

Использование пробы с водной нагрузкой для оценки деятельности почек при внутрисосудистом декомпрессионном газообразовании различной интенсивности

А.А. Мясников, А.Ю. Шитов, Ю.Н. Согрин

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, кафедра физиологии подводного плавания

The use of water load test for evaluation of the kidney activity during intravascular gas formation induced by decompression of various intensity

A.A. Myasnikov, A.Yu. Shitov, Yu.N. Sogrin

Ключевые слова: водная нагрузочная проба, водолаз, внутрисосудистое декомпрессионное газообразование, почка.

Целью исследования была оценка с помощью нагрузочной водной пробы деятельности почек человека при различных исходных уровнях внутрисосудистого декомпрессионного газообразования (УВДГ), возникающих в ходе имитированного спуска на средние глубины. В исследовании участвовало 44 испытуемых-добровольцев, мужчин в возрасте 20–25 лет. В ходе первой серии исследований испытуемые были разделены на группы в соответствии с исходными УВДГ. При проведении второй серии исследований испытуемые принимали воду в дозе 20 мл на кг массы тела за 5 мин до окончания изопреции (выдержки) в барокамере на глубине 30 м (0,4 МПа). В результате исследования выявлено, что параметры ответной реакции выделительной системы на водную нагрузку в условиях воздействия на человека неблагоприятных факторов погружения отличаются от таковых в стандартных условиях. У лиц, имеющих после погружения высокий УВДГ, деятельность почек направлена на снижение выделения мочи, натрия и хлоридов и, напротив, на усиление экскреции калия. Различия в ответной реакции почек на водную нагрузку в условиях воздействия на человека неблагоприятных факторов погружения могут быть связаны с индивидуальной устойчивостью человека к этим факторам.

The aim of the study was to evaluate the activity of human kidneys using water load test at various initial levels of decompression-induced intravascular gas formation (DIGF) arising in the course of a simulated descent to moderate depths. Forty-four male volunteers aged 20–25 years participated in this study. The subjects were divided into groups according to baseline values of IDGF in the first series of tests. During the second series of tests the subjects consumed water, 20 ml/kg body weight 5 minutes before the end of isopression (endurance/exposition) in a pressure chamber at the depth of 30 m (0,4 MPa). The parameters of the reaction of the excretory system to water load under the immersion differ from those in standard conditions. The kidney activity of persons who have high DIGF after immersion was characterized by reducing excretion of urine, sodium and chloride and increase in excretion of potassium. Differences in the kidney response to high pressure under conditions of decompression-induced intravascular gas formation of varying intensity can be associated with individual human resistance to these factors.

Key words: water load test, diver, decompression-induced intravascular gas formation, kidney.

Введение

Водолазный труд опасен и предъявляет повышенные требования к функциональным системам организма. Одна из таких систем – выделительная, важнейшим органом которой являются почки. Исследованию деятельности почек в условиях влияния на организм неблагоприятных факторов водолазного погружения внимания уделено недостаточно, хотя выделительная система отвечает за выведение из организма растворенных в тканях индифферентных газов [8, 9]. Поэтому для оценки деятельности почек нами была выбрана

водная нагрузочная проба, которая определяет резервные возможности различных отделов выделительной системы и предъявляет к ним повышенные требования [1, 15]. Данная проба неоднократно использовалась при исследовании водно-электролитного обмена и функциональных возможностей осморегулирующих систем почек в клинических условиях [1, 7, 11] и экспериментальных исследованиях [2, 17], а также у космонавтов до и после космического полета [4, 6].

