

отбора больных к оперативному вмешательству. Отсутствие положительного эффекта от кислородной терапии позволяет предположить наличие значительных изменений в организме и глубоких расстройств в гемодинамике и процессах газообмена, ставящих под сомнение целесообразность операции на сердце.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Горбункова В. А. Сов. мед., 1, 13—15, 1954.— Куприянов П. А. и Гаджиев С. А. Хир., 4, 9—17, 1956.— Федун А. А. Сборник научных работ слушателей, 13—19, Харьков, 1954.
- Vogaert A., Fannes E., Buytaert L. Arch. mal. coeur, vaisseaux, 46, 7, 652—664, 1953.— Carloti J. et coll. Arch. mal. coeur, vaisseaux, 5, 412—447, 1952.— D'Alaines F., Dubost C., Blondeau. Mém. Acad. chir., 79, 572—581, 1953.— Dexter L. Bull. N. Y., Acad. Med., 2, 90—105, 1952.— Mc Gregor M., Bothell T. H., Zion M. M., Bradlow B. A. Am. Heart J., 46, 2, 187—194, 1953.— Mlczoch F. Wiener Z. innere Med., 36, № 5, 195—199, 1955.— Л а г р а б е е J. E. a. oth. Proc. Staff Meet. Mayo Clin., 24, 316—326, 1949.

Поступила 9/IV 1957 г.

Адрес автора: Москва, Б. Серпуховская, д. 27, Институт хирургии им. А. В. Вишневского АМН СССР.

### МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СЕРДЦЕ ПОСЛЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДЕФИБРИЛЛЯЦИИ И ПРЯМОГО МАССАЖА

Кандидат мед. наук *Л. Д. Крымский* и *Б. М. Цукерман*

Из Института хирургии им. А. В. Вишневского АМН СССР  
(дир.— проф. А. А. Вишневский)

Вопрос о морфологических изменениях в сердце после применения электрической дефибрилляции и массажа в отечественной литературе не освещен. В связи с развитием хирургии сердца резко возросла нужда в эффективных средствах борьбы с фибрилляцией желудочков и остановкой сердца во время операции, что привело к необходимости применять электрическую дефибрилляцию и массаж сердца при лечении терминальных состояний.

Наибольшее распространение за рубежом получил метод серийной дефибрилляции по Уиггерсу (С. Wiggers, 1936), который заключается в воздействии на фибриллирующее сердце подряд 3—7 электрошоками переменным током от городской сети. Напряжение тока — 110 вольт, сила — 1—1,5 ампера, продолжительность каждого электрошока — 0,5—1 секунда. Интервал между смежными воздействиями 1—2 секунды. В клинике метод Уиггерса впервые был успешно применен в 1947 г. Беком, Притчардом и Фейлем (С. Beck, W. Pritchard a. H. Feil). Частые случаи ожога сердца при его дефибрилляции переменным током побудили к изысканию условий электрической дефибрилляции эффективной и не травмирующей сердце.

В 1951 г. Маккей, Мослин и Лидс (R. Mackay, K. Mooslin a. S. Leeds), а в 1953 г. Лейн и Мейсон (H. Lane a. G. Maisson) обнаружили зависимость между травмирующим действием электрического тока на сердце и продолжительностью воздействий. Они установили, что при дефибрилляции ожоги тем тяжелее, чем больше продолжительность дефибриллирующего тока. При этом оказалось, что уменьшение продолжительности электрического воздействия на сердце приводит к уменьшению его эффективности как средства, прекращающего фибрилляцию. Выход из создавшегося противоречия авторы видят в предложении применять воздействия на сердце продолжительностью не более 0,1—0,5 секунды.

В 1954 г. в работе Кирбай, Джонсона, Энгельберга и Ровиса (С. Kirby, J. Johnson, J. Engelberg a. R. Rovis) упомянуто о ряде клинических наблюдений, в которых, несмотря на успешную дефибрилляцию сердца переменным током напряжением 220 вольт, больные умерли в 1-е сутки после операции. На секции у всех больных были найдены ожоги миокарда. Авторы, изучив в эксперименте воздействия переменным током разной силы и продолжительности, установили, что одиночный электрошок напряжением тока до 270 вольт хорошо прекращает фибрилляцию сердца. Видимые повреждения сердца не возникали в случаях, когда продолжительность электрошока не превышала 0,1 секунды.

