

Przegląd literatury naukowej

Beaty – sygnalizacyjne urządzenie wspomagające resuscytację krążeniowo-oddechową

Wstęp.

Pojęcie nagłego zatrzymania krążenia (NZK) odnosi się do nieoczekiwanego zaprzestania aktywności mięśnia sercowego z zapaścią hemodynamiczną. Zwykle występuje to u pacjentów z chorobą niedokrwienną serca lub z innymi problemami tego typu, jak arytmia serca, schorzeniami zastawek serca, wrodzonymi schorzeniami serca itd.

Od wystąpienia zupełnego zatrzymania akcji serca wystarczy kilka minut, by doszło do nieodwracalnego uszkodzenia mózgu. Według danych Światowej Organizacji Zdrowia (WHO)¹, zebranych w 2012 roku, choroby sercowo-naczyniowe są najczęstszą przyczyną śmierci na świecie i odpowiadają rocznie za 17,5 miliona zgonów. Szacuje się, że 7,4 miliona z tych zgonów było spowodowane chorobą wieńcową serca, natomiast 6,7 miliona udarem mózgu.

W trakcie 38-letnich badań w Framingham Heart Study² roczna częstotliwość występowania nagłej śmierci sercowej zwiększała się znacząco z wiekiem i przy występowaniu choroby serca. Każdego roku w samych Stanach Zjednoczonych dochodzi do ok. 350 000 przypadków zatrzymania akcji serca w warunkach pozaszpitalnych. Przeżywalność po NZK jest niższa od 10%, ale może się podwoić lub nawet potroić po zastosowaniu resuscytacji krążeniowo-oddechowej przez ratownika czy nawet osobę postronną^{3,4}

Resuscytacja krążeniowo-oddechowa to procedura ratownicza, która łączy uciskanie klatki piersiowej i tzw. sztuczne oddychanie (metodą usta-usta lub za pomocą urządzeń mechanicznych), a opracowano ją na przełomie lat 50. i 60. XX wieku⁴. Jej głównym celem jest opóźnienie śmierci tkanek i zapobieganie nieodwracalnym uszkodzeniom mózgu przez przywrócenie częściowego dopływu natlenionej krwi do mózgu i serca. Rozpoczęcie resuscytacji i prawidłowość jej wykonania to główne czynniki przewidywania przeżywalności, o której mowa powyżej^{3,4,6}

W 2010 r. Amerykańskie Stowarzyszenie Chorób Serca (American Heart Association) opublikowało wytyczne⁵ w zakresie resuscytacji, opierając się na obszernych dowodach zebranych przez Międzynarodowy Komitet Łącznikowy w sprawach Resuscytacji (International Liaison Committee on Resuscitation). Nowe wytyczne przede wszystkim

wprowadzały koncepcyjną zmianę do uprzednio opracowanego algorytmu resuscytacji. Wytyczne z 2010 r. kładły nacisk na jak najszybsze rozpoznanie zatrzymania akcji serca i rozpoczęcie prawidłowo wykonywanego uciskania klatki piersiowej.

Uniwersalna, dobrze znana instrukcja prowadzenia resuscytacji została zmieniona z ABC (Airway-Breathing-Circulation – drogi oddechowe, oddychanie, krążenie) na C-A-B (krążenie, drogi oddechowe, oddech) mając na celu podkreślenie wagi szybkiego rozpoczęcia uciskania klatki piersiowej i, co za tym idzie, przywrócenia częściowego dopływu krwi do mózgu i serca, co zapobiega nieodwracalnym uszkodzeniom. W odniesieniu do jakości uciskania klatki piersiowej zalecenia AHA uwzględniały tempo, głębokość ucisku i unoszenie się klatki piersiowej między uciśnięciami (relaksację). Tempo i głębokość uciskania to, odpowiednio, co najmniej 100 na minutę oraz 5 cm (2 cale). Zgodnie z „*Highlights of the 2010 guidelines for CPR and ECC*” opublikowanymi przez AHAs podane tempo i głębokość uciskania zapewniały większą przeżywalność, podczas gdy mniejsze wartości skutkowały niższą przeżywalnością. Przeżywalność była również zależna od czasu uciskania (czas, w trakcie którego podczas resuscytacji wykonuje się uciskanie klatki piersiowej w stosunku do całego czasu poświęconego na resuscytację); to odkrycie podkreśla wagę prawidłowego uciskania klatki piersiowej podczas resuscytacji^{5,9}.

