

УДК 613.863+612.766.1

Влияние среды обитания на изменение адаптационных процессов в организме младших школьников

А. Е. БОНДАРЕНКО

Вопросы влияния биологических, временных и средовых воздействий на развитие детского организма являются одними из приоритетных в исследованиях различных авторов. Так, временная среда, окружающая человека, постоянно трансформируется под влиянием различных факторов. Сдвиг времени весной на 1 час вперед, а осенью на 1 час назад является одним из факторов, модифицирующих временную среду.

Временные сдвиги, пользуясь терминологией С.М. Громбаха, являются адаптивными воздействиями и могут вызвать адаптационные реакции. Временные сдвиги вызывают явление десинхропоза.

Индивидуальные особенности адаптивного процесса имеют два крайних варианта их развертывания. В одном из них организм обладает способностью мощных физиологических реакций в ответ на значительные, но кратковременные колебания во внешней среде. При этом регенераторно-синтетические процессы (реакция восстановления) будут включаться после освобождения организма от экстремального воздействия. Однако такой высокий уровень физиологических реакций может поддерживаться относительно короткий срок. К длительным физиологическим перегрузкам даже средней величины со стороны внешних факторов такие организмы мало приспособлены. У людей с преобладанием такой стратегии адаптивного поведения одновременное сочетание работы и восстановительных процессов выражено слабее, и для указанных процессов требуется более четкая их ритмичность (расчленение во времени).

В другом случае организм менее устойчив к кратковременным значительным колебаниям среды, но обладает свойством выдерживать физиологические нагрузки продолжительное время. Его адаптивные перестройки определяются своевременным включением регенераторно-синтетических процессов, их выраженностью и продолжительностью. У людей с преобладанием такой стратегии адаптивного поведения рабочие процессы более легко сочетаются с процессами восстановления, что обеспечивает возможность длительной нагрузки.

Принадлежность человека к тому или иному типу стратегии адаптивного поведения предопределяется генетическими, климатогеографическими и другими факторами.

Взаимодействие человека со средой его обитания, воздействующей и формирующей многообразие человеческих свойств и качеств и включенной в состав системы «человек – окружающий мир» как составной ее части является формообразующим фактором. Поэтому необходимо проследить специфику приспособительных изменений в связи с перестройкой внешнесредовых условий, а при учете той или иной «стоимости» проявлений адаптации – взвесить и оценить полезность или неприемлемость их для человека.

Воздействие физической нагрузки ведет к активации синтеза нуклеиновых кислот и белков в клетках систем, обеспечивающих выполнение мышечной работы. Происходит формирование структурных изменений, которые увеличивают мощность этих систем, образуется «системный структурный след адаптации». Это состояние характеризуется не только способностью организма успешно выполнять мышечную деятельность, но и противостоять ряду воздействий внешней среды.

Несоответствие между адаптационными способностями организма и быстро меняющимися условиями окружающей среды может послужить причиной генетического напряжения и вторичных иммунодефицитов как феноменов, отражающих на популяционном уровне закономерности взаимодействия наследственности и среды. С этим неразрывно связана проблема здоровья не только нынешнего, но и будущих поколений, зависящего в значительной степени от того, какой генотип получен в наследство от предыдущих поколений.

В основе процесса адаптации лежат два взаимоисключающих механизма – распад и синтез химических соединений в организме. Именно единство этих механизмов позволяет организму успешно противостоять губительному, нередко повреждающему действию среды, как впрочем, и использованию ее позитивных сторон.

Приспособление сердечно-сосудистой системы к различным воздействиям представляют собой один из центральных вопросов всей проблемы адаптации, поскольку характер изменений ее параметров может расширять или же, наоборот, лимитировать адаптационные возможности организма. Основное условие, которое определяет сохранение гомеостаза при адаптации, состоит в том, чтобы возникшие при действии неблагоприятных факторов среды адаптационные сдвиги не выходили за пределы резервных возможностей организма.

Адаптация организма школьников к дополнительной физической нагрузке, оказавшихся в различных условиях радиационного загрязнения среды, имеет положительную динамику. У ветковских мальчиков наиболее лабильна к физической нагрузке дыхательная система, а у гомельских – сердечно-сосудистая. У девочек дополнительные уроки положительно отражаются на развитии дыхательной системы и координационных способностей. Это отражает положительное влияние включения дополнительных уроков физической культуры.

