

**Linee guida
European Resuscitation Council
per la Rianimazione 2015**

Con il Patrocinio di:



Senato della Repubblica



Ministero della Salute

Linee guida European Resuscitation Council per la Rianimazione 2015

Sezione 2: Supporto vitale di base per adulti e utilizzo di defibrillatori automatici esterni

Gavin D. Perkins^{a,b,*}, Anthony J. Handley^c, Rudolph W. Koster^d, Maaret Castrén^e, Michael A. Smyth^f, Theresa Olsveengen^g, Koenraad G. Monsieurs^{h,i}, Violetta Raffay^j, Jan-Thorsten Gräsner^k, Volker Wenzel^l, Giuseppe Ristagno^m, Jasmeet Soarⁿ, on behalf of the Adult basic life support and automated external defibrillation section Collaborators¹

^a Warwick Medical School, University of Warwick, Coventry, UK

^b Critical Care Unit, Heart of England NHS Foundation Trust, Birmingham, UK

^c Hadstock, Cambridge, UK

^d Department of Cardiology, Academic Medical Center, Amsterdam, The Netherlands

^e Department of Emergency Medicine and Services, Helsinki University Hospital and Helsinki University, Finland

^f West Midlands Ambulance Service NHS Foundation Trust, Dudley, UK

^g Norwegian National Advisory Unit on Prehospital Emergency Medicine and Department of Anesthesiology, Oslo University Hospital, Oslo, Norway

^h Faculty of Medicine and Health Sciences, University of Antwerp, Antwerp, Belgium

ⁱ Faculty of Medicine and Health Sciences, University of Ghent, Ghent, Belgium

^j Municipal Institute for Emergency Medicine Novi Sad, Novi Sad, Serbia

^k Department of Anaesthesia and Intensive Care Medicine, University Medical Center Schleswig-Holstein, Kiel, Germany

^l Department of Anesthesiology and Critical Care Medicine, Medical University of Innsbruck, Innsbruck, Austria

^m Department of Cardiovascular Research, IRCCS-Istituto di Ricerche Farmacologiche "Mario Negri", Milan, Italy

ⁿ Anaesthesia and Intensive Care Medicine, Southmead Hospital, Bristol, UK

Traduzione a cura di: **Giuseppe Ristagno** (referente), Roberta Affatato, Sabina Ceriani

Introduzione

Questo capitolo contiene indicazioni sulle tecniche utilizzate durante la fase iniziale della rianimazione di un soggetto adulto vittima di arresto cardiaco. Queste includono il supporto vitale di base (BLS: il mantenimento della pervietà delle vie aeree ed il supporto del respiro e del circolo senza l'uso di strumenti diversi dai soli presidi di protezione personale) e l'uso di un defibrillatore automatico esterno (DAE). Comprende inoltre le semplici manovre utilizzate nella gestione del soffocamento (ostruzione delle vie aeree da corpo estraneo). Le linee guida per l'uso di defibrillatori manuali e l'inizio della rianimazione intra-ospedaliera sono nella Sezione 3, Supporto Avanzato delle funzioni vitali (ALS).¹ E' inclusa anche una breve introduzione alla posizione laterale di sicurezza, con ulteriori informazioni fornite nella sezione 9, Primo Soccorso.²

Le linee guida si basano sul Consenso Scientifico e Raccomandazioni per il Trattamento (CoSTR) di ILCOR 2015 per il BLS/utilizzo del DAE.³ La revisione di ILCOR si è basata su 23 argomenti chiave che hanno portato a 32 raccomandazioni per il trattamento nell'ambito del riconoscimento precoce e della prevenzione dell'arresto cardiaco, RCP precoce di elevata qualità, e defibrillazione precoce. Per queste linee guida ERC, le raccomandazioni ILCOR sono state integrate da revisioni della letteratura da parte dei membri del gruppo di scrittura di ERC focalizzate su tematiche non revisionate da ILCOR. Il gruppo di scrittura di ERC era consapevole dei costi e della potenziale confusione creata dal cambiamento delle linee guida 2010, e quindi ha cercato di limitare le modifiche a quelle ritenute essenziali e supportate da nuove evidenze.

Le linee guida sono state redatte dai membri del gruppo di scrittura ERC, e poi riesaminate dall'intero gruppo e dai council nazionali prima dell'approvazione definitiva da parte del Direttivo ERC.

Riassunto delle modifiche rispetto alle Linee Guida del 2010

Le Linee Guida 2015 sottolineano l'importanza fondamentale dell'interazione tra gli operatori di centrale operativa e gli astanti che eseguono la RCP ed il recupero tempestivo di un defibrillatore automatico esterno. Una risposta efficace e coordinata da parte della comunità che riunisca questi elementi rappresenta la chiave per migliorare la sopravvivenza da arresto cardiaco extraospedaliero (Figura 2.1).

Gli operatori di centrale operativa svolgono un ruolo importante nel riconoscimento precoce dell'arresto cardiaco, nell'esecuzione di una RCP assistita dalla centrale operativa (anche nota come RCP guidata via telefono), e nella localizzazione ed invio di un defibrillatore automatico esterno. Quanto prima si allertano i servizi di emergenza, tanto prima si può iniziare e supportare il trattamento appropriato.

Le conoscenze, le competenze e la sicurezza degli astanti variano a seconda delle circostanze dell'arresto, dei livelli di formazione e delle esperienze precedenti.

ERC raccomanda che l'astante che sia addestrato e capace dovrebbe valutare rapidamente la vittima collassata per determinare se non risponde e se non respira normalmente e quindi allertare immediatamente i servizi di emergenza.

Quando possibile, si devono allertare i servizi di emergenza senza allontanarsi dalla vittima.

La vittima che non risponde e non respira normalmente è in arresto cardiaco e necessita di una RCP. Subito dopo l'inizio dell'arresto cardiaco il flusso di sangue al cervello è ridotto praticamente a zero; ciò può causare episodi simil-convulsivi che possono essere confusi con l'epilessia. Gli astanti e gli operatori di centrale operativa dovrebbero sospettare un arresto cardiaco in tutti i pazienti con convulsioni e valutare attentamente se la vittima respira normalmente.

* Corresponding author.

E-mail address: koen.monsieurs@uza.be (K.G. Monsieurs).

¹ See Appendix 1 for the ERC 2015 Guidelines Writing Group.





Fig. 2.1 Le interazioni tra l'operatore di centrale operativa (118/112) e gli astanti che iniziano la RCP e l'uso tempestivo di un defibrillatore semi-automatico esterno sono gli ingredienti principali per migliorare la sopravvivenza dell'arresto cardiaco extraospedaliero.

Il gruppo di scrittura ERC approva la raccomandazione di ILCOR secondo la quale tutti i soccorritori dovrebbero praticare le compressioni toraciche a tutte le vittime di arresto cardiaco. I soccorritori addestrati e in grado di eseguire le ventilazioni dovrebbero effettuare sia le compressioni toraciche che le ventilazioni. L'aggiunta delle ventilazioni può garantire effetti benefici aggiuntivi nei bambini, nelle vittime di arresto cardiaco da asfissia o nei casi in cui i tempi di risposta del servizio di emergenza medica (EMS) siano prolungati. La nostra fiducia riguardo all'equivalenza tra la RCP con sole compressioni e la RCP standard non è sufficiente a modificare la prassi attuale.

Una rianimazione cardiopolmonare di alta qualità è essenziale per migliorare la prognosi. I soccorritori dovrebbero garantire compressioni toraciche di adeguata profondità (circa 5 cm ma non più di 6 cm in un adulto di media corporatura) con una frequenza di 100-120 compressioni al minuto. Si deve permettere la completa riespansione del torace dopo ogni compressione e ridurre al minimo le interruzioni nelle compressioni. Si deve dare ciascuna ventilazione di soccorso in circa un secondo con un volume tale da far sollevare visibilmente il torace della vittima. Il rapporto compressioni:ventilazioni rimane di 30:2. Non si devono interrompere le compressioni toraciche per più di 10 secondi per effettuare le ventilazioni.

Defibrillare entro 3-5 minuti dall'inizio dell'arresto cardiaco può aumentare la sopravvivenza fino al 50-70%. La defibrillazione precoce può essere ottenuta dai soccorritori mediante l'utilizzo di defibrillatori (DAE) di accesso pubblico o presenti in loco. I programmi di accesso pubblico alla defibrillazione (public access defibrillation - PAD) dovrebbero essere attivamente implementati nei luoghi pubblici con una elevata densità di persone, come aeroporti, stazioni ferroviarie, stazioni degli autobus, impianti sportivi, centri commerciali, uffici e case da gioco. È in questi luoghi che gli arresti cardiaci sono spesso testimoniati e i soccorritori addestrati possono essere rapidamente sul posto. Il posizionamento dei DAE nelle zone in cui ci si aspetta un arresto cardiaco ogni 5 anni è considerato conveniente ed il costo per anno di vita guadagnato è paragonabile a quello di altri interventi medici. L'esperienza passata sul numero di arresti cardiaci in una determinata zona insieme alle caratteristiche del quartiere possono aiutare a guidare il posizionamento dei DAE. La registrazione dei DAE all'interno di un programma PAD permette agli operatori di centrale di indirizzare i soccorritori verso un DAE nelle vicinanze e può aiutare ad ottimizzare la risposta. (N.d.T. attualmente in Italia sono disponibili solo defibrillatori semiautomatici e defibrillatori manuali; verrà comunque mantenuto per convenzione l'acronimo DAE -defibrillatore automatico esterno per indicare sia i defibrillatori automatici che quelli semiautomatici).

La sequenza RCP nell'adulto può essere utilizzata senza rischio nei bambini che non rispondono e non respirano normalmente. Per i soccorritori addestrati è bene aggiungere che nei bambini e nelle vittime di annegamento è più adatta l'esecuzione di una sequenza modificata che include 5 ventilazioni prima di iniziare le compressioni toraciche

ed una ritardata ricerca di aiuto nella situazione sfortunata in cui il soccorritore si trovi da solo. La profondità delle compressioni toraciche nei bambini dovrebbe essere almeno un terzo della profondità del torace (per il lattante 4 cm, per i bambini 5 cm).

Un corpo estraneo che causa una ostruzione grave delle vie aeree è un'emergenza medica. Essa si verifica quasi sempre mentre la vittima sta mangiando o bevendo e richiede un trattamento immediato con colpi alla schiena e, in caso di mancata disostruzione, con compressioni addominali. Se la vittima non risponde, si deve iniziare la RCP immediatamente mentre viene chiamato aiuto.

L'arresto cardiaco

L'arresto cardiaco improvviso (ACI) è una delle principali cause di morte in Europa. In base alla definizione utilizzata, circa 55-113 su 100.000 abitanti all'anno o 350.000-700.000 individui all'anno sono colpiti in Europa.⁴⁻⁶ All'analisi del ritmo di presentazione circa il 25-50% delle vittime di arresto cardiaco evidenziano una fibrillazione ventricolare (FV), percentuale che è andata decrescendo negli ultimi 20 anni.⁷⁻¹³ È probabile che le persone che hanno una FV o una tachicardia ventricolare (TV) senza polso al momento del collasso siano molte di più, ma che al momento del primo elettrocardiogramma (ECG) registrato dai soccorritori, queste siano degenerare in asistolia.^{14,15} Quando il ritmo viene registrato precocemente dopo il collasso, spesso attraverso un DAE presente nelle vicinanze, la proporzione di soggetti in FV può raggiungere il 76%.¹⁶⁻¹⁷ Molte vittime di ACI possono sopravvivere se gli astanti agiscono immediatamente, mentre la FV è ancora presente. Il successo della rianimazione è meno probabile una volta che il ritmo è degenerato in asistolia.

Il trattamento raccomandato per l'arresto cardiaco da FV è la RCP immediata da parte degli astanti e la defibrillazione elettrica precoce. La maggior parte degli arresti di origine non cardiaca hanno cause respiratorie, come l'annegamento (frequente nei bambini) e l'asfissia. Le ventilazioni e le compressioni toraciche sono fondamentali per il successo della rianimazione di questi soggetti.

La catena della sopravvivenza

Il concetto della Catena della Sopravvivenza riassume i passaggi essenziali per una rianimazione efficace (Fig. 2.2). La maggior parte di questi anelli si applicano alle vittime di arresto cardiaco sia di origine cardiaca che secondario ad asfissia.¹⁸

Riconoscimento precoce e chiamata d'aiuto

Il dolore toracico dovrebbe essere riconosciuto come sintomo di ischemia miocardica. L'arresto cardiaco colpisce una frazione variabile tra un quarto e un terzo dei pazienti con ischemia miocardica nella prima ora successiva all'insorgenza del dolore toracico.¹⁹ Quando viene riconosciuta l'origine cardiaca del dolore toracico e la chiamata al servizio di emergenza sanitaria viene effettuata prima che la vittima perda coscienza, l'arrivo dell'ambulanza è significativamente più tempestivo e la sopravvivenza tende ad essere maggiore.²⁰⁻²³

Non appena si presenta l'arresto cardiaco, il riconoscimento precoce è di critica importanza per consentire la rapida attivazione del servizio di emergenza sanitaria e l'immediato inizio della RCP da parte degli astanti. Le osservazioni chiave per il riconoscimento di un arresto cardiaco sono: la vittima non risponde e non respira normalmente. I soccorritori dei servizi di emergenza medica possono ottimizzare il riconoscimento concentrandosi su questi aspetti fondamentali.

RCP precoce effettuata dagli astanti

Una RCP immediata può raddoppiare o quadruplicare la sopravvivenza dall'arresto cardiaco.^{20,24-28} I soccorritori addestrati, se in grado, dovrebbero effettuare le compressioni toraciche insieme alle ventilazioni. Quando chi chiama la centrale operativa non è addestrato alla RCP, l'operatore di centrale dovrebbe guidarlo nell'esecuzione della RCP



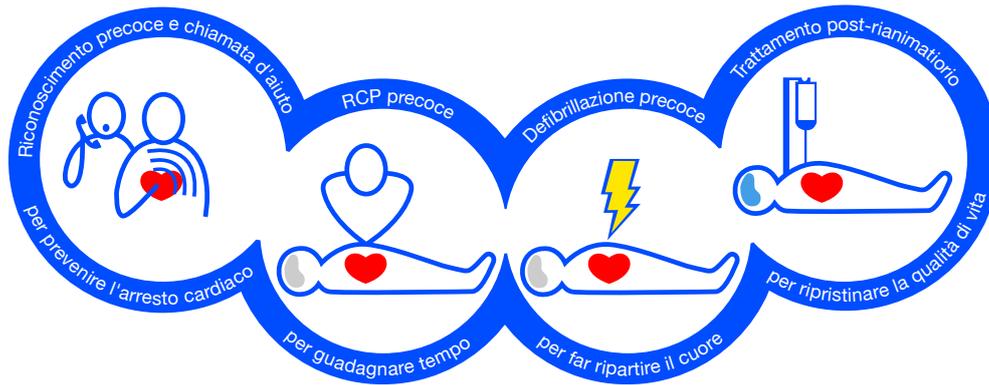


Fig. 2.2 La catena della sopravvivenza.

con le sole compressioni toraciche in attesa dell'arrivo del soccorso professionale.²⁹⁻³¹

Defibrillazione precoce

La defibrillazione entro i primi 3-5 minuti dal collasso può fare aumentare la sopravvivenza fino al 50-70%. Questo risultato può essere raggiunto grazie all'accesso pubblico e alla presenza dei DAE in loco.^{13,17,32,33} Ogni minuto di ritardo nella defibrillazione riduce la probabilità di sopravvivenza alla dimissione del 10-12%. Gli anelli della catena della sopravvivenza sono più efficaci se attuati insieme: quando la RCP viene effettuata dagli astanti, la riduzione della sopravvivenza è più graduale, in media del 3-4% per ogni minuto di ritardo nella defibrillazione.^{20,24,34}

Supporto vitale avanzato precoce e trattamento post-rianimatorio standardizzato

Il supporto vitale avanzato con la gestione delle vie aeree, la somministrazione di farmaci e la correzioni dei fattori causali può essere necessario se i tentativi iniziali di rianimazione non hanno avuto successo. La qualità del trattamento durante la fase post-rianimazione influenza l'esito ed è argomento dei capitoli relativi al supporto vitale avanzato nell'adulto e al trattamento post-rianimatorio.^{1,35}

La necessità fondamentale dell'intervento degli astanti

Nella maggior parte delle comunità, la mediana dei tempi tra la chiamata e l'arrivo dell'ambulanza (intervallo di risposta) è di 5-8 minuti,^{16,36-38} o di 8-11 minuti se si considera l'erogazione del primo shock.^{13,27} Durante questo intervallo di tempo la sopravvivenza del paziente dipende dagli astanti che iniziano la RCP e che utilizzano il DAE per la defibrillazione.

