

Первая доврачебная помощь при поражении электрическим током

Профессор В. А. НЕГОВСКИЙ и доктор мед. наук Н. Л. ГУРВИЧ

Поражающее действие электрического тока на организм может быть связано с электрическим раздражением возбудимых тканей организма и повреждением этих тканей под влиянием электролиза и перегревания. Опасность поражения организма зависит от силы тока, длительности воздействия и других факторов.

Раздражающее действие тока возникает при поражении переменным током промышленной частоты 50 гц низкого напряжения 127/220 в. Каждое изменение направления тока вызывает соответствующий процесс возбуждения ткани. Степень же распространения этого эффекта в организме определяется силой тока.

Переменный ток в 1—2 ма вызывает лишь слабое ощущение зуда на кончиках пальцев, прикасающихся к проводнику. При токе 5—10 ма появляются судорожные сокращения мышц кисти руки и предплечья. Более сильная судорога рук возникает при токе 12—15 ма: пострадавший не может разогнуть пальцы, охватывающие провод («неотпускающий ток»). Еще более опасна судорога дыхательных мышц грудной клетки, наступающая при токе выше 25—30 ма: затруднение дыхания при более продолжительном действии тока может привести к глубокому обмороку и удушению.

Наибольшая опасность переменного тока низкого напряжения возникает при величине тока 100 ма и выше, когда ток нарушает работу сердца. Это значение принято в качестве критерия величины смертельно опасного тока. Раздражающее действие такого тока достигает глубоко расположенных органов и грудной клетки, вызывает судорожное сокращение сердца. Тяжелые последствия действия тока на сердце связаны с тем, что судорога сердечной мышцы переходит в фибриллярные (фибрилла — волокно по латыни) сокращения, т. е. разрозненные и одновременные сокращения отдельных групп волокон. Такое состояние — фибрилляция (остановка) сердца продолжается и после выключения тока. Поэтому даже кратковременное действие тока на сердце (1—2 сек) может привести к необратимому нарушению его работы и к остановке кровообращения. Экспериментами на животных и статистикой несчастных случаев доказано, что наступление фибрилляции сердца служит причиной смертельного поражения в подавляющем числе электротравм, вызванных действием переменного тока низкого напряжения.

Под действием переменного, а также и постоянного тока высокого напряжения порядка киловольт фибрилляция сердца обычно не наступает, если действие тока было непродолжительным — десятки доли секунды.

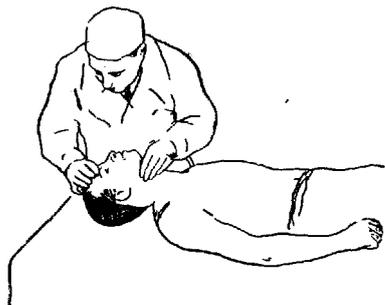


Рис. 1. Прощупывание пульса на сонной артерии.

Под действием сильного тока свыше 10—15 а поражаются функции центральной нервной системы и останавливается дыхание. В случае более продолжительного воздействия на организм такого тока возникают обширные ожоги тела, которые позднее могут привести к смертельному исходу. Известны, однако, случаи поражения током высокого напряжения, вызвавшего обугливание костей черепа, но благодаря своевременно принятым мерам и лечению пострадавшие выздоравливали.

Следует заметить, что особенность действия сильного тока на сердце широко используется в настоящее время в медицине для прекращения его фибрилляции, от какой бы причины не наступило это смертельно опасное нарушение работы сердца. Для этой цели создан аппарат — импульсный дефибриллятор, генерирующий одиночные импульсы тока напряжением до 2 кв. Воздействие такого импульса через грудную клетку человека (сопротивление до 50 ом), на которую накладываются большие электроды, закономерно прекращает фибрилляцию. Амплитуда тока достигает при этом 20—25 а и выше. Однако при непродолжительном воздействии — несколько миллисекунд — оно не оказывает никакого вредного влияния.

Последствия поражения организма постоянным и импульсным током высокого напряжения аналогичны тем, которые вызывает переменный ток высокого напряжения: остановка дыхания и сильные ожоги. При меньшей силе тока может наступить фибрилляция сердца наравне с той, которая наблюдается при действии переменного тока низкого напряжения.

Таким образом, причиной смерти при электротравме может служить фибрилляция сердца или прекращение дыхания. Первое имеет место под действием переменного тока величиной от 0,1 до 5—10 а, второе — под действием более сильного или более продолжительного тока. В последнем случае остановка дыхания может произойти даже от действия слабого тока — ниже 100 ма, который не вызывает фибрилляции сердца.