Обнаружено нарушение ритмичности изменения гемодинамики головного мозга в ответ на ортостатическое возмущение в течение суток – десинхроноз. У подростков проблема десинхроноза приобретает особое значение в связи с рядом морфофизиологических и психологических особенностей растущего организма. В первую очередь к ним следует отнести гетерохронность созревания и становление процессов регуляции различных физиологических функций у детей и связанную с этим повышенную чувствительность отдельных, не достигших зрелости систем, к средовым воздействиям.

Суточный ритм влияет на содержание лимфоцитов в крови, максимальное содержание которых наблюдается в 24 часа, наименьшее – при пробуждении. Наибольшая концентрация антител и выраженность аллергических реакций регистрируется во сне, а предельно низкие – в бодрствующем состоянии. Различается также и динамика количественных показателей иммунологического статуса.

Установлено постепенное укорочение времени зрительно-моторной реакции на красный свет от сентября к декабрю-апрелю и удлинение его в мае как у девочек, так и у мальчиков. В недельной динамике время зрительно-моторной реакции у детей уменьшается к концу недели в сентябре и декабре. В апрельские недели время реакции уменьшается к концу недели у девочек и остается без существенных изменений у мальчиков. В мае выявлено достоверное укорочение времени зрительно-моторной реакции к концу учебного дня у всех детей.

Детский организм обладает чрезвычайной пластичностью нервной системы, у них особенно быстро закрепляются новые условно-рефлекторные связи, восстанавливаются нервные регуляции, нарушенные патологическим процессом. Правильно подобранные физические упражнения способствуют укреплению здоровья, росту производительности труда, снижению уровня заболеваемости. Снижение же двигательной активности приводит к вегетососудистой дистонии, тахикардии.

Организация исследования

Исследование проводилось в течение трех лет в школах №12 и №53 г. Гомеля и Климовской школы г. п. Зябровка Гомельской области, расположенных в зоне проживания с плотностью радиоактивного загрязнения почвы от 1 до 5 Ки/км².

Было проведено изучение сезонных колебаний состояния функциональных систем организма, уровня физической работоспособности и физической подготовленности учащихся младших классов. Кроме того, выявлялись оптимальные периоды учебного года для применения физических нагрузок различной направленности и, на основании этого, разрабатывались методические приемы организации занятий по физической культуре с учетом сезонных изменений функционального состояния организма школьников.

Количество гемоглобина в крови и уровень работоспособности (по индексу Гарвард-

ского степ-теста (ИГСТ)) определялись ежемесячно в течение учебного года. Определение работоспособности по PWC_{170} проводилось один раз в два месяца.

Анализ учебных занятий осуществлялся в процессе педагогических наблюдений, где определялась реакция детского организма на физическую нагрузку и адекватность применяемых средств физического воспитания функциональному состоянию детского организма, уточнялись и координировались фактический объем и интенсивность физических нагрузок.

Для оценки восстановительных процессов по ЧСС после прекращения дозированной мышечной работы и физической работоспособности школьников применялся Гарвардский степ-тест – индекс, характеризующий зависимость между продолжительностью восстановительного периода после субмаксимальной нагрузки и физической подготовленностью занимающихся. Величина индекса оценивается как низкая (плохая), если она меньше 55, ниже средней – 56-64, средняя – 65-79, выше средней (хорошая) – 80-89, отличная – более 90.

Принцип теста PWC_{170} основан на том, что существует линейная зависимость между ЧСС и мощностью выполняемой работы. Эта зависимость после ЧСС, равной 170, нарушается. Поскольку ЧСС, равная 170 уд/мин, характеризует оптимальный по производительности режим работы сердечно-сосудистой системы, физическая работоспособность определяется величиной мощности мышечной работы, при которой ЧСС достигает 170 уд/мин.

Определение PWC_{170} проводилось посредством степ-теста. Испытуемым последовательно предлагались две нагрузки умеренной интенсивности по 3 минуты каждая с перерывом в три минуты отдыха. В конце из них в течение 30 сек. определялось ЧСС при помощи кардиомонитора «Polar».

Для стандартизации данных о физической работоспособности проба по тесту PWC_{170} выполнялась без предварительной разминки. Критерием того, что нагрузки подобраны правильно, служило ЧСС в течение последних 30 сек. Тахикардия в конце 1-й нагрузки должна быть в пределах 100-120 уд/мин, а в конце 2-й нагрузки – 155 – 170 уд/мин.

