© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2019
УДК 613.693(091)

Поучительная история одного высотного полета: декомпрессионная болезнь у экипажа самолета и ее последствия

*ДВОРНИКОВ М.В., профессор, полковник медицинской службы в отставке (dvormv@yandex.ru)
ВОЛОВИК Ю.А., майор в отставке
МАТЮШЕВ Т.В., доктор биологических наук, кандидат технических наук*

Научно-исследовательский испытательный центр (авиационно-космической медицины и военной эргономики) ЦНИИ ВВС МО РФ, Москва

Статья посвящена ретроспективному анализу медицинских аспектов причины и последствий высотной декомпрессионной болезни у экипажа самолета Су-24М, возникшей в условиях вынужденного длительного полета в разгерметизированной кабине на большой высоте. Изучены документальные свидетельства непосредственных участников и очевидцев авиационного события, данные технического анализа причины отказа системы жизнеобеспечения авиатехники и материалы клинического обследования летчика. Выявлены недостатки в указаниях экипажу и специалистам авиационной медицины по диагностике и оказанию помощи пострадавшим с угрозой возникновения данной патологии, которые стали причиной развития осложнения у летчика, перенесшего тяжелую форму высотной декомпрессионной болезни. Сформулированы рекомендации по профилактике этой болезни и ее последствий, применимые в условиях строевых авиационных частей в современных условиях.

К л ю ч е в ы е с л о в а: высотный полет, декомпрессия, высотная декомпрессионная болезнь, причины и последствия, рекомендации по профилактике.

Dvornikov M.V., Volovik Yu.A., Matyushev T.V. — Instructive story of one high-altitude flight: decompression sickness in an aircraft crew and its consequences. The article is devoted to a retrospective analysis of the medical aspects of the cause and consequences of high-altitude decompression sickness in the crew of a Su-24M aircraft, which arose in conditions of a forced long flight in a depressurized cabin at high altitude. We studied the documentary evidence of the direct participants and witnesses of the aviation event, the data of the technical analysis of the cause of the failure of the life support system of aircraft and the clinical examination materials of the pilot. The deficiencies in the instructions to the crew and aviation medicine specialists in diagnosing and assisting with the threat of this pathology, which caused the pilot to develop a severe form of altitude decompression sickness, were identified. Formulated recommendations for the prevention of this disease and its consequences, applicable in conditions of combat aviation units in modern conditions.

К е у в о р д s: altitude flight, decompression, altitude decompression sickness, causes and consequences, recommendations for prevention.

Обеспечение безопасности высотных полетов авиации военного назначения традиционно входит в зону ответственности не только инженерно-технического состава, обслуживающего бортовые системы обеспечения жизнедеятельности экипажа, но и специалистов медицинской службы [8]. На фоне повышения надежности бортовых и индивидуальных высотных средств защиты актуальными становятся медицинские аспекты качества и своевременности проведения психо-

физиологической подготовки летного состава к высотным полетам и готовности медиков к оказанию помощи тем, кто оказался в экстремальной ситуации [3].

Цель исследования

Проведение ретроспективного анализа медицинских аспектов причины и последствий высотной декомпрессионной болезни у экипажа самолета, возникшей при разгерметизации кабины в процессе выполнения высотного полета.

Материал и методы

Источником информации послужили документальные свидетельства непосредственных участников и очевидцев происшедшего в 2000 г. авиационного события, данные технического анализа причины отказа системы жизнеобеспечения авиатехники и материалы клинического обследования летчика. Все требования по защите персональных данных соблюдены. Более того, данное исследование проведено по инициативе и при непосредственном участии пострадавшего летчика.

Результаты и обсуждение

Фабула события, случившегося с экипажем самолета Су-24М 4 февраля 2000 г., состояла в следующем. При выполнении особо важного полета в районе высокогорной местности на значительном удалении от аэродрома базирования на 10-й минуте полета на высоте 7800 м произошла внезапная разгерметизация кабины самолета. Согласно требованиям *Руководства по летной эксплуатации* (РЛЭ), необходимо было прекратить выполнение учебно-тренировочного полета, доложить руководителю полетов, получить от него разрешение на снижение до безопасной высоты менее 4000 м и продолжить полет для выполнения посадки на ближайшем аэродроме. Однако специфика данного полета, связанного с форс-мажорными обстоятельствами, совершаемого в особый период и в случае, не терпящем отлагательства, предполагала его безусловное выполнение, в т. ч. в осложненных условиях. Это давало экипажу исключительное право на принятие самостоятельного решения на продолжение полета при нештатной работе системы регулирования давления воздуха в кабине, тем более что полет проходил в режиме радиомолчания. Учитывая штатную работу кислородного оборудования, экипаж принял решение продолжить выполнение задания, поскольку уменьшение высоты было исключено по условиям выполнения полета в районе высокогорной местности. Успешное выполнение задания и благополучная посадка на свой аэродром подтвердила правильность этого решения.

