

Е.Ш.Такамбаева¹, А.А.Мусина², Б.Т.Рахметова²

¹ДКГЭСН МЗ РК по г. Астане;

²АО «Медицинский университет Астана», Астана
(E-mail: aiman_m-a@mail.ru)

Особенности адаптационных перестроек функционального состояния организма подростков при воздействии факторов окружающей среды

В статье дан анализ современного подхода оценки адаптационных возможностей организма детей и подростков. В качестве критериев диагностики исследована информативность интегральных характеристик ритма сердца при оценке приспособительных возможностей организма подростков. Проанализированы особенности гемодинамики у современных подростков. Так, для всех возрастных групп было выявлено достоверное снижение средних значений систолического артериального давления при достоверном повышении значений диастолического артериального давления по сравнению со сверстниками 80-х годов XX в. Представлен анализ механизма регуляции частоты сердечных сокращений, что связано с появлением новых неинвазивных методов исследования состояния вегетативной нервной системы, в том числе спектрального анализа вариабельности сердечного ритма.

Ключевые слова: дети и подростки, адаптация, вариабельность ритма сердца, пластичность.

Раскрытие такой категории, как здоровье, имеет различную степень детализации. Едва ли главенствующую роль во всем многообразии показателей здоровья занимает адаптивность человека. В течение жизни человек испытывает закономерные адаптивные напряжения, которые наиболее выражены в детском возрасте (особенно школьном). С одной стороны, это обусловлено изменением режима, увеличением физических и умственных нагрузок, с другой — физиологическими процессами перестройки организма. Именно у детей школьного возраста наиболее часто регистрируют невротические расстройства, предшествующие соматической патологии, формируются хронические заболевания, что не может не сказаться на дальнейших периодах онтогенеза человека [1]. С.М.Громбах писал, что «растущий организм приспособляется более резко, благодаря своей повышенной реактивности» [2]. Интегральной характеристикой состояния здоровья является уровень приспособительных возможностей организма, который учитывает и гомеостаз, и функциональные резервы, и степень напряжения регуляторных механизмов [3].

Уровень адаптационных возможностей организма вполне может быть использован в качестве критерия для оценки количества здоровья на данном отрезке времени (мощность здоровья) при первичном скрининге.

Особенностью подросткового периода является «скачок» развития, в результате которого в относительно короткие сроки происходит завершение ряда морфологических процессов, существенно отличающих подростков от детей и взрослых [4].

Известно также, что школьное обучение, как наиболее стрессонасыщенный период жизнедеятельности, вносит свои коррективы в процесс онтогенетического развития, главным индикатором которого является здоровье [5]. Школьное обучение существенно увеличивает информационную и психологическую нагрузку и изменяет «экологию действия», что требует должного медицинского сопровождения с целью изучения, коррекции и влияния на физическое и психическое развитие [6].

Изучение морфологических и физиологических параметров растущего организма детей и подростков в экстремальных условиях является одной из актуальных проблем возрастной физиологии [7].

Оценка здоровья человека во многом связана с уровнем биологической и социальной адаптации, при этом социальная адаптация опирается на биологические механизмы. Адаптивность организма — непрерывный системный процесс, состоящий из взаимной связи неспецифических и адаптационных реакций, которые формируют относительно стабильное состояние и определяют, в конечном счете, индивидуальные адаптивные возможности [8].

Особый интерес при этом приобретает исследование сенситивных (критических) периодов, во время которых организм особенно чувствителен к внешним воздействиям. Важнейшим звеном в адаптационной перестройке организма является изменение уровня функционирования сердечно-сосудистой системы [9].

Проблема сохранения здоровья учащихся общеобразовательной школы тесно связана с необходимостью рационального планирования учебных нагрузок. Поэтому изучение влияния учебных нагрузок на функциональное состояние школьников актуально [10].

Отрицательно сказывается на их здоровье все возрастающий дефицит времени, необходимого на прием, переработку и усвоение чрезмерно большого объема информации [11]. Совокупность этих факторов нередко приводит к отклонениям в физиологических функциях организма, срыву адаптации, болезням [12, 13].

Неотъемлемая черта интенсивных способов обучения — лимит времени, поэтому адаптационные механизмы человека работают с высшей степенью напряжения. В этом аспекте актуальным является изучение характера функциональных изменений, наблюдаемых у учащихся школ с дифференцированным обучением [14].

