



Krakowska Akademia
im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego
Wydział Zdrowia i Nauk Medycznych
Kierunek: Ratownictwo Medyczne
Praca Dyplomowa



Praca pogładowa

Wpływ skutecznej resuscytacji przedszpitalnej na stan neurologiczny pacjentów przy wypisie ze szpitala- porównanie procedur amerykańskich z polskimi

The impact of the effective out of hospital cardiac arrest resuscitation on neurological condition in patients discharged from hospital - comparison of American and Polish procedures

Aneta Zofia Bielska

Praca napisana pod kierunkiem dr n. med. Teresy Róg

Informacje o artykule:

Data akceptacji promotora:

05/2016

Data recenzji: 06/2016

Data publikacji: 2016

Słowa kluczowe:

Nagłe zatrzymanie krążenia
Zabiegi resuscytacyjne
Objawy neurologiczne
łańcuch przeżycia

Keywords:

Sudden cardiac arrest
Resuscitation
Neurological outcomes
Survival chain

Streszczenie: Na całym świecie, tylko niewielki odsetek chorych po udanych zabiegach resuscytacyjnych w warunkach przedszpitalnych, przeżywa do wypisu ze szpitala. 50 % pacjentów jest hospitalizowanych po uzyskaniu spontanicznego krążenia a do wypisu ze szpitala przeżywa zaledwie 10%. Jakość życia tych pacjentów jest różna i zależna od przebiegu działań, zarówno sprzed przyjazdu zespołu ratownictwa medycznego, jak i po, w dalszej opiece poresuscytacyjnej. Wpływ zabiegów resuscytacyjnych na dalsze życie pacjenta jest ogromny. Podczas zatrzymania krążenia dochodzi do niedotlenienia mózgu, co powoduje rozległe uszkodzenia neurologiczne. Objawy tych uszkodzeń są proporcjonalne do czasu trwania zatrzymania krążenia. Rozpoczęcie RKO przez świadka zdarzenia, użycie AED, zatrzymanie krążenia w rytmie VF mają korzystny wpływ na stan neurologiczny pacjenta przy wypisie ze szpitala.

Abstract: Only few people get to live after out of hospital cardiac arrest. 50% of patients is hospitalized after return spontaneous circulation but only 10% get to be signed out of hospital relieved. Quality of their life is different depend on procedure taken not only by EMTs personnel but as well before their arrival and after in hospital. In cardiac arrest brain doesn't get enough oxygen which case ischemic and hypoxic encephalopathy. Symptoms of these disorders depend on duration of the resuscitation procedures. CPR started by witness, use of available AED, cardiac arrest in VF rhythm have good impact on neurological outcomes after cardiac arrest.

1. Wprowadzenie

Zabiegi resuscytacyjne to jedyna znana dotychczas metoda przywracająca życie. W Europie

rocznie umiera około 700 000 ludzi [1] w USA ok 420 000 [2], podczas gdy wielu z nich, dzięki odpowiedniej interwencji mogłoby uchronić się od śmierci. Nagłe zatrzymanie krążenia (NZK) to

ogromny problem społeczny bez związku z wiekiem, płcią, czy statusem ekonomicznym, prowadzący do nieuchronnej tragedii. Dzięki pracom badawczym nad przyczynami i sposobem postępowania po zatrzymaniu krążenia, w ciągu ostatnich lat dokonano wielu zmian i udoskonaleń w postępowaniu resuscytacyjnym, ale mimo rozwoju technologii nadal wiele pytań pozostaje bez odpowiedzi. Problemem zasadniczym prowadzonych badań jest brak możliwości stworzenia grup kontrolnych, dzięki którym można by przetestować nowe teorie. Głównymi przyczynami zatrzymania krążenia są choroby serca (u ok 80% chorych), pozostałe to choroby płuc (ok 4%), urazy (ok 3%), inne przyczyny (13%) [3]. Zatrzymanie krążenia bez względu na powód wystąpienia zawsze wiąże się z utratą przytomności w czasie ok. 15 sekund, niewydolnością oddechową ok. 30-60 sekund, prowadzącą do bezdechu, oraz ustaniem pracy mózgu po ok. 4-6 minut.

