

Podstawowe zabiegi resuscytacyjne u osób dorosłych oraz automatyczna defibrylacja zewnętrzna

2

Gavin D. Perkins^{a,b}, Anthony J. Handley^c, Rudolph W. Koster^d, Maaret Castrén^e, Michael A. Smyth^{a,f}, Theresa Olasveengen^g, Koenraad G. Monsieurs^h, Violetta Raffayⁱ, Jan-Thorsten Gräsner^j, Volker Wenzel^k, Giuseppe Ristagno^l, Jasmeet Soar^m

^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 Emergency Medicine, Faculty of Medicine and Health Sciences, University of Antwerp, Antwerp, Belgium and Faculty of Medicine and Health Sciences, University of Ghent, Ghent, Belgium

ⁱ Municipal Institute for Emergency Medicine Novi Sad, Novi Sad, Serbia

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

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

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

^m Anaesthesia and Intensive Care Medicine, Southmead Hospital, Bristol, UK

Wprowadzenie

Rozdział ten zawiera wytyczne dotyczące technik wykorzystywanych podczas wstępnej resuscytacji osób dorosłych, u których doszło do zatrzymania krążenia. Wytyczne te obejmują podstawowe zabiegi resuscytacyjne (*Basic Life Support* – BLS: udrożnienie dróg oddechowych, wentylację i uciskanie klatki piersiowej bez użycia dodatkowego sprzętu, z wyjątkiem środków ochronny własnej) oraz użycie automatycznego defibrylatora zewnętrznego (*Automated External Defibrillator* – AED). Zawarte są tutaj również proste techniki postępowania w zadławieniu (nieodróżność dróg oddechowych spowodowana ciałem obcym). Wytyczne dotyczące użycia defibrylatorów manualnych i rozpoczęcia wewnątrzszpitalnej resuscytacji można znaleźć w rozdziale 3 „Zaawansowane zabiegi resuscytacyjne u osób dorosłych”¹. Rozdział ten zawiera także podsumowanie informacji dotyczących pozycji bezpiecznej. Dokładniejszych informacji na ten temat dostarcza rozdział 9 „Pierwsza pomoc”².

Aktualne wytyczne oparte są na dokumencie *ILCOR 2015 Consensus on Science and Treatment Recommendations (CoSTR)* dla BLS/AED³. Przegląd aktualnych dowodów naukowych ILCOR dotyczył 23 kluczowych tematów, prowadząc do stworzenia 32 rekomendacji w zakresie wczesnego podjęcia leczenia (*early access*) i prewencji zatrzymania krążenia, wczesnego rozpoczęcia wysokiej jakości resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO) oraz wczesnej defibrylacji. Przy tworzeniu Wytycznych 2015 ERC rekomendacje ILCOR uzupełniono o szczegółowy przegląd literatury naukowej dotyczącej zagadnień nieobjętych przez ILCOR, dokonanej

przez grupę autorów opracowującą wytyczne. Grupa ta, zdając sobie sprawę z możliwości generowania kosztów i wystąpienia dezorientacji w związku z nowymi wytycznymi, ograniczyła zmiany w stosunku do Wytycznych 2010 tylko do najważniejszych elementów, opartych na dowodach naukowych. Wytyczne te zostały najpierw sporządzone przez grupę autorów, następnie przeanalizowane przez cały zespół ich twórców wraz z przedstawicielami narodowych rad resuscytacji, przed ostatecznym zaakceptowaniem ich przez Zarząd ERC.

Podsumowanie zmian w stosunku do Wytycznych 2010 ERC

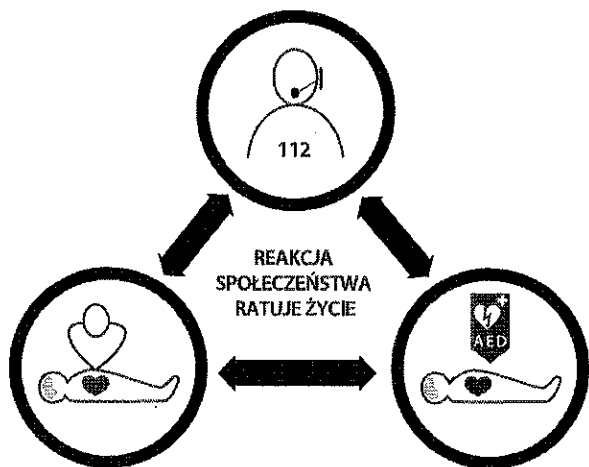
Wytyczne 2015 zwracają szczególną uwagę na istotny związek pomiędzy działaniem dyspozytora medycznego, świadka zdarzenia wykonującego RKO oraz odpowiednio szybkim użyciem AED. Skuteczna, skoordynowana reakcja społeczeństwa, która łączy wszystkie te elementy razem, jest kluczem do poprawy przeżywalności pozaszpitalnego zatrzymania krążenia (ryc. 2.1).

Dyspozytor medyczny odgrywa istotną rolę we wczesnym rozpoznaniu zatrzymania krążenia oraz instruowaniu przez telefon świadka zdarzenia jak prowadzić RKO, tzw. „RKO z telefonicznym instruktazem” (*telephone CPR*), a także w lokalizowaniu i szybkim dostarczeniu na miejsce zdarzenia automatycznego defibrylatora zewnętrznego. Im szybciej zostanie wezwany zespół ratownictwa medycznego, tym wcześniej zostanie zainicjowane i wdrożone właściwe postępowanie.

Wiedza, umiejętności i pewność siebie wykazana przez świadków zdarzenia będą się różniły w zależności od okoliczności, samego zatrzymania krążenia, poziomu wykształcenia i wcześniejszych doświadczeń.

* Korespondujący autor.

Adres e-mail: g.d.perkins@warwick.ac.uk (G.D. Perkins).



Ryc. 2.1. Kluczowym czynnikiem poprawiającym przeżywalność w pozaszpitalnym zatrzymaniu krążenia jest interakcja pomiędzy dyspozytorem medycznym, świadkiem zdarzenia wykonującym RKO i szybkim użyciem AED.

ERC zaleca, by świadkowie zdarzenia, którzy są odpowiednio wyszkoleni i potrafią to wykonać, jak najszybciej ocenili poszkodowanego, określili, czy jest nieprzytomny i czy oddycha prawidłowo, aby bezzwłocznie wezwać zespół ratownictwa medycznego.

Jeśli tylko jest to możliwe, należy wezwać zespół ratownictwa medycznego, nie pozostawiając poszkodowanego bez opieki.

Poszkodowany, który jest nieprzytomny i nie oddycha prawidłowo, ma zatrzymanie krążenia i wymaga RKO. Natychmiastowy, zredukowany praktycznie do zera, spadek przepływu krwi przez mózg, występujący w przebiegu zatrzymania krążenia, może wywołać drgawki, mylnie rozpoznawane jako atak padaczki. Zarówno dyspozytorzy medyczni, jak i świadkowie zdarzenia powinni podejrzewać zatrzymanie krążenia u poszkodowanych z drgawkami. Należy wtedy dokładnie ocenić, czy poszkodowany oddycha prawidłowo.

Grupa tworząca wytyczne popiera rekomendacje ILCOR, by wszystkie osoby przeszkolone w zakresie RKO wykonywały uciśnięcia klatki piersiowej u każdego poszkodowanego z zatrzymaniem krążenia. Jeśli osoby wykonujące RKO są przeszkolone i potrafią wykonać oddechy ratownicze, powinny wykonywać je z uciśnięciami klatki piersiowej. Wykonywanie oddechów ratowniczych może być szczególnie korzystne u dzieci, u osób z zatrzymaniem krążenia w przebiegu asfiksji oraz w przypadku przedłużającego się czasu do przybycia zespołu ratownictwa medycznego (ZRM). Nasze przekonanie w kwestii równorzędności RKO opartej wyłącznie na uciśnięciach klatki piersiowej i standardowej RKO jest niewystarczające, by zmienić obecną praktykę.

Wysokiej jakości resuscytacja krążeniowo-oddechowa pozostaje najistotniejszym elementem wpływającym na poprawę przeżywalności. Wytyczne 2015 ERC dotyczące wykonywania uciśnięć klatki piersiowej są takie same jak Wytyczne 2010. Osoby prowadzące RKO powinny wykonywać uciśnięcia klatki piersiowej na odpowiednią głębokość (tj. przynajmniej 5 cm, lecz nie głębiej niż 6 cm), a częstość uciśnięć klatki piersiowej powinna wynosić 100–120/min.

Po każdym uciśnięciu należy pozwolić klatce piersiowej powrócić do wyjściowego kształtu. Należy także minimalizować przerwy w uciśnięciach klatki piersiowej. Prowadząc oddechy ratownicze, należy poświęcić około 1 sekundy na wdech, dostarczając objętość odpowiednią do osiągnięcia widocznego uniesienia się klatki piersiowej. Stosunek uciśnięć klatki piersiowej do wentylacji pozostaje 30:2. W celu wykonania wentylacji nie należy przerywać uciśnięć klatki piersiowej na dłużej niż 10 sekund.

Wykonanie defibrylacji w ciągu 3–5 minut od utraty przytomności może skutkować przeżywalnością na poziomie 50–70%. Wczesna defibrylacja, wykonana przez osoby udzielające pomocy, jest możliwa dzięki użyciu AED, będącego elementem istniejącego programu powszechnego dostępu do defibrylacji lub znajdującego się na miejscu zdarzenia. Programy powszechnego dostępu do defibrylacji powinny być aktywnie wprowadzane w miejscach dużego zagęszczenia ludności, jak lotniska, stacje kolejowe, dworce autobusowe, centra sportowe, centra handlowe, biura czy kasyna. W tych miejscach do zatrzymania krążenia dochodzi zwykle w obecności świadków, a osoby przeszkolone w prowadzeniu RKO mogą szybko znaleźć się na miejscu zdarzenia. Rozmieszczenie AED w miejscach, gdzie spodziewane jest jedno zatrzymanie krążenia na 5 lat, wydaje się finansowo uzasadnione, a koszty przekładający się na jeden rok zyskanego życia jest porównywalny do innych procedur medycznych. Analiza ilości zatrzymań krążenia w danej okolicy w przeszłości oraz charakterystyka sąsiedztwa tych miejsc mogą być pomocne we właściwym rozmieszczeniu AED. Rejestracja publicznych AED daje dyspozytorowi możliwość skierowania osoby wykonującej RKO do najbliższego urządzenia, co może pomóc w optymalizacji działań ratunkowych.

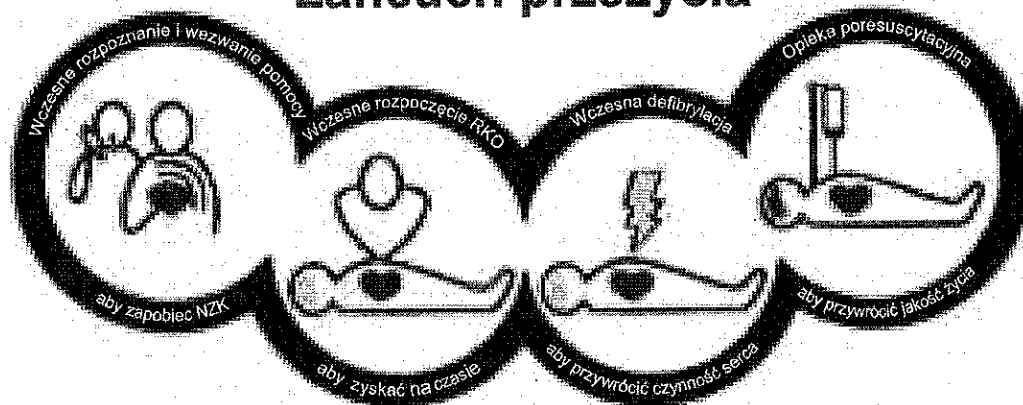
Algorytm RKO dla osób dorosłych może być bezpiecznie stosowany u nieprzytomnych, nieoddychających prawidłowo dzieci. Dla osób, które przeszły dodatkowe szkolenie i wykonują RKO u dzieci lub u poszkodowanych tonących, bardziej właściwe będzie postępowanie obejmujące wykonanie 5 oddechów ratowniczych z następowym uciskaniem klatki piersiowej i opóźnieniem wezwania pomocy, gdy wymaga to oddalenia się z miejsca zdarzenia z powodu braku innych osób. Głębokość uciskania klatki piersiowej u dzieci powinna wynosić co najmniej 1/3 jej głębokości (4 cm dla niemowląt, 5 cm dla dzieci).

Całkowita niedrożność dróg oddechowych, spowodowana ciałem obcym jest stanem zagrożenia życia. Sytuacja taka prawie zawsze występuje podczas jedzenia lub picia i wymaga wdrożenia natychmiastowego leczenia. Początkowo należy zachęcać poszkodowanego do kaszlu. Jeżeli poszkodowany ma całkowicie niedrożne drogi oddechowe lub zaczyna tracić przytomność, należy zastosować uderzenia w okolicę międzyłopatkową, jeśli te nie będą skuteczne dołączyć uciskanie nadbrzusza. Jeśli poszkodowany straci przytomność, należy natychmiast rozpocząć RKO i wezwać pomoc.

Zatrzymanie krążenia

Nagle zatrzymanie krążenia (NZK) jest jedną z głównych przyczyn śmierci w Europie. W zależności od definicji NZK, dotyczy ono w Europie 55–113/100 000 mieszkańców lub

Łańcuch przeżycia



Ryc. 2.2. Łańcuch przeżycia

350 000–700 000 osób rocznie^{4,6}. Podczas wstępnej oceny rytmu serca w około 25–50% przypadków NZK stwierdza się migotanie komór (*ventricular fibrillation* – VF). Odsetek ten uległ zmniejszeniu w ciągu ostatnich 20 lat^{7–13}. Prawdopodobnie znacznie większa liczba osób z NZK w momencie utraty przytomności ma VF lub częstoskurcz komorowy (*ventricular tachycardia* – VT), ale do chwili wykonania przez personel pogotowia pierwszej oceny rytmu zmienia się on w asystolię^{14,15}. Gdy ocena rytmu ma miejsce w krótkim czasie od utraty przytomności, szczególnie gdy dotyczy to użycia AED znajdującego się na miejscu zdarzenia, obecność VF stwierdza się w aż do 76% przypadków^{16,17}. Większa liczba poszkodowanych z NZK przeżywa, jeśli świadkowie zdarzenia rozpoczną resuscytację natychmiast, gdy VF jest jeszcze obecne. Skuteczna resuscytacja jest mniej prawdopodobna, jeśli dojdzie do zmiany rytmu w asystolię.

