

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ГРАВИТАЦИОННОЙ БИОЛОГИИ (2001-2005гг)

Актуальность проблемы

Фундаментальные исследования в области гравитационной биологии объединены общей целью - выявить роль силы тяжести как эволюционного фактора, понять природу и механизмы ее влияния на различные аспекты жизнедеятельности; оценить степень участия гравитации в формировании структурно-функциональной организации живых организмов в процессе их развития (филогенеза и онтогенеза). Вместе с тем, эти исследования имеют практическое значение, связанное с оценкой риска для живых организмов в условиях длительного космического полета, возможностей, ограничений и «стоимости» их адаптации к основным факторам полета, микрогравитации и космической радиации.

Ответ на вопрос, как и с помощью каких механизмов, живые организмы реагируют на изменение величины и направления вектора силы тяжести, зависит от расшифровки и классификации сенсоров гравитации. Решение этой задачи в одинаковой степени важно как в теоретическом плане (обоснования роли силы тяжести в эволюции живых систем), так и для успешного применения результатов исследований в практике космической биологии и медицины (совершенствования систем жизнеобеспечения, нормализации функций организма человека в длительном космическом полете и разработки новых технологий получения биологически активных веществ и лекарственных препаратов).

Современное состояние вопроса

Обширный экспериментальный материал, накопленный в гравитационной биологии к настоящему времени позволяет утверждать, что в основе регуляторных процессов, направленных на сохранение и поддержание физиологического гомеостаза организма в условиях измененной силы тяжести, лежат молекулярные и клеточные механизмы адаптации

Лаборатория гравитационной биологии ГНЦ РФ - ИМБП имеет многолетний опыт в подготовке и проведении экспериментальных исследований на различных типах клеток и клеточных ассоциаций.

За последнее десятилетие (1990-2000гг) в лаборатории решены следующие задачи: - определены комплексы внутриклеточных структур и процессов, ответственных за восприятие и реализацию гравитационного стимула в клетке (Таирбеков, 1996) - установлены закономерности роста, морфологических, функциональных и поведенческих характеристик одноклеточных организмов (*in vivo*) и клеток, развивающихся в культуре (*in vitro*) в условиях измененной силы тяжести (Таирбеков и др., 1994, Таирбеков и др., 1997) - выявлены вероятные механизмы гравитационной чувствительности различных типов клеток и клеточных ассоциаций (Таирбеков 2000).

Полученные результаты позволили, прежде всего, сформулировать гипотезу о механизме гравитационной чувствительности одноклеточных организмов. Суть этой гипотезы состоит в том, что гравитационная чувствительность (толерантность) одноклеточного организма как индивидуальной самостоятельной и самодостаточной биологической системы есть функция от ее метаболической и двигательной активности. Это означает, что главным условием, определяющим гравитационную чувствительность одноклеточных организмов, являются не их форма и размеры, а функциональная активность. Выдвинутая нами гипотеза позволяет внести существенные коррективы в один из основополагающих постулатов гравитационной биологии о наличии положительной корреляции между массой (размерами) организмов и их гравитационной чувствительностью. Эти данные представляют определенный практический интерес для гравитационной и космической биологии.

Не менее важное значение имеют результаты, полученные при изучении гравитационной чувствительности клеток растущих в культуре (*in vitro*). Анализ клеточных культур (фибробластов и остеобластов) в условиях измененной силы тяжести позволил изучить такие аспекты жизнедеятельности клеток как пролиферативная активность, поляризация и дифференциация, подвижность, «узнавание», межклеточные контакты, адгезивные свойства,

Очевидно, что совокупность этих характеристик, представляющих «клеточный фенотип», отражает «фенотип организма» в целом. Такой подход к проблеме дает возможность проследить общие пути «структурогенеза», т.е. особенности процесса создания интегрированных макроструктур (клеточных колоний) являющихся первым звеном морфогенеза. Вместе с тем, он открывает широкие практические перспективы в области космической медицины и общего здравоохранения. Так, например, выполнение конкретной задачи - нормализации функций опорно-двигательного аппарата организма человека в условиях неблагоприятных факторов и в посттравматический период тесно связано с изучением клеточных и молекулярных механизмов генезиса и формирования костной ткани.

