**Влияние уровня двигательной активности на формирование функциональных систем**

Доктор медицинских наук Е.В. Быков Доктор биологических наук, профессор А.П. Исаев Кандидаты биологических наук А.В. Ненашева , С.А. Личагина А.М. Мкртумян, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск

Оценка адаптационных возможностей и резервов организма учащихся представляет одну из сложных проблем современной физиологии, медицины, педагогики в связи со значительным возрастанием учебных нагрузок. Школьный фактор исключительно сложен по набору одновременно воздействующих на организм раздражителей и стимулов. Он включает в себя социальный, поведенческий, психологический и физиологический компоненты. Негативные тенденции в состоянии здоровья зачастую усугубляются некорректными педагогическими воздействиями, характерными для современной школы [4, 8, 11]. Медико-биологические исследования показывают, что обучение в школе носит стрессовый характер, а в критические периоды возрастного развития сопровождается снижением адаптационных возможностей организма, развитием целого ряда нозологических состояний. Наиболее значимым, на взгляд большинства исследователей, является гипокинезия [5, 7, 9]. Эта проблема особенно актуальна для учащихся школ крупного города: уроки физической культуры лишь на 10% ликвидируют двигательный голод, а естественная двигательная активность неуклонно снижается по мере перехода от класса к классу.

В условиях гипокинезии развиваются многочисленные нарушения обмена веществ, снижается резистентность организма, значительно ухудшается деятельность ССС: выявляются ее функциональные нарушения, низкие результаты кардиореспираторных проб у 66% [2, 3], 18 - 28% имеют повышенные цифры и 20% пониженные артериального давления [6].

Преобладание при гипокинезии катаболизма над синтетическими процессами в тканях и нарушение равновесия между этими фундаментальными процессами привели к тому, что современные российские дети в качестве основной причины дисгармоничного развития имеют низкую массу тела [1]. Показано, что учащиеся с недостаточным весом реже занимались в спортивных секциях, чем дети с нормальным весом, а дополнительную учебную нагрузку имели чаще. С другой стороны, гипокинезия влияет на распространение избыточной массы тела. Дети, которые смотрят телевизор не менее 4 ч в день, имеют более высокие показатели развития жировой клетчатки (р<0,001) и более высокий индекс массы тела (р<0,001), чем дети, смотрящие телевизор менее 2 ч в день [12].

Все вышесказанное позволило нам определить цель нашего исследования: изучить состояние здоровья учащихся с различным уровнем двигательной активности и предложить физиологические методы его коррекции.

Учитывая комплексный характер влияния уровня двигательной активности на организм, мы в своем исследовании опирались на положения теории Г. Селье о стрессе и П.К. Анохина и его учеников о формировании функциональных систем [10].

В соответствии с представлениями об общем адаптационном синдроме различают эустресс и дистресс. Эустресс, формирующийся под влиянием стрессоров, является благоприятной защитной реакцией, активирующей компенсаторно-восстановительные механизмы. Дистресс характеризуется развитием патологических состояний при чрезмерно длительном воздействии стресс-фактора на организм, каковым и является влияние гипокинезии. При этом ответ на стрессор индивидуален и преимущественно зависит от состояния организма на текущий момент. Таким ответом, в частности, является формирование функциональной системы. Согласно представлениям о функциональной системе в ее состав входят такие компоненты, как нервный центр, вегетативная и гормональная регуляция, метаболические процессы, что можно считать внутренними факторами приспособления организма к изменяющимся условиям среды, а также поведенческая регуляция как внешний фактор. Учитывая, что изменения в организме происходят на всех уровнях - от молекулярного до организменного, на наш взгляд, необходимо проведение комплексного исследования показателей указанных систем организма, объединенных в функциональную систему, использование многофакторного анализа материалов для последующего ранжирования отдельных факторов по их значимости. В таком случае будет возможным осуществить максимально точно дозированное воздействие на организм, в том числе выработку адекватной поведенческой реакции. Данное положение приведено в обоснование использованного нами комплекса исследований.

Организация и методы исследований. Исследования проведены в течение 1997 - 2000 гг. на базе МОУ школа №78, школа №118, гимназия № 26 г. Челябинска. В исследовании участвовали юноши 8-10-х классов, отнесенные по состоянию здоровья к 1-й и 2-й медицинским группам и на момент обследования не имевшие острых и хронических заболеваний. Было сформировано 4 группы в зависимости от уровня и характера двигательной активности: учащиеся, занимающиеся физическими упражнениями только в объеме занятий физической культурой (1-я группа, n=30), занимающиеся самостоятельно или в школьных спортивных секциях (2-я группа, n=30), занимающиеся в лыжной или конькобежной спортивной секции с направленностью физических нагрузок на развитие качества выносливости (3-я группа, n=20) и в секциях дзюдо и атлетической гимнастики с направленностью нагрузок на развитие качеств силы, специальной выносливости (4-я группа, n=25), 1-2-го спортивных разрядов.

