

Г.П. Козинец, д.м.н., профессор, В.П. Цыганков, к.м.н., кафедра комбустіології та пластическої хірургії Національної медическої академії послєдипломного освіти ім. П.Л. Шупика, г. Київ

Електротравма

В структурі ожогового травматизму електротерміческім ураженням уделюють все більше уваги. Постійне збільшення кількості джерел електроенергії в промисловій сфері, підвищення комфортності побутових умов шляхом використання енергоємної побутової техніки неізабєжно обусловлює виникнення травматическіх уражень, зв'язаних з використанням електрическої енергії. В нинішнє часа частота травм, викликані електрическим струмом, займає до 3% від всієї ожогової травми в країнах СНГ і, незважаючи на низьку частоту, в структурі травматизму, нерідко є причиною інвалідності постраждалих, а в найважчих випадках – смерті. Специфічність і багаторічність впливу електрического струму на організм, особливості розвитку уражень при електротравмі визначили необхідність систематизувати порушення, виникаючі в організмі постраждалого, і розробити комплекс заходів, націєних на надання адекватної медическої допомоги на всіх етапах медическої евакуації, для підвищення ефективності надання медическої допомоги постраждалим від електротравми і зменшення кількості несприятливих наслідків лікування у пацієнтів з електропорушенням.

В Центрі терміческої травми та пластическої хірургії г. Києва (міська клініческа лікарня № 2) проводиться лікування постраждалих з електротерміческими ураженнями з моменту потрапляння потерпілого в стаціонар неспірадно після ураження електрическим струмом і до кінця. В ряду випадків після закінчення гострого періоду травми і проходження курсу консервативної реабілітації наші колишні пацієнти знову приходять до нас в стаціонар для виконання реконструктивно-відновительних операцій, якщо в цьому є необхідність. В ожогових відділеннях центру проходять лікування постраждалі з важкими електротерміческими ураженнями не тільки з г. Києва, але і доставлені з інших регіонів України, після консультації спеціаліста центру, що дозволило створити систему етапності лікування постраждалих з розробкою вимог до кожного з етапів медическої евакуації. Таким чином, Київський міський центр терміческої травми та пластическої хірургії представляє собою лікувальне закладення, де постраждалі з електротерміческим ураженням отримують повний комплекс лікувальних заходів, необхідних для лікування пацієнтів з цією патологією. Аналіз і систематизація даних проведеного лікування дозволила створити пропонуємі нижче комплекс заходів, націєних на покращення наслідків лікування даної категорії постраждалих.

Електрическі ожоги – особливий вид ураження тканин націєним потоком електронів, виникаючий в місцях контакту, вихода і на шляху розповсюдження електрического струму. Електрическа енергія, проходячи по тканинам організму, зустрічає на своєму шляху спротивлення і переходить згідно закону Джоуля в теплову енергію ($J=I^2RT$, де J – кількість тепла в Джоулях, I – сила струму в амперах, R – спротивлення в омах, T – час в секундах).

Механізми впливу електрического струму при проходженні через ткани організму

- Претворення в теплову енергію: терміческе впливання заключається в нагріві тканин і біологіческих серед організму, що веде до перегріву всього організму і, як наслідок, до порушення обмінних процесів і зв'язаних з ними відхилень.

- Електролітическе (хіміческе) впливання: заключається в диссоціації електролітичних розчинів з яких складаються рідинні субстанції організму з утворенням активних іонів, вільних радикалів, викликаючих неспірадне ураження тканин організму.

- Механіческе, виникаюче при дисордантному скороченні м'язової

ткани з розвитком вивихів, переломів; виділенням одночасно великої кількості тепла, особливо в зоні «точка вихода», що може призвести до моментального «закипання» рідинних серед організму, і формуванням травми вибухового характеру, супроводжуєміся відірванням сегмента кінцівки.

Фактори важкості ураження електрическим струмом

Сила струму – один з основних критеріїв, визначаючих ураження впливання на організм людини. Чим більше сила струму, тим більше кількість тканин організму буде підвладно його впливанню, тим при меншій величині різниці потенціалів можна очікувати важкі наслідки при впливанні на організм постраждалого.