1.1. Łańcuch przeżycia

Pierwszym krokiem do sukcesu jest wprowadzenie jak najszybciej skutecznych zabiegów resuscytacyjnych. W celu ułatwienia sposobu postępowania w sytuacji zagrożenia stworzono system zwany łańcuchem przeżycia, który wymaga zaangażowania każdego z jego ogniw - począwszy od pierwszej osoby obserwującej zatrzymanie krążenia, poprzez działanie dyspozytora, do wszczęcia zaawansowanych działań medycznych przez wydelegowany zespół medyczny. Nawet najbardziej skuteczne interwencje zespołu ratownictwa nie przyniosą efektów, gdy zabraknie już pierwszego ogniwa, pierwszej pomocy, którą może udzielić każdy na miejscu zdarzenia.

Elementem „łańcucha Przeżycia” jest jak najszybsze rozpoznanie zagrożenia, w tym zatrzymania krążenia. Kolejno wezwanie pomocy, komunikacja z dyspozytorem, który w jasny sposób powinien instruować wzywającego do udzielenia pierwszej pomocy (*basic life support, BLS*) i rozpoczęcia uciskania klatki piersiowej tzw. resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO/CPR). Dyspozytor pomaga w lokalizowaniu najbliższego automatycznego defibrylatora zewnętrznego (AED, *Automated External Defibrillator*), co ma ogromne znaczenie dla przeżycia pacjenta i zachowania prawidłowego funkcjonowania narządów, w tym mózgu. Dyspozytor wysyła zespół ratownictwa medycznego (ZRM) na miejsce zdarzenia, a jego szybkie przybycie i rozpoczęcie zaawansowanych działań, umożliwia przywrócenie krążenia u pacjenta

i rozpoczęcie jak najwcześniej opieki poresuscytacyjnej.

2. Zaburzenia neurologiczne związane z przedszpitalnym zatrzymaniem krążenia

Po zatrzymaniu akcji serca, krew nie transportuje tlenu do mózgu. Medyczne czynności ratunkowe (MCR) prowadzone przez ZRM mają na celu powrót krążenia i utlenowania tkanek. Okres bezobjawowy to mniej więcej 10 sekund. Pędzący czas, prowadzący do nieodwracalnych zmian zwany czasem ożywiania, to ok 4-6 min dla mózgu i 15-30 min dla serca [4]. Czynniki mające wpływ na tempo przemian to między innymi temperatura ciała, metabolizm organizmu, wcześniejszy stan pacjenta i jego wiek [4].

2.1. Skutkiem niedotlenienia mózgu jest jego uszkodzenie.

Po ok 2 minutach braku pracy serca i co się z tym wiąże, braku dopływu tlenu do mózgu, jego stężenie maleje do zera [5]. Jest to czas nagromadzenia się szkodliwych substancji, takich jak adenozylna i kwas mlekowy, co prowadzi do zmian równowagi wewnątrzkomórkowej i nagromadzenia jonów wapnia. Przesyt wapnem jest kluczowym problemem prowadzącym do uszkodzeń. Komórki mózgu uszkadzają się etapowo i tylko prowadzenie zabiegów resuscytacyjnych, w tym masażu serca, może doprowadzić do zaprzestania tego procesu i zahamowania degeneracji neuronów, ale niekoniecznie może to oznaczać powrót ich funkcji sprzed okresu zatrzymania krążenia. Proces reperfuzji prowadzi do powstania dużej ilości wolnych rodników, które są przyczyną uszkodzenia neuronów. Geny wczesnej odpowiedzi komórkowej rozpoczynają proces naprawczy w jednych komórkach a w innych proces apoptozy [6]. Proces apoptozy jest widoczny w rejonach najbardziej wrażliwych na niedotlenienie, takich jak hipokamp, istota siatkowata pnia mózgu, kora mózgu [7].

Oprócz konsekwencji na poziomie komórkowym, dochodzi również do zaburzeń przepływu krwi przez mózg. Wielkość niedokrwienia zależy od czasu zaburzeń przepływu. Na pracę naczyń może wpłynąć zaistniały obrzęk lub koagulacja [6]. Brak tlenu zaburza homeostazę organizmu, zaburzeniu ulega proces spalania glukozy. Proces tlenowy przechodzi w beztlenowy. Dochodzi do braku produkcji wystarczającej ilości ATP, powstają tylko 2 cząsteczki ATP w procesie beztlenowej glikolizy, co prowadzi do rozwoju kwasicy. Komórki przestają utrzymywać równowagę jonową i neuroprzebieżnikową. Mała ilość energii prowadzi do zaburzeń transportu

elementów zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz komórek. Zaburzenia pracy pompy sodowo - potasowej powodują nagromadzenie potasu na zewnątrz komórki a przez to nadmierną ilość sodu, chloru i wapnia wewnątrz komórek. Nieprawidłowość rozmieszczenia jonów doprowadza w krótkim czasie do całkowitej depolaryzacji komórek. Nagromadzony sód wewnątrzkomórkowy doprowadza do resorpcji wody a tym samym do cytotoksycznego obrzęku mózgu [8].

