

Hand aufs Herz – Thoraxkompression ohne Beatmung bei der Laienreanimation?^{*2}

Eine wissenschaftliche Stellungnahme im Namen des Exekutivkomitees¹ des „Deutschen Rat für Wiederbelebung - German Resuscitation Council (GRC)“ (<http://www.grc-org.de>) zur Thematik der Ergänzung der Reanimationsleitlinien 2005 im Bereich der Lebensrettenden Basismaßnahmen für Erwachsene

Zusammenfassung: Die lebensrettenden Basismaßnahmen (Basic Life Support) beziehen sich auf die Aufrechterhaltung freier Atemwege sowie die Unterstützung von Atmung und Kreislauf ohne Hilfsmittel, abgesehen von Infektionsschutzmaßnahmen. Nach dem frühzeitigen Erkennen des Notfalls und Absetzen eines Hilferufs ist der sofortige Beginn einer kardiopulmonalen Reanimation (CPR) von zentraler Bedeutung für den Reanimationserfolg. Professionelle wie Laienhelfer geben zu, bei der Mund-zu-Mund-Beatmung unbekannter Patienten mit Kreislaufstillstand zurückhaltend zu sein. Fest steht auch, dass bei Erwachsenen das Outcome nach Thoraxkompressionen ohne Beatmung („hands-only CPR“) signifikant besser ist als ohne jegliche Reanimationsmaßnahme. Eine jüngst erschienene Ergänzung der im Jahr 2005 veröffentlichten Reanimationsleitlinien der American Heart Association fordert, dass Notfallzeugen eines außerklinischen Herzstillstands vermutlich kardialer Genese bei Erwachsenen nur einen Notruf absetzen und dann mit der Herzdruckmassage beginnen sollen. Notfallzeugen, die nicht oder nicht mehr ausreichend in der kardiopulmonalen Reanimation (CPR) geübt sind, sollen Herzdruckmassage ohne Beatmung durchführen.

Diese Empfehlung wird von Vielen auf den ersten Blick als Neuausrichtung der Basisreanimation wahrgenommen werden, aber sie ist für Europa nicht neu. Der European Resuscitation Council empfahl bereits in den Leitlinien 2005: „Laienhelfer sollten daher ermutigt werden, die CPR ausschließlich mit Herzdruckmassage durchzuführen, falls Sie nicht fähig oder nicht willens sind, eine künstliche Beatmung anzuwenden, obwohl die Kombination von Thoraxkompressionen und Ventilation die bessere Reanimationsmethode darstellt.“

Bereits 2005 musste bei der Diskussion des „Consensus on Science with Treatment Recommendations (CoSTR)“ festgestellt werden, dass eine Vielzahl von Fragen nicht eindeutig beantwortet werden konnte. Da Änderungen der Leitlinien den Kriterien Evidenz-basierter Medizin genügen müssen, ist es unter Hinzuziehen auch neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse derzeit nicht vorgesehen, im deutschsprachigen Raum neue Empfehlungen oder Ergänzungen zu den „Lebensrettenden Basismaßnahmen für Erwachsene“ zu geben. Auch die Hilfsorganisationen planen keine Änderungen. Der German Resuscitation Council empfiehlt zum jetzigen Zeitpunkt keinerlei Änderungen oder Ergänzungen im Bereich der Laienreanimation. Der German Resuscitation Council empfiehlt weiterhin die Ausbildung in und die Durchführung von qualitativ hochwertigen, minimal unterbrochenen Thoraxkompressionen mit einer Frequenz von 100 pro Minute, abwechselnd mit zwei Mund-zu-Mund-Beatmungen, in einem Verhältnis von Herzdruck-

* Diese Mitteilung des Wiss. Arbeitskreises Notfallmedizin ist als Originalarbeit in „Der Notarzt“, Thieme Verlag KG Stuttgart, erschienen (B. Dirks, U. Kreimeier, R. Arntz, J. Bahr, P. Goldschmidt, M. Roessler, M. Sasse, M. Tourakissian; Hand aufs Herz - Hands-Only (Compression-Only) CPR der American Heart Association vs. Advisory Statement des European Resuscitation Council zur Basisreanimation (BLS) Notarzt 2008;24:135-137). Abdruck mit Genehmigung von Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart.

