

Повреждения и смерть от действия высоких и низких температур, электричества и других физических факторов

Повреждения от действия высокой температуры

Организм человека обладает способностью удерживать температуру на уровне 36-37С, несмотря на значительные колебания температуры окружающей среды. Изменение температуры тела, как в сторону повышения, так и в сторону снижения вызывает различные болезненные расстройства, и даже смерть, т.к. жизненные процессы в организме человека могут протекать в довольно низких температурных границах - от +22-25С, до +42-43С. Повышение температуры живых тканей за пределы +45-+47С сопровождается их необратимыми изменениями и прекращением жизни из-за свертывания белков и инактивации ферментов.

Повреждения, возникающие от высокой температуры, могут явиться следствием ее местного (ожоги) или общего (перегревания) действия.

Местное действие высокой температуры (ожоги)

Повышение температуры поверхностных тканей, в первую очередь кожи выше +45-+50 С сопровождается образованием термических ожогов, глубина которых зависит от характера термического агента, его температуры, продолжительности действия и длительности наступившей тканевой гипертермии. Кроме того, имеет значение локализация ожога, на участках тела с тонкой кожей при прочих равных условиях образуется более глубокое поражение.

Ожоги могут вызываться пламенем, горячими жидкостями, газами, паром, раскаленными предметами, действием различных излучений.

Классификация ожогов основана на определении глубины поражения тканей. В настоящее время наибольшее распространение получила 4-х степенная классификация.

Ожоговая болезнь. Если площадь ожога 2-4 степеней превышает 10-15% поверхности тела (а 1 степени 50%) и пострадавший не умирает в ближайшее время, то закономерно возникают весьма серьезные патологические изменения внутренних органов, которые объединяют под названием ожоговой болезни. Ее тяжесть и исходы зависят в основном от площади глубоких ожогов и характера раневого процесса.

В течении ожоговой болезни выделяется 4 периода: ожогового шока, острой токсемии, септикотоксемии и реконвалесценции.

Исходы ожогов. Исходами ожогов могут быть полное выздоровление, заживление ожоговых ран с утратой трудоспособности той или иной степени и смерть пострадавшего.

Как правило, ожоги 1-2 степени занимающие менее 5% поверхности тела не приводят к смерти. В то же время летальность среди пострадавших с обширными, глубокими ожогами (более 25% поверхности тела) достигает даже при современном лечении 80-85 %. Многие клиницисты считают, что глубокие ожоги, занимающие более 45-50% поверхности тела являются несовместимыми с жизнью.

Смерть пострадавшего может наступить в разные сроки. Непосредственной причиной быстрой смерти на месте происшествия (в очаге пожара) или в ближайшие часы и дни могут быть отравление СО, гипоксия (задушение дымом), ожоговый шок, дыхательная недостаточность вследствие тяжелого поражения дыхательных путей. В более поздние сроки смерть наступает от различных осложнений (пневмония, сепсис, кровотечение из язв ЖКТ, перитонит после перфорации язв, тромбоэмболия и др.). Причины смерти, через 50-60 дней являются прогрессирующее ожоговое истощение.

Особенности СМЭ ожоговой травмы.

Диагностика ожогов на трупе обычно не вызывает затруднений. Местные изменения в большинстве случаев настолько характерны, что легко позволяют установить наличие ожога и его степень.

Кроме установленного количества ожогов и их степени - эксперту приходится решать другие вопросы: о площади ожога; степени его тяжести; причине смерти пострадавшего; характере повреждающего фактора; прижизненности ожога; наличие у пострадавшего повреждений, не связанных с действием высокой температуры; идентификации личности пострадавшего и др.

Для ориентировочного решения вопроса о площади ожогов можно пользоваться «правилом девяток» (Wallace A. 1951г.). В соответствии с этим правилом считается, что голова и шея занимает 9% поверхности тела взрослого человека, верхняя конечность - 9%, передняя поверхность туловища - 18% (две «девятки»), задняя поверхность тела - 18 %, бедро - 9%, голень и стопа - 9%, промежность - 1%. Площадь небольших ожогов может быть быстро вычислена с помощью ладони, т.к. раскрытая ладонь с ладонными поверхностями пальцев, взрослого человека равна 1-1,1% поверхности его тела.

Изменения, обнаруживаемые при внутреннем исследовании трупа зависят от времени наступления смерти. Быстрая смерть от шока не сопровождается какими-либо характерными патологическими изменениями внутренних органов. Однако при многофакторных поражениях, когда страдают дыхательные пути, уже в периоде шока развиваются трахеобронхиты, бронхопневмонии, очаговые ателектазы с характерной микроскопической картиной.

При смерти в периоде ожоговой токсемии можно выявить дистрофические изменения паренхиматозных органов, пневмонию.

В периоде ожоговой инфекции обнаруживается септицемия, множественные гнойники в паренхиматозных органах, абсцедирующая пневмония, плеврит, перикардит, гиперплазия селезенки. При смерти от ожогового истощения выявляются атрофия внутренних органов, характерные изменения скелета мышц.

1. Степень тяжести ожоговой травмы устанавливается в соответствии с «Инструкцией о порядке проведения судебно-медицинской экспертизы по определению степени тяжести телесных повреждений 2016г».

Установления характера повреждающего фактора в случае быстро наступившей смерти не встречает затруднений.

Прижизненное нахождение в очаге пожара и прижизненный характер ожогов приходится устанавливать в тех случаях, когда пострадавший умирает на месте происшествия. Особенно трудно решить этот вопрос при обгорании трупа. При вдыхании дыма, СО попадая в кровь, входит в химические соединения с Нв., образуя карбокси Нв. Наличие карбоксигемоглобина в крови из сосудов глубоко лежащих органов (полости сердца, печени), даже в количестве нескольких десятков % свидетельствует о прижизненности его образования. Посмертно карбокси Нв может образовываться только в поверхностных сосудах. Смертельной следует считать концентрацию карбокси Нв в крови свыше 60%. Обнаружение карбокси Нв в крови до 5% может свидетельствовать о том, что человек курил. Посмертное проникновение СО в сосуды кожи при нахождении трупа на пожарище может достигать 20%.

