

ВОЗДУШНАЯ ТРАНСПОРТИРОВКА БОЛЬНЫХ В КРИТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЯХ

Е. П. Родионов, И. В. Братищев

ГКБ им. С. П. Боткина, Москва

Air Transportation of Critically Ill Patients

E. P. Rodionov, I. V. Bratishchev

S. P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow

Во времена наполеоновских войн, при обороне Парижа была осуществлена первая в истории эвакуация раненых на воздушном шаре. В настоящее время, в США санитарные вертолеты применяют в 20% при эвакуации пострадавших с места происшествия, и в 80% при проведении межгоспитальной транспортировки. В России так же отмечается неоднозначный подход в применении санитарной авиации — от широкого использования воздушной транспортировки в труднодоступных регионах страны, до почти полного отказа от нее в регионах с хорошо развитой системой транспортных коммуникаций. Транспортировка больных в тяжелом состоянии на большие расстояния с использованием самолетов чартерных или коммерческих рейсов является реальностью нашего времени. Целесообразно создание в каждом регионе на базе крупных медицинских центров постоянно действующих специализированных бригад высококвалифицированных специалистов с хорошим знанием «высотной» патофизиологии и обязательной сертификацией, как самого медицинского персонала, так и используемого ими оборудования.

During the Napoleonic wars, balloon evacuation of the wounded was the first to be made in the history when Paris was being defended. In the USA, casualty helicopters are being used in 20% of cases on evacuating the victims from the accident scene and in 80% during interhospital transportation. Russia also shows an ambiguous approach to employing air medical service — from the wide use of air transportation in the country's regions that are difficult of access to its almost complete refusal in the regions with the well-developed transportation system. Long-distance transportation of critically ill patients by chartered or commercial planes is the reality of our time. In each region, continuing specialized teams of qualified medical workers who have a good knowledge of altitude pathophysiology and handle the obligatorily certified equipment should be created on the basis of large-scale medical centers.

Прошло более 220 лет с того момента, когда 21 ноября 1783 г. братья Монгольфье подняли в воздух свой воздушный шар. С этого дня началась эпоха воздухоплавания. Однако человеку оказалось мало просто подняться в небо — ему было необходимо извлечь из этого максимум пользы. В первую очередь воздушные шары — монгольфьеры стали применяться во время боевых действий. И уже через несколько лет, во времена наполеоновских войн, при обороне Парижа была осуществлена первая в истории воздушная эвакуация раненых на воздушном шаре [1]. Этот день по праву можно считать точкой отсчета в развитии санитарной авиации. Пик ее развития пришелся на вторую половину XX века. Это напрямую было связано с изобретением вертолетов и их широким использованием во время локальных вооруженных конфликтов с целью эвакуации раненых с поля боя. В 1944 году первые вертолеты эвакуировали пострадавших с поля боя в Бирме. Во Вьетнаме 90% раненых американских солдат были эвакуированы с места сражения вертолетом [2]. Полученный опыт воздушной эвакуации раненых с успехом был использован в мирное время. В настоящее время в США санитарные вертолеты применяются при эвакуации пострадавших с места происшествия в 20% и при проведении межгоспи-

тальной транспортировки в 80%. В Европе, напротив, санитарная авиатранспортировка пострадавших используется не столь активно [1]. В России так же отмечается не однозначный подход в применении санитарной авиации — от широкого использования воздушной транспортировки в труднодоступных регионах страны, до почти полного отказа от нее в регионах с хорошо развитой системой транспортных коммуникаций. При этом в России, при ее гигантских расстояниях, разделенной на множество часовых поясов и неравномерности развития регионов, периодически возникает необходимость транспортировки больных в критических состояниях на большие расстояния в специализированные клиники. Как правило, транспортировка больных в тяжелом состоянии оправдана в случаях, если объем оказываемой медицинской помощи на месте недостаточный [3]. Особенно часто вопрос о транспортировке наших сограждан возникает во время их пребывания за пределами страны. В случае принятия решения о необходимости такой транспортировки зачастую единственным возможным видом транспорта могут быть самолеты коммерческих линий. Все проблемы, возникающие при этом, можно разделить на две большие группы: медицинские и организационные.