Уровень физической работоспособности по тесту PWC_{170} определяется прежде всего производительностью кардиореспираторной системы. Чем эффективнее работа аппарата кровообращения, чем шире функциональные возможности вегетативных систем организма, тем больше величина PWC_{170} . Данный тест характеризует состояние респираторно-гемодинамической системы и коррелирует с такими ее показателями, как систолический и минутный объем, кислородный пульс, рабочее потребление кислорода.

Показателем общего максимального объема аэробных процессов, которые могут совершаться в организме за единицу времени является исследование МПК, которое позволяет составить объективное суждение о функциональном состоянии кардиореспираторных систем и физической работоспособности. Эта величина зависит от различных факторов, но, прежде всего, от функционального состояния системы внешнего дыхания, диффузионной способности легких и легочного кровообращения.

Содержание гемоглобина в крови определяет ее кислородную емкость и, следовательно, ее кислородтранспортные возможности. Количество гемоглобина в крови может изменяться под влиянием факторов внешней среды (атмосферное давление, сезоны года, особенности климата и др.), физиологической перестройки организма в определенные периоды жизни, под влиянием систематических занятий спортом и т. д. Определение количества гемоглобина в капиллярной крови проводилось ежемесячно на протяжении учебного года.

Обсуждение результатов исследования

Задачей данного исследования явилось определение сезонных колебаний работоспособности и концентрации гемоглобина крови у учащихся 3-4 классов общеобразовательных школ.

На протяжении учебного года регистрировались колебания уровня физической работоспособности, определяемые по индексу Гарвардского степ-теста (ИГСТ), характеризующего скорость восстановительных процессов после достаточно напряженной мышечной работы (таблица).

Выявлено, что у школьников 9-10 лет наблюдается устойчивое повышение работоспособности с сентября по декабрь-февраль. Следует заметить, что пик работоспособности у

мальчиков приходится на декабрь месяц ($83,9 \pm 1,4$ у 9-ти летних, и $85,8 \pm 1,9$ у 10-ти летних), а у девочек на январь-февраль ($79,9 \pm 2,9$ в январе у 9-ти летних и $80,5 \pm 5,3$ в феврале у 10-ти летних). В дальнейшем наступает спад работоспособности, достигающий своего максимального значения в апреле – мае.

Таблица

Уровень физической работоспособности младших школьников
в различные месяцы учебного года (в у.е.)

МЕСЯЦ	И Г С Т			
	9 лет		10 лет	
	мальчики	девочки	мальчики	девочки
	$x \pm \delta$	$x \pm \delta$	$x \pm \delta$	$x \pm \delta$
сентябрь	63.4 ± 1.6	62.1 ± 1.9	68.5 ± 2.1	71.2 ± 1.4
октябрь	70.1 ± 2.9	64.8 ± 3.8	71.9 ± 0.9	75.7 ± 2.7
ноябрь	76.5 ± 3.1	73.2 ± 2.7	76.4 ± 1.7	77.8 ± 2.4
декабрь	83.9 ± 1.4	79.6 ± 5.6	85.8 ± 1.9	79.1 ± 1.8
январь	78.6 ± 5.1	79.9 ± 2.9	84.9 ± 1.3	79.6 ± 6.5
февраль	62.5 ± 6.2	77.1 ± 6.4	80.3 ± 2.8	80.5 ± 5.3
март	60.3 ± 3.8	68.5 ± 4.3	77.5 ± 2.4	75.3 ± 3.2
апрель	57.2 ± 2.3	66.2 ± 3.2	71.2 ± 1.9	74.4 ± 2.8
май	56.6 ± 2.7	64.3 ± 3.7	72.3 ± 1.6	68.5 ± 2.3

На основании анализа динамики результатов ИГСТ следует отметить, что показатели работоспособности на протяжении учебного года колеблются на оценке "средняя" и "ниже средней", в отдельные периоды приближаясь к оценке "плохо" (мальчики 9 лет – апрель $57,2 \pm 2,3$; май $56,6 \pm 2,7$), и в лучшие месяцы не намного превышают границу 80 условных единиц (у.е.), что соответствует оценке "хорошо". Выявлены индивидуальные значения показателей работоспособности в весенние месяцы менее 55 у.е. (оценка "плохо"), и 1,2% из всего обследованного контингента показало 90 и более у.е. (оценка "отлично").