Електрическе спротивлення тіла людини – електрическе спротивлення структури людського організму неоднорідне. Найменшим спротивленням володіє нервна тканина, а потім в зростаючій послідовності судинна, м'язова, підшкірна клітчатка і шкіра, сухожилля і кістки. Даним феноменом і визначається прагнення електрического струму в першу чергу розповсюдитися по нервним волокнам, викликаючи неконтрольоване, дисордантне скорочення м'язів, навіть при найменшій ураженні. Електрическе спротивлення тіла людини зростає в послідовній послідовності: нервна тканина розповсюдження струму йде по іншим структурам. Однак не слід забувати, що чим більшим спротивленням володіє тканина, тим більше виділення тепла і тим більше ураження викликає терміческий фактор.

Длительність впливання на організм – тимчасовий фактор вважається одним з найважливіших в динаміці розвитку патологіческіх змін при електротравмі, так як чим довше контакт постраждалого з провідником, тим більше порушень може виникнути в організмі постраждалого під біологіческим впливанням електрического струму. Даний феномен пояснює виникнення важких уражень серцево-судинної системи з розвитком аритмій, фібриляцій, а в деяких випадках і летальних наслідків у постраждалих, підвладних довготривалому впливанню низьковольтного побутового електрического струму, навіть з незначительними, а часто візуально невідчужимими зовнішніми ураженнями в місцях контакту з провідником струму.

Рід і частота струму – найбільш небезпечним є змінний струм частотою 20... 1000 Гц. Змінний струм небезпечніший постійного при напругах до 300 В; при великих напругах небезпечніший постійний струм. Пояснюється це деполаризуючим впливанням струму на клітинні структури

організму постраждалого з порушенням функції клітинних структур і передачі нервного імпульсу.

Індивідуальні властивості людини – природно, що у постраждалих, маючих якусь патологію, яка може бути загострена впливаннями, виникаючими при проходженні електрического струму через організм, слід очікувати більш важкі наслідки від ураження, ніж у здорових осіб. Із-за структурних особливостей організму в зоні особливого ризику знаходяться особи крайніх вікових категорій.

Смертельні наслідки в результаті електротравми настають, як правило, із-за зупинки серця (фібриляція, асистолія); зупинки дихання (параліч дихального центру); одночасної зупинки серцевої і дихальної діяльності; шока.

Для клініческої інтерпретації уражень, викликані електрическим струмом, і прогнозування розвитку патологіческого процесу у постраждалого найбільш зручно виділяти наступні види електропорушення.

- Загальна електротравма – ураження електрическим струмом з або без ураження шкіри, судин, м'язових масивів.

- Електротерміческі ураження – ураження внаслідок виділення тепла при проходженні через ткани постраждалого електрического струму. Найбільш важкі ураження, нерідко вимагають проведення комплексних противошкочових заходів і екстрених хірургіческіх втручань.

- Термоелектрическі ураження настають внаслідок загорання одягу постраждалого під впливанням електрического струму. В даному випадку у постраждалого переважають ураження, викликані зовнішнім терміческим впливанням, з переважним ураженням шкіри, в той час як біологіческе впливання струму на організм ослаблюється із-за втрати енергії, націєної на запалення одягу. Лікування цього виду ураження відповідає лікуванню постраждалих з ожоговою травмою.

- Ожог дуговым контактом виникає при наближенні частини тіла постраждалого до джерела, несущого струм з напругою в декілька кіловольт і уражаючим на відстані від декількох сантиметрів до одного метра. В даному випадку слід очікувати комбінованого ураження як від терміческого впливання пламени вольтової дуги, так і електротерміческого ураження за рахунок проходження струму через організм постраждалого. Найбільш часто даний вид ураження виникає при знаходженні людини на дахах вагонів залізничної дороги під високовольтними провідниками.



Г.П. Козинец

По різниці потенціалів електрического струму, впливаючого на ткани організму постраждалого, електротравми розділяють на низьковольтні і високовольтні. Природно, чим більше різниця потенціалів, тим більше виражене патологіческе впливання.