Медицинские проблемы связаны, прежде всего, с подъемом во время полета на коммерческих рейсах самолетов (по сравнению с санитарной авиацией) на значительную высоту — 10000 м. Атмосферный воздух является смесью газов, кинетическая энергия всех молекул воздуха создает атмосферное давление, которое обратно пропорционально высоте и равно 760 мм рт. ст. на уровне моря [4,5]. При подъеме на высоту в альвеолярном воздухе снижается парциальное давление кислорода (p_aO_2), что приводит к снижению парциального давления кислорода в артериальной крови (p_aO_2) и гипоксемии [4–6]. Развитие гипоксии является пусковым моментом к развитию каскада приспособительных реакций организма, которые могут принимать патологический характер и приводить к фатальным последствиям у больных в критических состояниях. Применение на этом фоне ингаляции кислорода быстро устраняет явления гипоксемии и нормализует показатели легочной гемодинамики [6]. Несколькая картина развивается при воздействии низкого барометрического давления при хронической гипоксии, что имеет место при длительном восхождении на высоту в горах. После применения кислорода при хронической гипоксии явления гипоксемии не подвергаются быстрому регрессу [6]. Эта картина может иметь место при транспортировке больных с исходно скомпрометированными легкими.

Газообмен, происходящий на альвеоло-капиллярной мембране является только началом сложных физиологических процессов, основными из которых являются доставка (DO_2) и потребление кислорода (VO_2) [4, 7]. В результате снижения барометрического давления при подъеме на высоту отмечается снижение p_aO_2 и, соответственно, снижение SpO_2 . При наличии у больного ацидоза, гипертермии или повышения в эритроцитах уровня 2,3-ДФГ (острая кровопотеря, хронические заболевания легких, хроническая сердечная недостаточность), кривая диссоциации HbO_2 сдвигается вправо, что приводит к более резким и возможно фатальным снижениям SpO_2 при подъеме на значительную высоту над уровнем моря. Так, при SpO_2 , соответствующем на уровне моря 98%, при подъеме на высоту 3048 м (10000 футов) SpO_2 снижается до 87%, а на высоте 6705 м (22000 футов) — до 60% [8]. Это необходимо учитывать, поскольку полеты рейсов коммерческих самолетов происходят на высоте около 10000 м. Поэтому на борту самолета поддерживается барометрическое давление достаточное для нормальной жизни и деятельности человека, близкое к околоземному. Физиологически безопасной считается высота 3048 м (10000 футов) над уровнем моря. Создаваемое давление на борту самолета соответствует барометрическому давлению на уровне 1500–2500 м (5000–8000 футов) над уровнем моря, в зависимости от конструкции самолета [4, 8]. Такой уровень высоты является безопасным, однако в случае наличия у больного исходной гипоксии или сдвиге кривой диссоциации HbO_2 вправо, клиническая ситуация у транспортируемого больного может значительно ухуд-

шиться. Существует только два способа нормализовать катастрофическое снижение уровня SpO_2 во время полета: это либо повысить барометрическое давление на борту самолета (снизить высоту полета), что невозможно по техническим причинам; или повысить фракцию кислорода во вдыхаемом воздухе [4, 6, 7]. Во время авиатранспортировки также необходимо учитывать уровень Hb , поскольку его низкий уровень в сочетании со снижением SpO_2 могут привести к критическому снижению DO_2 [4, 7].

