



Н. Л. ГУРВИЧ

ЭЛЕКТРОТРАВМА

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ МЕДИЦИНСКАЯ
ЛИТЕРАТУРА

Н. Л. Гурвич

ЭЛЕКТРОТРАВМА

(ПРОФИЛАКТИКА И ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ)

Издание второе



Издательство «Медицина»

Москва — 1966

АННОТАЦИЯ

В брошюре говорится о возможности поражения электрическим током на производстве и в быту, приводятся необходимые меры предосторожности и оказания первой помощи при электротравмах.

Издание рассчитано на широкий круг читателей, в первую очередь на рабочих промышленности и механизаторов сельского хозяйства.

Общее определение электротравмы

Под названием **электротравма** обычно понимают непредвиденное действие электрического тока на организм, вызвавшее более или менее значительные нарушения его функций.

Последствия электротравмы могут быть весьма различными в зависимости от условий поражения, определяющих силу и длительность электрического воздействия на организм. Действие тока в несколько миллиампер вызывает одно лишь неприятное ощущение электрического раздражения. Более сильный ток может вызвать тяжелые нарушения кровообращения, дыхания и функций нервной системы, а еще более сильный — электротравмы, ведущие иногда к смертельному исходу.

Воздействие электрического тока на организм может произойти при самых различных условиях. **Наиболее частая причина электротравм — это случайное прикосновение к одному проводнику, непосредственно присоединенному к электрической сети.** Вторым проводником при этом бывает «земля», роль которой могут выполнить любые металлические предметы, присоединенные к земле: водопроводные и канализационные трубы, наружная арматура электроприборов и т. п. Нередко электротравмы происходят в результате прикосновения к предметам, которые сами по себе не являются принадлежностью электросети или электроприборов, но в результате недосмотра оказались в тесном контакте с ними.

Поражение током высокого напряжения может произойти без непосредственного прикосновения к проводнику, а через искровой промежуток, возникающий при одном лишь приближении к сети высокого напряжения.

Электротравма также может произойти при поражении так называемым шаговым напряжением, которое возникает в ряде случаев на поверхности земли вокруг мачт электросети и установок высокого напряжения.

Электротравматизм как новая проблема для медицины возник одновременно с развитием современной электротехники и ее внедрением в быт и промышленность. В США от электротравм ежегодно погибают от 1200 до 1500 человек, а по всем капиталистическим странам — более 15 000 человек.

При каких условиях поражаются электрическим током

Любое нарушение правил электробезопасности создает возможность поражения электрическим током как в быту, так и на производстве. Электрический ток невидим. По этой причине опасность поражения током является одной из наиболее коварных, которые встречаются в быту.

Жертвами поражения могут быть взрослые и дети, мужчины и женщины, рабочие на производстве и домашние хозяйки. Источником электропоражения в домашних условиях может служить **любой электроприбор**. Наиболее опасны **переносные** электроприборы: настольные лампы, утюги, плитки и т. д.

Частое смещение питающего провода приводит в конце концов к повреждению изоляции на месте его прикосновения к металлической арматуре прибора. Немецкий врач-электропатолог Пансе назвал настольные лампы с металлическим штативом «прибором для самоубийства».

О повреждении изоляции внутри того или иного домашнего электроприбора чаще всего узнают, когда аппарат начинает «бить» при прикосновении к нему. Если случаи поражения от таких «бьющих» бытовых электроприборов не так часты, то этому мы обязаны плохим проводящим свойствам пола в жилых помещениях. Но при пользовании переносным электроприбором с поврежденной изоляцией в сыром помещении с проводящим полом случаи тяжелого поражения нередки. Известен случай смертельного поражения в момент, когда человек, державший в руке электрическую лампу, пере-

ступил порог своего дома и стал ногами на сырую землю.

Роль «земли» в домашней обстановке играют любые металлические предметы, соединенные с землей, — водопровод, канализация, батарея центрального отопления. Описан случай электропоражения при прикосновении во время телефонного разговора к штативу настольной лампы. Признаков повреждения изоляции в этой лампе не обнаруживалось до тех пор, пока человек не «заземлил» себя, взяв в другую руку металлическую телефонную трубку (старого образца).

Особо велика опасность при пользовании электроприборами в ваннных комнатах. Так, известно несколько смертных случаев, произошедших во время сушки волос с помощью электросушителя.

Случаи электротравмы зарегистрированы в пригородных и сельских местностях, когда пользовались электроприборами в подвальных помещениях, сараях, огородах и садах, не соблюдая при этом должной техники безопасности. **Любой обрыв провода** на улице, во дворе или в поле создает большую опасность поражения в результате прикосновения к оторванному проводу, если не исправить повреждение немедленно. В качестве особо печального факта следует отметить, что нередко первыми жертвами такого обрыва бывают играющие на улице или во дворе дети.

Любая небрежность с электрическим прибором или электрической сетью может привести к несчастному случаю. Такая опасность иногда возникает даже при прикосновении к предметам, не имеющим обычно какого-либо отношения к электросети. Примером может служить случай, сообщенный Ф. Соукуп, автором брошюры «Электричество не прощает» (Профиздат, 1960, перев. с чешского). Жители одного дома стали ощущать электрические удары во время пользования умывальником. При тщательном обследовании водоканализационной сети обнаружилось, что это происходило по вине одного радиолюбителя, который заземлил свой приемник на канализационную сеть. Приемник был неисправлен и напряжение, появившееся на его корпусе, передавалось на канализационную сеть, которая имела значительное сопротивление по отношению к земле. Это привело к появлению значительной разности потенциалов

между раковинами умывальников и водопроводными кранами, имевшими хорошую «землю». Поэтому при одновременном прикосновении к водопроводному крану и раковине умывальника жители дома получали электрические удары, к счастью, недостаточной силы, чтобы вызвать серьезное поражение. Известны также случаи поражения электрическим током при прикосновении к металлическим трубам, стоявшим на земле и касавшимся другим концом электропроводов с поврежденной изоляцией.

При рассмотрении причины несчастных случаев с электрическим током на производстве вызывает удивление тот факт, что относительно часто поражаются люди, постоянно работающие с электрическим током — электромонтеры, электросварщики и т. д. Люди этих профессий должны хорошо знать опасность нарушения правил техники безопасности и строго их соблюдать.

Расследование обстоятельств несчастных случаев на производстве почти всегда позволяет установить наличие грубых нарушений правил техники безопасности самим пострадавшим или его товарищами по работе. В качестве иллюстрации приведем данные о некоторых смертельных электротравмах за 6 лет (1957—1962).

Обстоятельство поражения	Число пораженных	% к общему количеству
Работа под напряжением на электроустановках и на внутренней электросети	13	35,2
Работа по натяжению проводов воздушных линий электропередачи	9	24,3
Работа на опорах сети низкого напряжения	2	5,4
Работа на линии электропередачи без вывешивания щита	3	8,1
Работа на подъемном кране в запрещенной зоне воздушных линий высокого напряжения	3	8,1
Работа с электрифицированным инструментом, имевшим пробой на корпус	5	13,5
Попадание напряжения на стационарные предметы	2	5,4
Всего	37	100

Как видно из этой таблицы, из 37 поражений электрическим током 13 произошли **при работе под напряжением** (что категорически запрещено правилами техники безопасности!) на различных установках и на внутренней электросети. Из этих 13 электротравм 5 произошли в трансформаторных подстанциях при работе по установке или отсоединению трансформатора, 3 — при проверке или прокладке внутренней проводки, одна — при ремонте пусковой кнопки под напряжением, одна — при накидывании оголенного провода от сварочного трансформатора на рубильник.

Девять электротравм были получены рабочими во время натяжения проводов воздушных линий электропередачи. Наиболее часто причиной поражения служило «случайное» прикосновение натягиваемого провода к соседним проводам, находившимся под напряжением. В других случаях имелся контакт между соседними проводами (ввиду несоблюдения установленного нормами расстояния).

Две электротравмы произошли при работе на опорных столбах сети низкого напряжения. Причиной поражения в обоих случаях явилось прикосновение затылком к соседнему проводу, находившемуся под напряжением сети 220 вольт.