Низьковольтна електротравма виникає при різниці потенціалів від 12 до 1000 вольт і характеризується наявністю електротерміческого ураження в зоні контакту з провідником і звичайно ожогом, не перевищуємі 1% поверхності тіла. Смерть постраждалого може наступити внаслідок розвитку фібриляції серця.

Високовольтна електротравма виникає при напругі струму 1000 вольт і більше і характеризується площею терміческого ураження шкіри від 1 до 20-30% поверхності тіла з вираженими змінами м'яких тканин в зоні входу і виходу струму, наявністю ділянок некрозу шкіри поза зоною контакту з провідником по шляху петлі струму, розвитком субфасціального набряку по шляху розповсюдження струму. Характерні комбіновані ураження магістральних судин з некрозом м'язових масивів, ураження внутрішніх органів. Загальне впливання струму на організм спостерігається у більшості пацієнтів. Летальні наслідки, як правило, виникають саме в результаті високовольтних уражень.

Етапи надання допомоги при електротравмі

I – догоспітальний: надання допомоги на місці травми і транспортування постраждалого в лікувальне закладення.

На даному етапі здійснюється:

- усунення впливання уражаючого фактора;
- проведення реанімаційних заходів (при необхідності);
- знеболювання;
- початок інфузійної терапії (при наявності шока);

- транспортування постраждалого.

II – госпітальний: купірування гострих проявів шоку, обробка рани і транспортування в спеціалізоване ожогове відділення.

На даному етапі здійснюється:

- усунення гіповолемії і відновлення ефективної гемодинаміки;
- дихальна підтримка;
- продовження інфузійної терапії, націєної на коррекцію водно-електролітного балансу, детоксикацію;
- коррекція агрегатного стану крові;
- профілактика і лікування органної дисфункції;
- рання профілактика інфекції;
- проведення ранніх хірургіческіх втручань;
- транспортування в спеціалізований центр.

Данный этап является определяющим в дальнейшем развитии и течении посттравматической болезни, степени инвалидизации пострадавшего при тяжелых электротермических повреждениях, так как целый ряд хирургических вмешательств, предопределяющих возможность дальнейшего выполнения органосохраняющих операций, должен быть выполнен в первые 6-8 часов после травмы, то есть в том лечебном учреждении, куда попал пострадавший.

III – специализированный: лечение острого периода электротравмы в специализированном отделении.

На данном этапе осуществляется лечение пострадавшего до исхода:

– полное выведение из шока, профилактика и лечение осложнений электротравмы;

– профилактика и лечение инфекции;

– лечение полиорганной дисфункции и профилактика полиорганной неадекватности;

– коррекция расстройств энергетического обмена;

– хирургическое лечение последствий электротермического повреждения;

– определение программ консервативной и оперативной реабилитации.

Пострадавшие, которым установлен диагноз общей электротравмы, независимо от тяжести поражения первоначально госпитализируются в отделения реанимации, где им выполняется комплекс диагностических исследований и осуществляется тот вид терапии, который диктуется состоянием пострадавшего. Электрокардиографическое исследование пострадавшему выполняется с кратностью 2 раза в 1-е сутки после травмы и в дальнейшем 1 раз в сутки в течение 3 дней при отсутствии выявления патологии со стороны сердечно-сосудистой системы, при манифестации явлений нарушений сердечной деятельности данное исследование должно проводиться с частотой, обеспечивающей необходимый мониторинг изменений для коррекции выявленных нарушений. Дополнительные исследования, такие как ультразвуковое исследование сосудов, ангиография сосудов зон электротермического повреждения, могут дать ценный информативный материал для определения степени повреждения, срочности и класса оперативного вмешательства, которое необходимо выполнить пострадавшему, однако отсутствие возможности проведения данных исследований ни в коем случае не должно быть причиной воздержания или отсрочки в проведении неотложного хирургического вмешательства при показаниях, определяемых клинически.

Клиническая картина

При воздействии электрического тока высокого напряжения может наступить глубокое расстройство деятельности ЦНС с торможением центров сердечно-сосудистой и дыхательной системы, называемое мнимой смертью. Клинически такое состояние проявляется незаметной сердечной и дыхательной деятельностью. Если в таких случаях принимаются необходимые реанимационные мероприятия, то чаще всего они приводят к успеху, в противном случае при отсутствии адекватной помощи возможно действительное наступление смерти.

