

Результаты исследований Э.С.Горшкова за период 41-й РАЭ позволили сделать фундаментальный вывод о том, что высокая степень зависимости Т_и от движения Земли является показателем связи многих процессов в биосфере с космофизическими факторами гравитационной природы. Преобладающая роль СА или гравитационных факторов в биосфере зависит от стадии СА. В этой связи становится вероятным прогноз окислительно-восстановительных процессов на период 25-го цикла СА (2020–2025 годы). На восходящей ветви цикла ход окислительных реакций должен быть чрезвычайно быстрым, что приведет к снижению адаптационных возможностей организма, особенно ослабленного длительной болезнью.

Представленные результаты опубликованы в работах:

Горшков Э.С., Шаповалов С.Н., Соколовский В.В., Трошичев О.А. О гравитационной обусловленности флуктуаций скорости реакции окисления унитиола нитритным ионом // Биофизика. 2000. Т. 45. Вып. 4. С. 631–635.

Горшков Э.С., Шаповалов С.Н., Соколовский В.В., Трошичев О.А., Корнюшина Н.М. Явление возникновения внешне-обусловленных регулярных флуктуаций скорости окислительно-восстановительных реакций // Научные открытия: Сб. кратких описаний научных открытий — 2003. Вып. 2. М.: РАЕН, 2004, С. 3–6.

С.Н. Шаповалов (ААНИИ)

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ БИМЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА СТАНЦИИ ВОСТОК

Российская антарктическая станция Восток, названная в честь парусника «Восток», одного из кораблей русской экспедиции 1819–1821 годов, основана в декабре 1957 года. Первым врачом-исследователем на этой станции был И.И. Тихомиров, заложивший основы экологической физиологии человека в Центральной Антарктиде. В дальнейшем на станции Восток работали многие врачи-исследователи, но, пожалуй, наиболее полная информация об особенностях адаптации организма человека к экстремальным условиям была получена специалистами в области космической медицины — участниками многих антарктических экспедиций с годовым пребыванием на станции Восток.

Дело в том, что у полярной и космической медицины много общих целей и задач. Основными из них являются изучение закономерностей влияния экстремальных факторов среды обитания на процессы жизнедеятельности, поведение, работоспособность и здоровье человека, а также разработка научно-обоснованных средств и методов медицинского обеспечения жизни и работы человека в полярных регионах нашей планеты и в космических экспедициях.

Исходя из этой общности, Институт медико-биологических проблем — головное учреждение нашей страны по проблемам космической медицины и биологии — еще в 1966 году выбрал станцию Восток в Антарктиде в качестве естественной природной лаборатории для проведения биомедицинских исследований применительно

к перспективным полетам человека в космос. Исследования проводились с соблюдением требований биомедицинской этики при добровольном информированном согласии полярников станции Восток.

Станция Восток расположена в Центральной Антарктиде (78° 28' ю.ш., 106° 48' в.д.) на ледниковом куполе, где барометрическое давление составляет 460 мм рт. ст., а среднегодовая температура –55,4 °С. Полярный день и полярная ночь длятся по 4 месяца. Ближайшая станция Амундсен-Скотт (Южный географический полюс) находится на удалении 1253 км. Проведенные исследования убедительно показали, что длительная физическая и социальная изоляция коллектива станции от внешнего мира, пониженное содержание кислорода во вдыхаемом воздухе (гипобарическая гипоксия) и малоподвижный образ жизни (гипокинезия) — это основные физиологически значимые факторы зимовки на станции Восток. Перечисленные и некоторые другие факторы окружающей среды несут в себе определенные риски для здоровья и работоспособности полярников. Общий перечень специфических медицинских рисков приведен в таблице.