Три электротравмы зарегистрированы в результате включения напряжения при работе на линии. Этих несчастных случаев можно было бы избежать при соблюдении правил техники безопасности, которыми предписывается вывешивать предупреждающий щит с надписью «Не включать, работают люди».

Три электротравмы получены при работе автокрана на запрещенной зоне под воздушными линиями электропередачи высокого напряжения. Нарушение правил техники безопасности привело к прикосновению стрелой автокрана к проводу, находившемуся под напряжением. Результатом этого нарушения явилась гибель двух рабочих, стоявших у автокрана.

Пять электротравм произошли при работе с электрифицированным инструментом, имевшим пробой на корпус. При работе с таким инструментом (электросверлилкой, электрогайковертом) следует всегда помнить о возможности появления напряжения на металлическом корпусе в результате пробоя изоляции обмотки или

помехозащитных устройств. Частые перемещения или нарушение правил хранения и эксплуатации инструмента приводят к повреждению изоляционного покрытия проводов. Поэтому важнейшим условием безопасной эксплуатации электроинструмента является **систематическая проверка состояния изоляции обмоток и исправности заземления**. Нарушение этого правила нередко приводит к печальным последствиям.

К сожалению, чаще всего наличие напряжения на корпусе узнается лишь тогда, когда электроинструмент начинает «бить» при включении в сеть. В этом случае работа с ним на сухом деревянном полу может еще закончиться благополучно. При работе же с таким инструментом вне помещения или на сыром цементном полу через организм может пройти сильный ток, способный вызвать смерть.

Приведем пример смертного случая, который произошел с рабочим при пользовании электрододержателем с поврежденной изоляцией во время электросварки на открытом воздухе. Поражение электросварщика произошло в результате прикосновения краем ладони к обнаженному проводу непосредственно возле рукоятки электрододержателя. Несмотря на сравнительно низкое напряжение (65 вольт), ток был достаточно сильный, чтобы вызвать поражение, поскольку пострадавший был во влажных сапогах и стоял на сырой земле.

Две электротравмы произошли в результате прикосновения к металлической трубе, в которой были проложены электрические провода. В обоих случаях труба находилась под напряжением 220 вольт в результате присоединения к ней по ошибке фазового провода вместо нулевого. В одном из этих случаев погиб электромонтер во время работы по прокладке нового провода. В другом случае погиб кладовщик, который при попытке достать какой-то предмет с верхнего стеллажа склада случайно прикоснулся к находившейся под напряжением трубе.

Известны случаи поражения электрическим током при прикосновении к металлическим трубам, лежащим на земле и касавшимся другим концом электрических проводов с поврежденной изоляцией.

Особо следует выделить электротравмы, вызванные желанием «подшутить» или создать недопустимые

«электроограждения». В результате такого легкомысленного обращения с электричеством напряжение появляется в таких местах, где его меньше всего можно ожидать.

Студенты одного общежития присоединили к электросети металлическую ручку двери. Эта «шутка» окончилась трагически. Первый же студент, который пришел в общежитие, был смертельно поражен электрическим током, как только прикоснулся к ручке двери.

Кинемеханик совхоза решил «огородить» кинобудку подачей напряжения на дверь. Это «изобретение» стоило жизни рабочему совхоза, который был смертельно поражен током при первом же прикосновении к двери.

Ученики ремесленной школы присоединили к электросети металлическую лестницу, по которой должен был спуститься их товарищ. Как только он ступил на лестницу, то был смертельно поражен электрическим током.

Всевозможные случайные присоединения к электросети могут раньше или позже привести к печальным последствиям.

Электромонтер применил для световой сигнализации привинченный к стене патрон, которым давно не пользовались. Наружные провода к нему были перерезаны. При этом, однако, остался незамеченным скрытый в стене провод, соединявший этот патрон с электроустановкой. В результате этого недосмотра присоединение патрона к сети привело к появлению напряжения и на электроустановке. Первая об этом «узнала» уборщица, вытиравшая пыль (что она ранее делала без всякой предосторожности, поскольку установка была давно отключена от сети и частично демонтирована). Уборщица получила удар электрическим током, сильно ушиблась при падении, но, к счастью, осталась жива.

Природа поражающего действия тока на организм

Можно с уверенностью сказать, что несчастные случаи от поражения электрическим током уменьшились бы во много раз, если бы каждый владел необходимым минимумом знаний об опасности неосторожного обращения с электроустановками и сетями. Поэтому для профилактики электротравматизма необходимо широкое ознакомление населения с опасностью действия электрического тока на организм.

Изучение природы поражения электрическим током (электротравмы) показывает, что основная опасность действия тока заключается в его способности раздра-

жать и возбуждать живые ткани организма. В результате этой способности электрический ток вызывает судорожные сокращения мышц и общее возбуждение, которое может привести к нарушению и даже полному прекращению деятельности органов дыхания и кровообращения. Степень нарушения этих жизненно важных функций зависит в основном от длительности, силы и вида тока (переменный, постоянный), действующего на организм¹.

Определение силы тока, приведшего к электротравме, представляет некоторое затруднение, поскольку сопротивление тела человека не является постоянным и может колебаться в широких пределах (от десятков тысяч до нескольких сот ом) в зависимости от сухости или влажности кожи, величины поверхности контакта и других условий. По этой же причине опасность поражения не может определяться по величине одного только напряжения, поскольку при различном сопротивлении тела одинаковое напряжение может вызвать прохождение различного тока через организм.

Действие переменного тока промышленной частоты (50 герц) начинает проявляться при силе тока порядка одного миллиампера и ощущается в виде незначительного зуда на коже пальцев, прикасающихся к проводнику. При токе 3—5 миллиампер раздражающее действие ощущается по всей кисти руки, держащей провод, и начинает приобретать неприятный характер. Действие тока 8—10 миллиампер наряду с сильным раздражением чувствительных нервов вызывает непроизвольное сокращение мышц кисти и предплечья. Непроизвольные мышечные сокращения при 10—15 миллиампер приобретают столь значительную силу, что разжатие руки становится невозможным и пострадавший оказывается как бы прикованным к проводнику. Такой ток называют «неотпускающим». Вначале его действие не представляет непосредственной опасности для жизни, но в случае длительного отсутствия помощи для освобождения пострадавшего от прикосновения к электрической цепи возникает угроза нарастания силы тока в результате понижения сопротивления тела из-за пробоя кожи

¹ Эффект действия переменного тока на организм зависит также от частоты тока.

или выделения пота. Способность переменного тока приковывать к себе свою жертву — частое явление при электротравме. Первая помощь пострадавшему заключается в освобождении его от действия электрического тока.

Опасность поражения более сильным током (25—50 миллиампер) заключается в том, что его действие распространяется не только на мышцы рук, но и на мышцы туловища, в том числе и на мышцы грудной клетки, участвующие в процессе дыхания. Судорожное сокращение этих мышц может привести к затруднению или прекращению дыхательных движений грудной клетки.

Опасность действия переменного тока в 25—50 миллиампер не ограничивается только лишь нарушением дыхания. Такой ток вызывает сужение кровеносных сосудов, приводит к повышению артериального давления и затруднению работы сердца. Поэтому при длительном прикосновении пострадавшего к цепи электрического тока наряду с затруднением дыхания наступает ослабление деятельности сердца, и пострадавший теряет сознание.

Чем сильнее ток, тем более распространяется его воздействие и тем тяжелее последствия. Раздражающее действие переменного тока 100 миллиампер проявляется непосредственно на мышцу сердца, расположенную глубоко в груди. Это действие тока на организм представляет наибольшую опасность при электротравме.

Нарушение работы сердца под действием электрического тока

Нормальная работа сердца заключается в чередовании периода покоя, во время которого сердце заполняется кровью, и последующего периода возбуждения и сокращения, во время которого оно выталкивает кровь в артериальные сосуды. Основное условие для выполнения нормальной работы сердца — одновременное расслабление и сокращение всех его волокон — обеспечивается тем, что импульсы к возбуждению поступают из особого очага нервных клеток, где возбуждение зарождается периодически, примерно один раз в секунду. В случае внешнего раздражения сердца переменным током отдельные его волокна испытывают 50 раздраже-

ний в секунду, что приводит к полному разладу их деятельности. Не поспевая за чрезмерно частыми раздражениями, волокна сокращаются в различном ритме. Возникают хаотические, разрозненные и разновременные сокращения отдельных волокон сердечной мышцы, называемые фибриллярными¹. Фибриллярные сокращения сердечной мышцы (фибрилляция) происходят беспрерывно, без общей паузы и не приводят к изменению объема полостей сердца.