В зарубежных кардиологических клиниках широкое распространение получили дефибрилляторы, в конструкции которых не предусмотрено автоматическое ограничение продолжительности воздействия. Замыкание тока на сердце производят от руки или ножным ключом. При этом крайне трудно ограничить время замыкания тока 0,1 секунды, особенно в условиях напряженной обстановки операционной.

Обоснованный Н. Л. Гурвичем (1939) метод прекращения фибрилляции желудочков воздействием на сердце одиночных разрядов конденсатора обладает рядом достоинств: высокой эффективностью, кратковременностью воздействия (0,02 секунды), отсутствием угнетающего влияния на функциональное состояние сердца (А. А. Аюбян и др., 1954; Б. М. Цукерман и Н. Л. Гурвич, 1956).

Метод дефибрилляции сердца разрядом конденсатора в настоящее время принят в отечественных клиниках, разрабатывающих вопросы хирургии сердца и крупных сосудов (А. Н. Бакулев, Е. Н. Мешалкин, А. А. Вишневецкий, П. А. Куприянов).

Применение электрической дефибрилляции во время операций на людях обогнало морфологические и экспериментальные исследования, которые должны были бы предшествовать использованию этого метода лечения в клинике.

Возникновение подэпикардиальных кровоизлияний в результате прямого массажа и дефибрилляции сердца переменным током описано Педди, Крич и Халиерт (G. Peddie, O. Creech and Halpert). Относя эти изменения главным образом за счет массажа сердца, авторы не имеют все же достаточного материала для оценки вреда, наносимого сердцу каждым из этих воздействий в отдельности.

При анатомическом исследовании трупов 3 людей, которым по поводу остановки сердца и фибрилляции желудочков во время операции были применены массаж сердца и дефибрилляция желудочков разрядами конденсатора, мы обнаружили множественные очаги кровоизлияний под эпикардом и в толще миокарда.

У больного П., 29 лет, 2/X 1955 г. во время операции комиссуротомии по поводу митрального стеноза после закрытия левой плевральной полости внезапно появилось клокочущее дыхание и синюха. Артериальное давление упало, наступила резкая брадикардия. Начато искусственное дыхание, нагнетание крови в артерию и массаж сердца. Для прекращения возникшей фибрилляции желудочков четырежды воздействовали на сердце разрядами конденсатора дефибриллятора напряжением от 1000 до 2500 вольт. Прямой массаж сердца производили непрерывно в течение часа. Несмотря на принятые мероприятия, больной скончался от острого отека легких. На секции в толще перикарда слева, справа и под эпикардом задней стенки правого желудочка — множественные, местами сливающиеся друг с другом очаги кровоизлияний. Единичные точечные кровоизлияния обнаружены под эпикардом левого желудочка спереди, у основания сердца. В толще миокарда межжелудочковой перегородки спереди, у основания, располагался очаг кровоизлияния величиной с крупный лесной орех, занимавший весь поперечник перегородки.

Больной К., 18 лет, начали производить операцию комиссуротомии по поводу митрального стеноза 20/XI 1956 г. После отведения кожно-мышечного лоскута у больной появились клонико-тонические судороги с потерей сознания и резко выраженный цианоз. Пульс исчез. На электрокардиограмме — брадикардия и признаки кислородного голодания миокарда. Через короткий промежуток времени наступила фибрилляция желудочков. На протяжении последующих 55 минут применены искусственное дыхание, непрерывный массаж сердца, введение в полости сердца адреналина и хлористого кальция. Дважды (для устранения повторно возникавшей фибрилляции) на сердце воздействовали разрядами конденсатора напряжением 2000 вольт. Фибрилляция желудочков была прекращена, но больная погибла от остановки сердца, наступившей в связи с резчайшей гипоксемией. На секции под эпикардом во всех отделах сердца, преимущественно в области левого желудочка, были обнаружены множественные мелкие и крупные очаги кровоизлияний, местами сливающиеся друг с другом. Под эндокардом и в толще миокарда — множественные мелкие очаги кровоизлияний. При гистологическом исследовании сердца очаги кровоизлияний были обнаружены в передней стенке правого желудочка (в эпикарде), в задней стенке правого желудочка (в толще эпикарда и в поверхностных слоях миокарда), в передней и задней стенках левого желудочка (в толще эпикарда).