Как известно, аэробные возможности человека определяются, прежде всего, максимальной для него скоростью потребления кислорода (МПК). Чем выше МПК, тем больше абсолютная мощность максимальной аэробной нагрузки. Кроме того, чем выше МПК, тем относительно легче и потому длительнее выполнение аэробной работы. Максимальное потребление кислорода рассчитывалось на основании показателя аэробной работоспособности организма по PWC_{170} . Ввиду трудоемкости тестирования, определение работоспособности по PWC_{170} проводилось один раз в два месяца.

На основании абсолютных показателей МПК нами были рассчитаны относительные показатели МПК, находящиеся в обратной зависимости от веса тела. Это дало возможность выявить характер максимальных возможностей в динамике годового цикла двух функциональных систем: 1) кислородтранспортной системы, абсорбирующей кислород из окружающего воздуха и транспортирующей его к работающим мышцам и другим активным органам и тканям тела; 2) системы утилизации кислорода, т.е. мышечной системы, экстрагирующей и утилизирующей доставляемый кровью кислород.

Динамика работоспособности, определяемая по результатам теста PWC_{170} и рассчитанное посредством этого теста МПК, подтвердило изменения функционального состояния детского организма в различные месяцы года. Показатели PWC_{170} и МПК позволили составить объективное суждение о функциональном состоянии кардиореспираторных систем и физической работоспособности, выявили зависимость детского организма от влияния сезонных изменений среды обитания (Рис.1).

Установлены определенные закономерности в изменениях количественного состава гемоглобина крови в течение года и оказываемом влиянии на функциональное состояние организма младших школьников. Можно полагать, что наблюдаемые изменения определяются сезонными колебаниями.

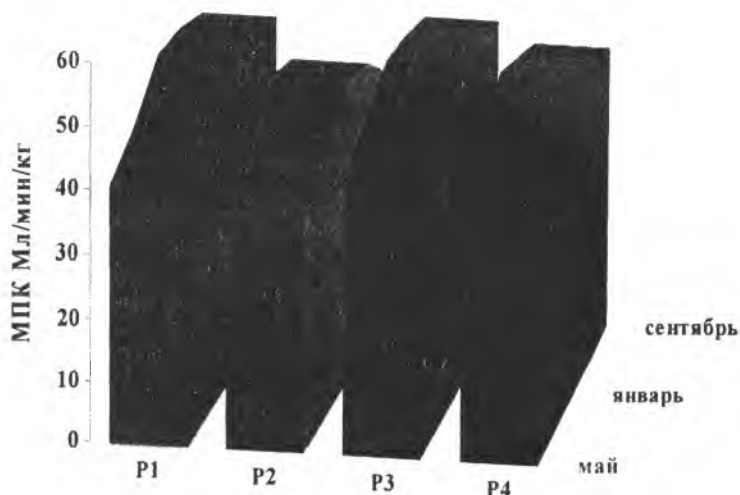


Рис. 1. Аэробная производительность (по относительному МПК) учащихся 9-ти лет (P1-мальчики, P2-девочки) и 10-ти лет (P3-мальчики, P4-девочки) в различные месяцы учебного года

Как и показатели работоспособности, концентрация гемоглобина в крови повышается к зимним месяцам и снижается к весенним. Наибольшие показатели отмечаются у мальчиков в ноябре-декабре (9-ти летние – декабрь $161,4 \pm 0,9$ г/л; 10-ти летние – ноябрь $161 \pm 2,3$ г/л), а у девочек 9-ти лет в январе ($160,1 \pm 4,9$ г/л). Наименьшие показатели концентрации гемоглобина отмечены у детей 9-10-ти лет в апреле-мае.

На общем фоне выделяются девочки 9-ти лет, показатели концентрации гемоглобина которых снижаются постепенно с небольшими колебаниями вверх с осенних месяцев к весенним. Наибольший показатель отмечен в октябре ($152,2 \pm 2,3$ г/л). Кроме того, концентрация гемоглобина у них не опускалась ниже 120 г/л, которая является границей нормы для данного региона.

Сравнительный анализ сезонных колебаний физической работоспособности (рис.2.А и рис.2.Б) позволяет прийти к выводу, что состояние работоспособности детского организма во многом зависит от концентрации гемоглобина в их крови. Как видно из рисунка 2.Б, работоспособность девочек 10-ти лет изменялась плавно, без резких перепадов, что свидетельствует о хороших приспособительных реакциях организма.