Zamknięte światło naczyń i nagromadzenie metabolitów, które działają rozszerzająco na naczynia, prowadzi do przekrwienia mózgu. Dopiero kilka godzin po NZK dochodzi do nadmiernego skurczu naczyń [9]. Dodatkowo negatywny wpływ na pracę mózgu ma uruchomienie procesów zapalnych w całym organizmie, z towarzyszącą gorączką, drgawkami i hiperglikemią. Uszkodzenie mózgu może doprowadzić do śpiączki w wyniku uszkodzenia obszarów odpowiedzialnych za czuwanie, takich jak układ siatkowaty i kora mózgowa. Niewielkie niedokrwienie pnia mózgu i śródmózgowia może spowodować wystąpienie stanu wegetatywnego, w którym zachowany jest sen i czuwanie, ale brak jest reakcji na otoczenie. W zależności od stopnia uszkodzenia kory mózgowej mogą pojawiać się zaburzenia zachowania i pamięci, mioklonie, drgawki, a także objawy wskazujące na uszkodzenie neuronów ruchowych [4].

Po paru minutach zatrzymania krążenia, mózg zaprzestaje pracy. Gdy krążenie zostanie przywrócone, system nerwowy stopniowo zaczyna funkcjonować na nowo. Odruchy z pnia mózgu powracają jako pierwsze, następnie powraca odpowiedź na ból, aktywność kory mózgowej i ostatecznie powraca świadomość. Brak powrotu pracy pnia mózgu lub jego opóźnienie, jest złym wyznacznikiem prognozy neurologicznej pacjenta [10]. Pacjenci, którzy szybko obudzili się po zatrzymaniu krążenia, w 40-50% przypadków przeżywają do wypisu ze szpitala [11].

3. Zaburzenia neurologiczne po NZK

Wiele czynników związanych z zatrzymaniem krążenia ma pozytywny wpływ na dalsze skutki neurologiczne: zatrzymanie krążenia w przebiegu migotania komór (VF, *Ventricular Fibrillation*), krótki czas oczekiwania na ZRM, NZK poza domem w miejscu publicznym, NZK w obecności świadka, przeprowadzenie RKO podczas oczekiwania na przyjazd pomocy, młody wiek. Przy braku wszystkich tych czynników, przeżycie do pierwszego miesiąca po NZK, na podstawie badania przeprowadzonego przez grupę szwedzkich naukowców, wynosi 0.4 % [10].

W 50% przypadków, osoby wypisane ze szpitala miały satysfakcjonujący wynik stanu neurologicznego, oceniany w skali *Cerebral Performance Category* (CPC) - 1 lub 2 punkty. CPC to skala 5 punktowa:

1. Oznacza zdolność do życia bez ograniczeń, w tym zdolność do pracy w pełnym wymiarze,
2. Stan pacjenta pozwala na powrót do pracy co najwyżej na pół etatu, ale cały czas osoba ta jest w stanie samodzielnie funkcjonować,
3. Osoby takie potrzebują pomocy w codziennym życiu, najczęściej są kierowane do ośrodków pomocy, hospicjów,
4. Pacjent jest w śpiączce lub stanie wegetatywnym,
5. Oznacza śmierć mózgu.

Skala CPC została opracowana jako proste narzędzie oceny stanu neurologicznego, jednakże nie jest to skala doskonała; jest subiektywna i zbyt ogólna. Osoby z wynikiem CPC-1 zgłaszały trudności w życiu codziennym, trudności odnajdywania się w społeczności i potrzebę wsparcia od innych, co może wynikać z nierozpoznanych wcześniej deficytów. Badacze Suave i wsp. Stwierdzili, że czas trwania śpiączki jest proporcjonalny do deficytów poznawczych, takich jak zaburzenia pamięci krótkotrwałej, co ma też wpływ na deficyt uwagi i koncentracji oraz funkcji wykonawczych [12].