Le vittime di arresto cardiaco necessitano di una RCP immediata. Questo intervento fornisce un minimo, ma essenziale, flusso ematico al cuore e al cervello. Inoltre, la RCP precoce aumenta la probabilità che il cuore riprenda un ritmo ed una gittata cardiaca efficaci. Le compressioni toraciche sono particolarmente importanti se uno shock non può essere erogato entro i primi minuti dal collasso.³⁹ Dopo la defibrillazione, se il cuore è ancora vitale, si riprenderà un ritmo spontaneo ed organizzato a cui seguirà la contrazione meccanica. Nei primi minuti dopo la conversione efficace di una FV, il ritmo cardiaco può essere lento e la forza contrattile del cuore debole; le compressioni toraciche devono essere proseguite fino a quando non si abbia il ritorno di un'adeguata funzione cardiaca.

L'utilizzo del DAE da parte di soccorritori non addestrati, aumenta la sopravvivenza da arresto cardiaco nei luoghi pubblici.¹⁶ Sta aumentando anche l'utilizzo dei DAE nei quartieri residenziali.⁴⁰ Il DAE utilizza comandi vocali per guidare il soccorritore, analizza il ritmo cardiaco e guida il soccorritore ad erogare una scarica se viene rilevata una FV o

una TV rapida. I DAE sono molto accurati e erogano una scarica solo se è presente una FV (o una TV rapida).^{41,42}

Riconoscimento dell'arresto cardiaco

Il riconoscimento dell'arresto cardiaco può essere difficoltoso. Sia gli astanti che coloro che gestiscono le chiamate di emergenza (operatori di centrale operativa) devono riconoscere immediatamente l'arresto cardiaco in modo da attivare prontamente la catena della sopravvivenza. È stato dimostrato che la ricerca del polso carotideo (o di qualunque altro polso) sia un metodo poco attendibile per confermare la presenza o l'assenza del circolo.⁴³⁻⁴⁷

I respiri agonici sono lenti e profondi, spesso accompagnati dal caratteristico suono russante. Originano dal tronco cerebrale, la parte di cervello che mantiene la propria funzionalità per alcuni minuti anche se privata di ossigeno. La presenza di respiri agonici può essere erroneamente interpretata come segno di presenza di circolo e quindi della non necessità di intraprendere una RCP. Fino al 40% dei pazienti presenta respiri agonici nei primi minuti dell'arresto cardiaco, e se riconosciuti come segni di arresto cardiaco, questi sono associati ad una maggiore sopravvivenza.⁴⁸ Durante l'addestramento dovrebbe essere evidenziata l'importanza dei respiri agonici.^{49,50} Gli astanti dovrebbero sospettare l'arresto cardiaco e iniziare la RCP se la vittima **non risponde e non respira normalmente**.

Immediatamente dopo l'arresto cardiaco, il flusso sanguigno al cervello è ridotto praticamente a zero, e ciò può causare episodi convulsivi che possono essere confusi con crisi epilettiche. Gli astanti dovrebbero sospettare l'arresto cardiaco in tutti i pazienti che presentano convulsioni.^{51,52} Anche se gli astanti che assistono ad un arresto cardiaco possono riportare cambiamenti del colore della pelle della vittima, in particolare cambiamenti in pallore e colorito bluastrò associati a cianosi, queste modificazioni non sono diagnostiche di arresto cardiaco.⁵¹

Ruolo della centrale operativa

L'operatore di centrale operativa ha un ruolo fondamentale nella diagnosi dell'arresto cardiaco, nella guida di una RCP assistita (anche detta RCP telefonica), nella localizzazione e invio di un defibrillatore automatico esterno e nell'attivazione di una risposta di emergenza medica di massima priorità. Prima vengono allertati i servizi di emergenza, prima possono essere iniziati e supportati i trattamenti adeguati.

Riconoscimento dell'arresto cardiaco da parte degli operatori di centrale operativa

È di fondamentale importanza il riconoscimento precoce dell'arresto cardiaco. Se l'operatore di centrale operativa riconosce l'arresto cardiaco, la sopravvivenza è più probabile poiché possono essere adottate le misure terapeutiche adeguate.^{53,54} Soluzioni più efficaci, in termini di rapporto costo/beneficio, per migliorare la prognosi dell'arresto cardia-



co possono essere il miglioramento della capacità di riconoscere l'arresto cardiaco da parte degli operatori di centrale operativa e l'ottimizzazione delle procedure di emergenza attuate dalle centrali operative.

Può essere utile l'uso di protocolli scritti per la gestione delle emergenze mediche da parte degli operatori delle centrali operative, che contengano domande specifiche volte a migliorare il riconoscimento dell'arresto cardiaco. In caso di pazienti che **non rispondono** e **non respirano normalmente**, bisogna assumere che siano in arresto cardiaco. L'osservazione di questi protocolli può aiutare a migliorare il riconoscimento dell'arresto cardiaco,^{9,55-57} mentre la mancata aderenza ai protocolli riduce le probabilità di riconoscimento dell'arresto cardiaco da parte degli operatori di centrale operativa così come la possibilità di eseguire una RCP telefonica.⁵⁸⁻⁶⁰

E' difficile per gli operatori di centrale ricevere una descrizione accurata della modalità di respiro della vittima. Spesso sono presenti respiri agonici, e chi chiama i soccorsi può erroneamente pensare che la vittima stia ancora respirando normalmente.^{9,60-68} Fornire agli operatori di centrale una formazione aggiuntiva, in particolare riguardo all'identificazione e all'importanza dei respiri agonici, può migliorare il riconoscimento dell'arresto cardiaco, aumentare la possibilità di eseguire una RCP telefonica,^{67,68} e ridurre il numero di casi di arresto cardiaco non identificato.⁶⁴

La formulazione di domande riguardo alla regolarità o alla modalità di respiro può aiutare a migliorare il riconoscimento dei respiri non normali, e quindi l'identificazione dell'arresto cardiaco. Se la chiamata di emergenza è inizialmente per una persona affetta da crisi convulsiva, l'operatore di centrale dovrebbe sospettare fortemente un caso di arresto cardiaco, anche se chi ha chiamato i soccorsi riferisce che la vittima ha una storia pregressa di epilessia.^{61,69}

RCP guidata dalla centrale operativa

La frequenza di una RCP iniziata dagli astanti è bassa in molte comunità. E' stato dimostrato che la RCP guidata dalla centrale operativa (RCP telefonica) aumenta le percentuali di RCP iniziate dagli astanti,^{9,56,70-72} riduce il tempo che trascorre dal collasso all'inizio della prima RCP^{56,57,68,72,73}, aumenta il numero di compressioni toraciche effettuate⁷⁰ e migliora la prognosi delle vittime di arresto cardiaco extra ospedaliero (OHCA) in tutti i gruppi di pazienti.^{9,29-31,57,71,74}

Gli operatori di centrale dovrebbero fornire indicazioni al telefono su come effettuare la RCP in tutti i casi di sospetto arresto cardiaco a meno che un soccorritore addestrato non stia già effettuando la RCP. Se sono richieste istruzioni per una vittima adulta di arresto cardiaco, gli operatori di centrale dovrebbero fornire istruzioni utili ad effettuare una RCP con le sole compressioni toraciche.

Se la vittima è un bambino, gli operatori di centrale dovrebbero fornire istruzioni utili ad effettuare una RCP con sia le compressioni toraciche che le ventilazioni. Pertanto, gli operatori di centrale dovrebbero essere formati per fornire istruzioni su entrambe le tecniche.

Sequenza BLS nell'adulto

La Figura 2.3 riassume l'intera sequenza di azioni per la valutazione e il trattamento iniziale della vittima che non risponde. La sequenza degli interventi comprende il riconoscimento dell'arresto cardiaco, l'allerta dei servizi di emergenza medica, l'inizio della RCP e l'uso del DAE. Il numero dei passaggi è stato ridotto per concentrare l'attenzione sulle azioni di vitale importanza. L'algoritmo modificato ha lo scopo di presentare i passaggi in modo logico e conciso, in maniera tale che risulti semplice da comprendere, ricordare e mettere in pratica da tutti i tipi di soccorritori.

La Figura 2.4 illustra la sequenza dettagliata passo dopo passo per il soccorritore addestrato. Viene sempre sottolineata l'importanza di garantire la sicurezza per il soccorritore, la vittima e gli astanti. La richiesta di ulteriore aiuto (se necessaria) è inclusa nel passaggio successivo di allerta dei servizi medici di emergenza. Per chiarezza l'algoritmo è presentato come una sequenza lineare di azioni. E' noto che i primi passaggi di verifica di un'eventuale risposta della vittima, di apertura delle vie aeree, di valutazione della presenza del respiro e di allerta del sistema di emergenza medica, possono essere effettuati simultaneamente o

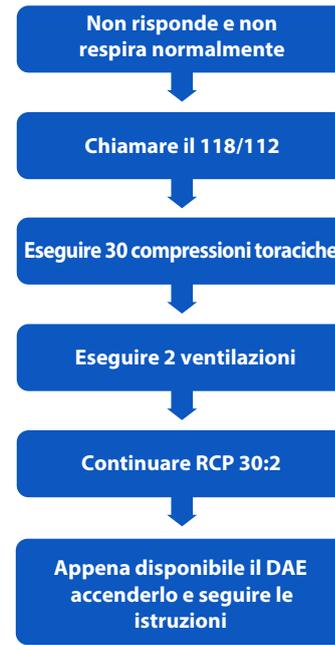


Fig. 2.3 Algoritmo per il supporto vitale di base nell'adulto/defibrillazione semi-automatico esterna (BLS/AED).

in rapida successione.

Coloro che non sono addestrati a riconoscere un arresto cardiaco e ad iniziare una RCP non sono a conoscenza di queste linee guida e pertanto richiedono assistenza dagli operatori di centrale nel caso in cui decidano di chiamare il 112/118. Di conseguenza queste linee guida non includono raccomandazioni specifiche per coloro che non sono addestrati a riconoscere un arresto cardiaco e ad iniziare una RCP.

La parte restante di questa sezione fornisce informazioni aggiuntive su alcuni dei passaggi chiave all'interno della sequenza BLS generale.

Apertura delle vie aeree e verifica del respiro

Il soccorritore addestrato dovrebbe valutare rapidamente la vittima collassata per verificare se risponde e se respira normalmente.

Apri le vie aeree con la tecnica di iperestensione del capo e sollevamento del mento, mentre verifichi se la persona stia respirando normalmente. Non rallentare la valutazione per verificare la pervietà delle vie aeree. Le tecniche di sublussazione della mandibola e utilizzo di un dito per la rimozione di eventuali corpi estranei presenti nella bocca non sono più raccomandate per i soccorritori non sanitari. Verifica il respiro adoperando le tecniche descritte nella Figura 2.4, facendo attenzione all'importanza critica del riconoscimento del respiro agonico descritto sopra.

Allerta dei servizi di emergenza

Il numero telefonico per le emergenze in Europa è il 112. E' disponibile ovunque in Europa, è gratuito ed è possibile chiamare il 112 da telefoni fissi o mobili per contattare tutti i servizi di emergenza: il soccorso sanitario, i Vigili del Fuoco, la Polizia di Stato, i Carabinieri. Alcuni Paesi Europei forniscono un numero alternativo che consente l'accesso diretto ai servizi medici di emergenza (es. 118, valido in molte aree in Italia), al fine di ottimizzare i tempi. I testimoni dovrebbero quindi seguire le linee guida nazionali sul numero telefonico da chiamare.

L'allerta precoce dei servizi di emergenza favorisce l'assistenza da parte di un operatore di centrale nel riconoscimento dell'arresto cardiaco e nel fornire istruzioni telefoniche su come effettuare una RCP; consente inoltre il tempestivo arrivo dei servizi di emergenza medica o dei primi soccorritori, e infine la localizzazione e l'invio di un DAE.⁷⁵⁻⁷⁸

Se possibile, rimani con la vittima durante la chiamata ai servizi di



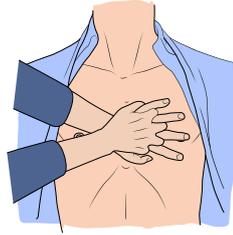
SEQUENZA/ Manovra	Descrizione della tecnica
<p>SICUREZZA</p> <p>Valuta la sicurezza della scena per te, la vittima e ogni astante</p>	
<p>RISPOSTA</p> <p>Verifica una eventuale risposta della vittima</p>	 <p>Scuoti gentilmente le sue spalle e chiedi ad alta voce: «Tutto bene?»</p> <p>Se risponde, lascialo nella posizione in cui lo hai trovato, assicurati che non vi siano ulteriori pericoli; cerca di scoprire qual è il problema e dagli assistenza se necessario; rivalutalo regolarmente</p>
<p>VIE AEREE</p> <p>Apri le vie aeree</p>	 <p>Poni la vittima sulla schiena se necessario. Posiziona la tua mano sulla sua fronte e ed estendi delicatamente la sua testa all'indietro; con i polpastrelli posizionati sotto l'estremità del mento della vittima, sollevalo per aprire le vie aeree</p>
<p>RESPIRO</p> <p>Guarda, ascolta e senti per valutare se il respiro è normale</p>	 <p>Nei primi minuti dopo un arresto cardiaco, la vittima può respirare in modo irregolare, con respiro lento e rumoroso. Non confondere questa situazione con un respiro normale. Guarda, ascolta e senti per non più di 10 secondi per determinare se la vittima sta respirando normalmente.</p> <p>Se hai dei dubbi sul respiro, comportati come se la vittima non stesse respirando normalmente e preparati ad iniziare la RCP</p>
<p>LA VITTIMA NON RISPONDE E NON RESPIRA NORMALMENTE</p> <p>Allerta il servizio di emergenza</p>	 <p>Se possibile, chiedi a qualcuno di chiamare il servizio di emergenza (112/118), altrimenti chiamalo tu stesso</p> <p>Se possibile, rimani con la vittima mentre fai la chiamata di emergenza</p> <p>Attiva il vivavoce del telefono per facilitare la comunicazione con la centrale operativa</p>
<p>FAI PORTARE UN DAE</p> <p>Invia qualcuno a recuperare un DAE</p>	 <p>Manda qualcuno a cercare e portare un DAE se disponibile. Se sei da solo, non allontanarti dalla vittima, inizia la RCP</p>

Fig. 2.4 Sequenza delle manovre per il trattamento di un adulto vittima di arresto cardiaco da parte di un soccorritore addestrato al BLS/DAE



CIRCOLO

Inizia le compressioni toraciche



Inginocchiati a lato della vittima

Posiziona la parte prossimale del palmo di una mano (calcagno della mano) al centro del torace della vittima; (ossia sulla metà inferiore dello sterno)

Posiziona il palmo dell'altra mano sopra la prima



Intreccia le dita delle mani e assicurati che non si applichi pressione sulle coste della vittima

Tieni le braccia dritte

Non applicare alcuna pressione sull'addome superiore o sulla parte terminale dello sterno



Posizionati verticalmente sul torace della vittima e premi verso il basso per circa 5 cm (ma senza superare i 6 cm)

Dopo ogni compressione, rilascia del tutto la pressione sul torace senza perdere il contatto tra le tue mani e lo sterno

Ripeti la manovra a una frequenza di 100-120/min

SE SEI ADDESTRATO ED IN GRADO

Associa le compressioni toraciche alle ventilazioni



Dopo 30 compressioni, apri le vie aeree utilizzando ancora l'iperestensione del capo e il sollevamento del mento
Chiudi il naso pinzandone le narici con l'indice e il pollice della mano poggiata sulla fronte

Fai in modo che la bocca si apra, ma mantieni il mento sollevato

Prendi un respiro normale e posiziona le tue labbra attorno a quelle della vittima, assicurandoti di avere una buona aderenza

Soffia in modo lento e graduale nella bocca controllando contemporaneamente l'escursione del torace per circa 1 secondo come in un respiro normale; questa è una ventilazione efficace

Mantenendo l'iperestensione del capo ed il sollevamento del mento, stacca la tua bocca da quella della vittima ed osserva che il torace si abbassi durante l'espiazione

Prendi un altro respiro normale e soffia nella bocca della vittima una volta ancora per un totale di due ventilazioni efficaci. Non interrompere le compressioni toraciche per più di 10 secondi per erogare le due ventilazioni. Quindi, riposiziona senza ritardo le mani nella posizione corretta sullo sterno ed effettua altre 30 compressioni toraciche

Fig. 2.4 (Continua)



Continua le compressioni toraciche e le ventilazioni con un rapporto di 30:2

**SE NON SEI ADDESTRATO
O NON SEI IN GRADO DI
ESEGUIRE
LE VENTILAZIONI**

Continua la RCP con sole
compressioni



Effettua la RCP con le sole compressioni toraciche (compressioni continue alla frequenza di 100-120/min)

QUANDO IL DAE ARRIVA

**Accendi il DAE e applica le
piastre
da defibrillazione**

Segui i comandi vocali/
visivi



Appena è disponibile il DAE:

Accendi il DAE e attacca le piastre sul torace nudo della vittima

Se è presente più di un soccorritore, la RCP dovrebbe essere continuata mentre le piastre vengono posizionate sul torace



Assicurati che nessuno tocchi la vittima mentre il DAE analizza il ritmo

Se lo shock è indicato,
eroga lo shock



Assicurati che nessuno tocchi la vittima

Premi il bottone dello shock come indicato (i DAE completamente automatici erogheranno lo shock automaticamente)

Ricomincia immediatamente la RCP 30:2
Continua seguendo i comandi vocali/visivi

Se lo shock non è indicato
continua la RCP



Ricomincia immediatamente la RCP. Continua seguendo i comandi vocali/visivi

Fig. 2.4 (Continua)



SE IL DAE NON È DISPONIBILE CONTINUA LA RCP

Continua la RCP



Non interrompere le manovre rianimatorie fino a quando:

- Un sanitario professionale ti dice di fermarti
- La vittima riprende coscienza, si muove, apre gli occhi; e respira normalmente
- Sei esausto

SE LA VITTIMA NON RISPONDE MA RESPIRA NORMALMENTE

Se sei sicuro che la vittima sta respirando normalmente ma è ancora incosciente mettila nella posizione di sicurezza (vedi Capitolo Primo Soccorso)



È raro che la RCP da sola possa far ripartire il cuore. Se non sei sicuro se la vittima si sia rianimata, continua la RCP.

