Непрямой массаж сердца при внезапной остановке кровообращения: состояние проблемы

Д.м.н. В.А. ВОСТРИКОВ[1, 2], Б.Б. ГОРБУНОВ[3], к.т.н. Д.В. ТЕЛЫШЕВ[3]

External cardiac massage at sudden circulatory arrest: status of the problem

V.A. VOSTRIKOV, B.B. GORBUNOV, D.V. TELISHEV

[1]ГОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова; [2]НИИ общей реаниматологии им. В.А. Неговского РАМН, Москва; [3]Национальный исследовательский университет МИЭТ, Зеленоград

Ключевые слова: внезапная остановка сердца, сердечно-легочная реанимация, непрямой массаж сердца, эффективность.

Key words: sudden cardiac arrest, cardiopulmonary reanimation, external cardiac massage, efficacy.

Одной из ведущих причин смерти в экономически развитых странах, включая Россию, является ишемическая болезнь сердца (ИБС). Причиной более 60% летальных исходов у больных ИБС служит внезапная остановка сердца (ВОС), которая приблизительно в 80% случаев происходит на догоспитальном этапе. В зависимости от критерия определения ВОС в европейских странах смертность от нее составляет 350 000 — 700 000 в год [4, 14—16].

Метаанализ опубликованных результатов по лечению остановки сердца на догоспитальном этапе, вызванной фибрилляцией желудочков (ФЖ), желудочковой тахикардией (ЖТ) без пульса, асистолией и электромеханической диссоциацией (ЭМД), позволил выявить, что усредненная выживаемость[1] не превышала до 2005 г. 6,4%[2] [17, 21].

Выживаемость больных после внутрибольничной остановки сердца также остается достаточно низкой, составляя в среднем (ФЖ, асистолия и ЭМД) около 17% [25]. Учитывая столь малую выживаемость, которая заметно не увеличилась за последние 15 лет, ведущие специалисты в области клинической и экспериментальной реаниматологии пришли к заключению о необходимости поиска причин: а) низкого успеха догоспитальной и госпитальной сердечно-легочной реанимации (СЛР) при длительной (больше 5 мин) остановке сердца; б) высокой летальности оживленных в больнице и на догоспитальном этапе после их поступления в стационар. Решение этих вопросов было необходимо для пересмотра рекомендаций по СЛР, принятых в середине 2000 г. и действовавших по декабрь 2005 г. [18].

С этой целью выполнены исследования на животных с длительной остановкой сердца и проведен тщательный анализ огромного клинического и экспериментального материала за предыдущие 20 лет. Результаты были обсуждены в 2005 г. в Далласе на международной конференции по СЛР и неотложной кардиологической помощи при различных по этиологии острых состояниях [22]. На основании полученных выводов были разработаны изменения для нового международного протокола проведения СЛР при внезапной остановке сердца, опубликованного в декабре 2005 г. [14, 17]. Следует отметить, что изменения в данных рекомендациях касаются в первую очередь догоспитальной реанимации больных с длительной остановкой кровообращения и дыхания. Как и в рекомендациях 2000 г., авторы подчеркивали, что в случае раннего начала СЛР (в течение первых 1—2 мин ВОС)[3] хорошо подготовленными спасателями (полицейские, пожарные, персонал учреждений, парамедики) и проведения дефибрилляции в течение первых 5 мин ВОС выживаемость больных может достигать 49—74%. Столь высокая выживаемость после успешной реанимации обеспечивалась внедрением в практику 4 положений концепции «цепочки выживания» («chain of survival»)[4] и программ раннего начала СЛР

[1]Выживаемость — отношение числа оживленных на догоспитальном этапе к числу доживших до выписки из больницы (наиболее часто используемое определение).

[2]Анализ данных литературы показал, что при длительной остановке сердца (больше 5—8 мин) выживаемость больных, оживленных на догоспитальном этапе, сильно варьируется от причины ВОС. Так, в случае развития асистолии или ЭМД выживаемость находится в диапазоне от 0 до 6% и при ФЖ/ЖТ — от 8 до 20%.

