

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЖИВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА, ПОРАЖЕННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Н. Л. ГУРВИЧ

Лаборатория экспериментальной физиологии АМН СССР

Как известно, основным средством первой помощи при поражении человека электрическим током до сих пор являлось искусственное дыхание, проводимое ручным способом (по Сильвестру или по Шеферу). Однако этим способом не всегда удавалось спасти жизнь пострадавшего. Поражение электрическим током часто связано с нарушением работы сердца и прекращением кровотока в организме. Применения одного только искусственного дыхания при таком поражении недостаточно. При отсутствии признаков работы сердца необходимо принять срочные меры для искусственного поддержания кровообращения в организме.

Такое мероприятие до недавнего времени мог проводить только высококвалифицированный врач в больничной обстановке при наличии специальной аппаратуры. В настоящее время разработан несложный и общедоступный прием, с помощью которого каждый человек после непродолжительного обучения и тренировки может успешно оказывать помощь человеку по оживлению организма. Таким приемом является наружный массаж сердца, поддерживающий искусственное кровообращение в организме до восстановления самостоятельной работы сердца.

Искусственное дыхание выполняется сейчас вдуванием воздуха изо рта оказывающего помощь в рот или в нос пострадавшего, лучше через марлевую прокладку. Такой способ искусственного дыхания в сочетании с наружным массажем сердца составляет единый комплекс по оживлению организма, который может быть проведен в качестве первой доврачебной помощи в любом месте, где бы ни произошел несчастный случай поражения электрическим током.

Оказание рациональной помощи при тяжелом поражении электрическим током требует от оказывающего помощь также и умения быстро распознать область поражения: прекратилось ли только дыхание или же отсутствует также и работа сердца. В зависимости от этого решается вопрос, какую помощь следует оказать — одно только искусственное дыхание или же одновременно с этим проводить наружный массаж сердца. Умение находить пульс у пострадавшего и быстро — за 15—20 сек — определить состояние сердца составляет неотъемлемую часть программы обучения методике оживления организма.

Изучение действия электрического тока на организм показывает, что эффект поражения током связан с его способностью раздражать и возбуждать живую ткань. Эта способность начинает проявляться при незначительной силе тока — порядка одного миллиампера. Правда, в этом случае эффект раздражения сводится только лишь к ощущению небольшого зуда на поверхности тела, касающейся токонесущего провода.

Следует, однако, иметь в виду, что и более тяжелые последствия действия электрического тока, вплоть до остановки дыхания и прекращения работы сердца, также могут являться следствием раздражающего действия более сильного тока и вызванного этим действием возбуждения более глубоко расположенных тканей органов дыхания и кровообращения. Лишь при очень большой силе тока — порядка нескольких ампер — начинает преобладать другой эффект его действия, а именно — тепловой и электролитический, который приводит к более тяжелому повреждению самой структуры живых тканей организма.

В соответствии с этим положением мы видим, что тяжесть поражающего действия электрического тока опре-

деляется степенью распространения этого действия на отдельные органы, которая в свою очередь зависит от силы тока, проходящего через организм.

При попадании человека под низкое напряжение (напряжение осветительной сети) опасность для его жизни имеет место и тогда, когда сопротивление тела довольно значительно — порядка 10 000 *ом*.

При напряжении сети 220 *в* сила тока при этом сопротивлении будет составлять примерно 20 *ма*. Действие такого тока распространяется не только на мышцы рук и вызывает их судорогу, не позволяющую пострадавшему освободиться от дальнейшего контакта с токонесущим проводом («неотпускающий ток»), но также и на мышцы туловища, затрудняя дыхание и создавая опасность удушья. Следовательно, дыхание человека может прекратиться даже при относительно небольшой силе тока в случае длительного нахождения под напряжением.

В том случае, если сопротивление тела достаточно мало, что имеет место при нахождении пострадавшего на сыром полу, при увлажнении тела и подобных условиях, смертельное поражение может быть вызвано даже при кратковременном прикосновении к проводнику, в течение 1—2 *сек*. Это происходит потому, что ток воздействует непосредственно на сердце. При этом величина его может достигать 100 *ма*. При напряжении осветительной сети 220 *в* такой ток через организм будет проходить при снижении сопротивления тела до 2 000 *ом*. У пострадавшего от кратковременного действия тока может еще сохраниться дыхание. Но продолжение дыхания в течение короткого времени после поражения током сигнализирует о том, что в данном случае произошло поражение сердца. От свидетелей несчастного случая — электротравмы не раз приходится слышать о том, что пострадавший «еще дышал долго . . .». В действительности же агональное дыхание может продолжаться еще 2—3 *мин* и затем прекратиться из-за отсутствия кровообращения при поражении сердца током.