Zalecanym postępowaniem w zatrzymaniu krążenia w VF jest natychmiastowe rozpoczęcie RKO przez świadków zdarzenia i wczesna defibrylacja. Większość zatrzymań krążenia pochodzenia niekardiogenne ma przyczynę oddechową, jak w przypadku tonięcia (wśród nich wiele dzieci) czy asfiksji. W przypadku tych poszkodowanych oddechy ratownicze są równie ważne jak uciskanie klatki piersiowej.

Łańcuch przeżycia

Łańcuch przeżycia podsumowuje najważniejsze czynności potrzebne do skutecznej resuscytacji (ryc. 2.2). Większość z jego ogniw odnosi się zarówno do poszkodowanych, u których do zatrzymania krążenia doszło w mechanizmie pierwotnie kardiogenym, jak i na skutek asfiksji¹⁸.

Wczesne rozpoznanie i wezwanie pomocy

Ból w klatce piersiowej powinien być rozpoznawany jako objaw niedokrwienia mięśnia sercowego. U jednej czwartej do jednej trzeciej pacjentów z niedokrwieniem mięśnia sercowego dochodzi do zatrzymania krążenia w ciągu pierwszej godziny od wystąpienia bólu w klatce piersiowej¹⁹. Rozpoznanie bólu w klatce piersiowej jako problemu kardiologicznego i wezwanie zespołu ratownictwa medycznego, zanim dojdzie do utraty przytomności, umożliwia przybycie

zespołu wcześniej, nawet zanim dojdzie do zatrzymania krążenia, co prowadzi do poprawy przeżywalności^{20–23}.

Jeśli dojdzie do zatrzymania krążenia, istotne jest jak najszybsze jego rozpoznanie celem szybkiego powiadomienia systemu ratownictwa medycznego oraz niezwłocznego rozpoczęcia RKO przez świadków zdarzenia. Kluczowe objawy to **brak reakcji na bodźce i brak prawidłowego oddechu**. Dyspozytor medyczny może poprawić skuteczność rozpoznawania zatrzymania krążenia poprzez zwrócenie szczególnej uwagi na te kluczowe objawy.

Wczesne podjęcie RKO przez świadków zdarzenia

Natychmiastowe rozpoczęcie RKO może podwoić, a nawet czterokrotnie zwiększyć przeżywalność w zatrzymaniu krążenia^{20,24–28}. Świadkowie zdarzenia wykonujący RKO, powinni – jeśli tylko potrafią – wykonywać uciśnięcia klatki piersiowej wraz z oddechami ratowniczymi. Jeśli wzywający pomocy świadek zdarzenia nie jest przeszkolony w zakresie RKO, dyspozytor medyczny powinien poinstruować go, jak wykonywać RKO polegającą wyłącznie na uciskaniu klatki piersiowej podczas oczekiwania na przyjazd zespołu ratownictwa medycznego^{29–31}.

Wczesna defibrylacja

Defibrylacja wykonana w ciągu 3–5 minut od utraty przytomności może zapewnić przeżywalność na poziomie 50–70%. Można to osiągnąć poprzez realizację programów powszechnego dostępu do defibrylacji oraz rozmieszczenie AED w miejscach publicznych^{13,17,32,33}. Każda minuta opóźnienia w wykonaniu defibrylacji zmniejsza prawdopodobieństwo przeżycia do wypisu ze szpitala o 10–12%. Ogniwa łańcucha przeżycia są ze sobą ściśle połączone: jeśli świadkowie zdarzenia prowadzą RKO, spadek przeżywalności będzie następować wolniej i wynosi około 3–4% na każdą minutę opóźnienia defibrylacji^{20,24,34}.

Wczesne podjęcie zaawansowanych zabiegów resuscytacyjnych oparte o standardowy protokół opieki porésuscytacyjnej

Jeśli wstępna resuscytacja nie przynosi efektu, konieczne może być wdrożenie zaawansowanych zabiegów resuscy-

tacyjnych z zastosowaniem przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych, leków i leczeniem odwracalnych przyczyn zatrzymania krążenia. Jakość leczenia w trakcie opieki poresuscytacyjnej wpływa na odległe wyniki leczenia i jest omówiona w rozdziałach dotyczących zaawansowanych zabiegów resuscytacyjnych i opieki poresuscytacyjnej^{1,35}.

Kluczowe znaczenie podjęcia działań przez świadków zdarzenia

W większości społeczności średni czas od wezwania zespołu ratownictwa medycznego do jego dotarcia na miejsce zdarzenia (czas reakcji) wynosi 5–8 min^{16,36-38} lub 8–11 min do wykonania pierwszej defibrylacji^{13,27}. W tym czasie przeżywalność poszkodowanych zależy od podjęcia RKO i użycia automatycznego defibrylatora zewnętrznego (AED) przez świadków zdarzenia.

Poszkodowani, u których doszło do nagłego zatrzymania krążenia, wymagają natychmiastowego rozpoczęcia RKO. Resuscytacja zapewnia niewielki, ale bardzo istotny przepływ krwi przez serce i mózg. RKO zwiększa również prawdopodobieństwo, że serce odzyska efektywny rytm oraz podejmie na nowo pracę jako pompa. Uciskanie klatki piersiowej jest szczególnie istotne, jeśli nie można wykonać defibrylacji w ciągu kilku minut od utraty przytomności³⁹. Po defibrylacji, jeśli serce wciąż jest żywotne, układ bodźcotwórczo-przewodzący podejmie swoją aktywność, co wygeneruje zorganizowaną czynność elektryczną, z następowym skurczem mechanicznym. W trakcie pierwszych minut po zakończeniu VF czynność elektryczna może być wolna, a siła skurczu zbyt słaba, dlatego uciskanie klatki piersiowej należy kontynuować, dopóki nie powróci właściwa czynność serca.

Użycie AED przez wykonujących RKO świadków zatrzymania krążenia, będących laikami, zwiększa przeżywalność w zatrzymaniu krążenia występującym w miejscach publicznych¹⁶. Wzrasta również częstość użycia AED poza miejscami publicznymi⁴⁰. AED wydaje polecenia głosowe, wskazując jak prowadzić RKO, analizuje rytm, jak również instruuje ratownika, by wykonał defibrylację, jeśli wykryje VF lub szybki częstoskurcz komorowy (VT). AED są dokładne i dostarczają wyładowanie wyłącznie w przypadku stwierdzenia VF (lub szybkiego VT)^{41,42}.

Rozpoznanie zatrzymania krążenia

Rozpoznanie zatrzymania krążenia może stanowić wyzwanie. Zarówno świadkowie zdarzenia, jak i dyspozytorzy medyczni muszą szybko zdiagnozować zatrzymanie krążenia, by aktywować łańcuch przeżycia. Sprawdzanie tętna na tętnicy szyjnej (czy w jakiegokolwiek innej okolicy) okazało się nieskuteczną metodą potwierdzania obecności czy braku krążenia⁴³⁻⁴⁷.

Oddechy agonalne to powolne i głębokie oddechy, często z towarzyszącym chrapaniem. Oddechy te wynikają z aktywności pnia mózgu, który funkcjonuje jeszcze przez kilka minut mimo niedotlenienia. Obecność oddechów agonalnych może być mylnie interpretowana jako oznaka zachowanego krążenia i brak potrzeby wdrożenia RKO. Oddechy agonalne mogą występować w ciągu pierwszych kilku minut zatrzymania krążenia nawet w 40% przypadków. Rozpoczę-

cie RKO na ich podstawie, jako oznaki zatrzymania krążenia, skutkuje wyższą przeżywalnością⁴⁸. Należy podkreślać znaczenie oddechów agonalnych podczas szkoleń z zakresu BLS^{49,50}. Świadkowie zdarzenia powinni podejrzewać zatrzymanie krążenia i rozpoczynać RKO, jeśli poszkodowany jest **nieprzytomny i nie oddycha prawidłowo**.

Konsekwencją zatrzymania krążenia jest nagły spadek, prawie do zera, przepływu krwi przez mózg, co może powodować epizod drgawek, mylnie rozpoznawany jako atak padaczki. Świadkowie zdarzenia powinni podejrzewać zatrzymanie krążenia u każdego poszkodowanego z drgawkami^{51,52}. Mimo że świadkowie zatrzymania krążenia podają zmiany w wyglądzie skóry poszkodowanego, takie jak bledność i niebieskawe zabarwienie związane z sinicą, nie mogą one być traktowane jako kryteria rozpoznania zatrzymania krążenia⁵¹.

Rola dyspozytora medycznego

Dyspozytor medyczny odgrywa istotną rolę w rozpoznaniu zatrzymania krążenia oraz instruowaniu przez telefon świadka zdarzenia jak prowadzić RKO, tzw. „RKO z telefonicznym instruktorem” (*telephone CPR*), jak również w lokalizowaniu i szybkim dostarczeniu na miejsce zdarzenia automatycznego defibrylatora zewnętrznego, a także w wysłaniu na miejsce zdarzenia zespołu ratownictwa medycznego w trybie priorytetowym. Im szybciej zostanie wezwany zespół ratownictwa medycznego, tym wcześniej zostanie zainicjowane i wdrożone właściwe postępowanie.

Rozpoznanie zatrzymania krążenia przez dyspozytora

Potwierdzenie zatrzymania krążenia najszybciej, jak to możliwe, jest bardzo istotne. Jeśli dyspozytor medyczny rozpozna zatrzymanie krążenia, szanse przeżycia poszkodowanego zwiększą się ze względu na możliwość wdrożenia właściwego postępowania^{53,54}. Poprawa umiejętności dyspozytorów w zakresie rozpoznawania zatrzymania krążenia i optymalizacja dysponowania zespołami ratownictwa medycznego może być uzasadnionym finansowo rozwiązaniem, zwiększającym przeżywalność w zatrzymaniu krążenia.

Wprowadzenie w miejscach przyjmowania zgłoszeń medycznych (*emergency medical communication centres*) pisemnych protokołów przyjęcia zgłoszenia, zawierających właściwe pytania, może ułatwić dyspozytorom rozpoznawanie zatrzymania krążenia. Należy podejrzewać zatrzymanie krążenia u pacjenta, który **nie oddycha prawidłowo** i jest **nieprzytomny**. Ścisła realizacja takich protokołów może poprawić rozpoznawalność zatrzymania krążenia⁵⁵⁻⁵⁷. Brak działań zgodnie z powyższymi protokołami skutkuje spadkiem skuteczności rozpoznawania zatrzymania krążenia, jak również zmniejszeniem liczby przypadków, w których dyspozytor instruował telefonicznie świadków zdarzenia jak wykonywać RKO⁵⁸⁻⁶⁰.

Dla dyspozytorów uzyskanie od świadków zdarzenia dokładnego opisu oddychania osoby poszkodowanej może być trudne. Często występujący oddech agonalny może być mylnie rozpoznawany przez osoby wzywające pomocy jako oddech prawidłowy^{9,60-68}. Poprawę rozpoznawania zatrzymania krążenia, częstsze prowadzenie RKO z telefonicznym

instruktażem dyspozytora^{67,68}, jak również zmniejszenie ilości przypadków nierozpoznanych zatrzymań krążenia⁶⁴ można uzyskać poprzez wdrożenie dodatkowych szkoleń dla dyspozytorów, szczególnie ukierunkowanych na rozpoznawanie i znaczenie oddechu agonalnego.

Zadawanie pytań dotyczących regularności i sposobu oddychania u osoby poszkodowanej może poprawić rozpoznawanie nieprawidłowego oddechu, a tym samym identyfikację zatrzymania krążenia. Jeśli wezwanie dotyczy osoby, u której wystąpiły drgawki, dyspozytor powinien podejrzewać zatrzymanie krążenia, nawet jeśli w wywiadzie poszkodowany choruje na padaczkę^{61,69}.

RKO z telefonicznym instruktażem dyspozytora

W wielu społeczeństwach częstość podejmowania RKO przez świadków zdarzenia jest niska. Wykazano, że RKO z telefonicznym instruktażem dyspozytora zwiększa częstość podejmowania RKO przez świadków zdarzenia^{9,56,70-72}, skraca czas do rozpoczęcia RKO^{56,57,68,72,73}, zwiększa ilość wykonanych uciśnień klatki piersiowej⁷⁰ oraz wpływa na poprawę przeżywalności w pozaszpitalnym zatrzymaniu krążenia we wszystkich grupach pacjentów^{9,29-31,57,71,74}. Dyspozytor powinien telefonicznie instruować, jak wykonywać RKO we wszystkich przypadkach podejrzenia zatrzymania krążenia, chyba że RKO jest już prowadzona przez odpowiednio przeszkoloną osobę. Jeśli resuscytacja dotyczy osoby dorosłej, dyspozytor powinien instruować, by wykonywano RKO polegającą wyłącznie na uciskaniu klatki piersiowej.

Jeśli poszkodowanym jest dziecko, dyspozytor powinien instruować osobę wzywającą pomocy, jak wykonać RKO z uwzględnieniem uciskania klatki piersiowej oraz oddechów ratowniczych. Dyspozytorzy powinni być przeszkoleni w zakresie instruowania dotyczącego obydwu technik prowadzenia resuscytacji.