Для возникновения фибрилляции сердца достаточно действия переменного электрического тока в течение одной — двух секунд. Выключение тока после наступления фибрилляции не приводит к восстановлению нормальной работы сердца.

В отличие от скелетных мышц, судорожные сокращения которых прекращаются после выключения тока, сокращения мышцы сердца сохраняются в таком же состоянии и после выключения тока. Причиной этому служит особое строение сердечной мышцы, все волокна которой соединены между собой, что позволяет возбуждению беспрерывно передаваться с одних волокон другим и совершать замкнутое круговое движение по сердцу. Такая круговая передача возбуждения с одних волокон на другие возникает закономерно в сердце при чрезмерно частом его раздражении. Это состояние известно под названием **фибрилляция сердца**. При наблюдении такого сердца можно видеть пробегающие по его поверхности быстрые и мелкие сокращения небольших участков, размер которых не превышает одного сантиметра в длину и нескольких миллиметров в ширину.

При возникновении фибрилляции работа сердца и кровообращение в организме прекращаются, что приводит к смерти.

Вопрос о том, при каких условиях поражения может возникнуть фибрилляция сердца, представляет особый интерес для техники электробезопасности. Для изучения этого вопроса проверялось действие переменного тока на животных, имеющих вес тела, близкий к весу тела человека (овцы, козы, свиньи и телята). Правую переднюю и левую заднюю конечности животных включали в цепь переменного электрического тока на 3 се-

¹ Фибрилла — по-латыни волокно.

кунды. При испытании действия переменного электрического тока силой менее 100 миллиампер у подопытных животных почти не было случаев возникновения фибрилляции сердца. При силе тока 100 миллиампер фибрилляция сердца наступала у небольшого числа испытуемых. Чем сильнее был ток, тем большее число животных погибало вследствие наступления фибрилляции сердца, а при токе 300 миллиампер погибали почти все подопытные животные.

Закономерность возникновения фибрилляции сердца при строго определенной силе тока была подтверждена при изучении действия тока на животных в Лаборатории экспериментальной физиологии Академии медицинских наук СССР. Такие опыты проводились многократно на одних и тех же собаках (которые оживлялись каждый раз после наступления у них фибрилляции сердца), что позволило многократно измерить силу тока, вызывающую фибрилляцию сердца. Оказалось, что она является постоянной у каждой подопытной собаки. (Величина тока, вызывавшего фибрилляцию сердца у собак, ниже, чем у овец и коз, и составляет 50—60 миллиампер у собак весом 10—12 килограммов и 70—90 миллиампер у собак весом до 20 килограммов.)

Установленный, таким образом, факт закономерного наступления фибрилляции сердца при строго определенной силе тока показывает, что опасность смертельного поражения зависит от силы тока, протекающего через организм.

На основании экспериментально установленных данных о величине переменного электрического тока, вызывающего наступление фибрилляции сердца у животных, имеющих вес тела, равный весу тела человека, принято считать, что смертельно опасная величина переменного тока для человека составляет 100 миллиампер. Поэтому при установлении норм безопасного напряжения переменного электрического тока опасным считается такое напряжение, которое при наименьшем сопротивлении тела может создать электрический ток порядка 100 миллиампер.

Это подтверждается также статистикой несчастных случаев, возникших в результате поражения электрическим током. Естественно, что при этом отсутствуют данные о силе тока. Примерная сила тока в таких случаях

определяется путем вычисления отношения величины напряжения к величине предполагаемого сопротивления тела пострадавшего. Последнее может значительно колебаться в зависимости от условий контакта. Учет этих колебаний позволяет убедиться в том, что сила тока, вызывающего смертельное поражение человека, близко совпадает с силой тока, вызывающей фибрилляцию сердца в эксперименте на животных, как это видно из приведенных фактов.

Хорошо известно, что прикосновение пальцами к «бьющему» электроприбору при нахождении на сухом деревянном (паркетном) полу часто ограничивается одним лишь слабым ощущением раздражающего действия тока. Как известно, такой эффект получается при действии переменного тока силой 1—3 миллиампер. Ток указанной силы при напряжении сети 127 вольт может быть в том случае, если сопротивление в цепи будет порядка 100 000 — 40 000 ом. Воздействие переменного тока того же напряжения может вызвать, однако, смертельное поражение при нахождении пострадавшего на влажном полу или при одновременном прикосновении к металлическому предмету, присоединенному к «земле» (водопроводу, радиаторам центрального отопления). При таких условиях сопротивление тела человека может быть менее 1000 ом и ток, следовательно, может превысить минимальную смертельно опасную величину — 100 миллиампер.

Об этом же свидетельствуют факты относительно более частого смертельного исхода при поражении переменным током напряжением 220 и 380 вольт. Такие напряжения способны даже при более значительном сопротивлении тела (порядка 15 000 — 20 000 ом) создать проходящий через организм ток, превышающий величину «неотпускающего» тока, и приковать к себе свою жертву. При низком же сопротивлении тела (например, при нахождении пострадавшего на сырой земле) переменный ток напряжением 220 и 380 вольт приводит к смертельному поражению вследствие наступления фибрилляции сердца. При низком сопротивлении тела (2000—1000 ом) напряжение 220 вольт, и тем более 380 вольт, создает в организме ток, значительно превышающий 100 миллиампер и, следовательно, достаточной силы, чтобы вызвать фибрилляцию сердца.

При особых условиях, например при контакте проводника непосредственно с грудной клеткой, наблюдались случаи смертельного исхода при поражении переменным током напряжением всего 36 вольт. Сила тока в таких случаях может быть и менее 100 миллиампер. Однако при близком расположении места контакта с проводником к сердцу ток, проходящий через этот жизненно важный орган, может стать смертельно опасным (соответствовать 100 ма при прохождении тока от руки к ногам). Опасность прикосновения грудью к источнику напряжения вынуждает принимать **особые меры предосторожности при работах в сырых и тесных помещениях** и установить в этих случаях другие пределы опасного напряжения: 12 вольт при работах, проводимых в котлах, и 36 вольт — в сырых помещениях.

Эффект действия тока высокого напряжения на организм

Давно были отмечены поразительные случаи выживания людей, подвергшихся действию тока большой силы при высоком напряжении. Еще Елинек — один из первых исследователей электротравматизма — описал случай выздоровления пострадавшего после поражения, которое привело к сгоранию предохранителя на 40 ампер.

Удивление, вызванное такими неожиданными последствиями действия тока при высоком напряжении, понятно, если вспомнить, что ток при низком напряжении осветительной сети нередко приводит к смертельному поражению. Такое парадоксальное несоответствие между силой тока и результатами его действия на организм нашло, однако, исчерпывающее объяснение при испытаниях действия сильного тока на животных.

Эти испытания показали, что действие тока высокого напряжения вызывает не фибрилляцию, а лишь **временную остановку сердца**, которое после выключения тока возобновляет свою нормальную деятельность. Измерение силы тока, протекающего непосредственно через сердце (в опытах на собаках), показало, что ток 10—15 миллиампер вызывает фибрилляцию; ток 0,8 ампер (через широкие электроды, наложенные по обеим сторонам сердца) фибрилляции не вызывает, а ток силой

более одного ампера способен прекратить фибрилляцию сердца. Способность тока указанной (и большей) величины прекратить фибрилляцию широко используется в настоящее время в клиниках для восстановления деятельности сердца, нарушенной во время операции и от других причин.

Таким образом, выживание людей, оказавшихся под высоким напряжением и подвергшихся действию тока в десятки ампер, можно объяснить тем, что под действием такого тока не возникает фибрилляции сердца. Столь противоречивые на первый взгляд последствия действия слабого и сильного тока на организм связаны с особенностями реакции сердца на действие тока различной силы.