¹ Dem Exekutivkomitee des „Deutschen Rat für Wiederbelebung – German Resuscitation Council (GRC)“ (kurz: German Resuscitation Council), der seinen Sitz in Ulm hat, gehören neben den genannten Autoren an: D. Blumenberg, C. Eich, M. Fischer, B. Gliwitzky, R. Huth, C.K. Lackner, C. Lott, H. Schiffmann, J. Scholz, A. Seekamp, S. Osche, M. Skorning und H. Wilms.

² Anästh. Intensivmed. 49 (2008) 536 - 540.

massage zu Beatmung von 30:2. Helfer, die nicht fähig oder nicht willens sind, eine Mund-zu-Mund-Beatmung durchzuführen, sollen CPR nur mit Thoraxkompressionen durchführen, dies ist weitaus akzeptabler, als wenn sie gar keine CPR durchführen würden. Die Ausbildung von jugendlichen Laienhelfern und die Etablierung von Schulungsprogrammen durch Hilfsorganisationen und in Schulen muss stärker gefördert werden.

Einleitung

Die American Heart Association ergänzte am 31. März 2008 ihre geltenden Leitlinien zur Laienreanimation Erwachsener. Sie basieren wie die des ERC auf dem im Jahr 2005 publizierten wissenschaftlichen Konsens des International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). Entsprechende Hinweise sind auf den Internetseiten des European Resuscitation Council (ERC) (http://www.erc.edu/index.php/guidelines_download_2005/en) und der American Heart Association (AHA) (<http://www.americanheart.org>) zu erhalten.

Die Grundlage für die neue Empfehlung der American Heart Association bildet eine zusammenfassende Bewertung durch das American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee vom 28. Februar 2008, die als wissenschaftlich begründete, beratende Stellungnahme (AHA Science Advisory) am 31. März 2008 online in der Fachzeitschrift CIRCULATION publiziert wurde [15].

Diese Stellungnahme gibt eine Handlungsempfehlung der AHA für Notfallzeugen („bystander“) eines außerklinischen Herzstillstands vermutlich kardialer Genese bei Erwachsenen (z.B. plötzlicher Kollaps oder Kollaps mit Zeichen eines Myokardinfarkts) [15]). Ihr wesentlicher Punkt ist die Forderung, dass Notfallzeugen in diesem Fall nur einen Notruf absetzen sollen und dann mit Herzdruckmassage beginnen sollen, und zwar mit minimalen Unterbrechungen [15].

Derartige Unterbrechungen werden in der Literatur unter dem Begriff „hands-off“-Zeiten subsumiert und kommen zustande durch:

- a) verzögerten Beginn einer kardiopulmonalen Reanimation,
- b) die Beatmungszeiten beim intermittierenden Zyklus von Herzdruckmassage und Beatmung im Verhältnis von 30:2,
- c) Anlegen und Bedienung eines Automatisierten Elektrischen Defibrillators (AED).

Von der American Heart Association wird also nunmehr empfohlen, dass Notfallzeugen, die nicht oder nicht mehr ausreichend in der kardiopulmonalen Reanimation (CPR) geübt sind, eine alleinige Herzdruckmassage ohne Beatmung durchführen sollen (sog. „hands-only CPR“). Notfallzeugen, die mit der kardiopulmonalen Reanimation vertraut sind, sollen eine konventionelle Reanimation (Herzdruckmassage und Beatmung im Verhältnis 30:2) mit möglichst geringen Unterbrechungen der Herzdruckmassage durchführen, oder alternativ eine alleinige Herzdruckmassage [15]. Die neuen Empfehlungen sollen die im November 2005 von der AHA publizierten Leitlinien für die lebensrettenden Basismaßnahmen für Erwachsene nach eigenen Angaben „klarstellen (clarify)“.

Reanimationsleitlinien 2005 der AHA und des ERC

Der European Resuscitation Council (ERC) reagierte auf die oben genannten Publikation des American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee mit einem Advisory Statement, das auf der Homepage des ERC (<http://www.erc.edu>) und der GRC (<http://www.grc-org.de>) abrufbar ist [11]. Von einer Expertengruppe wurden die verfügbaren wissenschaftlichen Daten bewertet und darin Stellung zu den Ergänzungen der Reanimationsleitlinien der AHA genommen. Die Autoren empfehlen wie bisher für die CPR-Ausbildung und die Reanimation eine gute Herzdruckmassage (Kompressionstiefe 4 - 5 cm bei Erwachsenen) mit einer Frequenz von 100 pro Minute mit minimaler Unterbrechung der Thoraxkompression für 2 Beatmungen (Verhältnis 30:2). Helfern, die keine Beatmung durchführen wollen oder können, wird eine durchgängige Herzdruckmassage empfohlen, die weitaus besser sei als nichts zu tun [11].