[3]Быстрое начало реанимации (пока отсутствует дефибриллятор) замедляет трансформацию ФЖ в асистолию. Установлено, что при раннем начале СЛР насосную функцию фибриллирующего сердца можно поддерживать примерно на 10 мин дольше и таким образом продлить жизнь пострадавшего до прибытия обученных специалистов [14].

[4]Увеличить выживаемость больных, перенесших остановку сердца вне стационара, можно, если удается быстро провести следующие мероприятия, входящие в «цепочку выживания»: 1) быстро вызвать помощь; 2) быстро начать СЛР; 3) быстро провести дефибрилляцию; 4) быстро обеспечить квалифицированную постреанимационную терапию; замедление проведения любого звена приводит к ухудшению результатов в целом.

© Коллектив авторов, 2012

Kardiol serdečno-sosud hir 2012; 2: 86

124498 Москва, Зеленоград, проезд 4806, д. 5

с использованием автоматических наружных дефибрилляторов, находящихся на месте происшествия (аэропорты, спортивные комплексы и пр.) [8, 10, 14, 18, 22, 29]. Следует отметить, что в случаях развития ФЖ или ЖТ без пульса каждая минута промедления с началом СЛР уменьшает вероятность выживания на 7—10% и с проведением дефибрилляции — на 10—15% [14, 17].

К сожалению, быстрое начало оживления пострадавшего случайным свидетелем осуществляется только в $^1/_3$ случаев и еще реже СЛР проводится на высоком профессиональном уровне [8]. Главный вывод экспертов заключался в следующем: «Комбинация неадекватной и часто прерываемой компрессии грудной клетки (КГК) в сочетании с избыточной частотой искусственной вентиляции снижает сердечный выброс, коронарный и мозговой кровоток и уменьшает вероятность успешной реанимации. Чтобы СЛР была эффективной, она должна восстанавливать адекватный коронарный кровоток. Перерывы в массаже сердца снижают коронарное перфузионное давление и уменьшают выживаемость после остановки сердца» [5, 14, 17, 19]. В связи с этим главная цель рекомендаций 2005 г. по СЛР и всех изменений, внесенных в учебные материалы, состояла в увеличении выживаемости за счет более раннего и высококачественного проведения базовой реанимации [14, 17]. Исключительно важная роль при проведении базовой СЛР отводится оптимальной КГК, необходимой для успешного оживления больных с различными (аритмическими) формами ВОС (ФЖ/ЖТ, ЭМД и асистолия). Далее мы подробно остановимся на анализе международных рекомендаций и ряда экспериментальных и клинических исследований[5]. Согласно выводам экспертов, которые были суммированы в международных рекомендациях 2005 г., основные недостатки ручного массажа сердца заключаются в следующем: 1) частые паузы при его проведении; 2) глубина компрессий меньше рекомендуемой (4—5 см)[6]; 3) частота компрессий больше или меньше рекомендуемой (примерно 100 в минуту); 4) несоблюдение соотношения компрессия/декомпрессия грудной клетки; 5) неполная декомпрессия [14, 17]. К этому необходимо добавить кардинальное изменение всех предыдущих протоколов дефибрилляции желудочков сердца: вместо серийных (до 3) разрядов с интервалами между сериями 1 мин с 2005 г. рекомендуется наносить только одиночные разряды с интервалами 2 мин [14, 17]. Данная тактика проведения дефибрилляции позволяет увеличить продолжительность непрерываемых КГК и уменьшить потенциальное повреждение миокарда при нанесении частых повторных разрядов.