Больному К., 18 лет, 3/I 1957 г. была произведена операция комиссуротомии по поводу митрального стеноза. Через 10 часов после операции наступила смерть от острого малокровия, развившегося в результате кровотечения из легочной артерии, поврежденной во время операции. Больного срочно оперировали (повторно), ушили дефект в стенке легочной артерии. В связи с наступившей при этом остановкой сердца были применены мероприятия для оживления, в том числе массаж сердца, который продолжали в течение часа. Так как фибрилляции желудочка не наблюдалось, электрический дефибриллятор не был применен. Оживить больного не удалось. На вскрытии под эпикардом, в передней, задней и боковых поверхностях сердца были обнаружены множественные мелкие и крупные очаги кровоизлияний. При гистологическом исследовании

очаги кровоизлияний были обнаружены в толще эпикарда передней и задней стенок левого желудочка и задней стенки правого желудочка.

Таким образом, массаж сердца был произведен 3 больным, а электрическая дефибрилляция только 2. У всех 3 пациентов были обнаружены множественные очаги кровоизлияний в сердце. На основании этих данных можно предположить, что наиболее грубые изменения в сердце (очаги кровоизлияний) развиваются не столько от электрической дефибрилляции, сколько от применения массажа. Это предположение следовало проверить в эксперименте на животных.

Задачей экспериментальной части исследования являлось изучение морфологических изменений, возникающих в сердце после применения массажа и электрической дефибрилляции. Нужно было установить, какое же из воздействий на сердце — массаж или применение электрического дефибриллятора (т. е. разрядов конденсатора разной силы) — вызывает множественные очаги кровоизлияний в эпикарде и в миокарде, которые мы обнаружили при анатомическом исследовании трупов людей. При помощи экспериментально-морфологического метода исследования нужно было решить вопрос о целесообразности применения массажа и электрической дефибрилляции в хирургической кардиологической клинике. Важно и то, что осложнения, связанные с лечением терминальных состояний, еще не изучены и поэтому требуют самого пристального внимания.

Подопытными животными были собаки. Животным давали морфинно-барбиталовый наркоз. Фибрилляцию желудочков вызывали раздражением сердца слабым (10 вольт) переменным током. Прекращение фибрилляции желудочков сердца производили при помощи аппарата — дефибриллятора, изготовленного на опытном заводе Всесоюзного электротехнического института им. В. И. Ленина (этот же дефибриллятор применяли в клинике). Конденсатор аппарата емкостью в 24 микрофарады заряжали до напряжения от 500 до 6000 вольт. Разряд конденсатора на животное проходит по электрической цепи, в которую было включено индуктивное сопротивление 0,25 генри. Проходя через сопротивление, величина и форма разряда несколько изменялись: амплитуда его уменьшалась, а продолжительность увеличивалась. На выходе прибора дефибриллирующий импульс имел следующую характеристику: продолжительность его составляла около 0,01 секунды, а амплитуда — около  $\frac{1}{3}$  от напряжения заряда конденсатора. Один (заземленный) электрод дефибриллятора, смоченный 20% раствором поваренной соли, плотно фиксировали к предварительно выбритой коже животного. Собаку укладывали так, чтобы своим весом она прижимала электрод к операционному столу. Второй электрод на время воздействия разрядом плотно прижимали к сердцу. Размер этого электрода выбирали таким, чтобы он закрывал всю обращенную к разрезу в грудной клетке поверхность сердца. Электрод обертывали тремя слоями марли и смачивали физиологическим раствором. Во время опыта собакам производили искусственное дыхание. Для изучения зависимости между морфологическими изменениями в сердце и силой разряда в разных опытах на сердце воздействовали разрядами от 500 до 6000 вольт.<sup>1</sup> В ряде опытов применяли массаж сердца. Его осуществляли ритмическим сжатием сердца между первым и остальными четырьмя пальцами одной руки, с частотой 80—120 движений в минуту. Тотчас по окончании опыта сердце у собаки вырезали и фиксировали в 10% растворе формалина.

Всего под опытом было 11 собак. 8 собакам воздействовали на сердце разрядами разного напряжения, прекращающими фибрилляцию желудочков (без массажа сердца). 3 собакам, помимо электрической дефибрилляции, производили массаж сердца.