Ersthelfer ohne CPR-Ausbildung und Ersthelfer, die telefonisch CPR-Anweisungen erhalten, sollen ununterbrochen Thoraxkompressionen durchführen, bis professionelle Hilfe eintrifft.

Diese Stellungnahme bekräftigt die European Resuscitation Council Guidelines 2005 für Lebensrettende Basismaßnahmen für Erwachsene, die im November 2005 publiziert wurden [6]. Diese Leitlinien basieren auf einer umfassenden Bewertung wissenschaftlicher Daten, die zusammen mit der AHA erarbeitet und publiziert wurde [9]. Diese Bewertung schloss alle zu diesem Zeitpunkt verfügbaren Studien zur kardiopulmonalen Reanimation, zur Thoraxkompression, Mund-zu-Mund-Beatmung sowie zu den unterschiedlichen Kombinationen von Thoraxkompressionen und Beatmungen ein. Fast alle Reanimations-Organisationen in Europa haben diese Leitlinien übernommen, in ihre Nationalsprachen übersetzt, in Ausbildungsmaterialien eingearbeitet und bilden Laien und professionelle Helfer aus oder frischen deren Ausbildung auf. Dieser Prozess ist bis heute nicht ganz abgeschlossen und nach Lage der Dinge ist zu erwarten, dass die Leitlinien 2010 wiederum wesentliche Veränderungen mit sich bringen werden [3].

Bewertung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse in der Laienreanimation

Im Hinblick auf das aktuell publizierte „AHA Science Advisory“ der American Heart Association [15] und die Stellungnahme des European Resuscitation Council [11] vom 31. März 2008 muss daher festgestellt werden:

- Bei den jüngst publizierten Studien [4,10,16] handelt es sich um beobachtende Erfahrungsstudien. Diese Studienform wird wissenschaftlich als nicht ausreichend angesehen, um definitive Schlussfolgerungen zur Überlegenheit oder Gleichwertigkeit einer CPR-Technik ziehen zu können. Die Ergebnisse dieser Studien würden auch zu der Hypothese passen, dass die derzeitig empfohlene Kombination von Thoraxkompressionen und Mund-zu-Mund-Beatmungen der alleinigen Thoraxkompressionen überlegen ist.
- In den der Ergänzung der AHA-Leitlinien [15] zu Grunde liegenden Studien [4,10,13,16,17]

werden Outcome-Daten nicht auf der Grundlage der aktuellen Leitlinien, sondern auf der des Jahres 2000 und früher verglichen. Bei den im Jahre 2005 publizierten Leitlinien wurde das Kompressions-Ventilations-Verhältnis von 15 : 2 auf 30 : 2 angehoben (AHA-Leitlinien wie auch ERC-Leitlinien). Während nach den ERC-Leitlinien unmittelbar mit den Thoraxkompressionen begonnen wird und die Bedeutung der minimalen Unterbrechung der Herzdruckmassage betont wurde [14], sahen die Leitlinien der AHA 2005 weiterhin vor, mit der Beatmung zu beginnen [2]. Dahingehend hat sich die AHA nunmehr den Empfehlungen des ERC und des gemeinsamen CoSTR angenähert.