Одна из очень важных и трудно решаемых проблем при проведении СЛР и дефибрилляции — уменьшение паузы прекращения КГК перед нанесением разряда, а также во время накопления заряда, разряда и сразу после его нанесения. При использовании автоматического наружного дефибриллятора (АНД) только на анализ ритма сердца, который проводится без КГК, может потребоваться 15—20 с [13, 30]. В целом вся процедура автоматического анализа ритма и дефибрилляции одиночным разрядом может составлять 30 с и более. Согласно экспериментальным исследованиям, проведенным на свиньях [33], оптимальное время прекращения КГК перед нанесением разряда составляет 3 с. Увеличение данного интервала до 15 с и более для анализа ритма перед каждым разрядом приводило к увеличению продолжительности реанимации и снижению ее эффективности. У оживленных животных в постреанимационном периоде отмечалась более выраженная дисфункция сердца. По данным клинического исследования [12], длительность прекращения КГК перед нанесением разряда существенно влияла на его эффективность[7]: при длительности меньше 10 с — 94%, 20—30 с — 60% и более 30 с — 38%. Регрессионный анализ показал, что сокращение интервала прерванных КГК на 5 с ассоциируется с 86% увеличением шанса нанесения успешного разряда. Расчетные данные, проведенные R. Koster [20], показали, что если АНД будет содержать фильтры для исключения артефактов на ЭКГ, связанных с КГК, это позволит увеличить время непрерывного массажа сердца на 43%.

Установлено, что прогностическим фактором успешной СЛР является величина коронарного перфузионного давления (КПД), которое коррелирует с качеством КГК. По данным N. Paradis и соавт. [24], для успешной реанимации необходимо поддерживать КПД на уровне 15 мм рт.ст. и более. При более низком давлении попытки восстановления деятельности сердца, как правило, были обречены на неудачу. Так, при КПД менее 10 мм рт.ст. СЛР у больных была неэффективна; с увеличением КПД до 16—25 и более 25 мм рт.ст. успех восстановления спонтанного кровообращения (ВСК) увеличивался до 46 и 75% соответственно. По данным экспериментального исследования (модель ВОС на крысах, вызванной ФЖ) [26], проведение 6-минутного непрерывного массажа сердца поддерживало КПД на уровне около 25 мм рт.ст. Однако даже 10-секундные перерывы в массаже приводили к значительному снижению КПД (до 6 мм рт.ст.) и уменьшению случаев ВСК. Следует отметить, что даже 4—5-секундные перерывы в КГК приводят к снижению КПД [7]. В более ранних экспериментальных исследованиях [6, 11] выявлена прямая связь между силой компрессий и кровотоком в сонной артерии и коронарных сосудах. Так, в исследовании на крупных свиньях [11] выявлено увеличение коронарного кровотока при увеличении глубины компрессии с 38 до 64 мм. В многоцентровом клиническом исследовании D. Edelson и соавт. [12] обнаружена корреляция между успехом дефибрилляции и глубиной КГК: увеличение перед разрядом в течение 30 с глубины КГК с 26—38 до 39—50 мм приводило к увеличению успеха первого разряда с 60 до 88% и при глубине компрессий больше 50 мм — до 100%.

Таким образом, в последние годы все более понятным становятся требования, предъявляемые к обеспечению адекватного коронарного кровообращения перед нанесением разряда дефибриллятора, во время и сразу после него [14, 17]. В экспериментальном исследовании S. Steen и соавт. [27] на домашних свиньях было установлено, что уже через 15 с от момента развития фибрилляции КПД падает с 60 (исходное состояние) до 15 мм рт.ст., затем при-

[5]В данном обзоре литературы приводятся результаты исследований, касающиеся в первую очередь наружного ручного массажа сердца.

[6]В Европейских рекомендациях 2010 г. глубина компрессий увеличена на 1 см: 5—6 см [15].

[7]Критерий эффективности разряда — отсутствие ФЖ в течение по крайней мере 5 с после нанесения разряда.

близительно через 4 мин достигает нуля с последующим переходом в отрицательные значения к 6,5 мин ВОС. Первая минута проведения механических КГК[8] (n=100) обеспечивала подъем КПД только до нулевого значения, затем в течение 30 с непрерывных компрессий оно достигало 15 мм рт.ст., т.е. того минимального уровня, при котором после успешной дефибрилляции может восстановиться спонтанное кровообращение. Учитывая представленные выше результаты, следует отметить, что высококачественный непрямой массаж сердца особенно важен, когда первая дефибрилляция может быть выполнена не ранее чем через 5 мин после развития ФЖ [14, 27, 31].

