

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ЛИЦЕЙ №36» Г. КАЛУГИ

**РАЗВИТИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ
НЕВЕСОМОСТИ**

Автор работы:
Прилепская Кристина, ученица 11 класса
Научный руководитель:
Данкова Елена Викторовна,
руководитель МСППС

Калуга 2012

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Введение.....	3
2.	Теоретические основы	5
2.1	Невесомость и организм человека.....	5
2.2	Опыты с крысами. Влияние невесомости на развитие млекопитающих.....	8
2.3	Невесомость, биологический возраст и старение животных.....	10
2.4	Продолжительность жизни животных после космических полетов.....	11
2.5	Репродуктивная функция	11
2.6	Резистентность организма	13
2.7	Скорость процессов регенерации.....	15
2.8	Перспективы исследований.....	16
3.	Заключение.....	17
4.	Литература.....	19
5.	Приложение.....	20

Введение

Нам посчастливилось жить в удивительное время, на глазах нашего поколения и при нашем участии космическая биология и медицина сформировалась как наука, пройден путь от восприятия самого факта полета в космос как чуда до полетов, длившихся более года.

В современном мире все большее значение приобретают высокие технологии с помощью которых человек значительно расширяет свои возможности. Благодаря им мы знаем о «микроскопической» жизни, о механизмах процессов, видимых невооруженным взглядом. Всё это давно объяснили и с физической точки зрения, и с химической, и с биологической. Но... данные объекты находятся на Земле. А всякий разумный человек стремится к познанию сущности всего, что его окружает. Именно это стремление открыло нам дорогу в космос. И в последнее время известны даже факты космического туризма. Кто знает, может в скором будущем человек получит возможность жить там? Такие романтические мысли привели к более земным вопросам. Ведь там совершенно другие условия существования, и в первую очередь, это невесомость. Если людям удастся начать там жизнь, то как они её продолжат? Эволюцией в нас заложен инстинкт к продолжению рода. От него никуда не уйдёшь. Значит мы должны выяснить, что происходит с организмами в тех условиях, как они развиваются?

Цель: Изучение влияния фактора космического полета - невесомости на млекопитающих, взрослых животных, на развитие плода и процессы старения.

Задачи:

- Изучить литературу по данному вопросу;
- Рассмотреть опыты с лабораторными крысами в условиях невесомости;

- Изучить структуру и метаболизм внутренних органов и тканей организма, находящегося в невесомости;
- Определить положительное и отрицательное действие невесомости на организм;
- Сделать выводы.

Теоретическая значимость данного исследования заключается в обобщении и систематизации материала по теме.

Практическая значимость состоит в том, что полученную информацию по результатам исследовательской работы можно использовать на факультативных занятиях и элективных курсах по биологии и медицине.

Предполагаемый результат: повышение уровня осведомленности по проблеме влияния невесомости на организм.

Гипотеза: В условиях невесомости происходит снижение гравитационной нагрузки на опорно-двигательный аппарат и снижение механической компрессии костей и мышц, развитие гипокинезии, что влияет на развитие млекопитающих, репродуктивную функцию, развитие плода.

Невесомость и организм человека

— состояние, при котором сила взаимодействия тела с опорой (вес тела), возникающая в связи с гравитационным притяжением, действием других массовых сил, в частности силы инерции, возникающей при ускоренном движении тела, отсутствует.

Невесомость - состояние материального тела, движущегося в поле тяготения, при котором действующие на него силы тяжести или совершаемое им движение не вызывают давлений частиц тела друг на друга. Если тело покоится в поле тяжести Земли на горизонтальной плоскости, то на него действуют сила тяжести и направленная в противоположную сторону реакция плоскости, в результате чего возникают давления частиц тела друг на друга. Человеческий организм воспринимает такие давления, как ощущение «весомости». Аналогичный результат имеет место для тела, которое находится в лифте, движущемся по вертикали вниз с ускорением $a=g$, где g — ускорение свободного падения. Но при $a=g$ тело (все его частицы) и лифт совершают свободное падение и никаких взаимных давлений друг на друга не оказывают, т. е. имеет место невесомость. При этом на все частицы тела, находящегося в состоянии невесомости, действуют силы тяжести, но нет внешних сил, приложенных к поверхности тела (напр., реакций опоры), которые могли бы вызвать взаимные давления частиц друг на друга. Подобное же состояние наблюдается для тел, помещённых в ИСЗ (или косм. корабле); эти тела и все образующие их частицы, получив вместе со спутником соответствующую начальную скорость, движутся под действием сил тяготения вдоль своих орбит с равными ускорениями, как свободные, и не оказывают давлений друг на друга, т. е. находятся в состоянии невесомости .

