Актуальная тема

Дефибрилляция

А.Н. Толстых, С.А. Федотов, Л.Л. Стажадзе, НПЦ ЭМП

Внезапная сердечная смерть является лидирующей причиной смерти в мире [1]. К понятию «смерть от остановки сердца» (внезапная коронарная смерть) относят случаи смерти в присутствии свидетелей, наступающей мгновенно или в пределах 1 часа от появления первых острых симптомов заболевания, когда отсутствуют убедительные данные, позволяющие поставить другой диагноз [2, 3]. Таким образом, основными составляющими являются фактор времени и условие «неожиданности» [3].

Частота внезапной сердечной смерти по данным Американского Кардиологического Колледжа и Американской Ассоциации Сердца составляет: в возрасте 30—39 лет — 5,9%; в возрасте 40—49 лет — 20,2%; в возрасте 50—59 лет — 28,3%; в возрасте 60—69 лет — 44,7%. Среди внезапно умерших преобладают мужчины (в 2,5—4 раза чаще, чем женщины). Наиболее часто внезапная сердечная смерть наступает в предутренние и ранние утренние часы, а также в первую половину дня (около 50%). В 69% всех случаев внезапной сердечной смерти наступает дома, в 18% — на улице или транспорте, в 7% — на работе, 6% — в иных местах [4].

Остановка сердца, как правило, обусловлена фибрилляцией желудочков и трансформирующимися в нее желудочковыми аритмиями и брадиаритмиями, переходящими в асистолию сердца. Частым механизмом внезапной остановки кровообращения также является электромеханическая диссоциация сердца [5, 7].

Все аритмии — это результат изменения основных функций сердца: автоматизма, возбудимости и проводимости. Они развиваются при нарушении формирования потенциала действия клетки и изменения скорости его проведения в результате изменения калиевых, натриевых и кальциевых каналов. Нарушения натриевых, калиевых и кальциевых каналов зависит от симпатической активности, уровня ацетилхолина, мускариноподобных М2-рецепторов, АТФ и др. Таким образом, в основе любой жизнеопасной аритмии и аритмической остановки сердца лежит электрическая нестабильность миокарда. Поэтому, главной целью терапии является устранение разрозненных, хаотичных сокращений отдельных мышечных пучков (фибрилл) с восстановлением сократительной деятельности желудочков сердца.

Основным методом терапии данных состояний является дефибрилляция, которую можно разделить на механическую (прекардиальный удар), фармакологическую и электрическую.

Дефибрилляция (лат. приставка de- означающая устранение, прекращение + позднее лат. — fibrillatio — быстрые сокращения мышечных волокон; дословно — устранение фибрилляции желудочков сердца или предсердий) — воздействие импульса постоянного электрического тока с достаточной энергией, механического или химического агента для деполяризации миокарда, что позволяет водителю ритма 1-го порядка (синусовый узел) возобновить контроль над сердечным ритмом.

Прекардиальный удар упоминается в литературе как способ восстановления сердечной деятельности. Он является важным промежуточным этапом перед началом более радикальных действий, поскольку даже в отделениях реанимации не всегда может быть обеспечена немедленная готовность электрического дефибриллятора.

Механизм действия прекардиального удара основан на попытке перевести механическую энергию сотрясения сердца в электрический импульс, который вызовет деполяризацию желудочков и их сокращение. Это своего рода механический водитель ритма. Если гипоксия миокарда не зашла слишком далеко (остановка сердца не более 30—40 секунд), это может привести к восстановлению сердечных сокращений при фибрилляции и высокой тахикардии без пульса [6]. Вероятность восстановления эффективной электрической активности и соответственно насосной функции сердца при помощи прекардиального удара крайне низкая [7]. По данным других источников эффективность прекардиального удара составляет 50—70 % [8].

Медикаментозная дефибрилляция (d. cordis medicamentosa) достигается путем введения в полость левого желудочка противоаритмических лекарственных средств в сочетании с массажем сердца. Устраняя фибрилляцию желудочков сердца путем угнетения сократительной способности миокарда, она препятствует немедленному налаживанию эффективной сердечной деятельности. Дефибрилляция может проявиться через 5—10 мин, так как это время необходимо для распределения препаратов в сердечной мышце.

Возможные осложнения: пневмоторакс при пункции латеральнее окологрудинной линии, гемоперикард при использовании игл большого диаметра, риск повреждения проводящей системы сердца и коронарных сосудов. Медикаментозная стимуляция должна начинаться как можно быстрее и повторяться через каждые 5 мин.