Algorytm BLS u osób dorosłych

Sekwencję kolejnych interwencji dotyczących oceny wstępnej i postępowania z osobą nieprzytomną podsumowano na ryc. 2.3. Kolejne kroki prowadzą ratownika przez rozpoznanie zatrzymania krążenia, wezwanie ZRM, rozpoczęcie RKO oraz użycie AED. Ilość wykonywanych czynności została zredukowana tak, aby skupić się na najważniejszych z nich. Intencją zmodyfikowanego algorytmu jest przedstawienie poszczególnych kroków w sposób logiczny i zwięzły, tak by były łatwe do nauczenia, zapamiętania i wykonania przez każdą osobę udzielającą pomocy.

Ryc. 2.4 przedstawia szczegółowo, krok po kroku algorytm dla osób przeszkolonych. Algorytm ten nadal podkreśla istotę zapewnienia bezpieczeństwa osobom udzielającym pomocy, poszkodowanemu i świadkom zdarzenia. Wezwanie dodatkowej pomocy (jeśli konieczne) zostało włączone w występujący później etap działania – wzywania pomocy medycznej. Dla pełnej przejrzystości algorytm został przedstawiony jako liniowa sekwencja kolejnych czynności. Początkowe etapy algorytmu, dotyczące sprawdzania przytomności, udrażniania dróg oddechowych, oceny oddechu i wzywania pomocy medycznej mogą odbywać się równocześnie lub szybko następować jeden po drugim.



Ryc. 2.3. Algorytm podstawowych zabiegów resuscytacyjnych i automatycznej defibrylacji zewnętrznej (BLS/AED)

Osoby nieprzeszkolone w rozpoznawaniu zatrzymania krążenia i rozpoczynaniu RKO nie będą świadome istnienia tych wytycznych i dlatego wymagają wsparcia ze strony dyspozytora, gdy tylko zadzwonią pod numer 112. Dlatego wytyczne te nie zawierają rekomendacji przeznaczonych dla osób nieprzeszkolonych w rozpoznawaniu zatrzymania krążenia czy rozpoczynaniu RKO.

Pozostała część tego rozdziału zawiera dodatkowe informacje dotyczące kilku kluczowych kwestii realizowanych w trakcie całej sekwencji działań.

Udrażnianie dróg oddechowych i ocena oddechu

Osoba przeszkolona w udzielaniu pomocy powinna szybko ocenić poszkodowanego, by określić, czy reaguje i czy oddycha prawidłowo.

Należy udroić drogi oddechowe poprzez rękoczyn odgięcia głowy i uniesienia żuchwy podczas oceniania, czy poszkodowany oddycha prawidłowo. Nie należy opóźniać oceny oddechu poprzez sprawdzenie obecności ciał obcych w drogach oddechowych. Nie zaleca się już wykonywania przez przygodnych ratowników rękoczynu wysunięcia żuchwy, jak również wygarnięcia palcem zawartości jamy ustnej. Sprawdzenie oddechu następuje zgodnie z technikami przedstawionymi na ryc. 2.4, ze szczególnym uwzględnieniem rozpoznania opisanego powyżej oddechu agonalnego.

Ryc. 2.4. Algorytm postępowania w zatrzymaniu krążenia u dorosłych dla osób przeszkolonych w BLS/AED (ryunki 1–12).

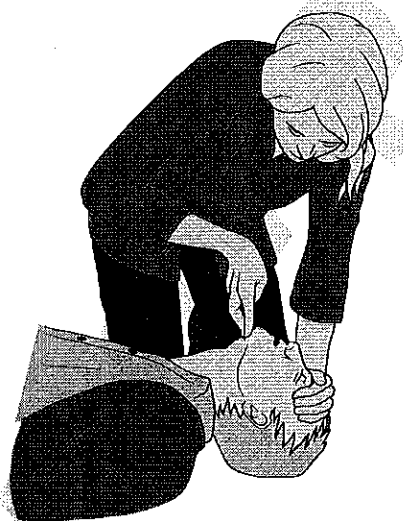
1 **Bezpieczeństwo**
Zapewnij bezpieczeństwo sobie, poszkodowanemu i świadkom zdarzenia

2 **Reakcja**
Sprawdź, czy poszkodowany reaguje



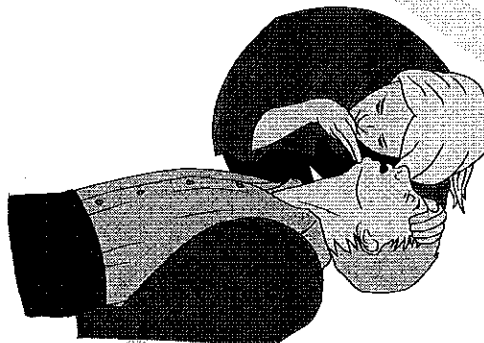
- Delikatnie potrząśnij poszkodowanego za ramiona i zapytaj głośno: „Czy wszystko w porządku?”.
- Jeśli poszkodowany reaguje, pozostaw go w pozycji, w jakiej go zastałeś, o ile nie ma zagrożenia. Spróbuj się dowiedzieć, co się stało i sprowadź pomoc, jeśli jest taka potrzeba. Regularnie sprawdzaj stan poszkodowanego.

3 **Drogi oddechowe**
Udrożnij drogi oddechowe



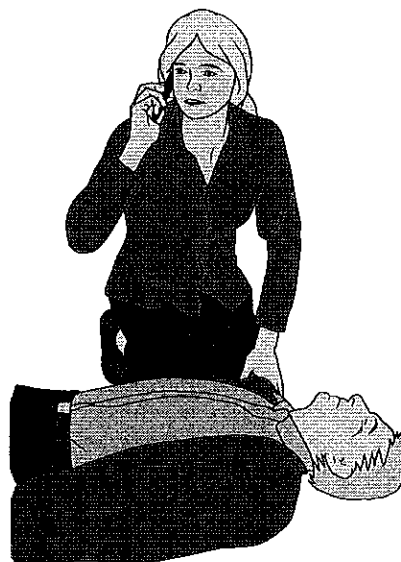
- Ułóż poszkodowanego na plecach.
- Umieść dłoń na czole poszkodowanego i delikatnie odgnij jego głowę ku tyłowi; opuszki palców drugiej ręki umieść pod żuchwą i unieś żuchwę, aby udrożnić drogi oddechowe.

4 **Oddychanie**
Patrz, słuchaj i próbuj wyczuć prawidłowy oddech



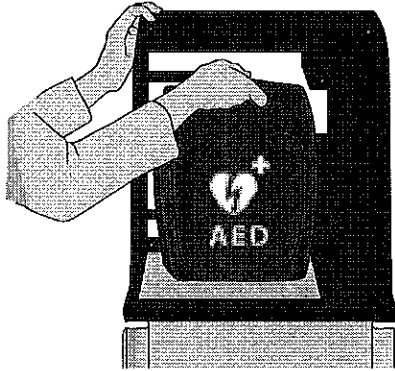
- W ciągu pierwszych kilku minut od zatrzymania krążenia poszkodowany może mieć oddech agonalny lub wykonywać sporadyczne, wolne i głośne westchnienia.
- Nie pomył takiego oddechu z prawidłowym. Patrz, słuchaj i staraj się wyczuć, czy poszkodowany oddycha prawidłowo, poświęcając na to nie więcej niż 10 sekund.
- Jeśli masz jakiegokolwiek wątpliwości, czy poszkodowany oddycha prawidłowo, postępuj tak, jakby nie oddychał prawidłowo, i przygotuj się do rozpoczęcia RKO.

5 **Nie reaguje i nie oddycha prawidłowo**
Wezwij zespół ratownictwa medycznego



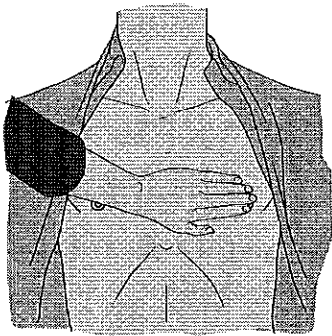
- Jeśli to możliwe, poproś osobę, która ci pomaga, o wezwanie zespołu ratownictwa medycznego (112). W przeciwnym razie zadzwoń sam.
- O ile to możliwe, pozostań z poszkodowanym, gdy wykonujesz telefon.
- Uruchom funkcję głośnomówiącą w telefonie, aby usprawnić komunikację z dyspozytorem.

6 Wyślij kogoś po AED Wyślij kogoś, aby przyniósł AED

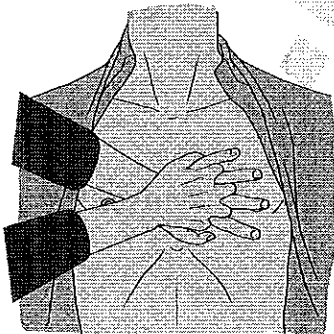


- Wyślij kogoś, aby znalazł i przyniósł AED, jeśli jest dostępne. Jeśli jesteś sam, nie pozostawiaj uszkodzonego i rozpocznij RKO.

7 Krążenie Rozpocznij uciśnięcia klatki piersiowej



- Uklęknij z boku poszkodowanego.
- Umieść nadgarstek jednej ręki na środku klatki piersiowej poszkodowanego (czyli w dolnej połowie mostka).
- Na rękę ulóż nadgarstek drugiej ręki.
- Spleć palce obu rąk i upewnij się, że nie naciskasz na żebra poszkodowanego.

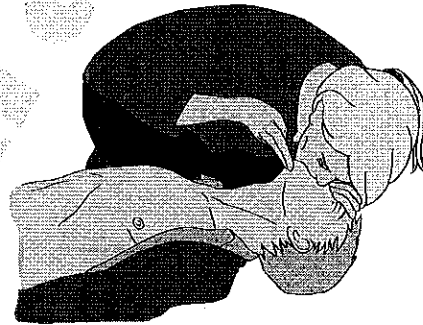


- Ramiona trzymaj wyprostowane.
- Nie naciskaj na górną część brzucha ani na dolną krawędź mostka (wyrastek mieczykowaty).
- Ramiona ulóż prostopadłe do klatki piersiowej i uciskaj mostek na głębokość około 5 cm (ale nie głębiej niż 6 cm).



- Po każdym uciśnięciu zwolnij nacisk na klatkę piersiową, nie tracąc przy tym kontaktu dłoni z mostkiem.
- Uciśnięcia powtarzaj z częstością 100–120/min.

8 Jeśli jesteś przeszkolony i potrafisz to wykonać Połącz uciśnięcia klatki piersiowej z oddechami ratowniczymi

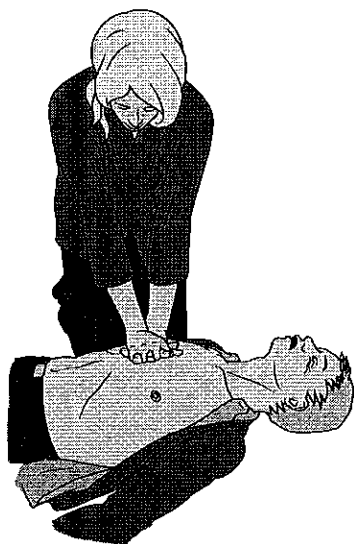


- Po 30 uciśnięciach ponownie udroźnij drogi oddechowe poszkodowanego, wykorzystując rękoczyn odgięcia głowy i uniesienia żuchwy.
- Kciukiem i palcem wskazującym ręki spoczywającej na czole zaciśnij skrzydełka nosa poszkodowanego.
- Utrzymując uniesienie żuchwy, rozchyl usta poszkodowanego.
- Weź normalny oddech i obejmij ustami usta poszkodowanego. Upewnij się, że nie ma przecieku.
- Obserwując unoszenie się klatki piersiowej, wdmuchaj powoli powietrze do ust poszkodowanego, poświęcając na wdech około 1 sekundy, jak przy normalnym oddechu; tak wykonany oddech ratunkowy jest skuteczny.
- Utrzymując odgięcie głowy i uniesienie żuchwy, odsuń usta od ust poszkodowanego i obserwuj opadanie klatki piersiowej podczas wydechu.
- Weź kolejny normalny oddech i raz jeszcze wdmuchaj powietrze do ust poszkodowanego, tak aby uzyskać dwa skuteczne oddechy ratownicze. Nie przerywaj uciśnięć klatki piersiowej na dłużej niż 10 sekund, aby wykonać dwa oddechy. Następnie bez opóźnień ponownie połóż ręce we właściwy sposób na mostku poszkodowanego i wykonaj kolejne 30 uciśnięć klatki piersiowej.
- Kontynuuj uciśnięcia klatki piersiowej wraz z oddechami ratowniczymi w stosunku 30:2.

Ryc. 2.4 (cd.)

9 Jeśli nie jesteś przeszkolony lub nie potrafisz wykonać oddechów ratowniczych

Prowadź RKO z wyłącznym uciskaniem klatki piersiowej



- Prowadź RKO z wyłącznym uciskaniem klatki piersiowej (nieprzerwane uciśnięcia z częstością co najmniej 100–120/min).

10 Gdy dociera AED Włącz AED i podłącz elektrody



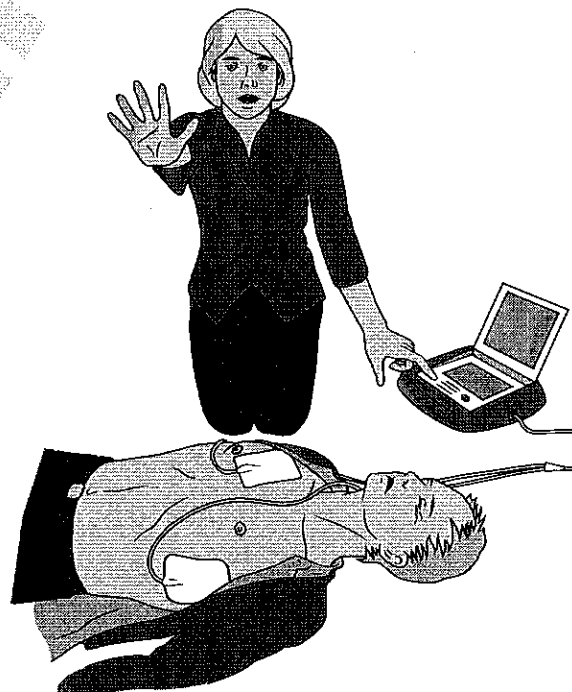
- Gdy tylko dotrze AED:
- Włącz AED i przyklej elektrody na odsłoniętą klatkę piersiową poszkodowanego.
- Jeśli na miejscu obecny jest więcej niż jeden ratownik, należy kontynuować RKO podczas przyklejania elektrod do klatki piersiowej.