В экспериментальном исследовании G. Cammarata и соавт. (модель ВОС у домашних свиней, вызванной ФЖ длительностью 7 мин) [9], обнаружена связь между КПД и эффективностью дефибрилляции при нанесении серийных разрядов (до 3) после минутных циклов СЛР[9]. Критерием эффективного разряда являлось ВСК. Как показали результаты исследования, КПД больше 12 мм рт.ст. оказалось высокоинформативным. Так, суммарный успех всех первых разрядов, приводящих к ВСК, составил 80% (КПД 19±7 мм рт.ст.), вторых — 15% (КПД 9±6 мм рт.ст.) и третьих — 5% (КПД 6±4 мм рт.ст.). В клинических исследованиях, проведенных в условиях стационара [1—3, 9], выявлена связь между частотой КГК и ВСК. Оказалось, что у больных с ВСК частота КГК составляла в среднем 95±19 в минуту, в то время как у больных с неэффективной реанимацией существенно меньше — 72±12 в минуту. Когда КГК уменьшались до 80—70 в минуту, КПД опускалось до нуля. Следует также отметить, что в первые 5 мин реанимации средняя скорость компрессий в 28% измерений была менее 90 в минуту и в 13% измерений менее 80 в минуту; в 37,4% случаев была недостаточная глубина компрессии (менее 38 мм). Одновременно частота вентиляции была избыточно высокой и в 61% измерений превышала 20 в минуту; суммарная продолжительность отсутствия КГК во время оживления составляла 24±18%. По данным L. Wik и соавт. [32], на догоспитальном этапе КГК не проводили половину времени оживления, а ее глубина в 60% случаев была недостаточной (менее 38 мм). Вместе с тем средняя частота КГК оказалась значительно больше (120±20 в мин) рекомендуемой, что могло уменьшать сердечный выброс и коронарный кровоток. Для оценки параметров КГК были использованы акселерометрические датчики[10] с точностью измерения ±1,6 мм (ADXL202e, Analog Devices, США) и датчики давления (22PCCFBG6, Honeywell, США). Указанные датчики были связаны с регистрирующим модулем дефибриллятора и находились на специальной мягкой накладке, которую фиксировали в нижней части грудины. Параметры вентиляции оценивали методом импедансометрии по изменению сопротивления грудной клетки между электродами дефибриллятора [2,32].

Одним из ключевых факторов, влияющих на качество проводимой СЛР, является достаточно быстрая утомляемость реаниматора, а также психоэмоциональное напряжение, отсутствие внутреннего чувства ритма и прочие факторы [1, 2, 28, 32]. Так, по данным W. Tang [28], уже после 60-й секунды оживления частота КГК и КПД существенно снижается (к 90-й секунде до менее 80 в мин и около 10 мм рт.ст. соответственно). Кроме того, после 10-секундного перерыва в массаже сердца (смена функций реаниматоров) КПД опускалось до примерно 5 мм рт.ст. Только через 1 мин после возобновления компрессий вторым реаниматором КПД увеличивалось до оптимального. Однако каждый раз после смены реаниматоров их усталость продолжает оказывать свое негативное влияние на качество КГК. В заключение авторы делают следующие выводы: а) исследование, проведенное в условиях стационара, обнаружило, что главные параметры СЛР отличаются нестабильным качеством и не соответствуют опубликованным рекомендациям даже в том случае, когда процедура выполняется квалифицированным медицинским персоналом. Поскольку качество выполнения СЛР играет очень важную роль, необходимо создать технические средства, которые позволили бы сотруднику, выполняющему базовую СЛР, получать информацию о правильности ее проведения [1,2]; б) если исследование [32] отражает реальную ситуацию выполнения СЛР в случае остановки сердца в догоспитальных условиях, существуют большие возможности для улучшения качества СЛР и, хочется надеяться, увеличения выживаемости больных за счет проведения КГК с адекватной частотой и глубиной и минимальными перерывами.

