

# «Полет» в иммерсионной ванне



Фотографии Олега Волошина/ИМБП РАН

## Александр Хохлов

Мечты о полете в космос порой приводят к удивительным последствиям на Земле. Тем, кто хочет ощутить на себе воздействие космического полета, необязательно покидать нашу родную планету. Так случилось и со мной — многолетняя работа в космической отрасли и три попытки пройти отбор в отряд космонавтов привели меня пока не в космос, а в ванну сухой иммерсии в Институте медико-биологических проблем Российской академии наук (ИМБП РАН).

Почему ванна и почему сухая иммерсия? И какая связь с космосом и невесомостью?

**В** июне 1970 года два советских космонавта Андриян Николаев и Виталий Севастьянов совершили рекордный по продолжительности автономный полет (без стыковки с орбитальной станцией) в космическом корабле «Союз-9». Экипаж пробыл в замкнутом пространстве корабля 17 суток 16 часов

58 минут 55 секунд, из тренажеров у них был только ручной эспандер. И, несмотря на то что они много работали по программе полета, фактически они просто парили в невесомости без физической нагрузки.

Вернувшись на Землю, космонавты не могли самостоятельно передвигаться и попали в госпиталь в тяжелом со-

стоянии. Врачи зафиксировали серьезную мышечную атрофию и негативные реакции со стороны сердечно-сосудистой системы как результат гиподинамии и гипокинезии. Космонавтам потребовался продолжительный курс реабилитации. С тех пор в медицине появился термин «эффект Николаева».

После этого случая космические врачи-исследователи Института медико-биологических проблем получили задачу: смоделировать невесомость на Земле и разработать средства профилактики ее неблагоприятного воздействия. Ведь ИМБП и был создан в 1963 году по инициативе академиков М.В. Келдыша и С.П. Королева для медико-биологического обеспечения пилотируемых космических полетов — в перспективе и до Марса, а это почти семь месяцев в одну сторону.

Ученые нашли три способа имитации условий невесомости на Земле, каждый из которых используется для определенных целей.

Первый — настоящая невесомость при полете в самолете по параболической траектории, но ее непрерывная длительность всего 20—22 с.

Второй — антиортостатическая гипокинезия (АНОГ): испытуемый лежит вниз головой на специальной кровати с углом наклона от  $-6^\circ$  до  $-30^\circ$ . Такой метод позволяет изучать влияние симметрированной невесомости в первую очередь на кровеносную и лимфатическую системы. На костно-мышечный аппарат она действует тоже, но медленно, требуется как минимум несколько недель, а лучше несколько месяцев.

Третий — сухая иммерсия (от англ. immersion — «погружение»): испытуемых укладывают в специальную ванну или небольшой бассейн, закрытый пленкой, которая предотвращает контакт с водой. В этом случае влияние «невесомости» на организм проявляется гораздо быстрее, в среднем за 3—5 суток. Эта модель обеспечивает основные факторы, влияющие на состояние космонавтов в невесомости: физическую разгрузку, перераспределение жидкости и отсутствие опоры.

Изначально иммерсия проводилась просто в бассейне, где испытуемые в плавках находились в пресной воде, но из-за проблем с кожей в ИМБП придумали использовать пленку.

Модельные эксперименты с сухой иммерсией позволили найти причины «эффекта Николаева» и методы профилактики. Экипажи орбитальных станций стали ежедневно по два часа заниматься физкультурой с помощью тренажеров

*Условное положение испытателя в сухой иммерсии. Внизу ванны стоит подъемник с электрическим приводом. Специальная платформа с отверстиями для быстрого прохода воды позволяет поднимать и опускать испытателя*



(беговая дорожка, велоэргометр, силовой нагружатель или эспандеры). Эффективность была доказана на испытуемых, лежавших в бассейнах: они занимались с тренажерами на подвесах, возвращаясь каждый раз в безопорное положение, — атрофию мышц удалось серьезно сократить. Также в ИМБП разработали костюмы и специальные средства для компенсации отсутствия веса и опоры, их тоже испытывали в иммерсии (например, костюм аксиальной нагрузки «Пингвин», создающий осевую нагрузку на опорно-двигательный аппарат и скелетную мускулатуру).