Postępuj zgodnie z głosowymi / wizualnymi instrukcjami AED



- Upewnij się, że nikt nie dotyka poszkodowanego, gdy AED analizuje rytm.

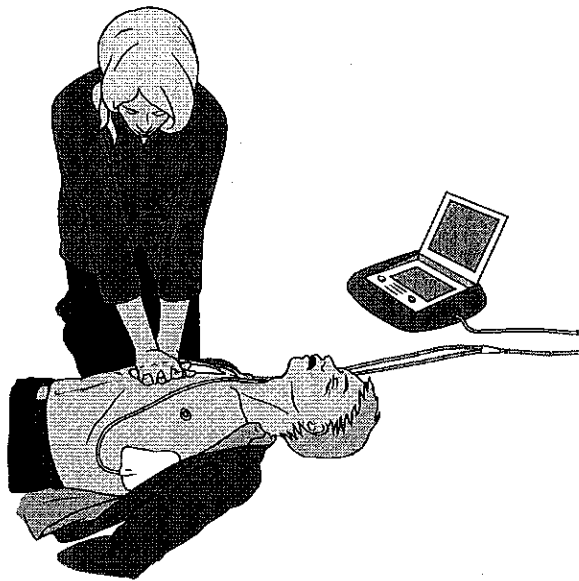
Jeśli wskazana jest defibrylacja, wykonaj wyładowanie.



- Upewnij się, że nikt nie dotyka poszkodowanego.
- Naciśnij przycisk defibrylacji (w pełni automatyczne AED dostarczą wyładowanie automatycznie).
- Natychmiast wznów RKO 30:2 i kontynuuj ją zgodnie z instrukcjami głosowymi/wizualnymi.

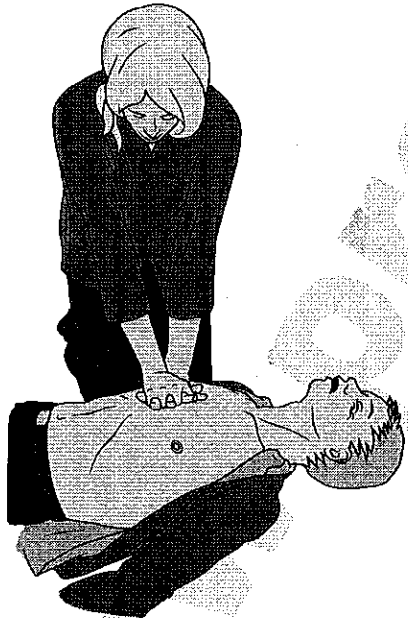
Ryc. 2.4 (cd.)

Jeśli defibrylacja nie jest wskazana, kontynuuj RKO.



- Natychmiast wznów RKO i kontynuuj ją zgodnie z instrukcjami głosowymi/wizualnymi.

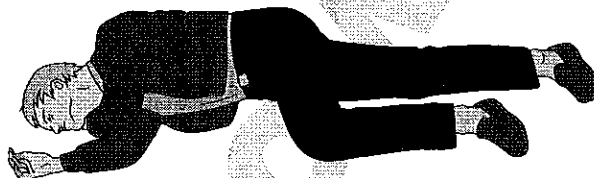
11 Jeśli AED nie jest dostępne, kontynuuj RKO



- Kontynuuj RKO.
- Nie przerywaj resuscytacji do czasu:
 - gdy przybędzie profesjonalna pomoc i powie ci, że możesz przerwać,
 - aż poszkodowany zacznie definitywnie wykazywać oznaki życia, tj. poruszać się, otwierać oczy czy prawidłowo oddychać,
 - aż ulegniesz wyczerpaniu.

12 Nie reaguje i oddycha prawidłowo

Jeśli masz pewność, że poszkodowany oddycha prawidłowo, ale nadal nie reaguje, ułóż go w pozycji bezpiecznej (patrz rozdział „Pierwsza pomoc”).



- Rzadko zdarza się, aby prowadzenie wyłącznie RKO przywróciło krążenie. Kontynuuj RKO, chyba że masz pewność, iż u poszkodowanego przywrócono krążenie.
- Objawy powrotu krążenia u poszkodowanego:
 - powrót przytomności,
 - poruszanie się,
 - otwieranie oczu,
 - prawidłowy oddech.
- Bądź przygotowany do natychmiastowego wznowienia RKO na wypadek pogorszenia stanu poszkodowanego.

Ryc. 2.4 (cd.)

Wezwanie zespołu ratownictwa medycznego

Europejskim numerem alarmowym jest 112. Działa on wszędzie w Unii Europejskiej i jest dostępny bez opłat. Dzięki temu numerowi możliwe jest połączenie zarówno z telefonów stacjonarnych, jak i komórkowych z każdą służbą ratowniczą: pogotowiem ratunkowym, strażą pożarną lub policją. Niektóre kraje europejskie mają dodatkowy, bezpośredni numer do pogotowia ratunkowego (w Polsce jest to 999 – przypis redakcji), którego użycie może skrócić czas do uzyskania połączenia. Świadkowie zdarzenia powinni postępować zgodnie z krajowymi wytycznymi co do tego, którym numerem się posługiwać w celu optymalnego działania.

Wczesny kontakt ze służbami ratunkowymi umożliwia uzyskanie wsparcia dyspozytora w zakresie rozpoznania zatrzymania krążenia, RKO z telefonicznym instruktażem, jak najszybszego zadysponowania zespołu ratownictwa medycznego/ratownika przeszkolonego w udzielaniu pierwszej pomocy, jak również w zlokalizowaniu i zadysponowaniu najbliższego AED⁷⁵⁻⁷⁸.

Jeśli to tylko możliwe, nie należy zostawiać poszkodowanego w trakcie wzywania służb ratunkowych. Jeśli telefon dysponuje trybem głośnomówiącym, może ułatwić prowadzenie rozmowy z dyspozytorem bez przerw, z uwzględnieniem, jeżeli niezbędne, uzyskiwania instrukcji w zakresie wykonywania RKO⁷⁹. Wydaje się rozsądne, by szkolenie w zakresie RKO zawierało element uruchamiania trybu głośnomówiącego w telefonie⁸⁰. Dodatkowi świadkowie zdarzenia mogą pomóc wezwać służby ratunkowe.

Rozpoczęcie uciskania klatki piersiowej

U osób dorosłych wymagających wykonania RKO zatrzymanie krążenia ma najprawdopodobniej przyczynę kardiogenną. Gdy przepływ krwi zanika w wyniku zatrzymania krążenia, krew znajdująca się w płucach, a także w tętnicach przez kilka minut nadal zawiera tlen. By podkreślić priorytetowe znaczenie uciskania klatki piersiowej, zaleca się, aby RKO rozpoczęła się od uciskania klatki piersiowej, a nie oddechów ratowniczych. Badania na manekinach pokazują, że skraca to czas do rozpoczęcia RKO⁸¹⁻⁸⁴.

Prowadząc manualne uciskanie klatki piersiowej:

1. Wykonuj uciśnięcia „na środku klatki piersiowej”.
2. Uciskaj na głębokość przynajmniej 5 cm, lecz nie głębiej niż 6 cm.
3. Uciskaj klatkę piersiową w tempie 100–120/min, minimalizując przerwy w uciśnięciach.
4. Po każdym uciśnięciu pozwól klatce piersiowej powrócić do wyjściowego kształtu. Nie opieraj się wtedy o klatkę piersiową.

Ułożenie rąk

Badania doświadczalne potwierdzają lepszą odpowiedź hemodynamiczną jeśli uciśnięcia klatki piersiowej są wykonywane w obrębie dolnej połowy mostka⁸⁵⁻⁸⁷. Zaleca się by nauczać lokalizowania tej okolicy w uproszczony sposób, „układając nadgarstek jednej ręki na środku klatki piersiowej, a nadgarstek drugiej ręki na grzbiecie ręki już położonej”. Temu instruktażowi powinien towarzyszyć pokaz umiejętności układania rąk na dolnej połowie mostka^{88,89}.

W przypadku gdy jest jeden ratownik, uciskanie klatki piersiowej najłatwiej wykonywać, kiedy kładzie on z boku poszkodowanego, ponieważ ułatwia to naprzemienne uciskanie klatki piersiowej i prowadzenie oddechów ratowniczych z minimalizacją przerw w uciskaniu. Wykonywanie RKO zza głowy poszkodowanego, gdy obecny jest jeden ratownik, lub stojąc nad poszkodowanym okraciem, gdy obecni są dwaj ratownicy, można rozważyć tylko wtedy, kiedy niemożliwe jest prowadzenie uciskania klatki piersiowej z boku poszkodowanego, na przykład gdy poszkodowany znajduje się w ograniczonej przestrzeni^{90,91}.

Głębokość uciśnięć

Strach przed wyrządzeniem krzywdy, zmęczenie czy niewystarczająca siła mięśni często powodują, że osoby wykonujące RKO uciskają klatkę piersiową płycej, niż jest to zalecane. Cztery badania obserwacyjne, opublikowane po ukazaniu się Wytycznych 2010 sugerują, że głębokość uciskania klatki piersiowej u osób dorosłych w zakresie 4,5–5,5 cm skutkuje lepszymi wynikami leczenia niż jakakolwiek inna głębokość uciskania uzyskana manualnie⁹²⁻⁹⁵. Na podstawie oceny 9136 pacjentów ustalono, że głębokość uciskania w zakresie 40–55 mm (z najkorzystniejszym wynikiem leczenia przy wartości 46 mm) skutkowałą poprawą przeżywalności⁹⁴. Dowody pochodzące z jednego badania obserwacyjnego wskazują, że głębokość uciśnięć klatki piersiowej powyżej 6 cm podczas RKO wykonywanej manualnie u osób dorosłych wiąże się ze zwiększoną ilością urazów w porównaniu z uciśnięciami w zakresie 5–6 cm⁹⁶. ERC podtrzymuje zalecenia ILCOR, mówiące, że głębokość uciśnięć klatki piersiowej powinna wynosić około 5 cm, lecz nie głębiej niż 6 cm u dorosłego o średniej budowie. Tworząc wytyczne, ERC zdaje sobie sprawę z trudności dotyczących określenia głębokości uciśnięć, a także z tego, iż zbyt płytko prowadzone uciskanie klatki piersiowej jest bardziej szkodliwe niż zbyt głębokie. Szkolenie w tym zakresie powinno być ukierunkowane na osiągnięcie właściwej głębokości uciśnięć klatki piersiowej.

Częstość uciśnięć

Częstość uciśnięć klatki piersiowej definiujemy jako aktualną częstość uciśnięć w danym momencie. Różni się ona od ilości uciśnięć w przedziale czasu, ponieważ uwzględniamy wówczas każdą przerwę w uciśnięciach.

Dwa badania analizujące 13 469 przypadków zatrzymania krążenia wykazały większą przeżywalność wśród pacjentów, u których uciskanie klatki piersiowej prowadzone było z częstością 100–120/min, w porównaniu z grupami, w których uciskano odpowiednio >140/min, 120–139/min, <80/min i 80–99/min. Bardzo duża częstość uciskania klatki piersiowej wiązała się ze spadkiem głębokości uciśnięć^{97,98}. ERC zaleca, by uciskanie klatki piersiowej było wykonywane z częstością 100–120/min.

Minimalizacja przerw w uciskaniu klatki piersiowej

Wykonywanie oddechów ratowniczych, defibrylacji czy analiza rytmu powodują przerwy w uciskaniu klatki piersiowej. Przerwy przed i po defibrylacji trwające poniżej 10 sekund i wykonywanie uciskania klatki piersiowej w odsetku

>60% całkowitego czasu trwania resuscytacji wiąże się z lepszymi wynikami leczenia⁹⁹⁻¹⁰³. Przerwy w uciskaniu klatki piersiowej powinny być minimalizowane poprzez zapewnienie odpowiedniej, efektywnej współpracy pomiędzy osobami wykonującymi RKO.

Twarde podłoże

Jeśli to tylko możliwe, RKO powinna być prowadzona na twardym podłożu. Podczas RKO materace wypełnione powietrzem powinny być rutynowo opróżniane¹⁰⁴. Dowody dotyczące zastosowania w tym celu deski pod plecami pacjentów nie są jednoznaczne¹⁰⁵⁻¹⁰⁹. Jeśli podjęto decyzję o użyciu deski, należy zwrócić szczególną uwagę podczas umieszczania jej pod plecami pacjenta, aby nie przerywać RKO, jak również nie usunąć przypadkowo dostępów donaczyniowych czy innych przyrządów używanych w terapii.

Właściwe odkształcenie się ściany klatki piersiowej

Często w trakcie RKO stwierdza się opieranie rąk ratownika o klatkę piersiową, przez co powrót do wyjściowego jej kształtu jest niepełny^{110,111}. Pełne odkształcenie się klatki piersiowej po każdym uciśnięciu skutkuje lepszym powrotem krwi żyłnej do klatki piersiowej, co może poprawić skuteczność RKO^{110,112-114}. Osoby wykonujące RKO powinny unikać opierania się o klatkę piersiową po każdym z uciśnień.

