

# Спасти рядового

# АЛЕКСА

ДЛЯ ТОГО ЧТОБЫ ПОКИНУТЬ ОКОЛОЗЕМНУЮ ОРБИТУ И НАЧАТЬ БОРОЗДИТЬ ПРОСТОРЫ ВСЕЛЕННОЙ, НЕДОСТАТОЧНО ПОСТРОИТЬ БОЛЕЕ СОВЕРШЕННЫЕ КОРАБЛИ. НЕОБХОДИМА ТАКЖЕ БОЛЕЕ СОВЕРШЕННАЯ МЕДИЦИНА, ПОЗВОЛЯЮЩАЯ НАДЕЯТЬСЯ, ЧТО ЭКИПАЖ ОСТАНЕТСЯ ЖИВЫМ В ТЕЧЕНИЕ ВСЕГО ПОЛЕТА.



Допустим, вы летите на Марс. Половина пути уже пройдена, еще три месяца – и вы у цели. Ваш корабль неплохо экранирован от солнечной радиации, и члены экипажа чувствуют себя нормально. Все, кроме одного вашего коллеги, Алекса, который уже несколько недель страдает от боли в животе. У вас нет возможности обследовать его так же хорошо, как это сделали бы врачи на Земле, но вы по крайней мере можете сделать ему УЗИ, и то, что вы видите на экране, вам очень не нравится. Похоже, у него опухоль прямой кишки, и похоже, она уже начала давать метастазы.

Вы понимаете, что земные врачи наверняка спасли бы Алекса – не говоря уже о том, что на Земле этот молодой лось в принципе бы не заболел. А еще вы понимаете, что, если бы даже вы могли развернуть корабль и по-

губить миссию, которую США, Россия, Европа и Канада готовили последние 15 лет, Алекса это вряд ли спасло бы – ионизирующее излучение, по-видимому, привело к возникновению опухоли, которая развивается очень быстро. Алекс тоже прекрасно все это понимает и мрачно шутит о том, как именно вам предстоит избавляться от его трупа.

Выдыхайте. Сейчас 2016 год, а не 2035-й. Еще никто никуда не летит. Точнее, наоборот, все летают на МКС, и там проводится множество биологических и медицинских экспериментов. Еще больше экспериментов проходит на Земле – с расчетом на то, что их результаты пригодятся для дальних космических полетов. Например, именно на Земле Камаль Датта и его коллеги подвергали мышей воздействию ионизирующего излучения, чтобы затем







исследовать те молекулярные поломки, которые, как выяснилось, в первую очередь повышают вероятность именно рака прямой кишки.

### ПОЧЕМУ ПОКИДАТЬ ЗЕМЛЮ ОПАСНО?

Ключевых проблем две: радиация и невесомость. При этом на МКС, которая летает в пределах воздействия магнитного поля Земли, космонавты подвержены облучению меньше, чем если бы они летали на Луну или на Марс, но зато они месяцами живут в условиях микрогравитации. В далеких полетах, возможно, будет применяться искусственная сила тяжести, но вот радиация будет воздействовать на космонавтов гораздо сильнее.