Segni che indicano che la vittima si è rianimata:

- Riacquista coscienza
- Si muove
- Apre gli occhi
- Respira normalmente

Stai pronto a ricominciare la RCP immediatamente se il paziente deteriora

Fig. 2.4 (Continua)

emergenza. Se il telefono presenta la funzione di vivavoce, attivala in modo tale da facilitare un dialogo continuo con l'operatore e (se possibile) ricevere istruzioni sulla RCP.⁷⁹ Sembra ragionevole che i corsi di formazione all'esecuzione della RCP debbano includere anche le istruzioni sull'attivazione della modalità vivavoce.⁸⁰ Si possono coinvolgere altri astanti per farsi aiutare a chiamare i servizi di emergenza.

Inizio delle compressioni toraciche

Negli adulti che necessitano di una RCP, esiste un'elevata probabilità che la causa di arresto cardiaco sia primariamente di origine cardiaca. Quando il flusso sanguigno si ferma a seguito di un arresto cardiaco, il sangue nei polmoni e nel sistema arterioso rimane ossigenato per alcuni minuti. Per enfatizzare l'importanza prioritaria delle compressioni toraciche, si raccomanda di iniziare la RCP con le compressioni toraciche piuttosto che con le ventilazioni. Studi su manichini dimostrano che questa procedura sia associata ad un tempo più breve di inizio della RCP.⁸¹⁻⁸⁴ Quando si eseguono le compressioni toraciche manuali:

1. Effettua le compressioni al "centro del torace".
2. Comprimi ad una profondità di almeno 5 cm ma non più di 6 cm.
3. Comprimi il torace ad una frequenza di 100–120 min⁻¹ minimizzando le interruzioni.
4. Permetti la completa riespansione del torace dopo ogni compressione; non appoggiarti sul torace.

Posizione delle mani

Studi sperimentali dimostrano una migliore risposta emodinamica quando le compressioni toraciche vengono effettuate sulla metà inferiore dello sterno.⁸⁵⁻⁸⁷ Si raccomanda che questa posizione venga insegnata in maniera molto semplificata, ad esempio come "posiziona il palmo della mano al centro del torace, con sopra l'altra mano". Questa istruzione dovrebbe essere accompagnata da una dimostrazione pratica su un manichino posizionando le mani sulla metà inferiore dello sterno.^{88,89}

Le compressioni toraciche vengono effettuate più agevolmente da un singolo soccorritore inginocchiato a lato della vittima, poiché que-

sta posizione facilita lo spostamento tra le manovre di compressione e quelle di ventilazione, riducendo al minimo le interruzioni. La RCP effettuata da sopra la testa della vittima da un singolo soccorritore e la RCP a cavalcioni con due soccorritori possono essere prese in considerazione quando non è possibile effettuare le compressioni dal lato, per esempio quando la vittima si trova in spazi ristretti.^{90,91}

Profondità delle compressioni

La paura di arrecare danno, la stanchezza e la limitata forza muscolare portano spesso i soccorritori ad effettuare compressioni meno profonde di quanto raccomandato. Quattro studi osservazionali, pubblicati dopo le Linee Guida del 2010, suggeriscono che durante RCP manuale negli adulti, una profondità di compressione compresa in un intervallo di 4.5-5.5 cm porti a esiti migliori rispetto a tutte le altre profondità di compressione.⁹²⁻⁹⁵ Sulla base di un'analisi di dati ottenuti da 9136 pazienti, una profondità di compressione compresa tra 40 e 55 mm, con un picco a 46 mm, si associa con i tassi più alti di sopravvivenza.⁹⁴ Inoltre, durante RCP manuale negli adulti, i risultati di uno studio osservazionale indicano che una profondità di compressione maggiore a 6 cm si associa ad un aumento della percentuale di lesioni, se confrontata con una profondità di compressione tra 5-6 cm.⁹⁶ ERC supporta la raccomandazione ILCOR secondo cui è ragionevole una compressione toracica con una profondità di circa 5 cm ma non più di 6 cm nell'adulto di media corporatura. Nel fare questa raccomandazione ERC riconosce che possa essere difficile stimare la profondità delle compressioni e che compressioni troppo superficiali sono più dannose rispetto a compressioni troppo profonde. La formazione dovrebbe continuare a dare la priorità al raggiungimento di un'adeguata profondità di compressione.

Frequenza di compressione

La frequenza delle compressioni toraciche è definita come l'effettiva frequenza delle compressioni eseguite in qualsiasi momento. Differisce dal numero di compressioni toraciche eseguite in uno specifico periodo temporale, che invece tiene conto delle interruzioni durante le compressioni toraciche.

Due studi, per un totale di 13.469 pazienti, hanno dimostrato una maggiore sopravvivenza nei pazienti che hanno ricevuto compressio-



ni toraciche ad una frequenza di 100–120 min⁻¹, rispetto a frequenze >140, 120–139, <80 e 80–99 min⁻¹. Frequenze di compressioni toraciche molto alte erano associate ad una riduzione della profondità di compressione del torace.^{97,98} ERC raccomanda pertanto che le compressioni toraciche vengano effettuate ad una frequenza di 100–120 min⁻¹.

Minimizzare le interruzioni durante le compressioni toraciche

Effettuare le ventilazioni di soccorso, erogare gli shock, e analizzare il ritmo, sono azioni che comportano l'interruzione delle compressioni toraciche. Pause pre- e post-shock minori di 10 secondi, e una percentuale del tempo totale delle manovre di BLS-D spesso nell'esecuzione di compressioni toraciche (chest compression fraction) >60%, si associano a prognosi migliori.^{99–103} Le pause durante le compressioni toraciche devono essere ridotte al minimo, assicurando un lavoro di squadra efficiente da parte dei soccorritori del team.

Superficie rigida

La RCP dovrebbe essere effettuata su una superficie rigida ove possibile. I materassi ad aria dovrebbero sempre essere sgonfiati durante la RCP.¹⁰⁴ L'evidenza a favore dell'utilizzo delle tavole dorsali è dubbia,^{105–109} ma se utilizzate, si dovrebbe porre attenzione ad evitare interruzioni della RCP e la possibile dislocazione degli accessi venosi o di altri tubi durante il loro posizionamento.

Riespansione del torace

Non è insolito appoggiarsi sul torace durante la RCP, impedendo così la completa riespansione del torace.^{110,111} La completa riespansione del torace dopo ogni compressione comporta un migliore ritorno venoso al torace e può migliorare l'efficacia della RCP.^{110,112–114} I soccorritori dovrebbero pertanto fare attenzione a non appoggiarsi sul torace dopo ogni compressione toracica.

Ciclaggio

Il ciclaggio ottimale (rapporto tra il tempo in cui il torace è compresso e il tempo totale che intercorre tra due compressioni successive) è stato studiato in modelli animali e con studi di simulazione, ma i risultati sono discordanti.^{115–123} Un recente studio clinico osservazionale ha messo in discussione il ciclaggio precedentemente raccomandato di 50:50, indicando che fasi di compressione >40% non possono essere raggiunte, e potrebbero comportare una riduzione della profondità di compressione.¹²⁴ Per i soccorritori il ciclaggio è difficile da regolare ed è inoltre influenzato dagli altri parametri della compressione toracica.^{119,124} Nella revisione dell'evidenza, ERC riconosce che esistono evidenze molto scarse per raccomandare un ciclaggio specifico, e pertanto non ci sono evidenze nuove sufficienti a modificare il rapporto del 50%, attualmente raccomandato.

Dispositivi di feedback per le compressioni

Nella pratica clinica, l'uso di dispositivi di riscontro e suggerimento durante le manovre di RCP è volto a migliorare la qualità della RCP, al fine di incrementare le probabilità di ROSC e sopravvivenza.^{125,126} Le forme di feedback comprendono istruzioni vocali, metronomi, segnali visivi, indicatori numerici, forme d'onda, comandi verbali, e allarmi visivi.

Gli effetti dei dispositivi di riscontro e suggerimento durante RCP sono stati analizzati in due studi randomizzati^{127,128} e 11 studi osservazionali.^{128–138} Nessuno di questi studi ha dimostrato un aumento della sopravvivenza alla dimissione ospedaliera con l'uso dei dispositivi di feedback, e solo uno studio ha dimostrato una percentuale di ROSC significativamente maggiore nei pazienti nei quali erano stati usati tali dispositivi. Tuttavia, in questo studio il dispositivo di feedback era stato attivato a discrezione del medico, e non sono stati forniti dettagli sulla decisione di attivare o meno il dispositivo.¹³⁶ L'utilizzo dei dispositivi di riscontro e suggerimento durante RCP dovrebbe essere considerato come parte integrante di un'ampia gamma di iniziative volte al miglioramento della RCP,^{138,139} piuttosto che come un intervento isolato.

Ventilazioni

In maiali non curarizzati in arresto cardiaco, con gasping e con le vie aeree non protette e non ostruite, una RCP con sole compressioni toraciche continue senza ventilazioni, ha portato ad un miglioramento dell'esito.¹⁴⁰ Il gasping si può presentare nella prima fase dopo l'insorgenza dell'arresto cardiaco in circa un terzo dei pazienti, e facilita gli scambi gassosi.⁴⁸ Tuttavia, durante una RCP in pazienti intubati, il volume corrente mediano per ogni compressione toracica è di soli 40 ml circa, insufficiente a garantire una ventilazione adeguata.¹⁴¹ Nell'arresto cardiaco testimoniato e con ritmo di presentazione di fibrillazione ventricolare, l'esecuzione immediata di compressioni toraciche continue ha triplicato la sopravvivenza.¹⁴² Di conseguenza, le compressioni toraciche continue possono essere benefiche soprattutto nelle fasi precoci dell'arresto cardiaco (fase 'elettrica' e 'circolatoria'), mentre l'aggiunta delle ventilazioni diventa di fondamentale importanza nella fase tardiva, 'metabolica'.³⁹

Durante la RCP, il flusso sanguigno sistemico e di conseguenza il flusso sanguigno ai polmoni, sono ridotti in maniera significativa, pertanto volumi correnti e frequenze respiratorie più bassi del normale possono garantire un'ossigenazione e una ventilazione adeguate.^{143–146} Quando le vie aeree non sono protette, un volume corrente di un litro produce una distensione gastrica significativamente maggiore rispetto ad un volume di 500 ml.¹⁴⁷ E' possibile effettuare le insufflazioni in 1 secondo di durata, senza causare una eccessiva insufflazione gastrica.¹⁴⁸ Una iperventilazione involontaria può presentarsi di frequente, soprattutto quando si effettua la ventilazione manuale con pallone-maschera in vie aeree protette. Uno studio sperimentale attentamente controllato, ha dimostrato che l'iperventilazione, nonostante l'aumento della pressione intratoracica¹⁴⁹ e della pressione di picco delle vie aeree,¹⁵⁰ non ha causato effetti avversi.¹⁵¹

In base all'evidenza disponibile, si suggerisce di somministrare un volume corrente di circa 500–600 ml (6–7 ml kg⁻¹), durante RCP nell'adulto. In pratica, questo è il volume richiesto per determinare un'espansione del torace visibilmente apprezzabile.¹⁵² I soccorritori dovrebbero erogare ogni ventilazione in circa 1 secondo con un volume sufficiente a far sollevare il torace della vittima, ma evitando insufflazioni veloci o energetiche. Il tempo massimo di interruzione delle compressioni toraciche per effettuare due ventilazioni non dovrebbe superare i 10 secondi.¹⁵³ Queste raccomandazioni si applicano a tutte le modalità di ventilazione durante la RCP se le vie aeree non sono protette, comprese la respirazione bocca-a-bocca e la ventilazione con pallone-maschera con o senza ossigeno supplementare.

Ventilazione bocca-naso

La ventilazione bocca-naso è una alternativa accettabile rispetto a quella bocca-a-bocca.¹⁵⁴ Può essere presa in considerazione se la bocca della vittima è gravemente danneggiata o non può essere aperta, se il soccorritore sta assistendo una vittima in acqua o se l'aderenza bocca-bocca è difficile da ottenere.

Ventilazione bocca-tracheostomia

La ventilazione bocca-tracheostomia può essere utilizzata se la vittima ha una cannula tracheostomica o uno stoma tracheale.¹⁵⁵

Rapporto compressioni-ventilazioni

I dati degli studi su animali supportano un incremento del rapporto compressioni-ventilazioni superiore a 15:2.^{156–158} Un modello matematico suggerisce che il rapporto 30:2 rappresenti il migliore compromesso tra flusso sanguigno e distribuzione di ossigeno.^{159,160} Un rapporto di 30 compressioni e 2 ventilazioni era raccomandato nelle Linee Guida del 2005 e 2010 per il soccorritore singolo che esegue la rianimazione di un adulto. Questo riduceva il numero di interruzioni nelle compressioni e la frazione di tempo senza flusso ematico,^{161,162} e riduceva il rischio di iperventilazione.^{149,163} Diversi studi osservazionali hanno riportato esiti lievemente migliori a seguito dell'applicazione delle modifiche delle linee guida, che comprendevano il passaggio da un rapporto compressioni-ventilazioni di 15:2 a un rapporto raccomandato di 30:2.^{161,162,164,165} ERC pertanto continua a raccomandare un rapporto compressioni-ventilazioni di 30:2.



RCP con sole compressioni

Studi su animali hanno documentato che la RCP con sole compressioni toraciche può essere efficace come la RCP con compressioni associate a ventilazioni, nei primi minuti dopo un arresto cardiaco non legato ad asfissia.^{140,166} Studi su animali e modelli matematici sulla RCP con sole compressioni toraciche hanno mostrato che le riserve arteriose di ossigeno si esauriscono in 2-4 minuti.^{158,167} Se le vie aeree sono pervie, la presenza di gasping occasionali e il rilasciamento passivo del torace possono fornire un minimo scambio d'aria.^{48,141,168-170}

Diversi studi osservazionali, classificati per lo più come studi con evidenza di qualità molto bassa, hanno suggerito l'equivalenza della RCP con sole compressioni toraciche rispetto a quella effettuata con compressioni e ventilazioni, negli adulti in arresto cardiaco di sospetta causa cardiaca.^{26,171-182}

ERC ha valutato attentamente il bilancio tra il potenziale beneficio o danno derivante dalla RCP con sole compressioni rispetto alla RCP standard che comprende anche le ventilazioni. La nostra fiducia sull'equivalenza tra la RCP con sole compressioni e la RCP standard non è sufficiente a modificare la prassi attuale. Pertanto, ERC supporta le raccomandazioni ILCOR: secondo cui tutti i soccorritori dovrebbero effettuare le compressioni toraciche a tutti i pazienti in arresto cardiaco. I soccorritori addestrati e in grado di eseguire le ventilazioni dovrebbero effettuare le compressioni toraciche e le ventilazioni in quanto questo approccio può garantire effetti benefici aggiuntivi ai bambini e alle vittime di arresto cardiaco causato da asfissia,^{175,183,184} o nei casi in cui il tempo di risposta del servizio di emergenza sia prolungato.¹⁷⁹

Uso di un defibrillatore automatico esterno

I DAE sono sicuri ed efficaci quando utilizzati da non sanitari con formazione minima o nulla.¹⁸⁵ I DAE fanno sì che la defibrillazione venga effettuata molti minuti prima che arrivi il soccorso professionale. I soccorritori dovrebbero continuare la RCP con minime interruzioni delle compressioni toraciche mentre viene applicato un DAE e durante il suo uso. I soccorritori dovrebbero concentrarsi sui comandi vocali eseguendoli appena ricevuti, in particolare, ricominciando la RCP quanto prima, e riducendo al minimo le interruzioni delle compressioni toraciche. Infatti, la pausa nelle compressioni toraciche pre- e post-shock dovrebbe essere la più breve possibile.^{99,100,103,186} I DAE standard sono adatti per bambini di età superiore agli otto anni.¹⁸⁷⁻¹⁸⁹

Per i bambini di 1-8 anni dovrebbero essere utilizzate le piastre pediatriche, associate ad un attenuatore di corrente o in modalità pediatrica se disponibile; in caso contrario, il DAE dovrebbe essere utilizzato in modalità standard. L'uso del DAE non è raccomandato nei bambini di età inferiore ad un anno. Vi sono, tuttavia, in letteratura descrizioni di alcuni casi che riportano l'utilizzo di un DAE in bambini di età inferiore ad un anno.^{190,191} L'incidenza di ritmi defibrillabili nei neonati è molto bassa a meno che non sia presente una patologia cardiaca.^{187-189,192-195} In questi rari casi, se è disponibile unicamente un DAE il suo utilizzo andrebbe preso in considerazione (preferibilmente con un attenuatore di dose).