В водолазной медицине нет единых подходов и методик проведения водной нагрузочной пробы, не определен оптимальный состав нагрузки и не установлены критерии оценки

Адрес для переписки: 190013, г. Санкт-Петербург, Загородный пр-д, 47. Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, кафедра физиологии подводного плавания. Шитов Арсений Юрьевич, к. м. н., преподаватель кафедры

Телефон: 8 (812) 495-72-43, 8 (812) 495-72-87

E-mail: arseniyshitov@mail.ru

результатов. Кроме того, не определены методические приемы исследования функций почек и водно-электролитного обмена на различных этапах водолазного спуска (компрессии, изопрессии, декомпрессии) при действии на организм комплекса неблагоприятных факторов водолазного погружения. По мнению ряда исследователей, ведущим среди этих факторов является декомпрессионное внутрисосудистое газообразование, которое может возникать при выведении из тканей организма растворенных в них при погружении индифферентных газов [13, 14]. Основным элементом патогенеза декомпрессионного внутрисосудистого газообразования является циркуляторная гипоксия, развивающаяся при возникновении в сосудах и тканях организма газовых пузырьков. Следовательно, декомпрессионное внутрисосудистое газообразование можно рассматривать как модель влияния на организм водолаза других неблагоприятных факторов водолазного погружения (гипоксия, гиперкапния, гипероксия), ведущим элементом патогенеза которых является недостаток кислорода в тканях [12].

Поэтому целью нашего исследования была оценка с помощью нагрузочной водной пробы деятельности почек человека при различных исходных уровнях внутрисосудистого декомпрессионного газообразования, возникающих в ходе имитированного спуска на средние глубины.

Материалы и методы

Деятельность почек человека при различных исходных уровнях внутрисосудистого декомпрессионного газообразования (УВДГ) исследовалась с участием 44 испытуемых-добровольцев, мужчин в возрасте 20–25 лет, допущенных к водолазным спускам по состоянию здоровья. На проведение исследования получено положительное решение комитета по вопросам этики при Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (протокол № 59 от 31 октября 2006 г.).

Было проведено две серии исследований. В ходе первой серии исследований испытуемые были разделены на три группы в соответствии с исходными УВДГ.

Для оценки исходного УВДГ давление в барокамере ПДК-2 с испытуемыми повышалось воздухом в течение 3 мин до 0,2 МПа, а затем за 2–3 мин – до 0,4 МПа и поддерживалось на этом уровне 60 мин, считая от момента создания давления 0,2 МПа. Декомпрессия продолжалась 63 мин. Исходный УВДГ измерялся в течение 1,5–2,5 часов после окончания декомпрессии с помощью ультразвуковой локализации венозного кровотока. Для локализации газовых пузырьков в кровотоке использовалась ультразвуковая установка БАЗ.836.003 (СКТБ «Биофизприбор»), работающая на основе принципа Допплера с кожным совмещенным датчиком, рабочей частотой ультразвука 5 МГц и слуховой индикацией сигнала кровотока. Локация газовых пузырьков у испытуемых осуществлялась в положении лежа на спине во II–IV межреберьях слева от грудины, в проекции осевого кровотока легочной артерии. При этом испытуемых с УВДГ до 0 баллов относили к группе устойчивых, с уровнем до 1 балла (включительно) – к группе среднеустойчивых, а испытуемых с УВДГ более 1 балла – к группе неустойчивых к декомпрессионной болезни (ДБ) [3].

Для оценки с помощью нагрузочной водной пробы деятельности почек испытуемых, имевших различные исходные уровни внутрисосудистого декомпрессионного газообразования при влиянии неблагоприятных факторов водолазного погружения, была проведена вторая серия

исследований. Применялся стандартный вариант пробы с водной нагрузкой (20 мл на кг массы тела). Такая проба, по мнению ряда авторов, является наиболее адекватной, так как при меньшем количестве жидкости у здорового человека не всегда удается добиться значительного увеличения диуреза, а большая нагрузка вызывает нежелательные побочные явления вплоть до головной боли, озноба, диареи, возникающих во время и после приема жидкости [4, 5]. До проведения пробы испытуемые не принимали воды и пищи с 20 часов предыдущего дня. В 6 часов утра испытуемые под нашим контролем опорожняли мочевой пузырь и в течение 2–3 часов собирали исходную пробу мочи.

