

"Известия"

Хомяки-холостяки, крысы без костей и обезьянки под наркотиками

12 апреля 2012, 00:03 | Наука | Денис Тельманов

Один из руководителей космической программы «Бион» рассказал «Известиям» об особенностях работы с животными на орбите



Фото: РИА НОВОСТИ/Михаил Фомичев

Наш собеседник — один из руководителей программы биологических спутников «Бион», главный научный сотрудник Института медико-биологических проблем, доктор медицинских наук, профессор Евгений Ильин.

Доктор Ильин рассказал, что в сентябре 2012 года в космос отправится 12-й по счету биологический спутник с животными «Бион-М1». На его борту будет восемь самцов хомяков-песчанок, 45 мышей, разные рыбы, ящерицы, улитки, семена растений, микроорганизмы, мхи, лишайники, водоросли, тканевые культуры, а также образцы ДНК и РНК.

Главная задача миссии «Бион-М1» — выяснить, как влияет гравитация на процессы на молекулярном и геномном уровне: сейчас методики анализа такого влияния существуют. Для этого в космос отправят специальных лабораторных мышей, геном которых известен. Мыши являются классическими объектами исследования молекулярных и генетических проблем, потому что их геном на 90% совпадает с геномом человека.

Кроме того, «Бион-М1» поможет выяснить, могла ли жизнь попасть на Землю с других планет — для этого на наружной обшивке спутника будут закреплены искусственные метеориты, внутри которых содержатся запаянные споры бактерий. После того как эти «метеориты» пройдут через плотные слои атмосферы, станет понятно, удалось им выжить или нет.

Фактически «Бион-М1», который, как и предшественники, изготавливает самарский ракетно-космический центр «ЦСКБ-Прогресс», займет о возрождении целой программы биоспутников — космических аппаратов, специально предназначенных для биологических исследований в космосе.

В отличие от предыдущих спутников на новом «Бионе» вместо аккумуляторов будут установлены солнечные батареи, благодаря которым срок биологической миссии может быть увеличен до 45 суток. На борту спутника будет установлено новое научное оборудование, измерительные приборы, в том числе дозиметры, а также система жизнеобеспечения животных, основанная на подаче кислорода из баллонов, закрепленных снаружи спутника, — раньше для этих целей применяли специальные химические генераторы.



Евгений Ильин

Сама программа «Бион» началась в далеком 1973 году и фактически завершилась в 1997-м. За это время на околоземную орбиту было запущено 11 спутников с самими разными организмами — от одноклеточных до приматов. Главное преимущество этой программы заключалось в том, что на животных можно было изучать то, что по этическим соображениям нельзя изучать на человеке, но знать необходимо — например, как влияет невесомость на регенерацию поврежденных тканей.

Практически с самого начала программы, с третьего полета спутника в 1975 году, в проекте стали участвовать другие страны — почти вся Европа, а также США, Канада и Китай. «Бион» стал международной биологической лабораторией в космосе.

За все время исследований на орбите побывали 212 крыс (белые лабораторные линии Вистар), 12 обезьян (макака резус) и огромное количество самых разных живых систем — каждый биоспутник был своеобразным «Ноевым ковчегом», в котором «каждой твари по паре». Не было там, пожалуй, только вирусов. Такое большое число биообъектов позволило реализовать самую обширную программу исследований в космосе.

Основные вопросы, на которые отвечали эти исследования, — как на живую материю и биологические системы влияет невесомость, космическая радиация и искусственная гравитация в условиях космоса. Все полученные данные в совокупности с медицинскими исследованиями в космосе и наземных условиях позволили разработать в России уникальную систему медицинского обеспечения многомесячных (до года) пилотируемых полетов.

Главное, что выяснили ученые: невесомость не враг для организма, а всего лишь другая среда, к которой ему приходится приспосабливаться. Если бороться с воздействием невесомости, то можно практически без последствий находиться в космосе длительный период, что в свое время успешно показал космонавт Валерий Поляков, проведший на орбите 438 суток: после возвращения на Землю его организм оказался в лучшей форме, чем до полета.