Обгорание (обугливание) трупов. Нередко на судебно-медицинском исследовании доставляются трупы, подвергшиеся длительному действию высоких температур.

Длительное посмертное воздействие пламени приводит к своеобразным изменениям тканей и органов трупа. Под действием пламени вода из тканей испаряется, тканевые белки свертываются и подвергаются необратимым изменениям. Ткани твердеют, на них появляются трещины, симулирующие раны и разрывы. Мышцы укорачиваются, сокращаются. Т.к. группа сгибательных мышц сильнее разгибателей, то при сокращении мышц труп изменяет свое положение и приобретает характерную позу, напоминающую "позу боксера" или "фектовальщика". Руки сгибаются в локтевых суставах и приводятся к туловищу, ноги сгибаются в коленях, позвоночник сгибается вперед. Иногда при исследовании трупов обнаруживают посмертные эпидуральные кровоизлияния, которые ошибочно могут быть приняты за прижизненные. Они образуются вследствие перегревания костей черепа и отслоения в этот момент твердой мозговой оболочки. Такие кровоизлияния имеют обычно серповидную форму, тогда как прижизненные - веретенообразную. Обгорание кожных покровов может быть столь значительным, что обнажаются кости, вскрываются суставы и крупные полости (плевральные, брюшная, полость черепа). При этом внутренние органы уменьшаются в размерах, становятся плотными, сухими. Кости чернеют, становятся хрупкими, легко ломаются.

При исследовании обгоревших трупов встречаются значительные технические трудности, однако наиболее сложно при этом бывает решать экспертные вопросы. В таких случаях эксперт должен думать о возможности криминального сожжения трупа для сокрытия убийства и пытаться обнаружить на трупе прижизненные повреждения, не связанные с действием пламени.

Сжигание трупов. Для сокрытия следов преступления труп иногда сжигают. Ранее считалось, что сжечь труп взрослого человека в обычной печи трудно,

для этого требуется много времени. Так по А.С. Игнатовскому (1920г.), полное сгорание трупа происходит в течении 40-50 часов, по М.И. Райскому (1953г.) - за 10-20 часов. Однако некоторые авторы (В.А. Кувшинов, 1969г.) в результате специальных исследований показали, что труп можно сжечь значительно быстрее - за 4-4,5 часов. При подозрении на криминальное сожжение трупа обязательно производится исследование золы из очага, где могут быть обнаружены различные металлические части туалета, мелкие кусочки обгоревших костей, зубы.

Общее действие высокой температуры

Неблагоприятные воздействие высоких температур окружающей среды на организм человека может вызвать, разнообразные болезненные расстройства, среди которых различают: преходящее тепловое утомление, тепловой отек, тепловое истощение вследствие обезвоживания или потери организмом солей, тепловые обмороки, судороги, тепловой и солнечный удар. Тот или иной вид тепловых поражений возникает в зависимости от величины средней температуры внешней среды и длительности ее воздействия (Алфимов Н.Н., Т.Н. Новожилов, М.И. Емельяноко 1972). Наибольшее значение для судебно-медицинских экспертов имеет тепловой удар.

Тепловой удар наступает вследствие общего перегревания организма и повышения температуры тела выше +41-42 С. Первые симптомы теплового удара (прекращение потоотделения, общая слабость, учащение пульса и дыхания, сухость во рту, жажда) могут проявляться уже через 2-3 часа (или даже раньше) от начала пребывания человека в неблагоприятных условиях.

При тяжелой форме теплового удара смерть может наступить внезапно. Однако чаще тяжесть состояния нарастает постепенно. После появления первых симптомов развиваются серьезные расстройства деятельности сердечно-сосудистой системы (вплоть до коллапса) и ЦНС (бред, судороги, потеря сознания). При длительном переживании выявляются признаки водного и солевого истощения, острой почечной недостаточности. Иногда состояние, напоминающее тепловой удар, наблюдается после продолжительного действия солнечных лучей избирательно на голову. Возникающее при этом тяжелое расстройство деятельности Ц.Н.С. получило название солнечного удара. Солнечный удар может сочетаться с общим перегреванием тела и ожогами.

Морфологическая картина, выявляемая на вскрытии трупов лиц, погибших как от солнечного, так и от теплового удара сходна и не имеет каких-либо специфических признаков. Устанавливается резкое полнокровие, отек головного мозга и его оболочек, иногда мелкие периваскулярные кровоизлияния в мозговом веществе, полнокровие внутренних органов, точечные экхимозы под серозными оболочками.

Установить смерть от перегревания организма можно только с учетом обстоятельств дела, исключив данными вскрытия другие, возможные в конкретных случаях, причины смерти.

Повреждения от действия низкой температуры

Организм человека относительно легко приспосабливается к низкой температуре окружающей среды, которая до некоторой степени даже активизирует обменные процессы. Жилище и одежда позволяют человеку жить и работать в самых тяжелых температурных условиях.

Однако различные неблагоприятные условия (чрезмерно длительное воздействие низкой температуры, недостаточная одежда, переутомление, вынужденное неподвижное положение и др.) приводят к охлаждению отдельных частей тела или всего организма. Как правило, холодовая травма отмечается при температуре воздуха ниже 0 С. Однако нередко она возникает и при температуре воздуха от 0 до +10С, особенно большое число подобных случаев наблюдалось во время войн среди солдат.

Так же как при действии высокой температуры, принято различать местное (отморожение) и общее (охлаждение) действие холода.

Местное действие холода (отморожение)

Отморожение связано с длительным понижением тканевой температуры отдельных участков тела при сохранении температуры центрально расположенных органов и тканей и организма в целом на достаточном уровне.