Испытуемые принимали воду (ГОСТ «Вода питьевая») за 5 мин до окончания изопрессии (выдержки) в барокамере на глубине 30 м (0,4 МПа). Мочу собирали при произвольном мочеиспускании в течение 4 часов после водной нагрузки (в течение первых 2 часов каждые 30 мин, а затем 2 раза через 1 час). Всего, с учетом исходной пробы, у каждого испытуемого было осуществлено 7 заборов мочи (до нагрузки и после нее: на 30, 60, 90, 120, 180 и 240-ю мин). При этом определяли величину максимального диуреза и динамику его развития, а с помощью интегрированной лабораторной биохимической системы Synchron Clinical System CX 3 Delta фирмы Beckman (США) – концентрацию электролитов (натрий, калий, кальций, магний, хлориды), креатинина в моче и динамику их выделения.

При анализе полученных данных решались такие задачи, как описание изучаемых параметров в группах и оценка значимости различия количественных показателей в этих группах. В ходе исследования применялись следующие процедуры и методы статистического анализа: определены числовых характеристик переменных (описательная статистика); оценка соответствия эмпирического закона распределения количественных переменных теоретическому закону нормального распределения по критерию Колмогорова–Смирнова и оценка значимости различий количественных показателей в связанных выборках по критерию Стьюдента и Вилкоксона (Wilcoxon Matched Pairs Test). При этом использовались стандартные методики, широко освещенные в литературе [10, 18].

Результаты и их обсуждение

В результате первой серии исследований испытуемые были разделены на три группы в соответствии с исходными УВДГ. Испытуемые первой группы (12 чел.) не имели после погружения в барокамеру внутрисосудистого декомпрессионного газообразования (УВДГ – 0 баллов) и были отнесены к группе устойчивых к ДБ. Большинство испытуемых (24 чел.) имели при ультразвуковой локализации венозного кровотока отдельные редкие сигналы от газовых пузырьков (УВДГ менее или равен 1 баллу), слышные менее чем в половине сердечных циклов, и являлись среднеустойчивыми к ДБ. Частые сигналы от декомпрессионных газовых пузырьков, слышные более чем в половине сердечных циклов (УВДГ более 1 балла), имели 8 испытуемых, которые были отнесены нами к группе неустойчивых к ДБ.

Результаты второй серии исследований, полученные при проведении водной нагрузочной пробы за 5 минут до окончания изопрессии (выдержки в барокамере в течение 60 мин под давлением 0,4 МПа), представлены в табл. Из данных, представленных в табл., следует, что диурез возрастает у всех испытуемых (по сравнению с исходными данными) начиная с 60-й минуты после водной нагрузки.

При этом количество выделяемой мочи у лиц, устойчивых к ДБ, было значительно больше, чем у всех остальных испытуемых. Так, в группе испытуемых с УВДГ >0, но ≤1 балла (среднеустойчивых к ДБ) количество выделяемой мочи было достоверно меньшим, чем в группе людей с исходным УВДГ, равным 0 баллов (устойчивых к ДБ), с 60-й по 240-ю минуты исследования, а в группе с УВДГ >1 балла (неустойчивых к ДБ) – на 60-й и 90-й минутах после водной нагрузки.

Количество выделяемого креатинина достоверно увеличивалось с 30-й минуты после водной нагрузки у всех испытуемых по сравнению с исходными данными. При этом у лиц, устойчивых к ДБ, количество экскретируемого креа-

тинина на 90-й и 120-й минутах наблюдения после водной нагрузки было достоверно меньшим, чем у всех остальных испытуемых.