После электрической дефибрилляции в сердце при макроскопическом исследовании никаких изменений найти не удалось. После применения массажа при макроскопическом исследовании в сердце у всех собак были обнаружены множественные, местами сливающиеся друг с другом, крупные и мелкие очаги кровоизлияний в эпикарде (преимущественно — левого желудочка).

Мы старались произвести как можно более полное и тщательное гистологическое исследование сердца. Для этого были изучены все отделы сердца: передняя и задняя стенки левого и правого желудочков, правое и левое предсердия, межжелудочковая перегородка, ушки левого и правого предсердий. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином, по Ван-Гизону и шарлахотом.

У всех 3 собак после массажа сердца, который производили в течение 2 $\frac{1}{2}$ , 10 и 16 минут, в передней и задней стенках левого желудочка

<sup>1</sup> Напряжение заряда конденсатора определяли по показаниям киловольтметра дефибриллятора.

обнаружены множественные массивные, местами сливающиеся друг с другом очаги кровоизлияний в толще эпикарда. Скопления эритроцитов пронизывают строму жировой клетчатки эпикарда. Местами обнаружены разрывы стенок резко растянутых и переполненных кровью вен в эпикарде. Отмечены «рыхлые» скопления сегментоядерных лейкоцитов в толще эпикарда. Местами — нежный налет фибрина на эпикарде и отек его. Очаги кровоизлияний в миокарде обнаружены у 2 собак из 3. В толще миокарда передней и задней стенок левого желудочка — множественные, местами сливающиеся друг с другом очаги кровоизлияний (в средних, наружных и внутренних слоях миокарда; в средних слоях — больше всего), в интерстициальных межмышечных прослойках, по ходу резко расширенных, переполненных кровью вен. Местами в миокарде обнаружены резко деформированные артерии среднего и крупного калибров: стенки их сматы, вдавлены, местами напоминают трехлопастной гребной винт. Обращает на себя внимание резкое расширение вен не только в эпикарде, но и во всей толще миокарда.

У 1 собаки из 3, которой производили массаж сердца 2½ минуты, в толще миокарда межжелудочковой перегородки обнаружены очаги кровоизлияний вокруг резко расширенных, переполненных кровью вен и отек подэндокардиальной соединительной ткани. Прочие отделы сердца не были изменены.

После электрической дефибрилляции (без массажа) в сердце у всех 8 собак не было обнаружено очагов кровоизлияний. У 5 собак в передней и задней стенках левого желудочка, в эпикарде сосуды всех калибров (особенно крупные, преимущественно артерии) были расширены, переполнены кровью. У 3 собак после электрической дефибрилляции не было обнаружено расширения сосудов в миокарде и эпикарде.

В одном из опытов, во время которого фибрилляцию сердца вызывали и прекращали 26 раз (10 раз разрядами меньше 1000 вольт, 14 — от 1000 до 2000 вольт и 2 раза — 6000 вольт), гиперемия сосудов в эпикарде и поверхностных слоях миокарда была не больше, чем в опыте, в котором на сердце воздействовали всего лишь 3 разрядами напряжением 1000 вольт.

Таким образом, даже при большом числе разрядов конденсатора и высоком напряжении тока очагов кровоизлияний в сердце не возникало.

В клинической практике нет нужды в применении большого числа разрядов конденсатора столь высокого напряжения, поэтому применение электрической дефибрилляции в клинике тем более не будет вызывать морфологических изменений в сердце. Незначительные изменения, обнаруженные в сердце после применения электрической дефибрилляции, носят, по-видимому, функциональный характер. Можно утверждать, что электрическая дефибрилляция разрядами конденсатора практически безвредна и может без опасения применяться в клинике.

Иначе обстоит дело с применением массажа сердца в клинике. При этом, часто спасительном, но грубом методе «лечения» возникают тяжелые изменения в сердце; множественные очаги кровоизлияний в толще эпикарда и миокарда, отек эпикарда, фибринозный перикардит, местами резко деформируются стенки артерий в толще миокарда. Под влиянием механического раздражения в эпикарде начинают скапливаться группы сегментоядерных лейкоцитов. В изученных нами препаратах очаги кровоизлияний локализуются чаще всего в толще эпикарда и в средних слоях миокарда. Появление очагов кровоизлияний под эндокардом очень редкое явление.

У 2 собак в миокарде была обнаружена фрагментация сердечных мышечных волокон. Зависимости между появлением фрагментации мышечных волокон и применением электрической дефибрилляции и массажа сердца отметить не удалось.