Мнение, что оптимальным методом введения лекарственных препаратов является внутрисердечный путь, за последние годы претерпело изменения. Исследования последних лет убедительно доказали, что внутривенное или внутрикостное введение лекарственных препаратов эффективо и предпочтительнее эндотрахеального.

В 1771 году Л. Гальвани открыл в мышцах электрические токи, а в 1791 году обнаружил, что электрическая стимуляция сердца лягушки приводит к сокращению сердечной мышцы [11].

Понятие «фибрилляция желудочков» ввели M. Hoffa и C. Ludwig в 1850 году, которые вызвали остановку сердца с помощью слабых электрических стимулов [12]. Первое предположение о связи внезапной смерти с фибрилляцией желудочков было высказано в 1889 году J. Mac Williams [13]. В дальнейшем это предположение подтверждено Жаном-Луи Прево и Фредериком Бателли в 1899 году. Ими была обнаружена связь между внезапной смертью, аритмиями и воздействием электричества [14].

Первый официально документированный случай успешного оживления человека с помощью применения электрических импульсов для оказания помощи при внезапной смерти относится к 16 июля 1774 года. Об этом сообщил член Лондонского Королевского гуманитарного общества Чарльз Кайт. Он описал случай возвращения к жизни трехлетней девочки после воздействия электрического разряда с использованием лейденской банки [15].

Идея импульсного прерывания фибрилляции принадлежит отечественным ученым Н.Л. Гурвичу и Л.С. Юниеву в 1939 году. Их теория заключалась в том, что можно использовать более слабые электрические поля, не вызывающие паралич сердечной мышцы, а производящие синхронизацию сердечной деятельности.

Во второй половине 20-го века утвердилась теория о том, что синхронизацию сердечной деятельности обусловливает индуцированное шоком удлинение рефрактерного периода кардиомиоцитов [16].

В 1952 г. американский ученый П. Золл, показал, что «наружная электрокардиостимуляция является методом выбора неотложной терапии при неожиданной остановке кровообращения в результате асистолии сердца», а также была обоснована воз-

можность наружной трансторакальной дефибрилляции и создание имплантируемых кардиостимуляторов [17] .

В 1952 году начато производство первого в мире серийного дефибриллятора с монополярным импульсом конструкции Н.Л. Гурвича. Аппарат изначально был рассчитан для применения в клинике на выполнение дефибрилляции без вскрытия грудной клетки. В 1957 году Н.Л. Гурвичем был создан первый в мире дефибриллятор конденсаторного типа, а в 1962 году началось их серийное производство.

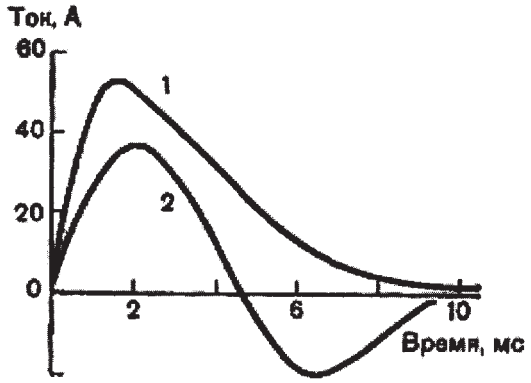
В 1962 году B. Lown предложил метод дефибрилляции, основанный на подаче электрического разряда, синхронизированного с сердечным циклом. Сам метод был назван — кардиоверсией [18].

В 1966 году Edmark с соавт. сообщили об успешном применении открытой дефибрилляции у пациентов, которым выполнялись хирургические вмешательства на органах грудной клетки. Форма волны дефибриллирующего разряда представляла собой монополярный (однофазный) импульс. Поэтому и сейчас очень часто волны разряда такой формы называют «волной Edmark » [19].

Первые дефибрилляторы, с применявшимся в них однофазным (монополярный) импульсом с быстро падающей интенсивностью, либо однофазным импульсом с экспоненциальной формой волны, были крайне громоздки и тяжелы. Потребность в миниатюрных, легких и эффективных устройствах привело к введению в практику бифазных экспоненциальных волн, которые позволяют прерывать фибрилляцию желудочков с применением более низких энергий.

В СССР первые данные о клиническом применении биполярного импульса, были опубликованы в 1969 году, а данные о клинических испытаниях дефибриллятора ДКИ 01 — в 1971 году [20]. Первые данные о применении дефибрилляторов с биполярным импульсом в США были опубликованы только в 1998 году.

В процессе дальнейших исследований от биполярного импульса с равными амплитудами полуволн пришлось отказаться по причине его неэффективности и была выбрана амплитуда второй полуволны, равная 65% от амплитуды первой [16]. Импульс такой формы носит название — импульс Гурвича.



