# ПЛАН

Введение

1. Физические процессы при взрыве и терминология

2. Категории и проявления взрывных повреждений

3. Лечение

Литература

ВВЕДЕНИЕ

Феномен взрывной травмы изучается с того времени, как люди начали использовать энергию взрыва, хотя это имело отношение главным образом к военным действиям. В последние два десятилетия отмечается резкое увеличение частоты взрывных повреждений в мирное время у гражданских лиц в связи с изготовлением и применением самодельных взрывных устройств. Постоянная опасность взрыва существует на складах промышленной продукции и на предприятиях в различных отраслях производства. Кроме того, взрывная травма остается ведущей причиной травматизма, связанного с воздействием огня; такие травмы все чаще имеют место при взрывах автомобильных аккумуляторов.

1. ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ВЗРЫВЕ И ТЕРМИНОЛОГИЯ

Взрывоопасными являются материалы, которые при детонации быстро переходят в газообразное состояние. "Взрывная травма" является общим термином, используемым для описания воздействия компонентов взрыва на человека и возникающих в организме повреждений.

Взрывы характеризуются освобождением большого количества энергии в форме повышенного давления и тепла; ее точное количество зависит от типа и величины взрывного устройства. Если взрывное вещество заключено в металлический или иной корпус (например, бомба, мина), то возникающее при взрыве давление разрывает его, сообщая разбрасываемым осколкам высокую скорость. Остальная энергия высвобождается в окружающее пространство в форме взрывной волны и огня.

Взрывная волна начинается как отдельный импульс возросшего давления, которое достигает своего пика в несколько миллисекунд, а затем быстро падает до минимума, становясь ниже первоначального атмосферного давления. Она распространяется радиально от места взрыва с четко очерченной периферической зоной, становясь собственно взрывом, чрезмерным давлением, или так называемой ударной волной. Продолжительность и пиковый уровень давления зависят от природы взрыва, проводящей среды и расстояния от точки детонации. Это пиковое давление взрывной волны определяет сверхдавление и является основной детерминантой первичного повреждения при взрыве. Наоборот, волна отрицательного давления сохраняется несколько дольше, чем волна высокого давления, и никогда не превышает 70 мм рт.ст.

В результате быстрого расширения газов при взрыве происходит также перемещение воздуха с очень большой скоростью в разные стороны от взрыва, что вызывает транзиторные взрывные волны, следующие непосредственно за ударным фронтом взрывной волны. Взрывная волна посредством воздуха может придать ускорение свободно расположенным объектам (в том числе людям), вызывая повреждения, как при ускорении, так и при торможении. В непосредственной близости от взрыва эти взрывные волны могут вызвать (в зависимости от силы взрыва) раздробление костей, разрыв тела, эвисцерацию или отрыв конечностей. Иллюстрацией силы взрыва является то, что при избыточном давлении около 5200 мм рт.ст. возникает взрывная волна, имеющая скорость примерно 2400 км/ч (1500 миль/ч).

Кроме того, величина и продолжительность избыточного давления, возникающего при взрыве, зависит от формы волны сверхдавления (т. е. время ее подъема), массы тела пострадавшего и направленности взрыва, наличия отклоняющих и отражающих поверхностей в окружающем пространстве и среды, проводящей ударную волну. Например, из-за большей плотности воды и ее относительной несжимаемости взрывные волны, возникающие при подводных взрывах, распространяются быстрее и дальше, чем при наземных. Следовательно, взрывные повреждения в воде возникают на большем расстоянии от точки детонации и обычно бывают более тяжелыми.

1. КАТЕГОРИИ И ПРОЯВЛЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Взрывные повреждения можно разделить на 4 категории.

Первичные повреждения

Тип I — первичные взрывные повреждения, возникающие непосредственно в результате резкого изменения окружающего давления, вызванного взрывной волной.

Органы и ткани организма существенно различаются по их восприимчивости к первичному взрывному повреждению. Гомогенные или плотные ткани имеют больший риск повреждения, так как они по существу несжимаемы и просто вибрируют как целое при воздействии взрывной волны. Напротив, органы, наполненные газом, сжимаемы и имеют газ в межтканевых пространствах; благодаря этому происходит смещение тканей с различной плотностью, что приводит к их растяжению и разрыву. Таким образом, при первичных взрывных повреждениях поражаются главным образом органы, содержащие воздух; кроме того, возникают тяжелые повреждения соединений между тканями, в результате чего рыхлая и слабо укрепленная ткань разрывается, смещая орган за пределы его эластичной оболочки.

