**Биология, 8 класс**

**«Изменения здоровья космонавта во время длительного космического полета»**

**Центр «Авиация и космонавтика» на ВДНХ**

**Дополнительные материалы для учителя**

# **Эксперимент "Иммуно"**

### Цель:

Изучение нейроэндокринных и иммунологических изменений до, во время и после космического полета на МКС.

### Задачи:

* Получение данных стресс-опросника и концентрации стресс-гормонов во фракциях суточной мочи после полета для анализа психонейроэндокринной регуляции у человека во время космического полета на МКС и сравнение их с данными до полета.
* Проведение мониторинга параметров иммунной системы до, во время и после космического полета на МКС.
* Получение биохимических данных (содержание субстратов и метаболитов энергообмена - глюкоза, лактат) для анализа энергетического метаболизма во время космического полета на МКС и сравнение их с данными до и после полета.

### Используемая служебная аппаратура:

* холодильник "Криогем-03";
* центрифуга "Плазма-03";
* комплект принадлежностей "Плазма-03".

### Расходуемые материалы:

* комплект расходных материалов "Плазма-03";
* укладка "Салива-И. Иммуно".

### Результаты эксперимента:

* пробы крови и слюны, возвращаемые на Землю в укладке "Салива-И. Иммуно";
* листы бортовой документации со стресс-тестами и комментариями, сделанными по ходу проведения эксперимента.

**Космический эксперимент (КЭ) «Нейроиммунитет»**

КЭ «Нейроиммунитет» – новое комплексное исследование, которое направлено на получение научных знаний о стадиях физиологической адаптации человека к непривычной среде обитания во время длительных космических полетов. В настоящее время не вызывает сомнений тот факт, что во время космического полета на организм космонавтов действует большое количество стрессоров, которые запускают психологическую и физиологическую системы стрессовой реакции [А.И. Григорьев, 2007], влияют на эмоциональное и когнитивное состояние человека [В.И. Гущин, А.К. Юсупова, 2007]. По результатам анализов иммунологической реактивности предыдущих научных исследований выявлены изменения в медиаторах иммунной системы у космонавтов и астронавтов, совершивших кратковременные и длительные космические полеты [А. Chouker et al., 2013; Т. Берендеева и др., 2006; C. Strewe et al., 2012]. В работе [М.П. Рыкова, 2013] показано, что механизмы адаптационной перестройки системы иммунитета человека в ответ на комплексное воздействие факторов космического полета закономерно приводят к изменению параметров, характеризующих состояние врожденного и адаптивного иммунитета.

Являясь логическим продолжением КЭ «Иммуно», проведённого совместно Роскосмосом, ГНЦ РФ – ИМБП РАН и Европейским космическим агентством на РС МКС (2007-2016 гг.) [I.Pagel et al., 2015], КЭ «Нейроиммунитет» ставит более сложные научные задачи. В настоящее время исследователей особенно интересуют механизмы взаимодействия системы иммунитета и вегетативной нервной (ВНС), эндоканнабиноидной (ЭКС) и пуринергической (ПС) систем.

На данный момент установлено, что два основных типа рецепторов ЭКС отвечают за двигательные и когнитивные функции и опосредуют иммунорегуляторный эффект [Ю.К. Караман, Е.Г. Лобанова, 2013]. Также известно, что пуринергическая система принимает участие в иннервации внутренних органов, а один из эндогенных пуриновых нуклеозидов — аденозин — является сильным противовоспалительным агентом. Переход на новые методы анализа показателей, отражающих изменения иммунитета и сдвиги ВНС, ЭКС и ПС до, во время и после космического полёта позволит исследователям установить взаимосвязи изучаемых параметров с когнитивной и эмоциональной функциями, морфологией мозга и эпигенетическим влиянием.

При проведении КЭ «Нейроиммунитет» обследование космонавтов проводится дважды в предполетном периоде (за 90 и 45 суток до старта); в полёте продолжительностью менее 6 месяцев – 3 раза (первая сессия через 2 месяца от начала полета, вторая сессия через 4 месяца от начала полета и последняя сессия – за 5-10 дней до окончания полета), для полётов продолжительностью более 6 месяцев – 6 раз (первая сессия через 2 месяца от начала полета, далее каждые 2 месяца и последняя сессия за 5-10 дней до окончания полета), а также 4 раза после полета (на 1, 7, 21/28 и 120/200 сутки после посадки).

Во время КП космонавты проводят взятие образцов венозной крови (утром, натощак), их обработку (центрифугирование и замораживание), приготовление мазков крови, сбор проб слюны и образцов волос. Собранный биологический материал хранится на борту МКС до спуска на Землю для последующего анализа современными лабораторными методами показателей, характеризующих состояние иммунной, эндоканнабиноидной, пуринергической и эндокринной систем.

Для оценки электрофизиологических характеристик миокарда в течение суток накануне взятия крови регистрируются кардиосигналы с использованием прибора «Космокард». В этот же день космонавты отвечают на вопросы, дающие исследователям возможность оценить как самочувствие космонавта, так и его психологическое состояние в данный момент. Используются такие общепринятые тесты, как «Общий анкетный опрос о состоянии здоровья» (GHQ28), разработанный в 1972 году Д. Голдбергом и В. Хиллером, «Шкала тревоги» (Ч.Д. Спилбергер, 1970), «Шкала депрессии» (Аарон Т. Бек, 1976), направленные на выявление изменений во времени «качества жизни», уровня реактивной и личностной тревожности, когнитивного состояния, а также отражающие возможное возникновение и глубину депрессии.

На первом этапе эксперимента в период подготовки к КП и после приземления непрерывно в течение 24–36 часов проводится пульсоксиметрия – новый неинвазивный спектрофотометрический метод определения количества кислорода, связанного с гемоглобином, в артериальной крови, а также акселерометрия – регистрации ускорений движения тела для оценки двигательной активности космонавтов.

В настоящее время идёт подготовка второго этапа КЭ «Нейроиммунитет», разработка укладок и сертификация нового оборудования для проведения пульсоксиметрии и акселерометрии во время сессий эксперимента на борту МКС. Для изучения влияния факторов космического полёта на иммунную систему и системы стресс-реактивности в лабораториях ГНЦ РФ – ИМБП РАН и Мюнхенского университета им. Людвига Максимилиана (LMU) с использованием методов проточной цитофлюориметрии, иммуноферментного анализа, радиоиммунологического анализа, турбидиметрии проводится большой объём клинико-лабораторных исследований. В частности, исследуется изменения в системах врожденного и адаптивного иммунитета, апоптоз иммунокомпетентных клеток, анализируется уровень цитокинов и содержание в крови гормонов и нейропептидов, принимающих участие в развитии стрессовых реакций. Авторы предполагают, что результаты данного мультидисциплинарного исследования, которое охватывает много направлений, помогут расшифровать механизм изменений, происходящих в иммунной системе, и будут важны для понимания процессов взаимного влиянии сознания, стресса и иммунитета, что даст возможность дальнейшего улучшения медико-биологического обеспечения длительных орбитальных и межпланетных полетов, обеспечит необходимые знания для предотвращения нежелательного иммунологического ответа организма при действии различных экстремальных факторов и/или развитии патологических состояний.