Крысы

В первые пять полетов основным объектом исследования были обычные белые лабораторные крысы, так называемые крысы линии Вистар. Их помещали в специальные клетки с кормушками, в которые подавалась пища и вода. В этих клетках крысы «плавали» в невесомости.

На крысах, в частности, изучалось заживление в условиях невесомости переломов костей, механических повреждений мышц и кожи. Это очень важная проблема для пилотируемой космонавтики, поскольку космонавтам на орбите приходится перемещать большие массы грузов, они могут пораниться, что-нибудь себе сломать, и мы должны были узнать, как отсутствие гравитационной нагрузки влияет на срастание костей и мышц.

Всех животных приходилось умерщвлять — иначе ткани исследовать невозможно. Часть зверьков мы усыпляли сразу же после полета, чтобы посмотреть, как изменились их ткани и органы в космосе, а часть — 2–3 недели спустя, чтобы отметить, какие изменения остались, а какие исчезли.

К нашему счастью, выяснилось, что абсолютно все изменения, которые были обнаружены у тканей крыс после возвращения на Землю, через три недели возвратились в норму, то есть носили не патологический характер, а адаптационный.

Самый большой объем изменений был обнаружен в позднеоточеских мышцах, которые поддерживают положение тела в пространстве на Земле. Из-за невесомости происходило изменение метаболизма в мышцах, перестройка мышечных волокон, уменьшилась масса и сила сокращений — организм таким образом приспособился к условиям жизни без веса и отсутствию опоры.

При этом мышцы, которые обеспечивают движение и перемещение в пространстве, изменялись в небольшой степени. Наименьшим изменениям подвергались мышцы передних конечностей, которыми

зверьки цеплялись за клетку, чтобы передвигаться. А вот задние в этом процессе не участвовали и использовались для направления движения, как у морских животных.

Благодаря этим исследованиям были разработаны программы для тренировки отдельных мышц и мышечных групп космонавтов, с тем чтобы сохранить их нормальное функциональное состояние.

Очень много изменений было и в костях. Самое большое открытие, что за время трехнедельного полета на орбите механическая прочность костей задних конечностей и позвонков у крыс снижалась примерно на 30%.

В невесомости менялась структура костной ткани и происходило перераспределение минералов. Из-за этого кости легче ломались при скручивании и других и механических воздействиях.

Чтобы этого не было у космонавтов, им приходится нагружать мышцы, скелет, препятствуя развитию неблагоприятных изменений, которые возникают в условиях полной обездвиженности. И мы им говорили — ребята, не ленитесь, иначе ваши кости станут хрупкими и могут сломаться при посадке.

Мы также проводили исследования на беременных крысах, чтобы понять, как гравитация влияет на формирование плода, его органов и тканей. Это хорошая модель, чтобы изучить фундаментальное значение силы тяжести в процессах индивидуального развития организма. В будущем эти исследования помогут при создании биологических систем жизнеобеспечения при планировании межпланетных перелетов, когда будут летать семьями и воспроизводить потомство. Но это, конечно, будет еще не скоро.

Крысы помогли понять воздействие на организм и искусственной гравитации — мы их вращали в мини-центрифугах. Выяснилось, что искусственная гравитация может рассматриваться, как одно из перспективных средств поддержания оптимального состояния организма в длительных межпланетных полетах. Однако опыты показали, что большие скорости и маленький радиус центрифуги серьезно ухудшают вестибулярную функцию. Эти данные помогут при строительстве будущих систем с искусственной гравитацией.

С помощью крыс изучалось воздействие космической радиации — их облучали на орбите дозами, при которых развивалась лучевая болезнь. Выяснилось, что невесомость никак не влияет на последствия мощного воздействия радиации на организм. То есть если космонавты во время перелета к Марсу попадут под мощную солнечную вспышку, невесомость их не спасет. Хотя в целом невесомость благоприятно воздействует на системы организма.