Вообще тело под действием внешних сил будет в состоянии невесомости, если:

а) действующие внешние силы являются только массовыми (силы тяготения);

б) поле этих массовых сил локально однородно, т. е. силы поля сообщают всем частицам тела в каждом его положении одинаковые по величине и направлению ускорения;

в) начальные скорости всех частиц тела по величине и направлению одинаковы (тело движется поступательно).

Любое тело, размеры которого очень малы по сравнению с земным радиусом, совершая свободное поступательное движение в поле тяготения Земли, будет, при отсутствии других внешних сил, находиться в состоянии невесомости. То же имеет место при движении в поле тяготения любых небесных тел.

Вследствие значительного отличия условий невесомости от земных условий, в которых создаются и отлаживаются приборы и агрегаты ИСЗ, космических кораблей и их ракетносителей, проблема невесомости занимает важное место среди других проблем космонавтики.

Особенно необходимо учитывать своеобразие условий невесомости при полёте обитаемых космических кораблей: условия жизни человека в состоянии невесомости резко отличаются от привычных земных, что вызывает изменения ряда его жизненных функций. Поэтому при длительных полётах человека на орбитальных (околоземных) или межпланетных станциях предполагается создавать искусственную «тяжесть», которую можно получить располагая рабочие помещения в кабинах, вращающихся вокруг центральной части станции (т. е. движущихся непоступательно). Вследствие этого вращения тела в кабине будут прижиматься к её боковой поверхности, которая будет играть роль «пола», а реакция «пола», приложенная к поверхностям тел, будет создавать искусственную «тяжесть». Исследования с животными на биоспутниках "Космос" были начаты в тот период, когда уже было ясно, что человек может жить и достаточно эффективно работать в условиях невесомости. Был накоплен большой

материал о влиянии факторов космического полета на различные стороны жизнедеятельности. И все же многие вопросы оставались нерешенными. Открытым оставался и вопрос о том, какой ценой осуществляется адаптация к невесомости, не сопровождается ли она скрытыми патологическими изменениями во внутренних органах, неблагоприятными отдаленными последствиями, снижением продолжительности жизни. "Человек победил боль и страх, он доказал возможность существования в условиях невесомости... - писал в 1969 году И.В.Давыдовский. - Правда, человек еще не может сказать, это дело будущего - какой ценой он достигнет новых, более высоких форм адаптации". Ответить на этот вопрос можно было только на основе экспериментов с животными, прежде всего с млекопитающими, экспонированными на борту космических летательных аппаратов в полетах разной продолжительности. Только такие эксперименты могли позволить детально изучить структуру и метаболизм внутренних органов и тканей организма, находящегося в невесомости, использовать разнообразные, в том числе достаточно сложные нагрузочные пробы, изучить отдаленные последствия действия факторов космического полета и, наконец, обеспечить статистическую значимость полученного материала. Основной задачей было изучение процессов адаптации и приспособительных возможностей млекопитающих, экспонированных в условиях невесомости, поэтому для экспериментов были выбраны белые лабораторные крысы - наиболее адекватная модель, обычно используемая для решения аналогичных задач в земных условиях (при адаптации к гипоксии, высоким и низким температурам и т.д.). Вместе с тем при анализе результатов следует конечно, помнить, что пусковые механизмы действия невесомости у крыс, стоящих на четырех конечностях, и у человека не могут быть полностью одинаковыми, и это касается прежде всего изменений, связанных с перераспределением крови. Надо обратить внимание и на достаточно высокую (в сравнении с человеком) устойчивость крыс к действию экстремальных факторов.

Опыты с крысами

Влияние невесомости на развитие млекопитающих

В 1983 г. на биоспутнике "Космос-1514" был проведен эмбриологический эксперимент с млекопитающими. Было установлено, что в условиях космического полета возможно не только поддержание физиологических функций у взрослых животных, но и нормальное формирование функций у развивающегося плода (Serova et al., 1984; Серова, 1988, 1996).