Подвергнуты изучению показатели физического развития, физической подготовленности, физической работоспособности учащихся (проба Руфье-Диксона). Оценка уровня вегетативной регуляции и состояния гемодинамики осуществлена при помощи импедансной реографии, кардиоинтервалографии (компьютерная программа "КЕНТАВР" фирмы "Микролюкс", г. Челябинск). Проводились запись и спектральный анализ 500 последовательных кардиоциклов в горизонтальном положении и в ортостазе.

Для определения толерантности к гипоксии использована проба Штанге. Проводился биохимический анализ слюны для определения уровня активности каталазы по М.А.Королюк и соавт. (1988), гидроперекисей по И.А.Волчегорскому и соавт. (1989), белка и муцина с помощью реактива Бенедикта по методу Г.А. Кочетовой в модификации Э.А. Коробейниковой и Е.И. Ильиных (1996), лизоцима по О.В. Бухарину и соавт. (1974). Забор слюны осуществлялся с 9 до 11 часов утра. Всего исследовано 85 показателей. Полученные данные были подвергнуты статистической обработке общепринятыми методами вариационной статистики с помощью программ по обработке результатов научных исследований Microsoft Excel и Stadia для проведения факторного, регрессионного и кластерного анализа. Различия и наличие взаимосвязей считались достоверными при 95%-ном уровне значимости (p < 0,05).

Результаты исследований. При исследовании морфометрических и физиометрических показателей различия между группами в основном носили характер тенденции. Исключение составляли показатели массы тела у лиц 4-й группы и длины тела у лиц 3-й группы, где они были максимальными, что связано с влиянием спортивного отбора.

Наиболее значимы различия данных физической подготовленности. Так, резкий скачок силовой выносливости отмечался с 9-го класса, он наиболее выражен в 4-й группе и достоверно выше в 1-й группе по сравнению со 2-й. Показатели общей выносливости значительно возрастают у учащихся 8-го класса - лиц 1-й и 3-й групп, где темпы прироста максимальны. Уровень физической работоспособности в порядке возрастания: 2-я группа, 1, 4 и 3-я группы, индекс Руфье-Диксона соответственно составил 2,88 ед., 5,84 ед., 6,22 и 6,56 ед.

Результаты кардиоинтервалографии представлены в таблице.

Как видно из представленных данных, большинство показателей учащихся 1-й и 3-й групп соответствует уровню "удовлетворительной адаптации". Во 2-й группе показатели находятся в зоне "напряжения механизмов адаптации": существенно выше ИН и ЧСС, ниже - АМо% в сравнении с аналогичными показателями учащихся 1-й группы, в регуляции сердечного ритма отмечается преобладание симпатического отдела вегетативной нервной системы. 4-я группа близка по показателям к данным 2-й группы. Нормотония отмечена у 56,7%, симпатикотония - у 20%, ваготония - у 23,3% из числа обследованных нами лиц 1-й группы; 34,5; 44 и 23,5% - во 2-й; 38; 8 и 54% - в 3-й; 32 и 68% - в 4-й. Следовательно, в 4-й группе преобладающим является влияние центральных отделов регуляции сердечного ритма, что подтвердилось и при спектральном анализе сердечного ритма.