Кроме длительности воздействия низкой температуры, большое значение имеют повышенная влажность и сильный ветер, так как при этом резко увеличивается теплопроводность одежды и обуви, что сопровождается быстрой потерей тепла. Сочетание таких неблагоприятных метеорологических условий нередко ведет к отморожениям даже при температурах несколько выше нуля. Кроме того, способствуют отморожению факторы, вызывающие местное расстройство кровообращения (тесная обувь, лыжные крепления), снижающие сопротивляемость организма (утомление, истощение, ранения и кровопотеря), а также алкогольное опьянение.

Локализация отморожений. Как правило, отморожению подвергаются периферические части конечностей (пальцы стоп и кистей) и выступающие части лица (нос, уши). Чаще всего на стопах страдает 1 палец, а на кистях - 3-4 пальцы.

Механизм патологических нарушений, возникающих при отморожениях, сложен. Кроме прямого повреждающего воздействия низких температур (вплоть до оледенения тканей), большое значение имеет нарушение питания вследствие сосудистых изменений, наступающий спазм и последующий паралич сосудов, в первую очередь капилляров и мелких вен, приводят к стазу, тромбозу, резкому расстройству и полному прекращению кровообращения.

Классификация отморожений. В развитии отморожения различают два периода: скрытый (дореактивный) и реактивный. Скрытый период соответствует сроку понижения температуры тканей. Установить степень

поражения в этом периоде не представляется возможным. Реактивный период наступает после согревания отмороженных частей тела, и только тогда становится ясной глубина поражения, в зависимости от которой различают 4 степени отморожения.

Общее действие низкой температуры (охлаждение)

Длительное действие низкой температуры окружающей среды на организм человека при повышенной влажности воздуха и сильном ветре может приводить к нарушению механизмов терморегуляции и постепенному понижению температуры тела. Способствует охлаждению недостаточная одежда, истощение, физическое и психическое утомление, неподвижность, обусловленная различными повреждениями, состоянием сна и алкогольным опьянением.

Патогенез и клиническая картина охлаждения. Процесс охлаждения носит фазовый характер (Шейнис В.Н., 1963г.). В начальном периоде организм отвечает на действие низкой температуры усилением функций всех систем (нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной). Резко усиливается обмен веществ, особенно быстро расходуются запасы гликогена в печени и мышцах. Все это увеличивает теплопроизводство. Кроме того, за счет сужения сосудов кожи, уменьшается теплоотдача. Первую фазу охлаждения, когда температура тела еще поддерживается на нормальных цифрах, называют компенсаторной.

В дальнейшем компенсаторные возможности организма истощаются и наступает снижение температуры тела, что сопровождается в первую очередь угнетением деятельности ЦНС. При снижении температуры тела до +30, +27С дыхание и пульс замедляются, сила сердечных сокращений ослабевает, снижается артериальное давление и скорость кровотока, наступает кислородное голодание тканей при наличии кислорода в крови, интенсивность обмена веществ падает. Появляются резкая слабость, апатия, адинамия, бессвязность речи, бред, сонливость, помрачение сознания.

При дальнейшем падении температуры тела все жизненные функции постепенно угасают (заключительная фаза охлаждения), и при температуре +25, +22С наступает смерть.

Особенно быстрый процесс охлаждения протекает при попадании человека в холодную воду: смерть при этой наступает в течении короткого времени (1-1,5 часа). Охлаждение на суше может затягиваться на многие часы и даже сутки. При внезапном попадании человека в холодную воду смерть может наступить еще до развития глубокой гипотермии от сосудистого коллапса или холодового шока.

Признаки смерти от холода. Уже при осмотре трупа на месте его обнаружения следует обращать внимание на его характерную позу - конечности и голова поджаты к туловищу (поза съжившегося от холода человека), однако нередко она может быть и иной, особенно у пьяного.

У отверстий носа и рта можно обнаружить сосульки льда, а на ресницах - иней (признак М.И.Райского). Это - признак

прижизненного охлаждения. Нередко под трупом удается обнаружить протаявшее, а затем промерзшее ложе, однако последнее может свидетельствовать лишь о том, что труп попал на это место еще теплым.

При наружном исследовании обращает на себя внимание красный или розовато-красный цвет кожи и трупных пятен из-за избытка кислорода в крови трупа. Однако многие исследователи считают это посмертным явлением, происходящим вследствие проникновения кислорода воздуха через разрыхленный эпидермис. Нередкой находкой являются "гусиная кожа", резкое сокращение мошонки и подтягивание яичек ко входу в паховый канал (признак Пупарева).

Если действие холода было длительным, а пострадавший, борясь с охлаждением, пытался согреться, то на трупе могут быть выявлены признаки отморожения, обычно 1, реже 2 степени.

Наиболее важные диагностические признаки смерти от охлаждения выявляются при внутреннем исследовании трупа, среди которых на первое место по значимости следует поставить мелкие кровоизлияния в слизистую оболочку желудка, описанные в 1895 году С.М. Вишневым и получившие широкую известность под названием "пятен Вишневого". Эти пятна имеют вид точечных или несколько больших размеров кровоизлияний буровато-красного, коричневого или почти черного цвета, которые располагаются на вершинах складок слизистой оболочки. Пятна Вишневого выявляются в 80-90% случаев смерти от охлаждения. Иногда их можно обнаружить и на слизистой оболочке двенадцатиперстной кишки.

Пятна Вишневого хорошо сохраняются и могут быть обнаружены даже при повторном исследовании трупа через 6-9 месяцев после захоронения. Внутренние органы груди и живота резко полнокровны. Легкие с поверхности и на разрезе светлокрасного цвета очагового или диффузного характера из-за избытка кислорода в крови.

Замерзание (оледенение) трупа. Смерть от охлаждения нередко называют замерзанием, хотя это не правильно, т.к. замерзает не живой человек, а труп, если он длительное время находится на морозе. В таком случае замерзнуть может труп человека, умершего от любой причины, а не только от охлаждения. Замерзание может быть полным или поверхностным, когда оледенению подвергаются лишь поверхностные слои ткани.