Dla osób postronnych bez odpowiedniego przeszkolenia opracowano algorytm resuscytacji wyłącznie z użyciem rąk (tylko uciskanie), który zapewniał podobną przeżywalność co resuscytacja uwzględniająca zarówno uciskanie klatki piersiowej jak i sztuczne oddychanie metodą usta-usta⁵.

Takie wnioski sugerowało wiele badań^{7,8}; niemniej należy wiedzieć, że resuscytacja wyłącznie z użyciem rąk jest zalecana tylko nieprzeszkolonym ratownikom; przeszkoleni powinni stosować normalną procedurę resuscytacji i wykonywać również sztuczne oddychanie. Co ciekawe, podczas losowej próby o dużej skali prowadzonej w wielu ośrodkach, której wyniki opublikowali D. Rea i in. wykazano, że resuscytacja tylko z użyciem rąk zwiększa przeżywalność pacjentów z sercową przyczyną zatrzymania krążenia i tych z migotaniem komór⁸.

Znaczenie resuscytacji krążeniowo-oddechowej w migotaniu komór

Mechanizmy arytmii serca przyczyniają się do 20-35% zgonów wynikających z NZK. Wśród nich za najwięcej przypadków odpowiada migotanie komór (fibrylacja).

Migotanie komór to gwałtowna i chaotyczna arytmia komór, która powoduje niejednolite ściskanie mięśni serca i zaburzenie jego pracy. AHA (na podstawie ILCOR) podaje, że w przypadku migotania komór zaleceniem klasy 1 jest jak najwcześniejsze defibrylacja, ponieważ, zgodnie z dostępnymi danymi, każda mijająca minuta zmniejsza przeżywalność o 8-10%¹⁰.

Ponadto, uzasadnienie wagi natychmiastowego zastosowania defibrylacji doprowadziło do tego, że niemal na całym świecie wprowadzono przepisy prawa wymagające rozmieszczenia defibrylatorów zewnętrznych AED w miejscach publicznych. Najnowsze dane proponują zastosowanie 3-fazowego modelu do zatrzymania krążenia w wyniku migotania komór, podając przybliżony czas od NZK: (1) faza elektryczna, 0-4 minuty (2) faza krążeniowa, 4-10 minut (3) faza metaboliczna, po 10 minutach i więcej od zatrzymania akcji serca.

Na podstawie tego modelu badano znaczenie resuscytacji w każdej fazie. „Model 3-fazowy” doprowadził do podważenia „jednolitego” sposobu traktowania proponowanego przez AHA (natychmiastowa defibrylacja niezależnie od czasu wystąpienia zatrzymania krążenia)^{10,11}. W fazie elektrycznej natychmiastowa defibrylacja faktycznie wykazywała poprawę przeżywalności. Najpoważniejsza zmiana koncepcyjna dotyczyła fazy krążeniowej, w której od natychmiastowej defibrylacji ważniejsze jest uciskanie klatki piersiowej. Wykazano, że odczekanie z defibrylacją ok. 1-3 minut przy jednoczesnym dostarczeniu tlenu (uciskanie klatki piersiowej zgodnie z wytycznymi) daje lepsze efekty w zakresie przywrócenia spontanicznego krążenia krwi, wypisu ze szpitala i przeżywalności po roku od wystąpienia NZK^{10,11}.

Dokładny mechanizm stojący za tym faktem jest nieznany, choć zasugerowano, że przywrócenie dostępu do takich składników jak tlen wraz z wymywaniem szkodliwych czynników metabolicznych zgromadzonych podczas niedokrwienia może stanowić wyjaśnienie. Z kolei w

fazie metabolicznej (powyżej 10 minut po zatrzymaniu krążenia) znaczące uszkodzenie komórek mózgu i serca oznacza, że sama przeżywalność po resuscytacji nie jest już tak pozytywnym efektem¹⁰. Zasadniczo, niezależnie od opisywanego powyżej czasu zaleca się natychmiast podjąć uciskanie klatki piersiowej po próbie defibrylacji przez kolejne 2 minuty¹².