Вершиной работы специалистов стали два полета в 80-е и 90-е годы на орбитальную станцию «Мир» космонавта-врача из ИМБП Валерия Полякова: первый — 240 суток 22 часов 35 минут и второй (на сегодняшний день абсолютный рекорд) — 437 суток 17 часов 59 минут. Полет на Марс стал ближе к реальности.

Эксперименты с сухой иммерсией продолжают и сейчас. У ученых появилось новое оборудование и усовершенствованные методики исследований. Кроме того, на Земле можно применять сложные методы обследования, например биопсию или магнитно-резонансную томографию, недоступные на орбите. Исследователей интересует более глубокое понимание причин острой адаптации космонавтов на орбите и сопровождающих ее болей в спине и метеоризма.

Добровольцем-испытателем на одном из таких экспериментов, а именно: «Эффективность низкочастотной ЭМС в предотвращении мышечной детренированности, развивающейся в условиях наземного моделирования условий космического полета», мне посчастливилось быть. В ИМБП регулярно проводят наборы испытуемых, участие в исследованиях оплачивается.

И хотя к требованиям отбора относятся не только рост, масса, возраст



## ЭКСПЕРИМЕНТ

и пол (в иммерсию берут пока только мужчин — из-за ряда бытовых и физиологических причин), но и место жительства (предпочтение москвичам, чтобы далеко не ездить), мне, петербуржцу, удалось попасть в эксперимент. Для начала потребовалось доказать, что я здоров — это анализы, справки из диспансеров и врачебная комиссия в клиническом отделе ИМБП (знаменитый «Детский садик»), где до 2010 года обследовали гражданских кандидатов в космонавты.

Само погружение в ванну сухой иммерсии в нашем случае продолжалось пять суток (бывают еще трех- и семисуточные эксперименты), но весь эксперимент для каждого из десяти испытуемых длился примерно три недели. В первую неделю исследователи делают фоновые измерения, во вторую — испытуемый находится в ванной, а в третью — снимаются данные о возвращении организма в привычное состояние. Никаких последствий для здоровья от эксперимента нет.

В рамках большого эксперимента было много исследований с названиями, вызывающими улыбку, — «Поза», «Полевой тест», «Зрение», «Дыхание», «Н-рефлекс», «Педаль», «Альгометрия», «Капилляр», «Стопа», «Архитектура», «Динамометр», «Вулкан-И» и другие. Почти все они аналогичны тем, что проводятся с космонавтами до и после полета и на борту Международной космической станции (МКС). Так как воздействие сухой иммерсии по ряду параметров очень близко к невесомости в космосе, испытуемые на Земле вносят большой вклад в «расширение статистики», тем более, что экипаж российского сегмента МКС с 2017 года сократили с трех до двух человек.

Погружение в ванну было торжественным, обычно в эти моменты включается подходящая к случаю музыка с телефона. Первые часы без опоры ощущаются легко, некоторым это даже приносит удовольствие. Температура воды комфортная — у меня она все пять суток была  $31^\circ\text{C}$ , а вот испытуемый из соседней ванны попросил поднять ее до  $33^\circ\text{C}$ .

Пленка облегла тело со всех сторон, наружу выглядывали только голова и



## ЭКСПЕРИМЕНТ

руки. Кожу защищала простыня, которую меняли каждые сутки, а иногда чаще. Из одежды — носки, трусы и футболка.

Я и мой коллега находились одновременно в двух соседних ваннах стенда сухой иммерсии лаборатории гравитационной физиологии сенсомоторной системы ИМБП. Но погружение и выемка проходили с разницей в одни сутки, для удобства исследователей.

Скучать в иммерсии не приходилось, один эксперимент сменялся другим, ведь ученых интересует работа в гипогравитации вестибулярного аппарата, тактильной, болевой, слуховой, кровеносной, зрительной систем организма.

