
В. А. Неговский и Н. Л. Гурвич

(Москва)

ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ СМЕРТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОТРАВМАХ

Одним из существенных достижений современной медицины является разработка и широкое внедрение в практику мероприятий по лечению терминальных состояний организма — агонии и клинической смерти. Мы сейчас различаем смерть, наступающую после тяжелой и длительной болезни, вызвавшей необратимые нарушения жизненно важных органов, и смерть при глубокой старости от смерти, наступившей внезапно у здорового организма от случайной и обратимой причины. Последнюю мы оцениваем, если можно так выразиться, как «необоснованную». Врач в настоящее время обладает достаточными знаниями, чтобы предотвратить наступление такой смерти даже в том случае, если перед ним больной, у которого уже прекратилось дыхание и исчез пульс, но еще возможно рассчитывать на восстановление этих жизненно важных функций. Считаем нелишним напомнить, что это состояние обратимой клинической смерти продолжается у человека в течение весьма короткого промежутка времени—5—7 мин. Этому короткому промежутку поэтому и присвоено название «клинической смерти» в отличие от наступающей вслед за нею необратимой биологической смерти. Правда, при некоторых специальных условиях — гипотермии — становится возможным оживление и через час после начала клинической смерти, но, очевидно, эти условия не могут иметь место при оживлении пораженных током.

Рассматривая всевозможные случаи внезапной смерти, мы не можем не отметить, что **смерть при электротравме является одной из наиболее необоснованных.** Действительно, электротравма обычно поражает совершенно здоровый до того организм. Исключая случаи поражения током высокого напряжения, вызывающим тяжелые ожоги (кстати, не всегда смертельные), смерть при электротравме чаще всего не связана с какими-либо анатомическими повреждениями жизненно важных органов. Как клиника электротравм, так и эксперименты на животных все больше убеждают нас в том, что смерть при наиболее часто встречающемся поражении переменным электрическим током низкого напряжения 220/380 в обусловлена функциональными расстройствами, которые при надлежащей терапии могут быть устранены.

Естественно, что меры помощи, оказываемые пострадавшим от электрического тока, должны быть направлены в первую очередь на восстановление тех функций организма, нарушение которых обуславливает весь симптомокомплекс поражения. Выяснение патогенеза электрической смерти представляет поэтому основу для разработки мер рациональной ее терапии. В этом отношении следует отметить известный вред, который приносит существующее еще до сих пор и проникающее нередко и в на-

шу советскую литературу ошибочное представление об отсутствии будто бы строгой закономерности между причиной и следствием в электропатологии. Такое глубоко вредное и в корне ошибочное представление основывается как на неправильной информации о несчастных случаях с людьми, так и на поверхностном, неправильном анализе результатов экспериментального исследования. При расследовании условий поражения легко впасть в ошибку в отношении действительной величины тока и напряжения, которые имели место в том или ином случае. Наиболее часто такие ошибки совершаются в сторону уменьшения величины тока в связи с преувеличением возможной величины сопротивления тела пострадавшего. Другим источником ошибок служит неправильный перенос результатов экспериментов по изучению действия электрического тока на мелких теплокровных животных (кошках, кроликах и даже мышах) для выяснения реакции организма человека при электротравмах.

Как литературные данные, так и собственные исследования по изучению патофизиологии электротравмы, проведенные в лаборатории экспериментальной физиологии АМН СССР совместно с сотрудниками Всесоюзного электротехнического института им. В. И. Ленина, показывают, что реакция на действие электрического тока, являясь весьма сложной, находится в то же время в строго закономерной зависимости от физиологических и физических параметров действия тока. В отношении физических параметров основным являются вид и сила тока, протекающего через организм. В отношении физиологических факторов основным является степень вовлечения тех или иных жизненно важных органов в общую реакцию организма в соответствии с путями распределения парциальных токов, протекающих через те или иные органы.

