

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ ОБРАТНОГО ОСМОСА И ПРИМЕНЯЕМОЙ НА ОБЪЕКТАХ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*¹Линченко С.Н., ²Головинова В.Ю., ²Караханян К.С., ²Чеботов С.А.,
²Слесарев Ю.М.*

*¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет»
МЗ РФ, г. Краснодар, Россия*

*²ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет»
МЗ РФ, г. Ростов-на-Дону, Россия*

Актуальность. Качество питьевой воды является одним из ключевых факторов, влияющих на состояние здоровья персонала специальных объектов военного и иного назначения, прежде всего, – личного состава кораблей и судов, подводных лодок (пл). Поскольку запасы пресной воды, взятой на корабль, не могут длительно обеспечить потребности экипажа, по мере развития мореплавания разрабатывались технологии получения питьевой воды путем опреснения морской. Опреснение является востребованным на кораблях и пл ВМФ в связи с тем, что позволяет существенно увеличить автономность плавания.

К инновационным технологиям, обеспечивающим достаточный объем питьевой воды, даже для экипажей большой численности, относится водоопреснение методом обратного осмоса (ОО). С появлением обратноосмотических установок (ООУ) удается достичь удельного водообеспечения в 100 и более литров на человека в сутки, что позволяет отказаться от практики периодической подачи воды (на 10-20 минут 4 раза в сутки на гигиенические нужды) и делает подачу питьевой и мытьевой воды постоянной.

Преимущества использования ООУ в плане количественного водообеспечения очевидны. Однако применение питьевой воды, полученной на ООУ, ставит перед специалистами в области военно-морской медицины, гигиены военного труда вопрос о характере биологического действия этой воды на организм и ее безопасности при длительном безальтернативном применении.

Цель. Провести экспериментальную оценку безопасности длительного применения питьевой воды, полученной с использованием установки обратного осмоса.

Материалы и методы. Эксперименты проведены на 20 альбиносах серых крыс (*Rattus norvegicus*, John Verkenhout, 1769), массой тела на момент начала исследования 220-250 г. Животные случайным образом были распределены на 2 равные группы (экспериментальную – ЭГ, и контрольную – КГ). Перед началом эксперимента животные помещались на обязательный 2-недельный карантин. Крысы находились по 4–6 особей в стандартных клетках для содержания лабораторных грызунов (тип IV).

Крысам ЭГ в течение 12 дней для питья давалась только вода, опресненная методом ОО. В качестве исходной воды использовался имитат морской воды, помещаемой в резервуар промышленной ООУ RORO-510DT (Германия). Конечная вода разливалась в стерильные бутылки и доставлялась в виварий.

Крысы контрольной группы в течение аналогичного периода наблюдения употребляли обычную питьевую воду из центрального водоснабжения.

Ограничения в питании и питьевом режиме у всех животных не вводились. На всем протяжении исследования использовали полноценный, специально разработанный для питания лабораторных грызунов экструдированный и гранулированный корм. Световой режим в помещении, где содержались животные: свет («день»): 08.00–20.00; темнота («ночь») 20.00–08.00. Температурный режим в помещении 20-22°C. Относительная влажность воздуха в помещении 50-70%. В помещении была установлена система приточно-вытяжной вентиляции, предусматривающая режим проветривания 15 объемов комнаты в час.

В ходе проведения эксперимента оценивали (1 раз в 4 дня): объемы потребляемой воды в сутки, частоту урикации и дефекации; поведенческую активность в опыте «открытое поле», массу тела. После окончания эксперимента у крыс под наркозом отбирали пробы крови для биохимического анализа; у эвтаназированных животных оценивали состояние внутренних органов (с акцентом на состояние почек, печени, желудочно-кишечного тракта). Эвтаназия крыс проводилась под общей анестезией с применением препаратов тилетамина гидрохлорид в дозировке 60 мг/кг и ксилазина гидрохлорид – 6 мг/кг, внутримышечно.