Cykl pracy

Optymalny cykl pracy (stosunek czasu, w którym klatka piersiowa jest uciskana, do całkowitego czasu trwania jednego uciśnięcia) analizowany przy zastosowaniu modeli zwierzęcych i w warunkach symulowanych nie został jednoznacznie określony¹¹⁵⁻¹²³. Ostatnio opublikowane badanie obserwacyjne, analizujące zagadnienie poprzednio zalecanego cyklu pracy 50:50 wykazało, że faza generowania uciśnięcia >40% może być niemożliwa do osiągnięcia ze względu na potencjalne ryzyko zmniejszenia głębokości uciśnięć klatki piersiowej¹²⁴. Osoby wykonujące RKO mogą mieć trudności z właściwym dostosowaniem cyklu pracy, gdyż w znacznym stopniu wpływają na niego inne parametry dotyczące uciskania klatki piersiowej^{119,124}. Uwzględniając aktualnie dostępne dane, ERC stwierdza, że jest bardzo mało wiarygodnych dowodów, aby można było generować zalecenia dotyczące konkretnego cyklu pracy, jak również brak jest wystarczających nowych dowodów, by zmieniać obecnie zalecany stosunek czasu poświęconego na ucisk klatki piersiowej do czasu na relaksację 50:50.

Informacja zwrotna dotycząca techniki uciskania klatki piersiowej

Zastosowanie urządzeń generujących informację zwrotną (*feedback devices*) i wydających instrukcje dotyczące RKO (*prompt devices*) ma na celu poprawę jakości RKO, a tym samym zwiększenie szans na powrót spontanicznego krążenia i poprawę przeżywalności^{125,126}. Informacja zwrotna może mieć formę wskazówek dźwiękowych, metronomu, wskaźników tarczowych, wyświetlaczy numerycznych, wykresów, informacji słownej lub alarmów świetlnych.

Skuteczność urządzeń generujących informację zwrotną w zakresie RKO lub wydających instrukcje dotyczące RKO

była oceniana w dwóch badaniach randomizowanych^{92,127} oraz 11 pracach obserwacyjnych¹²⁸⁻¹³⁸. Żadne z tych badań nie potwierdziło poprawy przeżywalności do wypisu ze szpitala, a jedno wykazało znamiennej statystycznie wzrost ROSC u pacjentów, u których używane były urządzenia generujące informację zwrotną. Jednakże zastosowanie urządzeń w tym badaniu było zależne od decyzji lekarza prowadzącego resuscytację; brak w badaniu opisu jakichkolwiek danych dotyczących procesu podejmowania tej decyzji¹³⁶. Zastosowanie urządzeń generujących informację zwrotną lub wydających instrukcje dotyczące RKO należy rozważyć jako element strategii opieki ukierunkowanej na szeroko rozumianą poprawę jakości prowadzonej RKO^{138,139}, a nie tylko pojedynczej interwencji.

Oddechy ratownicze

W badaniu z udziałem świń z obecnymi pojedynczymi oddechami typu *gasping*, przy drożnych, niezabezpieczonych drogach oddechowych, bez użycia środków zwiotczających, RKO oparta na ciągłym uciskaniu klatki piersiowej bez zastępczej wentylacji skutkowała poprawą przeżywalności¹⁴⁰. *Gasping* może być początkowo obecny po wystąpieniu zatrzymania krążenia nawet u 1/3 osób, ułatwiając wymianę gazową⁴⁸. Podczas RKO wykonywanej u zaintubowanych pacjentów średnia objętość oddechu generowana przez jedno uciśnięcie klatki piersiowej wynosiła ok. 40 ml, co jest niewystarczające dla prawidłowej wentylacji¹⁴¹. W przypadku zauważonego zatrzymania krążenia, do którego doszło w mechanizmie migotania komór, natychmiastowe rozpoczęcie ciągłego uciskania klatki piersiowej trzykrotnie zwiększyło przeżywalność¹⁴². Podsumowując, ciągłe uciskanie klatki piersiowej ma największe znaczenie we wczesnej, „elektrycznej” i „krążeniowej” fazie RKO, podczas gdy dodatkowa wentylacja staje się ważniejsza później, w fazie „metabolicznej”³⁹.

Podczas RKO systemowy przepływ krwi, a tym samym przepływ krwi przez płuca jest znacząco zmniejszony, dlatego mniejsza objętość oddechowa oraz mniejsza częstość oddechów mogą zapewnić efektywną oksygenację i wentylację¹⁴³⁻¹⁴⁶. Przy niezabezpieczonych drogach oddechowych objętość oddechowa 1 litra powoduje znacznie większe rozciągnięcie żołądka niż objętość 500 ml¹⁴⁷. Wykonywanie wdechu przez 1 sekundę jest możliwe i nie powoduje nadmiernego rozciągnięcia żołądka¹⁴⁸. Podczas RKO często dochodzi do niezamierzonej hiperwentylacji, szczególnie w przypadku wentylacji workiem samorozprężalnym przy zabezpieczonych drogach oddechowych. Mimo że powodowało to zwiększenie ciśnienia w obrębie klatki piersiowej¹⁴⁹, jak również wzrost ciśnienia szczytowego w drogach oddechowych¹⁵⁰, dobrze zaplanowane badanie na modelach zwierzęcych nie wykazało skutków ubocznych takiego postępowania¹⁵¹.

Na podstawie dostępnych dowodów sugerujemy, by podczas RKO osoby dorosłej objętość oddechowa wynosiła 500–600 ml (6–7 ml/kg). W praktyce jest to objętość potrzebna do uzyskania widocznego uniesienia się klatki piersiowej¹⁵². Osoby wykonujące RKO powinny dążyć do wykonywania wdechu przez 1 sekundę objętością wystarczającą do uzyskania uniesienia się klatki piersiowej poszkodowanego, lecz unikać nadmiernie szybkich lub forsownych od-

dechów. Maksymalna przerwa w uciskaniu klatki piersiowej celem wykonania dwóch oddechów ratowniczych nie powinna przekraczać 10 sekund¹⁵³. Zalecenia te mają zastosowanie do każdego rodzaju wentylacji podczas RKO, gdy drogi oddechowe pozostają niezabezpieczone, włączając wentylację usta-usta i wentylację workiem samorozprężalnym, niezależnie od suplementacji tlenu.

Wentylacja usta-nos

Wentylacja usta-nos jest akceptowalną alternatywą dla wentylacji usta-usta¹⁵⁴. Można ją rozważyć, jeśli usta poszkodowanego są poważnie zranione lub nie można ich otworzyć albo osoba wykonująca RKO udziela pomocy poszkodowanemu w wodzie, bądź trudno jest uzyskać szczelność przy wentylacji usta-usta.

Wentylacja usta-tracheostomia

Wentylacja usta-tracheostomia może być wykonywana u poszkodowanych z założoną rurką tracheostomią bądź tracheostomią, którzy wymagają oddechów ratowniczych¹⁵⁵.

Stosunek uciśnień do wentylacji

Dane pochodzące z badań na modelach zwierzęcych wskazują korzyści z zastosowania sekwencji uciśnień do wentylacji wyższej niż 15:2¹⁵⁶⁻¹⁵⁸. Model matematyczny sugeruje, że stosunek 30:2 jest najlepszym kompromisem pomiędzy przepływem krwi a dostarczaniem tlenu^{159,160}. Stosunek 30:2 był zalecany w Wytycznych 2005, jak również w Wytycznych 2010 dla pojedynczego ratownika prowadzącego RKO u osoby dorosłej. Zmniejszyło to ilość przerw w uciskaniu klatki piersiowej, a w efekcie skróciło czas bez przepływu krwi^{161,162}, jak również zredukowało prawdopodobieństwo hiperwentylacji^{149,163}. Kilka badań obserwacyjnych dokumentuje nieznaną poprawę wyników leczenia po wprowadzeniu zmian w wytycznych, obejmujących zmianę stosunku uciśnień do wentylacji z 15:2 na 30:2^{161,162,164,165}. W związku z tym ERC zaleca utrzymanie stosunku uciśnień do wentylacji 30:2.

RKO z wyłącznym uciskaniem klatki piersiowej

Doświadczenia na modelach zwierzęcych pokazały, że w pierwszych minutach zatrzymania krążenia, którego przyczyną nie była asfiksja, RKO z wyłącznym uciskaniem klatki piersiowej może być tak samo efektywne jak połączenie uciśnień z wentylacją^{140,166}. Badania na modelach zwierzęcych i modele matematyczne dotyczące RKO z wyłącznym uciskaniem klatki piersiowej pokazują również, iż zapasy tlenu w krwi tętniczej wyczerpują się w ciągu 2–4 minut^{158,167}. Jeśli drogi oddechowe są drożne, to pojedyncze westchnięcia (*gaspings*) oraz bierne odkształcanie się klatki piersiowej podczas jej uciskania mogą powodować niewielką wymianę gazową^{48,141,168-170}.

Badania obserwacyjne, klasyfikowane często jako badania o bardzo małej wiarygodności, dotyczące zatrzymania krążenia o podejrzanym etiologii kardiologicznej u osób dorosłych sugerują równorzędność RKO z wyłącznym uciskaniem klatki piersiowej i RKO łączącej wykonywanie uciśnień klatki piersiowej i oddechów ratowniczych^{26,171-182}.

ERC skrupulatnie przeanalizowała potencjalne korzyści i zagrożenia związane z wykonywaniem RKO polegają-

cej na wyłącznym uciskaniu klatki piersiowej w porównaniu do standardowej RKO obejmującej również wentylację. Nie mamy wystarczającej pewności, że RKO z wyłącznym uciskaniem klatki piersiowej i standardowa RKO są równorzędne, by zmieniać obecną praktykę. Dlatego też ERC popiera rekomendacje ILCOR, że wszystkie osoby wykonujące RKO powinny stosować uciskanie klatki piersiowej u każdego pacjenta z zatrzymaniem krążenia. Osoby przeszkolone, które są w stanie wykonać oddechy ratownicze, powinny prowadzić naprzemienne uciśnięcia klatki piersiowej i oddechy ratownicze, co może być dodatkowo korzystne, u dzieci, oraz poszkodowanych, u których doszło do zatrzymania krążenia w wyniku asfiksji^{175,183,184}, a także wówczas, gdy przyjazd zespołu ratownictwa medycznego (ZRM) się opóźnia¹⁷⁹.

Użycie automatycznych defibrylatorów zewnętrznych

Osoby po krótkim szkoleniu, a nawet bez niego mogą bezpiecznie i skutecznie używać AED¹⁸⁵. AED umożliwia wykonanie defibrylacji wiele minut przed przybyciem profesjonalnej pomocy. Podczas podłączania i używania AED należy kontynuować RKO, minimalizując przerwy w uciśnięciach klatki piersiowej. Ratownicy powinni się koncentrować na stosowaniu się do poleceń głosowych AED bez opóźnień. Dotyczy to szczególnie natychmiastowego wznowienia RKO, gdy tylko AED to zaleci, oraz minimalizowania przerw w uciskaniu klatki piersiowej. Jest szczególnie ważne, by przerwy zarówno przed jak i po defibrylacji były jak najkrótsze^{99,100,103,186}. Standardowe AED mogą być stosowane u dzieci powyżej 8. roku życia¹⁸⁷⁻¹⁸⁹.

U dzieci pomiędzy 1. a 8. rokiem życia, jeśli to możliwe, należy używać elektrod pediatrycznych i przystawki zmniejszającej energię defibrylacji lub trybu pediatrycznego. Jeżeli takie urządzenie nie jest dostępne, należy zastosować standardowe AED. Nie zaleca się stosowania AED u dzieci poniżej 1. roku życia. Istnieją jednak opisy kilku przypadków, w których użyto AED u dzieci poniżej 1. roku życia^{190,191}. Częstość występowania rytmów do defibrylacji u niemowląt jest bardzo niska, za wyjątkiem sytuacji, w której przyczyną zatrzymania krążenia jest choroba serca^{187-189,192-195}. W tych rzadkich przypadkach, jeżeli AED jest jedynym dostępnym defibrylatorem, należy rozważyć jego użycie (najlepiej z przystawką zmniejszającą dawkę energii).

RKO przed defibrylacją

Znaczenie natychmiastowej defibrylacji, najszybciej jak tylko możliwe, zawsze podkreślano w wytycznych i podczas nauczania. Przypisuje się jej największy wpływ na przeżycie w migotaniu komór. To założenie zostało zakwestionowane w 2005 roku, ponieważ pojawiły się dowody sugerujące, że prowadzenie przez okres do 180 sekund uciśnień klatki piersiowej przed defibrylacją może poprawić przeżywalność, o ile dotarcie ZRM przedłuża się powyżej 4–5 min^{196,197}. Ostatnio przeprowadzone trzy badania nie potwierdziły tego pozytywnego wpływu na przeżywalność¹⁹⁸⁻²⁰⁰. Analiza jednego badania randomizowanego sugeruje spadek przeżywalności do wypisu ze szpitala u pacjentów z defibrylacyjnym rytmem wyjściowym, u których doszło do odroczenia

dostarczania defibrylacji (180 sekund) i w efekcie do opóźnienia defibrylacji²⁰⁰. Jednak w przypadku stacji pogotowia ratunkowego, które posiadają wyższy wskaźnik przeżywalności do wypisu ze szpitala (definiowany jako >20% dla wyjściowego rytmu do defibrylacji), 180 sekund RKO przed defibrylacją dawało lepsze efekty niż krótszy czas RKO (30–60 sekund)²⁰¹. ERC zaleca, by kontynuować RKO podczas dostarczania defibrylatora manualnego czy AED na miejsce zdarzenia oraz podpinania do poszkodowanego, lecz nie opóźniać defibrylacji dłużej niż to konieczne.

Odstęp czasowy do ponownej oceny rytmu

Konsensus naukowy ILCOR 2015 stwierdza, że nie ma badań bezpośrednio oceniających optymalny odstęp czasowy do ponownej oceny rytmu i jego wpływ na przeżywalność, ROSC, przeżywalność z dobrym efektem neurologicznym bądź funkcjonalnym, przeżywalność do wypisu ze szpitala, przepływ wieńcowy czy rzut serca.

Zgodnie z zaleceniami ILCOR oraz poprzednimi wytycznymi, ERC zaleca, by przerywać uciśnięcia klatki piersiowej, celem oceny rytmu co 2 minuty.