Полет длился 5 суток (почти 1/5 всего периода беременности). Животные находились в космическом полете с 13-го по 18-й день беременности. Это время активного роста плода, формирования его нервной и эндокринной систем, скелета, мышц, внутренних органов. Во время космического полета плоды продолжали расти и развиваться, лишь немного отставая от контроля. Благополучие плодов, развивавшихся в условиях космического полета, достигалось ценой серьезных изменений в организме матери. Она потеряла четверть массы тела (Серова и др., 1984, 1988). Но, несмотря на это, суммарная масса плодов в день завершения полета была такой же, как в виварийном контроле: 11,40 и 11,47 г соответственно. И показатели репродуктивной функции практически не были изменены. У крыс полетной группы было (в среднем) по 13 живых плодов при 12 в виварийном и 13 в синхронном контролях. У плодов животных полетной группы отмечено небольшое отставание в развитии, выразившееся в задержке прироста массы тела и развития участков окостенения в скелете, а также в большем содержании воды в тканях плода. Однако различия между группами были небольшими (в пределах 10 %) и в дальнейшем быстро нивелировались. Во время вскармливания потомства крысы-самки полетной группы сохранили нормальное материнское поведение и обеспечили крысят необходимым количеством молока (Серова и др., 1988; Alberts et al., 1985).

Также действие невесомости и беременность связаны с изменениями метаболизма воды и электролитов, прежде всего кальция. Было обнаружено

значительное (более 50 %) снижение содержания кальция в печени и почках крыс-самок полетной группы, менее выраженные изменения наблюдались в коже, а в костной ткани изменения практически отсутствовали ($p > 0,05$). При этом материнский организм сумел обеспечить гомеостаз развивающихся плодов: концентрации натрия, калия, кальция и магния в опыте и контролях были одинаковыми как в тканях плодов в день завершения полета, так и позднее - на разных этапах постнатального онтогенеза (Денисова и др., 1988; Серова и др., 1988). Серьезные изменения между опытом и контролями в развитии центральной нервной системы и анализаторов отсутствовали. При вскрытии животных, различия в массе внутренних органов, метаболизме воды, электролитов, жиров, нуклеиновых кислот, биологически активных веществ также не обнаружены (Алерс и др., 1988; Денисова и др., 1988; Кветнянски и др., 1988; Макеева и др., 1988; Мишурова и др., 1988; Немет и др., 1988; Ощадал и др., 1988; Юрчовичова и др., 1988). То есть экспозиция в условиях невесомости в плодном периоде, на этапе формирования внутренних органов и механизмов, регулирующих их деятельность, не повлияла на темпы роста органов и уровень метаболизма в них на разных этапах постнатальной жизни вплоть до достижения животными половой зрелости, и единственными серьезными различиями между опытом и контролем были изменения метаболизма коллагена в коже и костной ткани животных. (Поспишилова и др., 1988).

Совокупность полученных результатов позволяет достаточно высоко оценить приспособительные возможности системы мать-плод при экспозиции в невесомости. Условия космического полета оказались далеко не безразличными для матери и потребовали значительного напряжения ее компенсаторно-приспособительных механизмов. Это напряжение оказалось достаточно результативным: матери удалось поддержать гомеостаз развивающихся плодов и обеспечить их необходимым пластическим материалом.

В следующем эксперименте было установлено, что при увеличении экспозиции беременных животных в невесомости вдвое - с 5 до 11 суток (половина всего срока беременности) - изменения в системе мать-плод не только не углубляются, но по ряду существенных показателей (водно-солевой гомеостаз плодов, развитие скелета) даже становятся меньшими (Серова и др., 1996; Alberts et al., 1995; Serova et al., 1995).

Материалы эмбриологического эксперимента на биоспутнике "Космос-1514" и сопутствовавших ему наземных модельных опытов, демонстрируя возможность нормального развития плода млекопитающих при действии невесомости на материнский организм, демонстрируют и возможность достаточно серьезных изменений у отдельных особей. У одной из самок произошло рождение мертвого помета. Можно предположить, что индивидуальные различия возникают за счет изменений в генетическом аппарате, длительное время остающихся нейтральными. В стрессорных ситуациях эти различия являются, очевидно, основой для дифференцировки животных по резистентности, а при экстремальных воздействиях могут привести к гибели части из них.