Совершенно противоположное явление может иметь место при поражении человека током высокого напряжения. Действие тока большой силы приводит к поражению центральной нервной системы и обязательно к прекращению одновременно с этим дыхания. Для сердца же

действие такого тока может оказаться менее опасным, поскольку такой ток не вызывает фибрилляции сердца (описано ниже), которая имеет место при действии менее сильного тока. Поэтому у пострадавшего от тока высокого напряжения может сохраниться работа сердца при полном отсутствии каких-либо признаков дыхания. Такому пострадавшему будет эффективным своевременное проведение искусственного дыхания.

ПОРЯДОК ОКАЗАНИЯ ПОМОЩИ ПРИ ЭЛЕКТРОТРАВМЕ

Перед оказанием помощи следует определить состояние пострадавшего. Отсутствие дыхания устанавливается легко, тем более что наличие слабого поверхностного дыхания в данном случае не освобождает от необходимости искусственного дыхания. Несколько сложнее определить состояние сердца. Пульс на руке может быть очень слабым, и в таком случае необходимо проверить, нет ли пульса на более крупной сонной артерии (расположенной на шее с обеих сторон адамова яблока). Следует также осмотреть зрачки: резко расширенные зрачки при отсутствии пульса указывают на прекращение работы сердца и необходимость искусственного поддерживания кровотока в организме с помощью наружного массажа сердца.

СПОСОБ ПРОВЕДЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ДЫХАНИЯ «ИЗО РТА В РОТ»

Помощь пострадавшему от действия электрического тока всегда следует начать с вдувания воздуха в рот (или нос) пострадавшего. Основной принцип этого нового способа искусственного дыхания заключается в том, что в качестве аппарата для вдувания воздуха в легкие пострадавшего служат грудная клетка и легкие оказывающего помощь. Последний, набирая воздух в легкие, выдувает его затем в дыхательные пути пострадавшего. Этим способом искусственного дыхания можно обеспечить более эффективную вентиляцию воздуха через легкие (1,2—1,5 л воздуха), чем при ручных способах искусственного дыхания (0,25—0,35 л); при этом способе легко контролировать состояние дыхательных путей. Закрывание дыхательных путей обнаруживается тотчас, по-

скольку при этом затруднено вдввание воздуха в рот (или в нос) пострадавшего. Показателем свободного прохождения воздуха в легкие служит также отчетливо видимое раздувание грудной клетки у пострадавшего при «вдохе», поддерживаемом искусственным путем.

При вдввании воздуха в рот надо следить за тем, чтобы рот оказывающего помощь охватывал рот пострадавшего. Во время вдввания нос пострадавшего должен быть закрыт (пальцами или щекой оказывающего помощь), с тем чтобы создать герметичность. Окончив вдввание, освобождают рот и нос для свободного выхода воздуха наружу. Воздух можно также вдввать в нос, и тогда во время вдввания закрывают рот у пострадавшего. При оказании помощи маленьким детям одновременно закрывают своим ртом рот и нос ребенка.

Вдввание повторяют с частотой 10—12 раз в минуту, т. е. с интервалами в 5—6 сек. В случае проведения одновременно с вдвванием воздуха массажа сердца вдввание проводят во время паузы между надавливаниями на грудь.

СПОСОБ ПРОВЕДЕНИЯ НАРУЖНОГО (НЕПРЯМОГО) МАССАЖА СЕРДЦА

Основной принцип возможности поддержания искусственного кровообращения в организме с помощью наружного массажа сердца заключается в том, что кровь из его полостей выталкивается под давлением в сосуды при сжатии сердца между передней и задней стенками грудной клетки. Такая имитация нормальных сокращений сердца становится возможной благодаря тому, что грудная клетка у умирающего человека приобретает несвойственную ей подвижность в результате потери мышечного тонуса. При этом состоянии сравнительно легко прогибать на 3—5 см нижнюю часть грудины (кости, расположенной спереди между ребрами) в сторону позвоночника. Такое смещение грудины приводит к сдавливанию сердца, в результате чего кровь выжимается в сосуды. При последующем расправлении грудной клетки кровь не может возвращаться в сердце из-за закрытия клапанов, и поэтому она продвигается только в одном направлении — из сердца в артериальные сосуды, как это имеет место и при самостоятельном сокращении

сердца. Заполнение сердца при этом происходит из вен, чему способствует присасывающее действие грудной клетки после ее расправления.

При правильном проведении массажа удается создать значительный ток крови под давлением, приближающимся к нормальному (до 100 мм рт. ст.). Поэтому при каждом надавливании на грудину можно прощупать появление пульсового колебания давления в артериях. Появление пульса (по крайней мере в крупных сосудах) служит признаком эффективности массажа.