RCP prima della defibrillazione

L'importanza della defibrillazione immediata, appena il DAE risulta disponibile, è sempre stata enfatizzata nelle linee guida e durante i corsi, ed è considerata la variabile a maggiore impatto sulla sopravvivenza in seguito a fibrillazione ventricolare. Questo concetto è stato messo in discussione nel 2005, poiché l'evidenza scientifica ha indicato che un periodo fino a 180 secondi di compressioni toraciche prima della defibrillazione poteva migliorare la sopravvivenza quando il tempo tra la chiamata dell'ambulanza e il suo arrivo superava i 4-5 minuti.^{196,197} Tre studi clinici più recenti non hanno confermato questo beneficio in termini di sopravvivenza.¹⁹⁸⁻²⁰⁰ L'analisi di uno studio clinico randomizzato rivela una riduzione della sopravvivenza alla dimissione ospedaliera a causa di un periodo prolungato di RCP (180 secondi) e defibrillazione ritardata in pazienti con un ritmo iniziale defibrillabile.²⁰⁰ Tuttavia, per i servizi medici di emergenza con tassi di base più elevati di sopravvivenza alla dimissione ospedaliera (definiti come > 20% per un ritmo iniziale

defibrillabile), 180 secondi di RCP prima della defibrillazione erano più favorevoli rispetto ad un periodo più breve di RCP (30-60 sec).²⁰¹ ERC raccomanda che la RCP venga continuata mentre un defibrillatore o un DAE vengono portati in loco ed applicati, ma la defibrillazione non deve essere ritardata più a lungo.

Intervallo tra le analisi del ritmo

Dal Consensus on Science 2015 di ILCOR è emerso che al momento non esistono studi che abbiano indagato direttamente quali siano gli intervalli di tempo ottimali tra le analisi del ritmo, ed i loro effetti sulla sopravvivenza: ROSC; esito neurologico o funzionale favorevole; sopravvivenza alla dimissione ospedaliera; pressione di perfusione coronarica o gittata cardiaca.

In accordo alla raccomandazione di ILCOR e per coerenza alle precedenti Linee Guida, ERC raccomanda che le compressioni toraciche vengano interrotte ogni due minuti per analizzare il ritmo cardiaco.

Comandi Vocali

È di fondamentale importanza che i soccorritori prestino attenzione ai comandi vocali del DAE e che li seguano senza alcun ritardo. I comandi vocali sono di solito programmabili, e si raccomanda che siano conformi alla sequenza di shock e alla tempistica della RCP descritte precedentemente. Questi dovrebbero includere almeno:

1. ridurre al minimo le interruzioni delle compressioni toraciche per l'analisi del ritmo e la carica del defibrillatore;
2. uno shock singolo, quando viene rilevato un ritmo defibrillabile;
3. un comando vocale con indicazione a ricominciare immediatamente la RCP dopo l'erogazione dello shock;
4. un periodo di 2 minuti di RCP prima del successivo comando di rianalizzare il ritmo.

I dispositivi che valutano la qualità della RCP possono fornire in aggiunta feedback in tempo reale sulla RCP e comandi vocali/visivi complementari.

La durata della RCP tra le defibrillazioni, così come la sequenza di shock e i livelli di energia sono discussi in seguito nella Sezione 3 Supporto Avanzato delle funzioni vitali (ALS).¹

Nella pratica, i DAE sono per lo più impiegati dai soccorritori addestrati, per cui l'impostazione standard dei comandi vocali del DAE dovrebbe prevedere un rapporto compressioni:ventilazioni di 30:2.

Se (in casi eccezionali) i DAE fossero disposti in una sede in cui sia poco probabile la presenza o disponibilità di soccorritori addestrati, il proprietario o distributore può decidere di modificare le impostazioni del DAE per la RCP con sole compressioni.

DAE completamente automatici

Dopo aver rilevato un ritmo defibrillabile, un DAE completamente automatico erogherà uno shock senza ulteriori azioni da parte del soccorritore. Uno studio su manichini ha dimostrato che allievi infermieri non addestrati commettevano meno errori di sicurezza utilizzando un DAE completamente automatico piuttosto che un DAE semiautomatico.²⁰² In uno scenario simulato di arresto cardiaco sul manichino, si è dimostrato che non viene meno la sicurezza quando soccorritori non sanitari non addestrati adoperano un DAE completamente automatico, rispetto al DAE semiautomatico.²⁰³ Non ci sono dati sull'uomo che permettano di tradurre queste osservazioni nella pratica clinica.

Programmi di accesso pubblico alla defibrillazione (PAD)

Le condizioni per il successo della rianimazione nelle aree residenziali sono meno favorevoli rispetto a quelle nelle aree pubbliche: vi è un minor numero di casi in cui l'arresto è testimoniato, bassi tassi di RCP eseguita dagli astanti e di conseguenza un minor numero di ritmi defibrillabili rispetto ai luoghi pubblici. Ciò limita l'efficacia dell'uso dei DAE nelle vittime di arresto cardiaco a casa.²⁰⁴ Molti studi che hanno



dimostrato una migliore sopravvivenza grazie all'uso dei DAE sono stati condotti con DAE posizionati in luoghi pubblici.^{32,205-208}

Dati più recenti da studi nazionali condotti in Giappone e USA hanno confermato che quando era disponibile un DAE, le vittime venivano defibrillate molto prima ed avevano una migliore probabilità di sopravvivenza.^{16,209} Tuttavia, un DAE erogava uno shock solo nel 3.7%²⁰⁹ o nell'1.2%¹⁶ di tutti gli arresti cardiaci. Nello studio giapponese vi era una chiara relazione inversa tra il numero di DAE disponibili per km quadrato e l'intervallo tra collasso ed erogazione del primo shock, e ciò conduceva ad una relazione diretta con la sopravvivenza.

I programmi di accesso pubblico alla defibrillazione dovrebbero, quindi, essere potenziati attivamente nei luoghi pubblici caratterizzati da una elevata densità di circolazione dei cittadini come aeroporti, stazioni ferroviarie, stazioni degli autobus, impianti sportivi, centri commerciali, uffici e case da gioco, dove gli arresti cardiaci sono di solito testimoniati e dove soccorritori addestrati alla RCP possono essere rapidamente sul posto. La densità e la posizione dei DAE necessari per una risposta sufficientemente rapida non sono ben definiti, in particolare quando si considera il rapporto costo-beneficio. Fattori come l'incidenza prevista di arresto cardiaco, il numero atteso di anni di vita guadagnati, e la riduzione dei tempi di risposta dei soccorritori provvisti di DAE rispetto a quelli del sistema di emergenze tradizionale dovrebbero influenzare questa decisione. Il posizionamento dei DAE nelle zone in cui ci si aspetta un arresto cardiaco ogni 5 anni è considerato conveniente e paragonabile ad altri interventi medici.²¹⁰⁻²¹² Per le zone residenziali, l'esperienza passata può aiutare nel collocamento dei DAE, così come anche le caratteristiche del quartiere.^{213,214} La registrazione dei DAE per l'accesso pubblico potrebbe anche aiutare ad ottimizzare la risposta in modo che gli operatori di centrale operativa possano indirizzare i soccorritori verso il DAE più vicino.²¹⁵ Sarebbe possibile anche una riduzione dei costi, poiché la defibrillazione precoce e la defibrillazione sul campo potrebbero ridurre i costi ospedalieri.^{216,217}

La massima potenzialità dei DAE non è stata ancora raggiunta perché vengono usati principalmente in ambienti pubblici, mentre il 60-80% degli arresti cardiaci si verifica in casa. La percentuale dei pazienti trovata in FV a casa è inferiore rispetto a quella nei luoghi pubblici, ma il numero totale di pazienti potenzialmente trattabili è superiore a casa.²⁰⁴ L'accesso pubblico alla defibrillazione (PAD) raramente raggiunge le vittime a casa.²⁰⁸ Strategie differenti, pertanto, sono necessarie per la defibrillazione precoce nelle zone residenziali. I primi soccorritori inviati, come polizia e vigili del fuoco, in generale hanno tempi di risposta maggiore ma hanno la possibilità di raggiungere l'intera popolazione.^{17,36} Il problema logistico nei programmi di primo intervento è che il soccorritore deve arrivare, non solo prima di un'ambulanza tradizionale ma entro 5-6 minuti dalla chiamata iniziale per effettuare la defibrillazione nella fase elettrica o circolatoria dell'arresto cardiaco.³⁹ Con ritardi maggiori, i benefici in termini di sopravvivenza si riducono: il risparmio di pochi minuti avrà un impatto minimo quando il primo soccorritore arriva oltre i 10 minuti dalla chiamata.^{34,218} L'invio di soccorritori non sanitari che si trovano nei pressi della vittima e diretti verso un DAE nelle vicinanze, può migliorare il tasso di RCP iniziata da astanti³³ e contribuire a ridurre il tempo di defibrillazione.⁴⁰

Nell'implementare un programma per i DAE, i responsabili della comunità e del programma dovrebbero considerare alcuni fattori come la creazione di una squadra con responsabilità di monitoraggio e manutenzione dei dispositivi, i programmi di formazione e riaddestramento per individuare coloro che potrebbero utilizzare i DAE e l'identificazione di un gruppo di volontari a cui viene deputato l'utilizzo dei DAE per le vittime di arresto cardiaco.²¹⁹ I fondi devono essere assegnati in maniera permanente per mantenere il programma.

I programmi che rendono disponibili i DAE nelle aree residenziali sono stati valutati solo per i tempi di risposta, ma non per il beneficio in termini di sopravvivenza.⁴⁰ L'acquisto di un DAE per l'utilizzo individuale a casa, anche per quei soggetti considerati ad alto rischio di arresto cardiaco improvviso, si è dimostrato inefficace.²²⁰

Il capitolo sulle circostanze speciali fornisce evidenze, alla base delle raccomandazioni ERC, circa l'obbligatorietà dei DAE a bordo di tutti gli aeromobili commerciali in Europa, inclusi i trasporti regionali e low-cost.²²¹

Simbolo universale DAE

Quando una vittima perde coscienza un DAE deve essere trovato rapidamente: è importante avere simboli chiari e semplici che indichino la sua posizione e la via più veloce per raggiungerlo. ILCOR ha definito un simbolo DAE che può essere riconosciuto in tutto il mondo e che è raccomandato.²²²

Uso dei DAE in ospedale

Non esistono studi randomizzati in letteratura che confrontino l'uso dei DAE con i defibrillatori manuali in ospedale. Due vecchi studi osservazionali su adulti con arresto cardiaco intra-ospedaliero da ritmi defibrillabili hanno dimostrato tassi di sopravvivenza più alti alla dimissione ospedaliera quando la defibrillazione era effettuata con un DAE rispetto alla sola defibrillazione manuale.^{223,224} Uno studio osservazionale più recente ha mostrato che un DAE potrebbe essere usato con successo prima dell'arrivo del team di rianimazione intra-ospedaliero.²²⁵

Tre studi osservazionali non hanno mostrato miglioramenti nella sopravvivenza alla dimissione ospedaliera per adulti con arresto cardiaco intra-ospedaliero quando si utilizza un DAE rispetto alla defibrillazione manuale.²²⁶⁻²²⁸ In uno di questi studi,²²⁶ i pazienti nel gruppo DAE che presentavano ritmi non defibrillabili avevano un tasso più basso di sopravvivenza alla dimissione ospedaliera rispetto a quelli del gruppo in cui erano stati utilizzati defibrillatori manuali (15% vs. 23%; $P = 0.04$). Anche un altro grande studio osservazionale su 11.695 pazienti da 204 ospedali ha mostrato che l'uso dei DAE in ospedale era associato ad un tasso di sopravvivenza alla dimissione ospedaliera più basso rispetto al mancato uso dei DAE (16.3% vs 19.3%; rate ratio aggiustato [RR], 0.85; 95%CI, 0.78-0.92; $p < 0.001$).²²⁹ In particolare, l'uso del DAE era associato ad un basso tasso di sopravvivenza (10.4% vs 15.4%; RR aggiustato, 0.74; 95% CI, 0.65-0.83; $p < 0.001$) in caso di ritmi non defibrillabili, e ad un tasso di sopravvivenza simile, in caso di ritmi defibrillabili (38.4% vs 39.8%; RR aggiustato, 1.00; 95% CI, 0.88-1.13; $p = 0.99$). Ciò suggerisce che i DAE possono causare ritardi dannosi nell'inizio della RCP e interruzioni delle compressioni toraciche in pazienti con ritmi non defibrillabili.²³⁰ Solo una piccola parte (meno del 20%) di arresti cardiaci intra-ospedalieri hanno un ritmo iniziale defibrillabile.^{229,231,232}

Si raccomanda l'uso del DAE in quelle aree dell'ospedale in cui c'è un rischio di defibrillazione ritardata,²³³ poiché servono diversi minuti prima dell'arrivo del team di rianimazione ed i primi soccorritori in loco non hanno competenze nella defibrillazione manuale. L'obiettivo è quello di erogare la defibrillazione entro 3 minuti dall'inizio dell'arresto cardiaco. Nelle aree ospedaliere in cui vi è un rapido accesso al defibrillatore manuale, sia da personale qualificato che da una squadra di rianimazione, la defibrillazione manuale dovrebbe essere preferita al DAE. Qualunque sia la tecnica di defibrillazione scelta (alcuni ospedali possono scegliere di avere defibrillatori che offrono sia la modalità DAE che quella manuale) dovrebbe essere adottato un sistema efficiente per l'addestramento e l'aggiornamento.^{232,234} Affinché venga erogata la prima scarica entro 3 minuti dall'arresto cardiaco in qualunque punto dell'ospedale, dovrebbe essere addestrato un numero adeguato di operatori sanitari. Gli ospedali dovrebbero monitorare i tempi intercorsi tra l'arresto cardiaco e l'erogazione della prima scarica e monitorare gli esiti della rianimazione.

Rischi per i soccorritori e per le vittime

Rischi per la vittima non in arresto cardiaco che riceve la RCP

Molti soccorritori preoccupati dal fatto che le compressioni toraciche effettuate su una vittima che non è in arresto cardiaco possano causare gravi complicazioni non iniziano la RCP. Tre studi hanno valutato i rischi legati all'esecuzione di una RCP in persone non in arresto cardiaco.²³⁵⁻²³⁷ Dati raccolti da questi tre studi, comprendenti 345 pazienti, mostrano una incidenza dell'1.7% (95%CI 0.4% - 3.1%) di fratture ossee (coste e clavicola), dolore nella zona delle compressioni toraciche nell'8.7% (95% CI 5.7% - 11.7%) dei pazienti, e nessuna lesione interna clinicamente rilevante. La RCP effettuata dagli astanti raramente causa gravi danni nelle vittime che eventualmente non sono in arresto cardiaco. I soccorritori non dovrebbero quindi indugiare ad iniziare la RCP per la preoccupazione di provocare dei danni.