- Gerade ist erneut der weltweite Prozess der wissenschaftlichen Evaluierung begonnen worden, um alle wissenschaftlichen Daten zur Reanimation zu bewerten. Ein neuer wissenschaftlicher Konsens (Consensus on Science) wird 2010 veröffentlicht werden [3], und der German Resuscitation Council wie auch der European Resuscitation Council halten es für angebracht, das Ergebnis dieses Prozesses abzuwarten, bevor Veränderungen der aktuellen Leitlinien empfohlen werden.
- Die CPR-Leitlinien 2005 werden in ganz Europa implementiert. Es ist nicht im Interesse der Qualität der kardiopulmonalen Reanimation und der Ausbildung Hunderttausender potenzieller Ersthelfer, Veränderungen einzuführen, während die aktuellen Leitlinien noch implementiert werden. Die resultierende Verwirrung wäre kontraproduktiv. Dies wäre nur vertretbar und im Interesse eines wissenschaftlichen Evidenz-basierten Erkenntnisgewinns, wenn überzeugende Belege aus kontrollierten klinischen Studien vorgelegt werden, die eine signifikante Verbesserung belegen. Allerdings wird selbst im AHA Science Advisory betont: „Although we believe that making CPR easier to perform will increase the overall performance of CPR by bystanders, this remains unproven in clinical trials“.[15]
- Notfallzeugen sind nicht immer Laien. Es ist nicht im Sinne des Reanimationserfolges, Ersthelfer davon abzuhalten, alles zu tun, was sie können. Die Empfehlung der American

Heart Association führt damit möglicherweise zum Vorenthalten der bestmöglichen Therapie des Patienten.

- In Europa ist das Problem „Furcht vor Infektionen durch Beatmung“ ungleich geringer als in den USA und die Bereitschaft zur Basisreanimation glücklicherweise deutlich größer – was nicht heißen soll, dass sie ausreicht. Der Prozentsatz wird mit zwischen 27% und 67% angegeben, beträchtlich höher als der allgemein in den USA beobachtete [8,17]. Daher ist die Notwendigkeit, die bestehenden Leitlinien [9] - möglicherweise zu Lasten der Qualität - zu vereinfachen, um Ersthelfer zur Durchführung der CPR zu ermutigen, weniger zwingend als in den USA.
- Selbst wenn die CPR durch alleinige Thoraxkompressionen empfohlen wird, gibt es schließlich Fälle, bei denen die Beatmung entscheidend bleibt (Ausnahmenliste der American Heart Association [15]). Derartige Fälle sind: unbeobachteter Kreislaufstillstand, Kreislaufstillstand bei Kindern, die meisten innerklinischen Kreislaufstillstände, Kreislaufstillstände nicht-kardialer Ursache wie Ertrinken oder Verlegung der Atemwege, darüber hinaus alle Reanimationsversuche, die länger als ungefähr vier Minuten dauern. Diese Aufzählung ist wahrscheinlich nicht vollständig. Es ist unwahrscheinlich, dass Laienhelfer in der Lage sind, diese Fälle ausreichend sicher zu differenzieren. Sie werden bei vielen Patienten eine qualitativ unzureichende CPR durchführen, falls sie nur Thoraxkompressionen gelernt hätten. Diese Problematik war 2005 eines der wesentlichen Argumente, die Leitlinien für die Basismaßnahmen (Basic Life Support, BLS) auf ein einheitliches Verhältnis 30:2 zu vereinfachen.

Reanimation mit ausschließlicher Herzdruckmassage

Die gemeinsam von der internationalen Experten- gruppe, der u.a. auch Vertreter des Emergency Cardiovascular Care Committee und des Basic Life Support Subcommittee der AHA angehören, erarbeiteten und verabschiedeten ILCOR-Empfehlungen werden alle 5 Jahre überarbeitet. Die

nächsten Empfehlungen sind für 2010 geplant [3]. Diese Empfehlungen werden anhand der vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse im Kreise internationaler Experten auf dem Gebiet der Wiederbelebung auf der Grundlage Evidenz- basierter Erkenntnisse beraten und anschließend im Konsens veröffentlicht. Daran schlossen sich im November 2005 die Veröffentlichung der Reanimations-Leitlinien durch die American Heart Association (AHA) [2] und durch den European Resuscitation Council (ERC) [7,14] an. Bereits 2005 musste bei der Diskussion des „Consensus on Science“ der Leitlinien festgestellt werden, dass eine Vielzahl von Fragen nicht eindeutig beantwortet werden konnte.