Inną skalą używaną do oceny pracy mózgu po zatrzymaniu krążenia jest *Modified Rankin Scale* (mRS). Jest to skala 7 punktowa, wg. której 0 oznacza brak symptomów, a 6 oznacza śmierć. 3 punkty oznaczają, że pacjent może sam gotować, dbać o swoje finanse, robić zakupy. Wadą tej skali jest brak korelacji z rzeczywistością wynikający ze sposobu oceny który dokonywany jest w szpitalu, podczas gdy po wypisie ze szpitala możliwość wykonywania wcześniej podanych zadań nie jest oceniana i wielokrotnie nie zgadza się z pierwotną opinią [24].

Najbardziej znaną skalą oceny świadomości używaną powszechnie jest 15 punktowa skala Glasgow (GCS), oceniająca otwieranie oczu, kontakt słowny i reakcje ruchową.

Inną metodą jest ocena w skali AVPU gdzie A- oznacza, że pacjent jest przytomny, V- odpowiedź słowną, P-reakcja na ból, U- pacjent nieprzytomny.

3.1. Ocena stanu neurologicznego

U pacjentów, którzy odzyskali przytomność spontanicznie, krótko po zatrzymaniu krążenia lub którzy obudzili się mimo podanych środków sedatywnych po TTM (*The Target Temperature Management*, hipotermia terapeutyczna), prognozy neurologiczne są bardzo korzystne. Ci pacjenci w większości będą mogli powrócić do niezależnego życia.

Elementami oceny neurologicznej są: reakcja źrenic, drgawki, reakcja na ból, aktywność pnia mózgu. Czynniki te stanowią główną miarę oceny funkcji neurologicznych. Drgawki lub mioklonie pojawiające się w ciągu pierwszych 24 godzin po NZK są zwykle oznaką uszkodzenia mózgu i niekorzystnych prognoz. Aczkolwiek ocena ta może nie być dokładna przy zabiegach hipotermii i stosowaniu środków sedatywnych. Drgawki występujące w czasie stanu oziębienia mogą nie wpływać negatywnie na stan neurologiczny, szczególnie gdy dochodzi do tego kilka dni po NZK [10].

Do oceny stanu neurologicznego przydatne są także badania diagnostyczne: elektroencefalografia, somatosensoryczne potencjały wywołane, tomografia komputerowa i rezonans magnetyczny. W badaniach neuroobrazowych po zatrzymaniu krążenia, mogą być widoczne zmiany w korze mózgowej, zwojach podstawy mózgu i we wzgórzu. Jednakże znaczenie tych badań jest tylko ważne po uwzględnieniu stanu neurologicznego pacjenta przy użyciu wcześniej wymienionych elementów oceny.

Ocena stanu neurologicznego powinna być dokonywana każdego dnia, aby nie dopuścić do dalszych powikłań po samym zatrzymaniu krążenia, a także by nie popełnić błędu diagnostycznego [10].

3.2. Zabiegi poresuscytacyjne

Skutecznie przeprowadzone zabiegi resuscytacyjne to dopiero wstęp do przywrócenia jakości życia pacjenta sprzed NZK. Właściwie przeprowadzone zabiegi w opiece poresuscytacyjnej korzystnie wpływają na rokowanie. Opieka ta rozpoczyna się w momencie uzyskanie efektu spontanicznego krążenia (ROSC, *Return of spontaneous circulation*) na miejscu zdarzenia. Kolejny etap to transport pacjenta do ośrodka o najwyższej referencyjności, gdzie będzie zapewniona wielostopniowa opieka, poprzez szybką interwencję przezskórną, przeprowadzenie zabiegu hipotermii, opiekę neurologiczną, przyjęcie do działającego na najlepszym poziomie oddziału intensywnej terapii. Zapewnienie jak najlepszych metod diagnostycznych, wykrywających przyczynę zatrzymania krążenia, daje duże szanse przeżycia w dalszym procesie. Odpowiednie

rozpoznanie to adekwatne leczenie, a właściwe prowadzenie skutecznej wentylacji, stwarza możliwości szybkiego przejścia z wentylacji mechanicznej na oddech własny pacjenta [4].

Podczas opieki poresuscytacyjnej należy kontrolować nadciśnienie, hiperkapnię, hipoksję, hipoksemię, gorączkę, hipoglikemię, hiperglikemię i drgawki. Dla zrozumienia znaczenia opieki poresuscytacyjnej należy przypomnieć, że zaczyna się ona w momencie powrotu spontanicznego krążenia.