Падение уровня концентрации гемоглобина в весенние месяцы ведет к ухудшению кислородтранспортной функции крови, снижая возможность переноса кислорода к мышечным тканям, что, по видимому, отрицательно отражается на уровне аэробных функций организма школьников. Кроме того, отмечено появление у многих школьников функциональных шумов сердца, что так же связано с изменениями качественного состава крови (при снижении гемоглобина) и может возникать при малокровии, инфекционных заболеваниях, нервном возбуждении и физическом перенапряжении. По нашему мнению, снижение гемоглобина в весенние месяцы года усиливает отрицательное влияние на уровень работоспособности и состояние тканевого метаболизма таких факторов, как недостаток витаминов (гиповитаминоз), накопление психического утомления, вызванного учебными нагрузками текущего года.

Колебания количества гемоглобина в различные периоды года свидетельствует об изменении кислородной емкости крови. Повышение синтеза гемоглобина рассматривается как наиболее полезная адаптивная реакция организма младших школьников. Между тем, снижение количественного показателя гемоглобина можно рассматривать как ухудшение энергетического обмена, проявляющийся на уровне клеток и внутриклеточной организации метаболизма. Изменение энергетического обмена следует рассматривать как неспецифическую реакцию долговременного адаптационного процесса, либо как дезадаптацию, в зависимости от уровня определяемого показателя. К концу учебного года у школьников накапливается утомление. В этот период у подростков больше выражена дискоординация вегетативных функций (дыхания и кровообращения), в большей мере повышается энергетическая стоимость упражнений.