Анализ данных гемодинамики выявил в 4-й группе более высокие показатели УО (118,16±5,52 мл), сократимости (по показателю Хитер-индекса - ХИ: 19,45±2,12 ед.); в 3-й более низкие - ЧСС, систолического давления (102,42±2,12), "двойного произведения" в состоянии покоя. Более значительные различия наблюдались при ортопробе. Так, у лиц 1-й и 3-й групп отмечена тенденция к снижению систолического давления и МОК (за счет уменьшения УО при умеренном росте ЧСС), снижение ХИ и фракции выброса выражены умеренно. Показатели индекса напряжения и "двойного произведения" возросли также умеренно. Все это характеризует адаптивную реакцию гемодинамики на пробу активного ортостаза. Во 2-й группе у 45% учащихся выявлено наличие дизадаптивных реакций при ортопробе (увеличение УО, ХИ, значительный прирост ЧСС, ИН, САД, соотношения фаз изгнания и предызгнания). При переходе в вертикальное положение индекс напряжения увеличился до 198,64±21,34 и 283,44±22,86 ед. соответственно в 1-й и 2-й группах (р<0,001). Такое изменение этого интегрального показателя свидетельствует об усилении напряжения адаптации во 2-й группе у лиц с гипокинезией. Аналогичные результаты в 1-3-й группах (40% лиц с дизадаптивными реакциями). Спектральный анализ подтверждает полученные данные. Так, у лиц 1-й и 3-й групп преобладает вклад высокочастотных и барорегуляторных колебаний (0,01 - 0,1 Гц) основных показателей гемодинамики (артериальное давление, ЧСС, УО, фракция выброса, амплитуда колебаний аорты и периферических сосудов нижней конечности), во 2-й и 4-й более выражено влияние медленноволновых (барорефлекторных и метаболических) составляющих спектра. Ортостаз усиливает глубину различий. Следовательно, гипокинезия приводит к ослаблению влияния парасимпатической регуляции. Отмечаемое преобладание более высоких уровней регуляции у лиц 2-й группы характеризуется снижением выраженности дыхательной аритмии в покое и менее адаптивным реагированием на ортопробу, что отражает большую напряженность функционирования ССС.

Результаты кардиоинтервалографии учащихся с различным уровнем двигательной активн о-сти (в положении лежа, М±т)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | 1-я группа | 2-я группа | 3-я группа | 4-я группа |
| Частота сердечных сокращений, уд/мин | 69,62+2,80 | 84,46+2,44 | 61,22+1,58 | 81,56+2,08 |
| Амплитуда моды, % | 29,24+1,88 | 36,22+2,52 | 24,48+1,24 | 35,46+2,12 |
| Вариационный размах, с | 0,28+0,04 | 0,22+0,03 | 0,32+0,02 | 0,24+0,04 |
| Индекс напряжения, ед. | 98,66+6,42 | 136,76+10,12 | 62,46+4,46 | 124,42+6,98 |
| Вегетативный показатель ритма, ед. | 3,02+0,22 | 3,60+0,24 | 2,68+0,12 | 3,52+0,20 |

При анализе процессов перекисного окисления липидов выявлено, что во 2-й и 4-й группах снижена антиоксидантная активность (уровень каталазы) и повышено содержание конечных продуктов ПОЛ, но без снижения уровня белка, что дает основание говорить об окислительном стрессе, который носит компенсированный характер и отражает состояние "напряжения адаптации", которое можно рассматривать как преморбидный фон.

Оценка корреляционных связей изученных показателей дает представление о характере формирования функциональных систем. При этом выявлено наибольшее количество взаимосвязей у лиц 2-й и 4-й групп, что свидетельствует о наличии напряжения организма.

Последующий анализ позволил нам разбить все показатели на 7 кластеров в каждой из 4 групп. Ведущими показателями в 1-й группе были: уровень дикетонов, систолического давления лежа, холестерина, ХИ, коронарного индекса, динамометрии, окружность грудной клетки; во 2-й: окружность грудной клетки, систолическое давление, динамометрия, перераспределение сосудистой пульсации, результаты в беге на 1000 м и челночном беге, длительность фазы изгнания; в 3-й: амплитуда моды (АМо), масса тела, ХИ, фракция выброса, ударный объем в ортопробе, ИН в положении стоя, результат в беге на 1000 м; в 4-й: УО в ортопробе, масса тела, частота дыхания, динамометрия, результат в беге на 1000 м, уровень амплитуды реоволны голени в ортопробе, ХИ. Следовательно, характер применяемых физических нагрузок явно отражается на формировании ведущих признаков в функциональных системах. Например, у лиц 3-й группы прослеживается преобладание показателей, связанных с развитием качества выносливости (АМо, ХИ и УО, ИН и результаты в беге на 1000 м), а в 4-й - масса тела, динамометрия, уровень амплитуды реоволны голени (АРГ). В частности, известно, что развитие мышц голени необходимо борцам и гимнастам для удержания равновесия, а показатель АРГ отражает участие этого отдела периферического кровотока в регуляции системного артериального давления в этих видах спорта.