Таким образом, требования к проведению адекватного ручного массажа сердца трудно выполнимы и плохо поддаются контролю без привлечения специальной аппаратуры. Существует несколько практических решений повышения качества КГК. Одно из них — внедрение в реанимационную практику «интеллектуальных» дефибрилляторов, способных измерять основные параметры базовой СЛР и обеспечивать со спасателями немедленную обратную аудиовизуальную связь. В рекомендациях по реанимации Европейского совета по оживлению 2010 г. указано следующее: спасателям можно помочь достичь рекомендуемой частоты и глубины компрессий грудной клетки с помощью устройств подсказки/обратной связи, как встроенных в АНД или ручной дефибриллятор, так и автономных. Устройства подсказки или обратной связи способствуют приобретению и сохранению навыков СЛР и должны предусматриваться при обучении реанимации [23]. Наряду с этим рекомендуется продолжать КГК во время заряда дефибриллятора и их немедленное возобновление после нанесения разряда [15].

В настоящее время некоторые иностранные модели дефибрилляторов оснащены устройствами аудио- и визуальной обратной связи. К сожалению, в России таких собственных технологий нет, что не позволяет обеспечить широкий доступ к оценке качества проведения СЛР.

[8]S. Steen и соавт. [27] проводили КГК с помощью аппарата LUCAS, обеспечивающего автоматическую компрессию и активную физиологическую декомпрессию.

[9]G. Cammarata и соавт. [9] проводили КГК с помощью механического массажера.