Pacjenci po NZK wymagają utrzymania poziomu tlenu w granicach 94-98%. Hiperoksja zaraz po ROSC przyczynia się do powstania stresu tlenowego i wpływa niekorzystnie na niedokrwione poprzednio neurony, a to pogarsza stan neurologiczny. Po zatrzymaniu krążenia poziom glukozy we krwi jest wysoki i wpływa niekorzystnie na stan neurologiczny. Należy dążyć do obniżenia jej poziomu, a następnie utrzymania w granicach do 180 mg% (<10 mmol/l). Hipotermia terapeutyczna ma bardzo korzystny wpływ na stan neurologiczny. W wielu badaniach udowodniono niekorzystny wpływ wysokiej temperatury po NZK. Stąd wprowadzono zabiegi hipotermii jako neuroprotektoryjny sposób, by zwiększyć szansę przeżycia i poprawić jakość życia. Niska temperatura działa ochronnie na organizm. Poprzez skurcz naczyń zmniejsza się zapotrzebowanie na tlen. Im szybciej zastosuje się zabieg hipotermii, tym korzystniej dla pacjenta. W opiece przedszpitalnej, poleca się zastosowanie: worków z lodem, koce chłodzące, hydrożel podawanie dożylnie zimnych płynów w temp. 4 °C [13].

Kolejny korzystny wpływ na stan neurologiczny ma rehabilitacja. Pacjenci często czują zmęczenie (56% pacjentów czuje je nawet po kilku latach) i mają problemy emocjonalne. Pamięć może być zaburzona po NZK, ćwiczenie jej prowadzi do poprawy. Oprócz wymienionych objawów, należy jeszcze wspomnieć o częstej depresji, lęku i stresie pourazowym. Objawy te mogą mieć duży wpływ na powrót do codziennego życia, w tym także do pracy [11].

Objawy zależą od rozległości uszkodzenia mózgu, które jest proporcjonalne do czasu trwania zatrzymania krążenia. Uszkodzenie może być niewielkie lub znaczące w postaci zaburzeń świadomości, zaburzeń pamięci wykonawczej, zaburzeń osobowości. Elementarne zaburzenia neurologiczne mogą obejmować parkinsonizm, dystonię, płasawicę, drżenia, tiki, drgawki, mioklonie. U wielu pacjentów rozwija się wtórne uszkodzenie mózgu, nasilające się w czasie, do

którego zalicza się encefalopatię niedokrwienną z objawami demencji, zespół parkinsonowski, zaburzenia koordynacji i niedowład [14].

Specjalistyczne zabiegi neurorehabilitacyjne należy rozpocząć jak najszybciej. Wpływa to bardzo korzystnie na stan ogólny pacjenta i jego życie. Celem takiej rehabilitacji jest poprawa jakości życia i adaptacja do deficytów po NZK, poprzez ćwiczenia, terapię zajęciową, psychoterapię i fizjoterapię [14].

4. Zatrzymanie krążenia z powodu urazu

Zatrzymanie krążenia z powodu urazu niesie ze sobą duże skutki, w większości kończące się śmiercią. Jednakże u tych pacjentów, u których nastąpił ROSC, skutki neurologiczne okazują się być dużo mniejsze niż u innych pacjentów, u których zatrzymanie krążenia było z innego powodu. Duże znaczenie ma jakość wykonywanych zabiegów medycznych, zarówno przez ZRM jak i w Centrum Urazowym; ważna jest także dostępność do jednostek wyspecjalizowanych. Kluczem dla pozytywnego efektu działania ma zasada CAB (*C-circulation, A-airway, B-breathing*) [15]. Szybka ocena przy użyciu USG np. tamponady serca może być bardzo pomocna w diagnozowaniu przyczyny zatrzymania krążenia, należy ją jednak tak używać, by nie opóźnić interwencji resuscytacyjnych. Nie ma określonych wyznaczników, by przewidzieć efekt po pourazowym zatrzymaniu krążenia. Reakcja żrenic, zorganizowany rytm w EKG, aktywność oddechowa, krótki czas prowadzonych zabiegów RKO, są określane jako korzystnie wpływające na efekty neurologiczne. Wynik w dużej mierze zależy od wieku pacjenta; dzieci mają lepsze prognozy niż dorośli. Badania wykazały dobre efekty neurologiczne w przypadku pacjentów, u których obserwowano zatrzymanie krążenia w przebiegu migotania komór (VF) 36,4%, w przypadku PEA (*pulseless electrical activity*) 7%, asystolii 2,7 % [11]. Ważne, by w stanie zagrożenia życia znaczące interwencje przeprowadzać jak najszybciej, a następnie wdrażać zasadę „scoop and run” czyli zabierz i jedź, by pacjenci pourazowi mogli być zaopatrywani na bloku operacyjnym.