Количество экскретируемого с мочой натрия возрастало с 60-й минуты после водной нагрузки у всех обследованных испытуемых, однако динамика экскреции имела при этом различные временные интервалы (при УВДГ, равном 0 баллов, с 60-й по 180-ю минуты, при УВДГ, больше 0, но ≤1 баллу, с 60-й по 240-ю минуты, а при УВДГ >1 балла лишь на 120-й минуте после водной нагрузки). При этом у лиц, устойчивых к ДБ, экскреция с мочой натрия была достоверно выше, чем у всех остальных обследованных испытуемых на

Таблица

Экскреция веществ с мочой после водной нагрузки, проведенной за 5 мин до окончания изопресси (выдержки под давлением), у испытуемых, имевших различный исходный уровень декомпрессионного внутрисосудистого газообразования (M ± m, n = 44)

Показатели	УДВГ, баллы	Исходные значения	Время после водной нагрузки, мин					
			30 [§]	60 [§]	90	120	180	240
Диурез, мл/мин	0 (n = 12)	0,61 ± 0,028	0,83 ± 0,1	6,77 ± 0,293 **	12,0 ± 0,19 ***	11,55 ± 0,28 ***	6,38 ± 0,39 **	2,16 ± 0,092 ***
	≤1 (n = 24)	0,6 ± 0,04	0,8 ± 0,05	5,55 ± 0,16 ** # #	10,11 ± 0,16 *** # # #	10,55 ± 0,11 *** #	5,33 ± 0,16 ** #	2,58 ± 0,069 # # #
	>1 (n = 8)	0,63 ± 0,19	0,75 ± 0,07	5,41 ± 0,07 *** #	10,0 ± 0,33 *** # #	10,66 ± 0,33 ***	5,5 ± 0,16 ***	2,41 ± 0,077 ***
Креатинин, мг/мин	0 (n = 12)	1,18 ± 0,12	1,32 ± 0,1	1,53 ± 0,06 *	1,41 ± 0,12	1,47 ± 0,029 *	1,39 ± 0,09	1,36 ± 0,09
	≤1 (n = 24)	1,03 ± 0,09	1,3 ± 0,11 **	1,66 ± 0,06 ***	1,72 ± 0,04 ** #	1,63 ± 0,021 ** # #	1,51 ± 0,05 **	1,27 ± 0,1
	>1 (n = 8)	1,1 ± 0,069	1,46 ± 0,12 *	1,72 ± 0,075 **	1,8 ± 0,1 ** #	1,85 ± 0,086 *** #	1,67 ± 0,127 **	1,34 ± 0,092
Натрий, ммоль/ч	0 (n = 12)	6,78 ± 0,49	6,21 ± 0,43	9,25 ± 0,31 **	9,22 ± 0,19 **	8,65 ± 0,31 *	8,39 ± 0,24 *	8,11 ± 0,44
	≤1 (n = 24)	6,27 ± 0,29	6,31 ± 0,49	8,08 ± 0,26 ** #	8,25 ± 0,2 *** # #	8,3 ± 0,11 ***	7,44 ± 0,23 ** #	7,35 ± 0,25 *
	>1 (n = 8)	6,57 ± 0,76	6,12 ± 0,44	8,14 ± 0,16 #	8,14 ± 0,14 #	8,21 ± 0,12 *	7,22 ± 0,28 #	7,44 ± 0,55
Калий, ммоль/ч	0 (n = 12)	2,65 ± 0,34	2,74 ± 0,33	3,36 ± 0,051	3,42 ± 0,22	3,61 ± 0,13 *	3,5 ± 0,15	3,35 ± 0,17
	≤1 (n = 24)	2,22 ± 0,23	2,8 ± 0,16	3,5 ± 0,044 **	4,11 ± 0,18 ** #	4,19 ± 0,16 *** #	3,97 ± 0,13 ** #	3,51 ± 0,18 **
	>1 (n = 8)	2,42 ± 0,78	2,89 ± 0,26	3,7 ± 0,084 #	4,2 ± 0,25	4,29 ± 0,12 * #	4,14 ± 0,16 * #	3,72 ± 0,32
Кальций, ммоль/ч	0 (n = 12)	0,24 ± 0,034	0,11 ± 0,01 *	0,13 ± 0,016 *	0,14 ± 0,01 *	0,26 ± 0,024	0,17 ± 0,01	0,22 ± 0,013
	≤1 (n = 24)	0,2 ± 0,016	0,13 ± 0,01 **	0,19 ± 0,013 #	0,22 ± 0,01 # #	0,29 ± 0,016 **	0,26 ± 0,014 * # #	0,24 ± 0,008
	>1 (n = 8)	0,19 ± 0,04	0,14 ± 0,01	0,21 ± 0,025	0,25 ± 0,023 #	0,29 ± 0,011 *	0,28 ± 0,012 * # #	0,21 ± 0,016
Магний, ммоль/ч	0 (n = 12)	0,14 ± 0,011	0,12 ± 0,01	0,11 ± 0,012	0,15 ± 0,01	0,18 ± 0,02	0,17 ± 0,01	0,19 ± 0,015 *
	≤1 (n = 24)	0,17 ± 0,01	0,12 ± 0,01 **	0,15 ± 0,016	0,19 ± 0,009 #	0,19 ± 0,013	0,21 ± 0,012 *	0,2 ± 0,017
	>1 (n = 8)	0,21 ± 0,041	0,15 ± 0,02	0,19 ± 0,017 #	0,23 ± 0,022 #	0,23 ± 0,026	0,26 ± 0,025 #	0,18 ± 0,031
Хлориды, ммоль/ч	0 (n = 12)	7,92 ± 0,72	7,4 ± 0,74	9,8 ± 0,31	12,9 ± 0,16 **	12,2 ± 0,46 **	10,3 ± 0,47 *	9,1 ± 0,32
	≤1 (n = 24)	6,72 ± 0,56	6,66 ± 0,2	9,2 ± 0,36 **	10,59 ± 0,11 *** # #	10,75 ± 0,21 *** #	8,92 ± 0,32 ** #	8,7 ± 0,13 **
	>1 (n = 8)	7,1 ± 0,55	6,55 ± 0,36	9,1 ± 0,19 **	10,46 ± 0,19 *** # # #	10,59 ± 0,43 ***	9,7 ± 0,42 **	9,12 ± 0,31 **