Эксперименты в опыте «открытое поле» проводили в затемненном, ограниченном от поступления посторонних шумов помещении. Открытое поле представляло собой квадратную площадку размером 60×60 см с бортиками высотой 30 см, разделенную на квадраты 10×10 см, в каждом углу короба были выполнены отверстия диаметром 1 см, которые воспринимались крысами как «норки». Эксперимент заключался в помещении животного на 5 мин на описанную выше площадку. В качестве оценочных единиц были выбраны дискретные поведенческие акты, регистрируемые с помощью наблюдения и хронометрически. Из показателей поведенческой активности анализировали: вертикальную двигательную активность (ВДА), исследовательскую активность (ИА), а также частоту груминга. Число актов ВДА оценивали по количеству вертикальных стоек крыс, ИА – по числу «заглядываний в норки».

Статистическая обработка проводилась с использованием компьютерных программ «STATISTICA for Windows» v.12.0, Excel for Windows. В группах определялись средние значения показателей (M) и их стандартное отклонение (σ). Значимость межгрупповых различий показателей определялась по критерию Манна-Уитни для несвязных выборок. Различия рассматривались как статистически значимые при уровне значимости $p < 0,05$.

Эксперименты на животных выполнены в соответствии с нормативными требованиями российских и международных стандартов. Легитимность исследований подтверждена независимым комитетом по этике.

Результаты. Наблюдение за животными групп сравнения существенных различий в их жизнедеятельности за весь период наблюдения не выявило. Отсутствовали межгрупповые различия по объему потребляемой воды, частоте уринации и дефекации, которые у всех животных находились в пределах значений, характерных для здоровых взрослых особей данного вида. Колебания массы тела животных обеих групп были индивидуальными и разнонаправленными, в количественном отношении не превышали 5 % от исходных значений. Межгрупповых различий по данному показателю не зафиксировано в течение всего эксперимента.

Оценка поведенческой активности крыс сравниваемых групп показала, что, во-первых, все оцениваемые критерии находились в пределах референтных значений, во-вторых, в течение всего периода наблюдения межгрупповые различия по оцениваемым критериям отсутствовали. Так, в ЭГ средняя (за 4 эксперимента в «открытом поле») частота груминга составляла $6,9 \pm 1,2$ случаев за 5 мин, в КГ – $7,2 \pm 2,1$ случаев ($p > 0,05$); среднегрупповая ВДА составляла $9,6 \pm 2,8$ и $8,9 \pm 3,2$ случаев за 5 мин ($p > 0,05$), соответственно; ИА – $5,4 \pm 2,5$ и $4,8 \pm 2,8$ случаев за 5 мин ($p > 0,05$), соответственно. Таким образом, по всем показателям поведенческой активности в ЭГ отмечены даже несколько большие, чем в контроле, значения. Данный факт четко указывает на отсутствие негативного эффекта потребляемой крысами ЭГ воды, полученной методом ОО, на поведение животных.

Результаты лабораторных и биохимических анализов проб крови, взятых у крыс экспериментальной и контрольной групп после окончания эксперимента, межгрупповых различий ни по одному из значимых оцениваемых параметров не выявили. Имевшие место отклонения от референтных значений у некоторых особей ряда показателей носили стохастический характер и были, по всей видимости, обусловлены индивидуальными особенностями животных.

Вскрытие животных обеих групп также не визуализировало повреждений внутренних органов, которые могли быть связаны с токсическими свойствами опресненной методом ОО воды. Все выявленные у ряда особей как ЭГ, так и КГ нарушения морфологии внутренних органов носили врожденный характер.

Выводы.

1. Длительное непрерывное потребление морской воды, опресненной методом обратного осмоса не привело к нарушению поведенческой активности экспериментальных животных.

2. Потребление тестируемой воды не сопровождалось значимыми изменениями внутренней среды организма и морфо-функционального состояния внутренних органов.

3. По результатам проведенного эксперимента можно сформулировать предварительное заключение о токсикологической безопасности воды, опресненной на ООУ, и возможности ее использования для питья, в том числе – на кораблях и пл ВМФ.