Пользуясь разработанными в нашей лаборатории мероприятиями по оживлению организма, мы могли многократно измерять на одном и том же животном силу тока, вызывающего поражение организма. Эти измерения показали, что при одинаковых условиях эксперимента то или иное последствие действия тока наступает закономерно при достижении определенного порога силы испытуемого тока. При испытании действия переменного тока низкого напряжения мы могли наблюдать поражающее его действие на сердце при определенной силе (порядка 70—100 *ма*) в каждом опыте, повторенном в один и тот же день или через много недель на одной и той же собаке. Аналогичным образом можно было проследить закономерную зависимость степени нарушения дыхания от мощности электрического импульса при изучении действия импульсного тока высокого напряжения в опытах на собаках. Более подробные результаты этих исследований будут сообщены в докладе Н. Л. Гурвича, А. А. Акопяна и И. А. Жукова.

Таким образом, у нас нет оснований отказываться от общепринятого деления последствий электротравм в зависимости от силы тока и узаконенного положения о том, что основная опасность действия переменного тока силой более 100 *ма* заключается в возможном наступлении под влиянием такого тока необратимой фибрилляции мышцы сердца, требующей специальных мер для ее устранения.

В качестве одного из аргументов агностического отрицания наличия строго определенной закономерности в реакции организма на действие электрического тока служили факты выживания людей, пораженных током высокого напряжения, и сопоставление этих фактов со случаями смертельного поражения током низкого напряжения (110/220 *в*). Известно, однако, что в этом нет ничего парадоксального: экспериментами на

животных давно было показано, что различные последствия действия сильного и слабого тока связаны с тем, что сильный ток не способен вызвать фибрилляцию сердца в отличие от менее сильного тока, проявляющего такую способность. Правильность такого понимания подтверждается данными анализа статистики электротравм, которые указывают на большую эффективность искусственного дыхания, применяемого для оживления в случаях поражения током высокого напряжения, чем при поражении током низкого напряжения (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость результатов применения искусственного дыхания от величины поражающего напряжения (по Коувенховену и Милнору)

Напряжение, кв	Число случаев поражения	Количество оживленных	Количество не оживленных	Процент успешных случаев оживления
2	36	2	1	1

Как видно из этой таблицы, при поражении переменным током 110—480 в процент успешных случаев применения искусственного дыхания в 4 раза ниже, чем при поражении током в 6—8 кв. Это можно объяснить лишь тем, что ток более высокого напряжения менее способен вызывать необратимую фибрилляцию сердца, чем переменный ток низкого напряжения. В качестве иллюстрации такой возможности можно привести многочисленные описания случаев выживания людей, пораженных током высокого напряжения, вызвавшим обугливание и секвестрацию костей (в том числе и костей черепа). Таких случаев в литературе можно найти много.

Эти данные лишний раз подтверждают положение, выведенное на основе данных эксперимента, о том, что опасность переменного тока низких напряжений (110, 220, 380 в) заключается в основном в их действии на сердце, ведущем к наступлению необратимой фибрилляции и прекращению вследствие этого кровотока в организме.

Следует, однако, иметь в виду, что при оказании помощи людям, пострадавшим от электрического тока, мы можем встретиться со вторичным нарушением деятельности сердца даже в тех случаях, когда ток не вызвал фибрилляции, а наступило только временное нарушение дыхания. Дело в том, что в случае несвоевременного оказания помощи и длительного отсутствия дыхания сердце может прекратить свою деятельность в результате асфиксии. Запоздалое применение искусственного дыхания в таких случаях не приводит к восстановлению сердечной деятельности без принятия специальных мер по устранению гипоксии. Возможность такой вторичной остановки сердца при запоздалом применении искусственного дыхания следует из анализа эффективности этого мероприятия в зависимости от скорости его применения после поражения (табл. 2).

Таблица 2

Зависимость результатов искусственного дыхания от скорости его применения после поражения (по Коувенховену и Милнору)

Напряжение, кв	Начало дыхания	Число случаев поражений	Количество оживленных	Процент успешных случаев оживления
2000—3000	0,5 мин после поражения	17	7	41
	1—2 —»—	8	2	25
	После трех минут —»—	8	0	0
6000—8000	0,5 мин —»—	11	6	55
	1—2 —»—	4	2	50
	После трех минут —»—	7	0	0