Die American Heart Association empfiehlt Notfallzeugen nunmehr die alleinige Herzdruck- massage ohne Beatmung. Diese Empfehlung wird von Vielen auf den ersten Blick als Neuausrich- tung der Basisreanimation wahrgenommen wer- den, aber sie ist für Europa nicht neu. Die Leit- linien des European Resuscitation Council emp- fahlen bereits in den Leitlinien 2005 [7]: „Lai- enhelfer sollten daher ermutigt werden, die CPR ausschließlich mit Herzdruckmassage durchzu- führen, falls Sie nicht fähig oder nicht willens sind, eine künstliche Beatmung anzuwenden, obwohl die Kombination von Thoraxkom- pressionen und Ventilation die bessere Reani- mationsmethode darstellt.“ Ebenso gilt für die sogenannte Telefonreanimation (die telefonische Anleitung eines Notfallzeugen zu Reanimations- maßnahmen durch den Leitstellendisponenten), dass nur die Herzdruckmassage erklärt wird [7,14] .

Seit der Consensus of Science Konferenz 2005 sind weitere wissenschaftliche Studien publiziert worden, die den Nutzen der Mund-zu-Mund- Beatmung zusammen mit Thoraxkompressionen während CPR untersucht haben [4,10,16]. Mehrere Studien deuten darauf hin, dass kein sta- tistisch signifikanter Vorteil für die Mund-zu- Mund-Beatmung in Kombination mit Thorax- kompressionen besteht, wenn man sie mit der alleinigen Herzdruckmassage vergleicht (d.h. einer kardiopulmonalen Reanimation, bei der Thoraxkompressionen nicht durch Beatmungen unterbrochen werden, „chest compression only“). Der beunruhigend niedrige Anteil von

Notfallzeugen, die Basisreanimationsmaßnahmen beginnen, sowie die niedrige Überlebensrate nach außerklinischem Kreislaufstillstand sind seit vielen Jahren belegt. Diese Tatsache und die jüngst publizierten Studien haben die American Heart Association zur Herausgabe der Stellungnahme veranlasst. Mit ihrer Leitlinienergänzung hofft die AHA, mehr Laienhelfer zum Handeln zu ermutigen und dadurch die Überlebensrate bei Opfern eines plötzlichen Kreislaufstillstandes zu verbessern.

Fazit für die Praxis

Leitlinien müssen soweit als möglich auf Evidenz beruhen. Evidenz-basierte Medizin (EBM) bedeutet, Entscheidungen über den zu erwartenden Nutzen einer medizinischen Methode vor dem Hintergrund der aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse zu treffen. Hierfür werden wissenschaftliche Studien zu einer Fragestellung systematisch gesucht, bezüglich ihrer Qualität bewertet und die Ergebnisse hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf das aktuelle Problem beurteilt [12].

Bei Zugrundelegen einer Evidenz-basierten Handlungsempfehlung unter Hinzuziehen auch neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse gibt es derzeit keinen Grund, im deutschsprachigen Raum neue Empfehlung oder Ergänzungen zu den Lebensrettenden Basismaßnahmen für Erwachsene zu geben. Auch die Hilfsorganisationen planen keine Änderungen. Dementsprechend empfiehlt der German Resuscitation Council zum jetzigen Zeitpunkt keinerlei Änderungen in der Laienreanimation. Die Konsensbildung im Rahmen der Überarbeitung, Ergänzung und möglicherweise Neubewertung von älteren unter Hinzuziehung von neuesten Studien durch das International Liaison Committee on Resuscitation ist ein kontinuierlicher wissenschaftlicher Bewertungsprozess, der voraussichtlich im Jahr 2010 zu einer Aktualisierung der Leitlinien zur kardiopulmonalen Reanimation führen wird.

Das German Resuscitation Council empfiehlt weiterhin die Ausbildung in und die Durchführung von qualitativ hochwertigen, minimal unterbrochenen Thoraxkompressionen mit einer

Frequenz von 100/Minute, abwechselnd mit zwei Mund-zu-Mund-Beatmungen, im Verhältnis von 30:2. Helfer, die nicht fähig oder nicht willens sind, eine Mund-zu-Mund-Beatmung durchzuführen, sollen die CPR nur mit Thoraxkompressionen durchführen, dies ist weitaus akzeptabler, als wenn sie gar keine CPR durchführen würden.

Das German Resuscitation Council unterstützt darüber hinaus ausdrücklich die Bemühungen des European Resuscitation Council wie auch der American Heart Association, die im Hinblick auf eine Verbesserung der Effektivität einer kardiopulmonalen Reanimation vor allem den schnellstmöglichen Beginn von Wiederbelebungsmaßnahmen nach Kollaps und Herzstillstand durch Ausbildung der Bevölkerung zum Ziel haben [1,5]. Das German Resuscitation Council hat in diesem Zusammenhang u.a. eine Projektgruppe gebildet, die die Ausbildung von jugendlichen Laienhelfern und die Unterstützung von Schulungsprogrammen durch Hilfsorganisationen und in Schulen zum Ziel hat.