Судебно-медицинское значение замерзания трупа определяется, во-первых, тем, что оно может вызвать различные повреждения, которые нередко трудно отличить от прижизненных, и, во-вторых, тем, что оно значительно затрудняет исследование трупа.

Замерзание тканевой жидкости и крови вызывает множественные мельчайшие разрывы мягких тканей и внутренних органов, которые могут быть выявлены при микроскопическом исследовании. Иногда наблюдается отделение эпидермиса от дермы. Полное оледенение головного мозга нередко сопровождается расхождением швов или даже растрескиванием костей черепа и повреждением прилегающих мягких тканей. При оттаивании

эти места пропитываются кровью и могут быть ошибочно приняты за прижизненные повреждения.

Переломы черепа при замерзании головы образуются вследствие растяжения костной ткани, поэтому, в отличие от прижизненной травмы, края их без сколов компактного слоя, плоскость перелома отвесная, свободно лежащих мелких костных отломков по краям переломов не наблюдается.

Перед вскрытием замерзший труп подвергают оттаиванию. "Правила судебно-медицинского исследования трупов" в РБ рекомендуют оттаивать труп при комнатной температуре, без ускорения этого процесса с применением высокой температуры. При этом оттаивание может затягиваться на несколько дней что неизбежно влечет за собой загнивание мягких тканей и органов, пропитывание их гемолизированной кровью. Это затрудняет выявление повреждений и патологических изменений и их экспертную оценку.

Электротравма

Электрическая энергия может оказать вредное действие на организм человека посредством электрического тока, электромагнитного поля и ионизированного воздуха. Однако под электротравмой обычно понимают повреждения, вызванные воздействием электрического тока.

Электротравма возможна в результате действия технического или атмосферного электричества. В экспертной практике в абсолютном большинстве случаев встречаются поражения электрическим током.

Повреждения при действии электрического тока

Прикосновение человека к проводнику тока может иметь различные последствия: в одних случаях никакого повреждения вообще не бывает; в других возникают различные по тяжести расстройства здоровья; в третьих - наступает смерть пострадавшего. Это разнообразие исходов объясняется тем, что действие электрического тока на организм человека зависит от многих факторов, которые в каждом конкретном случае электротравмы могут по-разному комбинироваться.

Факторы повреждающего действия электрического тока на организм человека. Среди повреждающих факторов, влияющих на исход электротравмы, различают физическую характеристику тока, условия его действия и особенности организма пострадавшего.

Степень реакции организма на электротравму определяется главным образом величиной (силой) тока, проходящего через тело, временем контакта и путем (петлей) тока в организме.

Согласно закону Ома, величина тока в каком-либо участке проводника прямо пропорциональна разности потенциалов между его концами и обратно пропорциональна сопротивлению этого проводника, поэтому величина тока, проходящего через тело, определяется напряжением между точками входа и выхода тока и сопротивлением тканей и органов на пути тока в организме.

Опытным путем установлено, что прохождение тока величиной 0,025 А через тело является уже опасным, а ток силой 0,08 0.1 А в большинстве случаев смертелен.

Принято считать, что чем выше напряжение, тем больше опасность смертельного поражения. В экспертной практике наибольшее число смертельных случаев отмечается при контакте с низким напряжением (100-250 В), что, по-видимому, связано, главным образом, с широким распространением данного напряжения в быту.

Существенное значение для исхода электротравмы имеют особенности организма, среди которых главное место занимает сопротивление тканей и органов, в первую очередь кожи. Сопротивление внутренних органов обычно невелико - их можно рассматривать как солевой раствор, сравнительно хорошо пропускающий электрический ток. Сопротивление кожи может колебаться в очень широких пределах - от 10 кОм до 2 МОм. Это зависит от многих факторов: толщины рогового слоя, влажности, количества потовых желез, кровенаполнения, загрязнения кожи и др.

Особенно большое значение имеют толщина рогового слоя и влажность кожи. И.П. Тишков, например, показал, что соскабливание рогового слоя эпидермиса с кожи трупов понижает ее сопротивление почти в 300 раз. Сопротивление кожи, смоченной водой, падает на 40-60%. Поэтому летом, когда потоотделение обычно выше, чем зимой, число смертельных поражений электротоком в несколько раз больше. Многие внешние условия и обстановка на месте происшествия могут оказывать значимое влияние на сопротивление тела человека, уменьшая или увеличивая его. Среди этих условий можно назвать наличие и состояние одежды и обуви, способ включения в электросеть (одно- или двухполюсный), площадь и плотность контакта, влажность окружающей среды и др.

Одежду и обувь можно рассматривать как дополнительную изоляцию тела человека. Большим сопротивлением обладают резиновые, кожаные и шелковые части одежды и обуви; шерсть, лен и хлопок в этом отношении стоят на последнем месте. Однако повышенная влажность одежды и наличие в ней металлических деталей резко снижают ее сопротивление.

Двухполюсное включение предполагает соприкосновение разных частей тела человека с двумя точками находящегося под напряжением проводника, например правой и левой рукой. При таком способе включения имеет значение величина сопротивления как в месте "входа", так и в месте "выхода" тока. При однополюсном включении ток проходит через тело только в случае его заземления.

Продолжительность действия тока на организм (время контакта) - важное условие среди определяющих исход электротравмы, ибо чем оно больше, тем больше количество электричества проходит через тело и тем более тяжелые расстройства возникают во внутренних органах.

Широко известен в электропатологии так называемый фактор внимания (Jellinek S., 1903). Под этим понимают благополучный исход электротравмы в тех случаях, когда человек ждал удара током. Видимо, здесь

основное значение имеет время контакта - думая о возможности поражения, человек быстро отдергивается от токонесущего предмета при соприкосновении с ним.