Как вспоминает командир экипажа, полет в разгерметизированной кабине продолжался около 100 мин. Вначале никаких существенных изменений в самочувствии не было. Однако через 15–20 мин появились ощущения дискомфорта сначала в плечевых суставах, затем возникли болевые ощущения в локтевых и коленных суставах, выраженный общий дискомфорт, слабость. В момент кратковременного снижения в соответствии с полетным заданием до высоты 6000 м и на фоне напряженной деятельности указанная симптоматика существенно уменьшилась. На обратном пути на высоте полета 7800 м вновь появился дискомфорт в суставах и ноющая боль. При заходе на посадку и после посадки самолета самочувствие улучшилось.

При проведении технической проверки самолета основными вероятными причинами нарушения герметичности кабины рассматривались неисправность выпускного клапана 520А и нештатная работа крана герметизации кабины. После замены клапана неисправность системы кондиционирования воздуха гермокабины была устранена. С учетом того, что причина неисправности авиатехники была установлена и устранена, оформлять данное событие в качестве серьезного авиационного инцидента сочли необязательным.

Учитывая жалобы и возникшие симптомы у летчика в полете, ему была оказана медицинская помощь общего характера, после которой его общее самочувствие через 1–2 дня улучшилось и он продолжил летную работу. Однако, как показали дальнейшие события, если бы у врачей возникло подозрение на развитие *высотной декомпрессионной болезни* (ВДБ), то экипажу могла быть оказана специализированная медицинская помощь (например, сеанс гипербарической оксигенации), и осложнения в состоянии здоровья летчика удалось бы избежать.

Ретроспективная оценка существовавших медицинских регламентирующих документов того времени [5, 6] свидетельствует о том, что ни в одном из них четких рекомендаций по диагностике ВДБ и оказании помощи не было. Лаконич-

ная информация о потенциальной опасности длительного пребывания в негерметичной кабине на больших высотах и возникновении ВДБ появилась в методических рекомендациях для авиационных врачей «Выбор и подгонка высотного снаряжения. Обучение дыханию под избыточным давлением» [2], выпущенных в 2001 г. К сожалению, и в настоящее время проблема безопасности высотных полетов в осложненных условиях выполнения полетного задания остается не до конца решенной. Ограничительно-запретительные меры, прописанные в РЛЭ, применимы в учебно-тренировочных полетах, а действия экипажа в нештатных ситуациях, когда их выполнение затруднено или негативно повлияет на выполнение полетного задания, остаются нерегламентированными.

Что же произошло с экипажем в высотном полете? Об опасности кислородного голодания (гипоксической гипоксии) летчики были достаточно хорошо информированы. Работу кислородного оборудования контролировали постоянно. Признаков гипоксии не было. Однако в высотном полете в негерметичной кабине экипаж подвергался воздействию еще одного очень опасного и коварного фактора — гипобарии (пребыванию в сильно разреженной атмосфере) и риску развития ВДБ. В специальной литературе по авиационной и космической медицине о ВДБ написано много [1, 7].

Простым и надежным средством защиты от ВДБ является гермокабина, в которой поддерживается безопасный уровень гипобарии в течение всего полета. Однако быстрая разгерметизация кабины в аварийных ситуациях не только повышает риск ВДБ, но и способствует более тяжелой форме ее проявления. К сожалению, дополнительные профилактические медицинские мероприятия, связанные с проведением десатурации организма от излишков азота, эффективны только при их проведении до начала полета, поэтому они трудно выполнимы и редко применяются на практике. Поэтому при выполнении учебно-тренировочных полетов в случае разгерметизации кабины летчик обязан доложить об этом и получить разрешение на из-

менение эшелона полета до безопасной высоты — менее 4000 м. Такая практика существует не только в России, но и практически во всех странах мира. Но относительно действий при выполнении особо важных полетов, прерывание которых нежелательно или невозможно, четких рекомендаций не имеется, что существенно осложняет принятие решений и экипажами, и группой руководства полетами.