Морфологические изменения, возникающие в сердце под влиянием массажа, в значительной мере обусловлены чисто механическими причинами. Больше всего очагов кровоизлияний обнаружено в передней и задней стенках левого желудочка, поскольку именно эти отделы сердца больше всего травмировались во время массажа. Передняя и задняя

стенки правого желудочка, правое и левое предсердия, ушки правого и левого предсердий не были объектом применения мускульной силы во время ручного массажа сердца, поэтому в этих отделах сердца, как правило, нет очагов кровоизлияний.

Следует отметить, что в результате применения массажа в сердце возникало расширение вен; применение электрической дефибрилляции вызывало расширение артерий. Другими словами, массаж сердца вызывает распространенную венозную гиперемия, электрическая дефибрилляция — артериальную гиперемия на ограниченном участке. Следовательно, гиперемия, возникающая в сердце под влиянием электрических и механических воздействий, качественно различна. На основании анализа данных вскрытия людей и животных, которым был применен массаж сердца, можно утверждать, что эту манипуляцию следует производить в соответствии с точным знанием анатомии органа.

Так, у больного П. на вскрытии был обнаружен массивный очаг кровоизлияний в межжелудочковой перегородке, который мог затруднить прохождение импульсов по ножкам пучка Гиса. У 1 животного после применения массажа сердца в эксперименте в межжелудочковой перегородке возникли аналогичные изменения.

Можно предположить, что очаги кровоизлияний в межжелудочковой перегородке возникали в том случае, если сердце во время массажа сминали вдоль расположения межжелудочковой перегородки (спереди назад) вследствие ритмического сдавливания ее противоположных концов.

На основании наших экспериментально-морфологических исследований мы пришли к заключению, что в клинике массаж сердца следует применять с большой осторожностью, с минимальным употреблением мускульной силы, с учетом всех условий, обеспечивающих наименьшую травматизацию сердца. Учитывая наши экспериментальные данные, не следует опасаться применять большое число разрядов конденсатора при повторно возникающей фибрилляции желудочков.

### Выводы

1. Под влиянием массажа сердца в эпикарде и в толще миокарда передней и задней стенок левого желудочка и межжелудочковой перегородки возникают множественные очаги кровоизлияний, отек эпикарда, ограниченный фибринозный перикардит, скопления сегментоядерных лейкоцитов в эпикарде, расширение сосудов (преимущественно вен) во всей толще миокарда и в эпикарде.

2. Электрическая дефибрилляция разрядами конденсатора, вне зависимости от числа разрядов и их напряжения (до 6000 вольт), не вызывает морфологических изменений в сердце, если не считать расширения сосудов (преимущественно артерий) в эпикарде и в наружных слоях миокарда.

### ЛИТЕРАТУРА

- Акопян А. А., Гурвич Н. Л., Жуков И. А., Неговский В. А. Электричество, 10, 43—49, 1954.— Бакулев А. Н. и Мешалкин Е. Н. Врожденные пороки сердца, Медгиз, 1955.— Гурвич Н. Л. и Юньев Г. С. Бюлл. эксп. биол. и мед., т. VIII, в. 3, 55—58, 1939.— Цукерман Б. М. и Гурвич Н. Л. Эксп. хир., 3, 38—44, 1956.
- Besck C. S., Pritchard W. H. a. Feil H. S. Journ. Am. Med. Ass., 135, 985, 1947.— Kirby C. K., Johnson J., Engelberg J. a. Rovis R. Surg. Forum. Clinical Congress of the Am. Coll. of Surg., v. IV, 100, 1954.— Lane H. E. a. Maisson G. L. Am. Journ. Physiol., 172, 2, 417—426, 1953.— Mackay R. S., Mooslin K. E. a. Leeds S. E. Ann. Surg., 134, 2, 173—185, 1951.— Peddie G. H., Creech O. a. Halpert. Surg., 40, 3, 481—487, 1956.— Prevost J. L. et Battelli F. Journ. de physiol. et de pathol. gén., 1, 427, 1899.— Wiggers C. J. Am. Heart Journ., 20, 413, 1940.

Поступила 14/III 1957 г.

Адрес Л. Д. Крымского: Москва, Б-140, Краснопрудная ул., д. 30/34, кв. 111.