Rischi per le vittime in arresto cardiaco che riceve la RCP

Una revisione sistematica sulle lesioni scheletriche dopo le compressioni toriche manuali riporta una incidenza di fratture costali che va dal 13% al 97% e di fratture sternali dall'1% al 43%.²³⁸ Lesioni interne (polmone, cuore, organi addominali) si verificano meno frequentemente e possono essere associate o meno ad un danno scheletrico.²³⁹ Le lesioni sono più comuni quando la profondità delle compressioni toriche supera i 6 cm nell'adulto medio.⁹⁶

Rischi per il soccorritore durante la RCP in addestramento e in scenari reali

Studi osservazionali sulla esecuzione della RCP in addestramento o in scenari reali hanno descritto raramente l'insorgenza di strappi muscolari, sintomi a carico della schiena, dispnea, iperventilazione, pneumotorace, dolore toracico, infarto del miocardio e danni nervosi.^{240,241} L'incidenza di questi eventi è molto bassa, e l'addestramento alla RCP e la sua effettuazione sul campo sono sicuri nella maggior parte dei casi.²⁴² Gli individui che si sottopongono all'addestramento devono essere informati della natura e del grado di attività fisica richiesto dal programma. Agli studenti e ai soccorritori che sviluppano sintomi importanti (ad es. dolore toracico e grave dispnea) durante l'addestramento alla RCP si dovrebbe consigliare di fermarsi.

Affaticamento del soccorritore

Numerosi studi su manichini hanno dimostrato che già dopo due minuti dall'inizio delle compressioni toriche la profondità di queste può ridursi.²⁴³ Uno studio intra-ospedaliero ha dimostrato che, anche utilizzando un feedback in tempo reale, la profondità media delle compressioni toriche si riduce dopo 1.5-3 minuti dall'inizio della RCP.²⁴⁴ Si raccomanda pertanto che i soccorritori si alternino ogni due minuti per evitare una riduzione della qualità delle compressioni causata dall'affaticamento del soccorritore. La rotazione dei soccorritori non dovrebbe portare ad interruzioni delle compressioni toriche.

Rischi durante la defibrillazione

Molti studi sui programmi di accesso pubblico alla defibrillazione mostrano che i DAE possono essere usati in maniera sicura sia da personale laico che dai primi soccorritori.¹⁸⁵ Una revisione sistematica ha identificato otto studi che riportavano un totale di 29 eventi avversi associati alla defibrillazione.²⁴⁵ Le cause comprendevano un utilizzo sbagliato accidentale o intenzionale del defibrillatore, un malfunzionamento dello strumento e scariche accidentali durante l'addestramento o le procedure di manutenzione. Quattro casi singoli hanno descritto scariche erogate ai soccorritori da defibrillatori cardiaci impiantabili (ICDs), in uno dei quali si è avuto un danno nervoso periferico. Non sono riportati casi di danni ai soccorritori dalla defibrillazione in ambienti umidi.

Sebbene le lesioni ai soccorritori a causa di shock erogati dai defibrillatori siano estremamente rare, è stato dimostrato che i guanti chirurgici standard non forniscono una protezione adeguata.²⁴⁶⁻²⁴⁹ I soccorritori, quindi, non dovrebbero proseguire le compressioni toriche manuali durante l'erogazione dello shock e le vittime non dovrebbero essere toccate mentre un ICD sta scaricando. Il contatto diretto tra il soccorritore e la vittima dovrebbe essere evitato quando la defibrillazione viene eseguita.

Effetti psicologici

Un ampio studio prospettico su programmi di accesso pubblico alla defibrillazione ha riportato pochi effetti psicologici negativi associati alla RCP o all'utilizzo del DAE, tali da richiedere un qualche trattamento.²⁴² Due ampi studi retrospettivi, basati su questionari relativi alla esecuzione della RCP da parte di testimoni hanno riportato che quasi tutti i soggetti consideravano il loro intervento come una esperienza positiva.^{250,251} I membri della famiglia che assistono ad un tentativo di rianimazione possono anche beneficiare di un effetto psicologico positivo.²⁵²⁻²⁵⁴ I rari casi di effetti psicologici negativi dopo RCP dovrebbero essere identificati e adeguatamente gestiti.

Trasmissione di malattie

Il rischio di trasmissione di malattie sia in addestramento che in scenari reali è estremamente basso.²⁵⁵⁻²⁵⁷ È ragionevole indossare i guanti durante la RCP, ma questa non dovrebbe essere ritardata o non effettuata nel caso in cui i guanti non fossero disponibili.

Dispositivi di barriera da utilizzare durante le ventilazioni di soccorso

Tre studi hanno dimostrato che i dispositivi di barriera diminuiscono la trasmissione di batteri durante la respirazione in condizioni di laboratorio controllate.^{258,259} Non sono stati identificati studi che valutano la sicurezza, l'efficacia o l'applicabilità dell'uso di dispositivi di barriera (come schermi facciali o mascherine) per prevenire il contatto con la vittima durante la RCP. Tuttavia se è noto che la vittima abbia una grave infezione (ad es. HIV, tubercolosi, epatite B o SARS) si raccomanda l'utilizzo di un dispositivo di barriera. Se si utilizza un dispositivo di barriera, bisogna prestare attenzione al fine di evitare inutili interruzioni della RCP. Studi su manichini indicano che la qualità della RCP è superiore quando viene utilizzata una pocket-mask rispetto ad un pallone-maschera o ad una semplice maschera facciale.²⁶⁰⁻²⁶²

Ostruzione delle vie aeree da corpo estraneo (soffocamento)

L'ostruzione delle vie aeree da corpo estraneo è una rara, ma potenzialmente trattabile, causa di morte accidentale.²⁶³ Poiché la maggior parte degli episodi di soffocamento è causata dal cibo, questo evento è di solito testimoniato. Poiché inizialmente le vittime sono coscienti e responsive, spesso c'è la possibilità di un intervento precoce, che può salvare la vita.

Riconoscimento

Poiché il riconoscimento dell'ostruzione delle vie aeree è la chiave per un esito favorevole, è importante non confondere questa emergenza con sincope, infarto del miocardio, convulsioni o altre condizioni che possono causare una difficoltà respiratoria improvvisa, cianosi o perdita di coscienza. L'ostruzione delle vie aeree da corpo estraneo avviene solitamente mentre la vittima sta mangiando o bevendo. Persone ad alto rischio di ostruzione delle vie aeree sono persone con un ridotto livello di coscienza, intossicazione da farmaci e/o alcol, deficit neurologico con difficoltà nella deglutizione e ridotto riflesso della tosse (ad es. ictus, Parkinson), malattie respiratorie, deficit cognitivi, demenza, scarsa dentatura, ed età avanzata.²⁶⁴

La Figura 2.5 mostra l'algoritmo per il trattamento dell'ostruzione delle vie aeree da corpo estraneo. I corpi estranei possono causare ostruzione moderata (parziale) o grave (completa). È importante chiedere alla vittima conscia "ti senti soffocare?" La vittima che è in grado di parlare, tossire e respirare ha una ostruzione parziale. La vittima che non è in grado di parlare, presenta una tosse inefficace, respira affannosamente o non riesce a respirare, ha una ostruzione completa delle vie aeree.

Trattamento dell'ostruzione moderata (parziale) delle vie aeree

Tossire genera pressioni elevate e protratte nelle vie aeree e può portare all'espulsione del corpo estraneo. Un trattamento aggressivo, come le percussioni sulla schiena, le compressioni addominali e toraciche, possono essere causa di complicanze potenzialmente gravi e peggiorare l'ostruzione delle vie aeree. Questo trattamento andrebbe riservato alle vittime che presentano segni di grave ostruzione delle vie aeree. Le vittime con ostruzione moderata delle vie aeree dovrebbero rimanere sotto continua osservazione fino a quando non migliorano, in quanto una ostruzione grave può precipitare in un momento successivo.

Trattamento dell'ostruzione grave (completa) delle vie aeree

I dati clinici sul soffocamento sono in larga parte retrospettivi e aneddotici. Per gli adulti coscienti e i bambini di età superiore ad un anno con una ostruzione completa delle vie aeree, i casi pubblicati dimostrano l'efficacia delle percussioni o "pacche" sulla schiena, delle compressioni addominali e di quelle toraciche.²⁶⁵ Circa il 50% degli episodi di ostru-



MANOVRA	Descrizione della tecnica	
SOSPETTO SOFFOCAMENTO		
Sospetta il soffocamento soprattutto se la vittima stava mangiando		
INCORAGGIA A TOSSIRE		
Incoraggia la vittima a tossire		
EFFETTUA PERCUSSIONI SULLA SCHIENA		Se la vittima mostra segni di ostruzione grave delle vie aeree ed è cosciente, effettua cinque compressioni sulla schiena.
Se la tosse diventa inefficace, effettua 5 percussioni sulla schiena		Posizionati al suo fianco, un po' dietro la vittima. Sostieni il torace con una mano e fa in modo che la vittima si sporga in avanti in modo che quando il corpo estraneo verrà mobilizzato esca dalla bocca piuttosto che scendere ancora più in basso nelle vie aeree. Dai cinque colpi vigorosi tra le scapole con il palmo dell'altra mano
EFFETTA COMPRES- SIONI ADDOMINALI		Se i cinque colpi dietro la schiena non riescono a risolvere l'ostruzione, effettua fino a cinque compressioni addominali nel modo seguente: Posizionati in piedi dietro la vittima e circonda con entrambe le braccia la parte superiore dell'addome Piega la vittima in avanti Posiziona una mano stretta a pugno tra l'ombelico e l'estremità dello sterno Afferra la mano stretta a pugno con l'altra mano e comprimi bruscamente dal basso verso l'alto Ripeti fino a 5 volte Se l'ostruzione non si risolve, continua alternando cinque colpi dietro la schiena a cinque compressioni addominali
Se le percussioni sulla schiena sono inefficaci, effettua fino a 5 compressioni addominali.		

Fig. 2.5 Sequenza delle manovre per il trattamento di un adulto vittima di ostruzione delle vie aeree da corpo estraneo



INIZIA LA RCP

Se la vittima diventa incosciente, inizia la RCP



Se in qualsiasi momento la vittima diventa incosciente:

- Sostieni la vittima fino a terra con attenzione
- Chiama immediatamente un'ambulanza
- Inizia la RCP con le compressioni toraciche

Fig. 2.5 (Continua)

zione delle vie aeree non vengono risolti da una singola tecnica.²⁶⁶ La probabilità di successo aumenta con la combinazione delle percussioni sulla schiena e delle compressioni addominali e toraciche.²⁶⁵

Trattamento dell'ostruzione delle vie aeree da corpo estraneo in una vittima non responsiva

Uno studio randomizzato effettuato su cadaveri²⁶⁷ e due studi prospettici su volontari anestetizzati^{268,269} hanno mostrato che possono essere generate pressioni più elevate nelle vie aeree utilizzando le compressioni toraciche rispetto a quelle addominali. L'inizio delle compressioni toraciche da parte degli astanti in vittime di ostruzione delle vie aeree da corpo estraneo non responsive o non coscienti si è dimostrato stato un predittore indipendente di esito neurologico (odds ratio, 10.57; 95% CI, 2.472–65.059, $p < 0.0001$).²⁷⁰ Pertanto, le compressioni toraciche dovrebbero essere iniziate subito se la vittima diventa non responsiva e incosciente. Dopo 30 compressioni, eseguire 2 ventilazioni e continuare la RCP fino al momento in cui la vittima migliora e ricomincia a respirare normalmente.

Gestione post-trattamento e valutazione medica

Dopo il trattamento efficace di una ostruzione delle vie aeree, del materiale estraneo può comunque rimanere nelle alte o basse vie respiratorie e causare complicanze successivamente. Le vittime con tosse persistente, difficoltà alla deglutizione o con la sensazione di un oggetto ancora incastrato nella gola dovrebbero, pertanto, essere sottoposte ad una valutazione medica. Le compressioni toraciche e addominali possono causare gravi danni interni e tutte le vittime trattate con successo con queste tecniche, dopo dovrebbero essere sottoposte a visita medica.

Rianimazione nei bambini (vedi anche la sezione “riconoscimento dell'arresto cardiaco”) e nelle vittime di annegamento (vedi anche la sezione “la catena della sopravvivenza”)

Molti bambini non vengono rianimati poiché i potenziali soccorritori temono di causare danni se non sono formati specificamente nella rianimazione dei bambini. Questa paura è infondata: è molto meglio utilizzare la sequenza BLS per la rianimazione degli adulti su un bambino che non effettuare la rianimazione. Per facilitare l'insegnamento e l'apprendimento, ai soccorritori non sanitari dovrebbe essere insegnato che la sequenza degli adulti può essere utilizzata nei bambini che non sono coscienti e non respirano normalmente. Le seguenti modifiche nella sequenza dell'adulto la renderà ancora più adatta all'utilizzo nei bambini:

- Effettuare 5 ventilazioni di soccorso prima di iniziare le compressioni toraciche.
- Effettuare un minuto di RCP prima di andare a cercare aiuto nel caso sfortunato in cui il soccorritore sia da solo.
- Comprimerne il torace per almeno un terzo della sua profondità; usa due dita per un neonato di età inferiore ad un anno; usa 1 o 2 mani per un bambino di età superiore all'anno, a seconda di quanto è necessario per ottenere una adeguata profondità delle compressioni.

Le stesse modifiche con 5 ventilazioni iniziali ed un minuto di RCP da parte di un soccorritore singolo prima di chiamare aiuto, possono

modificare la prognosi delle vittime di annegamento. Questa modifica andrebbe insegnata solo a coloro che hanno uno specifico obbligo di assistenza a potenziali vittime di annegamento (ad es. bagnini).

Collaboratori

Leo L. Bossaert, University of Antwerp, Antwerp, Belgium, Antonio Caballero, Emergency Department, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla, Spain, Pascal Cassan, Global First Aid Reference Centre, International Federation of Red Cross and Red Crescent, Paris, France, Cristina Granja, Emergency and Intensive Care Department, Hospital de Faro, Centro Hospitalar do Algarve, Porto, Portugal, Claudio Sandroni, Department of Anaesthesiology and Intensive Care, Catholic University School of Medicine, Rome, Italy, David A. Zideman, Imperial College Healthcare NHS Trust, London, UK, Jerry P. Nolan, Department of Anaesthesia and Intensive Care Medicine, Royal United Hospital, Bath, UK, Ian Maconochie, Paediatric Emergency Medicine and NIHR BRC, Imperial College, London, UK, Robert Greif, Department of Anaesthesiology and Pain Medicine, University Hospital Bern and University Bern, Bern, Switzerland.