В табл. 2 приведены результаты применения искусственного дыхания в 55 случаях поражения током высокого напряжения, когда можно было ожидать относительно большую его эффективность, чем при поражении током низкого напряжения. Анализ этих результатов показывает, что эффективность искусственного дыхания сводится к нулю при запоздании его на 3 мин. Это можно объяснить тем, что при непоступлении кислорода в кровь в течение трех минут сердце теряет свою работоспособность, а при отсутствии кровообращения одно только внешнее дыхание не может поддерживать жизнь организма. Это показывает, что задача восстановления деятельности сердца может возникнуть перед оказывающим помощь и в тех случаях, когда по условиям поражения деятельность сердца вначале была сохранена и прекратилась лишь вторично в связи с несвоевременным проведением искусственного дыхания.

Становится очевидным, что для повышения эффективности помощи при оживлении пораженных током нам нужно организовать эту помощь так, чтобы использовать весь арсенал современных средств для восстановления деятельности сердца, которые более десяти лет успешно применяются в клинике в случаях внезапного прекращения сердечной деятельности (в том числе в связи с наступлением фибрилляции). Эти средства заключаются в следующем:

1. Электрическая дефибрилляция сердца.

После 13-летнего применения электрической дефибрилляции сердца в случаях наступления фибрилляции на операционном столе и даже у амбулаторных больных никто не усмотрит парадокса в предложении спасти пораженных током с помощью электрического же тока. Возможность прекращения фибрилляции с помощью соответствующего электрического воздействия на сердце тщательно изучена и аппаратура для этой цели создана на научно обоснованных принципах. Разработанный нами совместно с сотрудниками Всесоюзного электрического института им. В. И. Ленина импульсный дефибриллятор генерирует одиночные электрические импульсы продолжительностью в одну сотую долю секунды, которая является наиболее оптимальной. Этот аппарат имеет ряд преимуществ перед дефибрилляторами переменного тока, применяемыми за рубежом. Одним из этих преимуществ является относительно меньшая опасность одиночного импульса для организма, что позволяет применять более высокое напряжение и дефибриллировать сердце при наложении электродов на поверхность грудной клетки. Зарубежные дефибрилляторы имеют на выходе напряжение переменного тока не выше 220—250 в и требуют поэтому вскрытия грудной клетки для наложения электродов непосредственно на сердце. Импульсный дефибриллятор генерирует импульс с амплитудой напряжения до 1500—2000 в, что гарантирует в случае необходимости возможность получения импульса тока с амплитудой до 30—35 а. Возможность дефибрилляции сердца через стенки грудной клетки с помощью импульсного дефибриллятора была недавно успешно использована Б. М. Цукерман в клинике А. А. Вишневого при лечении больного, страдающего мерцательной аритмией (фибрилляция предсердий).

Следует, однако, иметь в виду, что в отличие от случаев возникновения фибрилляции в клинике, где все может быть заранее предусмотрено для того, чтобы прекратить ее в течение одной-полутора минут после возникновения, при электротравме не будет таких возможностей. При более позднем же прекращении фибрилляции неизбежно наступает гипоксия сердца, и оно теряет способность эффективно сокращаться. По этой причине при оживлении пораженных током необходимо будет наряду с дефибрилляцией устранить гипоксию сердца.

2. Мероприятия по устранению гипоксии сердца.

В клинике в настоящее время известны два способа устранения гипоксии и восстановления деятельности сердца: а) нагнетание крови в артерию, б) проведение прямого массажа сердца.

Каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки.

Нагнетание крови в артерию не требует большого оперативного вмешательства. Артериальный сосуд для нагревания крови можно быстро обнажить в области нижней трети плеча. Это мероприятие, проведенное должным образом в первые минуты после прекращения деятельности сердца, дает хороший эффект, особенно в тех случаях, когда имелась значительная кровопотеря. Недостатком этого способа оживления сердца следует считать снижение его эффективности при необходимости более длительного проведения оживления.

Проведение прямого массажа сердца возможно лишь при свободном доступе к сердцу путем вскрытия грудной клетки. Несмотря, однако, на серьезность такого вмешательства, эта методика таит в себе большие возможности для восстановления эффективной деятельности сердца при его остановках по самым разнообразным причинам. Врач, обученный этой методике, может проводить массаж в течение длительного времени, поддерживая кровообращение в организме и предохраняя таким образом наиболее чувствительную к недостатку кислорода кору головного мозга от необратимых нарушений, пока не восстановится самостоятельная деятельность сердца.