5. Przeżycie do wypisu ze szpitala. Zależność od metod resuscytacji. Rokowania

Pomimo ciągłego ulepszania procesów łańcucha przeżycia, wpływającego na skuteczność zabiegów resuscytacyjnych a tym samym ilość przeżyć, statystyki nadal są złe. Mimo wielu lat doświadczeń i postępu, raporty przeżywalności po pozaszpitalnym zatrzymaniu krążenia (OHCA, *out of hospital cardiac arrest*) są niekorzystne. Częstość przypadków OHCA

w Europie to ok 60% wezwań, a w USA 58%. Przeżywalność różni się zależnie od regionów, co szczególnie jest widoczne w USA, gdzie w stanie Alabama przeżywalność wynosi 1.1% a w Seattle 8,1%. W Polsce ocenia się, że ok 10% pacjentów przeżywa po kardiologicznej przyczynie NZK, która stanowi ok. 70% przyczyn OHCA, a 6% przeżywa do 12 miesięcy. Częstość występowania NZK w rytmie VF w Polsce, to około 44%. Resuscytacja była podejmowana przez świadków zdarzenia w 23%, a czas dotarcia ZRM do pacjenta to średnio 7 min (2-28 min) [4]. W Polsce brak jest oficjalnych danych o ilości zatrzymań krążenia, a także prowadzonych resuscytacji. Na podstawie badań statystycznych w mieście Krakowie w roku 2005 oszacowano, że do NZK dochodziło u ok. 89 osób/100 000 mieszkańców/rok [16]. W regionie Katowice wyliczono 49/100 tys./rok, a przeżycie do wypisu ze szpitala wynosiło 10,2%, przeżycie roczne 6,1% [17]. W latach 2009-2010 Krakowskie Pogotowie Ratunkowe (KPR) przekazało dane do rejestru EURECA (*European Registry of Cardiac Arrest*), wg których w 54 przypadkach na 100 000 podjęto działania resuscytacyjne po zatrzymaniu krążenia. U 40% pacjentów uzyskano ROSC i zostali oni przyjęci do szpitala [18].

Należy wspomnieć, że do najważniejszych czynników rokujących powodzenia zabiegów resuscytacyjnych w łańcuchu przeżycia należą: rozpoczęcie RKO przez świadka zdarzenia, czas użycia AED, wystąpienie rytmu VF [4].

Jednym z najważniejszych elementów rokowania, jest mechanizm w jakim dochodzi do zatrzymania krążenia. Jeżeli do NZK dochodzi w rytmie astystolii lub PEA, to jedynie u ok 10% pacjentów udaje się przywrócić spontaniczne krążenie, a 0-2% pacjentów zostaje wypisanych ze szpitala. Te złe wyniki wiążą się prawdopodobnie z czasem, w którym pacjent oczekiwał na pomoc i w którym, potencjalny rytm VF przeszedł w rytm nie kwalifikujący się do defibrylacji [4].

Wyniki są dużo lepsze jeśli pierwotnym rytmem zatrzymania krążenia jest VF, utrzymujące się do czasu udzielenia pomocy. Ok 25-40% pacjentów z VF przeżywa do wypisu ze szpitala. Rytm VF w większości przypadków pojawia się u pacjentów z pierwotnie kardiologiczną przyczyną NZK [4]. Globalnie ilość zatrzymań krążenia w rytmie VF z każdym rokiem maleje, co można tłumaczyć wydłużeniem się życia przez postęp medycyny i promocję zdrowia.

Kolejnym ważnym elementem jest jak najszybsze podjęcie działań przez świadka zdarzenia i czas utrzymywania tych działań, nawet po ich przejęciu