Исход электротравмы зависит и от пути тока в организме, или так называемой петли тока. В зависимости от места входа и выхода различают до 20 петель тока. Наиболее опасным является прохождение тока через сердце, что бывает при соприкосновении с проводником двумя руками или при однополюсном включении одной рукой и заземлении через нижние конечности. Весьма опасно также прохождение тока через головной мозг. Кроме указанных факторов и условий, определяющих исход электротравмы, определенное значение имеет тип тока. Считается, что переменный ток более опасен, чем постоянный. Особенно опасен переменный ток с частотой 40-50 Гц, так как при прохождении через сердце он легко вызывает мерцание желудочков. Переменный же ток высокой частоты (сотни тысяч и миллионов герц) не только не представляет опасности для человека, но применяется с лечебной целью (диатермия, УВЧ и др.)

Механизм действия электрического тока на организм человека

Различают местное и общее действие электрического тока.

Местное действие тока на ткани и органы связано с процессом перехода электрической энергии в другие формы в момент прохождения через тело и может проявиться в виде теплового, механического или электролитического. При этом наиболее ярко выражен эффект теплового действия. Образование тепла в местах контакта приводит к ожогам кожи и обугливанию, а также к частичному расплавлению неорганической части костей с образованием "костных бус". В отдельных случаях возможно диффузное нагревание всего тела до + 45, + 60С.

В результате механического действия могут образоваться ссадины, раны, трещины и переломы костей, а также разрывы одежды и обуви. В редких случаях возможны повреждения внутренних органов. Электролитическое действие проявляется в разложении жидкостей организма, однако оно выражено очень слабо, и выявить его обычными методами при исследовании трупа не представляется возможным.

Общее (или биологическое) действие тока на организм заключается в непосредственном нарушении тех электрических процессов, с которыми тесным образом связаны жизненные явления. Под действием электрического тока нарушаются процессы возбуждения и торможения, в результате чего страдает деятельность сердечно-сосудистой, дыхательной и нервной систем. Возникают рефлексы сокращения как поперечно-полосатых так и гладких мышц. Прямое действие тока на сердце и ЦНС приводит к резким нарушениям жизненных функций и быстрой смерти.

Непосредственной причиной смерти при быстрой гибели пострадавшего на месте происшествия могут быть так называемый электрошок, первичная остановка сердечной деятельности или дыхания. Остановка дыхания наступает либо от рефлекторного раздражения дыхательного центра (при прохождении тока через голову), либо от его

непосредственного действия на дыхательный центр. Кроме того, может иметь значение и спазм дыхательной мускулатуры. Прекращение сердечной деятельности происходит от развивающейся фибрилляции миокарда. Однако может наступить и рефлекторная остановка сердца из-за угнетающего влияния через блуждающий нерв.

Непосредственной причиной поздней смерти (через несколько дней и даже недель) обычно являются ожоги или массивные кровотечения из некротизированных сосудов, иногда расположенных на удалении от основного очага поражения.

Изменение тканей и органов при электротравме

Особенно характерные изменения возникают на коже в местах входа и выхода тока, среди которых различают: электрометки, электрические ожоги, механические повреждения, фигуры молнии.

Электрометка, или электрический знак, является наиболее специфическим для действия тока повреждением кожи. Морфология электрометок может быть различной. На участках с толстым роговым слоем эпидермиса (ладони, подошвенные поверхности стоп) нередко возникают электрометки, имеющие вид круглых или овальной формы образований серовато-белого или желтоватого цвета, плотные на ощупь. Края их валикообразно возвышаются над поверхностью кожи, центр несколько западает. Кожа вокруг них не изменена, волосы не опалены. При большой площади контакта электрометки иногда повторяют контур проводника.

Электрометки могут выявляться не только в местах входа и выхода, но и на протяжении петли тока, обычно на сгибательных поверхностях в области крупных суставов (Каплан А.Д., 1948г.). Образование электрометок в этих местах объясняется проскакиванием тока между соприкасающимися участками кожи.

Микроскопическая картина электрометки весьма характерна. На участках кожи с толстым роговым слоем поверхность электрометки представляется неровной, с внедрившимися мелкими частицами металла проводника, в роговом слое имеются множественные полости (пустоты) различных форм и размеров. Иногда они располагаются группами, отделяясь друг от друга тонкими перегородками. Нередко такие пустоты имеются в зернистом и шиповатом слоях эпидермиса. Роговой слой или вся толщина эпидермиса могут быть полностью отслоены от подлежащих слоев кожи. Клетки базального и нижних отделов шиповатого слоев эпидермиса и их ядра вытягиваются перпендикулярно или под углом к поверхности кожи и образуют щеткообразные, метелкообразные или кистеобразные фигуры. Границы ядер остаются четкими, ядра интенсивно окрашиваются. Сосуды дермы расширены, заполнены гемолизированной кровью.

Металлизация кожи в области электрометки имеет большое значение, ибо определение металла специальными методами исследования (методом цветных отпечатков) помогает определить, с каким проводником пострадавший находился в контакте, а иногда установить и его форму.

Однако типичные электрометки образуются не всегда. На местах с тонким роговым слоем кожи они могут иметь вид сухой мозоли, ссадины или даже розеолы, что значительно затрудняет их распознавание и диагностику электротравмы.

Не так уж редко электрометки вообще отсутствуют - это бывает при прохождении тока через участки кожи с очень низким сопротивлением. По данным Ю.Г. Юдина (1951г.) и В.Е.Дружинина (1965г.), даже опытные эксперты не находили электрометки в 10-12% случаев.

Иногда не смертельная электротравма осложняется развитием электрогенного отека или электрического некроза. Отек обычно располагается на небольшом участке вокруг электрометки, но может быть хорошо выражен и занимать большую площадь - все лицо или целую конечность. Электрические некрозы выявляются через 3-4 недели после поражения и могут захватывать значительные участки кожи, мягких тканей и костей. В основе отека и некроза лежит поражение сосудов разной степени тяжести.

