаях в организме формируется иное состояние динамического равновесия внутренней среды – аллостаз.

На IV этапе обследования у части выпускников не завершился переходный процесс, не вернулись к норме исследуемые параметры, по обобщенному среднему показателю: в Г7₁₁ – 30,5 ± 2,3 %, в Г8₁₁ – 36,6 ± 4,4 %, а в Г9₁₁ – 14,7 ± 1,2 % случаев.

Литература

1. Баевский, Р.М. Прогнозирование состояния на грани нормы и патологии / Р.М. Баевский. – М.: Медицина, 1979. – 275 с.
2. Барабой, В.А. Роль перекисного окисления в механизме стресса / В.А. Барабой // Физиологический журнал. – 1989. – Т. 35, № 5. – С. 85–109.
3. Вейн, А.М. Вегетативные расстройства: клиника, лечение, диагностика / А.М. Вейн. – М.: Медицинское информационное агентство, 1998. – 752 с.
4. Львовская, Е.И. Перекисное окисление липидов в норме и особенности протекания ПОЛ при физических нагрузках / Е.И. Львовская, Н.М. Григорьева. – Челябинск, 2005. – 88 с.
5. Матлина Э.Ш. Метод определения адреналина, норадреналина, дофамина и ДОФА в одной порции мочи // Методы исследования некоторых гормонов и медиаторов / Э.Ш. Матлина, З.М. Киселева, И.Э. Софиева. – М., 1965. – С. 25–32.
6. Меерсон, Ф.З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенинкова. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.
7. Новоселова, О.А. Взаимосвязь системы перекисного окисления липидов – антиокислительной защиты (ПОЛ – АОЗ) и симпатoadреналовой системы у выпускников общеобразовательных школ г. Челябинска / О.А. Новоселова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2009. – Вып. 21. – № 39. – С. 53–57.
8. Ненашева, А.В. Формирование аллостаза, особенности роста и развития детей из социально неблагополучных семей: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / А.В. Ненашева. – Челябинск, 2008. – 48 с.
9. Ситдииков, Ф.Г. Влияние учебной нагрузки и условий производства на функциональное состояние симпатoadреналовой системы и показателей регуляции сердечного ритма у девушек 17–18-летнего возраста / Ф.Г. Ситдииков, М.В. Шайхелисасова, И.Р. Валеев // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, № 5. – С. 60–67.
10. Экспериментальное моделирование и лабораторная оценка адаптивных реакций организма / И.А. Волчегорский, И.И. Долгушин, О.Л. Колесников, В.Э. Цейликман. – Челябинск, 2000. – 167 с.
11. Mc Ewen, B.C. Allostatic and allostastic load: implications for neuropsychopharmacology / B.C. Mc Ewen // Neuropsychopharmacology. – 2000. – V. 22, № 2. – С. 108–124.

Поступила в редакцию 20 апреля 2011 г.