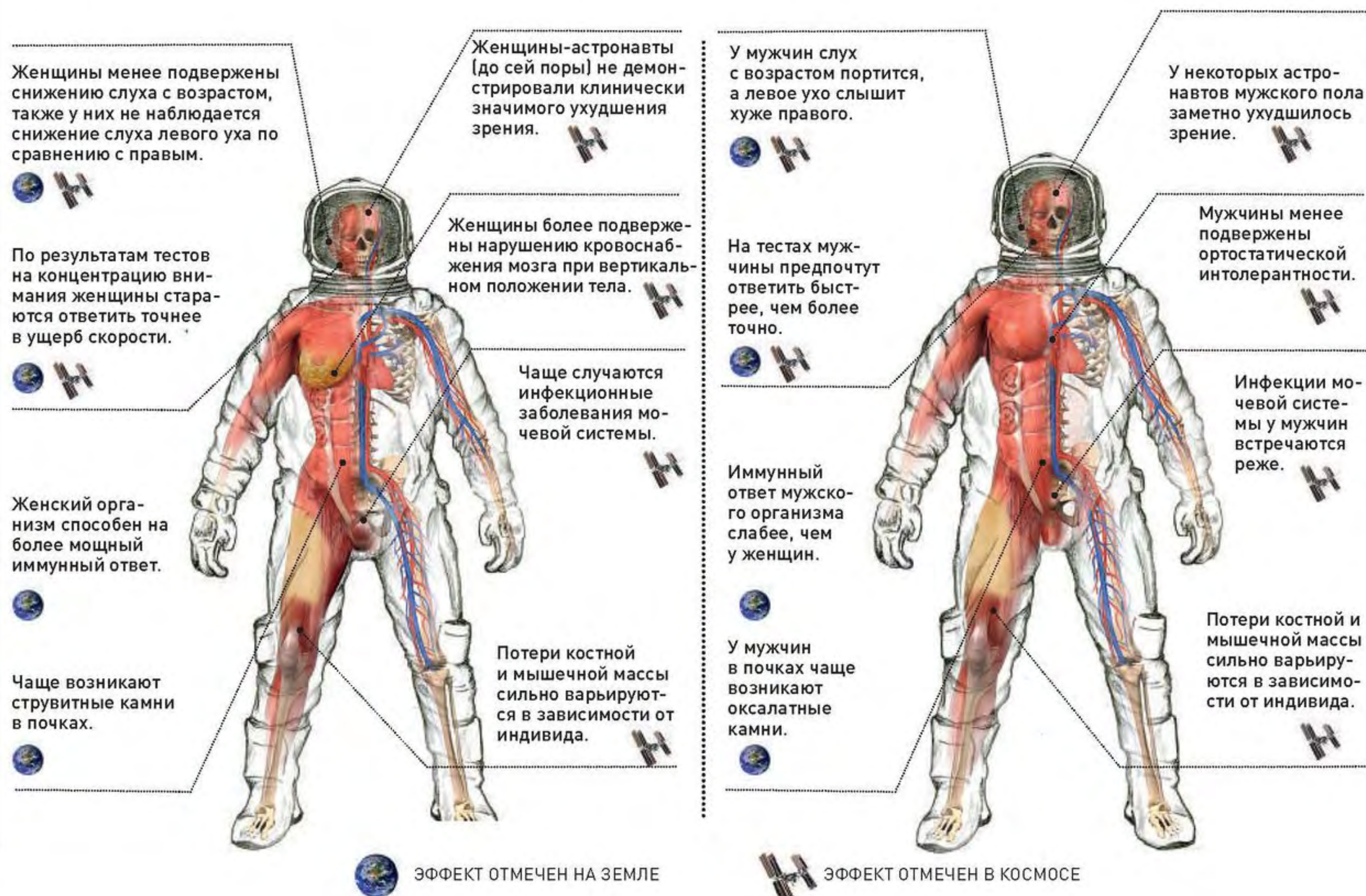
Мы эволюционировали в условиях земного притяжения, и его исчезновение сразу отражается на самочувствии человека – это называется синдромом космической адаптации. Нарушается работа вестибулярного аппарата. Человек может испытывать тошноту. Возникают нарушения зрения или даже галлюцинации. Кровь приливает к верхней части тела, что заметно даже на фотографиях – лица

космонавтов становятся припухлыми. В долгосрочной перспективе отсутствие силы тяжести вызывает физиологические перестройки, которые впоследствии мешают хорошо чувствовать себя на Земле. Прежде всего происходит атрофия мышц. Работа физиологов из Университета Болл в Индиане, включавшая биопсию икроножных и камбаловидных мышц девяти космонавтов МКС с последующим микроскопическим исследованием фибрилл, показала, что, несмотря на интенсивные физические упражнения во время полета, толщина мышечных волокон снижается в среднем на 20%, а сила сокращения – вплоть до 55%.