Aktualizacja wytycznych w 2015 r.

W 2015 r. AHA zaktualizowała swoje wytyczne¹³. Poprzednia koncepcja nadająca większą wagę prawidłowemu uciskaniu klatki piersiowej, zaprezentowana w wytycznych z 2010 r., została uzasadniona po udostępnieniu większej ilości danych¹⁶. Wiele badań wykazało większą przeżywalność po zatrzymaniu krążenia, jeśli zastosowano prawidłowe uciskanie klatki piersiowej (odpowiednia głębokość, tempo, unoszenie się klatki piersiowej itd.).

Główną zmianą, jaką przedstawiono w 2015 r. było ustalenie górnej granicy tempa i głębokości ucisków. W odniesieniu do tempa ucisków ustalono górną granicę 120 uciśnień na minutę, uzasadniając to faktem, że zbyt szybkie uciskanie może uniemożliwiać unoszenie się klatki piersiowej i utrudniać uzyskanie odpowiedniej głębokości uciśnień. Z kolei głębokość uciśnień powinna wynosić 6 cm (2,4 cala), co opracowano na podstawie raportu informującego o związku nadmiernej głębokości uciśnień z większą liczbą urazów niezagrażających życiu.

Warto tutaj wspomnieć o kilku kwestiach związanych z powyższymi zmianami:

1. Dodanie górnej granicy dla tempa i głębokości uciśnień oparto w każdym przypadku na 1 publikacji.
2. W wytycznych z 2010 r. podano tylko 1 wartość dla tempa/głębokości w związku z obawą, że podanie zalecanego zakresu może powodować dezorientację.
3. Dokładna ocena głębokości uciśnień przez niewykszoloną osobę postronną czy nawet wyszkolonego ratownika może być trudnym zadaniem. Biorąc to pod uwagę, w 2010 r. AHA zaleciła stosowanie koncepcji „Push Hard, Push Fast” (czyli uciskaj mocno, uciskaj szybko). Nowe zalecenia nie są spójne z tą maksymą i

wymuszają dokładną ocenę dość wąskiego zakresu (nieco powyżej 6 mm), co bez użycia urządzeń sygnalizacyjnych może być niewykonalne. Jeśli ratownik podejmie pewne środki ostrożności, by trzymać się podanego zakresu, może to doprowadzić do wykonywania uciśnień na nieprawidłową głębokość.

Rosnące potrzeby

Ocena prawidłowości wykonywanej resuscytacji i konieczność stosowania się do wytycznych była celem wielu badań, w których wielokrotnie informowano o częstych trudnościach z utrzymaniem właściwej głębokości uciśnień i odpowiedniego tempa^{14,15}. Wik i in.¹⁴ badali prawidłowość wykonywania resuscytacji podczas zatrzymania krążenia w warunkach pozaszpitalnych, a do oceny wyników używano międzynarodowych wytycznych dotyczących resuscytacji.

W swoim badaniu Wik i in. używali defibrylatorów do rejestrowania ucisków klatki piersiowej przy pomocy czujnika umiejscowionego na kłace piersiowej wyposażonego w akcelerometr. Badanie wykazało, że średnia głębokość uciśnień wynosiła 34 mm (95% CI, 33-35 mm), 28* (95% CI, 24-32%) uciśnień sięgało na głębokość 38-51 mm, a ponad połowa nie sięgała 38 mm.

Od momentu wysunięcia koncepcji resuscytacji pod koniec lat 50. i w miarę jej długoletniego rozwoju ograniczona poprawa przeżywalności po zatrzymaniu krążenia poskutkowała opracowaniem kilku urządzeń wspomagających ten proces. Urządzenia te przekazano do pomocy wyszkolonym ratownikom, a obecnie są one powszechnie stosowane (worek samorozprężalny, Cardio-Pump, urządzenia do kompresji klatki piersiowej ZOLL, czy Lucas itd.).¹⁷

Ponadto, nadanie wagi jak najszybszemu rozpoczęciu resuscytacji wzmogło nacisk na edukowanie populacji w tym temacie, a także doprowadziło do zaznajomienia „nieprzeszkolonych” osób z urządzeniami wspomagającymi resuscytację, które odpowiadały na potrzeby takich osób (mobilność, prostota itd.).