[10]Акселерометр представляет собой датчик, измеряющий ускорение перемещения объекта. Ускорение перемещения пересчитывается в пройденный путь, а в случае СЛР — в глубину компрессии. Наиболее эффективно использование трехосевых акселерометров, которые позволяют измерять ускорения в 3 направлениях, что дает возможность получить результирующий вектор ускорения в пространстве. Поскольку с помощью акселерометров измеряется абсолютное перемещение в пространстве, в системах контроля правильности проведения КГК используют несколько акселерометров.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Abella B.S.* We Do Good CPR — Right? (CPR: How Good is it Today?). Squeezing High Performance Out of CPR Compressions — A Lunch-Time Zoll Seminar at the 8th Scientific Congress of the European Resuscitation Council, Stavanger, Norway 2006.
2. *Abella B.S., Alvarado J.P., Myklebust H. et al.* Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. JAMA 2005; 293: 3: 305—310.
3. *Abella B.S., Sandbo N., Vassilatos P. et al.* Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal: a prospective study during in-hospital cardiac arrest. Circulation 2005; 111: 4: 428—434.
4. *Atwood C., Eisenberg M.S., Herlitz J. et al.* Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in Europe. Resuscitation 2005; 67: 1: 75—80.
5. *Aufderheide T.P., Sigurdsson G., Pirrallo R.G. et al.* Hyperventilation-induced hypotension during cardiopulmonary resuscitation. Circulation 2004; 109: 16: 1960—1965.
6. *Bellamy R.F., DeGuzman L.R., Pedersen D.C.* Coronary blood flow during cardiopulmonary resuscitation in swine. Circulation 1984; 69: 1: 174—180.
7. *Berg R.A., Sanders A.B., Kern K.B. et al.* Adverse hemodynamic effects of interrupting chest compressions for rescue breathing during cardiopulmonary resuscitation for ventricular fibrillation cardiac arrest. Circulation 2001; 104: 20: 2465—2470.
8. *Caffrey S.L., Willoughby P.J., Pepe P.E. et al.* Public use of automated external defibrillators. N Engl J Med 2002; 347: 16: 1242—1247.
9. *Cammarata G., Weil M.H., Csapoczi P. et al.* Challenging the rationale of three sequential shocks for defibrillation. Resuscitation 2006; 69: 1: 23—27.
10. *Cummins R.O., Ornato J.P., Thies W.H. et al.* Improving survival from sudden cardiac arrest: the «chain of survival» concept. A statement for health professionals from the Advanced Cardiac Life Support Subcommittee and the Emergency Cardiac Care Committee, American Heart Association. Circulation 1991; 83: 5: 1832—1847.
11. *Ditchey R.V., Winkler J.V., Rhodes C.A.* Relative lack of coronary blood flow during closed-chest resuscitation in dogs. Circulation 1982; 66: 2: 297—302.
12. *Edelson D.P., Abella B.S., Kramer-Johansen J. et al.* Effects of compression depth and pre-shock pauses predict defibrillation failure during cardiac arrest. Resuscitation 2006; 71: 2: 137—145.
13. *Eftestøl T., Sunde K., Steen P.A.* Effects of interrupting precordial compressions on the calculated probability of defibrillation success during out-of-hospital cardiac arrest. Circulation 2002; 105: 19: 2270—2273.
14. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005. Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. Section 3. Electrical therapies: automated external defibrillators, defibrillation, cardioversion and pacing. Section 4. Adult advanced life support. Resuscitation 2005; 67 Suppl 1: S7—86.
15. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. Resuscitation 2010; 81: 10: 1277—1292.
16. *Levi F., Lucchini F., Negri E. et al.* Trends in mortality from cardiovascular and cerebrovascular diseases in Europe and other areas of the world. Heart 2002; 88: 2: 119—124.
17. *Hazinski M.F., Nadkarni V.M., Hickey R.W. et al.* Major changes in the 2005 AHA Guidelines for CPR and ECC: reaching the tipping point for change. Circulation 2005; 112: 24 Suppl: IV206—11.
18. International Guidelines 2000 for CPR and ECC. Resuscitation 2000; 46: 1—3: 1—430.
19. *Kern K.B., Hilwig R.W., Berg R.A. et al.* Importance of continuous chest compressions during cardiopulmonary resuscitation: improved outcome during a simulated single lay-rescuer scenario. Circulation 2002; 105: 5: 645—649.
20. *Koster R.W.* Limiting «hands-off» periods during resuscitation. Resuscitation 2003; 58: 3: 275—276.
21. *Nichol G., Stiell I.G., Laupacis A. et al.* A cumulative meta-analysis of the effectiveness of defibrillator-capable emergency medical services for victims of out-of-hospital cardiac arrest. Ann Emerg Med 1999; 34: 4 Pt 1: 517—525.
22. *Nolan J.P., Hazinski M.F., Steen P.A. et al.* Controversial Topics from the 2005 International Consensus Conference on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. Resuscitation 2005; 67: 2—3: 175—179.
23. *Nolan J.P., Soar J., Zideman D.A. et al.* European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 1. Executive summary. Resuscitation 2010; 81: 10: 1219—1276.
24. *Paradis N.A., Martin G.B., Rivers E.P. et al.* Coronary perfusion pressure and the return of spontaneous circulation in human cardiopulmonary resuscitation. JAMA 1990; 263: 8: 1106—1113.
25. *Peberdy M.A., Kaye W., Ornato J.P. et al.* Cardiopulmonary resuscitation of adults in the hospital: a report of 14720 cardiac arrests from the National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation. Resuscitation 2003; 58: 3: 297—308.
26. *Sato Y., Weil M.H., Sun S. et al.* Adverse effects of interrupting precordial compression during cardiopulmonary resuscitation. Crit Care Med 1997; 25: 5: 733—736.
27. *Steen S., Liao Q., Pierre L. et al.* The critical importance of minimal delay between chest compressions and subsequent defibrillation: a hemodynamic explanation. Resuscitation 2003; 58: 3: 249—258.
28. *Tang W.* Go With the Flow (Blood Flow and Its Importance in Improving Resuscitation). Squeezing High Performance Out of CPR Compressions — A Lunch-Time Zoll Seminar at the 8th Scientific Congress of the European Resuscitation Council, Stavanger. Norway 2006.
29. *Valenzuela T.D., Roe D.J., Nichol G. et al.* Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. N Engl J Med 2000; 343: 17: 1206—1209.
30. *Wik L.* Rediscovering the importance of chest compressions to improve the outcome from cardiac arrest. Resuscitation 2003; 58: 3: 267—269.
31. *Wik L., Hansen T.B., Fylling F. et al.* Delaying defibrillation to give basic cardiopulmonary resuscitation to patients with out-of-hospital ventricular fibrillation: a randomized trial. JAMA 2003; 289: 11: 1389—1395.
32. *Wik L., Kramer-Johansen J., Myklebust H. et al.* Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. JAMA 2005; 293: 3: 299—304.
33. *Yu T., Weil M.H., Tang W. et al.* Adverse outcomes of interrupted precordial compression during automated defibrillation. Circulation 2002; 106: 3: 368—372.

Поступила 14.11.11