Эта проблема начинает выглядеть особенно угрожающей, если мы вспомним, что сердце – это тоже мышца, и от него тоже требуется меньше усилий, чтобы перекачивать кровь в невесомо-

## ЗДОРОВЬЕ, ПОЛ И КОСМОС

Говоря о факторах, влияющих на состояние здоровья человека на борту космического аппарата, мы порой забываем, что человек бывает двух разных полов, а мужчины и женщины имеют между собой значительные психофизиологические различия. Многие из этих различий проявляются в обычной земной обстановке, другие выявляются после пребывания на орбите. Схема описывает некоторые из них.





сти. В самом деле, и эксперименты на животных, и наблюдения за людьми показывают, что отсутствие силы тяжести приводит к снижению частоты сердечных сокращений, снижению диастолического давления, к аритмии. Кроме того, длительное пребывание в невесомости снижает плотность костей, а значит – вместе с необходимостью заново учиться управлять движениями! – повышает риск возникновения переломов после возвращения на Землю.

Пребывание в космосе влияет на организм и на клеточном уровне. Например, эксперименты на животных позволили установить, что нарушаются процессы миграции клеток при заживлении ран. Также установлено, что снижается количество Т-лимфоцитов в иммунной системе – впрочем, это скорее результат не отсутствия силы тяжести, а воздействия космического излучения.

По оценке NASA, за шесть месяцев на МКС астронавт получает дозу облучения, эквивалентную 160 миллизивертам – в 66 раз больше, чем среднестатистический землянин в течение года. За трехлетний полет на Марс и обратно астронавт получит по крайней мере 1200 миллизивертов – несмотря на все меры по экранированию корабля и только в том случае, если экипаж будет своевременно узнавать о всплесках солнечной активности и отсиживаться в специально защищенном убежище.

Врач-радиолог Френсис Кукинотта в 2006 году писал в журнале *Lancet Oncology*, что во время полета на Марс протоны, электроны и высокоэнергетические ионы тяжелых элементов будут бомбардировать корабль с такой интенсивностью, что ядро каждой клетки тела космонавта будет сталкиваться с протоном или электроном раз в несколько дней, а с ионом тяжелого элемента – по крайней мере раз

в месяц. Эти события ведут к повреждению ДНК и многократно увеличивают риск злокачественного перерождения клеток. Лейкемия, рак груди, щитовидной железы, легких и кишечника будут настолько обыденным событием на космических кораблях, что, по оценке автора, риск смерти от рака в ходе полета к Марсу будет составлять порядка 5%.

### 56 000 000 КИЛОМЕТРОВ ДО БЛИЖАЙШЕЙ БОЛЬНИЦЫ

Пять лет назад человечество бурно отмечало юбилей полета Юрия Гагарина. Не остались в стороне и канадские специалисты по космической медицине Дэвид Уильямс и Мэтью Тюрнок. Они опубликовали обзорную статью с амбициозным названием «Исследование космоса человеком в следующие 50 лет», посвященную именно вопросу о том, в какой степени мы можем надеяться летать в космос сами, а не только отправлять туда роботов, несмотря на нашу хрупкую и ненадежную биологическую природу.

До недавнего времени, пишут исследователи, самой важной задачей в космической медицине было предотвращение тяжелых ситуаций. На МКС отправляют только абсолютно здоровых людей, а в случае возникновения каких-либо серьезных проблем их можно оттуда эвакуировать. Тем не менее с увеличением численности экипажа МКС пропорционально вырастает и вероятность того, что кто-нибудь из космонавтов заболеет на орбите. Еще выше она становится благодаря появлению космических туристов – хотя они тоже проходят медицинское обследование, но все же в мире не так много людей, которые одновременно готовы и заплатить за свой отпуск \$20 млн, и при этом безукоризненно здоровы. Но самое главное – возможность отправить заболевшего человека на Землю существует, пока мы говорим об орбитальных полетах, и начисто исчезает, как только речь заходит об экспедиции на Марс.