Instrukcje głosowe

Jest szczególnie ważne, aby osoby wykonujące RKO zwracały uwagę na instrukcje głosowe podawane przez AED i wykonywały je bezzwłocznie. Z reguły instrukcje głosowe można zaprogramować i zaleca się, by były one zgodne z sekwencją wyładowań i przedziałami czasu RKO podanymi powyżej. Sekwencja ta powinna zawierać co najmniej:

1. minimalizowanie przerw w uciśnięciach klatki piersiowej niezbędnych do analizy rytmu i ładowania;
2. pojedyncze wyładowanie, jeśli rozpoznano rytm defibrylacyjny;
3. instrukcje głosowe mające na celu jak najszybsze wznowienie uciśnięć klatki piersiowej po wyładowaniu;
4. okres 2 min RKO przed informacją o ponownej analizie rytmu.

Urządzenia mierzące jakość RKO mogą dodatkowo zapewniać podawaną w czasie rzeczywistym informację zwrotną o jakości działania za pomocą instrukcji głosowych bądź wizualnych.

Czas trwania RKO pomiędzy wyładowaniami, jak również sekwencja i energie wyładowań są omawiane w rozdziale 3 „Zaawansowane zabiegi resuscytacyjne u osób dorosłych”²¹.

W praktyce, gdy AED z reguły używają przeszkoleni świadkowie zdarzenia, ustawienia standardowe AED powinny być zgodne ze stosunkiem uciśnięć do wentylacji 30:2.

Jeśli takie urządzenie będzie umieszczone w miejscu, w którym sporadycznie znajdują się osoby przeszkolone, właściciel bądź dystrybutor może zmienić ustawienia na odpowiednie dla RKO z wyłącznym uciskaniem klatki piersiowej.

W pełni zautomatyzowane AED

W pełni zautomatyzowane AED dostarczają wyładowanie bez pomocy ratownika, gdy tylko wykryją rytm do defibrylacji. Pojedyncze badanie z użyciem manekinów pokazało, że nieprzeszkoleni studenci pielęgniarstwa rzadziej popełniali błędy dotyczące bezpieczeństwa, kiedy używali

w pełni zautomatyzowanych AED, w porównaniu z AED półautomatycznymi²⁰². Scenariusze dotyczące symulowanego zatrzymania krążenia prowadzone na manekinach pokazały, że bezpieczeństwo nie było zagrożone, jeśli nieprzeszkolone osoby wykonywały RKO z użyciem automatycznych AED, a nie półautomatycznych AED²⁰³. Nie ma badań z udziałem ludzi, które określałyby, czy te wyniki można zastosować w praktyce klinicznej.

Programy powszechnego dostępu do defibrylacji (Public Access Defibrillation – PAD)

Prawdopodobieństwo skutecznej resuscytacji, jeżeli prowadzona jest na terenie osiedli mieszkaniowych, jest mniejsze niż w miejscach publicznych. Wynika to z mniejszej liczby zauważanych zatrzymań krążenia, niższej częstości podejmowania RKO przez świadków zdarzenia i w konsekwencji mniejszej niż w miejscach publicznych ilości rytmów do defibrylacji. Zmniejsza to efektywność użycia AED wśród poszkodowanych w domach²⁰⁴. Większość badań pokazujących poprawę przeżywalności, gdy podczas resuscytacji używano AED, przeprowadzono w miejscach publicznych^{12,205–208}. Ostatnio przeprowadzone na terenie całej Japonii i Stanów Zjednoczonych badania potwierdziły, że dostępność AED powodowała, iż poszkodowani byli szybciej defibrylowani i w efekcie wzrastała szansa na przeżycie^{16,209}. Jednak AED dostarczało wyładowanie tylko w 3,7%²⁰⁹ lub 1,2%¹⁶ wszystkich zatrzymań krążenia. W badaniu prowadzonym w Japonii wyraźnie widoczna była odwrotnie proporcjonalna zależność pomiędzy ilością dostępnych AED na km² a czasem od utraty przytomności do pierwszego wyładowania i w efekcie wpływem na przeżywalność.

Programy powszechnego dostępu do defibrylacji powinny być aktywnie wprowadzane w miejscach publicznych z dużym natężeniem ruchu ludności, jak lotniska, dworce kolejowe, dworce autobusowe, centra sportowe, centra handlowe, biura i kasyna – wszędzie tam, gdzie zatrzymanie krążenia może być szybko zauważone a osoby przeszkolone w RKO mogą szybko znaleźć się na miejscu zdarzenia. Zagęszczenie i zalecana lokalizacja AED zapewniające skuteczne i szybkie działanie programu powszechnego dostępu do defibrylacji nie są wystarczająco jasne, zwłaszcza jeżeli ma się na względzie opłacalność finansową takiego programu. Na taką decyzję mogą wpływać inne czynniki, jak: spodziewane przypadki zatrzymania krążenia, oczekiwana ilość lat zyskanych i skrócenie czasu reakcji przeszkolonych zespołów wyposażonych w AED w stosunku do tradycyjnego systemu ratownictwa medycznego. Umieszczanie AED w okolicy miejsc, gdzie zatrzymanie krążenia może wystąpić raz na 5 lat, wydaje się opłacalne i porównywalne do innych procedur medycznych^{210–212}. Dla osiedli mieszkaniowych pomocne w rozmieszczeniu AED mogą być zdobyte wcześniej doświadczenia, jak również charakterystyka sąsiedztwa^{213,214}. Przyspieszyć reakcję na zatrzymanie krążenia może również rejestrowanie AED w programach powszechnego dostępu do defibrylacji, dzięki czemu dyspozytor będzie mógł skierować osobę dzwoniącą do najbliższego AED²¹⁵. Obniżenie kosztów jest również możliwe dzięki szybkiej defibrylacji przy użyciu AED w miejscu zdarzenia, a tym samym zmniejszeniu kosztów hospitalizacji^{216,217}.

Nie osiągnięto jeszcze pełnego potencjału AED, ponieważ głównie znajdują się one w miejscach publicznych, podczas gdy 60–80% zatrzymań krążenia ma miejsce w domach. Pacjenci z VF resuscytowani w domach stanowią mniejszy odsetek niż pacjenci z VF resuscytowani w miejscach publicznych, chociaż całkowita liczba pacjentów resuscytowanych w domach jest wyższa²⁰⁴. Programy powszechnego dostępu do defibrylacji rzadko są dostępne w zespołach mieszkaniowych. Dlatego też konieczne jest wypracowanie innych strategii celem uzyskania wczesnej defibrylacji w takich miejscach. Wykorzystanie ratowników przeszkolonych w zakresie kwalifikowanej pierwszej pomocy, takich jak policjanci czy strażacy, będzie skutkowało wydłużeniem czasu reakcji, lecz mają oni możliwość dotarcia do całej populacji^{17,36}. Problemem logistycznym w programach kwalifikowanej pierwszej pomocy jest fakt, że ratownicy ci muszą dotrzeć na miejsce zdarzenia nie tylko przed tradycyjnym zespołem ratownictwa medycznego, lecz również w ciągu 5–6 min od wezwania, by wykonać defibrylację w elektrycznej lub krążeniowej fazie zatrzymania krążenia³⁹. Przy wydłużeniu tego czasu pozytywny wpływ na przeżywalność zmniejsza się: jeśli ratownik dociera na miejsce w czasie dłuższym niż 10 min od wezwania, zyskanie kilku minut ma mniejsze znaczenie^{34,218}.

Wykorzystanie znajdujących się w okolicy miejsca zdarzenia przeszkolonych ochotników, i pokierowanie ich do najbliższego AED może poprawić częstość RKO wykonywanej przez świadków zdarzenia i skrócić czas do defibrylacji⁴⁰.

Wprowadzając programy AED, społeczeństwo oraz zarządzający programem powinni rozważyć czynniki takie jak: stworzenie zespołu odpowiedzialnego za monitorowanie i utrzymanie urządzeń, szkolenia i szkolenia przypominające dla osób, które będą prawdopodobnie używały AED, a także powołanie grupy wolontariuszy, którzy chcieliby używać AED celem ratowania poszkodowanych w nagłym zatrzymaniu krążenia²¹⁹. Na realizację takiego programu muszą być zabezpieczone stałe środki finansowe.

Programy udostępniające AED w dzielnicach mieszkalnych były oceniane tylko pod kątem czasu reakcji, a nie wpływu na przeżywalność⁴⁰. Nabycie AED na potrzeby prywatne w domach nie jest skuteczne, nawet dla osób z grupy wysokiego ryzyka zatrzymania krążenia²²⁰.

Rozdział 4 „Zatrzymanie krążenia – postępowanie w sytuacjach szczególnych” dostarcza informacji stanowiących podstawę zaleceń ERC w sprawie obowiązkowego umieszczenia AED na pokładach samolotów pasażerskich w Europie, włączając przewozy regionalne i tanie linie lotnicze²²¹.

Uniwersalne oznaczenie AED

AED musi być dostępne jak najszybciej w sytuacji, gdy poszkodowany traci przytomność. Istotne jest proste i przejrzyste oznaczenie AED wskazujące na jego lokalizację i najkrótszą drogę do niego. ILCOR zaprojektowało i zaleca takie oznaczenie AED, rozpoznawalne na całym świecie²²².

Wewnątrzszpitalne użycie AED

Nie ma żadnego opublikowanego, randomizowanego badania porównującego wewnątrzszpitalne użycie AED i defibrylatorów manualnych. Dwa starsze badania obser-

wacyjne dotyczące osób dorosłych, które doznały wewnątrzszpitalnego zatrzymania krążenia w rytmie defibrylacyjnym, wykazały większą przeżywalność do wypisu ze szpitala w przypadku defibrylacji wykonanej w ramach programu AED niż w przypadku defibrylacji manualnej^{223,224}. Nowsze badania obserwacyjne wykazały, że AED może być użyte z powodzeniem przed przybyciem zespołu resuscytacyjnego²²⁵. Trzy badania obserwacyjne wykazały brak wzrostu przeżywalności do wypisu ze szpitala u pacjentów z wewnątrzszpitalnym zatrzymaniem krążenia, u których używano AED, w stosunku do pacjentów, u których użyto defibrylacji manualnej^{226–228}. W jednym z tych badań²²⁶ pacjenci z zatrzymaniem krążenia w rytmach niedefibrylacyjnych mieli niższą przeżywalność do wypisu ze szpitala, jeśli użyto AED, w porównaniu do grupy pacjentów, w której wykorzystywano defibrylatory manualne (15% vs 23%; $P = 0,04$). Inne duże badanie obserwacyjne 11 695 pacjentów z 204 szpitali wykazało również, że użycie AED w wewnątrzszpitalnym zatrzymaniu krążenia wiązało się ze zmniejszoną przeżywalnością do wypisu ze szpitala w stosunku do sytuacji, w których AED nie było używane (16,3% vs 19,3%; RR 0,85; 95% [CI] 0,78–0,92; $P < 0,001$)²²⁹. Dla rytmów niedefibrylacyjnych użycie AED wiązało się z niższą przeżywalnością (10,4% vs 15,4%; RR = 0,74; 95% CI; 0,65–0,83; $P < 0,001$), dla rytmów defibrylacyjnych przeżywalność ta była porównywalna (38,4% vs 39,8%; RR 1,0; 95% CI; 0,88–1,13; $P = 0,99$). Dane te sugerują, że użycie AED mogło spowodować u pacjentów z zatrzymaniem krążenia w rytmach niedefibrylacyjnych szkodliwe opóźnienie w rozpoczęciu RKO i wydłużanie przerw w uciskaniu klatki piersiowej²³⁰. Rytmu do defibrylacji w wewnątrzszpitalnych zatrzymaniach krążenia występują w bardzo małym odsetku (mniej niż 20%)^{229,231,232}. Zalecamy stosowanie AED w tych oddziałach szpitalnych, gdzie istnieje ryzyko opóźnienia defibrylacji²³³ w związku z długim czasem dotarcia zespołu resuscytacyjnego, a osoby wykonujące RKO nie są przeszkolone w defibrylacji manualnej. Celem powinno być wykonanie defibrylacji w ciągu 3 minut od utraty przytomności. W oddziałach, gdzie możliwe jest szybkie wykonanie defibrylacji bądź to przez wyszkolony personel, bądź to przez zespół resuscytacyjny, należy wykonać defibrylację manualną i jest to w takiej sytuacji metoda preferowana w stosunku do AED. Bez względu na to, która metoda defibrylacji zostanie wybrana (niektóre szpitale będą posiadać tylko defibrylatory manualne, inne zarówno AED jak i manualne), istotne jest wprowadzenie efektywnego systemu szkoleń i szkoleń przypominających^{232,234}. Właściwie przeszkolony personel powinien być w stanie wykonać defibrylację w każdej części szpitala w ciągu 3 minut od utraty przytomności. Szpitale powinny monitorować czasy od utraty przytomności do pierwszej defibrylacji, jak również prowadzić audyt wyników resuscytacji.

Zagrożenia dla ratownika i ratowanego

Zagrożenia dla poszkodowanego poddanego RKO, u którego nie doszło do zatrzymania krążenia

Wiele osób nie podejmuje RKO ze względu na obawę wyrządzenia krzywdy w związku z rozpoczęciem uciskania klatki piersiowej u osoby, która może nie mieć zatrzymania

krążenia. Trzy badania oceniły ryzyko wykonywania RKO u osoby bez zatrzymania krążenia²³⁵⁻²³⁷. Sumaryczne wyniki tych trzech badań, które objęły 345 pacjentów, wykazały złamanie kości (żebra i mostek) w 1,7% przypadków (95% CI 0,4%–3,1%), ból w miejscu uciskania 8,7% przypadków (95% CI 5,7%–11,7%). Nie wykazano żadnych klinicznie istotnych uszkodzeń narządów wewnętrznych. Wykonywanie RKO przez świadków zdarzenia u osób bez zatrzymania krążenia niezmiernie rzadko powoduje poważne obrażenia. Obawa wyrządzenia krzywdy nie powinna powstrzymywać świadków zdarzenia przed rozpoczęciem RKO.