Прохождение тока 0,1—5 ампер через организм вызывает фибрилляцию сердца и нарушает его работу; более сильный ток не вызывает такого нарушения работы сердца. Кратковременное действие сильного тока вызывает нарушение функций нервной системы, что приводит к длительной остановке дыхания. Однако пострадавший может остаться в живых, если своевременно начать проводить искусственное дыхание.

При более продолжительном действии тока высокого напряжения может наступить смерть из-за тяжелых физических повреждений, причиняемых таким током (обширные и глубокие ожоги, а также разрушение внутренней структуры тканей организма). Однако известны случаи выздоровления людей после электротравм, вызвавших даже обугливание и последующее выпадение значительных участков костей черепа.

Опасность действия других видов тока

Постоянный ток способен при достаточной силе вызвать те же нарушения жизненных функций организма, которые вызываются переменным током, — прекращение работы сердца и остановку дыхания. «Неотпускающий» эффект действия постоянного тока наблюдается, однако, при значительно большей силе, чем переменного. Опасность наступления фибрилляции сердца и смертельного поражения организма от действия постоянного тока возникает при напряжении, превышающем в 4—5 раз опасное напряжение переменного тока.

Опасность действия на организм постоянного тока высокого напряжения основана на том же поражающем эффекте физического действия тока (ожоги и разрушения структуры тканей), который свойствен действию переменного тока большой силы. Первичной причиной смерти при поражении постоянным током высокого напряжения обычно бывает остановка дыхания.

Импульсный ток, например при разряде конденсатора, вызывает такой же эффект, как и кратковременное действие постоянного тока. Опасность действия импульсного тока определяется его мощностью. При испытаниях на собаках и обезьянах действие импульсного тока вызывало в ряде случаев поражение сердца или остановку дыхания при силе тока 30—75 ампер и продолжительности импульса 1 миллисекунда. Более часто, однако, животные переносили действие таких импульсов без смертельного исхода. Решающее значение в исходе электротравмы, вызванной импульсным током, имеет, по-видимому, путь, по которому ток проходит через организм. Наиболее опасным является (так же, как и при действии переменного тока) прохождение тока через грудную клетку, которое может привести к остановке сердца и прекращению дыхания вследствие непосредственного воздействия тока на сердце и спинной мозг¹.

Приводим описание одного случая поражения разрядом батарей конденсаторов с общей емкостью 1 микрофарада при напряжении 30 киловольт. Пострадавший, по его словам, почувствовал, будто «мясо полностью отделилось от костей». Он не мог двигаться и звать на помощь. Пострадавший был неработоспособен более двух месяцев, но впоследствии полностью выздоровел.

Токи высокой частоты, не проявляющие раздражающего действия на ткани, не оказывают и поражающего эффекта на организм. Нельзя, однако, полностью исключить опасность обращения с токами высокой частоты. В случае наличия в цепи контакта, обладающего выпрямляющими свойствами (такое свойство проявляет, например, искровой промежуток), переменный ток высокой

¹ Можно полагать, что поражающее действие молнии аналогично по своему характеру эффекту действия импульсного тока при крайне высокой мощности разряда.

частоты может приобретать все опасные свойства постоянного тока.

Описан случай смертельного поражения током высокой частоты, применявшимся для проведения лечебной процедуры — диатермии. При расследовании причин поражения было установлено, что электроды на больного были наложены неопытным лицом и не имели тесного контакта с кожей. Место плохого контакта служило, по-видимому, выпрямителем, в результате чего переменный ток высокой частоты преобразовался в постоянный пульсирующий ток, который явился причиной смерти.

Известны случаи смертельных поражений при работе без необходимых предосторожностей на линиях **радиотрансляции**. Возможность поражения в таких случаях обусловлена тем обстоятельством, что переменный ток высокой частоты, на котором производится передача, временами приобретает опасные свойства тока низкой частоты. Такое опасное явление возникает на линиях трансляции в результате наложения на основную (высокую) частоту передачи колебания низкой частоты (порядка 25—150 герц).

Не терять ни секунды!

Из приведенных выше примеров ясно, что наступление смерти при электротравме может быть вызвано одной из двух причин: **остановкой дыхания или прекращением работы сердца**. При каких условиях поражения можно ожидать то или другое нарушение жизненных функций организма?

Как мы уже говорили, первая опасность раздражающего действия переменного тока возникает при токе 25—50 миллиампер. Такой ток затрудняет дыхательные движения грудной клетки вследствие судорожного сокращения дыхательных мышц и может привести к удушению пострадавшего. Опасность удушения возрастает по мере нахождения пострадавшего в **цепи электрического тока**. При более быстром его освобождении от действия тока опасность смертельного поражения сравнительно невелика.

Наибольшую опасность для жизни при электротравме представляет ток, превышающий 100 миллиампер. Опас-

ность прохождения такого тока через организм имеется при напряжении 110 вольт и даже 65 вольт в случае низкого сопротивления тела (влажные руки или ноги, нахождение на сырой земле или на полу, хорошо проводящем ток). При этих условиях через тело пострадавшего протекает ток достаточной силы, чтобы оказать непосредственное воздействие на сердце и вызвать его поражение. Для этого достаточно кратковременного воздействия тока в течение 1—2 секунд. В данном случае дыхание может еще продолжаться в течение нескольких минут после освобождения пострадавшего от нахождения в цепи электрического тока.

Иногда бывает так, что в это время пострадавший успевает еще сказать несколько слов и затем теряет сознание. Присутствующие при этом уверяют затем, что пострадавший еще долго «жил» после поражения. Но в действительности у него в это время уже прекратилась работа сердца: еще во время действия тока возникла фибрилляция.

При поражении током высокого напряжения фибрилляция сердца может не наступить (исключение представляют случаи наличия большого сопротивления в цепи, вследствие чего ток не достигает той силы, при которой не наступает фибрилляция сердца). В результате поражения током большой силы чаще прекращается дыхание. Отсутствие своевременной помощи (проведение искусственного дыхания) может и в таких случаях привести к вторичной остановке сердца в результате прекращения доступа кислорода в организм при остановке дыхания.

При рассмотрении вопроса об оказании помощи пострадавшим от действия электрического тока весьма важно знать, что нарушение одной из двух основных жизненных функций организма (дыхания или работы сердца) в случае задержки в оказании помощи быстро приводит к прекращению второй функции. Отсутствие дыхания приводит к остановке сердца; таким же образом отсутствие работы сердца и кровообращения в организме имеет своим следствием остановку дыхания.

Повреждения, вызванные непосредственно действием тока при электротравме, могут быть сами по себе незначительными и, как правило, они легко обратимы при быстром оказании помощи. К сожалению, однако, по-

мощь при электротравме не всегда успевает вовремя. Оставление пострадавшего хотя бы на 2 минуты без дыхания или кровообращения приводит к ухудшению его состояния вследствие длительного отсутствия снабжения организма кислородом. Недостаток кислорода в организме наступает одинаково быстро как при отсутствии дыхания, так и при отсутствии кровообращения. Прекращение обеих этих функций приводит к новому состоянию организма, которое характеризуется как состояние **клинической смерти**.

Под клинической смертью понимают период умирания организма, который наступает вслед за прекращением видимых признаков жизни: дыхательных движений и сердцебиений. Понятие «клиническая смерть» было предложено проф. В. А. Неговским для обозначения того периода времени умирания организма, в течение которого развитие смерти еще может быть приостановлено, а жизнь сохранена при оказании соответствующей помощи.

Продолжительность периода умирания бывает различной в зависимости от причин наступления смерти и от состояния организма к этому времени. При внезапной смерти здорового человека от внешней причины, как это бывает обычно при электротравме, период клинической (то есть обратимой!) смерти более продолжителен и врач может с помощью мероприятий по оживлению организма спасти пострадавшего даже в случае начала оказания помощи через 7—8 минут. Это было доказано экспериментом над животными, которым наносили смертельное поражение электрическим током.

Естественно, что мероприятия, сделанные товарищами по работе, уступают по своей эффективности врачебной помощи, но они имеют то преимущество, что проводятся непосредственно после поражения и могут предупредить таким образом развитие клинической смерти.

Оказание помощи при несчастных случаях, вызванных электрическим током, подразделяется на два этапа.