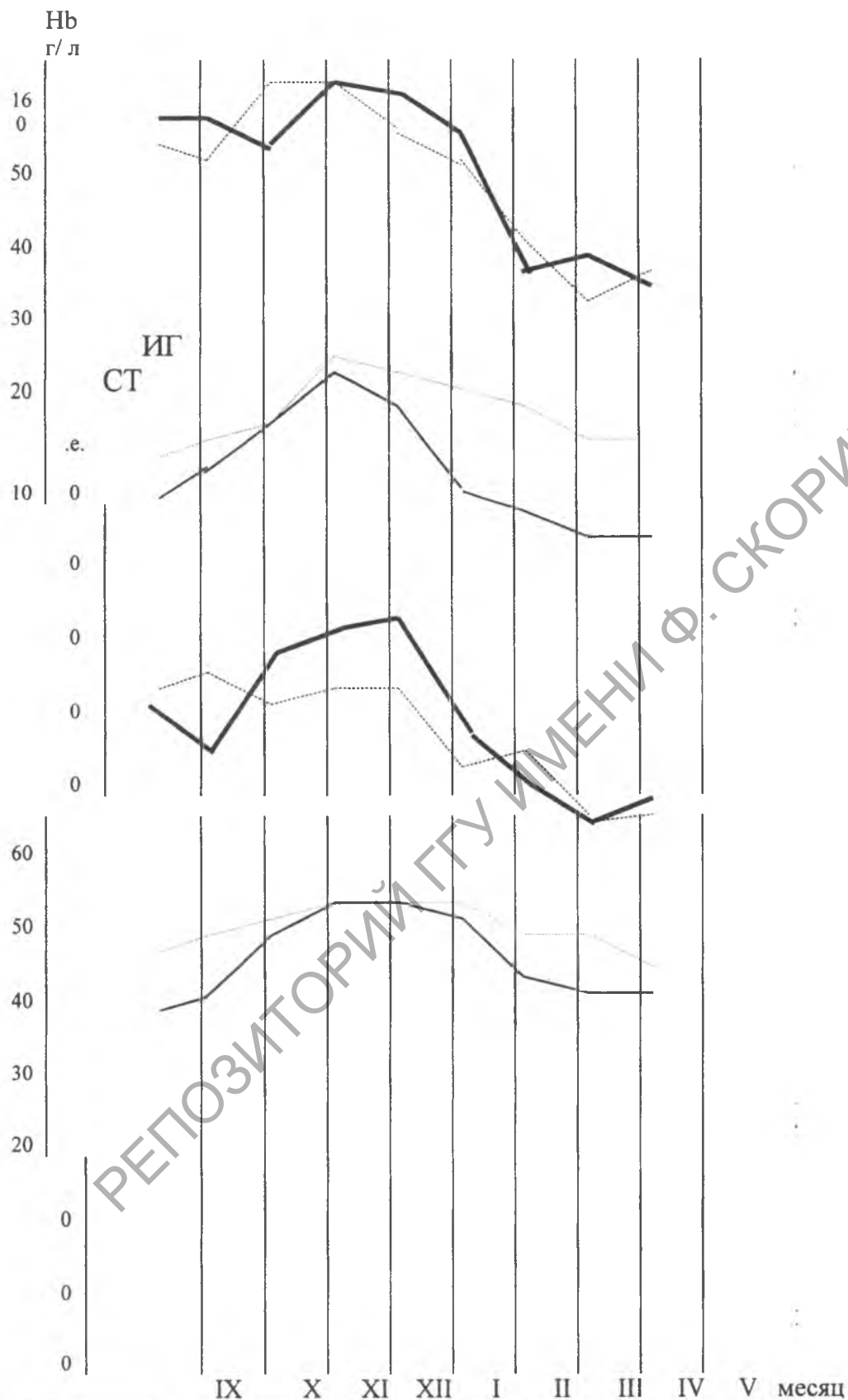


Рис.2. Динамика физической работоспособности 9-ти-летних(1) и 10-ти-летних (2) концентрации гемоглобина в крови 9-ти-летних (3) и 10-ти летних (4) в различные месяцы учебного года; мальчики (А) девочки (Б).

Заключение

Сравнительный анализ сезонных колебаний физической работоспособности позволя-

ет прийти к выводу, что состояние работоспособности детского организма во многом зависит от концентрации гемоглобина в их крови. Падение уровня концентрации гемоглобина в весенние месяцы ведет к ухудшению кислородтранспортной функции крови, снижая возможность переноса кислорода к мышечным тканям, что отрицательно отражается на уровне аэробных функций организма школьников.

Обобщение результатов проведенных исследований позволило установить ряд новых фактов. Физическая нагрузка и связанная с ней совокупность факторов, взаимосвязанных с требованиями гигиенического обеспечения, вызывает у школьников адаптивные реакции. Характер и степень взаимосвязи этих реакций являются базой для строго регламентированного объема и рациональной организации учебных занятий по физическому воспитанию.

Адаптация физиологических систем к изменению физической нагрузки протекает тем быстрее и при меньшем функциональном напряжении основных физиологических систем, чем в большей мере в организации двигательных режимов учтены возрастные анатомо-физиологические особенности детей и влияние факторов среды обитания. Изменения энергетического обмена сопровождаются определенными сдвигами в показателях красной крови, что, в свою очередь, оказывает влияние на характер адаптационных процессов в организме младших школьников в зависимости от влияния среды обитания.

Abstract

An influence of different seasons of the year on the level of adaption processes in the organisms of junior schoolchildren as a response to physical loads of various directions has been revealed. Dependence of blood hemoglobin concentration on the level of junior schoolchildren physical capacity for work has been determined.

Литература

1. Барков В.А. Влияние повышенной двигательной активности на физическое состояние подростков в различных радиоэкологических условиях // Экологическая антропология: Ежегодник / Под ред. Т.В. Белоокой – вып. 2. – Минск – Люблин – Лодзь: Международное издание, 1997 – С. 113-116.
2. Бондаренко А.Е. Влияние сезонных факторов окружающей среды на уровень физической подготовленности учащихся младших классов // Проблемы экологии Белорусского Полесья: Выпуск 2. Сб. науч. Трудов. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2003. – С. 105-115.
3. Бондаренко А.Е., Бондаренко К.К., Нарский Г.И. Медико-биологические основы распределения физических нагрузок в начальных классах. Научные труды НИИ ФКиС РБ: сборник научных трудов. - Вып.1 / Под ред. Поляковой Т.Д., Тимошенко В.В., Прилуцкого П.М., Филипова Н.Н. – Мн., 1999. – С. 235-238
4. Громбах С.М. Акселерация развития и состояния здоровья детей и подростков. – М., 1980. – 60 с.
5. Зимкин Н.В., Коробков А.В. Физические упражнения как средство повышения устойчивости организма к неблагоприятным воздействиям внешней среды: Сообщ. 1-2 // Теория и практика физической культуры. – 1960.- № 23. – С. 270-275, 348-355.
6. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации – Новосибирск: Наука, 1980. – 189с.
7. Меерсон Ф.З., Пшенникова М. Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина, 1988. – 256 с., ил.
8. Носова В.Ф. Адаптационные процессы и условия меняющейся экосреды // Экология и антропология: Ежегодник / Под ред. Т.В. Белоокой – Вып. 2. – Минск-Люблин-Лодзь: Международное издание, 1997. – С. 495-502.
9. Пшенникова М.Г. Адаптация к физическим нагрузкам // Физиология адаптационных процессов: Руководство по физиологии – М.: Наука, 1996. – С. 124-221.