Обезьяны

Если на крысах мы изучали состояние органов и тканей, то на обезьянах — функции таких систем организма, как центральная нервная, вестибулярная, сердечно-сосудистая, двигательная, костная, мышечная и др.

Чтобы регистрировать все эти параметры, проводились ювелирные операции по вживлению в организм обезьян всевозможных датчиков, в том числе в мозг, сосуды, сухожилия, мышцы и другие ткани. Все это, разумеется, проводилось под наркозом. Но сейчас такие исследования с использованием обезьян вряд ли возможны — во-первых, нет такого энтузиазма, который был в годы космического романтизма, плюс защитники животных, конечно, будут протестовать.

Чтобы обезьяны не покалечились и не повредили оборудование во время полета, их закрепляли в специальных ложементх, как настоящих космонавтов. Для выработки рефлексов использовали вкусный фруктовый сок — за правильное действие давали сок, за неправильное — не давали. Таким образом возникла позитивная мотивация.

Исследования на обезьянах позволили получить уникальную научную информацию об особенностях функционирования систем организма, что дало возможность разработать рекомендации для пилотируемых программ. Но несмотря на все усилия, не обошлось без жертв.

Первая обезьянка-космонавт по кличке Бидон погибла сразу же после полета. В космосе она частично освободилась из системы фиксации и чуть не повредила датчики и оборудование. Нам пришлось прервать полет на пятые сутки.

На следующий день после приземления обезьянка умерла, вскрытие показало заворот кишок — очевидно, прожорливый Бидон съел суточный запас корма и кишечник с ним не справился. В любом случае ученые пришли к выводу, что невесомость здесь ни при чем.

Второй случай произошел в 1997 году после окончания последней миссии «Биона». Обезьяна Мультик не выдержала наркоза, спасти ее не удалось. Дело в том, что перед полетом мы делали обезьянкам томографию, а чтобы они не вертелись, ввели им легкий опиат.

После полета, чтобы оценить изменения в костной структуре, мы снова сделали им томографию, использовав ту же дозу наркотика. Обе обезьянки впали в кому, одну из них удалось реанимировать, другую нет. Этот случай показал, что организм после полета в космос нужно рассматривать как условно больной и быть крайне осторожным при введении каких бы то ни было лекарств, особенно влияющих на нервную систему.

Песчанки

В 2007 году на спутнике «Фотон-М3» мы запускали 12 песчанок на 12 суток. Это животные из семейства хомяковых, которые живут в очень засушливых природных условиях. В отличие от крыс, их организм хорошо приспособлен к отсутствию воды — песчанки могут месяц прожить без еды и воды. За счет этой особенности мышечная ткань песчанок менялась намного меньше, чем у крыс.

Кроме того, у песчанок другой стереотип движения, другое перераспределение нагрузок на кости и мышцы — в нормальных условиях они стоят на задних лапах, как суслики. Эти особенности поведения и водно-солевого обмена наложили отпечаток на состояние костей и мышц.

На борт «Биона-М1» мы готовим восемь грызунов. Главная цель эксперимента — оценить факторы влияния невесомости на процессы жизнедеятельности за 30 суток. Путем сравнения результатов этого полета с предыдущим будет выяснено, как увеличение продолжительности пребывания в космосе влияет на организм.

У песчанок ярко выражена социализация — они ведут себя агрессивно по отношению к представителям чужих семейств. Поэтому, чтобы они не передрались, нам придется вырастить детенышей в одной клетке, чтобы они привыкли друг к другу и считали себя одной семьей. А чтобы не было конфликтов из-за самок, для эксперимента отбирают только мужские особи. Получилась своеобразная однополая семья.

Сейчас идет активный процесс подготовки экспериментов и аппаратуры для спутника «Бион-М1», и мы надеемся, что это будет не последний спутник и программа продолжится.