

## **Перемещение жидкостей до, после и во время длительного космического полёта и связь данного феномена с внутричерепным давлением и нарушением зрения.**

**(Космический эксперимент «Перемещение жидкостей»)**

И.В. Алферова

ГНЦ РФ-ИМБП РАН

Исследования негативного воздействия факторов космического полета на организм человека ведутся на протяжении многих лет. Но до сих пор могут появляться новые данные, расширяющие представления ученых о нарушениях состояния здоровья членов экипажа, происходящих в космическом полете. Так, у отдельных американских астронавтов после длительного космического полета на Международную космическую станцию (МКС) были отмечены некоторые функциональные и структурные изменения глаза (отек диска зрительного нерва, уплощение глазного яблока, хориоидальные складки) и зрительного нерва (расширение оболочки, извилистость и перегибы). Предполагается, что эти изменения возникают в результате перемещения жидких сред в направлении головы и временного повышения внутричерепного давления в условиях микрогравитации. Однако данная гипотеза пока не была систематически проверена и подтверждена.

Проведение космического эксперимента КЭ «Перемещение жидкостей» - это первая попытка систематически определить влияние распределения жидкости в условиях микрогравитации с использованием полного набора структурных и функциональных измерений до, во время и после длительных космических полетов. Эти измерения будут включать те, которые связаны с внутричерепным давлением, зрением, морфологией глаза и его придатков и сосудистой системой головы и шеи, но не ограничиваться ими.

Российские и американские ученые совместно исследуют связь между типом и величиной перераспределения жидкости с любым влиянием на морфологию глаза и нарушение зрения, внутриглазное давление (ВГД), а также на величину внутричерепного давления. Кроме того, предполагается определить, возможно ли предсказать величину перераспределения жидкости во время космического полета, а также последствия этих перераспределений на основании исходных данных и реакций членов экипажа на кратковременные антиортостатические тесты, выполненные перед запуском. Также исследователи проверят, как влияет на указанные выше параметры применение уже хорошо

себя зарекомендовавшего средства профилактики - создания отрицательного давления на нижнюю часть тела (ОДНТ).

Таким образом, после проведения эксперимента предполагается ответить на следующие вопросы:

- Куда перемещается жидкость в космическом полете?
- Каким образом космический полет влияет на кровоток и распределение крови в головном мозге?
- Растет ли внутричерепное давление в космическом полете, и связано ли это с перемещением жидкости?
- Связаны ли изменения в строении глаза, внутриглазном давлении и зрении с перемещением жидкости?
- Можно ли с помощью вызываемого в земных условиях перемещения жидкости прогнозировать перемещение жидкости, возникающее в космическом полете?
- Можно ли при помощи ОДНТ нейтрализовать последствия перемещения жидкости на Земле и в космосе?
- Как влияет на эти меры повторная адаптация к земной силе тяжести после окончания полета?

Для ответов на эти вопросы будут проведены исследования по нескольким направлениям с использованием разного вида аппаратуры, методов и методик.

Чтобы оценить распределение и пространственное разделение жидкостей до, после и во время длительного космического полета будут проводить исследование при помощи разбавления (прием маркера со последовательным сбором крови, урины, слюны), применения ультразвука для измерения размеров кровеносных сосудов и кровотока, а также количества жидкости в межклеточном пространстве. Взаимосвязь между изменениями строения глаза в полете, состоянием его кровеносных сосудов и зрении и перемещением жидкостей к голове, размерами кровеносных сосудов и типами кровотока, используют оптическую когерентную томографию (ОСТ) и УЗИ для исследования строения глаз, определение давления церебральной и кохлеарной жидкостей (ССФР/ ДЦКЖ), отоакустическую эмиссию на частоте продуктов искажения (ДРОАЕ/ЭЧПИ) для неинвазивного определения внутричерепного

давления (ВЧД). Чтобы определить системные факторы и офтальмологические факторы индивидуальной предрасположенности к повышенному ВЧД и/или нарушениям зрения проведут исследование функционального состояния в вертикальном, горизонтальном и антиортостатическом положениях до полета и с приложением ОДНТ в полете

В эксперименте используется оборудование американского и российского сегментов МКС. Оборудование американского сегмента включает в себя оптический томограф для исследования строения глаза, оборудование для ультразвуковых исследований, для ДЦКЖ, для неинвазивного определения внутричерепного давления (ВЧД) методом ЭЧПИ, для неинвазивного определения венозного давления в области яремной вены. Оборудование российского сегмента - российская штатная аппаратура медицинского контроля «ГАММА-1М» с устройствами съема информации ЭКГ и АД и пневмовакуумный костюм «ЧИБИС».

Выполнение эксперимента включает проведение двух сессий до полета и после полета на базе NASA, а также проведение двух сессий в полете (на 45 сутки и за 30 дней до посадки). Каждая сессия в полете состоит из 6-и дней эксперимента в условиях покоя на американском сегменте МКС и из 4-х дней эксперимента при воздействии ОДНТ на российском сегменте МКС.

Впервые эксперимент был проведен членами экипажа М.Корниенко и С.Келли в период годового полета МКС 43\46 (Рис. 1.) и продолжен экипажем МКС 46\47 - Д.Уильямс и А.Овчининим. Планируется, что последующие экипажи продолжат эксперимент на борту МКС.



Рис. 1. Проведение эксперимента: обследуемый - М. Корниенко, операторы данных - С. Келли и Г. Падалка.

В результате проведения КЭ с применением передовых неинвазивных технологий оценки будут получены материалы, которые помогут объективно охарактеризовать изменения в распределении жидкости во время, до и после длительных космических полетов, включая внутри/внеклеточные и внутри/внесосудистые перераспределения.

Это исследование позволит впервые определить, являются ли хорошо известное перемещение жидких сред и сердечно-сосудистая адаптация в условиях микрогравитации основными факторами, способствующими развитию нарушений зрения и предполагаемому росту внутричерепного давления. Кроме того, будет получен ответ на вопрос, можно ли временно парировать эти явления за счет изменения направления этого перемещения жидких сред на противоположное. Эта информация поможет определить направления разработки профилактических мер и/или схем лечения для участников длительных космических полетов.

Знания, полученные в ходе данного исследования, также могут внести вклад в развитие медицины на Земле - при изучении и лечении больных, страдающих идиопатической внутричерепной гипертензией – тяжелым заболеванием, некоторые характеристики которого схожи с тем, с чем сталкиваются астронавты в ходе полета.