Literatur

1. *Abella BS, Aufderheide TP, Eigel B, Hickey RW, Longstreth WT, Jr., Nadkarni V, et al.* Reducing barriers for implementation of bystander-initiated cardiopulmonary resuscitation: a scientific statement from the American Heart Association for healthcare providers, policymakers, and community leaders regarding the effectiveness of cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 2008;117: 704-709.
2. American Heart Association. 2005 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2005;112: III-1-III-136.
3. *Arntz HR.* ILCOR Consensus on Science 2010. Entwicklung der nächsten Leitlinien zur kardiopulmonalen Reanimation und Frühbehandlung des akuten Koronarsyndroms. *Notfall Rettungsmed* 2008;11:113-116.
4. *Bohm K, Rosenqvist M, Herlitz J, Hollenberg J, Svensson L.* Survival is similar after standard treatment and chest compression only in out-of-hospital bystander cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 2007;116:2908-2912.
5. *Gazmuri RJ, Nolan JP, Nadkarni VM, Arntz HR, Billi JE, Bossaert L, et al.* Scientific knowledge gaps and clinical research priorities for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care identified during the 2005 International Consensus Conference on ECC and CPR Science with Treatment Recommendations. A consensus statement from the International Liaison Committee on Resuscitation; the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Stroke Council; and the

Cardiovascular Nursing Council. *Resuscitation* 2007;75:400-411.

6. *Handley AJ, Koster R, Monsieurs K, Perkins GD, Davies S, Bossaert L.* European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation* 2005;67 (Suppl 1):S7-23.

7. *Handley AJ, Koster R, Monsieurs K, Perkins GD, Davies S, Bossaert L.* Lebensrettende Basismaßnahmen für Erwachsene und Verwendung automatisierter externer Defibrillatoren. Abschnitt 2 der Leitlinien zur Reanimation 2005 des European Resuscitation Council. *Notfall Rettungsmed* 2006;9:10-25.

8. *Herlitz J, Bahr J, Fischer M, Kuisma M, Lexow K, Thorgeirsson G.* Resuscitation in Europe: a tale of five European regions. *Resuscitation* 1999;41:121-131.

9. International Liaison Committee on Resuscitation. Consensus on science and treatment recommendations. *Resuscitation* 2005;67:181-314

10. *Iwami T, Kawamura T, Hiraide A, Berg RA, Hayashi Y, Nishiuchi T, et al.* Effectiveness of bystander-initiated cardiac-only resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2007;116:2900-2907.

11. *Koster RW, Bossaert LL, Nolan JP, Zideman D.* Advisory statement of the European Resuscitation Council on Basic Life Support. 2008: <http://www.erc.edu>.

12. *Kreimeier U, Dirks B, Wenzel V.* Evidenzbasierte Notfallmedizin: Perspektiven. Einklang von klinischer Erfahrung, wissenschaftlichen Erkenntnissen und EBM. *Notfall Rettungsmed* 2008;11:18-24.

13. *Ludman PF, Coats AJS, Poolewilson PA, Rees RSO.* Measurement accuracy of cardiac output in humans - indicator-dilution technique versus geometric analysis by ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 1993;21:1482-1489.

14. *Nolan J, Baskett P.* ERC Guidelines. *Resuscitation* 2005;67(Suppl 1):1-190.

15. *Sayre MR, Berg RA, Cave DM, Page RL, Potts J, White RD.* Hands-Only (Compression-Only) Cardiopulmonary Resuscitation: A Call to Action for Bystander Response to Adults Who Experience Out-of-Hospital Sudden Cardiac Arrest. A Science Advisory for the Public From the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee. *Circulation* 2008: published online before print March 31, 2008, 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.189380.

16. SOS-Kanto Study Group. Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. *Lancet* 2007;369:920-926.

17. *Waalwijk RA, Tijssen JG, Koster RW.* Bystander initiated actions in out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation: results from the Amsterdam Resuscitation Study (ARRESUST). *Resuscitation* 2001;50:273-279.