przez profesjonalny zespół ratownictwa medycznego. Badania dowiodły, że RKO prowadzone przez świadka zdarzenia są mało efektywne jeśli chodzi o dopływ krwi do mózgu, ale są wystarczająco istotne, by dać szansę pacjentowi na dalsze życie. Dodatkowo prowadzenie zabiegów uciskania klatki piersiowej daje pacjentowi większe szanse na utrzymanie rytmu VF, a przez to możliwość defibrylacji. Prowadzenie zabiegów RKO przez świadka zdarzenia zwiększa szanse przeżycia o 0,3-1%. Czas opóźnienia pierwszej defibrylacji o każdą minutę daje spadek szans o 0,7-2,1 % [4], inne źródła podają spadek przeżycia o 10-12% w przypadku zauważonego VF i braku prowadzenia RKO, natomiast szansa przeżycia maleje tylko o 3-4 % gdy RKO jest prowadzone [19]. Po upływie 12 minut od zatrzymania krążenia szanse przeżycia wynoszą już tylko 2-5 % [4]. W Polsce mediana czasu przybycia zespołu ratownictwa medycznego to 5-8 min. Ustawa przewiduje, że czas ten nie powinien przekraczać 15 min w mieście i 20 min poza miastem [25]. Statystycznie użycie defibrylatora następuje po ok 11 minucie od NZK [4]. Z powodu tak ogromnych skutków opóźnień w podjęciu zabiegów resuscytacyjnych, istotną rolę przykłada się do użycia AED przez świadków zdarzenia.

Ważnym elementem rokowniczym, wpływającym na skuteczność zabiegów jest wiek pacjenta. Im starsza osoba, tym rokowania są gorsze. Kolejnym elementem dającym niekorzystne wyniki są towarzyszące choroby: przebyty wcześniej zawał, udar czy cukrzyca, a także towarzysząca otyłość.

Duże znaczenie dla sukcesu ma miejsce wystąpienia zdarzenia. W badaniach udowodniono, że większe szanse mają pacjenci, u których do OHCA doszło w miejscu publicznym. Jednak aż w 80% przypadków do NZK dochodzi w domu. Oczywiście dodatkowym elementem korzystnym jest obecność w chwili zachorowania osoby przeszkolonej medycznie [4].

Badania wykazały również korzystne znaczenie wystąpienia bólu w klatce piersiowej przed nastąpieniem NZK. ZRM w tych przypadkach jest wzywany wcześniej, co daje lepsze efekty [4].

Kolejna metoda zwiększająca szanse pacjenta na przeżycie i dobry stan neurologiczny, to zastosowanie wcześniej wspomnianej hipotermii terapeutycznej. Niedokrwienie mózgu i jego niedotlenienie w czasie zatrzymania krążenia jest odpowiedzialne za 70% śmiertelności. Jak najszybsze wprowadzenie hipotermii, zostało udowodnione jako sposób ochrony mózgowia. Obniżenie temperatury pacjenta do 32-34 stopni Celsjusza przez 24 godziny daje lepsze rokowania [13].

6. Różnice między polskimi i amerykańskimi procedurami

Zatrzymanie krążenia występuje w Stanach Zjednoczonych u ok 424 000 ludzi rocznie a przeżycie do wypisu ze szpitala, szacuje się na 10,4% [20]. W Europie liczba ta osiąga 700 000. Wg danych z 2005 roku, w Polsce do NZK doszło u 55.6 osób/100 000/rok [14].

Pomimo prób ujednoczenia systemu i tworzenia uniwersalnego podejścia, mającego na celu zwiększyć szanse przeżycia pacjenta każdy kraj charakteryzuje się odmiennymi metodami resuscytacyjnymi. Zasady resuscytacji w USA są publikowane przez American Heart Association (AHA), w Polsce opieramy się na wytycznych Europejskiej Rady Resuscytacji (ERC, *European Resuscitation Council*). Obie te organizacje opierają się na danych z ILCOR (*International Liaison Committee on Resuscitation*). Oba kraje mają wiele wspólnego i dążą do tego samego celu. W większości procedury pokrywają się, wynika to ze wspólnego źródła danych, jednakże istnieją pewne różnice.

6.1. Wytyczne AHA i ERC

W obu krajach uważa się, że za skuteczność zabiegów resuscytacyjnych odpowiadają takie czynniki jak: wczesne rozpoznanie zatrzymania krążenia, obecność świadka na miejscu zdarzenia, kontakt z dyspozytorem, rozpoczęcie RKO, użycie AED w rytmach do defibrylacji, jak najszybsze przybycie zespołu medycznego, kontynuacja zabiegów resuscytacyjnych i opieka poresuscytacyjna. Zasady te są ogólne i łączą się. Różnice widać w szczegółach postępowania.