Перспектива исследований:

В ближайшей перспективе (2001-2005 гг.) в рамках программы фундаментальных исследований по гравитационной биологии, с нашей точки зрения, необходимо сосредоточить внимание на решении следующих задач:

- изучении генетических основ морфо-функциональных изменений, происходящих в клетках в условиях измененной силы тяжести (поиск и идентификация специфических генов, ответственных за реализацию адаптационных процессов на клеточном уровне, выяснении механизмов экспрессии генов, определение последовательности и характера перестроек, происходящих на уровне генома клетки)

- исследовании особенностей молекулярной организации цитоскелета у различных типов клеток, сформированных в условиях измененной силы тяжести (гипо- и гипергравитации)

- определении количественного и качественного состава элементов цитоскелета сократительных структур (микротрубочек и микрофиламентов) оценки энергетической «стоимости» структурно-функциональных перестроек, происходящих в клетках в условиях измененной силы тяжести (интенсивности процессов синтеза и распада АТФ и других богатых энергией соединений)

- изучении молекулярной организации клеточной мембраны на участках расположения рецепторов гравитации (предположительно механорецепторов)

- исследовании роли и степени вероятного участия систем внутриклеточной сигнализации и межклеточных контактов в осуществлении механизмов гравитационной чувствительности.

Ожидаемые результаты

Решение перечисленных задач позволит сформулировать концепцию (понятие) о молекулярных механизмах гравитационной чувствительности биологических систем. Провести детальную расшифровку и классификацию внутриклеточных сенсоров гравитации. Выявить пути и способы сохранения и поддержания позиционного гомеостаза клеток в гравитационном поле и при изменении величины и направления вектора силы тяжести. Установить закономерности морфо-функциональных перестроек, происходящих в клетках в процессе их адаптации к новым условиям существования в измененном поле силы тяжести.

Так, например, установление общих закономерностей распределения одноклеточных организмов в измененном поле силы тяжести даст возможность управлять процессами их роста и накопления биомассы и оптимизировать, таким образом, технологию процессов получения ценных биологических продуктов.

С другой стороны данные об особенностях роста и функционирования клеток в культуре (*in vitro*), например, фибробластов и остеобластов в условиях механической разгрузки (микрогравитации) имеет важное значение для прогнозирования течения пост травматического восстановления органов и тканей, заживления ран при длительной гипокинезии (постельный режим, космический полет или другие экстремальные условия)

Вместе с тем результаты этих исследований, позволят, с нашей точки зрения, выяснить причинно-следственные связи между процессами .между физиологическими отклонениями в

организме, происходящими в экстремальных условиях и молекулярными механизмами, лежащими в основе этих отклонений. В частности, оценить глубину этих изменений и компенсаторные возможности самого организма. Определить, какими способами (химическими препаратами, физическими воздействиями) можно осуществить коррекцию физиологической активности организма и повысить его резистентность.

Таким образом, на наш взгляд, наиболее перспективной стратегией исследований в ближайшей период должно стать изучение механизмов обеспечивающих устойчивость надежность взаимосвязи клетки с более высокими уровнями организации живых систем: тканевым, органным, организменным и популяционным в экстремальных условиях.

Выполнение работ предусматривает участие специалистов ведущих научных организаций России, имеющих опыт работы в области гравитационной и космической биологии.

Главный научный сотрудник ГНЦ РФ - ИМБП,
доктор биологических наук М.Г. Таирбеков

Таирбеков М.Г. Общие принципы гравичувствительности клеток // Изв. РАН (сер. биол.), 1996, Т.23, № 2, с. 133-140

Таирбеков М.Г., Марголис Л.Б. Байбаков Б.А. и др. Рост и подвижность клеток в культуре (*in vitro*), Изв. РАН (сер. биол.) 1994, Т.21, № 5, с. 745-750

Таирбеков М.Г., Габова А.В., Гаврилова О.Н. Закономерности роста и функционирования одноклеточных организмов в условиях измененной силы тяжести // Изв. РАН (сер. биол.), 1997, Т.24, №3, с. 266-273

Таирбеков М.Г. Вероятные механизмы гравитационной чувствительности клеток // Доклады РАН, Т.375, № 1