Несмотря на то, что пластичность функциональных систем организма подростка обеспечивает быструю его адаптацию к множеству факторов внешней среды, незавершенность развития физиологических функций и регуляторных механизмов, бурные нейроэндокринные перестройки, происходящие в связи с половым созреванием, часто обуславливают неадекватное реагирование на экстремальные воздействия.

Половое созревание опосредуется усилением активности центрального звена гормональной функции гипоталамуса, стимулирующего выделение гонадотропных гормонов гипофиза [15].

Приспособление растущего организма к условиям внешней среды осуществляется на межсистемном уровне; в достижении одного и того же конечного результата могут участвовать различные функциональные системы, в зависимости от степени их зрелости. Индикатором адаптационных возможностей организма может служить показатель взаимодействия различных функциональных систем в ответ на изменения среды; доступным и информативным является показатель вариабельности сердечного ритма [16]. Представления о механизмах регуляции частоты сердечных сокращений (ЧСС) постоянно привлекают внимание различных специалистов, что, прежде всего, связано с появлением новых неинвазивных методов исследования состояния автономной (вегетативной) нервной системы, в том числе спектрального анализа вариабельности сердечного ритма. Механизмы формирования волновой модуляции ритма сердца и, следовательно, его спектра все еще остаются во многом неясными, а для их понимания необходимо детальное представление механизмов управления ЧСС [17].

Система кровообращения играет ведущую роль в обеспечении адаптационной деятельности организма. Эта роль определяется, прежде всего, ее функцией транспорта питательных веществ и кислорода — основных источников энергии для клеток и тканей. Энергетический механизм занимает главное место в процессах адаптации. Именно дефицит энергии является сигналом, запускающим всю цепь регуляторных приспособлений, формирующих необходимый адаптационный потенциал на новом гомеостатическом уровне. Переход от неустойчивого механизма кратковременной (срочной) адаптации связан с усилением мощности клеточных систем синтеза белков и нуклеиновых кислот, что обеспечивается увеличением их митохондриального аппарата [18–21]. Подобный «структурный след» адаптации наблюдается во всех тканях и органах, но наиболее выражен в органах, играющих доминирующую роль в конкретном процессе. Практически в любых проявлениях адаптационной деятельности организма необходимость усиления энергетических процессов связана с увеличением транспорта питательных веществ и кислорода и соответственно с увеличением нагрузки на систему кровообращения. Повышение степени напряжения регуляторных механизмов проявляется как усилением активности специфических нейрогормональных систем, так и увеличением корреляции, взаимодействием элементов в функциональной системе.

Об усилении активности специфических нейрогормональных систем можно судить по повышению активности подкорковых центров, участвующих в регуляции ритма сердца, на основе математического анализа сердечного ритма [22, 23]. В значительном числе случаев эта система является лимитирующим звеном адаптации, поэтому вполне обоснованно рассматривать сердечно-сосудистую систему в качестве индикатора адаптационной деятельности целостного организма.

Специфика регуляции сердечной активности со стороны центральной системы обеспечивается возможностью получения прогностической информации об изменении состояния всего организма в целом, поскольку нервная и гуморальная регуляция кровообращения изменяется раньше, чем выделяются энергетические, метаболические и гемодинамические нарушения [24].

Периодические колебания сердечного ритма — результат деятельности сложной системы управления. Как и другие биоритмы, ритмические колебания частоты сердечных сокращений являются ре-

зультатом стохастических нелинейных биологических механизмов, взаимодействующих с изменяющимися внешними факторами. Однако большинство физиологических колебаний не являются строго периодическими. Обычно ритмы нерегулярно изменяются с течением времени под действием изменяющихся внешних факторов и шумовых возмущений [25, 26].

За последние 30 лет изучение variability ритма сердца (ВСР) стало самостоятельным и активно развиваемым направлением в биологии и медицине [27, 28]. Ритм сердца при этом подходе рассматривается не только как показатель собственно функции ритмовождения синусового узла, но, в большей степени, как интегральный маркер состояния множества систем, обеспечивающих гомеостаз организма [29]. В частности, актуален вопрос о критериях оценки variability ритма сердца в период роста организма, адекватной общепринятой интерпретации и сравнимости полученных результатов, с учетом постоянно расширяющегося использования различных математических методов анализа ритма сердца и систем [30–34].