Следует, однако, иметь в виду, что нарушение одной из этих двух жизненно важных функций организма — дыхания или кровообращения — быстро приводит к прекращению и другой функции. При отсутствии дыхания в течение 2 мин останавливается сердце; и наоборот, при первичной остановке сердца вскоре прекращается и дыхание. По этой причине сравнительно легко обратимые вначале нарушения функций организма при электротравме усугубляются затем наступлением гипоксии, т. е. недостаточностью кислорода в организме вследствие отсутствия дыхания и кровообращения. Поэтому помощь пострадавшему наиболее эффективна, если ее начинают проводить возможно раньше после поражения. Здесь буквально решают секунды.

При оказании первой помощи следует, в первую очередь, определить состояние пострадавшего. Немедленно после освобождения от действия тока его укладывают на спину и проверяют, сохранилось ли дыхание и имеется ли пульс. При трудности нахождения пульса на лучевой артерии его следует искать на более крупной — сонной артерии (рис. 1), расположенной на шее за выступом щитовидного хряща (адамово яблоко). Осматривают также зрачок глаза: резкое его расширение указывает на прекращение работы сердца.

Осмотр пострадавшего делается быстро, за 15—20 сек. При сохранении у него пульса и дыхания его укладывают в удобное положение, укрывают одеждой или одеялом и немедленно вызывают врача. В случае же отсутствия ды-

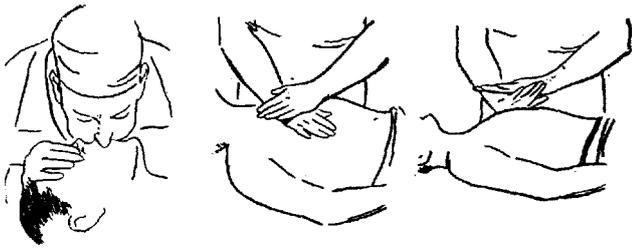


Рис. 2. Вдувание воздуха «изо рта в рот».

Рис. 3. Положение рук при наружном массаже сердца.

хания и пульса приступают немедленно к проведению следующих мероприятий по оживлению организма: 1) поддержание искусственного дыхания путем вдувания воздуха в рот или в нос; 2) поддержание искусственного кровообращения путем ритмических сжатий сердца через стенки грудной клетки — наружным массажем сердца.

Эти два приема оживления не требуют никакой аппаратуры, они могут быть проведены немедленно на месте происшествия, если рядом будут два человека, обученные методу оживления организма. В крайнем случае помощь может оказываться и одним человеком, который в таком случае будет чередовать искусственное дыхание и массаж сердца по определенному порядку.

Старые ручные методы искусственного дыхания не обеспечивают циркуляции достаточного объема воздуха. Поэтому следует применять более эффективный способ — вдувание воздуха оживителем в рот или нос пострадавшего («изо рта в рот»). Объем вдвухаемого таким способом воздуха превышает 1 л. Другим преимуществом является легкий контроль за техникой проведения искусственного дыхания.

Оживитель по сопротивлению вдуванию чувствует, проходит ли воздух в легкие пострадавшего или этому имеется препятствие в дыхательных путях. Он также следит за расширением грудной клетки при вдохе и последующим ее спадением при свободно протекающем выдохе оживляемого.

Для проведения искусственного дыхания пострадавшего укладывают на спину. Голову запрокидывают назад, подложив одну руку под шею и надавливая другой рукой на темя. При этом легко раскрывается рот и устраивается закрытие гортани корнем языка. Вытирают слезы во рту и проверяют, нет ли там посторонних предметов (мундштук, зубной протез).

Оказывающий помощь после двух-трех глубоких вдохов прикладывает плотно свой рот ко рту оживляемого (можно через тонкий носовой платок или марлю) и выдувает свой воздух в его рот (рис. 2). При этом зажимают ему нос, чтобы воздух не выходил наружу. В случае невозможности вдувания через рот вдувают воздух в нос пострадавшего, закрывая при этом рот. Для вдувания воздуха имеется также специальная резиновая трубка — воздуховод.

Выдох у пострадавшего происходит самостоятельно в результате спадения грудной клетки. Поэтому после вдоха освобождают ему рот и нос. Следующее вдувание проводится через 5—6 сек, т. е. с частотой 10—12 вдуваний в минуту. Искусственное дыхание продолжают до тех пор,

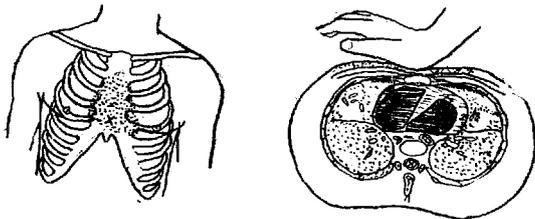


Рис. 4. Положение сердца в грудной клетке.