Во время транспортировки больных, в случаях использования вакуумных или пневматических матрасов и шин, необходимо помнить, что их объем во время набора и снижения высоты будет уменьшаться или увеличиваться, в зависимости от их принципа действия [1, 4, 5, 8]. Особо важно помнить о манжетах на эндотрахеальных и трахеостомических трубках, которые перед транспортировкой лучше заполнить солевым раствором. Так же необходимо знать о возможности увеличения объема воздуха в любой полости организма: в том числе в полости черепа при пневмоэнцефалии, что может привести к резкому нарастанию у больного общемозговой симптоматики; или в просвете кишечника при его парезе, что может привести к нарастанию дыхательной недостаточности [1,4,8]. У больных после операций на органах брюшной полости в результате оперативного вмешательства могут оставаться в брюшной полости «карманы» воздуха. По этой причине вообще не рекомендуется транспортировать таких больных воздушным путем до 48 часов после операции [8].

Кроме медицинских проблем при транспортировке больных в критических состояниях на коммерческих рейсах самолетов существуют организационные проблемы, которые так же сложны и разрешить которые бывает гораздо труднее. Транспортировке больного должно предшествовать тщательное планирование [1, 3, 8]. Все службы, участвующие в транспортировке, должны быть поставлены в известность и в момент поступления больного на каждый из этапов транспортировки (наземный транспорт из госпиталя откуда транспортируется больной, медицинские и технические службы аэропорта, отправляющего самолет, персонал самолета, медицинские и технические службы аэропорта, встречающего самолет, наземный санитарный транспорт, встречающий самолет, госпиталь, куда транспортируется больной) должны быть в полной готовности. Предусмотрены все возможные задержки (задержка рейса, прохождение таможенного досмотра и т. д.).

Безусловно, сопровождающий медицинский персонал должен иметь высокую профессиональную квалификацию и специальную подготовку с хорошим знанием «высотной» патофизиологии [3, 8]. Бригада должна состоять как минимум из 2-х врачей анестезиологов-реаниматологов и 2-х лиц сопровождения, при возможности численность бригады можно увеличить. Особая проблема при транспортировке больных на коммерческих рейсах самолетов — это оборудование, которое приходится использовать во время транспортировки. Не оста-

навливаясь на всем необходимым оснащении [3, 8], обратим внимание только на те позиции, которые трудно реализовать в условиях такой транспортировки.

Во-первых — это место, где будет находиться больной во время транспортировки. Традиционно на внутренних рейсах больные располагаются на откинутых пассажирских креслах вдоль или поперек борта самолета. Такое расположение больного приносит значительные неудобства как бригаде сопровождения, так и пассажирам рейса. В этом плане, значительные преимущества имеет специальная кровать для больных с ширмой отделяющей больного от пассажиров, которая монтируется в салоне самолета (используется на международных рейсах авиакомпании «Аэрофлот»). Расположение больного поперек борта самолета является самым безопасным в отношении влияния силы ускорения на систему кровообращения больного. Наибольшее влияние на кровообращение сила ускорения может оказывать при расположении больного вдоль борта самолета и направлении вектора силы при взлете или посадке самолета от головы к ногам [4, 8]. Влияние силы ускорения может существенно проявляться только при превышении 1,5 G. Следовательно, при штатном режиме выполнения полета силы ускорения не влияют на состояние больного [1, 4, 8]. Однако следует помнить, что при экстренной посадке или маневре самолета могут возникать перегрузки, достигающие 30 G [4].