* Различия достоверны по сравнению с исходными данными до водной нагрузки, $p < 0,05$.

** Различия достоверны по сравнению с исходными данными до водной нагрузки, $p < 0,01$.

*** Различия достоверны по сравнению с исходными данными до водной нагрузки, $p < 0,001$.

Различия достоверны по сравнению с данными после водной нагрузки в группе с УДВГ, равным 0 баллов, $p < 0,05$.

Различия достоверны по сравнению с данными после водной нагрузки в группе с УДВГ, равным 0 баллов, $p < 0,01$.

Различия достоверны по сравнению с данными после водной нагрузки в группе с УДВГ, равным 0 баллов, $p < 0,001$.

§ Забор мочи производился в барокамере.

60, 90 и 180-й минутах после водной нагрузки.

Увеличение количества выделяемого после водной нагрузки калия, по сравнению с исходными данными, наблюдалось у всех обследованных испытуемых, однако у устойчивых к ДБ лиц его выделение было существенно меньшим, чем у всех остальных обследованных испытуемых. В группе устойчивых к ДБ испытуемых такое увеличение происходило на 120-й минуте, а в группах среднеустойчивых и неустойчивых к ДБ лиц – соответственно с 60-й по 240-ю минуту и со 120-й по 180-ю минуту после водной нагрузки. Достоверное увеличение экскреции калия в группах испытуемых, имевших различный исходный УВДГ (следовательно, и различную устойчивость к ДБ), по сравнению с группой устойчивых к ДБ испытуемых регистрировалось: в группе среднеустойчивых – с 90-й по 180-ю минуту, а в группе неустойчивых к ДБ лиц – на 60-й и со 120-й по 180-ю минуты после водной нагрузки.