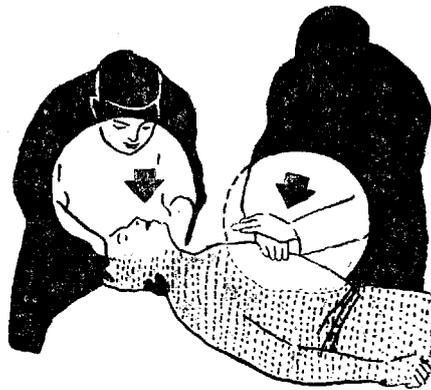


Рис. 5. Проведение массажа сердца и искусственного дыхания двумя лицами.

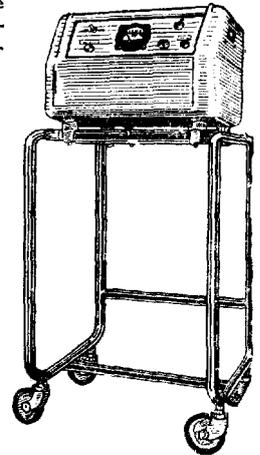


Рис. 6. Внешний вид импульсного дефибриллятора.

пока не появится самостоятельное регулярное и глубокое дыхание у пострадавшего. Наличие слабых поверхностных вдохов вынуждает приспособить к ним ритм искусственного дыхания, но не дает еще оснований для его прекращения.

Проведением искусственного дыхания можно оживить пострадавшего при сохранении у него сердечной деятельности после поражения. В случае же ее отсутствия (отсутствии пульса на сонной артерии, широкие зрачки) необходимо одновременно поддерживать и кровообращение в организме с помощью наружного массажа сердца.

Массаж сердца проводится ритмическими его сжатиями через стенки грудной клетки. Такая возможность представляется благодаря большей податливости грудной клетки у умирающего, чем у здорового человека, вследствие потери мышечного тонуса (напряжения). Оживляемый лежит на спине на полу или на жесткой скамье. Ему расстегивают одежду, пояс, обнажают грудь. Оказывающий помощь становится рядом в слегка согнутом положении и накладывает верхний край ладони при разогнутой до отказа руке на нижнюю треть грудной кости (рис. 3 и 4). Вторая рука накладывается рядом в слегка согнутом положении и накладывает верхний край ладони при разогнутой до отказа руке на нижнюю треть грудной кости (рис. 3 и 4). Вторая рука накладывается на тыльную сторону первой. Затем тяжестью своего туловища оказывающий помощь производит резкий и быстрый толчок на грудину. Смещение нижней части этой кости на 3—4 см в сторону позвоночника приводит к выбросу крови из сжимаемого при этом сердца в крупные сосуды под значительным давлением до 80—100 мм рт. ст.

У тучных людей требуется большее смещение грудины — до 5—6 см. Руку поддерживают в достигнутом положении $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ сек, а затем ее отнимают от груди, позволяя грудной клетке расправиться, что способствует засасыванию крови из вен и заполнению полостей сердца.

Наружный массаж сердца проводят с частотой 1 раз в 1 сек. Через каждые 5—6 нажатий на грудь делают большую паузу — 1,5—2 сек, во время которой вдувают воздух в рот или в нос. Таким образом, массаж поддерживается в ритме 50—60 мин, а искусственное дыхание 10—12 раз в 1 мин (рис. 5).

При наличии одного только оживителя он чередует искусственное дыхание и массаж в ином порядке. После двух-трех вдуваний воздуха он проводит 15—20 сжатий грудной клетки, а затем повторяет вдувания и т. д. В таких случаях можно также попросить кого-либо из необученных людей проводить искусственное дыхание как менее сложную процедуру, а самому продолжать массаж сердца.

Эффективность массажа сердца проверяется по пульсации артерии при каждом надавливании на грудь. При правильно проведенных мероприятиях по оживлению улучшается цвет лица пострадавшего, сужаются зрачки и, наконец, появляются самостоятельные дыхательные движения. Восстановление деятельности сердца в значительной мере зависит от характера поражения: вызвало ли оно фибрил-

ляцию сердца или же остановка сердца произошла в результате удушья. В последнем случае деятельность сердца может восстановиться в результате доврачебной помощи — искусственного дыхания и массажа сердца.