Nacisk na stosowanie uciskania klatki piersiowej oraz wyniki badań potwierdzające niedostateczną głębokość uciśnień i niewłaściwe tempo, również wśród profesjonalistów, doprowadziły do realizacji

kolejnych badań i opracowania urządzeń sygnalizacyjnych do wspomagania resuscytacji.

Postęp technologiczny w ostatnich latach pozwolił opracować wiele urządzeń sygnalizacyjnych z zastosowaniem różnych technologii (czujniki nacisku, akcelerometry, metronomy), które mogą służyć do szkolenia i do faktycznej resuscytacji. Wydajność tych urządzeń była przedmiotem wielu badań. Systemowy przegląd¹⁸ dostarczył dowodów na fakt, że urządzenia sygnalizacyjne mogą być pomocne przy poprawie skuteczności resuscytacji, w warunkach szkoleniowych i klinicznych. Yeung i in.¹⁹ przeprowadzili pojedynczą ślepą, kontrolowaną próbę losową, w której porównywano różne urządzenia sygnalizacyjne.

Podstawowym celem badania była głębokość uciśnień. Do drugorzędnych celów należały tempo uciśnień, udział uciśnień o niewłaściwej głębokości, niepełne rozluźnianie klatki piersiowej i zadowolenie użytkownika. Urządzenia sygnalizacyjne różniły się technologią użytą do realizacji funkcji. Wykazano, że czujnik nacisku poprawiał głębokość uciśnień (37,24-43,64 mm, wartość $p = 0,02$), natomiast akcelerometr zmniejszał głębokość uciśnień klatki piersiowej (37,38-33,19 mm, wartość $p = 0,04$).

Kolejna otwarta, prospektywna, losowa, kontrolowana próba porównywała inne urządzenia sygnalizacyjne nie wykazując znaczącej poprawy, a jakość prowadzenia podstawowych zabiegów resuscytacyjnych była we wszystkich grupach poniżej normy.²⁰

Podsumowując, opisywane powyżej badania, a także wiele innych podejmowały temat prawidłowego uciskania klatki piersiowej podczas resuscytacji, natomiast niewiele wiadomo o efektach resuscytacji i przeżywalności od czasu wprowadzenia urządzeń pomocniczych i sygnalizacyjnych.

Obecnie jest prowadzone takie badanie²¹, którego przedmiotem jest wpływ stosowania urządzeń sygnalizacyjnych podczas resuscytacji i tworzenia raportów na stan pacjenta. Od czasu opracowania urządzeń pomocniczych zaobserwowano niewielką poprawę prawidłowości uciskania klatki piersiowej, natomiast przeżywalność ofiar po stosowaniu

resuscytacji przy zatrzymaniu krążenia pozostała bez zmian ^{20,22}.

Naszym zdaniem odpowiada za to kilka czynników. Po pierwsze, bieżące badania dotyczące istniejących urządzeń sygnalizacyjnych wykorzystują wyszkolonych ratowników (EMS) lub studentów medycyny jako uczestników. Te osoby są już bardzo dobrze przeszkolone i trudno oczekiwać znaczącej poprawy prawidłowości wykonywania uciskania klatki piersiowej. Przykładowo, nawet jeśli głębokość uciśnień nie odpowiada normom podanym w wytycznych AHA, prawdopodobnie i tak była lepsza niż głębokość uciśnień stosowanych przez resztę populacji przed przybyciem zespołu ratowniczego. W tej drugiej grupie można oczekiwać znaczącej poprawy prawidłowości uciśnień po zastosowaniu urządzeń sygnalizacyjnych.

Po drugie, moment rozpoczęcia prawidłowego uciskania klatki piersiowej jest istotnym czynnikiem. Jak wspomniano powyżej, rozpoczęcie resuscytacji przed przybyciem zespołu ratowniczego podwaja lub nawet potraja przeżywalność^{3,4}. Te liczby mogą być jeszcze większe dzięki lepszemu prowadzeniu ucisku klatki piersiowej przed przybyciem ratowników, co można osiągnąć udostępniając osobom nieprzeszkolonym i zespołom pierwszej pomocy urządzenia sygnalizacyjne (każdego roku AHA szkoli 12 milionów ludzi).