1- монофазный импульс Edmark ; 2 - бифазный импульс Гурвича

Shneider T. с соавторами использовали разряд в 150 Дж (без увеличения интенсивности) и обнаружили, что двухфазная экспоненциальная волна способна прервать 92% случаев фибрилляции желудочков после первого же разряда, тогда как традиционный однофазный разряд делает то же самое только в 66% случаев [21].

Электроимпульсная терапия подразделяется на собственно дефибрилляцию и электрокардиоверсию.

Электрическая дефибрилляция (электрическая деполяризация сердца, контршок) осуществляется с помощью одиночного импульса тока достаточной силы и продолжительности, генерируемого в специальном аппарате — дефибрилляторе. Одиночный электрический импульс оказывает на миокард не угнетающее, а возбуждающее действие. При фибрилляции желудочков клетки миокарда могут находиться как в состоянии активного сокращения, так и в рефракторном состоянии или покое. Это не позволяет относительно слабому импульсу, исходящему из синусового узла, заставить весь миокард эффективно сокращаться. Электрический импульс дефибриллятора синхронизирует процесс возбуждения, т. е. приводит все клетки миокарда в состояние адекватной гомогенной реполяризации (не вызывая, однако, их сокращения). Спустя 300—500 мс сердце начинает самостоятельно эффективно сокращаться в ритме импульсов, исходящих из синусового узла при условии, что к этому времени энергетический потенциал миокарда еще сохранен или уже восстановлен с помощью искусственного кровообращения в результате проводимого массажа сердца.

Чтобы фибрилляция прекратилась, мощность электрического разряда должна быть равна или быть чуть больше так называемого порога дефибрилляции. Разряд меньшей величины не способен перевести весь миокард в состояние гомогенной реполяризации; дальнейшее же увеличение мощности электрического импульса сверх пороговой не влияет на повышение эффективности дефибрилляции. Более того, если мощность импульса достигает порога повреждения, фибрилляция желудочков под его воздействием может прекратиться, но вместо нормального синусового ритма возникают различные постконверсионные аритмии (единичные и групповые экстрасистолы, приступы суправентрикулярной и желудочковой тахикардии), а иногда полная атриовентрикулярная блокада или редкий идиовентрикулярный ритм.

Электрокардиоверсия — воздействие импульса постоянного электрического тока на миокард, синхронизированное с наименее уязвимой фазой электрической систолы желудочков. Электрокардиоверсия может быть плановой — восстановление ритма при стабильной гемодинамике и экстренной — проводится при различных тахиаритмиях с нестабильной гемодинамикой. Проводится под наркозом.

Главная цель современной дефибрилляции — успешно прервать желудочковую аритмию наименьшим разрядом, чтобы избежать повреждения миокарда, которое часто наблюдается при использовании высоких энергий. С одной стороны, нельзя допустить, чтобы разряд был слишком большим, но с другой стороны — слишком маленький разряд сам по себе способен вызвать аритмию.

В большинстве портативных дефибрилляторов, где разряд осуществляется вручную или в старых аппаратах с автоматическим разрядом, используется однофазный разряд. Однофазные волны монополярны — ток имеет только одно направление.

Двухфазный разряд в настоящее время применяется практически во всех новых моделях дефибрилляторов с автоматическим разрядом и в большинстве устройств с ручной подачей разряда. Двухфазные волны являются биполярными, поэтому ток проходит через сердце, а потом сразу меняет полярность и вновь проходит через миокард. В результате требуется меньшая энергия, необходимая для успешной конверсии тахиаритмий.

Бифазные дефибрилляторы, в зависимости от производителя, имеют различную форму импульса. Если рекомендованное производителем значение энергии неизвестно, а также не известен тип дефибриллятора (моно- или бифазный), то дефибрилляция проводиться с максимальным уровнем в соответствии со шкалой [7].

Многочисленные современные исследования показали, что при бифазной дефибрилляции нет смысла наращивать интенсивность разряда. Это позволяет сделать

вывод: двухфазная дефибрилляция наиболее эффективна и наименее вредна для миокарда. Так, в Рекомендациях Американской ассоциации кардиологов было отмечено: «Бифазная дефибрилляция с относительно низким разрядом равным 200 Дж безопасна и более эффективна для купирования фибрилляции желудочков, чем высокоэнергетические нарастающие однофазные разряды» [9].