Прежде всего необходимо освободить пострадавшего от дальнейшего соприкосновения с цепью электрического тока, а затем приступить к оказанию медицинской помощи.

Быстрое освобождение пострадавшего от действия тока может быть достигнуто немедленным **выключением** цепи электрического тока с помощью ближайшего вы-

ключателя (рубильника) или путем вывинчивания пробок на щите. В случае отдаленности выключателя от места происшествия можно перерезать провода или перерубить их топором (каждый провод в отдельности), приняв меры предосторожности во избежание контакта оказывающего помощь с цепью электрического тока (обернуть рукоятку режущего инструмента сухой, шелковой, шерстяной или прорезиненной тканью; топор должен иметь деревянную рукоятку). В условиях подземных работ, где имеется опасность взрыва, провода нельзя перерезать, так как при этом может возникнуть искра.

При невозможности быстрого отключения тока необходимо оттянуть пострадавшего от провода, а при поражении от оборвавшегося конца провода отбросить последний сухой палкой.

При оттягивании пострадавшего от провода **оказывающему помощь необходимо принять меры предосторожности**, чтобы самому не оказаться под напряжением: надеть изолирующие резиновые перчатки или галоши, обернуть свои руки сухой тканью, подложить себе под ноги изолирующий предмет — сухую доску, стекло, эбонит или в крайнем случае свернутую сухую одежду. Оттягивать пострадавшего от провода следует за концы его одежды, не прикасаясь при этом к его телу незащищенными руками.

В случае судорожного обхвата провода можно освободить руки пострадавшего, последовательно отгибая отдельные пальцы. Это можно проводить только в резиновых перчатках и находясь на изолирующей от земли подставке. Если пострадавший находится в сознании, можно содействовать его освобождению от провода советом: «подскочи!», «падай!».

Когда освобождение от соприкосновения с цепью электрического тока связано с опасностью падения с высоты, необходимо принять меры предохранения пострадавшего от ушибов при падении.

Оказание медицинской помощи после освобождения пострадавшего от соприкосновения с цепью электрического тока определяется его состоянием.

Для определения состояния пострадавшего укладывают на спину и проверяют: дышит ли он, определяется ли у него пульс.

Отсутствие дыхания у пострадавшего от действия электрического тока легко определить по наличию или отсутствию дыхательных движений грудной клетки. В данном случае не требуется тщательной проверки с помощью ватки или полоски бумажки наличия слабого весьма поверхностного дыхания. Да и нельзя на это тратить время! Достаточно убедиться в отсутствии четкого

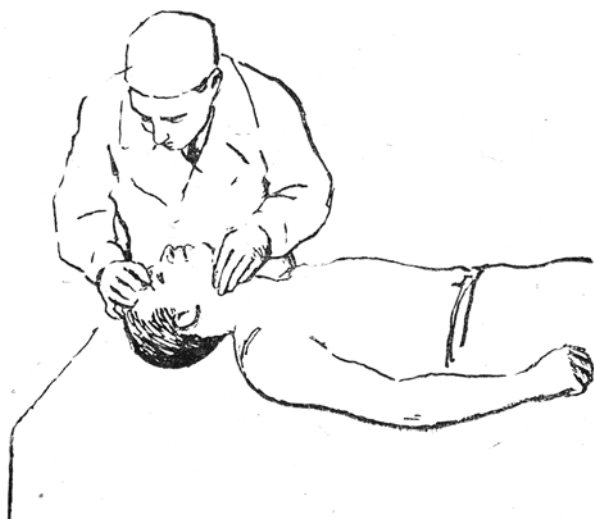


Рис. 1. Прощупывание пульса на сонной артерии.

подъема грудной клетки при вдохе, чтобы считать необходимым проводить искусственное дыхание.

Несколько более трудной является проверка пульса у пострадавшего. При невозможности обнаружения пульса на руке (на лучевой артерии) следует проверить, не прощупывается ли пульс на более крупной — сонной артерии на шее, с правой и левой сторон выступа щитовидного хряща — адова ябллка (рис. 1). При отсутствии пульса и на сонной артерии можно заключить об отсутствии сокращений (наступление фибрилляции!) сердца и необходимости искусственного поддержания кровообращения в организме с помощью массажа сердца.

Об отсутствии кровообращения можно судить также по наблюдению за состоянием зрачка. Для этого при-

поднимают веко у пострадавшего: резкое расширение зрачка указывает на отсутствие кровообращения.

Определение наличия или отсутствия дыхания и пульса и проверка состояния зрачка должны быть проведены **быстро** — в течение 15—20 секунд!

При сохранении у пострадавшего дыхания и работы сердца его следует осторожно перенести на постель, растегнуть одежду, снять пояс, тепло укрыть и следить за тем, чтобы он соблюдал полный покой. Ни в коем случае нельзя позволять пострадавшему от действия электрического тока двигаться, а тем более продолжать работу! Отсутствие тяжелых симптомов и сохранение жизни непосредственно после поражения не исключают опасности последующего ухудшения состояния. Поэтому при всех случаях поражения электрическим током следует **немедленно вызвать врача!**

Как прекращение дыхания, так и остановка сердца быстро приводят к наступлению необратимых повреждений нервных клеток головного мозга, которые наиболее чувствительны к недостатку кислорода. Поэтому весьма важно **немедленное оказание помощи на месте происшествия.**

Современные методы оживления организма включают в себя два основных приема, которые не требуют для своего проведения никакой аппаратуры и поэтому могут быть проведены **немедленно**. Эти два приема заключаются:

1) в поддержании у пострадавшего искусственного дыхания путем вдвухания ему воздуха в рот или в нос оказывающим помощь;

2) в поддержании у него искусственного кровообращения путем ритмических сжатий сердца через стенки грудной клетки.

Этим приемом — наружным (непрямым) массажем сердца — выталкивают кровь из его полостей в кровеносные сосуды и способствуют таким образом сохранению достаточного кровотока в организме при отсутствии самостоятельной работы сердца.

Искусственное дыхание изо рта в рот и наружный массаж сердца можно применять всегда и везде, где произошел несчастный случай с электрическим током, если рядом будут два человека, хорошо обученных этой простой процедуре по оживлению организма. **В крайнем**

случае помощь может быть оказана и одним человеком, который в таком случае будет поочередно проводить искусственное дыхание и массаж сердца¹.

Как проводить искусственное дыхание

До недавнего времени искусственное дыхание проводилось по Шеферу или по Сильвестру. Однако эти способы не обеспечивают поступления достаточного количества воздуха в легкие пострадавшего. Поэтому в последнее время применяют более эффективный способ искусственного дыхания: вдувание воздуха из легких (изо рта) оказывающего помощь в рот или в нос оживляемого — изо рта в рот (изо рта в нос).

При этом в легкие пострадавшего можно без большого труда вдувать более одного литра воздуха при каждом вдувании («вдохе»), что намного превышает объем вдоха (240—300 кубических сантиметров) при других способах искусственного дыхания. Другим важным преимуществом нового способа является то, что при каждом вдувании воздуха можно контролировать его поступление в легкие пострадавшего: воздух вначале проходит легко, а затем по мере растяжения легких нарастает сопротивление дальнейшему вдуванию. При этом отчетливо видно расширение грудной клетки и последующее ее спадение в результате пассивного выхода воздуха через дыхательные пути наружу после прекращения вдувания.

Вдувание воздуха в рот или в нос проводится следующим образом. Пострадавший лежит на спине. Оказывающий помощь должен до начала искусственного дыхания обеспечить свободное прохождение воздуха в легкие через дыхательные пути, которые могут быть закрыты запавшим корнем языка, посторонними предметами (зубным протезом, мундштуком и т. п.) или пенистой слюзью. Голову пострадавшего запрокидывают назад, подкладывая одну руку под шею, другой рукой надавли-

¹ Эти мероприятия можно с успехом применять и при поражении молнией. Ни в коем случае при поражении электричеством (в том числе и молнией) нельзя закапывать пострадавшего в землю. Этот варварский способ послужил причиной гибели многих людей, жизнь которых можно было бы спасти при своевременном оказании медицинской помощи.