Риск развития ВДБ возникает при быстром изменении (уменьшении) давления — декомпрессии, происходящей при разгерметизации кабины или при быстром наборе высоты на летательном аппарате, не имеющем гермокабины. По мере падения окружающего давления количество азота, способного находиться в растворенном состоянии, уменьшается. Небольшая часть газа может остаться в растворенном виде сверх нормы (в перенасыщенном состоянии), но степень перенасыщения, по современным данным [6], не должна превышать 1,58 раза. Часть азота будет выделяться из крови в альвеолы легких и удаляться из организма, но происходит это очень медленно. Поэтому значительная часть растворенного азота в тканях не успевает выводиться из организма потоком крови и начинает выделяться в виде газовых пузырьков в крови или в тканях. Размеры этих пузырьков увеличиваются, т. к. в них поступают новые порции азота и других газов, растворенных в организме. Большое количество образовавшихся пузырьков превращаются в многочисленные газовые эмболы, которые, преодолев капиллярное русло легких, могут тромбировать различные сосуды большого круга кровообращения. Чем больше градиент перепада давления, тем больше пузырьков, и чем дольше человек остается на опасной высоте, тем выше вероятность и тяжесть поражения.

ВБД на высотах порядка 6–8 км очень часто протекает в скрытой или отставленной форме, при которой пузырьки образуются, а симптомы повреждения органов и тканей появляются значительно позже.

Для купирования симптомов ВДБ необходимо повысить окружающее дав-

ление (т. е. снизить высоту полета). Пузырьки уменьшаются в размерах и растворяются. Поднять давление не меняя высоты можно и путем создания давления на тело, что обеспечивает использование авиационного скафандра [3]. Скафандр прекрасно защищает от ВДБ, но при штатном давлении в нем, равном $0,4 \text{ кгс/см}^2$, выполнять действия с органами управления самолета очень трудно.

Наконец, существует еще один эффективный способ оказать помощь человеку, попавшему в опасную ситуацию. После полета, если у летчика были симптомы или кратность перепада давления была потенциально опасной, рекомендуют провести лечебную рекомпрессию [2, 6]. Человека помещают в камеру и создают повышенное давление, при котором все пузырьки газа гарантированно растворяются, а затем плавно, порой в течение нескольких часов, снижают давление. При таком режиме декомпрессии газовые пузырьки гарантированно не образуются. Такой подход был разработан для водолазов, у которых риск декомпрессионной болезни и частота такой патологии существенно выше.

Для оказания помощи в авиации может быть рекомендован более простой способ, не требующий для выполнения десятков часов, — это метод *гипербарической оксигенации* (ГБО) [3]. Достаточно поместить пострадавшего в специальную камеру ГБО, создать давление чистого кислорода от 0,5 до одной атмосферы, а потом плавно его уменьшить. Лечебный эффект очень высокий.

В анализируемом случае у врачей не возникло опасений о возможном развитии у летного экипажа ВДБ, хотя перечень симптомов свидетельствовал о том, что имела место ее манифестная форма. При этом у летчика можно было подозревать тяжелую церебральную форму, а у штурмана — легкую суставную.

Проведенный с использованием ранее разработанной методики [4] ретроспективный анализ динамики выделения азота из организма (с учетом профиля полета, режимов использования дыхательной аппаратуры и общей продолжительности нахождения на высоте) по-

казал, что в рассматриваемом авиационном событии при кратности перепада давления равном 1,95 на момент декомпрессии более 90% азота оставалось в организме и даже к концу полета общее количество растворенного азота оставалось в зоне риска. Вероятность развития ВДБ к 10-й минуте пребывания на высоте 7800 м могла достигать 10–30%, а к 100-й минуте пребывания на такой высоте риск ВДБ существенно возрастал (до 60–70%). Эти расчеты полностью подтвердили механизм развития ВДБ у летчиков, а также недостаточную эффективность частичной десатурации при дыхании кислородом в полете.

К сожалению, самокомпенсации перенесенной летчиком церебральной формы ВДБ не произошло, что привело к развитию остаточных явлений, которые носили неспецифический характер. Все его жалобы долгое время оставались без адекватного внимания, а обычные методы обследования не позволяли выявить специфические признаки перенесенной ВДБ.

Только тщательное обследование на кафедре неврологии в Военно-медицинской академии им. С.М.Кирова в 2004 г. с применением современных методов диагностики выявило признаки органического поражения пострадавшего отдела головного мозга. В дальнейшем комплекс лечебных и реабилитационных мероприятий позволил сначала стабилизировать состояние, а потом добиться некоторого улучшения.