Существует три основных механизма повреждения жизнеспособных тканей взрывной ударной волной. Первый из них известен как отслаивание и имеет место тогда, когда ударная волна, проходящая через среду большей плотности (например, жидкость), попадает в среду с меньшей плотностью (например, газ); при этом происходит отрицательное отражение внутрен­ней поверхности и, следовательно, расчленение поверхности более плотной среды. Это аналогично удару молотком снаружи по ржавому ведру, при котором куски ржавчины осыпаются в ведро.

Второй механизм определяется имплозией наполненных газом пространств, так как высокое давление окружающей жидкости или плотных тканей сжимает эти пространства. Аналогично этому при наличии разницы в давлении между пространствами, заполненными газом и жидкостью (при взрыве), кровь и жидкость выталкиваются в пространство, заполненное воздухом. Этот механизм имеет особенно важное значение для легких, ибо он способствует легочному кровотечению. Кроме того, поскольку за начальным положительным давлением следует волна отрицательного давления, при повторном расширении сжатого газа возникают меньшие по объему вторичные внутренние взрывы.

Третий механизм повреждения заключается в возникновении режущей силы из-за появления в тканях с различной плотностью отличных по степени выраженности эффектов ускорения и торможения относительно друг друга.

Органами и системами, наиболее уязвимыми при первичных взрывных повреждениях, являются орган слуха, легкие, центральная нервная система и желудочно-кишечный тракт. Повреждение органов брюшной полости при взрывах в воздушной среде наблюдается относительно редко, но оно представляет значительную опасность у лиц, пострадавших от подводного взрыва.

Отоларингологические проявления

При взрыве чаще всего поражается орган слуха, причем первым проявлением является потеря слуха. Повреждение слуха происходит по одному из трех механизмов. При первом возможен разрыв барабанной перепонки. Это обычно происходит у взрослых при разнице в давлении между средним и наружным ухом примерно в 360 мм рт. ст., что чаще всего наблюдается как линейная перфорация туго натянутой части перепонки. Второй механизм состоит в смещении слуховых косточек, которое может сопровождать разрыв барабанной перепонки или же наблюдается как изолированное повреждение. Наконец, при третьем механизме оглушение может быть обусловлено действием взрывной волны на внутреннее ухо, что приводит к возникновению перилимфатической фистулы и других повреждений. Кроме потери слуха, к первичным симптомам поражения внутреннего уха относятся головокружение и шум в ушах.

Параназальные синусы также чувствительны к взрывному повреждению, которое обычно проявляется баротравматическим поражением, напоминающим синдромы сдавления, возникающие при действии сжатого воздуха во время подводного погружения.

Легочные проявления

Легкие относятся к органам, наиболее тяжело повреждаемым при взрыве; подобные повреждения часто представляют серьезную угрозу для жизни пострадавшего. (Разумеется, не менее опасными могут быть и тяжелые повреждения других органов.) Ударная волна вызывает обширные повреждения альвеол, приводя к интерстициальным и внутриальвеолярным кровоизлияниям, отеку, разрывам паренхимы и плевры, а также к образованию альвеолярно-венозных свищей. При столь обширных повреждениях могут обнаруживаться и различные специфические поражения, включая пневмоторакс, отек легких и воздушную эмболию. Может иметь место контузия легких вследствие их сдавливания между позвоночным столбом, грудной стенкой и высоко поднятым куполом диафрагмы, а также в результате удара тела о твердые поверхности при отбрасывании взрывной волной. Симптоматика вариабельна и зависит от тяжести повреждений, но, как правило, наблюдаются диспноэ и другие признаки легочной недостаточности, загрудинная боль, кровохарканье, хрипы, легочный отек или кровотечение, а также синдром повышенного легочного давления.