Невесомость, биологический возраст и старение животных

В 1978 году Эймским центром НАСА была организована конференция по проблеме космической геронтологии. Ее материалы были опубликованы в 1982 г. В конференции участвовали не только ведущие специалисты в области гравитационной биологии Дж.Ойама, Р.Гринделенд, Э.Холтон, Дж.Мигуэль и другие, но и крупнейший геронтолог А.Комфорт, автор известного учебника по геронтологии, переведенного на многие языки, в том числе и на русский. Тем не менее, все материалы, представленные на конференции, были основаны в большей мере на аналогиях и гипотезах, нежели на реальных фактах. Было обращено внимание на сходство ряда изменений, наблюдавшихся у животных и человека после космических полетов, с тем, что происходит при старении (Holton, 1982; Miquel, 1982). Такие наблюдения были сделаны и в экспериментах с крысами на

биоспутниках "Космос". У животных, экспонированных в условиях невесомости в течение 1 - 3 недель, отмечены инволюция лимфоидных органов (Дурнова и др., 1977), атрофия мышечной ткани (Ильина-Какуева, Португалов, 1977, 1981), остеопороз (Ягодковский и др., 1977, 1979; Holton, 1982), снижение иммунореактивности (Константинова, 1988), напоминающие изменения, развивающиеся при старении. Однако в случае невесомости все эти изменения были обратимыми и при возвращении на Землю достаточно быстро нивелировались.

Продолжительность жизни животных после космических полетов

Дважды после экспериментов на биоспутнике серии "Космос", небольшую группу животных, оставляли до естественной смерти для изучения отдаленных последствий космического полета. Наблюдение за животными показало, что экспозиция в условиях невесомости не привела к сокращению продолжительности жизни.

На основе этих маленьких экспериментов можно сделать заключение, что космический полет длительностью до трех недель (около 1/50 части жизни животных данного вида) не сопровождается снижением продолжительности жизни после возвращения на Землю.

Репродуктивная функция

Состояние репродуктивной функции организма - один из основных критериев биологического возраста. По мере старения "работоспособность" репродуктивной системы постепенно падает, а замедление этих изменений у отдельных лиц говорит о снижении их индивидуального биологического возраста.

На биоспутниках серии "Космос" изучалось влияние невесомости на репродуктивную функцию крыс-самцов. Это изучение включало количественную оценку клеточных элементов сперматогенеза на разных стадиях развития (Денисова и др., 1989; Серова, 1989), изучение полового поведения и репродуктивной функции при скрещивании с интактными самками в разные сроки после космических полетов (Серова и др., 1982;

Серова, 1989), цитогенетические исследования (Бенова, 1988; Выгленов и др., 1981; Кушева и др., 1978).

При скрещивании самцов после полета с интактными самками, полученное потомство не отличалось от потомства контроля по общему числу новорожденных, массе тела при рождении, динамике массы в первый месяц жизни, массе органов, картине крови, устойчивости к гипоксии (Серова и др., 1979).

В наибольшем объеме программа изучения репродуктивной функции крыс-самцов была реализована после 7-суточного космического полета. При этом не было найдено различий между подопытной и контрольными группами в массе семенников и содержании в них воды. Количественный цитологический анализ мазков, приготовленных из гомогената ткани семенника, не выявил различий между опытом и контролями в содержании клеточных элементов сперматогенеза и соотношении герминативных, трофических и гормонпродуцирующих клеток. Вес эпидидимисов у подопытных животных, концентрация сперматозоидов и количество сперматозоидов с морфологическими аномалиями головки в опыте были такими же, как в виварийном контроле (Денисова и др., 1989).

Изменений половой активности не найдено. Самки, оплодотворенные самцами полетной группы, не отличались от контрольных по показателям пренатальной и ранней постнатальной смертности, числу новорожденных и соотношению самцов и самок в пометах. Не найдено увеличения числа крысят с аномалиями развития и признаками физиологической незрелости. У новорожденных крысят достоверных различий между опытом и контролями в темпах роста и развития, физической выносливости, поведении также не обнаружилось.

Космический полет, длившийся 13 суток, также не оказал существенного влияния на состояние репродуктивных органов крыс-самцов. У животных полетной группы было отмечено небольшое, в пределах 10 %, снижение массы семенников и эпидидимисов за счет снижения содержания

воды. Вместе с тем общее количество клеток в семеннике и соотношение отдельных клеточных элементов не были изменены. Не найдено достоверных различий между опытом и контролями в общем количестве сперматозоидов в эпидидимисе и доле сперматозоидов с морфологическими отклонениями от нормы.