С увеличением возраста число детей и подростков с функциональными нарушениями сердечно-сосудистой системы возрастает. Установлены особенности гемодинамики у современных подростков: во всех возрастных группах выявлено достоверное снижение средних значений систолического АД при достоверном повышении значений диастолического АД по сравнению с таковыми у их сверстников 80-х годов, что может свидетельствовать об определенных негативных сдвигах в регуляции уровней АД у современных подростков.

При популяционных исследованиях только в 20,5 % случаев у современных детей и подростков отсутствуют изменения на ЭКГ. В 1 % случаев выявляются патологические изменения, обусловленные органической патологией сердечно-сосудистой системы, тогда как у 78,5 % школьников без органического поражения сердца регистрируются отдельные ЭКГ-синдромы или их сочетания. В 73,0–91,9 % случаев данные изменения выявляются у детей и подростков с отклонениями в физическом развитии или особенностями ростового процесса, преимущественно с дефицитом массы тела или ускоренными темпами роста. Это наиболее отчетливо прослеживается в возрастной группе подростков 10–14 лет и свидетельствует об определенной морфофункциональной незрелости и несовершенстве нейровегетативного контроля над активацией сердца в период их интенсивного роста и созревания [35].

Таким образом, при изучении закономерностей формирования адаптационных возможностей растущего организма необходимо оценивать функциональные резервы организма, одним из методов, способствующих этому, является метод донозологической диагностики по регуляции структуры сердечного ритма.

Список литературы

- 1 Баранов А.А. Особенности физиологических процессов перестроек организма подростков // Педиатрия. — 2003. — № 2. — С. 4–7.
- 2 Сетко А.Г., Карпенко И.Л., Перминова Л.А., Кузнецова Е.И. Оценка риска для здоровья населения при многосредовом воздействии химических веществ в зоне влияния предприятия нефтехимического производства // Урал. мед. журнал. — 2010. — № 11. — С. 44–46.
- 3 Климов П.В., Суржиков Д.В., Болиаков В.В., Суржиков В.Д. Загрязнение окружающей среды индустриального центра, как фактор риска для здоровья населения // Проблемы анал. риска. — 2011. — Т. 8, № 4. — С. 70–81.
- 4 Лим Т.Е., Фридман К.Б., Шусталов С.Н. Модель изучения риска для здоровья населения от загрязнений автомобильным транспортом // Экология человека. — 2011. — № 8. — С. 3–7.
- 5 Ясницкий Л.Н., Зайцева Н.В., Гусев А.Л., Шур П.З. Нейросетевая модель региона для выбора управляющих воздействий в области обеспечения гигиенической безопасности // Информат. и системы упр. — 2011. — № 3. — С. 51–59.
- 6 Сараева Н.М. Психологический статус детей, проживающих на экологически «загрязненных» территориях, как показатель их адаптации к условиям жизненной среды // Вестн. РУДН. Сер. психол. и пед. — 2010. — № 4. — С. 63–68.
- 7 Криволапчук И.А., Сухецкий В.К. Психофизиологическая характеристика функционального состояния подростков на разных стадиях адаптации полового созревания в условиях напряженной информационной нагрузки // Физиология человека. — 2005. — Т. 31, № 6. — С. 13–25.
- 8 Савилов Е.Д., Выборова С.А. Состояния адаптации как показатель здоровья // Гигиена и санитария. — 2006. — № 3. — С. 7–8.
- 9 Соколова А.Я., Гречкина Л.И. Физическое развитие и состояние сердечно-сосудистой системы у молодых людей в зависимости от уровня двигательной активности // Физиология человека. — 2005. — Т. 32, № 2. — С. 93–98.
- 10 Дадоев Л.Я., Усынин А.М., Вагнер Н.И., Тутатчиков А.Т. Функциональное состояние учащихся 11–12 лет в условиях интенсивных учебных нагрузок по данным анализа variability сердечного ритма // Физиология человека. — 2003. — Т. 29. — № 4. — С. 62–65.