Часто отмечаются поражения нервной системы, кровообращения, дыхания, возникают ожоги различной степени глубины и обширности.

Электрический ток, проходя через структуры нервной системы, приводит к нарушению ее функций. Могут отмечаться: потеря сознания различной продолжительности и степени с последующей ретроградной амнезией, судороги, головокружение, головная боль. В ряде случаев наблюдаются симптомы повышенного внутричерепного давления (светобоязнь, ригидность затылочных мышц, симптом Кернига, эпилептиформные припадки и т.п.). Нередки более или менее стойкие парезы или параличи нервов с двигательными, чувствительными и трофическими нарушениями. Возможно расстройство терморегуляции с асимметрией температуры в различных областях тела, исчезновение физиологических и появление патологических рефлексов и др. В более легких случаях клинические проявления ограничиваются мельканием в глазах, слабостью, «разбитостью» и т.д. Из органических повреждений типичными считают спинально-атрофические заболевания, связанные с поражением током спинного мозга в области передних рогов мозга и серого вещества в окружности центрального канала, проявляющиеся в трофических и вазомоторных нарушениях иннервируемых областей.

Нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы, как правило, носят в большей мере функциональный характер и часто выражаются в форме различных нарушений ритма сердечной деятельности (синусовая аритмия, тахи- или брадикардия, экстрасистолия, явления сердечной блокады). Наиболее тяжелым нарушением является фибрилляция желудочков и остановка сердца.

Действие тока на мускулатуру приводит к ее спазму, что может выразиться судорогами скелетных мышц, спазмом мышечного слоя сосудов с повышением артериального давления, коронарными спазмами.

Вследствие воздействия яркого света, возникающего, например, при дуговом контакте, может поражаться зрение в виде кератита, хориоидита, атрофии зрительного нерва с последующим развитием катаракты. Возможны поражения органов чувств в виде шума в ушах, понижения слуха, расстройств осязания и т.п. Иногда встречается травматическая эмфизема и отек легких, функциональная недостаточность печени, гломерулонефрит, проходящие энтериты. Данные состояния мы относим к общепатологическим сдвигам, вызванным прохождением электрического тока через организм пострадавшего.

Местные поражения, вызванные электротермической травмой, мы подразделяем на первичные, возникшие непосредственно в момент поражения, и вторичные, развитие которых обусловило действие электрического тока на ткани организма, и развивающиеся уже после окончания травмирующего действия под влиянием изменений, вызванных в тканях организма прохождением тока.

К первичным относим: отрыв сегмента конечности, обугливание сегмента конечностей и костей, переломы и вывихи костей, термические поражения мягких тканей, разрыв полого органа из-за электротермического действия (пневмоторакс).

Вторичными поражениями являются тромбоз сосудов с ишемическим некрозом мышечной ткани, развитие гангрены конечностей, возникновение кровотечения из эрозированных сосудов,

что является морфофункциональным субстратом для дальнейшего развития раневых осложнений инфекционного характера, таких как гнилостный распад некротизированных мышечных массивов, развитие флегмон, остеомиелитов, артритов, абсцедирование внутренних органов.

Лечение электротермических повреждений предусматривает ряд хирургических вмешательств, направленных на купирование патологического воздействия, вызванного прохождением электрического тока на ткани организма, для предотвращения развития вторичных осложнений электротравмы или их лечения, восстановление утраченного кожного покрова при термическом повреждении.

Виды оперативных вмешательств при электроожогах

Некротомия выполняется в зоне термического поражения, оказывающего турникетное (сдавливающее) действие на подлежащие ткани или дистальную часть сегмента конечности. В ряде случаев имеет жизненные показания (при развитии явлений острой дыхательной недостаточности, обусловленной турникетным воздействием глубокого некротического струпа, циркулярно охватывающего грудную клетку или шею).