Заключение. Современная школа предъявляет повышенные требования к здоровью учащихся. Многочисленные изменения уровня здоровья школьников обусловлены воздействием информационных перегрузок на фоне прогрессивного снижения двигательной активности. Это делает весьма актуальной разработку системы мероприятий, направленной на улучшение ситуации как в целом в системе образования, так и на индивидуальном уровне. Новые подходы к разрешению данной проблемы определяет разработанная П.К. Анохиным общая теория функциональных систем, постулирующая, что не отраженные действия, а их результаты выступают в качестве ведущих факторов, организующих реакцию стресса (К.В. Судаков, 2000). Процесс адаптации можно рассматривать как процесс формирования системы, характеризующейся появлением новых свойств, которыми не обладает ни один из элементов этой системы (В.И.Медведев, 1998, с.13). Наиболее важным звеном функциональной системы следует считать поведенческую регуляцию. В данном случае можно говорить об образе жизни, направленном на укрепление здоровья средствами физической культуры в сочетании с другими возможностями (питание, пищевые добавки, психотренинг и т.д.). При этом уровень двигательной активности можно достаточно эффективно регулировать, используя его и в целях оздоровления, коррекции нарушений здоровья и в целях спортивной тренировки. Предлагая термин "тренирующая терапия" (или "кинезотерапия"), Т.В. Хутиев и соавт. указывают, что это область нагрузок от границы нормы и патологии (терапия) до границы спортивной тренировки (тренирующая терапия). Важность дозирования физических нагрузок оздоровительной направленности очевидна и в свете негативной оценки чрезмерных (спортивных) нагрузок на состояние здоровья (Ф.З. Меерсон и др.). Однако, как справедливо указывает К.В. Судаков (1996), стресс - не только медико-биологическая, но и социальная проблема, следовательно, разрешение данной проблемы требует осуществления мер государственного характера.

Выводы

1. Уровень и направленность двигательной активности формируют различные варианты функциональных систем.

2. Наблюдается относительная устойчивость показателей кардиореспираторной системы при нормировании двигательной активности.

3. Гипокинезия значительно ухудшает течение процессов адаптации (наличие дизадаптивных реакций гемодинамики, преобладание медленноволновых составляющих спектра, снижение активности антиоксидантных ферментов), что может приводить к развитию патологических процессов.

4. Объемные физические нагрузки ведут к повышенному расходованию микроэлемента магния, что требует его дополнительного введения в организм (рекомендуется использование препаратов панангин, аспаркам, компливит).

5. Концепция укрепления здоровья должна предусматривать формирование на индивидуальном уровне поведенческого стереотипа, направленного на повышение уровня двигательной активности учащихся, на общественном - создание центров здоровья непосредственно на базе образовательного учреждения.

**Список литературы**

1. Антропова М.В., Манке Г.Г., Бородкина Г.В. Физическое развитие и состояние здоровья учащихся // Здравоохранение РФ, 1997, № 3, с. 29 - 33.

2. Агаджанян Н.А., Ступаков Г.П., Ушаков И.Б. и др. Экология, здоровье, качество жизни (Очерки системного анализа). Москва - Астрахань: изд-во АГМА. 1996. - 260 с.

3. Бородкина Г.В. Состояние здоровья детей старшего школьного возраста при профилированном обучении // Педиатрия, 1994, № 4, с. 77 - 80.

4. Давыдов Б.И., Вавилова В.П., Коба В.И. Состояние здоровья школьников из экологически неблагоприятных условий проживания // Здравоохранение РФ, 1992, № 9, с. 17 - 19.

5. Коваленко Е.А., Гуровский Н.Н. Гипокинезия. - М.: Медицина, 1980. - 320 с.

6. Лебедькова С.Е., Кацкова Г.Б., Рахимова И.К. Распространенность и структура артериальных гипертензий в популяции детей 6-15 лет // Педиатрия, 1992, № 4-6, с.77 - 78.

7. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. - М.: Медицина, 1988. - 256 с.

8. Сидоренко Г.И., Румянцев Г.И., Новиков С.М. Актуальные проблемы изучения воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения // Гигиена и санитария, 1998, № 4, с. 3 - 8.

9. Соколов Е.И. Эмоции, гормоны и атеросклероз. - М.: Наука, 1991. - 294 с.

10. Судаков К.В. Физиология. Функциональные системы. Курс лекций. - М.: Медицина, 2000. - 784 с.

11. Сухарев А.Г. Здоровье и физическое воспитание детей и подростков. - М.: Медицина, 1991. - 272 с.

12. Ross E., Andersen R.D., Carlos J.Crespo et al. Relationship of Physical Activity and Television Waching With Body Weight and Level of Fatness Among Children. Results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. JAMA. - 1998. - 279. - P. 938 - 942.

Для подготовки данной работы были использованы материалы с сайта <http://lib.sportedu.ru/>