Станция Восток расположена на полюсе холода нашей планеты. Самая низкая температура –89,2 °С была зафиксирована в 1983 году, однако морозы с температурой воздуха –80 °С и более не редкость. Хронометраж суточной деятельности полярников станции Восток показал, что в периоды привычного чередования дня и ночи, а также в полярный день максимальная продолжительность

Таблица

Специфические медицинские риски и их причины при нахождении на станции Восток

Риски	Причины
Астенизация организма	Изоляция, гипокинезия
Нарушение поведения, конфликты	Изоляция
Десинхроноз, нарушение сна	Изоляция, полярный день, полярная ночь
Повышенная нервно-психическая утомляемость	Изоляция, однообразная работа
Обострение хронических заболеваний и возникновение новых болезней	Изоляция, гипокинезия, санитарно-бытовые неудобства
Острая кардиореспираторная недостаточность	Гипобарическая гипоксия в сочетании с большими физическими нагрузками
Снижение общей физической работоспособности	Гипобарическая гипоксия, гипокинезия
Перестройка обмена веществ	Гипобарическая гипоксия, гипокинезия
Переохлаждение и отморожения	Низкие температуры за пределами станции
Повреждение органа зрения	Ультрафиолетовая радиация
Гипогидратация организма	Пониженное барометрическое давление, низкая относительная влажность воздуха, гипоксия

времени пребывания на открытом воздухе составляет не более 1 часа 40 минут, а в полярную ночь — не более 50 минут. Врачи станции в 13-й САЭ совершали двухчасовые прогулки при температуре -83°C . Каких-либо жалоб на переохлаждение, тем более на обморожение при работах вне помещений или при прогулках никто из полярников не предъявлял. Это свидетельствовало о хороших теплозащитных качествах штатной полярной одежды и о том, что полярники не нарушали элементарных правил по обеспечению безопасности в условиях низких температур.

Таким образом, низкие температуры воздуха за пределами станции не являются прямой причиной многочисленных функциональных изменений в организме во время годовой зимовки на станции Восток. Можно говорить лишь об опосредованном влиянии низких температур. Они заставляют полярников практически круглый год находиться в помещении, т.е. в условиях изоляции и малоподвижного образа жизни. Низкие температуры в районе расположения станции Восток делают ее в течение 9–10 месяцев недоступной для транспортных средств. По сути, полярники в течение этого отрезка времени живут и работают

в автономном режиме, рассчитывая только на свои силы и средства. Значимость врачей и начальника станции в этот период существенно возрастает. На их долю выпадает ответственность за принятие мер по минимизации и предотвращению рисков для здоровья и работоспособности полярников.

К счастью, заболеваемость во время зимовки на станции Восток небольшая. Есть основания предполагать, что далеко не комфортные условия жизни на станции и общая астенизация организма во время зимовки могут провоцировать обострение имеющихся недиагностируемых хронических заболеваний, как это случилось в 65-й экспедиции у одного из полярников. Отсюда и важность строгого диспансерного обследования кандидатов в антарктическую экспедицию, особенно тех, кто собирается на станцию Восток.

Если от низких температур и жесткого ультрафиолетового излучения за пределами станции можно защититься теплой одеждой и затемненными очками, то от влияния на организм гипобарической гипоксии защиты нет. Ее медицинские эффекты человек ощущает сразу же по прибытии на станцию. Это головная боль, общая слабость, сухость во рту, неприятные ощущения в области сердца, повышенное газообразование в желудочно-кишечном тракте. Естественно, что степень выраженности этих ощущений очень индивидуальна. Постепенно, в течение первых пяти дней неприятные ощущения, связанные с дефицитом кислорода во вдыхаемом воздухе, сглаживаются. Но на всем протяжении зимовки остается резко сниженной переносимость физических нагрузок. Применявшаяся в 14-й САЭ ежедневная физическая тренировка группы полярников позволила несколько повысить физическую работоспособность, но довести ее до исходной, т.е. той, что была зарегистрирована на уровне моря, не удалось. Этот факт следует учитывать при планировании физических работ на станции, в первую очередь тех, которые будут связаны со строительством

нового здания станции Восток. Следует также иметь в виду, что частое и глубокое дыхание сухим воздухом во время интенсивной физической работы может сопровождаться ощущением саднения за грудиной и кашлем.