В нашей лаборатории изучалась возможность оживления пораженных токком путем применения каждого из этих двух способов устранения гипоксии сердца. Опыты ставились на собаках весом 20 кг, находившихся под пантопоновым наркозом. В тех опытах, в которых проводилась торакотомия для прямого массажа сердца, помимо пантопона, вводили также и пентотал в вену.

Опыты, в которых гипоксия сердца устранялась нагнетанием крови в артерию, проводились научными сотрудниками лаборатории А. М. Гурвичем, Е. С. Золотокрылиной, Н. М. Рябовой.

Поражение собак электрическим током достигалось включением их в осветительную сеть 127 в с помощью электродов-игл, вколотых под кожу одной передней и одной задней конечности. Включение электродов на 2 сек в сеть неизменно приводило к наступлению фибрилляции сердца у подопытных собак, что устанавливалось по внезапному падению артериального давления и соответствующему изменению вида электрокардиограммы. Оживление собак начинали в отдельных опытах через 6—10 мин после нанесения электротравмы. Мероприятия по оживлению заключались: 1) в нагнетании крови, содержащей адреналин и глюкозу, в одну из бедренных артерий центрипетально, т. е. по направлению к сердцу; 2) в проведении искусственного дыхания с помощью аппарата, создающего активный вдох и выдох; 3) в последующем, после нагнетания 300—400 мл крови, в дефибрилляции сердца с помощью импульсного дефибриллятора. Дефибрилляция проводилась с помощью электродов, наложенных на правую и левую стороны грудной клетки, где они закреплялись туго натянутой резиновой лентой. Напряжение, необходимое для дефибрилляции, колебалось в пределах 4000—5000 в на конденсаторе аппарата, что соответствовало 1500—1800 в между электродами. В результате проведенных опытов было обнаружено одно весьма важное обстоятельство — необходимость одновременно с нагнетанием крови проводить кровопускание из вены с тем, чтобы не переполнить сердце. Соблюдая это условие, нам удавалось добиться полного восстановления всех жизненных функций организма у подопытных животных даже в случае оказания помощи лишь спустя 10 мин после поражения. Как нам стало известно, доктор Пелешко, применяя аналогичную методику в Че-

хословакии, также достигал полного оживления собак при оказании им помощи через 10 мин и более после поражения.

При изучении возможности оживления собак, пораженных током, с помощью массажа сердца проводились следующие варианты опытов. В одной серии опытов, проведенных сотрудниками лаборатории Н. М. Рябовой, Е. С. Золотокрылиной и Колгановой, грудная клетка вскрывалась сразу же после поражения и массаж начинали спустя 2 мин после нанесения электротравмы. Такой рано начатый массаж при наличии хорошего тонуса миокарда позволял поддерживать достаточный уровень артериального давления от 60 до 100 мм рт. ст. без применения адреналина или других тонизирующих средств. Эффективность массажа начинала снижаться лишь через 30—45 мин после его начала. Сердце можно было дефибриллировать спустя 60 мин после начала массажа с тем, чтобы восстановить спонтанную его деятельность. Собаки оставались в живых даже при часовой длительности массажа, но требовали тщательный уход за операционной раной в течение многих дней после опыта.

Другой вариант опытов по применению массажа заключался в испытании возможности оживления животных при оставлении их без помощи в течение более длительного времени — 7—8 мин. Проведенные пока лишь единичные опыты показали, что животные, перенесшие таким путем более длительную клиническую смерть, являются вполне жизнеспособными. Эти собаки на следующий день после опыта были в состоянии подниматься на ноги и адекватно реагировали на окружающую обстановку.