Своевременное применение специфических этиопатогенетических методов оказания помощи при ВДБ предупредило бы возникновение осложнений.

В Ы В О Д Ы

1. Авиационные события, связанные с отказом системы обеспечения жизнедеятельности экипажа и риском резкого изменения давления в кабине, случаются значительно чаще, чем регистрируются в частях. Учитывая потенциальную опасность декомпрессионных нарушений у экипажа и пассажиров, случаи разгерметизации в полете требуют обязательной регистрации и детального изу-

чения обстоятельств с привлечением специалистов авиационной медицины.

2. Существующие рекомендации по профилактике и оказанию помощи при угрозе развития высотной декомпрессионной болезни, которые возникают в процессе выполнения особо важных полетов, прерывание которых затруднено или невозможно, нуждаются в более детальной проработке и описании возможных осложнений с конкретизацией вариантов помощи пострадавшим.

3. Летный состав и специалисты авиационной медицины должны учитывать, что защитные возможности бортовой кислородно-дыхательной аппарату-

ры и высотного снаряжения ограничены и полной гарантии предохранения от высотной декомпрессионной болезни не обеспечивают. Необходимо знать и уметь использовать медицинские технологии и рекомендации по профилактике и оказанию помощи при ее возникновении.

4. Внедрение медицинских технологий по профилактике и лечению ВДБ требует повышения уровня профессиональной подготовки авиационных медиков, а также закупки и поставки медицинских технических средств для оказания помощи пострадавшим в условиях авиационных строевых частей.

Литература

1. Благинин А.А. К вопросу о высотной декомпрессионной болезни и ее лечении // Воен.-мед. журн. — 2012. — Т. 333, № 5. — С. 44–49.

2. Дворников М.В., Меденков А.А., Степанов В.К. Выбор и подгонка защитного снаряжения. Обучение дыханию под избыточным давлением. М.: Полет, 2001. — 160 с.

3. Дворников М.В., Меденков А.А., Шишов А.А. Развитие методологии обеспечения высотных полетов в авиации и космонавтике. Человеческий фактор: Проблемы психологии и эргономики / Материалы научной конференции «Человеческий фактор в авиации и космонавтике: становление и актуальность учета» 23–25 ноября 2017 г. — Вып. № 3/1 (84). — М., 2017. — С. 52–58.

4. Матюшев Т.В., Дворников М.В., Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В. Управление длительностью десатuration членов экипажа пилотируемых космических объектов с использованием математического моделирования // Мехатроника, Автоматизация, Управление. — 2014. — № 2. — С. 45–52.

5. Методики исследований в целях врачебно-лётной экспертизы / Под ред. Е.С. Бережнова, П.Л. Слегкова. — М.: Воениздат, 1995. — 452 с.

6. Руководство по медицинскому обеспечению полетов. — М.: Воениздат, 1991.

7. Смолин В.В., Соколов Г.М., Павлов Б.Н. Декомпрессионная болезнь / Под ред. В.М. Баранова. — М.: ИМБП РАН, 2010. — 314 с.

8. Федеральные авиационные правила по медицинскому обеспечению полетов. — М., 2009.

ЛЕНТА НОВОСТЕЙ

Одна из важнейших задач, которая была решена в последние годы, — оснащение Вооруженных Сил современной медицинской подвижной техникой и оборудованием.

Медицинская служба в течение последних лет получила новейшее медицинское оборудование на сумму более 70 млрд руб., что повысило обеспеченность современными образцами медицинского оборудования почти в 2 раза, а подвижной медицинской техникой — в 7 раз.

Это позволило выполнять уникальные операции в ведущих медицинских клиниках Минобороны и создать передовую систему лечебно-эвакуационных мероприятий при чрезвычайных ситуациях с использованием авиационных модулей, медицинских комплексов на базе пневмокаркасных сооружений, также системы удаленных телемедицинских консультаций.

Пристальное внимание уделялось ветеранам военной службы, членам их семей в части повышения доступности санаторно-курортного лечения. В связи с возобновлением функционирования военных здравниц Крыма и Абхазии, а также завершением строительства новых спальных корпусов в действующих санаториях количество обеспеченных санаторно-курортным лечением выросло более чем на 50 тыс. человек.

Департамент информации и массовых коммуникаций
Министерства обороны Российской Федерации, 6 января 2019 г.
https://function.mil.ru/news_page/country/more.htm?id=12211029@egNews