Zagrożenia dla poszkodowanego poddanego RKO, u którego doszło do zatrzymania krążenia

Systematyczny przegląd urazów kostnych po uciskaniu klatki piersiowej wskazuje na występowanie następujących powikłań: złamania żeber 13–97% przypadków i złamania mostka 1–43% przypadków²³⁸. Uszkodzenia narządów wewnętrznych (płuca, serce, narządy jamy brzusznej) zdarzają się dużo rzadziej i mogą współwystępować bądź nie z uszkodzeniami kostnymi²³⁹. Uszkodzenia są częstsze, jeśli głębokość uciskania klatki piersiowej jest większa niż 6 cm u przeciętnego dorosłego⁹⁶.

Zagrożenia dla osoby wykonującej RKO podczas szkolenia i rzeczywistej resuscytacji

Badania obserwacyjne dotyczące szkoleń i rzeczywistych RKO oraz opisy przypadków wskazują na rzadkie występowanie: bólów mięśniowych, bólów pleców, duszności, hiperwentylacji, odmy przężnej, bólu w klatce piersiowej, zawału mięśnia sercowego czy uszkodzenia nerwów^{240,241}. Zdarzenia takie są bardzo rzadkie i zarówno szkolnic, jak i rzeczywista RKO są w większości przypadków bezpieczne²⁴². Osoby biorące udział w szkoleniu powinny być poinformowane o zwiększonej aktywności fizycznej podczas szkolenia. Jeśli u osoby szkolącej się w zakresie RKO wystąpią niepokojące objawy (ból w klatce piersiowej czy nasilona duszność), należy zalecić jej przerwanie działań.

Wyczerpanie osoby wykonującej RKO

Kilka badań na manekinach wykazało, że głębokość uciśnięć klatki piersiowej zmniejsza się już po 2 minutach po rozpoczęciu procedury²⁴³. Badania z udziałem pacjentów szpitalnych wykazały, iż mimo używania urządzeń monitorujących jakość resuscytacji i dających informację zwrotną, średnia głębokość uciśnięć klatki piersiowej zmniejsza się w 1,5 do 3 minut od rozpoczęcia RKO²⁴⁴. W związku z powyższym zaleca się, by osoby uciskające klatkę piersiową zmieniały się co 2 minuty, zapobiegając spadkowi jakości uciśnięć w wyniku wyczerpania ratownika. Zmiana ratowników nie powinna powodować przerw w uciśnięciach klatki piersiowej.

Ryzyko podczas wykonywania defibrylacji

Wiele badań dotyczących programów powszechnego dostępu do defibrylacji wykazało, że AED mogą być bezpiecznie używane zarówno przez laików, jak i ratowników przeszkolonych w zakresie udzielania pierwszej pomocy¹⁸⁵. Systematyczny przegląd piśmiennictwa zidentyfikował

8 prac zawierających w sumie opisy 29 zdarzeń niepożądanych, związanych z defibrylacją²⁴⁵. Przyczyną takich zdarzeń było przypadkowe lub zamierzone nieprawidłowe użycie defibrylatora, niesprawny defibrylator, przypadkowe wyladowanie podczas szkolenia lub przeglądu technicznego urządzenia. Znalaziono opisy czterech przypadków porażenia osoby wykonującej RKO przez wyladowanie z implantowanego kardiowertera defibrylatora (ICD), w jednym przypadku powodujące uszkodzenie nerwu obwodowego. Nie znaleziono żadnego badania opisującego porażenie osoby wykonującej RKO w trakcie próby defibrylacji w wilgotnym otoczeniu.

Wykazano, że standardowe rękawiczki chirurgiczne nie zapewniają wystarczającej ochrony, chociaż obrażenia związane z defibrylacją u osoby wykonującej RKO, są bardzo rzadkie²⁴⁶⁻²⁴⁹. Osoby wykonujące RKO nie powinny kontynuować uciśnięć klatki piersiowej podczas wyladowania, a poszkodowanych z ICD nie należy dotykać podczas wyladowania ICD. Należy unikać bezpośredniego kontaktu pomiędzy osobą wykonującą RKO a poszkodowanym w trakcie defibrylacji.

Wpływ psychologiczny

Jedno duże, prospektywne badanie programu powszechnego dostępu do defibrylacji wykazało kilka niekorzystnych zjawisk psychologicznych związanych z prowadzeniem RKO lub użyciem AED, które wymagały interwencji specjalisty²⁴². Dwa duże retrospektywne badania ankietowe wykazały, że świadkowie, którzy wykonywali RKO, odebrali swoje interwencje jako pozytywne doświadczenie^{250,251}. Członkowie rodziny, którzy byli świadkami resuscytacji, mogą również odnieść korzyść psychologiczną²⁵²⁻²⁵⁴. Rzadkie przypadki niekorzystnych zjawisk psychologicznych, występujące u osób prowadzących RKO, powinny być rozpoznane i właściwie leczone.

Ryzyko zakażenia

Ryzyko zakażenia podczas szkolenia i rzeczywistej resuscytacji jest niezmiernie rzadkie²⁵⁵⁻²⁵⁷. Uzasadnionym zabezpieczeniem podczas resuscytacji są jednorazowe rękawiczki, nie należy jednak powstrzymywać się bądź opóźniać rozpoczęcia RKO w przypadku braku rękawiczek.

Środki ochrony własnej podczas wykonywania oddechów ratowniczych

Trzy badania przeprowadzone w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych wykazały, że środki ochrony własnej zmniejszają możliwość zakażenia bakteryjnego podczas wykonywania oddechów ratowniczych^{258,259}. Nie znaleziono badań, które określałyby bezpieczeństwo, efektywność czy zasadność używania środków ochrony własnej (takich jak folie twarzowe czy maski twarzowe), które zabezpieczałyby przed kontaktem z poszkodowanym podczas prowadzenia RKO. Jednak jeśli wiadomo, że poszkodowany ma poważną infekcję (HIV, gruźlica, WZWB czy SARS), zaleca się stosowanie środków ochrony własnej.

Jeśli używa się środków ochrony własnej, należy zwracać uwagę, by nie powodowało to niepotrzebnych przerw w RKO. Badania na manekinach wykazały wyższą jakość

RKO prowadzonej z użyciem maski kieszonkowej w porównaniu z RKO z użyciem worka samorozprężalnego czy prostej folii twarzowej²⁶⁰⁻²⁶².

Ciało obce w drogach oddechowych (zadławienie)

Niedrożność dróg oddechowych spowodowana ciałem obcym (*Foreign-Body Airway Obstruction – FBAO*) jest rzadką, potencjalnie uleczalną przyczyną przypadkowej śmierci²⁶³. Większość epizodów zadławienia związana jest z jedzeniem i obecnością świadków, co daje możliwość podjęcia szybkiej interwencji, kiedy poszkodowany jest jeszcze w kontakcie, dlatego można często wcześniej wdrożyć interwencje ratujące życie.

Rozpoznanie

Ponieważ rozpoznanie niedrożności dróg oddechowych jest kluczem do uzyskania zadowalających wyników końcowych, bardzo ważne jest, aby nie pomylić tej nagłej sytuacji z omdleniem, zawałem serca, drgawkami lub innymi stanami, które mogą powodować nagłe zaburzenia oddechowe, sinicę lub utratę świadomości. FBAO najczęściej występuje podczas jedzenia lub picia. FBAO najbardziej zagraża osobom z zaburzeniami świadomości, zatrutym lekami bądź alkoholem, ze schorzeniami neurologicznymi upośledzającymi połknięcie i odruch kaszlowy (np.: udar, choroba Parkinsona), z chorobami układu oddechowego, upośledzeniem umysłowym, demencją, ubytkami uzębienia i w starszym wieku²⁶⁴.

Ryc. 2.5 przedstawia algorytm postępowania u osób dorosłych z FBAO. Ważne jest, aby zapytać przytomną osobę poszkodowaną: „Czy się zadławiłeś?”. Poszkodowany, który może mówić, kaszleć i oddychać, ma łagodną postać niedrożności. Poszkodowany, który nie może mówić, ma słabnący kaszel, z trudem oddycha lub nie może oddychać, ma ciężką niedrożność dróg oddechowych.

Postępowanie w łagodnej niedrożności dróg oddechowych

Kaszel generuje wysokie ciśnienie w drogach oddechowych i może usunąć ciało obce. Agresywne leczenie poprzez uderzenia w okolicę międzyłopatkową, uciśnięcia nadbrzusza i uciskanie klatki piersiowej może być przyczyną poważnych komplikacji, a nawet nasilić objawy niedrożności dróg oddechowych. Takie czynności powinny być zarezerwowane dla poszkodowanych z objawami ciężkiej niedrożności dróg oddechowych. U poszkodowanych z łagodną niedrożnością w każdej chwili może się rozwinąć ciężka niedrożność i dlatego należy ich obserwować do czasu, aż ich stan się poprawi.

Postępowanie w ciężkiej niedrożności dróg oddechowych

Dane kliniczne na temat zadławienia mają w dużej mierze charakter retrospektywny i dotyczą opisów pojedynczych przypadków. Opisy przypadków przytomnych dorosłych i dzieci powyżej 1. roku życia z całkowitą FBAO wykazały skuteczność uderzeń czy klepnięć w plecy oraz uciśnięć nadbrzusza lub klatki piersiowej²⁶⁵. W około 50% przypad-

Ryc. 2.5. Algorytm postępowania u osób dorosłych z niedrożnością dróg oddechowych spowodowaną ciałem obcym (rysunki 1–5).

1 Podejrzewaj zadławienie

Zachowaj czujność związaną z możliwym zadławieniem, szczególnie w trakcie spożywania posiłku przez poszkodowanego.



2 Zachęcaj do kaszlu

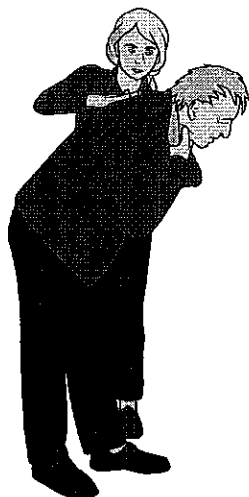
Instruuaj poszkodowanego, aby kaszlał.



3

Wykonaj uderzenia w okolicę międzyłopatkową

Jeśli kaszel staje się nieefektywny, wykonaj do pięciu uderzeń w okolicę międzyłopatkową.



- Jeśli poszkodowany wykazuje objawy całkowitej niedrożności dróg oddechowych i jest przytomny, wykonaj pięć uderzeń w okolicę międzyłopatkową.
- Stań nieco z boku i za poszkodowanym.
- Podeprzyj klatkę piersiową poszkodowanego jedną dłonią i pochyl poszkodowanego do przodu, tak aby ciało obcące – jeśli uda się je przemieścić – wydostało się na zewnątrz przez usta, a nie dostało się głębiej do dróg oddechowych.
- Nadgarstkiem drugiej dłoni wykonaj do pięciu mocnych uderzeń w okolicę międzyłopatkową.

4

Wykonaj uciśnięcia nadbrzusza

Jeśli uderzenia w okolicę międzyłopatkową są nieskuteczne, wykonaj do pięciu uciśnień nadbrzusza.

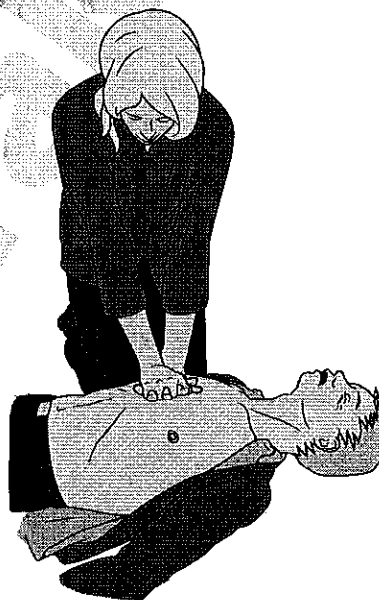


- Jeśli mimo wykonania pięciu uderzeń w okolicę międzyłopatkową nie udaje się usunąć niedrożności dróg oddechowych, wykonaj do pięciu uciśnień nadbrzusza.
- Stań za poszkodowanym i obejmij go obiema rękami w górnej części brzucha.
- Pochyl poszkodowanego do przodu.
- Zaciśnij dłoń w pięść i umieść ją pomiędzy pępkiem a klatką piersiową.
- Drugą dłonią obejmij zaciśniętą pięść i zdecydowanym, krótkim ruchem pociągnij ją do góry i do siebie.
- Czynność powtórz do pięciu razy.
- Jeśli nadal nie udaje się usunąć niedrożności, kontynuuj wykonywanie naprzemiennie pięciu uderzeń w okolicę międzyłopatkową z pięcioma uciśnięciami nadbrzusza.

5

Rozpocznij RKO

Gdy poszkodowany straci przytomność, rozpocznij RKO.



- Jeśli na jakimkolwiek etapie poszkodowany straci przytomność:
 - ostrożnie połóż go na podłodze,
 - natychmiast wezwij pogotowie ratunkowe,
 - rozpocznij RKO, zaczynając od uciśnień klatki piersiowej.

Ryc. 2.5 (cd.)

ków niedrożności dróg oddechowych potrzebne było zastosowanie co najmniej dwóch z tych technik²⁶⁵. Prawdopodobieństwo sukcesu wzrasta przy połączeniu klepięć w plecy z uciśnięciami nadbrzusza i klatki piersiowej²⁶⁵.