Было бы, разумеется, непростительной ошибкой принизить роль помощи, оказываемой путем проведения одного лишь искусственного дыхания и практикуемой до сих пор при электротравмах, до внедрения новых более совершенных способов помощи. Никто не вправе заключить, что потеря сознания и прекращение дыхания при поражении переменным током в 220 или в 380 в всегда обусловлены наступлением фибрилляции сердца и что, следовательно, проведение одного лишь искусственного дыхания является бесцельным. Известны случаи, когда длительно проведенное искусственное дыхание спасло жизнь пострадавших от электротравмы, вызванной током низкого напряжения. Надо полагать, что у человека возможно прекращение дыхания от действия переменного тока, недостаточного по своей силе, чтобы вызвать фибрилляцию. Естественно, что в таких случаях пострадавший может быть оживлен одним только искусственным дыханием, а раннее его прекращение может обречь на гибель еще жизнеспособный организм.

Наряду с этим при поражении токами высокого напряжения причиной видимой смерти может быть одно лишь поражение нервных центров дыхания. Обратимость этого нарушения зависит от скорости оказания помощи. Малейшее промедление с началом искусственного дыхания может стоить жизни пострадавшему; то же следует сказать и в отношении настойчивости и длительности его проведения.

Ввиду ряда технических неудобств применения искусственного дыхания известными ручными способами недавно вновь было предложено проводить его вдуванием «изо рта в рот» с помощью короткой трубки из плотной малоэластичной резины. Еще более эффективным является применение портативных ручных аппаратов в виде резиновых баллонов, с помощью которых можно вдувать через маску большое количество (до двух литров) воздуха. Выдох совершается пассивно, для чего в аппарате предусмотрен клапан. Имеется отечественный дыхательный портативный аппарат (ДПА-2), построенный на таком принципе. Этот аппарат может быть у каждого работающего на линии. Обучить его применению не представляет трудностей.

Для внедрения современных методов оживления организма в практику первой помощи при электротравме необходимы соответствующие организационные меры. В первую очередь должны быть подготовлены специальные лица, обученные новым методам оживления, и обеспечено изготовление аппаратуры, применяемой для оживления. К этой аппаратуре следует причислить, помимо дефибрилляторов и аппаратов для искусственного дыхания, портативные электрокардиоскопы, с помощью которых можно было бы быстро узнать, в каком состоянии сердце — находится ли оно в состоянии фибрилляции или же совершает слабые сокращения.

Из упомянутых двух способов восстановления сердца — нагнетания крови в артерию и вскрытия грудной клетки для прямого массажа — нам кажется более целесообразным при остановке сердца применять массаж. Клиническая практика показывает, что благодаря этому средству была спасена жизнь многих больных, у которых внезапно прекратилась деятельность сердца. Об одном таком случае недавно сообщил известный американский хирург Бек. Врач, у которого были симптомы инфаркта миокарда, упал без сознания при выходе из амбулатории. Он был тут же доставлен в помещение, где после установления у него отсутствия пульса ему вскрыли грудную клетку и стали проводить прямой массаж сердца. Поскольку причиной остановки сердца в данном случае явилось внезапное наступление фибрилляции, была проведена дефибрилляция его. Несмотря на то, что больной был пожилого возраста и у него имелось заболевание сердца, он поправился и через 6 месяцев был в состоянии вернуться на работу.

При остановке сердца не следует выслушивать его, менять манжетку для определения артериального давления, вводить адреналин в сердце, ожидать доставки электрокардиографа и других приборов в случае исчезновения пульса на больших артериях, а необходимо немедленно вскрыть грудную клетку для проведения прямого массажа. Следует отметить, что возможность оживления сердца стала сейчас известной не только врачам, но и широкой публике. В частности, был такой случай, когда родственники больного подали жалобу на врача за то, что он умирающему больному не решился провести прямой массаж сердца.

В заключение следует сказать, что вопрос о рационализации мер помощи при электротравме требует своего неотложного решения. На данной конференции в первую очередь нам следует решить вопрос об обеспечении лечебных учреждений, пунктов скорой помощи и здравпунктов на крупных предприятиях всеми необходимыми средствами для оживления организма. Надо добиться, чтобы промышленность, выпускающая медицинскую аппаратуру, наладила производство аппаратов для искусственного дыхания и дефибрилляции сердца в достаточном количестве. Необходимо также внести соответствующие изменения в инструкции по оказанию первой помощи, что должно быть предусмотрено в решениях настоящей конференции.