Экскреция кальция имела тенденцию к снижению по сравнению с исходными значениями во всех обследованных группах на 30-й минуте после водной нагрузки. В группах средне- и низкоустойчивых к ДБ испытуемых после водной нагрузки происходило достоверное увеличение экскреции кальция почками по сравнению с испытуемыми, не имевшими декомпрессионного внутрисосудистого газообразования. У среднеустойчивых к ДБ испытуемых это увеличение происходило на 60–90-й и 180-й минутах, а у неустойчивых к ДБ испытуемых – на 90-й и 180-й минутах после водной нагрузки. При этом, если в группе испытуемых, не имевших внутрисосудистого газообразования (устойчивых к ДБ), количество выделяемого кальция снижалось (с 30-й по 90-ю минуту), то в группе испытуемых с УВДГ, большим 0, но ≤ 1 баллу (среднеустойчивых к ДБ), такое снижение происходило лишь на 30-й минуте.

У всех испытуемых при водной нагрузке за 5 минут до окончания изопрессии отмечалась тенденция к увеличению экскреции магния с мочой по сравнению с исходными результатами, а в группе неустойчивых к ДБ лиц эти показатели на 60, 90 и 180-й минутах достоверно превышали таковые в группе испытуемых с УВДГ, равным 0 баллов (устойчивых к ДБ).

Увеличение экскреции хлоридов наблюдалось у всех обследованных испытуемых. Однако если в группе устойчивых к ДБ лиц это увеличение регистрировалось с 90-й по 180-ю минуту, то в группе среднеустойчивых к ДБ испытуемых – с 60-й по 240-ю минуту после водной нагрузки. Количество выделяемых хлоридов в группах средне- и низкоустойчивых испытуемых было достоверно меньше, чем в группе людей, устойчивых к ДБ (соответственно на 90–180-й и 90-й минутах).

Анализ применения водной нагрузки на этапе изопрессии показал наличие у испытуемых значительных различий в реагировании на данное внешнее воздействие. Однако необходимо отметить, что колебания показателей исследуемых параметров функций почек находятся в пределах физиологической нормы [4, 5, 15].

Полученные в наших исследованиях данные, свидетельствующие об увеличении уровня диуреза у всех без исключения испытуемых после водной нагрузки, согласуются с результатами других исследователей, считающих, что водный диурез развивается через 15–30 минут после водной нагрузки только потому, что это время необходимо для разрушения антидиуретического гормона (АДГ), выделившегося в кровь еще до приема воды. Кроме того, даже

само раздражение слизистой желудка потребляемой водой может быть условно-рефлекторным раздражителем для деятельности почек [16].

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что у лиц, наименее устойчивых к декомпрессионной болезни, деятельность функций почек при водной нагрузке направлена на снижение выделения мочи, натрия и хлоридов и, напротив, на усиление экскреции калия. Это, в свою очередь, может указывать на повышение после «погружения» тонуса симпатической нервной системы или на возможное преобладание действия компонентов «антинарийуретической» системы (альдостерон, АДГ) над действием веществ с натрийуретическим действием (предсердный натрийуретический фактор, ацетилхолин, простагландины, кинины) у водолазов, имевших высокий УВДГ.

Можно предположить, что при действии на организм водолаза других неблагоприятных факторов погружения (гиперкапния, гипероксия), ведущим элементом патогенеза которых является гипоксия, тип реакции выделительной системы будет зависеть от индивидуальной исходной устойчивости людей к этим факторам.