Другая проблема — это исходная необходимость применения кислорода у «кислородо-зависимых» больных, а так же в случаях снижения SpO_2 ниже критического уровня. Имеющаяся на борту самолета система кондиционирования, как источник кислорода, как правило, недоступна для использования у этих больных. Применение баллонов с кислородом ограничено необходимостью использования только специально сертифицированных баллонов (баллон со специальным редуктором — имеется в кабине пилотов на случай задымления). И наконец — это проблема необходимости проведения ИВЛ. Практически все транспортные аппараты ИВЛ рассчитаны на пневматический привод (источником сжатого газа является баллон с кислородом). При использовании портативных аппаратов ИВЛ, работающих от сети — бортовая сеть самолетов не позволяет применить эти аппараты, которые работают от сети 220V или 12V. Имеющиеся в аппаратах ИВЛ внутренние аккумуляторные батареи не могут обеспечить длительного по времени проведения ИВЛ (более 4-х часов). В этом случае необходимо предусмотреть наличие специального преобразователя напряжения. При проведении ИВЛ необходимо учитывать, что при снижении барометрического давления фактический ды-

хательный объем (V_t) может превышать параметры V_t , установленные на аппарате ИВЛ [9]. Такое не контролируемое повышение V_t может привести к баротравме легких. Как правило, единственным выходом в этой ситуации является проведение ИВЛ ручными аппаратами типа «Ambu». В этом случае возможно использование бортовых баллонов с кислородом для повышения фракции кислорода во вдыхаемом воздухе до 40–50%.

Мониторинг во время полета, зачастую, приходится ограничить только постоянным контролем SpO_2 и частоты сердечных сокращений (портативный пульсоксиметр на батареях) и периодическим контролем частоты дыхания (если ИВЛ не проводится) и артериального давления. Мониторинг ЭКГ посредством использования дефибриллятора опасен тем, что в случае необходимости при проведении дефибрилляции может не хватить заряда аккумуляторных батарей. Безусловно, полезно иметь портативный монитор с возможностью контроля достаточно большого количества параметров, но как правило период их работы от аккумуляторных батарей ограничен во времени. Наличие аппарата ИВЛ с преобразователем напряжения бортовой сети самолета, монитора (помимо имеющегося дефибриллятора) делает транспортировку больных более безопасной, однако значительно увеличивает массу используемого оборудования, что особенно неудобно при наличии немногочисленной бригады сопровождения.

Заключение

И последнее, но отнюдь не малозначимое — это источники финансирования транспортировки. Расходы на такую транспортировку крайне высоки и поэтому в настоящее время транспортировка больных в критическом состоянии на большие расстояния проводится редко и исключительно на коммерческой основе. Это значительно снижает доступность этой медицинской услуги большей части больных, нуждающихся в ней.

Таким образом, медицинское обеспечение транспортировки больных в тяжелом состоянии на большие расстояния с использованием самолетов чартерных или коммерческих рейсов является реальной проблемой нашего времени. Целесообразно создание в каждом регионе на базе крупных медицинских центров постоянно действующих специализированных бригад высококвалифицированных специалистов с хорошим знанием «высотной» патофизиологии и обязательной сертификацией, как самого медицинского персонала, используемого им оснащения, так и специально оборудованного санитарного авиатранспорта.

Литература

1. *Soreide E., Grande Ch. M.* Prehospital trauma care. Marcel: Dekker, Inc.; 2001. 806.
2. *Shirley P. J.* Transportation of the critically ill and injured patient. Update Anaesthesia 2004; 18: 23–28.
3. *Jastremski M. S., Hitchens M., Thompson M. et al.* Crit. Care Med. 1993; 21: 931–937.
4. *Ожельви К.* (ред.). Экстренная помощь в медицинской практике. М.: Медицина; 1987. 672.
5. *Grippi M. A.* Pulmonary patophysiology. Phyladelphia: J. A. Lippincott company; 1995. 337.
6. *Уэйр Е. К., Рувс Дж. Т.* Физиология и патофизиология легочных сосудов. М.: Медицина; 1995. 672.
7. *Marino P. L.* The ICU book. 2nd ed. Phyladelphia: Williams&Wilkins; 1998. 928.
8. *Holleran R. S.* Air and surface patient transport: Principles and practice. 3rd ed. Mosby, Inc.; 2003. 748.
9. *De Barbara H. A., Lopez J. A.* Crit. Care 2004; 8: 19.

Поступила 06.06.07