Желудочно-кишечные проявления

Повреждения желудка и кишечника при взрыве обусловлены действием находящегося в них газа и приводят к кровоизлиянию в стенку желудка и в просвет кишки, а также к множественным перфорациям. Поскольку толстый кишечник содержит больше газа, чем тонкая кишка, его поражения обычно бывают более тяжелыми. Наиболее частые клинические проявления включают боли в животе, признаки перитонита и наличие свободного газа в брюшной полости. У пострадавших, находившихся вблизи места детонации, могут иметь место эвисцерация и другие значительные повреждения, однако такого рода повреждения почти всегда бывают фатальными.

Неврологические проявления

Различают два основных типа взрывных повреждений центральной нервной системы. Первый определяется непосредственным воздействием ударной волны, которое вызывает синдром сотрясения и различные интра- и экстрааксиальные кровоизлияния. Второй тип взрывного повреждения — это воздушная эмболия мозга. Как и проявления баротравмы при погружении в воду, неврологические проявления воздушной эмболии весьма вариабельны.

Другие категории взрывных повреждений

Вторичные взрывные повреждения (II тип) обусловлены поражением пострадавшего осколками снарядов. Третичные взрывные повреждения (III тип) возникают в результате отбрасывания пострадавшего взрывной волной или вследствие его удара при столкновении со стационарным объектом; при этом резкое торможение причиняет больше вреда, чем ускорение при перемещении в пространстве. Взрывные повреждения IV типа включают множество различных поражений вследствие вдыхания паров и токсичных газов, воздействия радиации, высокой температуры (термические ожоги) и т. п.

Эти типы взрывной травмы характеризуются множественностью повреждений, наличием всевозможных инсультов, повреждений печени, селезенки или других внутренних органов, а также травматических ампутаций, имеющих место почти в 25 % случаев.

1. ЛЕЧЕНИЕ

Лечение пострадавших при взрыве осуществляется так же, как у пациентов с любой множественной травмой, за исключением того, что особое внимание уделяется дыхательной системе. Это предполагает проведение поддерживающих мероприятий для обеспечения проходимости дыхательных путей (особенно при наличии повреждений в челюстно-лицевой области, шейном отделе позвоночника или при других травмах головы и шеи), дополнительное назначение кислорода, обоснованное применение внутривенных жидкостей и анальгетиков, устранение пневмо- и гемоторакса, а также срочное подключение искусственной вентиляции легких в случае появления признаков дыхательной недостаточности или неадекватной оксигенации. Хотя искусственная вентиляция с положительным давлением нередко бывает необходимой для поддержания адекватной оксигенации, ее использование сопряжено с определенной опасностью, поскольку диффузные повреждения альвеол и легочных капилляров при взрывной травме значительно увеличивают риск проникновения воздуха из альвеол в сосуды с развитием воздушной эмболии.

Системная эмболизация воздухом представляет особую проблему при лечении взрывных повреждений, так как влияние воздушной эмболии на мозг, сердце и внутренние органы может быть неотличимым от эффектов, наблюдаемых при других видах повреждений. Предпочтительной терапией при воздушной эмболии является гипербарическая оксигенация, которая может оказаться недоступной или невыполнимой ввиду сопутствующих повреждений (или по иным соображениям). При наличии возможности гипербарическую оксигенацию следует провести как можно раньше тем же методом, что и при лечении баротравмы, связанной с погружением, поскольку данная терапия обычно очень эффективна при коррекции повреждений мозга и коронарных сосудов.

Большинство взрывных повреждений лечат теми же методами, что и другие травмы. Закрытые повреждения требуют особого внимания; наличие признаков перитонита или свободного газа в брюшной полости служит показанием к срочной лапаротомии. Разрывы, переломы, отрывы и осколочные ранения лечат обычными методами, но предпочтительно отсроченное первичное закрытие ран.

Взрывы в ограниченном пространстве, как правило, вызывают более тяжелые повреждения, поскольку при этом выше вероятность поражения дыхательных путей (вдыхание паров, дыма и токсичных газов).

Поскольку первичные повреждения не всегда обнаруживаются при первом же обследовании, все пациенты должны тщательно наблюдаться в течение, по крайней мере, 6—12 часов после взрывной травмы, особенно если имеется разрыв барабанной перепонки, который обычно является показателем значительного воздействия высокого давления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Неотложная медицинская помощь: Пер. с англ./Под Н52 ред. Дж. Э. Тинтиналли, Р. Л. Кроума, Э. Руиза. — М.: Медицина, 2001.
2. Внутренние болезни Елисеев, 1999 год