Postępowanie w FBAO u osoby nieprzytomnej

Randomizowane badanie na zwłokach²⁶⁷ oraz dwa prospektywne badania, w których uczestniczyli znieczuleni ochotnicy^{268,269}, wykazały, że uciśnięcia klatki piersiowej generują wyższe ciśnienia w drogach oddechowych, niż uciśnięcia nadbrzusza. Rozpoczęcie uciskania klatki piersiowej w przypadku nie reagującej czy nieprzytomnej osoby z FBAO przez świadków zdarzenia wiązało się z dobrym wynikiem neurologicznym (OR, 10,57; 95% CI, 2,472–65,059, $P < 0,0001$)²⁷⁰. Dlatego należy bezzwłocznie rozpocząć uciśnięcia klatki piersiowej, jeśli poszkodowany przestaje odpowiadać lub traci przytomność. Po 30 uciśnięciach należy wykonać dwa oddechy ratownicze i kontynuować RKO do czasu aż poszkodowany odzyska przytomność i znacznie prawidłowo oddychać.

Dalsza opieka i przekazanie poszkodowanego personelowi medycznemu

Po skutecznym leczeniu FBAO ciało obce może pozostać w górnej lub dolnej części dróg oddechowych i być przyczyną późniejszych komplikacji. Poszkodowanych z uporczywym kaszlem, utrudnionym polykaniem lub uczuciem ciała obcego w drogach oddechowych należy skierować na konsultację medyczną. Uciśnięcia nadbrzusza i klatki piersiowej mogą potencjalnie powodować poważne obrażenia wewnętrzne, dlatego wszyscy, u których były one stosowane, powinni być zbadani przez lekarza.

Resuscytacja dzieci (zob. też rozdział 6) i poszkodowani tonący (zob. też rozdział 4)

Należy mieć świadomość, że u wielu dzieci resuscytacja nie jest podejmowana, ponieważ potencjalni ratownicy boją się, że wyrządzą krzywdę, gdyż nie są przeszkoleni specyficznym w resuscytacji dzieci. Lęk jest nieuzasadniony, gdyż o wiele lepiej stosować u dzieci BLS według algorytmu dla dorosłych, niż nie robić nic. W celu uproszczenia nauczania i utrwalania wiedzy osoby bez wykształcenia medycznego powinno się nauczać, że sekwencja BLS dla dorosłych może być stosowana także u dzieci, które są nieprzytomne i nie oddychają lub oddychają nieprawidłowo. Poniższe niewielkie modyfikacje w sekwencji postępowania u osób dorosłych spowodują, że algorytm ten stanie się jeszcze bardziej odpowiedni dla dzieci:

- Zanim rozpoczniesz uciśnięcia klatki piersiowej (sekwencja BLS u osób dorosłych), wykonaj 5 początkowych oddechów ratowniczych.
- Choć to bardzo mało prawdopodobna sytuacja, kiedy działasz sam, prowadź RKO przez 1 minutę, zanim udasz się po pomoc.
- Uciśnij mostek na głębokość jednej trzeciej wymiaru przednio-tylnego klatki piersiowej; u niemowląt poniżej 1. roku życia używaj do tego dwóch palców; aby

osiągnąć właściwą głębokość u dzieci powyżej 1. roku życia, używaj jednej lub obu rąk.

Te same zmiany dotyczące pięciu początkowych oddechów ratowniczych i prowadzenia RKO przez 1 minutę przed wezwaniem pomocy, jeśli ratownik jest sam, mogą zwiększyć przeżywalność u ofiar tonięcia, ale takich modyfikacji powinno się uczyć wyłącznie te osoby, które mają zawodowy obowiązek udzielenia pomocy potencjalnym ofiarom tonięcia (np. ratowników wodnych).

Współpracownicy

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 Maconachie (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).

Bibliografia

1. Soar J, Nolan JP, Bottiger BW, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 3 Adult Advanced Life Support. Resuscitation 2015.
2. Zideman DA, De Buck EDJ, Singletary EM, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 9 First Aid. Resuscitation 2015.
3. 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.
4. 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.
5. Grasner JT, Herlitz J, Koster RW, Rosell-Ortiz F, Stamatkakis L, Bossaert L. Quality management in resuscitation-towards a European cardiac arrest registry (EuReCa). Resuscitation 2011;82:989-94.
6. Grasner JT, Bossaert L. Epidemiology and management of cardiac arrest: what registries are revealing. Best practice & research Clinical anaesthesiology 2013;27:293-306.
7. Cobb LA, Fahrenbruch CE, Olsufka M, Copass MK. Changing incidence of out-of-hospital ventricular fibrillation, 1980-2000. Jama 2002;288:3008-13.
8. Rea TD, Pearce RM, Raghunathan TE, et al. Incidence of out-of-hospital cardiac arrest. The American journal of cardiology 2004;93:1455-60.
9. Vaillancourt C, Verma A, Trickett J, et al. Evaluating the effectiveness of dispatch-assisted cardiopulmonary resuscitation instructions. Academic emergency medicine: official journal of the Society for Academic Emergency Medicine 2007;14:877-83.
10. Agarwal DA, Hess EP, Atkinson EJ, White RD. Ventricular fibrillation in Rochester, Minnesota: experience over 18 years. Resuscitation 2009;80:1253-8.
11. 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. Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine 2009;17:18.
12. Huikema 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.
13. 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.

- 2
14. Cummins R, Thies W. Automated external defibrillators and the Advanced Cardiac Life Support Program: a new initiative from the American Heart Association. *Amer J Emerg Med* 1991;9:91-3.
 15. 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.
 16. Weisfeldt ML, Sirlani 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.
 17. 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.
 18. Nolan J, Soar J, Eickeland H. The chain of survival. *Resuscitation* 2006;71:270-1.
 19. Muller D, Agrawal R, Arntz HR. How sudden is sudden cardiac death? *Circulation* 2006;114:1146-50.
 20. 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.
 21. 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.
 22. 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.
 23. 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.
 24. 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.
 25. 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.
 26. 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. *European heart journal* 2001;22:511-9.
 27. 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.
 28. Hasselqvist-Ax I, Riva G, Herlitz J, et al. Early cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *The New England journal of medicine* 2015;372:2307-15.
 29. Rea TD, Fahrendrich C, Culley L, et al. CPR with chest compressions alone or with rescue breathing. *New England Journal of Medicine* 2010;363:423-33.
 30. Svensson L, Bohm K, Castrén M, et al. Compression-only CPR or standard CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *New England Journal of Medicine* 2010;363:434-42.
 31. Hupfi M, Selig HF, Nagele P. Chest-compression-only versus standard cardiopulmonary resuscitation: a meta-analysis. *Lancet* 2010;376:1552-7.
 32. Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, Clark LL, Spaite DW, Hardman RG. Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. *The New England journal of medicine* 2000;343:1206-9.
 33. Ringh M, Rosenqvist M, Hollenberg J, et al. Mobile-phone dispatch of laypersons for CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *The New England journal of medicine* 2015;372:2316-25.
 34. Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP. Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. *Annals of emergency medicine* 1993;22:1262-8.
 35. Nolan JP, Soar J, Carou A, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 5 Post Resuscitation Care. *Resuscitation* 2015.
 36. 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. *Bmj* 2003;327:1312.
 37. 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.
 38. 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.
 39. Weisfeldt ML, Becker LB. Resuscitation after cardiac arrest: a 3-phase time-sensitive model. *Jama* 2002;288:3035-8.
 40. Zijlstra JA, Steglaar 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.
 41. Kerber RB, 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.
 42. 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.
 43. Bahr J, Klingler H, Panzer W, Rode H, Kettler D. Skills of lay people in checking the carotid pulse. *Resuscitation* 1997;35:23-6.
 44. Nyman J, Sihvonen M. Cardiopulmonary resuscitation skills in nurses and nursing students. *Resuscitation* 2000;47:179-84.
 45. Tibballs J, Russell P. Reliability of pulse palpation by healthcare personnel to diagnose paediatric cardiac arrest. *Resuscitation* 2009;80:618-4.
 46. Tibballs J, Weeraratna C. The influence of time on the accuracy of healthcare personnel to diagnose paediatric cardiac arrest by pulse palpation. *Resuscitation* 2010;81:671-5.
 47. Moule P. Checking the carotid pulse: diagnostic accuracy in students of the healthcare professions. *Resuscitation* 2000;44:195-201.
 48. Bobrow BJ, Zuercher M, Ewy GA, et al. Gaspng during cardiac arrest in humans is frequent and associated with improved survival. *Circulation* 2008;118:2550-4.
 49. Perkins GD, Stephenson B, Hulme J, Monsieurs KG. Birmingham assessment of breathing study (BABS). *Resuscitation* 2005;64:109-13.
 50. 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.
 51. 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.
 52. 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. *Circulation Arrhythmia and electrophysiology* 2013;6:912-6.
 53. 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.
 54. 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.
 55. Heward A, Damiani M, Hartley-Sharp C. Does the use of the Advanced Medical Priority Dispatch System affect cardiac arrest detection? *Emergency medicine journal: EMJ* 2004;21:115-8.
 56. 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.
 57. 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.
 58. Castrén M, Kuisma M, Serlachius J, Skrifvars M. Do health care professionals report sudden cardiac arrest better than laymen? *Resuscitation* 2001;51:265-8.
 59. 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, Castrén 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. *Annals of emergency medicine* 2003;42:731-7.
 64. Bohm K, Stalhandske B, Rosenqvist M, Ulfvarson J, Hollenberg J, Svensson L. Tuiton 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. *European journal of emergency medicine: official journal of the European Society for Emergency Medicine* 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. *Critical care medicine* 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. *Annals of emergency medicine* 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. *Critical care medicine* 2000;28:N190-N2.
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. *European heart journal* 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. *European heart journal* 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. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine* 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 medical weekly* 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. *The Journal of emergency medicine* 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. *Annals of emergency medicine* 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. *Bmj* 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?. *Critical care medicine* 2012;40:1192-8.
94. Stiell IG, Brown SP, Nichol CG, 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. Helleveuo 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, Pope PE, et al. Chest compression rates and survival following out-of-hospital cardiac arrest. *Critical care medicine* 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;24:195-99.
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, Komazawa 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 medicine* 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 KM, Nadkarni VM, et al. Prevalence and hemodynamic effects of leaning during CPR. *Resuscitation* 2011;82 Suppl 2: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. *Critical care medicine* 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. *Academic emergency medicine: official journal of the Society for Academic Emergency Medicine* 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 GJ, 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. *Academic emergency medicine: official journal of the Society for Academic Emergency Medicine* 1994;1:430-7.
121. Dean JM, Kochler RC, Schleiin 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, Frisora 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, Tobira 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.

- 2
129. Berg RA, Sanders AB, Milander M, Tellez D, Liu P, Beyda D. Efficacy of audio-prompted rate guidance in improving rescuator performance of cardiopulmonary resuscitation on children. *Academic emergency medicine: official journal of the Society for Academic Emergency Medicine* 1994;1:35-40.
 130. Bobrow BJ, Vaideboncoeur 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. *Annals of emergency medicine* 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. *Archives of internal medicine* 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, Gräsner 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. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine* 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. *Critical care medicine* 2015; 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 medicine* 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(suppl):I-759.
 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. *European journal of emergency medicine: official journal of the European Society for Emergency Medicine* 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;100:1644.
 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 JJ. Influence of tidal volume on the distribution of gas between the lungs and stomach in the nonintubated patient receiving positive-pressure ventilation. *Critical care medicine* 1998;26:364-8.
 148. von Goedecke A, Wagner-Berger HG, Stadlhauser 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, Ayoubi 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, Njålåns 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. *British journal of anaesthesia* 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, Heidenreich J, Ewy GA. Survival and neurologic outcome after cardiopulmonary resuscitation with four different chest compression-ventilation ratios. *Annals of emergency medicine* 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, Hjestand 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. *Prehospital emergency care: official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors* 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. *Critical care medicine* 2004;32:3345-51.
 164. Steinmetz J, Bärnung S, Nielsen SL, Risom M, Rasmussen LS. Improved survival after an out-of-hospital cardiac arrest using new guidelines. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* 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. *Annals of emergency medicine* 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 Suppl: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 Anaesthesiologica Scandinavica* 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. *Journal of the American Heart Association* 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, Graban 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. *Pediatric critical care medicine: a journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies* 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. *The New England journal of medicine* 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 Australas* 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. *The New England journal of medicine* 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? *Annals of emergency medicine* 2014;64:1-8.
202. Monsieurs KG, Vogels C, Bossaert LL, Meert F, 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, Sidani C, et al. Ventricular tachyarrhythmias after cardiac arrest in public versus at home. *The New England journal of medicine* 2011;364:313-21.
205. Caffrey SL, Willoughby PJ, Pope PE, Becker LB. Public use of automated external defibrillators. *The New England journal of medicine* 2002;347:1242-7.
206. Page RL, Hamdan MH, McKenas DK. Defibrillation aboard a commercial aircraft. *Circulation* 1998;99:1429-30.
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. *The New England journal of medicine* 2004;351:1637-46.
209. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Hiraide A. Nationwide public-access defibrillation in Japan. *The New England journal of medicine* 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. *Annals of emergency medicine* 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 on-site, 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. *The New England journal of medicine* 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.
222. ILCOR presents a universal AED sign. European Resuscitation Council, 2008. (Accessed 28/06/2015, 2015, at <https://www.erc.edu/index.php/newsItem/en/nid=204/>)
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. *The Journal of emergency medicine* 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. *Critical care medicine* 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. *The New England journal of medicine* 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. *Prehospital emergency care: official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors* 2011;15:282-7.
237. Moriwaki Y, Sugiyama M, Tahara Y, et al. Complications of bystander cardiopulmonary resuscitation for unconscious patients without cardiopulmonary arrest. *Journal of emergencies, trauma, and 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 AR, Schrupp 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. *Emergency medicine journal: EMJ* 2013;30:623-7.
244. Sugerman 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. *The New England journal of medicine* 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 medicine* 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. *Annals of internal medicine* 1998;129:813-28.
257. Torabi-Parizi P, Davey RT, Jr, Suffredini AF, Chertow DS. Ethical and practical considerations in providing critical care to patients with ebola virus disease. *Chest* 2015;147:1460-6.
258. Blenkarn JI, 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. *The Journal of emergency medicine* 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 JB. The choking controversy: critique of evidence on the Heimlich maneuver. *Critical care medicine* 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.