Техника выполнения дефибрилляции

Электроды АНД должны накладываться на свободную от одежды грудную клетку пострадавшего. Можно использовать любую из 4 позиций электродов:

1-ая позиция: правый (грудинный) электрод накладывается на правый верхний передний (подключенный) отдел грудной клетки, а левый (верхушечный) электрод на левый нижний боковой отдел грудной клетки рядом с левой молочной железой;

2-ая позиция: правая и левая стенки грудной клетки (по двум осям) на уровне 4—5 межреберья по среднеподмышечным линиям;

3-ая позиция: левый электрод в стандартном верхушечном положении, а правый справа в верхней части спины в подлопаточной области;

4-ая позиция: левый электрод в стандартном верхушечном положении, а правый слева в верхней части спины в подлопаточной области.

Положение выбирается исходя из индивидуальных особенностей пациента. Чаще всего используют стандартное передне-боковое положение электрода (1-ая позиция).

Все 4 позиции электродов (передне-боковое, передне-заднее, переднее левое подлопаточное и переднее правое подлопаточное) одинаково эффективны для лечения аритмии предсердий и желудочков.

Осуществляют подачу разряда, затем в течение 2 минут проводят комплекс сердечно-легочной реанимации (СЛР).

Параметры дефибрилляции, рекомендуемые для взрослых: мощность каждого разряда при монофазной дефибрилляции составляет 360 Дж, при бифазной дефибрилляции мощность разряда равна 200 Дж.

При использовании максимальных и субмаксимальных разрядов необходимо помнить о феномене «оглушенного миокарда», выражающегося в изоэлектрической линии на мониторе (она не должна превышать 5 сек). В случае не восстановления самостоятельного кровообращения проводят базовый комплекс СЛР в течение 2 минут. После чего проводят второй разряд (360 Дж для монополярных, до 200 Дж для биполярных) и в случае неэффективности цикл повторяют. При отсутствии эффекта после третьего разряда добавляется амиодарон 5 мг/кг массы тела в/венно. Исследования ARREST и ALIVE показали большую эффективность амиодарона по сравнению с лидокаином [10]. Методика дефибрилляции заключается в чередовании разрядов с определенной энергией и двухминутной сердечно-легочной реанимацией.

Электроимпульсная терапия у детей имеет свои особенности. Фибрилляция желудочков, желудочковая тахикардия — явление у детей достаточно редкое, но не являющееся исключительным. Первый дефибрилляционный разряд подается с энергией 2 Дж/кг. Последующие разряды должны подаваться с энергией 4 Дж/кг и выше, но не более 9 Дж/кг или не выше максимального значения энергии для взрослых [7].

Эффективность дефибрилляции во многом зависит от трансторакального импеданса (сопротивление грудной клетки). Дефибрилляция осуществляется либо с помощью электродов многоразового использования, которые являются частью самого прибора, или же с помощью приклеивающихся одноразовых электродов. При использовании многоразовых электродов необходимо смазать кожу гелем, чтобы снизить трансторакальный импеданс. При этом нельзя допускать образования «гелевого

мостика» между электродами. Чтобы добиться оптимального контакта и снижения импеданса при проведении дефибрилляции на электроды необходимо обязательно надавливать с усилием до 8 кг (у детей не более 5 кг).

Одноразовые электроды уже обработаны специальным гелем для дефибрилляции. Площадь поверхности одноразовых наклеивающихся электродов больше поверхности многоразовых электродов. Это в свою очередь так же снижает трансторакальный импеданс. Наклеиваемые электроды обеспечивают хороший контакт с кожей, освобождают руки реаниматора, дают возможность непрерывного мониторирования ЭКГ.

При наличии имплантированного кардиостимулятора электроды обычно накладываются в передне-заднее или передне-боковое положение. Нежелательно накладывать электроды непосредственно на имплантированное устройство.

Ошибки при выполнении дефибрилляции:

— неправильное наложение электродов, плохой контакт с кожей, использование электродов маленького диаметра.

Основные правила безопасности при проведении дефибрилляции:

— грудь больного должна быть сухой;

— удалить дыхательную аппаратуру и кислород из зоны дефибрилляции;

— запрещается держать оба электрода в одной руке;

— заряд производится только тогда, когда оба электрода размещены на груди у пострадавшего;

—следует избегать прямого или непрямого контакта с пострадавшим при проведении разряда.

Таким образом, медикаментозная и электрическая дефибрилляция сердца являются сложными процедурами, требуют специальной подготовки персонала как в теоретическом, так и практическом плане на базе специализированных симуляционных классов.

В связи с внедрением автоматических наружных дефибрилляторов (АНД) необходимо обучать правилам их использования сотрудников немедицинских экстренных служб, а в последующем — все население.

Список литературы:

1. Go A.S. et al. Executive summary: heart disease and stroke statistics 2013 update: a report of American heart association// circulation 2013, vol. 127 n.1, pages 143-152.