Декомпрессионная фасциотомия показаниями для данной операции является наличие и развитие субфасциального отека, увеличение сегмента конечности в объеме, сопровождающееся изменением окраски кожных покровов сегмента конечности (бледность, мраморность, цианоз), ослаблением или исчезновением пульсации в области магистральных сосудов, что свидетельствует о тяжелом поражении подкожных структур мягких тканей, развитии критической ишемии конечности.

Фрезевая остеонекротомия оперативное лечение, предназначенное для снижения избыточного давления в костномозговом канале и обеспечения дренирования отделаемого из канала при поражении кости.

Данные виды оперативных вмешательств эффективны для предотвращения прогрессирования вторичных поражений, если выполняются в первые 6-8 часов после травмы, позже рассматриваются как запоздалые, после 24 часов их эффективность в отношении предотвращения развития осложнений электротравмы сомнительна, однако необходимость их выполнения сохраняется для предотвращения или купирования развития раневых осложнений гнойно-септического характера, детоксикационной функции, предотвращения развития миоренального синдрома из-за массивного всасывания продуктов распада некротизированных мышечных тканей в организм. Выполняются специалистами второго этапа медицинской эвакуации до прибытия консультанта для оказания специализированной медицинской помощи.

Иссечение (удаление) тканей и органов оперативное вмешательство, направленное на одномоментное или поэтапное удаление некротически измененных тканей, для подготовки раны к дальнейшему восстановлению кожного покрова. К такого рода оперативным вмешательствам относятся некрэтомия – удаление пораженных кожных покровов, сегментов или блоков мышечной и костной ткани с последующим закрытием раневого дефекта путем одного из

видов пластических операций, резекция части внутренних органов при их некрозе, вызванном патологическим воздействием электрического тока, ампутация конечностей или их сегментов, резекция суставов и т.п. В большинстве случаев они выполняются в условиях специализированного стационара, однако ухудшение состояния пострадавшего может предопределить необходимость выполнения и на этапе квалифицированной медицинской помощи.

Восстановление утраченных тканей и кожного покрова комплекс хирургических вмешательств, направленных на восстановление целостности организма пострадавшего, который осуществляется преимущественно в условиях специализированного стационара. Достигается путем использования таких приемов оперативного лечения, как закрытие имеющегося дефекта свободной кожной пластики, разнообразные виды несвободной кожной пластики. Вид операции диктуется анатомическими особенностями зоны электротермического повреждения, тканями, вовлеченными в процесс, возможностью и необходимостью достижения удовлетворительных функциональных и косметических результатов от проведенного оперативного лечения.

Не следует забывать, что в процессе лечения пострадавших с тяжелым электротермическим повреждением при развитии инфекционных осложнений раневого процесса может потребоваться выполнение хирургических операций, направленных на их купирование, таких как вскрытие гнойных затеков и флегмон, артротомии, дренирование брюшной или плевральной полостей, пункции и дренирование абсцессов. Эти оперативные вмешательства не имеют специфичности и выполняются по канонам гнойной хирургии как на квалифицированном, так и специализированном этапах лечения.

Осложнения после перенесенной электротравмы:

- поражения ЦНС и ПНС – энцефалопатии, парезы, невриты, нейротрофические язвы;
- поражения сердечно-сосудистой системы – дистрофические изменения в миокарде, нарушение ритма и внутрисердечной проводимости, облитерирующие заболевания периферических сосудов, ангиопатии;
- поражения опорно-двигательного аппарата – деформации и контрактуры (сухожильные, артрогенные, миогенные, чаще смешанные).

Диспансеризация и реабилитация

После заживления электропоражений и электрических ожогов реконвалесценты нуждаются в длительном диспансерном наблюдении.

- Первый осмотр комбустиолога проводится через 2-4 недели после выписки реконвалесцента.
- Последующие осмотры – через каждые 1-3 месяца.
- Диспансеризация взрослых – до определившегося исхода; детей – на период до окончания роста (18-19 лет).

Представленный алгоритм оказания медицинской помощи обеспечивает преемственность в лечении пострадавших с тяжелыми электротермическими повреждениями на всех этапах оказания помощи и в значительной мере позволяет улучшить исходы их лечения.