Появление работы сердца узнают по сохранению пульса при проверочном прекращении массажа на 2—3 сек. Отсутствие же пульса после появления ряда других признаков оживления (регулярного дыхания, а иногда и произвольных движений) служит верным признаком наличия фибрилляции сердца у пострадавшего. В таких случаях следует непрерывно продолжать мероприятия по оживлению до прибытия машины скорой помощи, вызов которой делается немедленно во всех случаях поражения током. Значение доврачебной помощи при этом заключается в сохранении жизнеспособности организма до прибытия врача, который завершает дело оживления прекращением фибрилляции сердца с помощью импульсного дефибриллятора (рис. 6).

Ни в коем случае нельзя прекращать доврачебную помощь, хотя бы кратковременно: это может привести к не-

обратимым повреждениям мозга и затруднить дело оживления. Вопрос о целесообразности или бесцельности дальнейшего ее продолжения решается врачом.

Современная наука об оживлении умирающего — реаниматология позволяет сказать с твердой убежденностью, что жизнь пострадавшего от действия электрического тока можно спасти, если вовремя начать и правильно проводить доврачебную помощь — вдвигание воздуха «изо рта в рот» и наружный массаж сердца. Для реализации этой возможности требуется срочно вводить обязательное обучение методам оживления всех работников, которые по своей профессии постоянно пользуются разными электроустановками и электроприборами. Такое обучение могут проводить врачи здравпунктов на предприятиях и местных органах здравоохранения.

Необходимо также значительно увеличить выпуск импульсных дефибрилляторов отечественного производства и изготовлять их в более портативном виде, чтобы обеспечить ими все машины службы скорой помощи, а также здравпункты более крупных предприятий.

О Б М Е Н О П Ы Т О М

УДК 543.27:681.1/4

УЛУЧШЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНИТНОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА ТИПА МК-59

Инж. И. Б. КАПЛУНОВ

Опыт эксплуатации газоанализаторов-кислородомеров типа МК-59 показывает, что метрологические качества этих приборов могут быть значительно улучшены после небольших конструктивных изменений, как, например, уменьшения влияния теплопроводности исследуемой смеси газов на показания прибора.

Постоянно существующая разность температур между плечевыми элементами камеры прибора (верхний элемент подогревается нижним) приводит к тепловой асимметрии и появлению погрешности от неизмеряемых компонентов в газовой смеси.

На рис. 1 показан характер смещения шкалы прибора при изменении состава измеряемой смеси. Значение указанной погрешности в абсолютных единицах составляет примерно 0,07% O₂/1% CO₂.

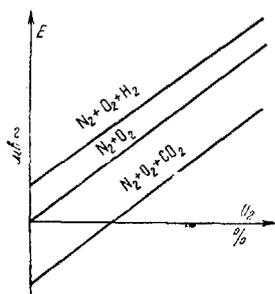


Рис. 1. Характер смещения шкалы прибора при изменении состава измеряемой смеси.

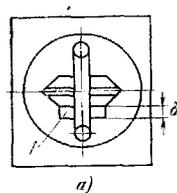


Рис. 2. Характеристика плечевых элементов. а — опора с наплавленной металлической пластинкой; б — характер изменения температуры нижнего чувствительного элемента.

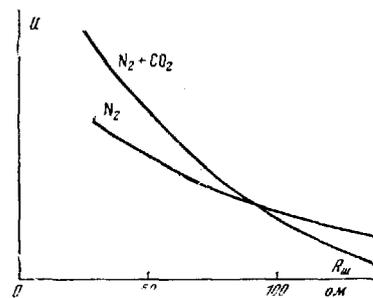
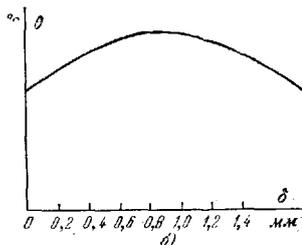


Рис. 3. Зависимость показаний рабочего моста от величины шунта к верхнему элементу.

Эта погрешность практически может быть исключена полностью при устранении тепловой асимметрии камеры. Для выравнивания температур на нижнюю поверхность опоры плечевых элементов напаяется или приклеивается клеем БФ-2 металлическая пластинка 1 (рис. 2, а).

На рис. 2, б приведен график, показывающий характер изменения температуры нижнего чувствительного элемента в зависимости от толщины напаянной пластинки. Начальный рост температуры плечевого элемента (до $\delta=0,9$ мм) объясняется уплотнением конвективного потока от нижнего чувствительного элемента. Дальнейшее увеличение толщины (больше 0,9 мм), как видно из приведенной кривой, ведет к охлаждению плечевого элемента за счет усиления отвода тепла приближающейся металлической пластинкой.

Достигнутое таким образом увеличение температуры нижнего плечевого элемента, соответствующее точке перегиба кривой, отвечает необходимому требованию выравнивания температур верхнего и нижнего плечевых элементов.