вая на темя. Этим обеспечивается отхождение корня языка от задней стенки гортани и восстановление проходимости дыхательных путей. При таком положении головы обычно рот раскрывается. Если во рту есть слизь, то ее вытирают платком или краем рубашки, взятым на указательный палец, затем проверяют, нет ли во рту посторонних предметов, которые должны быть удалены.

Очистив полость рта, оказывающий помощь делает два — три глубоких вдоха, а затем выдувает воздух из



Рис. 2. Вдувание воздуха в рот (или в нос) пострадавшего через марлю или носовой платок.

своего рта в рот (или нос) пострадавшего (рис. 2). Во избежание взаимного инфицирования (а также из-за брезгливости), вдувание в рот или в нос можно производить через марлю или тонкий носовой платок. Необходимо обеспечить полную герметичность при вдувании воздуха. Поэтому при вдувании в рот следует пальцами закрыть нос пострадавшего, чтобы полностью обеспечить поступление всего вдуваемого воздуха в его легкие. При невозможности полного охвата рта следует вдувать воздух в нос (при этом надо закрывать рот пострадавшего). Маленьким детям вдувают воздух одновременно в рот и в нос, охватывая своим ртом рот и нос ребенка.

После окончания вдувания воздуха («вдоха») выдох у пострадавшего происходит самостоятельно в результате спадения грудной клетки. В это время следует освободить рот и нос пострадавшего, чтобы не мешать свободному выдоху; оказывающий помощь делает вновь два — три свободных глубоких вдоха, после чего повторяет вдувание воздуха в рот или нос пострадавшего.

Восстановление деятельности сердца

Не всегда, однако, удается оживить пострадавшего от электрического тока с помощью одного только искусственного дыхания.

В случае остановки сердца при поражении электрическим током наряду с искусственным дыханием необходимо применять следующие методы для восстановления сердечной деятельности:

1) восстановление кровообращения в организме с помощью наружного (непрямого) массажа сердца;

2) устранение фибрилляции путем дефибрилляции сердца.

Назначение массажа сердца состоит в искусственном поддержании кровообращения в организме. Это достигается с помощью ритмических сжатий сердца, имитирующих его самостоятельные сокращения. До недавнего времени в медицине применяли прямой массаж сердца, который проводился врачом на обнаженном сердце после вскрытия грудной полости. В настоящее время проводят так называемый не прямой, или наружный, массаж сердца при закрытой грудной полости, надавливая на сердце через его переднюю стенку. Такой способ массажа может проводить любой человек после предварительного обучения. Известны многие случаи оживления внезапно умерших людей при помощи непрямого массажа сердца, проведенного не медиками.

Для проведения наружного массажа сердца не требуется никакой аппаратуры. Его можно начать немедленно, как только будет установлен факт прекращения работы сердца по отсутствию пульса у пострадавшего.

Возможность сжатия сердца через стенки грудной клетки умирающего человека связано с резким снижением тонуса мышц, вследствие чего грудная клетка становится значительно более податливой и подвижной, чем у здоровых людей. При этом состоянии надавливанием на нижнюю часть грудной кости (расположенной на передней стенке грудной клетки посередине между ребрами) сравнительно легко можно вызвать ее смещение на 3—4 сантиметра по направлению к позвоночнику (рис. 3). Сердце при этом сжимается между грудиной и позвоночником и кровь из его полостей выталкивается

в сосуды большого и малого круга кровообращения. При последующем прекращении давления на грудину грудная клетка расправляется, что способствует поступлению крови из вен в сердце и его наполнению. С помощью наружного массажа сердца можно длительное время поддерживать артериальное давление на до-

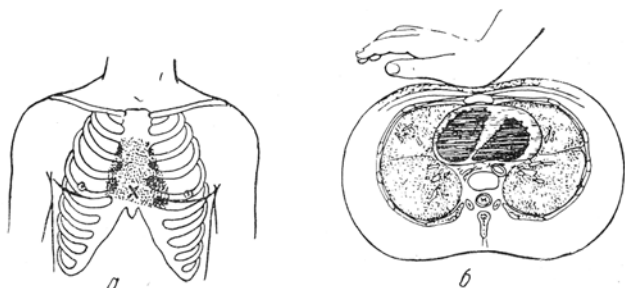


Рис. 3.

а — схематическое изображение скелета грудной клетки и грудины; нижняя часть грудины, на которую производится надавливание во время проведения массажа, отмечена «х»; позади грудины виден силуэт сердца; *б* — поперечное сечение грудной клетки в области расположения сердца; показано положение руки при массаже.

статочном уровне (до 80—100 миллиметров ртутного столба и более) и таким образом сохранить жизнь организма до восстановления самостоятельной работы сердца после дефибрилляции.

Для проведения непрямого массажа сердца пострадавшего укладывают на спину на жесткую скамью или пол. Быстро освобождают грудную клетку от одежды, расстегивают пояс, воротник, снимают галстук. Оказывающий помощь становится с левой или правой стороны пострадавшего и при разогнутой до отказа руке накладывает верхний край ладони (ее основание) на нижнюю часть грудины пострадавшего (рис. 4). Усилия одной руки недостаточно для проведения массажа: вторую руку накладывают на первую и массаж производят при согнутом положении оказывающего помощь, так что к усилиям рук прибавляется и вес тела последнего.

Надавливание на грудину производят в виде быстрого толчка 1 раз в секунду с силой, достаточной, чтобы сместить грудину на 3—4 сантиметра. При больших

размерах грудной клетки у пострадавшего следует пытаться смещать грудину на 5—6 сантиметров. После каждого надавливания отнимают руку от грудной клетки, чтобы не мешать свободному расправлению.

Производя 3—4 надавливания, делают перерыв на 2 секунды. Следует остерегаться надавливания на окончания ребер во избежание опасности их перелома.

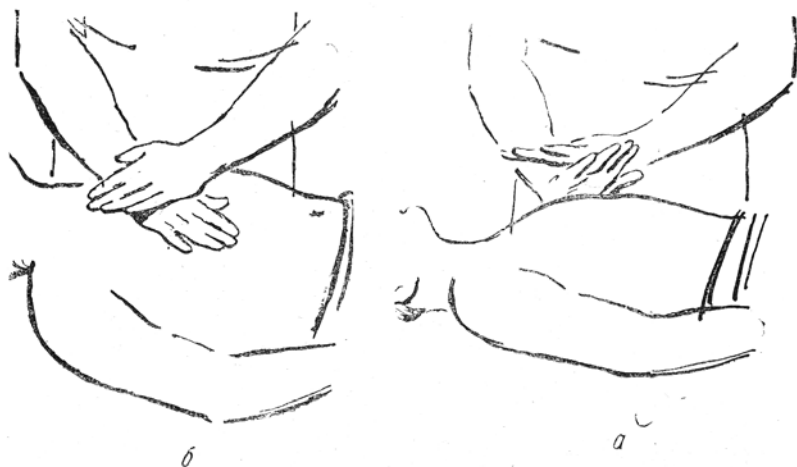


Рис. 4. Положение рук оказывающего помощь при наружном массаже сердца.

a — вид сбоку; *б* — вид спереди.

Нельзя также давить на мягкие ткани ниже края грудины (в подложечной области): этим можно повредить органы брюшной полости и, что особенно опасно, печень.

При правильном проведении массажа сердца каждое надавливание на грудину сопровождается пульсацией крупных артерий; другими признаками эффективности массажа сердца являются — сужение зрачков, появление у пострадавшего самостоятельного дыхания и уменьшение синюшного оттенка кожи и видимых слизистых оболочек.

Для повышения эффективности массажа рекомендуется приподнять ноги пострадавшего и оставить их в таком положении, пока массаж продолжается. Это

обеспечивает лучший приток крови к сердцу из вен. Следует также проверять эффективность искусственного дыхания: следить за расширением грудной клетки пострадавшего при вдвухании воздуха в рот и последующим ее спаданием после окончания вдоха.

Обязательным условием успеха мероприятий по оживлению является достаточная доставка кислорода в организм. Поэтому одновременно с массажем сердца проводится искусственное дыхание путем вдвухания воздуха в рот или в нос. Это достигается тем, что оживление проводится двумя лицами (рис. 5), каждое из которых может поочередно проводить искусственное дыхание и массаж сердца, сменяя друг друга через 5—10 минут. Это менее утомительно, чем непрерывное проведение одной и той же процедуры (в особенности, массажа сердца).