Takie urządzenia poprawiają również u ludzi poczucie własnych możliwości w obliczu problemów z sercem, co może być istotne biorąc pod uwagę fakt, że, zgodnie z danymi AHA, 70% Amerykanów odczuwa bezradność w takich przypadkach.²³ Podczas udostępniania takich urządzeń osobom bez przeszkolenia należy uwzględnić kilka zasad:

1. Rozsądna cena
2. Niewielkie wymiary i mobilność
3. Prostota - brak przycisków czy funkcji, które dezorientowałyby użytkownika i/lub opóźniły rozpoczęcie resuscytacji

Obecne na rynku urządzenia (CPRmeter firmy Laerdal, Pocket CPR firmy Zoll itd.) korzystają z szeregu czujników i przekazują sygnały dotyczące głębokości uciskania, jego tempa i innych parametrów związanych z właściwym prowadzeniem resuscytacji. Teoretycznie te urządzenia musiały wprowadzić znaczącą zmianą w

zakresie jakości prowadzenia resuscytacji i przeżywalności po zatrzymaniu krążenia. W praktyce, ich wysoka cena i złożoność powoduje, że większość populacji nie stać na ich zakup, przez co ich potencjalny wpływ jest ograniczony. W obecnych warunkach te urządzenia świetnie nadają się do prowadzenia szkoleń.

Nasze rozwiązanie

Opracowaliśmy urządzenie sygnalizacyjne wspomagające resuscytację, które spełnia zasady wymienione powyżej. „Beaty” to tanie, niewielkie i proste w obsłudze urządzenie przekazujące użytkownikowi w czasie rzeczywistym sygnały dotyczące prowadzenia resuscytacji.

Użyliśmy czujnika siły nacisku, który przekształca siłę przyłożoną do klatki piersiowej ofiary na głębokość i wydaje sygnał dźwiękowy. Taki czujnik jest dokładniejszy niż inne czujniki (tj. akcelerometry), które są stosowane do oceny głębokości uciśnień.

Badanie opublikowane w 2006 r.²⁴ zawiera szczegółowe informacje dotyczące elastyczności ludzkiej klatki piersiowej podczas jej uciskania i opisuje siły niezbędne do osiągnięcia właściwej głębokości uciśnień. Wynika z niego, że u niektórych ofiar klatka piersiowa przesunie się o więcej niż 6 cm. Pojawiały się obawy dotyczące skutków zbyt głębokich uciśnień, zatem dokonaliśmy przeglądu literatury w kontekście komplikacji dotyczących tej kwestii.

W kilku badaniach istnieją wzmianki o różnej liczbie urazów kości i innych urazów^{25,26}. W jednym z nich²⁷ badano zależność między poresuscytacyjnymi urazami klatki piersiowej i jamy brzusznej oraz głębokością uciśnień. Według tego badania występowanie urazów przy następujących kategoriach średniej głębokości uciśnień: <5 cm, 5-6 cm, > 6cm, wynosiło odpowiednio 28%, 27% i 49%. Korelacja między głębokością uciśnień i tego typu urazami występowała jedynie u mężczyzn, natomiast u kobiet jej nie zaobserwowano. Niemniej wnioski z badania sugerują, że urazy w większości nie zagrażały życiu i istotniejszy jest fakt, że głębsze uciskanie zwiększa przeżywalność.

Autorzy wspominają również, że wyolbrzymiona obawa przed urazami związanymi z głębszym uciskaniem klatki piersiowej może prowadzić do

zmniejszenia głębokości uciskania poniżej zalecanej wartości. Nawet w wytycznych AHA z 2015 r. dodano górną granicę zalecanej głębokości uciśnień w związku z faktem, że jedno wydawnictwo wykazało potencjalne szkody wynikające ze zbyt głębokiego uciskania klatki piersiowej. W tym samym dokumencie zasugerowano, że ocena głębokości uciśnień bez użycia urządzeń sygnalizacyjnych sprawia istotne trudności, a rozpoznanie dolnej i/lub górnej granicy jest problematyczne.