Conflitto d'interesse

Gavin D. Perkins
Jasmeet Soar
Anthony J. Handley

Giuseppe Ristagno
Maaret Castren
Rudolph W. Koster

Volker Wenzel

Jan-Thorsten Gräsner
Koenraad G. Monsieurs
Michael A. Smyth
Theresa Mariero Olasveengen
Violetta Raffay

Editor Resuscitation
Editor Resuscitation
Medical advisor BA, Virgin, Places for people, Life saving Societies, Trading Company Secretary RCUK
Expert advice ZOLL: ECG interpretation
Medical advisory Board Falck Foundation
Medical advisor Physio Control and HeartSine, Research grants PhysioControl, Philips, Zoll, Cardiac Science, Defibtech, Jolife
Research grants, Medical advisor, Speakershonorarium “AOP Orphan” Pharma
No conflict of interest reported
No conflict of interest reported
No conflict of interest reported
No conflict of interest reported



Referenze

- Soar J, Nolan JP, Bottiger BW, et al. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2015 section 3 adult advanced life support. *Resuscitation* 2015;95:99–146.
- Zideman DA, De Buck EDJ, Singletary EM, et al. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2015 section 9 first aid. *Resuscitation* 2015;95:277–86.
- Perkins GD, Travers AH, Considine J, et al. Part 3: Adult basic life support and automated external defibrillation: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Resuscitation* 2015;95:e43–70.
- Berdowski J, Berg RA, Tijssen JG, Koster RW. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: systematic review of 67 prospective studies. *Resuscitation* 2010;81:1479–87.
- Grasner JT, Herlitz J, Koster RW, Rosell-Ortiz F, Stamatakis L, Bossaert L. Quality management in resuscitation – towards a European cardiac arrest registry (EuReCa). *Resuscitation* 2011;82:989–94.
- Grasner JT, Bossaert L. Epidemiology and management of cardiac arrest: what registries are revealing. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2013;27:293–306.
- Cobb LA, Fahrenbruch CE, Olsufka M, Copass MK. Changing incidence of out-of-hospital ventricular fibrillation, 1980–2000. *JAMA* 2002;288:3008–13.
- Rea TD, Pearce RM, Raghunathan TE, et al. Incidence of out-of-hospital cardiac arrest. *Am J Cardiol* 2004;93:1455–60.
- Vaillancourt C, Verma A, Trickett J, et al. Evaluating the effectiveness of dispatch-assisted cardiopulmonary resuscitation instructions. *Acad Emerg Med* 2007;14:877–83.
- Agarwal DA, Hess EP, Atkinson EJ, White RD. Ventricular fibrillation in Rochester, Minnesota: experience over 18 years. *Resuscitation* 2009;80:1253–8.
- Ringh M, Herlitz J, Hollenberg J, Rosenqvist M, Svensson L. Out of hospital cardiac arrest outside home in Sweden, change in characteristics, outcome and availability for public access defibrillation. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2009;17:18.
- Hulleman M, Berdowski J, de Groot JR, et al. Implantable cardioverter-defibrillators have reduced the incidence of resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest caused by lethal arrhythmias. *Circulation* 2012;126:815–21.
- Blom MT, Beesems SG, Homma PC, et al. Improved survival after out-of-hospital cardiac arrest and use of automated external defibrillators. *Circulation* 2014;130:1868–75.
- Cummins R, Thies W. Automated external defibrillators and the Advanced Cardiac Life Support Program: a new initiative from the American Heart Association. *Am J Emerg Med* 1991;9:91–3.
- Waalewijn RA, Nijpels MA, Tijssen JG, Koster RW. Prevention of deterioration of ventricular fibrillation by basic life support during out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2002;54:31–6.
- Weisfeldt ML, Sitlani CM, Ornato JP, et al. Survival after application of automatic external defibrillators before arrival of the emergency medical system: evaluation in the resuscitation outcomes consortium population of 21 million. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:1713–20.
- Berdowski J, Blom MT, Bardai A, Tan HL, Tijssen JG, Koster RW. Impact of onsite or dispatched automated external defibrillator use on survival after out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2011;124:2225–32.
- Nolan J, Soar J, Eikeland H. The chain of survival. *Resuscitation* 2006;71:270–1.
- Muller D, Agrawal R, Arntz HR. How sudden is sudden cardiac death? *Circulation* 2006;114:1146–50.
- Waalewijn RA, Tijssen JG, Koster RW. Bystander initiated actions in out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation: results from the Amsterdam Resuscitation Study (ARRESUST). *Resuscitation* 2001;50:273–9.
- Sasson C, Rogers MA, Dahl J, Kellermann AL. Predictors of survival from out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2010;3:63–81.
- Nehme Z, Andrew E, Bernard S, Smith K. Comparison of out-of-hospital cardiac arrest occurring before and after paramedic arrival: epidemiology, survival to hospital discharge and 12-month functional recovery. *Resuscitation* 2015;89:50–7.
- Takei Y, Nishi T, Kamikura T, et al. Do early emergency calls before patient collapse improve survival after out-of-hospital cardiac arrests? *Resuscitation* 2015;88:20–7.
- Valenzuela TD, Roe DJ, Cretin S, Spaite DW, Larsen MP. Estimating effectiveness of cardiac arrest interventions: a logistic regression survival model. *Circulation* 1997;96:3308–13.
- Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J, Gardelov B. Survival after cardiac arrest outside hospital in Sweden. Swedish Cardiac Arrest Registry. *Resuscitation* 1998;36:29–36.
- Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Factors modifying the effect of bystander cardiopulmonary resuscitation on survival in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *Eur Heart J* 2001;22:511–9.
- Wissenberg M, Lippert FK, Folke F, et al. Association of national initiatives to improve cardiac arrest management with rates of bystander intervention and patient survival after out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2013;310:1377–84.
- Hasselqvist-Ax I, Riva G, Herlitz J, et al. Early cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2015;372:2307–15.
- Rea TD, Fahrenbruch C, Culley L, et al. CPR with chest compressions alone or with rescue breathing. *N Engl J Med* 2010;363:423–33.
- Svensson L, Bohm K, Castren M, et al. Compression-only CPR or standard CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2010;363:434–42.
- Hupfl M, Selig HF, Nagele P. Chest-compression-only versus standard cardiopulmonary resuscitation: a meta-analysis. *Lancet* 2010;376:1552–7.
- Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, Clark LL, Spaite DW, Hardman RG. Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. *N Engl J Med* 2000;343:1206–9.
- Ringh M, Rosenqvist M, Hollenberg J, et al. Mobile-phone dispatch of laypersons for CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2015;372:2316–25.
- Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP. Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. *Ann Emerg Med* 1993;22:1652–8.
- Nolan JP, Soar J, Cariou A, et al. European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine Guidelines for Post-resuscitation Care 2015. Section 5 Post-resuscitation care. *Resuscitation* 2015;95:201–21.
- van Alem AP, Vrenken RH, de Vos R, Tijssen JG, Koster RW. Use of automated external defibrillator by first responders in out of hospital cardiac arrest: prospective controlled trial. *Br Med J* 2003;327:1312.
- Fothergill RT, Watson LR, Chamberlain D, Viridi GK, Moore FP, Whitbread M. Increases in survival from out-of-hospital cardiac arrest: a five year study. *Resuscitation* 2013;84:1089–92.
- Perkins GD, Lall R, Quinn T, et al. Mechanical versus manual chest compression for out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): a pragmatic, cluster randomised controlled trial. *Lancet* 2015;385:947–55.
- Weisfeldt ML, Becker LB. Resuscitation after cardiac arrest: a 3-phase time-sensitive model. *JAMA* 2002;288:3035–8.
- Zijlstra JA, Stieglis R, Riedijk F, Smeekes M, van der Worp WE, Koster RW. Local lay rescuers with AEDs, alerted by text messages, contribute to early defibrillation in a Dutch out-of-hospital cardiac arrest dispatch system. *Resuscitation* 2014;85:1444–9.
- Kerber RE, Becker LB, Bourland JD, et al. Automatic external defibrillators for public access defibrillation: recommendations for specifying and reporting arrhythmia analysis algorithm performance, incorporating new waveforms, and enhancing safety. A statement for health professionals from the American Heart Association Task Force on Automatic External Defibrillation, Subcommittee on AED Safety and Efficacy. *Circulation* 1997;95:1677–82.
- Calle PA, Mpotos N, Calle SP, Monsieurs KG. Inaccurate treatment decisions of automated external defibrillators used by emergency medical services personnel: incidence, cause and impact on outcome. *Resuscitation* 2015;88:68–74.
- Bahr J, Klingler H, Panzer W, Rode H, Kettler D. Skills of lay people in checking the carotid pulse. *Resuscitation* 1997;35:23–6.
- Nyman J, Sihvonen M. Cardiopulmonary resuscitation skills in nurses and nursing students. *Resuscitation* 2000;47:179–84.
- Tibballs J, Russell P. Reliability of pulse palpation by healthcare personnel to diagnose paediatric cardiac arrest. *Resuscitation* 2009;80:61–4.
- Tibballs J, Weeranatna C. The influence of time on the accuracy of healthcare personnel to diagnose paediatric cardiac arrest by pulse palpation. *Resuscitation* 2010;81:671–5.
- Moule P. Checking the carotid pulse: diagnostic accuracy in students of the healthcare professions. *Resuscitation* 2000;44:195–201.
- Bobrow BJ, Zuercher M, Ewy GA, et al. Gasping during cardiac arrest in humans is frequent and associated with improved survival. *Circulation* 2008;118:2550–4.
- Perkins GD, Stephenson B, Hulme J, Monsieurs KG. Birmingham assessment of breathing study (BABS). *Resuscitation* 2005;64:109–13.
- Perkins GD, Walker G, Christensen K, Hulme J, Monsieurs KG. Teaching recognition of agonal breathing improves accuracy of diagnosing cardiac arrest. *Resuscitation* 2006;70:432–7.
- Breckwoldt J, Schloesser S, Arntz HR. Perceptions of collapse and assessment of cardiac arrest by bystanders of out-of-hospital cardiac arrest (OOHCA). *Resuscitation* 2009;80:1108–13.
- Stecker EC, Reinier K, Uy-Evanado A, et al. Relationship between seizure episode and sudden cardiac arrest in patients with epilepsy: a community-based study. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2013;6:912–6.
- Kuisma M, Boyd J, Vayrynen T, Repo J, Nousila-Wiik M, Holmstrom P. Emergency call processing and survival from out-of-hospital ventricular fibrillation. *Resuscitation* 2005;67:89–93.
- Berdowski J, Beekhuis F, Zwinderman AH, Tijssen JG, Koster RW. Importance of the first link: description and recognition of an out-of-hospital cardiac arrest in an emergency call. *Circulation* 2009;119:2096–102.
- Heward A, Damiani M, Hartley-Sharp C. Does the use of the Advanced Medical Priority Dispatch System affect cardiac arrest detection? *Emerg Med J* 2004;21:115–8.
- Eisenberg MS, Hallstrom AP, Carter WB, Cummins RO, Bergner L, Pierce J. Emergency CPR instruction via telephone. *Am J Public Health* 1985;75:47–50.
- Stipulante S, Tubes R, El Fassi M, et al. Implementation of the ALERT algorithm, a new dispatcher-assisted telephone cardiopulmonary resuscitation protocol, in non-Advanced Medical Priority Dispatch System (AMPDS) Emergency Medical Services centres. *Resuscitation* 2014;85:177–81.
- Castren M, Kuisma M, Serlachius J, Skrifvars M. Do health care professionals report sudden cardiac arrest better than laymen? *Resuscitation* 2001;51:265–8.
- Hallstrom AP, Cobb LA, Johnson E, Copass MK. Dispatcher assisted CPR: implementation and potential benefit. A 12-year study. *Resuscitation* 2003;57:123–9.



60. Dami F, Fuchs V, Praz L, Vader JP. Introducing systematic dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation (telephone-CPR) in a non-Advanced Medical Priority Dispatch System (AMPDS): implementation process and costs. *Resuscitation* 2010;81:848–52.
61. Nurmi J, Pettila V, Biber B, Kuisma M, Komulainen R, Castren M. Effect of protocol compliance to cardiac arrest identification by emergency medical dispatchers. *Resuscitation* 2006;70:463–9.
62. Lewis M, Stubbs BA, Eisenberg MS. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation: time to identify cardiac arrest and deliver chest compression instructions. *Circulation* 2013;128:1522–30.
63. Hauff SR, Rea TD, Culley LL, Kerry F, Becker L, Eisenberg MS. Factors impeding dispatcher-assisted telephone cardiopulmonary resuscitation. *Ann Emerg Med* 2003;42:731–7.
64. Bohm K, Stalhandske B, Rosenqvist M, Ulfvarsson J, Hollenberg J, Svensson L. Tuition of emergency medical dispatchers in the recognition of agonal respiration increases the use of telephone assisted CPR. *Resuscitation* 2009;80:1025–8.
65. Bohm K, Rosenqvist M, Hollenberg J, Biber B, Engerstrom L, Svensson L. Dispatcher-assisted telephone-guided cardiopulmonary resuscitation: an underused lifesaving system. *Eur J Emerg Med* 2007;14:256–9.
66. Bang A, Herlitz J, Martinell S. Interaction between emergency medical dispatcher and caller in suspected out-of-hospital cardiac arrest calls with focus on agonal breathing. A review of 100 tape recordings of true cardiac arrest cases. *Resuscitation* 2003;56:25–34.
67. Roppolo LP, Westfall A, Pepe PE, et al. Dispatcher assessments for agonal breathing improve detection of cardiac arrest. *Resuscitation* 2009;80:769–72.
68. Tanaka Y, Taniguchi J, Wato Y, Yoshida Y, Inaba H. The continuous quality improvement project for telephone-assisted instruction of cardiopulmonary resuscitation increased the incidence of bystander CPR and improved the outcomes of out-of-hospital cardiac arrests. *Resuscitation* 2012;83:1235–41.
69. Clawson J, Olola C, Heward A, Patterson B. Cardiac arrest predictability in seizure patients based on emergency medical dispatcher identification of previous seizure or epilepsy history. *Resuscitation* 2007;75:298–304.
70. Akahane M, Ogawa T, Tanabe S, et al. Impact of telephone dispatcher assistance on the outcomes of pediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med* 2012;40:1410–6.
71. Bray JE, Deasy C, Walsh J, Bacon A, Currell A, Smith K. Changing EMS dispatcher CPR instructions to 400 compressions before mouth-to-mouth improved bystander CPR rates. *Resuscitation* 2011;82:1393–8.
72. Culley LL, Clark JJ, Eisenberg MS, Larsen MP. Dispatcher-assisted telephone CPR: common delays and time standards for delivery. *Ann Emerg Med* 1991;20:362–6.
73. Rea TD, Eisenberg MS, Culley LL, Becker L. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation and survival in cardiac arrest. *Circulation* 2001;104:2513–6.
74. Hallstrom AP. Dispatcher-assisted “phone” cardiopulmonary resuscitation by chest compression alone or with mouth-to-mouth ventilation. *Crit Care Med* 2000;28:N190–2.
75. Stromsoe A, Svensson L, Axelsson AB, et al. Improved outcome in Sweden after out-of-hospital cardiac arrest and possible association with improvements in every link in the chain of survival. *Eur Heart J* 2015;36:863–71.
76. Takei Y, Inaba H, Yachida T, Enami M, Goto Y, Ohta K. Analysis of reasons for emergency call delays in Japan in relation to location: high incidence of correctable causes and the impact of delays on patient outcomes. *Resuscitation* 2010;81:1492–8.
77. Herlitz J, Engdahl J, Svensson L, Young M, Angquist KA, Holmberg S. A short delay from out of hospital cardiac arrest to call for ambulance increases survival. *Eur Heart J* 2003;24:1750–5.
78. Nehme Z, Andrew E, Cameron P, et al. Direction of first bystander call for help is associated with outcome from out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2014;85:42–8.
79. Birkenes TS, Myklebust H, Neset A, Olasveengen TM, Kramer-Johansen J. Video analysis of dispatcher-rescuer teamwork-Effects on CPR technique and performance. *Resuscitation* 2012;83:494–9.
80. Birkenes TS, Myklebust H, Kramer-Johansen J. Time delays and capability of elderly to activate speaker function for continuous telephone CPR. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2013;21:40.
81. Marsch S, Tschan F, Semmer NK, Zobrist R, Hunziker PR, Hunziker S. ABC versus CAB for cardiopulmonary resuscitation: a prospective, randomized simulator-based trial. *Swiss Med Wkly* 2013;143:w13856.
82. Lubrano R, Cecchetti C, Bellelli E, et al. Comparison of times of intervention during pediatric CPR maneuvers using ABC and CAB sequences: a randomized trial. *Resuscitation* 2012;83:1473–7.
83. Sekiguchi H, Kondo Y, Kukita I. Verification of changes in the time taken to initiate chest compressions according to modified basic life support guidelines. *Am J Emerg Med* 2013;31:1248–50.
84. Kobayashi M, Fujiwara A, Morita H, et al. A manikin-based observational study on cardiopulmonary resuscitation skills at the Osaka Senri medical rally. *Resuscitation* 2008;78:333–9.
85. Cha KC, Kim HJ, Shin HJ, Kim H, Lee KH, Hwang SO. Hemodynamic effect of external chest compressions at the lower end of the sternum in cardiac arrest patients. *J Emerg Med* 2013;44:691–7.
86. Qvigstad E, Kramer-Johansen J, Tomte O, et al. Clinical pilot study of different hand positions during manual chest compressions monitored with capnography. *Resuscitation* 2013;84:1203–7.
87. Orłowski JP. Optimum position for external cardiac compression in infants and young children. *Ann Emerg Med* 1986;15:667–73.
88. Chamberlain D, Smith A, Colquhoun M, Handley AJ, Kern KB, Woollard M. Randomised controlled trials of staged teaching for basic life support: 2. Comparison of CPR performance and skill retention using either staged instruction or conventional training. *Resuscitation* 2001;50:27–37.
89. Handley AJ. Teaching hand placement for chest compression – a simpler technique. *Resuscitation* 2002;53:29–36.
90. Handley AJ, Handley JA. Performing chest compressions in a confined space. *Resuscitation* 2004;61:55–61.
91. Perkins GD, Stephenson BT, Smith CM, Gao F. A comparison between over-the-head and standard cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2004;61:155–61.
92. Hostler D, Everson-Stewart S, Rea TD, et al. Effect of real-time feedback during cardiopulmonary resuscitation outside hospital: prospective, cluster-randomised trial. *Br Med J* 2011;342:d512.
93. Stiell IG, Brown SP, Christenson J, et al. What is the role of chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation?*. *Crit Care Med* 2012;40:1192–8.
94. Stiell IG, Brown SP, Nichol G, et al. What is the optimal chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation of adult patients? *Circulation* 2014;130:1962–70.
95. Vadeboncoeur T, Stolz U, Panchal A, et al. Chest compression depth and survival in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2014;85:182–8.
96. Hellevuo H, Sainio M, Nevalainen R, et al. Deeper chest compression – more complications for cardiac arrest patients? *Resuscitation* 2013;84:760–5.
97. Idris AH, Guffey D, Pepe PE, et al. Chest compression rates and survival following out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med* 2015;43:840–8.
98. Idris AH, Guffey D, Aufderheide TP, et al. Relationship between chest compression rates and outcomes from cardiac arrest. *Circulation* 2012;125:3004–12.
99. Cheskes S, Schmicker RH, Verbeek PR, et al. The impact of peri-shock pause on survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest during the Resuscitation Outcomes Consortium PRIMED trial. *Resuscitation* 2014;85:336–42.
100. Cheskes S, Schmicker RH, Christenson J, et al. Perishock pause: an independent predictor of survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest. *Circulation* 2011;124:58–66.
101. Vaillancourt C, Everson-Stewart S, Christenson J, et al. The impact of increased chest compression fraction on return of spontaneous circulation for out-of-hospital cardiac arrest patients not in ventricular fibrillation. *Resuscitation* 2011;82:1501–7.
102. Sell RE, Sarno R, Lawrence B, et al. Minimizing pre- and post-defibrillation pauses increases the likelihood of return of spontaneous circulation (ROSC). *Resuscitation* 2010;81:822–5.
103. Christenson J, Andrusiek D, Everson-Stewart S, et al. Chest compression fraction determines survival in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *Circulation* 2009;120:1241–7.
104. Delvaux AB, Trombley MT, Rivet CJ, et al. Design and development of a cardiopulmonary resuscitation mattress. *J Intensive Care Med* 2009;24:195–9.
105. Nishisaki A, Maltese MR, Niles DE, et al. Backboards are important when chest compressions are provided on a soft mattress. *Resuscitation* 2012;83:1013–20.
106. Sato H, Komasa N, Ueki R, et al. Backboard insertion in the operating table increases chest compression depth: a manikin study. *J Anesth* 2011;25:770–2.
107. Perkins GD, Smith CM, Augre C, et al. Effects of a backboard, bed height, and operator position on compression depth during simulated resuscitation. *Intensive Care Med* 2006;32:1632–5.
108. Perkins GD, Kocierz L, Smith SC, McCulloch RA, Davies RP. Compression feedback devices over estimate chest compression depth when performed on a bed. *Resuscitation* 2009;80:79–82.
109. Cloete G, Dellimore KH, Scheffer C, Smuts MS, Wallis LA. The impact of backboard size and orientation on sternum-to-spine compression depth and compression stiffness in a manikin study of CPR using two mattress types. *Resuscitation* 2011;82:1064–70.
110. Niles DE, Sutton RM, Nadkarni VM, et al. Prevalence and hemodynamic effects of leaning during CPR. *Resuscitation* 2011;82:S23–6.
111. Fried DA, Leary M, Smith DA, et al. The prevalence of chest compression leaning during in-hospital cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2011;82:1019–24.
112. Zuercher M, Hilwig RW, Ranger-Moore J, et al. Leaning during chest compressions impairs cardiac output and left ventricular myocardial blood flow in piglet cardiac arrest. *Crit Care Med* 2010;38:1141–6.
113. Aufderheide TP, Pirralo RG, Yannopoulos D, et al. Incomplete chest wall decompression: a clinical evaluation of CPR performance by EMS personnel and assessment of alternative manual chest compression-decompression techniques. *Resuscitation* 2005;64:353–62.
114. Yannopoulos D, McKnite S, Aufderheide TP, et al. Effects of incomplete chest wall decompression during cardiopulmonary resuscitation on coronary and cerebral perfusion pressures in a porcine model of cardiac arrest. *Resuscitation* 2005;64:363–72.
115. Jung E, Babbs CF, Lenhart S, Protopopescu VA. Optimal strategy for cardiopulmonary resuscitation with continuous chest compression. *Acad Emerg Med* 2006;13:715–21.