В крайнем случае помощь может быть оказана и одним человеком, который чередует искусственное дыхание и массаж сердца в следующем порядке.

После 2—3 глубоких вдвуханий воздуха в рот или в нос пострадавшего оказывающий помощь 15—20 раз надавливает на грудину (массаж сердца), прерывает массаж для повторного вдвухания воздуха 2—3 раза, затем опять возобновляет массаж сердца и т. д.

В случае присутствия другого человека, не обученного методике оживления, следует предложить ему проводить искусственное дыхание путем вдвухания воздуха (как менее сложную процедуру), следя за тем, чтобы он правильно его проводил.

Массаж сердца и искусственное дыхание следует продолжать до появления самостоятельного дыхания и кровообращения у пострадавшего. О восстановлении деятельности сердца узнают по появлению не поддерживаемого массажем пульса у пострадавшего. Убедиться в этом можно, прерывая массаж на несколько секунд: если пульс при этом сохраняется, это указывает на восстановление самостоятельной работы сердца. При отсутствии пульса следует немедленно возобновить массаж. Длительное отсутствие пульса при появлении других признаков оживления организма (узкие зрачки, самостоятельное дыхание) может служить указанием на наличие у пострадавшего фибрилляции сердца. В таких случаях следует подготовиться к его дефибрилляции.

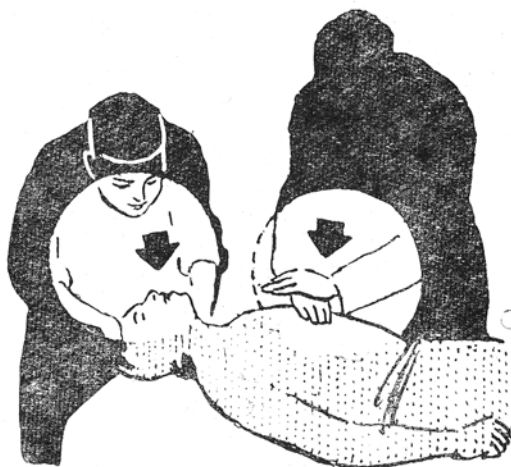


Рис. 5. Оживление пострадавшего двумя лицами: один человек проводит искусственное дыхание, а другой — массаж сердца (внизу — схематическое отображение положения лиц, оказывающих помощь).

Вызвать машину скорой помощи с дефибриллятором нужно без промедления во всех случаях электротравмы одновременно с началом оказания помощи пострадавшему на месте происшествия.

Для прекращения фибрилляции (дефибрилляции) сердца имеется специальный аппарат — **электрический дефибриллятор** (рис. 6). Его успешно применяют в медицинской практике в течение последних 15 лет для оживления организма при всевозможных случаях наступления фибрилляции сердца. С помощью этого аппарата можно устранять и другие нарушения ритма сердца — мерцательную аритмию (связанную с хронической фибрилляцией предсердий) и пароксизмальную тахикардию (резкое учащение ритма сердца до 180—200 сокращений в одну минуту и более).

Основной принцип электрической дефибрилляции заключается в кратковременном ($1/100$ секунды) воздействии на сердце сильным током. В результате сильного электрического раздражения происходит одновременное возбуждение всех волокон сердечной мышцы и фибрилляция прекращается.

Сила тока, прекращающая фибрилляцию сердца, превышает минимальную силу тока, способную вызвать это нарушение, более чем в 100 раз. Непосредственно через сердце при этом проходит ток силой свыше 5 ампер. Однако при кратковременной продолжительности воздействия прохождение такого электрического тока не оставляет каких-либо видимых вредных последствий.

Применяемый в лечебных учреждениях Советского Союза импульсный дефибриллятор ИД-1-ВЭИ¹ генерирует одиночные электрические импульсы продолжительностью 10 миллисекунд с напряжением на выходе до 2 киловольт. Основной частью дефибриллятора является электрический конденсатор емкостью около 20 микрофард с рабочим напряжением до 6 киловольт. В цепи разряда конденсатора имеется индуктивное сопротивление 0,3 генри, назначение которого обеспечить относительное постоянство продолжительности разряда при возможных колебаниях сопротивления объекта в пределах 30—60 ом. Наличие индуктивности в цепи разряда снижает величину напряжения на выходе аппарата в 3 раза по сравнению с напряжением на конденсаторе.

¹ Изготавливается на заводе медицинского оборудования во Львове.

Одним из важных условий для дефибрилляции является равномерное протекание тока через все сердце. Для выполнения этого условия применяют широкие

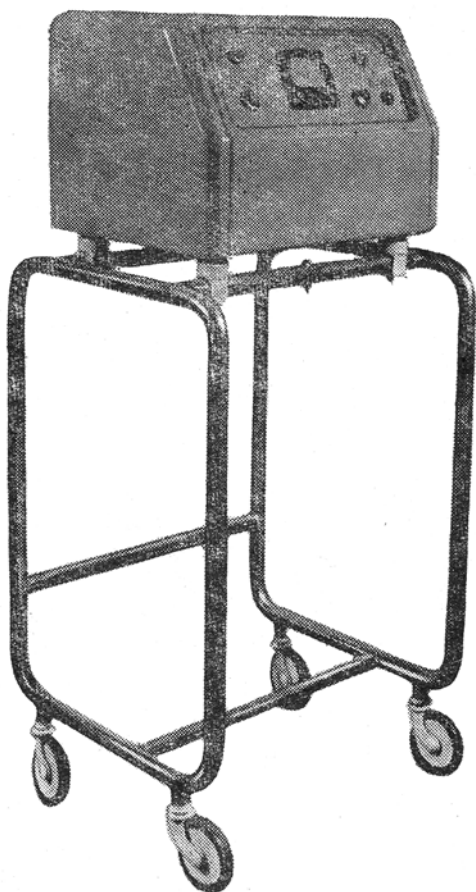


Рис. 6. Внешний вид импульсного дефибриллятора.

электроды, размер которых примерно равен размеру сердца. Дефибрилляцию можно проводить как при открытой грудной клетке (во время операции на сердце), так и при закрытой. В первом случае один

электрод накладывают непосредственно на сердце, а другой — под левую лопатку. При этих условиях для дефибрилляции требуется напряжение в 1500—2000 вольт (на конденсаторе). Во втором случае (дефибрилляция сердца при не вскрытой грудной клетке) один электрод накладывают на область верхушечного толчка сердца, а другой — под левую лопатку. Для дефибрилляции при таком положении электродов требуется напряжение разряда (на конденсаторе) от 3500 до 4500 вольт. Такой способ дефибрилляции сердца применяют при внезапной смерти от различных причин, в том числе и от электротравмы.

Одним только прекращением фибрилляции сердца можно восстановить его работу в случае кратковременной фибрилляции, продолжавшейся не более 1—1½ минут. После более продолжительной фибрилляции сердце теряет свою работоспособность из-за нарастания гипоксии (недостатка кислорода в крови). Поэтому, прежде чем проводить дефибрилляцию, необходимо предварительно проводить наружный массаж сердца для устранения гипоксии.

Прибывший врач продолжает принимать меры по оживлению.

Готовясь к дефибрилляции сердца, не прекращают массаж и искусственное дыхание.

В случае успешной дефибрилляции непосредственно вслед за ней можно обнаружить появление пульса. Иногда для этого требуется продолжить массаж сердца в течение 2—5 минут.

В случае недостаточной эффективности массажа сердца (отсутствие дыхания и пульса в крупных артериях при массаже) дефибрилляция сердца не приводит к восстановлению его деятельности. В таких случаях можно повысить эффективность массажа введением в вену (или в сердце) 3—5 кубических сантиметров раствора адреналина 1:10 000. Введение адреналина можно повторять через каждые 5 минут при продолжении массажа сердца, пока не появятся признаки оживления организма (эти мероприятия **проводит врач**).

