

МЕМОРАНДУМ

по результатам исследований, проведенных на мышах после 30-суточного полета космического аппарата БИОН-М №1

Применительно к практике орбитальных полетов, а также к будущим полетам экипажей на Луну и Марс возникает необходимость более глубокого понимания биологических эффектов длительного воздействия невесомости, сочетанного с ионизирующей радиацией, и создание перспективных средств профилактики неблагоприятного влияния этих факторов полета на различные функциональные системы организма. Несмотря на большой объем данных о влиянии космического полета на физиологические системы, которые были получены в полетах биологических спутников и КК «Спейс-Шаттл» длительностью от двух до трех недель, даже сейчас, когда реализуются полеты на борту МКС, вариабельность характеристик членов экипажей делает, мягко говоря, затруднительным корректный анализ статистических данных, полученных в длительных полетах.

Основным способом, который может способствовать решению этих и других важных медико-биологические проблемы, является изучение структурных и функциональных реакций животных на действие факторов космического полета с использованием методов на клеточном, молекулярном и системном уровнях организации живого. Такой подход и лег в основу научной программы исследований в полете космического аппарата (КА) «БИОН-М» №1.

Полет КА «БИОН-М» №1 явился самым длительным (30-суточным) полетом автоматического летательного аппарата с биологическими объектами на борту. Основной целью, объединявшей эксперименты в полете КА «БИОН-М» №1, было стремление внести значительный вклад в наши представления о том, как различные физиологические системы адаптируются к функционированию при отсутствии земной силы тяжести. Особое значение имели экспериментальные исследования на животных (мышах), общецелевой установкой которых и является получение новых знаний и разработка новых технологий обеспечения жизнедеятельности человека в условиях космического полета.

Оценивая предварительные результаты, полученные в ходе реализации программы исследований на мышах по проекту «БИОН-М» №1, следует сказать, что ученым удалось получить достаточный объем биоматериала высокого качества для проведения всесторонних исследований реакций животного организма на условия космического полета. Хотя обработка и анализ биоматериала еще не закончены, уже сейчас можно говорить о том, что российские и американские специалисты (основные исполнители программы на млекопитающих) получили уникальные данные, которые – в духе международного научного сотрудничества – внесут существенный вклад в космическую биологию. Можно, в частности, указать на некоторые предварительные выводы:

- Впервые получены данные об изменениях в регуляции тонуса сосудов различных сосудистых регионов, что свидетельствует о специфичности влияния факторов полета на кровоток, адресованный различным тканям. Помимо этого, выявлены изменения в церебральных артериях, которыми можно объяснить увеличение скорости кровотока в сосудах головного мозга, которое наблюдали у космонавтов, и повышение внутричерепного давления, которым может обусловлено снижение остроты зрения у астронавтов.

- Впервые обнаружены существенные изменения экспрессии генов скорость-лимитирующих ферментов основной системы белкового распада (убиквитин-протеасомного механизма) в скелетных мышцах, а также изменения экспрессии генов изоформ тяжелых цепей миозина.

- Впервые показано, что для восстановления позно-тонических мышц требуется гораздо более длительное время, чем для локомоторных мышц.

- Впервые выполнен эксперимент по изучению структуры и функции позвоночника после 30-суточного полета. Кроме того, биоматериал, полученный у мышей полетной группы, позволит провести исследование роста в условиях невесомости костей, не несущих весовой нагрузки, на примере костей черепа.

- Впервые удалось визуализировать ленточный синапс эпителия утрикулюса животных, экспонированных в невесомости в течение 30 дней. Эти исследования позволят получить важнейшие данные о способности внутреннего уха к адаптации (например, сенсорному обучению) в условиях полета большой продолжительности.

- Впервые получены данные о влиянии 30-суточной невесомости на зону сочленения сухожилия и кости. В частности, изучены структурные, биомеханические и молекулярные изменения ротаторной манжеты и голеностопа.

- Впервые получены данные о воздействии 30-суточной невесомости на экспрессию генов и содержание белков в хрящевой ткани суставов;

- Впервые выполнен эксперимент по исследованию подвижности спермы, развитие которой проходило в условиях космического полета. Он также явился первым экспериментом, целью которого было установить, происходит ли в длительном космическом полете усиление нестабильности генома мужских половых клеток.

- Показано, что пребывание животных в невесомости приводит к изменениям экспрессии катехоламинов, регулирующих адренэргические рецепторы, опосредующие продукцию секреторных белков в слюнных железах, что указывает на появление признаков организменных стресс-реакций в слюне. Идентификация в слюне биомаркеров таких реакций составит основу биохимического теста в клинике и в условиях космического полета.

- Предварительные результаты сравнительного анализа полетных и контрольных биопроб свидетельствуют о более выраженном формировании узелков у полетных животных. Это согласуется с гипотезой о том, что в условиях невесомости происходит аккумуляция клеток-предшественников костного мозга, видимо, в результате ингибирования клеточной дифференцировки.

К настоящему времени получены лишь предварительные результаты, всесторонний анализ и детальные исследования только начинаются. Однако даже они показывают, насколько важно проведение исследований на животных для понимания влияния условий космических полетов на здоровье человека. К сожалению, сложность выполнения космических полетов ограничивает частоту их реализации и подчеркивает необходимость использования коллективных усилий и знаний большого научного сообщества. Тесное сотрудничество российских и американских исследователей в проекте «БИОН-М» № 1 способствовало его успешной реализации и является залогом успеха будущих полетов. Российские и американские исследователи, принимавшие участие в проекте «БИОН-М» № 1, убеждены в том, что

исследования на животных как на беспилотных, так и пилотируемых аппаратах совершенно необходимы для выявления, изучения и уменьшения рисков и, в конечном счете, успешного освоения космического пространства человеком. Проведению экспериментов с животными на борту Международной космической станции препятствует большое число различных ограничений. Учитывая это, российские и американские исследователи настоятельным образом рекомендуют продолжить эксперименты на животных в полетах автоматических КА, которые помогут глубже понять механизмы воздействия факторов космического полета на живые организмы, включая человека. Более того, проведение экспериментов в полетах на различных аппаратах позволяет исследовать фундаментальные вопросы биологии, что расширяет научные знания и позволяет реализовать независимую проверку результатов, критическую составляющую научного процесса. Исходя из этого, участники исследований проекта «БИОН-М» №1 обращаются ко всем ведомствам и организациям, которые занимаются реализацией космических программ, с призывом оказать активную поддержку и обеспечить продолжение исследований, начатых в полете КА «БИОН-М» № 1.