Warto wspomnieć, że po uciśnięciu wykonywanym podczas resuscytacji zalecamy użytkownikom odczekanie, aż klatka piersiowa uniesienie się z powrotem, przybierając normalny stan. Jeśli nie uwzględniamy stosowania urządzeń pomocniczych, można podzielić osoby prowadzące resuscytację na

3 główne grupy, w odniesieniu do głębokości uciśnień: większość z nich uciska klatkę piersiową zbyt płytko, z kolei część robi to prawidłowo, a część uciska ją zbyt głęboko. Stosowanie urządzeń sygnalizacyjnych pomoże pierwszej i również ostatniej grupie osiągnięcie właściwej głębokości uciśnień. W przypadku drugiej grupy urządzenia sygnalizacyjne będą potwierdzać prawidłowość prowadzonej procedury, poprawiając ich poczucie możliwości.

Uważamy, że tworząc skuteczną społeczność osób postronnych, które mogą udzielać pierwszej pomocy (Samarytanie) i wzmacniając pierwsze ogniwa łańcucha przeżywalności możemy każdego dnia ratować więcej istnień ludzkich.

Odnosiniki do literatury

1. Cardiovascular diseases (CVDs) [Internet]. Światowa Organizacja Zdrowia. 2017 [zacytowano 4 lutego 2017 r.]. z: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en>

2. Kannel, W. B. i Thomas, H. E. (1982). Sudden coronary death: the Framingham Study. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 382(1), 3-21.

3. Hasselqvist-Ax, I., Herlitz, J. i Svensson, L. (2015). Early CPR in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *The New England Journal of Medicine*, 373(16), 1573-1574.

4. Pozner, C. N., MD. (19 stycznia 2017 r.). Basic life support in adults. Pobrano 4 lutego 2017 r. z https://www.uptodate.com/contents/basic-life-support-bls-inadults?source=search_result&search=bls&selectedTitle=1~40

5. Mary Fran Hazinski, RN, MSN. (2010). Highlights of the 2010 American Heart Association Guidelines for CPR and ECC [brozura]. Autor

6. Podrid, P. J., MD. (n.d.). Prognosis and outcomes following sudden cardiac arrest in adults. Pobrano 4 lutego 2017 r. z https://www.uptodate.com/contents/prognosis-and-outcomes-following-sudden-cardiac-arrest-inadults?source=search_result&search=prognosisand-outcomes-following-sudden-cardiac-arrest-inadults&selectedTitle=1~150

7. Hallstrom, A., Cobb, L., Johnson, E. i Copass, M. (2000). Cardiopulmonary resuscitation by chestcompression aloneor with mouth-to-mouth ventilation. *New England Journal of Medicine*, 342(21), 1546-1553.

8. Rea, T. D., Fahrenbruch, C., Culley, L., Donohoe, R. T., Hambly, C., Innes, J., ... & Eisenberg, M. S. (2010). CPR with chest compression alone or with rescue breathing. *New England Journal of Medicine*, 363(5), 423-433.

9. Vadeboncoeur, T., Stolz, U., Panchal, A., Silver, A., Venuti, M., Tobin, J., ... i Bobrow, B. (2014). Chest compression depth and survival in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*, 85(2), 182-188.

10. Weisfeldt, M. L. i Becker, L. B. (2002). Resuscitation after cardiac arrest: a 3-phase timesensitive model. *Jama*, 288(23), 3035-3038

11. Gilmore, C. M., Rea, T. D., Becker, L. J. i Eisenberg, M. S. (2006). Three-phase model of cardiac arrest: time-dependent benefit of bystander cardiopulmonary resuscitation. *The American journal of cardiology*, 98(4), 497-499.

12. Pierce, A. E., Roppolo, L. P., Owens, P. C., Pepe, P. E. i Idris, A. H. (2015). The need to resume chest compressions immediately after defibrillation attempts: an analysis of post-shock rhythms and duration of pulselessness following out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*, 89, 162-168.