Для проведения наружного массажа сердца пострадавшего укладывают на спину (при таком положении проводится и искусственное дыхание) на жесткую поверхность — скамью, низкий стол или на пол. На обнаженной груди отыскивают нижний край грудины (так называемый мечевидный отросток) и располагают ладонь одной руки немного выше этого отростка. Следует помнить, что только нижняя часть грудины является подвижной, поскольку она прикреплена к подвижным хрящевым окончаниям нижних ребер. Поэтому надавливания производятся исключительно на нижнюю часть этой сравнительно узкой полоски, позади которой и расположено сердце. Для этого к грудине прикладывают не всю ладонь (что и невозможно), а только ее верхний край, для чего кисть руки держат в положении максимального разгибания. Надавливать на ребра нельзя: они могут при этом сломаться, а сохранение эластичной грудной клетки является важным условием успешного проведения массажа сердца. Другим, еще более опасным осложнением, которое может возникнуть при массаже сердца, является повреждение печени в случае низкого положения руки и надавливания надчревной области. Во избежание повреждения печени у пострадавшего снимают пояс, чтобы на печень не оказывалось механическое воздействие во время массажа.

В начале массажа для того, чтобы произвести быстрый и резкий толчок, усилия одной руки недостаточно, и оказывающий помощь накладывает на нее вторую руку и, слегка нагибаясь, надавливает еще и весом своего тела. Надо добиться смещения нижней части грудины на 3—4 см, а при более широкой грудной клетке — до 5—6 см. После толчка руки остаются на груди в течение примерно одной трети секунды, после чего снимаются

с груди, предоставляя грудной клетке возможность расширяться, что способствует наполнению сердца кровью из вен.

Наружный массаж сердца производится с частотой 60—80 раз в минуту. Весьма важно соблюдать правильное чередование массажа и искусственного дыхания: вдвухание воздуха производится через каждые 4—5 надавливаний на грудину. Во время вдвухания следует соблюдать небольшую паузу в проведении массажа.

Искусственное дыхание и наружный массаж сердца проводят два человека, меняясь местами поочередно (каждые 5—10 *мин*). При необходимости помощь может быть оказана и одним человеком, который в этом случае через каждые 15—20 надавливаний на грудину производит вдвухание воздуха подряд три раза, с интервалом в одну секунду.

В результате правильного и своевременного проведения мероприятий по оживлению (не позднее 3—4 *мин* после поражения) у пострадавшего возобновляется самостоятельное дыхание, уменьшается синюшность, улучшается цвет лица и сужаются зрачки. Иногда у пострадавшего наблюдаются активные движения рук и ног. Наблюдались случаи, когда оживляемый разговаривал во время проведения массажа сердца.

Искусственное дыхание и наружный массаж сердца следует проводить непрерывно до появления у пострадавшего самостоятельного дыхания и восстановления работы сердца. Появление слабых вдохов не является основанием (при наличии пульса) для прекращения искусственного дыхания. В этом случае вдвухание воздуха следует проводить одновременно с началом собственного вдоха у пострадавшего.

О восстановлении работы сердца можно судить по появлению регулярного, не поддерживаемого массажем пульса. Для такой проверки прерывают массаж на 1—2 *сек* и в случае исчезновения пульса немедленно его возобновляют. Длительное отсутствие пульса после появления признаков оживления (равномерное дыхание, узкие зрачки, самостоятельные движения) может служить признаком наличия фибрилляции сердца.

О возможности такого нарушения деятельности сердца, которое не устраняется массажем, следует всегда помнить при оказании помощи пострадавшему от дей-

ствия электрического тока. Поэтому одновременно с началом оказания помощи следует вызвать скорую медицинскую помощь в предвидении ее необходимости на завершающем этапе оживления.

Помощь врача требуется для устранения фибрилляции сердца, однако обязательным условием возможности оживления организма является быстрое начало оказания предварительной, доврачебной помощи, которая позволяет сохранить жизнеспособность организма до прибытия врача на место происшествия. Без этой помощи быстро, через 5 мин, наступают необратимые изменения в нервных клетках головного мозга вследствие отсутствия кислорода, и восстановление нормальной функции мозга затем уже невозможно. Это время характеризует переход обратимой (клинической) смерти в следующую стадию — необратимую, или биологическую смерть организма.