116. Betz AE, Menegazzi JJ, Logue ES, Callaway CW, Wang HE. A randomized comparison of manual, mechanical and high-impulse chest compression in a porcine model of prolonged ventricular fibrillation. *Resuscitation* 2006;69:495–501.
117. Koeken Y, Aelen P, Noordergraaf CJ, Paulussen I, Woerlee P, Noordergraaf A. The influence of nonlinear intra-thoracic vascular behaviour and compression characteristics on cardiac output during CPR. *Resuscitation* 2011;82:538–44.
118. Sunde K, Wik L, Naess PA, Ilebakk A, Nicolaysen G, Steen PA. Effect of different compression–decompression cycles on haemodynamics during ACD-CPR in pigs. *Resuscitation* 1998;36:123–31.
119. Handley AJ, Handley JA. The relationship between rate of chest compression and compression:relaxation ratio. *Resuscitation* 1995;30:237–41.
120. Swart GL, Mateer JR, DeBehnke DJ, Jameson SJ, Osborn JL. The effect of compression duration on hemodynamics during mechanical high-impulse CPR. *Acad Emerg Med* 1994;1:430–7.
121. Dean JM, Koehler RC, Schliefer CL, et al. Improved blood flow during prolonged cardiopulmonary resuscitation with 30% duty cycle in infant pigs. *Circulation* 1991;84:896–904.
122. Halperin HR, Tsitlik JE, Guerci AD, et al. Determinants of blood flow to vital organs during cardiopulmonary resuscitation in dogs. *Circulation* 1986;73:539–50.
123. Fitzgerald KR, Babbs CF, Frissora HA, Davis RW, Silver DI. Cardiac output during cardiopulmonary resuscitation at various compression rates and durations. *Am J Physiol* 1981;241. H442–H8.
124. Johnson B, Coult J, Fahrenbruch C, et al. Cardiopulmonary resuscitation duty cycle in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2015;87:86–90.
125. Yeung J, Meeks R, Edelson D, Gao F, Soar J, Perkins GD. The use of CPR feedback/prompt devices during training and CPR performance: a systematic review. *Resuscitation* 2009;80:743–51.
126. Kirkbright S, Finn J, Tohira H, Bremner A, Jacobs I, Celenza A. Audiovisual feedback device use by health care professionals during CPR: a systematic review and meta-analysis of randomised and non-randomised trials. *Resuscitation* 2014;85:460–71.
127. Bohn A, Weber TP, Wecker S, et al. The addition of voice prompts to audiovisual feedback and debriefing does not modify CPR quality or outcomes in out of hospital cardiac arrest – a prospective, randomized trial. *Resuscitation* 2011;82:257–62.
128. Abella BS, Edelson DP, Kim S, et al. CPR quality improvement during in-hospital cardiac arrest using a real-time audiovisual feedback system. *Resuscitation* 2007;73:54–61.
129. Berg RA, Sanders AB, Milander M, Tellez D, Liu P, Beyda D. Efficacy of audio-prompted rate guidance in improving resuscitator performance of cardiopulmonary resuscitation on children. *Acad Emerg Med* 1994;1:35–40.
130. Bobrow BJ, Vadeboncoeur TF, Stolz U, et al. The influence of scenario-based training and real-time audiovisual feedback on out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation quality and survival from out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 2013;62, 47–56 e1.
131. Chiang WC, Chen WJ, Chen SY, et al. Better adherence to the guidelines during cardiopulmonary resuscitation through the provision of audio-prompts. *Resuscitation* 2005;64:297–301.
132. Kern KB, Sanders AB, Raife J, Milander MM, Otto CW, Ewy GA. A study of chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation in humans: the importance of rate-directed chest compressions. *Arch Intern Med* 1992;152:145–9.
133. Kramer-Johansen J, Myklebust H, Wik L, et al. Quality of out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with real time automated feedback: a prospective interventional study. *Resuscitation* 2006;71:283–92.
134. Lukas RP, Grasner JT, Seewald S, et al. Chest compression quality management and return of spontaneous circulation: a matched-pair registry study. *Resuscitation* 2012;83:1212–8.
135. Niles D, Nysaether J, Sutton R, et al. Leaning is common during in-hospital pediatric CPR, and decreased with automated corrective feedback. *Resuscitation* 2009;80:553–7.
136. Sainio M, Kamarainen A, Huhtala H, et al. Real-time audiovisual feedback system in a physician-staffed helicopter emergency medical service in Finland: the quality results and barriers to implementation. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2013;21:50.
137. Sutton RM, Niles D, French B, et al. First quantitative analysis of cardiopulmonary resuscitation quality during in-hospital cardiac arrests of young children. *Resuscitation* 2014;85:70–4.
138. Couper K, Kimani P, Abella BS, Chilwan M, Cooke MW, Davies RP. The system-wide effect of real-time audiovisual feedback and postevent debriefing for in-hospital cardiac arrest: the cardiopulmonary resuscitation quality improvement initiative. *Crit Care Med* 2015. <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000001202> (in press).
139. Couper K, Salman B, Soar J, Finn J, Perkins GD. Debriefing to improve outcomes from critical illness: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med* 2013;39:1513–23.
140. Kern KB, Hilwig RW, Berg RA, Sanders AB, Ewy GA. Importance of continuous chest compressions during cardiopulmonary resuscitation: improved outcome during a simulated single lay-rescuer scenario. *Circulation* 2002;105:645–9.
141. Deakin CD, O'Neill JF, Tabor T. Does compression-only cardiopulmonary resuscitation generate adequate passive ventilation during cardiac arrest? *Resuscitation* 2007;75:53–9.
142. Bobrow BJ, Clark LL, Ewy GA, et al. Minimally interrupted cardiac resuscitation by emergency medical services for out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2008;299:1158–65.
143. Idris A, Wenzel V, Banner MJ, Melker RJ. Smaller tidal volumes minimize gastric inflation during CPR with an unprotected airway. *Circulation* 1995;92. 1-1759.
144. Winkler M, Mauritz W, Hackl W, et al. Effects of half the tidal volume during cardiopulmonary resuscitation on acid-base balance and haemodynamics in pigs. *Eur J Emerg Med* 1998;5:201–6.
145. Idris A, Gabrielli A, Caruso L. Smaller tidal volume is safe and effective for bag-valve-ventilation, but not for mouth-to-mouth ventilation: an animal model for basic life support. *Circulation* 1999;100:1-1644.
146. Dorph E, Wik L, Steen PA. Arterial blood gases with 700 ml tidal volumes during out-of-hospital CPR. *Resuscitation* 2004;61:23–7.
147. Wenzel V, Idris AH, Banner MJ, Kubilis PS, Williams JJJ. Influence of tidal volume on the distribution of gas between the lungs and stomach in the nonintubated patient receiving positive-pressure ventilation. *Crit Care Med* 1998;26:364–8.
148. von Goedecke A, Wagner-Berger HG, Stadlbauer KH, et al. Effects of decreasing peak flow rate on stomach inflation during bag-valve-mask ventilation. *Resuscitation* 2004;63:131–6.
149. Aufderheide TP, Sigurdsson G, Pirralo RG, et al. Hyperventilation-induced hypotension during cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 2004;109:1960–5.
150. O'Neill JF, Deakin CD. Do we hyperventilate cardiac arrest patients? *Resuscitation* 2007;73:82–5.
151. Gazmuri RJ, Ayoub IM, Radhakrishnan J, Motl J, Upadhyaya MP. Clinically plausible hyperventilation does not exert adverse hemodynamic effects during CPR but markedly reduces end-tidal PCO₂. *Resuscitation* 2012;83:259–64.
152. Baskett P, Nolan J, Parr M. Tidal volumes which are perceived to be adequate for resuscitation. *Resuscitation* 1996;31:231–4.
153. Beesems SG, Wijmans L, Tijssen JG, Koster RW. Duration of ventilations during cardiopulmonary resuscitation by lay rescuers and first responders: relationship between delivering chest compressions and outcomes. *Circulation* 2013;127:1585–90.
154. Ruben H. The immediate treatment of respiratory failure. *Br J Anaesth* 1964;36:542–9.
155. Kowalik MM. Mouth-to-tracheostomy tube ventilation in an emergency situation. *Resuscitation* 2007;73:322–3.
156. Sanders AB, Kern KB, Berg RA, Hilwig RW, Heidenrich J, Ewy GA. Survival and neurologic outcome after cardiopulmonary resuscitation with four different chest compression-ventilation ratios. *Ann Emerg Med* 2002;40:553–62.
157. Dorph E, Wik L, Stromme TA, Eriksen M, Steen PA. Quality of CPR with three different ventilation:compression ratios. *Resuscitation* 2003;58:193–201.
158. Dorph E, Wik L, Stromme TA, Eriksen M, Steen PA. Oxygen delivery and return of spontaneous circulation with ventilation:compression ratio 2:30 versus chest compressions only CPR in pigs. *Resuscitation* 2004;60:309–18.
159. Babbs CF, Kern KB. Optimum compression to ventilation ratios in CPR under realistic, practical conditions: a physiological and mathematical analysis. *Resuscitation* 2002;54:147–57.
160. Fenici P, Idris AH, Lurie KG, Ursella S, Gabrielli A. What is the optimal chest compression-ventilation ratio? *Curr Opin Crit Care* 2005;11:204–11.
161. Sayre MR, Cantrell SA, White LJ, Hiestand BC, Keseg DP, Koser S. Impact of the 2005 American Heart Association cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care guidelines on out-of-hospital cardiac arrest survival. *Prehosp Emerg Care* 2009;13:469–77.
162. Olasveengen TM, Vik E, Kuzovlev A, Sunde K. Effect of implementation of new resuscitation guidelines on quality of cardiopulmonary resuscitation and survival. *Resuscitation* 2009;80:407–11.
163. Aufderheide TP, Lurie KG. Death by hyperventilation: a common and life-threatening problem during cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med* 2004;32. S345–51.
164. Steinmetz J, Barnung S, Nielsen SL, Risom M, Rasmussen LS. Improved survival after an out-of-hospital cardiac arrest using new guidelines. *Acta Anaesthesiol Scand* 2008;52:908–13.
165. Hinchey PR, Myers JB, Lewis R, et al. Improved out-of-hospital cardiac arrest survival after the sequential implementation of 2005 AHA guidelines for compressions, ventilations, and induced hypothermia: the Wake County experience. *Ann Emerg Med* 2010;56:348–57.
166. Chandra NC, Gruben KG, Tsitlik JE, et al. Observations of ventilation during resuscitation in a canine model. *Circulation* 1994;90:3070–5.
167. Turner I, Turner S, Armstrong V. Does the compression to ventilation ratio affect the quality of CPR: a simulation study. *Resuscitation* 2002;52:55–62.
168. Geddes LA, Rundell A, Otlewski M, Pargett M. How much lung ventilation is obtained with only chest-compression CPR? *Cardiovasc Eng* 2008;8:145–8.
169. Berg RA, Kern KB, Hilwig RW, et al. Assisted ventilation does not improve outcome in a porcine model of single-rescuer bystander cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 1997;95:1635–41.
170. Berg RA, Kern KB, Hilwig RW, Ewy GA. Assisted ventilation during 'bystander' CPR in a swine acute myocardial infarction model does not improve outcome. *Circulation* 1997;96:4364–71.
171. Panchal AR, Bobrow BJ, Spaite DW, et al. Chest compression-only cardiopulmonary resuscitation performed by lay rescuers for adult out-of-hospital cardiac arrest due to non-cardiac aetiologies. *Resuscitation* 2013;84:435–9.



172. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, et al. Time-dependent effectiveness of chest compression-only and conventional cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest of cardiac origin. *Resuscitation* 2011;82:3-9.
173. Mohler MJ, Wendel CS, Mosier J, et al. Cardiocerebral resuscitation improves out-of-hospital survival in older adults. *J Am Geriatr Soc* 2011;59:822-6.
174. Bobrow BJ, Spaite DW, Berg RA, et al. Chest compression-only CPR by lay rescuers and survival from out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2010;304:1447-54.
175. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Hiraide A. Bystander-Initiated Rescue Breathing for Out-of-Hospital Cardiac Arrests of Noncardiac Origin. *Circulation* 2010;122:293-9.
176. Ong ME, Ng FS, Anushia P, et al. Comparison of chest compression only and standard cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest in Singapore. *Resuscitation* 2008;78:119-26.
177. 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;116:2908-12.
178. SOS-KANTO Study Group. Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. *Lancet* 2007;369:920-6.
179. Iwami T, Kawamura T, Hiraide A, et al. Effectiveness of bystander-initiated cardiac-only resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2007;116:2900-7.
180. Bossaert L, Van Hoeyweghen R. Evaluation of cardiopulmonary resuscitation (CPR) techniques. The Cerebral Resuscitation Study Group. *Resuscitation* 1989;17:S99-109, discussion S99-206.
181. Gallagher EJ, Lombardi G, Gennis P. Effectiveness of bystander cardiopulmonary resuscitation and survival following out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 1995;274:1922-5.
182. Olasveengen TM, Wik L, Steen PA. Standard basic life support vs. continuous chest compressions only in out-of-hospital cardiac arrest. *Acta Anaesthesiol Scand* 2008;52:914-9.
183. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, et al. Conventional and chest-compression-only cardiopulmonary resuscitation by bystanders for children who have out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. *Lancet* 2010;375:1347-54.
184. Goto Y, Maeda T, Goto Y. Impact of dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation on neurological outcomes in children with out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. *J Am Heart Assoc* 2014;3:e000499.
185. Yeung J, Okamoto D, Soar J, Perkins GD. AED training and its impact on skill acquisition, retention and performance – a systematic review of alternative training methods. *Resuscitation* 2011;82:657-64.
186. Edelson DP, Abella BS, Kramer-Johansen J, et al. Effects of compression depth and pre-shock pauses predict defibrillation failure during cardiac arrest. *Resuscitation* 2006;71:137-45.
187. Mitani Y, Ohta K, Yodoya N, et al. Public access defibrillation improved the outcome after out-of-hospital cardiac arrest in school-age children: a nationwide, population-based, Utstein registry study in Japan. *Europace* 2013;15:1259-66.
188. Johnson MA, Graham BJ, Haukoos JS, et al. Demographics, bystander CPR, and AED use in out-of-hospital pediatric arrests. *Resuscitation* 2014;85:920-6.
189. Akahane M, Tanabe S, Ogawa T, et al. Characteristics and outcomes of pediatric out-of-hospital cardiac arrest by scholastic age category. *Pediatr Crit Care Med* 2013;14:130-6.
190. Bar-Cohen Y, Walsh EP, Love BA, Cecchin F. First appropriate use of automated external defibrillator in an infant. *Resuscitation* 2005;67:135-7.
191. Divekar A, Soni R. Successful parental use of an automated external defibrillator for an infant with long-QT syndrome. *Pediatrics* 2006;118:e526-9.
192. Rodriguez-Nunez A, Lopez-Herce J, Garcia C, Dominguez P, Carrillo A, Bellon JM. Pediatric defibrillation after cardiac arrest: initial response and outcome. *Crit Care* 2006;10:R113.
193. Samson RA, Nadkarni VM, Meaney PA, Carey SM, Berg MD, Berg RA. Outcomes of in-hospital ventricular fibrillation in children. *N Engl J Med* 2006;354:2328-39.
194. Atkins DL, Everson-Stewart S, Sears GK, et al. Epidemiology and outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in children: the Resuscitation Outcomes Consortium Epistry-Cardiac Arrest. *Circulation* 2009;119:1484-91.
195. Bardai A, Berdowski J, van der Werf C, et al. Incidence, causes, and outcomes of out-of-hospital cardiac arrest in children. A comprehensive, prospective, population-based study in the Netherlands. *J Am Coll Cardiol* 2011;57:1822-8.
196. Cobb LA, Fahrenbruch CE, Walsh TR, et al. Influence of cardiopulmonary resuscitation prior to defibrillation in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *JAMA* 1999;281:1182-8.
197. Wik L, Hansen TB, Fylling F, et al. Delaying defibrillation to give basic cardiopulmonary resuscitation to patients with out-of-hospital ventricular fibrillation: a randomized trial. *JAMA* 2003;289:1389-95.
198. Jacobs IG, Finn JC, Oxer HF, Jelinek GA. CPR before defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial. *Emerg Med Aust* 2005;17:39-45.
199. Baker PW, Conway J, Cotton C, et al. Defibrillation or cardiopulmonary resuscitation first for patients with out-of-hospital cardiac arrests found by paramedics to be in ventricular fibrillation? A randomised control trial. *Resuscitation* 2008;79:424-31.
200. Stiell IG, Nichol G, Leroux BG, et al. Early versus later rhythm analysis in patients with out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2011;365:787-97.
201. Rea T, Prince D, Morrison L, et al. Association between survival and early versus later rhythm analysis in out-of-hospital cardiac arrest: do agency-level factors influence outcomes? *Ann Emerg Med* 2014;64:1-8.
202. Monsieurs KG, Vogels C, Bossaert LL, Meert P, Calle PA. A study comparing the usability of fully automatic versus semi-automatic defibrillation by untrained nursing students. *Resuscitation* 2005;64:41-7.
203. Hosmans TP, Maquoi I, Vogels C, et al. Safety of fully automatic external defibrillation by untrained lay rescuers in the presence of a bystander. *Resuscitation* 2008;77:216-9.
204. Weisfeldt ML, Everson-Stewart S, Sitlani C, et al. Ventricular tachyarrhythmias after cardiac arrest in public versus at home. *N Engl J Med* 2011;364:313-21.
205. Caffrey SL, Willoughby PJ, Pepe PE, Becker LB. Public use of automated external defibrillators. *N Engl J Med* 2002;347:1242-7.
206. Page RL, Hamdan MH, McKenas DK. Defibrillation aboard a commercial aircraft. *Circulation* 1998;97:1429-30.
207. O'Rourke MF, Donaldson E, Geddes JS. An airline cardiac arrest program. *Circulation* 1997;96:2849-53.
208. The Public Access Defibrillation Trial Investigators. Public-access defibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2004;351:637-46.
209. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Hiraide A. Nationwide public-access defibrillation in Japan. *N Engl J Med* 2010;362:994-1004.
210. Nichol G, Valenzuela T, Roe D, Clark L, Huszti E, Wells GA. Cost effectiveness of defibrillation by targeted responders in public settings. *Circulation* 2003;108:697-703.
211. Nichol G, Huszti E, Birnbaum A, et al. Cost-effectiveness of lay responder defibrillation for out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 2009;54:226-35 e1-2.
212. Folke F, Lippert FK, Nielsen SL, et al. Location of cardiac arrest in a city center: strategic placement of automated external defibrillators in public locations. *Circulation* 2009;120:510-7.
213. Chan TC, Li H, Lebovic G, et al. Identifying locations for public access defibrillators using mathematical optimization. *Circulation* 2013;127:1801-9.
214. Folke F, Gislason GH, Lippert FK, et al. Differences between out-of-hospital cardiac arrest in residential and public locations and implications for public-access defibrillation. *Circulation* 2010;122:623-30.
215. Hansen CM, Lippert FK, Wissenberg M, et al. Temporal trends in coverage of historical cardiac arrests using a volunteer-based network of automated external defibrillators accessible to laypersons and emergency dispatch centers. *Circulation* 2014;130:1859-67.
216. van Alem AP, Dijkgraaf MG, Tijssen JG, Koster RW. Health system costs of out-of-hospital cardiac arrest in relation to time to shock. *Circulation* 2004;110:1967-73.
217. Berdowski J, Kuiper MJ, Dijkgraaf MG, Tijssen JG, Koster RW. Survival and health care costs until hospital discharge of patients treated with onsite, dispatched or without automated external defibrillator. *Resuscitation* 2010;81:962-7.
218. Waalewijn RA, de Vos R, Tijssen JG, Koster RW. Survival models for out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation from the perspectives of the bystander, the first responder, and the paramedic. *Resuscitation* 2001;51:113-22.
219. Priori SG, Bossaert LL, Chamberlain DA, et al. Policy statement: ESC-ERC recommendations for the use of automated external defibrillators (AEDs) in Europe. *Resuscitation* 2004;60:245-52.
220. Bardy GH, Lee KL, Mark DB, et al. Home use of automated external defibrillators for sudden cardiac arrest. *N Engl J Med* 2008;358:1793-804.
221. Truhlar A, Deakin CD, Soar J, et al. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2015 section 4 cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation* 2015;95:147-200.
222. ILCOR presents a universal AED sign. *European Resuscitation Council, 2008;* 2015, available from <https://www.erc.edu/index.php/newsItem/en/nid=204/> (accessed 28.06.15).
223. Zafari AM, Zarter SK, Heggen V, et al. A program encouraging early defibrillation results in improved in-hospital resuscitation efficacy. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:846-52.
224. Destro A, Marzaloni M, Sermasi S, Rossi F. Automatic external defibrillators in the hospital as well? *Resuscitation* 1996;31:39-43.
225. Kloppe C, Jeromin A, Kloppe A, Ernst M, Mugge A, Hanefeld C. First responder for in-hospital resuscitation: 5-year experience with an automated external defibrillator-based program. *J Emerg Med* 2013;44:1077-82.
226. Forcina MS, Farhat AY, O'Neil WW, Haines DE. Cardiac arrest survival after implementation of automated external defibrillator technology in the in-hospital setting. *Crit Care Med* 2009;37:1229-36.
227. Smith RJ, Hickey BB, Santamaria JD. Automated external defibrillators and survival after in-hospital cardiac arrest: early experience at an Australian teaching hospital. *Crit Care Resusc* 2009;11:261-5.
228. Smith RJ, Hickey BB, Santamaria JD. Automated external defibrillators and in-hospital cardiac arrest: patient survival and device performance at an Australian teaching hospital. *Resuscitation* 2011;82:1537-42.
229. Chan PS, Krumholz HM, Spertus JA, et al. Automated external defibrillators and survival after in-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2010;304:2129-36.
230. Gibbison B, Soar J. Automated external defibrillator use for in-hospital cardiac arrest is not associated with improved survival. *Evid Based Med* 2011;16:95-6.
231. Nolan JP, Soar J, Smith GB, et al. Incidence and outcome of in-hospital cardiac arrest in the United Kingdom National Cardiac Arrest Audit. *Resuscitation* 2014;85:987-92.
232. De Regge M, Monsieurs KG, Vandewoude K, Calle PA. Should we use automated external defibrillators in hospital wards? *Acta Clin Belg* 2012;67:241-5.



233. Chan PS, Krumholz HM, Nichol G, Nallamothu BK. Delayed time to defibrillation after in-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2008;358:9–17.
234. Spearpoint KG, Gruber PC, Brett SJ. Impact of the Immediate Life Support course on the incidence and outcome of in-hospital cardiac arrest calls: an observational study over 6 years. *Resuscitation* 2009;80:638–43.
235. White L, Rogers J, Bloomingdale M, et al. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation: risks for patients not in cardiac arrest. *Circulation* 2010;121:91–7.
236. Haley KB, Lerner EB, Pirralo RG, Croft H, Johnson A, Uihlein M. The frequency and consequences of cardiopulmonary resuscitation performed by bystanders on patients who are not in cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care* 2011;15:282–7.
237. Moriwaki Y, Sugiyama M, Tahara Y, et al. Complications of bystander cardiopulmonary resuscitation for unconscious patients without cardiopulmonary arrest. *J Emerg Trauma Shock* 2012;5:3–6.
238. Hoke RS, Chamberlain D. Skeletal chest injuries secondary to cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2004;63:327–38.
239. Miller AC, Rosati SF, Suffredini AF, Schrumpp DS. A systematic review and pooled analysis of CPR-associated cardiovascular and thoracic injuries. *Resuscitation* 2014;85:724–31.
240. Sullivan F, Avstreich D. Pneumothorax during CPR training: case report and review of the CPR literature. *Prehosp Disaster Med* 2000;15:64–9.
241. Cheung W, Gullick J, Thanakrishnan G, et al. Injuries occurring in hospital staff attending medical emergency team (MET) calls – a prospective, observational study. *Resuscitation* 2009;80:1351–6.
242. Peberdy MA, Ottingham LV, Groh WJ, et al. Adverse events associated with lay emergency response programs: the public access defibrillation trial experience. *Resuscitation* 2006;70:59–65.
243. McDonald CH, Heggie J, Jones CM, Thorne CJ, Hulme J. Rescuer fatigue under the 2010 ERC guidelines, and its effect on cardiopulmonary resuscitation (CPR) performance. *Emerg Med J* 2013;30:623–7.
244. Sugeran NT, Edelson DP, Leary M, et al. Rescuer fatigue during actual in-hospital cardiopulmonary resuscitation with audiovisual feedback: a prospective multicenter study. *Resuscitation* 2009;80:981–4.
245. Hoke RS, Heinroth K, Trappe HJ, Werdan K. Is external defibrillation an electric threat for bystanders? *Resuscitation* 2009;80:395–401.
246. Sullivan JL, Chapman FW. Will medical examination gloves protect rescuers from defibrillation voltages during hands-on defibrillation? *Resuscitation* 2012;83:1467–72.
247. Petley GW, Cotton AM, Deakin CD. Hands-on defibrillation: theoretical and practical aspects of patient and rescuer safety. *Resuscitation* 2012;83:551–6.
248. Deakin CD, Lee-Shrewsbury V, Hogg K, Petley GW. Do clinical examination gloves provide adequate electrical insulation for safe hands-on defibrillation? I: Resistive properties of nitrile gloves. *Resuscitation* 2013;84:895–9.
249. Petley GW, Deakin CD. Do clinical examination gloves provide adequate electrical insulation for safe hands-on defibrillation? II: Material integrity following exposure to defibrillation waveforms. *Resuscitation* 2013;84:900–3.
250. Axelsson A, Herlitz J, Ekstrom L, Holmberg S. Bystander-initiated cardiopulmonary resuscitation out-of-hospital. A first description of the bystanders and their experiences. *Resuscitation* 1996;33:3–11.
251. Axelsson A, Herlitz J, Karlsson T, et al. Factors surrounding cardiopulmonary resuscitation influencing bystanders' psychological reactions. *Resuscitation* 1998;37:13–20.
252. Jabre P, Belpomme V, Azoulay E, et al. Family presence during cardiopulmonary resuscitation. *N Engl J Med* 2013;368:1008–18.
253. Jabre P, Tazarourte K, Azoulay E, et al. Offering the opportunity for family to be present during cardiopulmonary resuscitation: 1-year assessment. *Intensive Care Med* 2014;40:981–7.
254. Compton S, Fernandez R. Presence during cardiopulmonary resuscitation is beneficial to family members in the out-of-hospital setting. *Evid Based Med* 2014;19:13.
255. Bierens JJ, Berden HJ. Basic-CPR and AIDS: are volunteer life-savers prepared for a storm? *Resuscitation* 1996;32:185–91.
256. Mejicano GC, Maki DG. Infections acquired during cardiopulmonary resuscitation: estimating the risk and defining strategies for prevention. *Ann Intern Med* 1998;129:813–28.
257. Torabi-Parizi P, Davey Jr RT, Suffredini AF, Chertow DS. Ethical and practical considerations in providing critical care to patients with ebola virus disease. *Chest* 2015;147:1460–6.
258. Blenkharn JJ, Buckingham SE, Zideman DA. Prevention of transmission of infection during mouth-to-mouth resuscitation. *Resuscitation* 1990;19:151–7.
259. Cydulka RK, Connor PJ, Myers TF, Pavza G, Parker M. Prevention of oral bacterial flora transmission by using mouth-to-mask ventilation during CPR. *J Emerg Med* 1991;9:317–21.
260. Adelborg K, Bjornshave K, Mortensen MB, Espeseth E, Wolff A, Lofgren B. A randomised crossover comparison of mouth-to-face-shield ventilation and mouth-to-pocket-mask ventilation by surf lifeguards in a manikin. *Anaesthesia* 2014;69:712–6.
261. Adelborg K, Dalgas C, Grove EL, Jorgensen C, Al-Mashhadi RH, Lofgren B. Mouth-to-mouth ventilation is superior to mouth-to-pocket mask and bag-valve-mask ventilation during lifeguard CPR: a randomized study. *Resuscitation* 2011;82:618–22.
262. Paal P, Falk M, Sumann G, et al. Comparison of mouth-to-mouth, mouth-to-mask and mouth-to-face-shield ventilation by lay persons. *Resuscitation* 2006;70:117–23.
263. Fingerhut LA, Cox CS, Warner M. International comparative analysis of injury mortality. Findings from the ICE on injury statistics. *International Collaborative Effort on Injury Statistics. Adv Data* 1998:1–20.
264. Wong SC, Tariq SM. Cardiac arrest following foreign-body aspiration. *Respir Care* 2011;56:527–9.
265. Proceedings of the 2005 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 2005;67:157–341.
266. Redding JS. The choking controversy: critique of evidence on the Heimlich maneuver. *Crit Care Med* 1979;7:475–9.
267. Langhelle A, Sunde K, Wik L, Steen PA. Airway pressure with chest compressions versus Heimlich manoeuvre in recently dead adults with complete airway obstruction. *Resuscitation* 2000;44:105–8.
268. Guildner CW, Williams D, Subitch T. Airway obstructed by foreign material: the Heimlich maneuver. *JACEP* 1976;5:675–7.
269. Ruben H, Macnaughton FI. The treatment of food-choking. *Practitioner* 1978;221:725–9.
270. Kinoshita K, Azuhata T, Kawano D, Kawahara Y. Relationships between pre-hospital characteristics and outcome in victims of foreign body airway obstruction during meals. *Resuscitation* 2015;88:63–7.