13. Neumar RW, Shuster M, Callaway CW, Gent LM, Atkins DL, Bhanji F, Brooks SC, de Caen AR, Donnino MW, Ferrer JME, Kleinman ME, Kronick SL, Lavonas EJ, Link MS, Mancini ME, Morrison LJ, O'Connor RE, Sampson RA, Schexnayder SM, Singletary EM, Sinz EH, Travers AH, Wyckoff MH, Hazinski MF. Part 1: executive summary: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency

Cardiovascular Care. *Circulation*. 2015;132(supl. 2):S315–S367

14. Wik, L., Kramer-Johansen, J., Myklebust, H., Sørebo, H., Svensson, L., Fellows, B. i Steen, P. A. (2005). Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *Jama*, 293(3), 299-304.

15. Abella, B. S., Sandbo, N., Vassilatos, P., Alvarado, J. P., O'hearn, N., Wigder, H. N., ... i Becker, L. B. (2005). Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal. *Circulation*, 111(4), 428-434.

16. Ocal, O., Ozucelik, D. N., Avci, A., Yazicioglu, M., Aydin, Y., Ayvaci, B. M., ... i Cukurova, Z. (2015). A comparison of the outcome of CPR according to AHA 2005 ACLS and AHA 2010 ACLS guidelines in cardiac arrest: multicenter study. *International journal of clinical and experimental medicine*, 8(11), 21549.

17. Aygün, M., Yaman, H. E., Genç, A., Karadagli, F. i Eren, N. B. (2016). Mechanical Chest Compression Devices: Historical Evolution, Classification and Current Practices, A Short Review. *Journal of Academic Emergency Medicine*, 15(2), 94.

18. Kirkbright, S., Finn, J., Tohira, H., Bremner, A., Jacobs, I. i Celenza, A. (2014). Audiovisual feedback device use by health care professionals during CPR: a systematic review and meta-analysis of randomised and non-randomised trials. *Resuscitation*, 85(4), 460-471.

19. Yeung, J., Davies, R., Gao, F. i Perkins, G. D. (2014). A randomised control trial of prompt and feedback devices and their impact on quality of chest compressions—a simulation study. *Resuscitation*, 85(4), 553-559.

20. Zapletal, B., Greif, R., Stumpf, D., Nierscher, F. J., Frantal, S., Haugk, M., ... i Fischer, H. (2014). Comparing three CPR feedback devices and standard BLS in a single rescuer scenario: a randomised simulation study. *Resuscitation*, 85(4), 560-566.

21. Perkins, G. D., Davies, R. P., Quinton, S., Woolley, S., Gao, F., Abella, B., ... i Cooke, M. W. (2011). The effect of real-time CPR feedback and post event debriefing on patient and processes focused outcomes: a cohort study: trial protocol. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*, 19(1), 58.

22. Couper, K., Smyth, M. i Perkins, G. D. (2015). Mechanical devices for chest compression: to use or not to use?. *Current opinion in critical care*, 21(3), 188-194.

23. CPR Statistics. (3 września 2014 r.). Pobrano 4 lutego 2017 r. z http://www.heart.org/HEARTORG/CPRAndECC/WhatIs%20CPR/CPRFactsandStats/CPRodStatistics_UCM_307542_Article.jsp#.WJZReVN97IW

24. Tomlinson, A. E., Nysaether, J., Kramer-Johansen, J., Steen, P. A. i Dorph, E. (2007). Compression force–depth relationship during outof-hospital cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*, 72(3), 364-370.

25. Kim, M. J., Park, Y. S., Kim, S. W., Yoon, Y. S., Lee, K. R., Lim, T. H., ... i Chung, S. P. (2013). Chest injury following cardiopulmonary resuscitation: a prospective computed tomography evaluation. *Resuscitation*, 84(3), 361-364.

26. Kashiwagi, Y., Sasakawa, T., Tampo, A., Kawata, D., Nishiura, T., Kokita, N., ... i Fujita, S. (2015). Computed tomography findings of complications resulting from cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*, 88, 86-91.

27. Hellevuo, H., Sainio, M., Nevalainen, R., Huhtala, H., Olkkola, K. T., Tenhunen, J. i Hopppu, S. (2013). Deeper chest compression—more complications for cardiac arrest patients?. *Resuscitation*, 84(6), 760-765.

© Wszystkie prawa zastrzeżone przez Medical Feedback Technologies Ltd.

Info@imbeaty.com | www.imbeaty.com