- 11 Фарбер Д.А., Игнатьева И.С. Влияние нейроэндокринных сдвигов пубертатного периода на реализацию рабочей памяти у подростков // Физиология человека. — 2006. — Т. 32, № 1. — С. 5–14.
- 12 Золотникова Г.П., Кургуз Р.В. Соматометрические и физиологические показатели физического развития учащихся профессиональных лицеев, проживающих в техногенно-загрязненных районах Брянской области // Проблемы регион. экологии. — 2011. — № 2. — С. 138–141.
- 13 Сетко А.Г., Карпенко И.Л., Перминова Л.А., Кузнецова Е.И. Оценка риска для здоровья населения при многосредовом воздействии химических веществ в зоне влияния предприятия нефтехимического производства // Урал. мед. журнал. — 2010. — № 11. — С. 44–46.
- 14 Кургуз Р.В. Психофизиологические показатели учащихся профессиональных лицеев из экологически различных районов Брянской области // Вестн. востанов. мед. — 2011. — № 4. — С. 48–50.
- 15 Даян А.В., Оганнисян А.О., Геворкян Э.С., Баклаваджян О.Г., Минасян С.М., Мкртян М.Р. Реакция сердечной деятельности старшеклассников школ с дифференцированным обучением на экзаменационный стресс // Физиология человека. — 2003. — Т. 29, № 2. — С. 37–43.
- 16 Сухарев А.Г. Формирование адаптационных возможностей организма детей и подростков // Вестник РАМН. — 2006. — № 8. — С. 15–18.
- 17 Ноздрачев А.Д., Кочельников С.А., Мажара Ю.П., Наумов Н.М. Один из взглядов на управление сердечным ритмом — интракардиальная регуляция // Физиология человека. — 2005. — Т. 31, № 2. — С. 116–129.
- 18 Мингазова Э.Н., Меркулова Н.А. Прогнозирование заболеваемости детского населения в связи с изменением загрязнения атмосферного воздуха (на примере Владикавказа) // Здоровье населения и среда обитания. — 2011. — № 6. — С. 13–17.
- 19 Бобко Н.Т. Состояние сердечно-сосудистой системы у диспетчеров электрических сетей // Медицина труда и промышленная экология. — 2002. — № 3. — С. 8–11.
- 20 Еремейшвили А.В., Фираго А.Л. Влияние антропогенной нагрузки на содержание тяжелых металлов в биосубстратах детей // Экология человека. — 2011. — № 10. — С. 29–33.
- 21 Демидко Н.Н., Гайнанова Н.К., Мирошкин Д.Г., Казликина Н.Б. Особенности состояния сердечно-сосудистой системы подростков в городах с разным уровнем промышленного загрязнения // Экология человека. — 2011. — № 7. — С. 27–32.
- 22 Буддакова Т.И., Игнатьева Е.В., Ляпина Н.С., Суятинов С.И. Оценка состояния человека и выделение групп риска развития хронических заболеваний // Системный анализ и управление в биомед. системах. — 2011. — Т. 10, № 2. — С. 391–395.
- 23 Колесникова Л.И., Загарских Н.Ю., Колесников С.И., Долгих В.В. Медико-социальные аспекты формирования нарушений репродуктивного потенциала у мальчиков подросткового возраста, проживающих в промышленных центрах. — Новосибирск: Наука, 2010. — 96 с.
- 24 Beale Linda, Hodgson Susan, Abellan Juan Jose, LeFerre Sam, Jarup Lars. Оценка территориальных связей между здоровьем и окружающей средой: средство быстрого исследования // Environ. Health Perspect. — 2010. — Vol. 118, No. 9. — P. 1306–1312.
- 25 Киселев, Киричук В.Ф., Посненкова О.М., Гриднев В.И. Изучение природы периодических колебаний сердечного ритма на основе проб с управляемым дыханием // Физиология человека. — 2005. — Т. 31, № 3. — С. 76–83.
- 26 Downs Timothy J, Ogneva-Himmelberger Velen, Aupont Onesky, Wang Vangyang, Raj Ann, Zimmerman Paula, Goble Robert, Taylor Octavia, Ghurchill Linda, Lemay Celeste. Стратификация территориальной выборки на основе уязвимости для Национального исследования у детей (округ Вустер, Массачусетс): охват колебаний факторов окружающей среды и социальной демографии относительно здоровья // Environ. Health Perspect. — 2010. — Vol. 118, No. 9. — P. 1318–1325.
- 27 Chuang Kai-Jen, Van Vuan-Horng, Chiu Shu-Yi, Cheng Tsun-Jen. Долговременное воздействие загрязнения воздуха и факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний у пожилых людей на Тайване // Occup. And Environ. Med. — 2011. — Vol. 68, No. 1. — P. 64–68.
- 28 Shifield Th., Bergon A., Brag-Remscell. D. et al. Recommendation for standartisation of instrumentation and practice in the use of ambulatory electrocardiography // Circulation. — 1985. — Vol. 71. — P. 626–631.
- 29 Макаров Л.М., Белозеров Ю.М., Белоконь Н.А. и др. Характеристика циркадной вариабельности частоты сердечных сокращений в период холтеровского мониторирования // Кардиология. — 1997. — № 4. — С. 68–72.
- 30 Петров С.Б. Эколого-эпидемиологическая оценка влияния взвешенных веществ в атмосферном воздухе на развитие болезней системы кровообращения // Экология человека. — 2011. — № 2. — С. 3–7.
- 31 Bruce-Lorw Stewart S., Cotterrell David, Jones Gareth E. Вариабельность сердечного ритма во время экспозиции при высокой температуре окружающей среды // Aviat., Space and Environ. Med. — 2006. — Vol. 77, No. 9. — P. 915–920.
- 32 Лютикова Л.Н., Салтыкова М.М., Рябыкина Г.В., Мареев В.Ю. Методика анализа суточной вариабельности ритма сердца // Кардиология. — 1995. — № 1. — С. 45–50.
- 33 Макрова Л.М. Особенности вариабельности циркадного ритма сердца в условиях свободной активности // Физиология человека. — 1998. — Т. 24, № 2. — С. 56–62.
- 34 Рубановский В.Б., Гиренко Л.А., Айдман Р.Н. Особенности морфофункционального развития мальчиков 7–14 лет разных типов адаптационного реагирования // Физиология человека. — 2003. — Т. 29, № 3. — С. 48–53.
- 35 Зорина И.Г. Донозологические нервно-психические заболевания у школьников и их связь с экологическими факторами // Вестн. РАМН. — 2012. — № 7. — С. 30–34.