Таким образом, у животных, находившихся в условиях невесомости до двух недель, не было найдено изменений в массе репродуктивных органов и количестве клеточных элементов сперматогенеза всех генераций. Поскольку схема скрещивания с интактными самками после полета по срокам была построена так, чтобы оценить оплодотворяющую способность сперматозоидов, находившихся во время космического полета на разных стадиях созревания. Д.Бенова (1988) и К.Выгленов (1981), проводившие специальные цитогенетические исследования, не выявили мутагенного действия невесомости на семенники взрослых животных и плодов, развившихся в условиях действия невесомости на материнский организм.

Можно сделать заключение, что по данному критерию биологический возраст животных после космических полетов длительностью до трех недель в послеполетном периоде оставался таким же, как у контрольных животных. Воздействия, используемые для моделирования физиологических эффектов невесомости, такие как гипокинезия, иммобилизация, "вывешивание", сопровождались существенно большими изменениями в репродуктивных органах крыс-самцов, чем невесомость в реальном космическом полете при одинаковой длительности экспозиции (Серова, 1996).

Резистентность (устойчивость к действию различных факторов) организма

При обследовании животных, вернувшихся на Землю после космического полета, уже после первых опытов на биоспутниках были найдены изменения, позволяющие думать о снижении общей резистентности: замедление прироста массы тела (Серова, 1977), инволюция лимфоидных органов (Дурнова и др., 1977), снижение иммунореактивности

(Константинова, 1988) и другие. Одной из основных приспособительных реакций крыс, вернувшихся на Землю, было снижение двигательной активности, своеобразная функциональная гипокинезия, облегчающая реадаптацию к земной силе тяжести после невесомости. Проводились опыты с использованием нагрузочных проб, в которых оценивалась реакция крыс-самцов на острый и хронический иммобилизационный стресс, создаваемый в послеполетном периоде. Несмотря на то, что применявшиеся стресс-пробы были достаточно тяжелыми и первая проба проводилась всего через несколько часов после приземления на фоне стрессорных изменений, возникших во время полета и при возвращении к земной гравитации, и первая, и последующие пробы переносились крысами полетной группы вполне удовлетворительно. Существенных, угрожающих жизни организма изменений реактивности при стресс-пробах в опыте в сравнении с контролями отмечено не было.

Поскольку основным смыслом стресс-реакции является мобилизация энергетических и структурных ресурсов организма, направляющихся к системам, осуществляющим усиленную функцию, тот факт, что животные, вернувшиеся из космического полета, по многим показателям сохранили глубину реакции на стресс-пробы, свойственную контролю, может рассматриваться как положительный. Вместе с тем даже там, где реакция подопытных животных на иммобилизационный стресс была по глубине такой же, как в контроле, она развивалась на фоне аналогичных изменений, уже имевших место к моменту возвращения на Землю. В результате "наложения" изменений, возникших при дополнительных стресс-пробах, на изменения, имевшие место после полета, к концу проб животные подопытной группы отличались от контрольных меньшей массой тимуса и селезенки, большей концентрацией кортикостерона в плазме, меньшим содержанием адреналина в надпочечниках при увеличенной активности ключевого фермента его синтеза - тирозингидроксилазы - и одинаковой с

контролем концентрации адреналина в крови, что позволяет думать об усиленной утилизации его в тканях.

Все эти данные позволяют, на наш взгляд, говорить о том, что снижение общей резистентности, выбранное нами в качестве одного из критериев биологического возраста животных, после космических полетов длительностью до трех недель было незначительным.

Скорость процессов регенерации

В экспериментах на биоспутниках "Космос" было изучено влияние невесомости на процессы физиологической и посттравматической регенерации различных тканей крыс.

У крыс после космических полетов, длившихся от пяти суток до трех недель, при гистологическом и цитологическом анализе костного мозга отмечено существенное снижение общего числа и концентрации эритроцитов, гранулоцитов и макрофагов в костном мозге животных. Интересно отметить, что эти изменения не коррелировали с длительностью космического полета и были практически одинаковыми после экспозиции в условиях невесомости в течение 1, 2 и 3 недель.

В эксперименте на биоспутнике "Космос-690" была изучена репаративная регенерация костного мозга крыс, подвергшихся g-облучению во время космического полета (Каландарова и др., 1981; Yu.Grigoriev et al., 1976). При этом было отмечено замедление процессов репарации красного ростка костного мозга крыс, облученных в невесомости, по сравнению с синхронным контролем, облученным в той же дозе (2,2 Гр) на Земле. Изменения в других клеточных популяциях кроветворной системы были менее выраженными.