Исходя из опыта организации восхождений альпинистов на высокогорные пики и хребты, можно предположить, что предварительная адаптация к гипоксии сможет существенно повысить работоспособность тех, кто будет заниматься физическим трудом на станции Восток. Такую предварительную адаптацию можно проводить в горной местности или в специальных стационарных камерах и продолжать ее на судне во время транспортировки в Антарктиду, используя для этого дыхание газовыми смесями с пониженным содержанием кислорода в сочетании с интенсивной физической нагрузкой.

Условия гипоксии, в которых живут и работают полярники станции Восток, оказывают влияние практически на все функциональные системы организма, в первую очередь на дыхательную и сердечно-сосудистую. Содержание кислорода в альвеолярном воздухе на всем протяжении зимовки снижается практически напо-

ловину и составляет 53–57 мм рт. ст. Максимальная легочная вентиляция, наоборот, на всем протяжении зимовки становится повышенной (130–155 л/мин). Наиболее низкий уровень основного обмена регистрируется в период полярной ночи, затем постепенно повышается, но все равно не достигает нормативных величин (93 % по отношению к должному).

По прибытии на станцию Восток у полярников наблюдали на ЭКГ признаки гипоксии миокарда, выражавшиеся в уменьшении зубца Т и смещении отрезка S–T ниже изоэлектрической линии. Частота сердечных сокращений и диастолическое (нижнее) артериальное давление на всем протяжении зимовки были увеличенными по сравнению с исходными значениями. Систолическое (верхнее) артериальное

давление и минутный объем кровообращения не претерпевали каких-либо изменений. Исследования сердечно-сосудистой системы выявили также некоторое ухудшение переносимости функциональных нагрузочных проб.

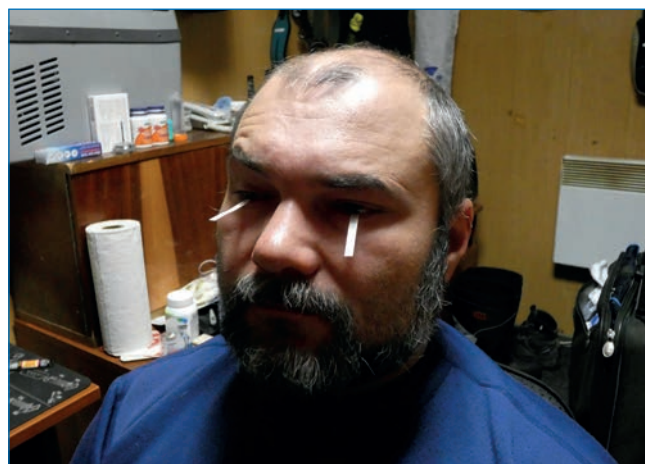
В начальный период пребывания на станции в связи с гипобарической гипоксией и низкой относительной влажностью воздуха в помещении происходит увеличение потребления жидкости и уменьшение суточного диуреза. Обусловлено это обезвоживанием в связи с повышенными влагопотерями при частом и углубленном дыхании и при испарении с кожной поверхности. К четвертому месяцу пребывания на станции по мере адаптации к необычным условиям среды обитания происходит нормализация баланса выпиваемой жидкости и экскретируемой мочи. Это означает, что в первые месяцы зимовки на станции Восток следует рекомендовать полярникам не ограничивать себя в потреблении жидкости, чтобы исключить обезвоживание организма. Биохимические исследования крови и мочи полярников позволили расширить представления о функциональной адаптации организма к комплексу неблагоприятных факторов зимовки на станции Восток. Установлено,



Полярник в маске, защищающей дыхательную систему



Врач 64-й РАЭ Н.Ю. Осецкий впервые на станции Восток провел обширные исследования зрительной системы



Определение слезопродукции, которая на станции Восток нарушена из-за повышенной сухости воздуха

в частности, что содержание белка и основных белковых фракций крови волнообразно колебалось, не выходя за пределы физиологической нормы.