Е.Ш.Тақамбаева, А.А.Мусина, Б.Т.Рахметова

Қоршаған орта факторлары ықпалынан жасөспірімдер мен балалар ағзасы бейімделуінің ерекшеліктері

Мақалада қазіргі заманға лайық балалар мен жасөспірімдер ағзасының бейімделу мүмкіндіктерін бағалайтын тәсіл сипатталған. Жасөспірімдердің бейімделу мүмкіндіктерін бағалауда жүрек ырғағының интегралды сипаттамасының ақпараттылығы диагностика өлшемі ретінде талданды. Диастолалық артериялық қысым мәнінің анық жоғарылауы мен систолалық артериялық қысым мәнінің орташа төмендеуі белгіленетін қазіргі таңдағы жасөспірімдерде гемодинамиканың ерекшеліктері талданып, жүректің жиырылу жиілігін реттеу механизмінің талдау нәтижелеріне негізделген вегетативті жүйке жүйесінің жағдайын зерттеудің жаңа инвазивті емес әдісі ұсынылды.

E.Sh.Takambaeva, A.A.Musina, B.T.Rakhmetova

Features adaptive rearrangements of the functional state of the organism under the influence of adolescent environmental factors

The analysis of modern approach of an assessment adaptation possibilities is given to opportunity of organism of children and teenagers. As criteria of diagnostics informing of integral descriptions of rhythm of heart is analysed at the estimation of adaptation possibilities of organism of teenagers. The features of hemodynamics are analysed for modern teenagers at that the reliable decline of mean values of systole arteriotony is marked at the reliable increase of values of diastole arteriotony. The new uninvasive methods of research are presented the states of the vegetative nervous system, that is based on the analysis of mechanisms of adjusting of frequency of heart-throbs.