2. Международная классификация болезней 10-го пересмотра (МКБ—10) НИИ СГЭУЗ им. Н. А. Семашко РАМН. — М., 1996.

3. Национальные Рекомендации по определению риска и профилактике внезапной сердечной смерти. Рабочая группа по подготовке текста рекомендаций: академик РАМН Шляхто Е.В. (Санкт-Петербург), профессор Арутюнов Г.П. (Москва), академик РАМН и член-корреспондент РАН Беленков Ю.Н. (Москва). Журнал «Клиническая практика» No 4, 2012.

4. Aufderheide T., Hazinski M.F., Nichol G., Steffens S.S., Buroker A., McCune R., Stapleton E., Nadkarni V., Potts J., Ramirez R.R., Eigel B., Epstein A., Sayre M., Halperin H., Cummins R.O.; American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; Council on Clinical Cardiology; Office of State Advocacy. Community lay rescuer automated external defibrillation programs: key state legislative components and implementation strategies: a summary of a decade of experience for healthcare providers, policymakers, legislators, employers, and community leaders from the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee, Council on Clinical Cardiology, and Office of State Advocacy // Circulation. — 2006. — Vol. 7, 113(9). — P. 1260-1270.

5. В.А.Кузнецов, А.В.Фанаков, Э.А.Шабалков, М.И.Бессонова, М.В.Лузина Применение автоматических наружных дефибрилляторовпри жизнеугрожающих тахиаритмиях в кардиологическом блоке интенсивной терапии, Филиал Научно-исследовательского института кардиологии Сибирского отделения Российской академии медицинских наук «Тюменский кардиологический центр», Тюмень, Российская Федерация. Вестник аритмологии, No 55, 2009, стр.10-13.

6. Семиголовский Н.Ю., Гайденко Г.В., Черняков Ю.М., Иванова Е.В., Тимофеева А.Б., Минченко И.Б. К вопросу о стандартах проведения дефибрилляции у больных реанимационного профиля // Материалы 6 Всероссийского съезда анестезиологов и реаниматологов. 1998. С. 227.

7. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010.// Resuscitation, 81 (2010), p. 1218-1286.

8. «Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве», В.Г. Бубнов, Н.В. Бубнова, ГАЛО , М., 2007, стр. 14

9. American Heart Association Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation 102:I-63, 2000.

10. A. Gullo et all. «Anesthesia Pain Intensive Care and Emergency Medicine - A.P.I.C.E.», Springer 2004, p 511-513.

11. Luigi Galvani, De viribus electricitatis in motu musculari commentarius, in De Bononiensi Scientiarum et Artium Instituto atque Academia Commentarii, vol. VII, Bononiae, Ex Typographia Instituti Scientiarum, 1791.

12. Hoffa M, Ludwig C. Einige neue Versuche uber Herzbewegung. Zeitschrift Rationelle Medizin. 1850; 9: 107—144.

13. MacWilliams J. Cardiac failure and sudden cardiac death //Brit. Med. J. — 1889. — Vol. 1. — P. 6—8.

14. Prevost JL, Batelli F: Sur quelques effets des descharges electriques sur le coeur des mammiferes. Acad. Sci. Paris, FR.: 1899; 129:1267—1268.

15. Lyons A., Petrucelli R. // Medicine. An illustrated history.— N.Y.: Abrams, 1978. — P. 278.

16. Gurvich N. L., Yuniev G. S. Restoration of regular rhythm in the mammalian fibrillating heart // Byulletin Eksper. Biol. & Med. — 1939. — Vol. 8. — P. 55—58.

17. Zoll P.M. Resuscitation of the Heart in Ventricular Standstill by External Electric Stimulation. New Eng J Med 1952; 247: 768-771

18. Lown B., Newman J., Amarasingham R. et al. Comparison of alternating current electroshock across the chest // Amer. J. Cardiol. - 1962. - Vol. 10. - P. 223 - 233.

19. Edmark K.W., Thomas G.I., Jones T.W. DC pulse defibrillation. J Thorac Cardiovasc Surg 1966; 51:326-33

20. Венин И.В., Гурвич Н.Л., Олифер Б.М., Пасичник Т.В., Савельев В.И., Сидоров В.Н., Цукерман Б.М., Шерман А.М. Дефибриллятор / Авторское свидетельство СССР No. 258526

21. Schneider T., Martens P.R., Paschen H., et al. Multicenter, randomized, controlled trial of 150-J biphasic shocks compared with 200- to 360-J monophasic shocks in the resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest victims. Circulation 102:1780-1787, 2000.