Электрические ожоги образуются при выделении вместе контакта большого количества тепла. Обычно это бывает при поражении токами высокого напряжения, вольтовой дугой. Как правило, электрические ожоги сопровождаются некрозом всей толщи кожи, а нередко обугливанием или выгоранием мягких тканей и костей с образованием дефекта. Электрические ожоги безболезненны вследствие деструкции чувствительных нервных окончаний не только в области самого поражения, но и в окружающей коже. Механические повреждения при поражении током низкого напряжения встречаются редко как правило, они имеют вид обычных ссадин, рваных, ушибленных или резаных ран. Во всех подозрительных случаях необходимо тщательное гистологическое, гистохимическое исследование.

Изменение внутренних органов при смертельной электротравме обычно не имеют ничего специфического. На вскрытии отмечаются признаки быстрой наступившей смерти (полнокровие, жидкая кровь в крупных сосудах и полостях сердца, мелкие кровоизлияния в серозной и слизистой оболочке). При длительном прохождении тока высокого напряжения во внутренних органах могут быть найдены мелкие некротические очаги и кровоизлияния, чаще периваскулярные.

Более характерные изменения возникают в мышцах и костях. В мышцах часто выявляются отсутствие поперечной исчерченности и множественные очаги некроза. В результате обширного повреждения мышц при поражении током высокого напряжения миоглобин в большом количестве выходит в кровь, и к концу первого часа после травмы его можно обнаружить в моче. И если пострадавший прожил несколько часов, то в почках при микроскопии выявляется картина пигментного нефроза.

В специальной литературе описано несколько форм повреждения костной ткани от воздействия тока: расщепление, пятнистый остеопороз, костные слияния, образование жемчужин и др. Обычно эти изменения костей выявляются через несколько недель у пострадавших, оставшихся в живых.

Повреждения при действии атмосферного электричества (молнии)

Молния представляет собой разряд атмосферного электричества очень большого напряжения (несколько миллионов вольт) и величины (десятки тысяч ампер). Удар молнии вызывает расщепление и обгорание деревьев, повреждение зданий и сооружений, оплавления металлических предметов и иногда земли. Выделение большого количества тепла в месте удара молнии вызывает мощный взрывоподобный эффект с образованием световой вспышки, ударной воздушной волны и громкого звука.

Поражение человека молнией - редкий вид травмы. Как правило, удар молнии приводит к смерти пострадавшего, хотя описаны случаи и несмертельного поражения. Видимо, при этом повреждения причиняются ударной волной (оглушение, отбрасывание пострадавшего) или через электризованную в результате удара молнии землю.

Следы действия молнии на кожных покровах трупа могут иметь вид ожогов, ран, иногда - отрывов частей тела. Нередко на коже выявляются характерные знаки (фигуры) молнии в виде древовидно разветвляющихся светло-розовых или красных полос, возникающих вследствие расширения кожных сосудов. Они держатся обычно не долго, исчезая через несколько часов, иногда через сутки. Одежда и обувь трупа часто бывают разорваны и опалены. Лохмотья, оставшиеся от одежды, иногда обнаруживаются вокруг трупа. Металлические детали одежды и металлические предметы, находящиеся в карманах, часто оплавляются или сплавляются. В отдельных случаях каких-либо следов действия молнии на трупе обнаружить не удастся.

Повреждения от изменений общего и парциального давления газов. Факторы внешней среды, действующие на человека при повышенном давлении

Повышенное давление газовой среды является необычным условием существования для организма человека, которое может вызвать существенные нарушения функций жизненно важных систем. Например, на водолаза, работающего по водой, действует комплекс неблагоприятных факторов, среди которых различают: 1) величину общего давления; 2) парциальные давления газов, входящих в дыхательную смесь (O_2 , CO_2 , N_2 и др.) 3) температуру воды и дыхательной смеси; 4) высокую влажность и плотность дыхательной смеси; 5) шум от поступающего в водолазное снаряжение воздуха или газовой смеси; б) большую плотность водной среды. Некоторые из перечисленных факторов сочетаясь, значительно усиливают отрицательные воздействия друг друга на организм человека.

Принято различать механическое и биологическое действие повышенного давления газовой среды. Механическое действие высокого давления, распределяющегося равномерно на всю поверхность тела, особенно при постепенном его повышении, не оказывает заметного влияния на функции организма т.к. в организме при этом развивается противодействие соответствующей величины.

Если же сила давления воздействует неравномерно и на разные части тела, то могут возникать патологические изменения, в том числе приводящие к

быстрой смерти. Например, резкое повышение или понижение давления в легких по сравнению с давлением окружающей среды приводит к баротравме легких.

Биологическое действие повышенного давления зависит от специфического влияния на организм человека парциального давления газов, входящих в состав дыхательной смеси (кислорода, азота и др.). Это действие может приводить к сдвигам физиологического характера или вызывает резкие патологические изменения, иногда приводящие к смерти.

При учете биологического действия следует иметь в виду, что с увеличением давления процентное содержание газов, входящих в состав дыхательной смеси, остается неизменным, а парциальное их давление возрастает.

Декомпрессионная (кесонная) болезнь. При дыхании воздуха или искусственной газовой смесью в крови и тканях организма человека растворяются индифферентные газы (азот или гелий), количество которых возрастает с увеличением давления. При медленном снижении давления избыток растворенного в организме газа путем молекулярной диффузии выделяется через легкие. Если же скорость снижения давления будет превышать допустимую величину, то в жидкостях (в первую очередь в крови) и тканях организма образуются пузырьки свободного газа, что при определенных условиях приводит к расстройству здоровья различной тяжести декомпрессионной болезни, иногда приводящей к быстрой смерти. Как правило, эта болезнь возникает у водолазов, работающих на глубине свыше 12,5 метров достаточно длительное время.

При снижении давления газовые пузырьки образуются в венах, током крови они заносятся в крупные венозные стволы, затем - в правые предсердие и желудочек сердца, вызывая их эмболию. При интенсивном образовании газовых пузырьков практически одновременно все венозные сосуды заполняются ими, кровь как бы "вскипает", образовавшаяся пенная масса в течение короткого времени приводит к полной блокаде кровообращения и быстрой смерти пострадавшего.