Что можно сделать, если космонавту требуется серьезное хирургическое вмешательство? Основные надежды исследователи возлагают на



**РОБОТИЗИРОВАННАЯ ХИРУРГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА**, предназначенная для операций на мозге, – прямой наследник роботизированной руки, первоначально разработанной Канадским космическим агентством для перемещения грузов в космосе.







телемедицину, в том числе удаленное управление манипуляторами робота-хирурга. Этот подход уже положительно зарекомендовал себя на полярных станциях и потенциально позволяет провести любую операцию. К сожалению, не факт, что Алекс перенесет ее благополучно – просто из-за непреодолимых проблем со связью. При максимальном сближении Земли и Марса расстояние между ними составляет 56 млн километров. Электромагнитная волна способна преодолеть эту дистанцию примерно за три минуты, и столько же ей понадобится, чтобы вернуться обратно. Неплохо, чтобы получить консультацию от коллег, но слишком долго для выполнения операции в реальном времени.

Получается, в команде должен быть невероятно высококвалифицированный хирург, способный манипулировать инструментами робота на месте, без серьезной помощи с Земли, независимо от того, какую именно операцию придется делать – на позвоночнике, на печени или на мозге. И да, желательно, чтобы это был не сам Алекс. Кроме того, стоит надеяться на то, что за предстоящие двадцать лет принципиально расширятся и возможности фармакологического лечения, и большинство болезней, требующих сегодня хирургического вмешательства, будет несложно остановить с помощью лекарств, в том числе созданных специально для Алекса прямо в корабельной лаборатории. Во всяком случае, выдуманная история его болезни показывает, что для покорения космоса требуются исследователи самых разных специальностей, и памятники за покорение Марса будут ставить не только физикам и astronautам, но и – может быть, прежде всего – фармакологам и врачам, чья работа сделает дальнейшее освоение мира в принципе возможным.

#### ЭКСПЕРИМЕНТ С БЛИЗНЕЦАМИ

На фото два астронавта – Скотт Келли и Майкл Келли. А еще они – братья-близнецы. В прошлом году Скотт отправился в долговременную экспедицию на МКС, а брат остался на Земле. Смысл эксперимента, который завершился с возвращением Скотта после 12 месяцев на орбите, состоит в том, чтобы тщательно отследить все изменения, возникшие в организме Скотта в ходе полета, сравнив их с процессами, протекавшими в то же время в генетически идентичном организме брата.

ИМ

## ИЗ КОСМОСА С ЛЮБОВЬЮ

Земные исследования помогают развивать медицину в космосе, но верно и обратное: исследования в космосе помогают развивать медицину и здравоохранение на Земле.

В космосе важен каждый грамм и каждый вольт, и поэтому за десятилетия полетов инженеры разработали множество высокоэффективных систем очистки воды на борту станций. Некоторые их принципы, например обеззараживание с помощью йодосодержащих смол, сегодня активно внедряются в засушливых регионах Африки.

Для мониторинга здоровья космонавтов был разработан компактный прибор, позволяющий оценивать содержание оксида азота в выдыхаемом воздухе (его повышение может сигнализировать о ранней стадии воспаления дыхательных путей). Такие измерения важны и на Земле – для контроля за состоянием легких у больных астмой.

У людей, переболевших ветряной оспой, в условиях снижения иммунитета возможна новая вспышка активности вируса – на этот раз в виде опоясывающего лишая. Заболевание сначала вызывает сильную боль по ходу пораженного нерва, и лишь через несколько дней проявляется в виде характерных кожных высыпаний. Именно для космонавтов был разработан простой тест, позволяющий определить активацию вируса по его присутствию в слюне, а значит, раньше поставить диагноз, начать лечение и серьезно сократить продолжительность болезни и вероятность осложнений.