Выводы

1. Параметры ответной реакции выделительной системы на водную нагрузку в условиях воздействия на человека неблагоприятных факторов погружения отличаются от таковых в стандартных условиях.
2. У лиц, наименее устойчивых к декомпрессионной болезни, деятельность почек при водной нагрузке направлена на снижение выделения мочи, натрия и хлоридов и, напротив, на усиление экскреции калия.
3. Различия в ответной реакции почек на водную нагрузку в условиях воздействия на человека неблагоприятных факторов погружения могут быть связаны с индивидуальной устойчивостью человека к этим факторам.

Литература

1. Айзман Р.И. Возрастные особенности регуляции функций почек и водно-солевого обмена у детей // Нефрология и диализ. 2003. Т. 5. № 3. С. 220–221.
2. Ахмедханова А.А. Особенности реакции почек на водно-солевою нагрузку // Нефрология и диализ. 2003. Т. 5. № 3. С. 249.
3. Волков Л.К. Физиологическое обоснование профилактики декомпрессионных расстройств: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб.: ВмедА, 1994. 32 с.
4. Газенко О.Г. Водно-солевой гомеостаз и космический полет. М.: Наука, 1986. 238 с.
5. Горн М.М., Хейтц У.И., Сверинген П.Л. Водно-электролитный и кислотно-основной баланс (краткое руководство): пер. с англ. СПб.–М.: Бином, 2000. 320 с.
6. Григорьев А.И., Ларина И.М., Носков В.Б. Влияние космических полетов на состояние и регуляцию водно-электролитного обмена // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2006. Т. 92. № 1. С. 5–17.
7. Донгак А.О., Корощенко Г.А., Кирсанов С.И., Кривошеков С.Г., Айзман Р.И. Реакция почек и гемодинамики на водно-солевые нагрузки у юношей // Бюллетень СО РАМН. 2008. № 4 (132). С. 77–84.
8. Кушниренко Н.П. Изменение функционального состояния почек при бессимптомном декомпрессионном газообразовании и декомпрессионной болезни (экспериментальное и клиническое исследование): автореф. дис. ... канд. мед. наук. Л.: ВмедА, 1980. 16 с.
9. Левковский Н.С. Влияние повышенного атмосферного давления на функции почек: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Л.: ВмедА, 1974. 17 с.
10. Макарова Н.В., Трофимец В.Я. Статистика в Excel: Учебное пособие. М.: Финансы и статистика, 2002. 368 с.
11. Мельников В.Н., Донгак А.О., Кривошеков С.Г., Айзман Р.И. Показатели гемодинамики у молодых мужчин при воздействии водной

нагрузки в сочетании с кратковременной гипоксией // Бюллетень СО РАМН. 2007. № 3 (125). С. 159–162.

12. Мясников А.А. Физиологическое обоснование неспецифических методов повышения устойчивости организма к декомпрессионной болезни: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб.: ВмедА, 1999. 38 с.

13. Мясников А.П., Мясников А.А. Взаимодействие человека с повышенным давлением газовой и водной среды. СПб., 2006. 99 с.

14. Нессирио Б.А. Физиологические основы декомпрессии водолазов-глубоководников. СПб.: Золотой век, 2002. 448 с.

15. Носков В.Б., Григорьев А.И., Козыревская Г.И. Функциональная проба с водной нагрузкой: физиологические параметры и критерии оценки // Лабораторное дело. 1978. № 7. С. 415–419.

16. Тигранян Р.А. Гормонально-метаболический статус организма при экстремальных воздействиях. М.: Наука, 1990. 288 с.

17. Шырапай У.В., Беличенко В.М., Шошенко К.А., Айзман Р.И. Характеристика клубочков и величина почечного кровотока в покое и после водной нагрузки у крыс в постнатальном онтогенезе // Нефрология и диализ. 2008. Т. 10. № 1. С. 55–61.

18. Юнкеров В.И., Григорьев С.Г. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований. 2-е изд., доп. СПб.: ВмедА, 2005. 292 с.

Получено: 15.10.09
Принято к печати: 12.02.10