Диагностика декомпрессионной болезни на трупе во многих случаях затруднена. При быстро наступившей смерти она базируется на выявлении газовой венозной эмболии. Исследование трупа следует начинать с рентгенографии, которая дает возможность до вскрытия выявить наличие газов в полостях сердца, сосудах и тканях. Однако она должна проводиться до развития гнилостных изменений, т.к. гнилостные газы рентгенологически неотличимы от газовой эмболии.

При наружном исследовании трупа иногда удается обнаружить мраморность кожи: участки обычного цвета обычно перемежаются с участками красного, темнокрасного цвета и даже синего, местами в коже имеются петехиальные кровоизлияния. Мраморность кожи может сочетаться с подкожной эмфиземой.

Вскрытие трупа при подозрении на декомпрессионную болезнь следует начинать с проведения пробы на газовую эмболию. При отсутствии газовых

пузырьков в полостях сердца рекомендуется провести пробу на газовую эмболию нижней полой вены.

Ценным признаком венозной газовой эмболии является обнаружение азотромбов как на стенках крупных венозных стволов, так и в полостях сердца. Азотромбы обладают относительной стойкостью к гнилостному расплавлению, поэтому их обнаружение позволяет в отдельных случаях ставить диагноз даже при наличии нерезко выраженных гнилостных изменений трупа (Лисакович М.В., 1958г.). В процессе вскрытия нередко удается обнаружить пузырьки газа в подкожной жировой клетчатке, в клетчатке забрюшинного пространства, сальника, брыжейки кишок. Ценным диагностическим признаком является выделение большого количества пенистой крови с поверхности разрезов внутренних органов.

Диагностика декомпрессионной болезни в случаях поздней смерти облегчена наличием соответствующих записей в медицинских документах. Как правило, поздняя смерть связана с развитием тяжелых осложнений, вызванных газовой эмболией сосудов спинного и головного мозга. На вскрытии в таких случаях выявляются очаги размягчения нервной ткани, чаще в спинном мозге. Поэтому вскрытие спинномозгового канала и исследование спинного мозга в случаях поздней смерти являются обязательными. В связи с параличами ног и нарушением функций тазовых органов обнаруживаются атрофия мышц, развитие пролежней, гнойных осложнений.

Причиной баротравмы легких является резкое повышение (на 80-120 мм.рт.ст.) или, что бывает реже, резкое понижение внутрилегочного давления по сравнению с давлением окружающей среды. В большинстве случаев она возникает при быстром всплывании на поверхность с небольших глубин (3-1 Ом) вне зависимости от времени пребывания человека под водой. Чаще баротравма легких возникает при подводных погружениях, но иногда - и при других обстоятельствах: при дыхании через противогазы, при применении аппаратов искусственного дыхания, наркозных аппаратов и т. п. При разрыве легочной ткани в результате баротравмы повреждаются альвеолы, бронхи и кровеносные сосуды, возникают кровоизлияния в легочную ткань, легочное кровотечение, Газ, проникая через разрывы в ткань легкого, приводит к развитию эмфиземы легкого, эмфиземы средостения, а затем и подкожной эмфиземы шеи, груди, лица. Разрыв висцеральной плевры сопровождается образованием пневмоторакса.

Диагностика баротравмы легких в случаях быстрого наступления смерти складывается из выявления картины артериальной газовой эмболии и характерных повреждений легких. Так же как и при диагностике декомпрессионной болезни, вскрытие рекомендуется начинать с рентгенографии. Типичная рентгенологическая картина дает возможность до вскрытия определить характер газовой эмболии (артериальная или венозная). Изменения в легких при баротравме достаточно характерны. Как правило, легкие несколько увеличены в размерах, полностью заполняют плевральные полости. Под висцеральной плеврой хорошо видны кровоизлияния. На

поверхности разрезов мелкие разрывы легочной ткани обычно не видны, однако хорошо различимы участки кровоизлияний. Кровоизлияния определяются также по ходу крупных бронхов и сосудов, в слизистой оболочке трахеи и бронхов. В их просветах почти всегда имеются кровь, кровянистая слизь или кровянистая пена. Обжим водолаза - специфическая травма, возникающая при уменьшении объема воздуха в водолазной рубахе с одновременным понижением давления под жесткими частями скафандра (под шлемом) по сравнению с давлением окружающей воды. Тяжелые формы обжима со смертельным исходом возникают при работе в вентилируемом водолазном снаряжении при разрыве верхней части водолазной рубахи, при разрыве шланга в сочетании с неисправностью возвратного клапана, при перевертывании водолаза вверх ногами и т.п.

Судебно-медицинская диагностика обжима основывается на весьма характерных признаках, легко определяемых при вскрытии трупа. Уже при наружном осмотре обращают внимание резкое увеличение объема головы и шеи, синюшность и одутловатость лица. На лице, чаще у углов рта, иногда имеются небольшие трещины - разрывы кожи. В слизистых оболочках глаз обширные кровоизлияния, резко выражен отек век, иногда некоторое выпячивание глазных яблок из-за массивных кровоизлияний в клетчатку орбит. Вдоль ключиц наблюдается обширный горизонтально расположенный волосовидный кровоподтек - след от давления манишки снаряжения.

При внутреннем исследовании трупа выявляются резко выраженный отек и диффузные кровоизлияния в мягких тканях волосистой части головы, лица и шеи. Определяются резкое полнокровие и отек вещества головного мозга и мозговых оболочек. Нередкая находка - кровоизлияния в мягкую оболочку и периваскулярные кровоизлияния в мозговом веществе.

Повреждения от изменения парциальных давлений газов.

Среди повреждений, связанных с изменением парциальных давлений газов, входящих в состав дыхательной смеси, наибольшее значение имеет кислородное голодание в связи с его чрезвычайно большой опасностью для жизни человека, а также относительно высокой частотой встречаемости - при пользовании изолирующими дыхательными аппаратами случаи от кислородного голодания стоят на первом месте.