Также был проведен специальный эксперимент, в котором изучалось влияние невесомости на процессы посттравматической регенерации костной и мышечной тканей. Взрослых крыс-самцов за двое суток до начала двухнедельного космического полета подвергали операции, в ходе которой на обеих задних конечностях были произведены переломы малой берцовой

кости и раздавливание участков камбаловидной мышцы и латеральной головки икроножной мышцы. Можно сделать заключение, что в костной ткани фазовое течение репарационного процесса не было нарушено, хотя интенсивность его у подопытных животных была существенно меньшей. У крыс, экспонированных в условиях невесомости, было найдено достоверное снижение объема и массы костной мозоли, а также прочности консолидации костных обломков. Сходная картина наблюдалась и в мышечной ткани (Дурнова и др., 1991; Ильина-Какуева и др., 1991).

Совокупность представленных данных позволяет говорить о том, что экспозиция в условиях невесомости сопровождается снижением скорости процессов физиологической и посттравматической регенерации тканей, что может быть интерпретировано как показатель некоторого увеличения биологического возраста животных.

Перспективы исследований

Программа изучения роста и развития млекопитающих в условиях космического полета предусматривает:

- оценку влияния невесомости и гипергравитации на различные этапы пре- и постнатального развития;
- оценку возможности существования в условиях невесомости на протяжении полного цикла индивидуального развития и в последовательном ряду поколений;
- изучение темпов старения, возрастных изменений общей резистентности и репродуктивной способности животных в космических полетах и после возвращения на Землю.

Заключение

Конечно, мы еще в самом начале пути и число нерешенных вопросов несоизмеримо больше числа решенных. Но важно, что этот путь начат и кто-нибудь, пусть через очень много лет, завершит его. Человечеству свойственно стремиться к новому: к горным вершинам, в неизведанные страны, в другие миры. Конечно, люди будут жить в Космосе - и "не потому, что это просто, а потому, что это сложно" (Дж.Кеннеди) - это естественный стимул нормального человека.

В своей работе я рассмотрела лишь некоторые вопросы влияния невесомости на организм млекопитающих:

- ✓ Невесомость, биологический возраст и старение животных,
- ✓ Продолжительность жизни животных после космических полетов,
- ✓ Невесомость и репродуктивная функция,
- ✓ Влияние невесомости на резистентность,
- ✓ Влияние невесомости на процессы физиологической и посттравматической регенерации различных тканей крыс.

Я изучила литературу по данному вопросу, рассмотрела опыты с лабораторными крысами в условиях невесомости, в которых исследовали структуру и метаболизм внутренних органов и тканей организма, находящегося в невесомости.

Определить положительное и отрицательное действие невесомости на организм затруднительно, т.к. в невесомости:

- возможно не только поддержание физиологических функций у взрослых животных, но и нормальное формирование функций у развивающегося плода;
- у плодов животных полетной группы отмечено небольшое отставание в развитии, выразившееся в задержке прироста массы тела и развития участков окостенения в скелете, а также в большем содержании воды в тканях плода;

- действие невесомости и беременность связаны с изменениями метаболизма воды и электролитов, прежде всего кальция, но материнский организм сумел обеспечить гомеостаз развивающихся плодов;
- при увеличении экспозиции беременных животных в невесомости вдвое - с 5 до 11 суток (половина всего срока беременности) - изменения в системе мать-плод не только не углубляются, но по ряду существенных показателей (водно-солевой гомеостаз плодов, развитие скелета) даже становятся меньшими;
- космический полет длительностью до трех недель (около 1/50 части жизни животных данного вида) не сопровождается снижением продолжительности жизни после возвращения на Землю;
- космический полет, длившийся 13 суток, не оказал существенного влияния на состояние репродуктивных органов крыс-самцов;
- экспозиция в условиях невесомости сопровождается снижением скорости процессов физиологической и посттравматической регенерации тканей, в условиях невесомости, было найдено достоверное снижение объема и массы костной мозоли, а также прочности консолидации костных обломков.

Гипотеза: В условиях невесомости происходит снижение гравитационной нагрузки на опорно-двигательный аппарат и снижение механической компрессии костей и мышц, развитие гипокинезии, что влияет на развитие млекопитающих, репродуктивную функцию, развитие плода, подтвердилась частично.