Современная наука об оживлении организма (реаниматология) позволяет сказать с твердой уверенностью, что жизнь пострадавшего от действия электрического тока может быть сохранена, если своевременно начать

и правильно проводить мероприятия по оживлению. Исключение могут составлять лишь сравнительно редкие случаи электротравм с тяжелыми обширными ожогами или тяжелыми травмами (например, при падении с большой высоты в связи с поражением).

* * *

Начиная с 1960 г. стали появляться сообщения об успешном оживлении людей, у которых поражение электрическим током вызвало наступление фибрилляции сердца. Помощь оказывали проведением искусственного дыхания и массажа сердца и последующей электрической дефибрилляцией. В отличие от описанной выше методики проведения массажа (непрямой, наружный массаж сердца) в указанных случаях массаж проводился врачом после вскрытия грудной клетки (**прямой массаж сердца**) по той методике, которую применяли еще недавно до внедрения непрямого массажа сердца.

Приводим описание двух случаев оживления.

Девочка 4 лет была поражена током при прикосновении к влажной тряпке, на которой стоял включенный в сеть пылесос. Мать, отключив пылесос, взяла на руки корчившуюся в судорогах дочку, выбежала с ней на улицу и на первой мимо проезжавшей машине доставила ее в детскую больницу. На это было потеряно не более 5 минут. В больнице сразу же начали проводить прямой массаж сердца и искусственное дыхание. Не прерывая массаж и искусственное дыхание, ребенка перенесли в соседнюю больницу для взрослых, где имелся дефибриллятор. С помощью этого аппарата была восстановлена самостоятельная работа сердца, что позволило прекратить массаж и зашить грудную клетку. Девочка полностью выздоровела и никаких видимых последствий, помимо зарубцевавшегося шва на левой стороне грудной клетки, у нее не наблюдалось.

Случай поражения электрическим током и последующее оживление пострадавшей был описан в болгарской газете «Работническо Дело» 9 мая 1961 г. Приводим сокращенно это описание.

Медицинская сестра была смертельно поражена током при прикосновении к электрическому стерилизатору, находящемуся под напряжением трехфазного тока 220/380 вольт.

Попытка оживления с помощью искусственного дыхания не дала результатов, и через 15 минут после поражения (возможно, что в действительности этот срок был несколько меньшим) врач вскрыл грудную клетку и начал проводить прямой массаж сердца. Фибрилляция желудочков сердца продолжалась 1½ часа, пока не была устранена с помощью электрического дефибриллятора. В течение

всего этого времени кровообращение в организме поддерживалось искусственным путем с помощью массажа сердца

Ввиду позднего оказания помощи (проведение одного только искусственного дыхания вначале не могло заменить работу сердца) выздоровление больной проходило постепенно. Первые три дня она не приходила в сознание. Полное выздоровление наступило лишь через 3 месяца.

В настоящее время известны многочисленные случаи спасения жизни людей при внезапной смерти, вызванной наступлением фибрилляции желудочков в связи с инфарктом миокарда. В ряде случаев свидетелями внезапной смерти являлись не медики, а люди, обученные современным методам оживления, которые и оказывали первую помощь до прибытия врача. Следует отметить, что в случае своевременного оказания помощи при электротравме пострадавший от действия электрического тока имеет то преимущество перед такими больными, что у него фибрилляция желудочков происходит при отсутствии заболевания сердца. Приводим для иллюстрации описание одного такого случая оживления больного, у которого фибрилляция желудочков была вызвана инфарктом миокарда.

Мужчина 45 лет явился в больницу с жалобой на боль в груди, отдающую в обе руки. Раздеваясь для осмотра, он внезапно упал, и подбежавший к нему сотрудник больницы не обнаружил у него ни пульса, ни дыхания и, не растерявшись, тут же начал делать непрямой массаж сердца. Немного позднее начали проводить искусственное дыхание.

Через 10 минут после начала оказания помощи у больного появились собственные дыхательные движения, но сердечная деятельность не восстанавливалась. С помощью электрокардиографа было установлено, что у больного фибрилляция сердца. Электрическая дефибрилляция была проведена примерно через 20 минут после начала оказания помощи и привела к восстановлению самостоятельной работы сердца. Больной, у которого был инфаркт миокарда (что и послужило причиной наступления фибрилляции сердца), впоследствии выздоровел.

Имеются многочисленные описания оживления людей, внезапное умирание которых было вызвано возникновением фибрилляции желудочков сердца при инфаркте миокарда и других заболеваниях сердца. Эти данные подтверждают возможность успешного оживления человека и в случае возникновения фибрилляции желудочков под влиянием внешней причины — электротравмы.

В последние годы было еще несколько случаев оживления пострадавших от электрического тока с помощью

массажа сердца и электрической дефибрилляции. Мало-численность таких случаев объясняется тем, что по указанной методике помощь могла быть проведена только врачом, который лишь сравнительно редко может прибыть вовремя на место происшествия. При более длительной остановке работы сердца и кровообращения наступают необратимые повреждения в наиболее уязвимых клетках коры головного мозга, и оживление организма становится поэтому невозможным.

Но если еще недавно (2—3 года тому назад) решение вопроса об оказании эффективной помощи при внезапной смерти от действия электрического тока определялось в зависимости от возможности немедленного прибытия врача, сейчас для оживления пострадавших появились значительно более широкие перспективы. Возможность поддержания кровообращения с помощью наружного массажа сердца, не требующего вскрытия грудной клетки, снимает вопрос о необходимости немедленного прибытия врача для оказания первой помощи. **Первая помощь при внезапной смерти от электрического тока может быть проведена человеком любой специальности.**

Для этого требуется лишь прохождение предварительного курса обучения современным методам оказания первой помощи. При сравнительной общедоступности проведения непрямого массажа сердца эта методика должна стать наравне с искусственным дыханием мероприятием доврачебной помощи. В связи с возможностью оказания первой помощи любым человеком — свидетелем несчастного случая — будет решен наиболее существенный вопрос в проблеме оживления жертв электрического тока: своевременное оказание помощи для сохранения жизнеспособности организма до прибытия врача. Это позволит врачу предпринять более сложные меры (например, дефибрилляция сердца) для окончательного восстановления жизненных функций организма.

Современная медицина располагает всеми необходимыми средствами для оживления людей, пострадавших от действия электрического тока. Однако для реализации этой возможности на практике требуется проведение ряда организационных мер, к числу которых в первую очередь относятся:

широкое, систематическое обучение различных категорий взрослого населения и учащихся старших классов

средней школы современным методам оказания первой помощи при внезапной смерти — искусственному дыханию способом «изо рта в рот» и непрямому массажу сердца;

все категории работников, постоянно соприкасающихся с применением электроэнергии, должны знать, как проводить оживление, так же как они владеют минимумом знаний по технике электробезопасности;

машины скорой помощи и врачебные пункты на предприятиях должны быть обеспечены аппаратами для устранения фибрилляции сердца как наиболее частого осложнения при поражении электрическим током;

необходима новая инструкция по оказанию помощи при электротравмах, в которой были бы учтены новые методы оживления, а также и организационные мероприятия, обеспечивающие успешность их проведения.

СОДЕРЖАНИЕ

Общее определение электротравмы	3
При каких условиях поражаются электрическим током	4
Природа поражающего действия тока на организм	9
Нарушение работы сердца под действием электрического тока	11
Эффект действия тока высокого напряжения на организм	15
Опасность действия других видов тока	16
Не терять ни секунды	18
Как проводить искусственное дыхание	24
Восстановление деятельности сердца	28

**Гурвич
Наум Лазаревич**

ЭЛЕКТРОТРАВМА

Редактор *М. И. Нейман*

Техн. редактор *В. С. Артамонова* Корректор *Л. Я. Ракитина*
Художественный редактор *Н. А. Шурова* Обложка художника *А. Ардишарцева*

Сдано в набор 6/XII 1965 г. Подписано к печати 29/III 1966 г. Формат
бумага 94 × 103/32 печ. л. 1,25 (условных 2,10 л.) 1,95 уч.-изд. л. бум. тип. № 2
Тираж 50 000 экз. Т-04438 МН-83.

Издательство «Медицина». Москва. Петроверигский пер. 6/8
Заказ 3055 Калининская обл. тип. Цена 6 коп.

6 коп.



Медицина
1966