Кислородное голодание при подводных спусках наблюдается при несоблюдении правил пользования изолирующими дыхательными аппаратами; при неисправности самого аппарата; при израсходовании запаса кислорода. Начальной границей, при которой уже могут появиться симптомы кислородного голодания у здорового человека в покое, принято считать падение парциального давления кислорода во вдыхаемой газовой смеси ниже 18,5 кПа (141 мм рт. ст.) или понижение его содержания ниже 18,5% по объему в пересчете на атмосферное давление (в воздухе содержится 20,9% кислорода по объему, при парциальном давлении 21,2 кПа, или 159 мм рт. ст.).

Особенностью острого кислородного голодания является его своеобразная "бессимптомность" - отсутствие четких субъективных ощущений

наступления опасного для жизни состояния. При резком падении парциального давления кислорода (до 8-6,7 кПа, или 60-50 мм рт.ст.) потеря сознания наступает внезапно, и водолаз, находящийся под водой, в таких случаях не имеет возможности спасения.

Диагностика смерти от кислородного голодания трудна, так как каких-либо специфических морфологических признаков его не имеется. Поэтому исключительно важное значение приобретают изучение и анализ всех обстоятельств происшествия, учет и оценка данных технической экспертизы водолазного снаряжения при исключении всех других возможных в данном случае причин смерти водолаза.

Отравление углекислым газом развивается в тех случаях, когда содержание его во вдыхаемом воздухе или газовой смеси превышает 3% по объему. Наиболее частыми причинами отравления углекислым газом при работе в водолазном снаряжении являются плохое качество химического поглотителя и регенеративного вещества, неполное заполнение ими регенеративных патронов или их полное отсутствие.

Судебно-медицинская диагностика отравления углекислым газом, так же как и кислородного голодания, трудна ввиду отсутствия характерных морфологических признаков.

"Наркотическое" действие индифферентных газов. Токсическое ("наркотическое") действие азота проявляется при дыхании сжатым воздухом, начальные симптомы азотного наркоза у человека возникают при давлении воздуха в 0,4 мПа (4 ата); при давлении 0,9 - 1 мПа (9-10 ата) большинство людей становятся неработоспособными - расстраивается координация движений утрачивается ориентировка в месте и времени, появляются галлюцинации. В таком состоянии водолаз может совершать неадекватные действия (выброс загубника изо рта, быстрое всплытие на поверхность и т.п.), которые приводят к развитию тяжелых патологических состояний и смерти.

Каких-либо патоморфологических признаков токсического действия индифферентных газов не имеется.

Повреждения от действия ионизирующих излучений

К ионизирующим излучениям относятся излучения радиоактивных веществ (α -, β - и γ - лучи), возникающие при ядерных реакциях, космическое, рентгеновское и ультрафиолетовое излучения. Все они обладают особым свойством - вызывать ионизацию окружающей среды. Это определяет сходство их биологического действия.

Широкое использование в различных областях науки и техники разнообразных источников ионизирующих излучений вызвало к жизни своеобразную патологию - лучевые повреждения, под которыми понимают патологические изменения в организме, органах и тканях, развивающиеся в результате воздействия ионизирующего излучения. Среди них наибольшее практическое значение имеют лучевая болезнь и лучевые ожоги.

Патогенетическое действие проникающей радиации зависит в первую очередь от величины энергии, поглощенной организмом. Одна и та же доза при общем облучении организма может дать тяжелую форму болезни.

При лучевых ожогах обычно с момента облучения до появления видимых изменений проходит до 14 дней. При очень больших дозах это время сокращается до получаса. От термических лучевые ожоги отличаются геморрагиями. Экссудат пузырей почти не содержит лейкоцитов при наличии большого количества эритроцитов. Некроз тканей глубокий, без четкой демаркации. В стадии заживления ожоговые поверхности значительно инфицированы, в последующем образуются грубые рубцы, склонные к изъязвлениям, или лучевые язвы с затяжным течением, склонностью к рецидивам.

Общее излучение организма вызывает лучевую болезнь. Лучевой болезнью называют сложный комплекс взаимосвязанных и последовательно развивающихся изменений в организме, которые закономерно возникают после облучения и характеризуют собой особую реакцию организма на действие радиации (Краевский Н.А., 1957г.). Лучевая болезнь бывает острой и хронической.

В зависимости от величины поглощенной дозы острая лучевая болезнь по тяжести подразделяется на легкую (доза 100 - 200 рад), средней тяжести (200-400 рад), тяжелую (400-600 рад) и крайне тяжелую (более 600 рад). При крайне тяжелой форме лучевой болезни смерть может наступить во время облучения от "лучевого шока". При вскрытии трупа в подобных случаях обнаруживаются резко выраженные гемодинамические расстройства, наступающие в результате повышения проницаемости капилляров и выражающиеся в отеке легких, застойном полнокровии внутренних органов. Хроническая лучевая болезнь развивается при длительном воздействии излучения в малых дозах, а также может явиться исходом перенесенной острой лучевой болезни.

Наиболее характерными патоморфологическими изменениями при смерти от лучевой болезни являются дистрофические изменения в кровеносных органах, множественные кровоизлияния, некротические и дистрофические изменения в различных тканях.

Обязательным осложнением лучевой болезни является инфекция, проявляющаяся чаще всего в виде пневмонии, некротической ангины, сепсиса. Инфекционные осложнения обычно и приводят к смерти.

До вскрытия необходимо проводить дозиметрический контроль, при котором определяется степень зараженности радиоактивными веществами одежды и кожных покровов трупа. При заражении выше допустимых уровней перед вскрытием одежда и труп подвергаются дезактивации. Если лучевая болезнь развилась в результате внутреннего облучения, обязательно изымаются кусочки органов и тканей для обнаружения радиоактивных веществ.