References

- 1 Baranov A.A. *Pediatrics*, 2003, 2, p. 4–7.
- 2 Setko A.G., Karpenko I.L., Perminova L.A., Kuznetsova E.I. *Ural. Med. Journal*, 2010, 11, p. 44–46.
- 3 Klimov P.V., Surzhikov D.V., Bolshakov V.V., Surzhikov V.D. *Problems anal. risk*, 2011, 8, 4, p. 70–81.
- 4 Lim T.E., Freedman K.B., Shustalov S.N. *Ecol. man*, 2011, 8, p. 3–7.
- 5 Yasnitsky L.N., Zaitseva N.V., Gusev A.L., Shur P.Z. *Informative. and exercise system*, 2011, 3, p. 51–59.
- 6 Sarajeva N.M. *Vestn. People's Friendship University. Ser. psychol. and ped.*, 2010, 4, p. 63–68.
- 7 Krivolapchuk I.A., Suhetsky V.K. *Human Physiology*, 2005, 31, 6, p. 13–25.
- 8 Savilov E.D., Vyborova S.A. *Hygiene and sanitariya*, 2006, 3, p. 7–8.
- 9 Sokolova A.Ya., Grechkina L.I. *Human Physiology*, 2005, 32, 2, p. 93–98.
- 10 Dadoev L.Ya., Usynin A.M., Wagner N.I., Tutatchikov A.T. *Human Physiology*, 2003, 29, 4, p. 62–65.
- 11 Farber D.A., Ignatyeva I.S. *Human Physiology*, 2006, 32, 1, p. 5–14.
- 12 Zolotnikova G.P., Kurguz R.V. *Problems region. ecol.*, 2011, 2, p. 138–141.
- 13 Setko A.G., Karpenko I.L., Perminov L.A., Kuznetsova E.I. *Ural. Med. Journal*, 2010, 11, p. 44–46.
- 14 Kurguz R.V. *Uprising. Med. Bull.*, 2011, 4, p. 48–50.
- 15 Dayan A.V., Ogannisyan A.O., Gevorgyan E.S., Baklavadzhyan O.G., Minasyan S.M., Mkrtyan M.R. *Human Physiology*, 2003, 29, 2, p. 37–43.
- 16 Sukharev A.G. *RAMS Bull.*, 2006, 8, p. 15–18.
- 17 Nozdrachyov A.D., Kochelnikov S.A., Mazhara Yu.P., Naumov N.M. *Human Physiology*, 2005, 31, 2, p. 116–129.
- 18 Mingazova E.N., Merkulova N.A. *Public health and the environment*, 2011, 6, p. 13–17.
- 19 Bobko N.T. *Occupational Medicine and Industrial Ecology*, 2002, 3, p. 8–11.
- 20 Eremyshvili A.V., Firago A.L. *Ecol. man*, 2011, 10, p. 29–33.
- 21 Demidko N.N., Gaynanova N.K., Miroshkin D.G., Kazlikina N.B. *Ecol. man*, 2011, 7, p. 27–32.
- 22 Buldakova T.I., Ignatieva E.V., Lyapina N.S., Suyatinov S.I. *System. anal. and exercise in biomed. systems*, 2011, 10, 2, p. 391–395.
- 23 Kolesnikova L.I., Zagarskikh N.Yu., Kolesnikov S.I., Dolgikh V.V. *Medical and social aspects of the formation of reproductive potential in adolescent boys living in the industrial centers*, Novosibirsk: Nauka, 2010, p. 96.
- 24 Beale Linda, Hodgson Susan, Abellan Juan Jose, LeFerre Sam, Jarup Lars. *Environ. Health Perspect.*, 2010, 118, 9, p. 1306–1312.
- 25 Kiselev, Kirichuk V.F., Posnenkova O.M., Gridnev V.I. *Human Physiology*, 2005, 31, 3, p. 76–83.

- 26 Downs Timothy J, Ogneva-Himmelberger Velen, Aupont Onesky, Wang Vangyang, Raj Ann, Zimmerman Paula, Goble Robert, Taylor Octavia, Ghurchill Linda, Lemay Celeste. *Environ. Health Perspect.*, 2010, 118, 9, p. 1318–1325.
- 27 Chuang Kai-Jen, Van Vuan-Horng, Chiu Shu-Yi, Cheng Tsun-Jen. *Occup. And Environ. Med.*, 2011, 68, 1, p. 64–68.
- 28 Shifield Th., Bergon A., Brag-Remscell. D. et al. *Circulation*, 1985, 71. p. 626–631.
- 29 Makarov L.M., Belosero Yu.M., Belokon N.A. et al. *Cardiology*, 1997, 4, p. 68–72.
- 30 Petrov S.B. *Ecol. man*, 2011, 2, p. 3–7.
- 31 Bruce-Lorw Stewart S., Cotterrell David, Jones Gareth E. *Aviat., Space, and Environ. Med.*, 2006, 77, 9, p. 915–920.
- 32 Lyutikova L.N., Saltykova M.M., Ryabykina G.V., Mareev V.Yu. *Cardiology*, 1995, 1, p. 45–50.
- 33 Makrova L.M. *Human Physiology*, 1998, 24, 2, p. 56–62.
- 34 Rubanovskii V.B., Ghirenko L.A., Aidman R.N. *Human Physiology*, 2003, 29, 3, p. 48–53.
- 35 Zorina I.G. *RAMS Bull.*, 2012, 7, p. 30–34.

Репозиторий КАРГУ