Все три недели, и особенно в ванне, я жил по строгой циклограмме эксперимента, где все было расписано поминутно, чтобы исследования выполнялись без нарушений их требований.

Всегда, днем и ночью, рядом с нами находилась дежурная бригада, состоящая из врача, лаборанта и техника/инженера. Они кормили (трехразовое питание, по количеству калорий аналогичное рациону космонавтов), обеспечивали круглосуточный контроль здоровья и исправности приборов. Дежурные помогали постановщикам экспериментов, когда это требовалось.

Каждый вечер нас поднимали из ванны на 15 минут для замера роста, массы, гигиенических процедур и туалета. Однако, например, справлять малую нужду в течение суток приходится в утку, что в условиях иммерсии не так-то просто.

Ежедневно, во второй половине дня, проводилась трехчасовая низкочастотная электромиостимуляция (ЭМС), которая используется для компенсации вредного воздействия невесомости на космонавтов; она также полезна пожилым и больным людям с ограниченной подвижностью на Земле. Стимуляция ощущается как точечные ритмичные похлопывания/покалывания по бедрам и голени. Данные о состоянии испытуемых, полученные в этом эксперименте с ЭМС, ученые сравнивают с результатами прошлых иммерсий, без воздействия низкочастотного электромиостимулятора «Стимул-НЧ», созданного в конструкторском технологическом бюро «Биофизприбор» (Санкт-Петербург).



Уже в первую ночь я ощутил, что пролежать пять суток в ванне — это не отдых. И хотя есть люди, которые очень быстро и практически без неприятных ощущений проходят адаптацию к необычным условиям, большинство, как и космонавты на орбите, начинают чувствовать боль в спине, иногда метеоризм (вздутие живота и повышенное газообразование в кишечнике). Бывают и другие не самые приятные ощущения, в том числе нарушение сна. Я в первую ночь спал всего два часа. Мне повезло со спиной. Конечно, мой позвоночник растянулся и рост со вторых суток был не 169, а 172 см, но сильных болей не было, просто неприятные ощущения, которые прошли к четвертым суткам. А вот с животом было сложнее.

Однако все эти моменты компенсировались вниманием персонала ИМБП и пониманием важности участия в таких исследованиях, где от каждого испытуемого зависит успех работы ученых.

На пятые сутки чувствовал себя замечательно — началась эйфория от того, что я выдержал, и наступила адаптация к условной невесомости. В предыдущие дни я честно писал в социальных сетях, что мне нехорошо, и получил немалую поддержку от друзей. Они даже устроили своеобразный флешмоб, присылая фотографии со словами «Саня, держись!». Особенно приятно было получить снимок с МКС от Антона Шкаплерова и Олега Артемьева.

Современным испытуемым, конечно, легче — разрешается пользоваться смартфонами с Интернетом. В свободное время я писал дневник из ванной,

общался дистанционно с друзьями, слушал музыку и читал бумажную книгу «За пределами Земли».

Утром, завершавшим пятые сутки иммерсии, меня извлекли из ванны, без торжества, как на «вкладке», но предельно аккуратно. Первые минуты и часы «возвращения на Землю» — самые ценные для ученых. На каталке меня отвезли в лабораторию для первых тестов. Встать и держать равновесие было не просто, у меня тряслись ноги, болела голова, будто я сдал как донор 470 мл крови. Но с каждой минутой «в гравитации» я приходил в норму. В первые сутки еще ощущал недомогание, на второй день передвигался очень бодро, а на третий уже и не чувствовал, что совсем недавно лежал в иммерсионной ванне.

Испытуемые часто называют дни в ванне «полетом». По итогам эксперимента я был согласен с этим, чувство внутреннего удовлетворения вполне могло сравниться с ощущениями от успешно совершенного космического полета.

Интересно, что этой осенью в ИМБП планируется провести рекордную за последнее годы иммерсию — 21 сутки. Максимальная же длительность иммерсии за всю историю составила 56 дней (Е.Б. Шульженко, И.Ф. Виль-Вильямс, 1973 год).