Я узнала и рассмотрела много интересной информации и приобрела полезный опыт в исследовательской деятельности.

Знания полученные мной по теме «Развитие млекопитающих в условиях невесомости» пригодятся мне в будущей профессиональной деятельности.

Литература

1. Л.В. СЕРОВА, доктор биологических наук,
Л. В. Денисова, Н. А. Чельная и др. "Онтогенез млекопитающих в невесомости": 1975—2009 ЦК ВЛКСМ Издательство «Молодая гвардия»
2. С.Бараньски, О.Г. Газенко, В. В. Португалов, Р.А. Тигранян
Газенко О.Г., Генин А.М., Ильин Е.А., Португалов В.В., Серова Л.В.,
Тигранян Р.А. «Влияние динамических факторов космического полета на
организм животных» Основные результаты эксперимента с
млекопитающими на биоспутнике «Космос-782». // Космическая биология
и авиакосмическая медицина. 1978, - т. 12, - № 6, -с. 43-49.
3. Газенко О.Г., Генин А.М., Ильин Е.А. и др. Адаптация к невесомости
и ее физиологические механизмы. // Известия АН СССР, сер.биол., 1980, -
№ 1, - с. 518.
4. Давыдовский И.В. Геронтология. М.: Медицина.
5. Научная библиотека диссертаций и авторефератов
disserCat [http://www.dissercat.com/content/issledovanie-vliyaniya-
nevesomosti-na-biologicheskie-obekty-zvenya-zamknutykh-
ekologicheskik#ixzz2D54sZoQx](http://www.dissercat.com/content/issledovanie-vliyaniya-nevesomosti-na-biologicheskie-obekty-zvenya-zamknutykh-ekologicheskik#ixzz2D54sZoQx)
6. В 1991 г. Дж.Мигуэль и К.Сюза опубликовали обзорную статью
"Влияние гравитации на репродукцию, развитие и старение"
7. П.А.Коржуев «Эволюция. Гравитация. Невесомость »

Глоссарий

Атрофия-уменьшение размеров органа или ткани с нарушением (прекращением) их функции.

Виварий (*vivarium*, от лат. *vivus* — «живой»), здание или отдельное помещение для содержания (иногда и разведения)лабораторных животных.

Гипокинезия (греч. Нуро – понижение, уменьшение, недостаточность; kinesis - движение)- это особое состояние организма, обусловленное недостаточностью двигательной активности. В ряде случаев это состояние приводит к гиподинамии.

Гипоксия — это состояние, возникающее при недостаточном снабжении тканей организма кислородом или нарушении его утилизации в процессе биологического окисления.

Гомеостаз - (от греч. homeios – подобный и stasis – стояние), явление поддержания динамического постоянства состава и свойств внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций организма.

Иммобилизация - придание неподвижного положения какой-н. части тела.

Иммунореактивность - Различия в способности давать сильный или слабый иммунный ответ.

Инволюция (лат. involutio вращение, поворот) - Переход к прежнему состоянию, обратное развитие физиологических свойств организмов или отдельных органов.

Интактные самки - животные контрольной группы, за которыми ведут наблюдения параллельно с подопытными.

— фибриллярный белок, составляющий основу соединительной ткани организма (сухожилие, кость, хрящ, дерма и т. п.) и обеспечивающий её прочность и эластичность. Это основной компонент соединительной ткани и самый распространённый протеин у млекопитающих, составляющий от 25% до 35% протеинов во всём теле.

Корреляция-взаимосвязь двух или нескольких величин, при которой изменения одной или нескольких из них приводят к изменению другой или других .

(от греч. μεταβολή — «превращение, изменение»), или обмен веществ — набор химических реакций, которые возникают в живом организме для поддержания жизни.

Остеопороз - это состояние или болезнь, при котором кости теряют кальций, становятся хрупкими и менее плотными.

Постнатальный онтогенез - развитие организма после рождения.

Резистентность организма (лат. resistentia сопротивление, противодействие; синоним сопротивляемость) — устойчивость организма к воздействию различных повреждающих факторов.

Репарация—процесс устранения генетических повреждений и восстановления наследственного аппарата, протекающий в клетках живых организмов под действием специальных ферментов.

Экспозиция — это продолжительность действия вредного фактора (физического, химического, биологического) на организм.