

Зайцев Б. А., Фофанов Г.К.

ФОРМИРОВАНИЕ НЕФРОЛИТОВ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

Научный руководитель ассист. Сямтомова О.В.

Кафедра математики и естественно-научных дисциплин

*Институт медицинского образования федеральное государственное бюджетное
учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова»*

Министерства Здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург

Нефролиты (почечные камни) – твердые биогенные конкременты, формирующиеся в почках. Нефролитиаз – патологическое состояние, связанное с миграцией нефролита по мочевыводящим путям и их обструкцией, характеризующееся острой болью в области поясницы и низа живота, усиливающейся в движении, а также тошнотой, рвотой, повышением температуры тела и гематурией. Условия длительного космического полета (микрогравитация, и, как следствие, гиподинамия, нарушение питьевого режима) способствуют метаболическим нарушениям, приводящим к формированию нефролита. В недалеком будущем космос станет не только площадкой для научных исследований, но и средой обитания человека, поэтому решение фундаментальных проблем, связанных с длительным пребыванием людей в космосе представляется наиболее актуальным. Одной из таких проблем является поиск эффективных методов предотвращения формирования нефролитов ввиду невозможности оказания полноценной медицинской помощи во время неотложных состояний, связанных с осложнениями нефролитиаза.

Scott M. Smith и соавторы в статье «Bone metabolism and renal stone risk during missions» (2015) показали, что в условиях микрогравитации происходит потеря мышечной массы, что влечет за собой усиление резорбции костной ткани с последующим вымыванием кальция и повышением его концентрации в крови. При выведении избытка ионов кальция через почки высок риск кристаллизации его солей, что приводит к образованию нефролитов. В исследовании приняло участие 23 астронавта, работавших на МКС с 2006 г. по 2013 г. Для уменьшения костной резорбции использовались специальные тренажеры, нивелирующие мышечную атрофию, а также такой препарат, как алендронат. Алендронат – препарат класса бисфосфонатов, лекарственная форма алендроновой кислоты. Бисфосфонаты – вещества, имеющие в своей структуре Р-С-Р группировку (две фосфатные группы, связанные через атом углерода). Бисфосфонаты схожи по строению с пирофосфатами (Р-О-Р), однако углерод в Р-С-Р группе, в отличие от кислорода, помимо фосфатов, имеет 2 заместителя. Если одним из заместителей является ОН-группа или NH₂-группа, трехмерная структура вещества представляет собой «трезубец» из этих групп, обладающий наибольшей афинностью к ионам. Алендронат имеет и ОН-группу, и NH₂-группу, а значит обладает наибольшей активностью, что и обусловило выбор исследователей (к примеру, хлоронат имеет две молекулы хлора при углероде, поэтому он обладает низким сродством к Ca²⁺). Также бисфосфонаты способны превращаться в цитотоксичные аналоги нуклеозидтрифосфатов или блокировать активность ГТФ-связывающих белков рецепторных путей, что особенно сильно влияет на активность остеокластов, индуцируя их апоптоз.

По итогам исследований, для предотвращения нефролитиаза единственным эффективным методом уменьшения костной резорбции является применение бисфосфонатов и соблюдение питьевого режима, так как ключевым фактором в увеличении риска образования нефролитов был сниженный общий объем мочи в следствие снижения потребления воды астронавтами, а занятия на тренажерах практически не повлияли на костную резорбцию. Образование конкрементов негативно влияет на работоспособность астронавтов, и может сорвать решение поставленных задач. Следовательно, обнаруживается перспективным продолжение исследований по поиску эффективного метода снижения образования нефролитов в космосе.