Исследования и наблюдения показали, что для человека как социально ориентированного вида наиболее неблагоприятными факторами зимовки являются не холод, не гипоксия, не какие-то бытовые неудобства, а физическая и социальная изоляция с ее однообразием, монотонностью, отсутствием цветовой гаммы мировосприятия, дефицитом поступающей извне информации и общением с одним и тем же узким кругом лиц с ярко выраженными индивидуальными психологическими особенностями.

Проведенные исследования показали, что изменения в нервно-психической деятельности практически здоровых людей при годовом пребывании на станции Восток носят фазовый характер с периодами снижения и нормализации нервно-психического тонуса. Общая направленность изменений характеризуется постепенным развитием астении через стадии повышенной общей возбудимости (первые полтора месяца), умеренно выраженной гиперстенической формы неврастении (3–5-й месяцы) и стадии умеренно выраженной раздражительной слабости с элементами астении (8–12-й месяцы). Проявлениями этого являются конфликты, повышенная раздражительность, обидчивость, несдержанность в выражениях, замкнутость, нарушения биоритмов и сна.

Для профилактики и лечения указанных изменений в нервно-психическом статусе обследуемых оказались эффективными следующие фармакологические препараты, применявшиеся как отдельно, так и в различных комбинациях: аскорбиновая кислота, глицерофосфат кальция, тиамин бромид, глютаминовая кислота, никотинамид, рибофлавин, элениум, триоксазин, мелипрамин. Эффект от приема указанных препаратов проявлялся не ранее 10 дней после начала курса.

Причинами физиологических и психофизиологических изменений во время зимовки на станции Восток являлись не только изоляция, относительная гипокинезия и гипобарическая гипоксия, но и особенности режима труда и отдыха полярников. На основании большинства изучаемых показателей наиболее неблагоприятным режимом оказался дробный, когда сон в силу специфики работы приходилось разбивать на две части — ночную (4–5 ч) и дневную (2,5–3,5 ч).

Следует отметить, что, несмотря на многочисленные функциональные изменения в организме, оперативная память, умственная работоспособность, способность кон-

центрировать внимание и способность ориентироваться во времени в ходе зимовки на станции Восток сохранились без изменений. Однако отмечен факт постепенного и к концу года довольно значительного снижения интереса к выполняемой профессиональной деятельности. У полярников возникает желание как можно скорее выполнить положенную работу и заняться каким-либо другим, более интересным делом. Это может быть чтение книг, игры, просмотр фильмов, слушание музыки. Другими словами, следует обратить серьезное внимание на организацию досуга, чтобы каждый полярник смог в свободное время удовлетворить свои интересы, а не впадать в уныние.

Проведенные исследования показали, что основная перестройка всех функций организма происходит в первые 3–4 месяца пребывания на станции Восток. В дальнейшем выявленные изменения не прогрессируют, а изменяются волнообразно в пределах физиологической нормы. Но это не относится к состоянию нервно-психической деятельности. К сожалению, изменения в настроении и поведении со временем прогрессируют. Исключением является лишь последний месяц зимовки, который характеризуется общим подъемом настроения и улучшением взаимоотношений в коллективе.

В заключение хотим отметить, что выявленные многочисленные изменения в организме во время зимовки на станции Восток не являются патологическими. Они отражают естественную адаптацию организма к новым неблагоприятным факторам среды обитания. Полной адаптации к этим факторам за время зимовки не происходит.

Разумный режим труда и отдыха, соблюдение элементарных правил по обеспечению личной и коллективной безопасности, а также эффективный врачебный контроль за состоянием здоровья полярников позволяют свести до минимума медицинские риски. Но следует постоянно помнить, что зимовка на станции Восток — это серьезное испытание физических и психических возможностей человека и медицинские риски будут сопровождать полярника от первого до последнего дня пребывания на этой антарктической станции.

Через два месяца после окончания зимовки на станции Восток все измененные показатели жизнедеятельности, как правило, возвращаются к нормальным величинам. Отдаленных неблагоприятных медицинских последствий годового пребывания человека в экстремальных условиях Центральной Антарктиды пока не выявлено.

Е.А. Ильин (ИМБП РАН), К.К. Левандо (АНИИ)