Фибриллярные сокращения сердца, появление которых представляет наибольшую опасность при электро-травме, — это беспорядочные подергивания отдельных волокон сердечной мышцы, исключающие возможность работы сердца в качестве насоса, нагнетающего кровь в сосуды. Эти хаотические сокращения, возникающие под действием тока, можно устранить также действием электрического тока, только очень большой силы. Продолжительность электрического воздействия для прекращения фибрилляции должна быть не более нескольких миллисекунд. Такое раздражение приводит к одновременному возбуждению всех волокон сердечной мышцы и восстановлению их синхронной деятельности. В этом состоит принципиальное отличие кратковременного сильного электрического раздражения от более продолжительного раздражения переменным током промышленной частоты, вызывающего асинхронные сокращения отдельных волокон сердечной мышцы и развитие фибрилляции.

Фибрилляция сердца устраняется с помощью импульсного дефибриллятора — аппарата, генерирующего одиночные электрические импульсы большой силы. Основной частью этого аппарата является электрический конденсатор с емкостью до 20 мкф. Конденсатор заряжают до 5 кВ с помощью выпрямителя, питаемого от сети или же от автономного источника (батарея постоянного

тока с преобразователем). Разряд на объект производится через имеющееся в аппарате индуктивное сопротивление $0,3 \text{ гн}$. Такой способ разряда обеспечивает постоянную продолжительность импульса при возможных колебаниях сопротивления наружной цепи (грудной клетки человека) в пределах $60—80 \text{ ом}$. Увеличение продолжительности импульса до «полезного времени» раздражения сердца (менее $\frac{1}{100}$ доли секунды) при наличии индуктивности в цепи разряда сопровождается также снижением напряжения на выходе до $\frac{1}{3}$ напряжения на конденсаторе.

Для дефибрилляции сердца через грудную клетку напряжение на конденсаторе должно быть в пределах $3,5—4,5 \text{ кв}$. Это соответствует напряжению в $1\ 200—1\ 500 \text{ в}$ на выходе, т. е. на электродах, накладываемых на грудную клетку. При сопротивлении последней около 70 ом максимальный импульс тока составит около $15—20 \text{ а}$. Несмотря на большую силу тока дефибриллирующий импульс не вызывает вредного влияния на сердце благодаря своей небольшой продолжительности.

Электроды дефибриллятора — круглые диски диаметром $7,5 \text{ см}$ — закреплены на изолирующих рукоятках, с помощью которых плотно прижимают электроды к грудной клетке: один электрод накладывают с левой стороны в четвертом-пятом межреберном промежутке, где обычно ощущается сердечный толчок, другой электрод накладывают на верхний край (рукоятку) грудины. Поверхность электродов смазывают специальной проводящей (электрокардиографической) пастой или же кладут на нее ткань, смоченную солевым (или содовым) раствором.

Для дефибрилляции сердца требуется лишь кратковременный перерыв массажа. Следует остерегаться прерывать массаж более чем на $5—7 \text{ сек}$: нарастающая при этом гипоксия (недостаток кислорода в организме) может явиться причиной слабости сокращений сердца после дефибрилляции. В этом случае необходимо продолжать массаж до появления более энергичных сокращений сердца. Иногда для этого еще требуется введение лекарственных веществ. Обычно в случае правильного проведения мероприятий доврачебной помощи электрическая дефибрилляция сердца приводит к непосредственному восстановлению нормальной работы сердца.

Таким образом, помощь при электрической травме может быть эффективной в том случае, если лица, выполняющие работы в электроустановках высокого и низкого напряжений, будут обучены современным методам оживления пострадавших. Современные методы оживления — наружный массаж сердца и искусственное дыхание «изо рта в рот» — рекомендуются в качестве первой доврачебной помощи по спасению жизни пострадавшего.

От редакции

В настоящее время Министерство здравоохранения СССР рассматривает инструкцию по оказанию первой доврачебной помощи при поражении электрическим током, подготовленную Государственным производственным комитетом по энергетике и электрификации СССР. Настоящая статья Н. Л. Гурвича является информационной.

УДК 621.311.1:613.66.001.5

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОТРАВМАТИЗМА И ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ В ЭЛЕКТРОСЕТЯХ МОСЭНЕРГО

М. В. МАТЮШИН

(Мосэнерго)

За период с I/I 1957 г. по I/XII 1963 г. электротравматизм в высоковольтных сетях Мосэнерго, составляющий 24% общего количества случаев травматизма за указанное время, снизился в 3,6 раза.

Снижение электротравматизма по годам (в процентах по отношению к 1957 г.) представлено в таблице.

Основная причина всех случаев электротравматизма — нарушение персоналом требований правил техники

Объект	Годы						
	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963 (11 мес.)
Подстанции	61,5	54	46	38	31	23	8
Линии электропередач	38,5	—	8	8	15	8	23
Итого . . .	100	54	54	46	46	31	31