Zarówno w Polsce jak i USA panuje zasada, że pierwsza pomoc (BLS) zaczyna się od sprawdzenia przytomności, następnie sprawdzenia obecności własnego oddechu, a przy jego braku, wytyczne nakazują wezwanie pomocy i następnie rozpoczęcie CPR w częstotliwości 30:2. AED należy użyć jak najszybciej, jeśli jest dostępne. ERC zaleca sprawdzanie oddechu poprzez zasadę „ patrz, słuchaj, pocuj”, natomiast AHA odwołuje się tylko do wizualnej opcji potwierdzenia oddechu, nie wdraża otwierania ust i zagłądania do gardła. ERC mówi o częstotliwości uciskania klatki piersiowej 100-120/min, a AHA podkreśla, że ma to być tylko powyżej 100/min. Wentylacja nie powinna przerywać uciskania klatki piersiowej na więcej niż 5 sekund według ERC, natomiast według AHA może to trwać do 10 sekund. Obie grupy zgadzają się, że dobrej jakości uciskanie klatki piersiowej powinno być prowadzone z minimalnymi przerwami [21].

Podaż leków takich jak adrenalina i amiodaron według ERC jest rekomendowana po trzeciej defibrylacji, podczas gdy AHA zaleca stosowanie adrenaliny po drugiej defibrylacji a amiodaron dopiero po trzeciej. Brak dowodów, by którakolwiek z metod była lepsza i dawała różnice w końcowym efekcie [21].

W wytycznych AHA nadal widnieje wazopresyna jako alternatywa dla adrenaliny, natomiast w danych ERC pojawia się tylko adrenalina.

W wytycznych ERC odwracalne przyczyny zatrzymania krążenia to 4H i 4T. W AHA - 5H i 5T. Jako dodatkowe „H” amerykańanie dodają kwasice (hydrogeniones), a w oznaczeniach „T” osobno wyznaczają zatorowość płucną i zatorowość wieńcową.

Zabiegi kardiowersji i elektrostymulacji są dozwolone do przeprowadzenia przez paramedyka w Stanach Zjednoczonych, natomiast w Polsce dopiero w wytycznych z 2015 pojawia się przepis, dopuszczający użycie tych metod przez ratownika, ale po wcześniejszej konsultacji z lekarzem [11].

Różnią się od siebie napięcia energii użyte w defibrylacji pediatrycznej. W ERC zalecana jest dawka napięcia u dzieci 4 J/kg m.c, natomiast AHA zaczyna od 2 J/kg m.c, która dopiero po nieskutecznej próbie zwiększana jest do 4 J/kg m.c. W przypadku pacjentów pediatrycznych znana jest nam zasada 5 wdechów przed rozpoczęciem uciskania klatki piersiowej. AHA nie zaleca takiej metody, mówi o bezpośrednim uciskaniu klatki piersiowej. Według ERC BLS powinno być prowadzone przez 1 min w przypadku jednego ratownika i dopiero po tym czasie udanie się po pomoc. AHA uważa, że po wezwaniu innych sił, należy udać się dopiero po 2 min [21].

Podaż tlenu w czasie NZK powinna być na poziomie 100%. Według ERC po uzyskaniu ROSC oksigenacja powinna zachodzić tak, by saturacja wynosiła $\geq 94\%$, natomiast AHA poleca użycie cały czas wysokich stężeń FiO₂ (*Fraction of Inspired Oxygen*) tak by utrzymać saturację na poziomie 100% [21].

6.2. Różnice personalne

W Stanach Zjednoczonych wyróżnia się dwa typy ratowników: EMT (Emergency medical technician) i Paramedic. EMTs to ratownik udzielający pierwszej pomocy (BLS), znający zasady CPR, opatrujący rany, potrafiący zapewnić wentylację pacjentowi z użyciem podstawowego sprzętu. By uzyskać licencję ratownika EMT należy przejść odpowiednie 6 miesięczne szkolenie (120-160 h), zakończone stanowym egzaminem. Po

dodatkowych 300 godzinach szkolenia, ratownik ten jest przygotowany to założenia wkłucia dożylnego, podaży określonych leków, prowadzenie zaawansowanej wentylacji, zrobienia EKG.

Drugim typem ratowników są paramedycy. By uzyskać tytuł, należy odbyć 2 letnie szkolenie w szkole wyższej (niektóre szkoły wymagają 6 miesięcznego doświadczenia jako EMT), gdzie ratownik otrzymuje wiedzę z zakresu ALS (*Advanced Life Support*), do której należy intubacja, podaż leków m.in: epinephrine, atropine, calcium chloride, bicarbonatum, glucose D50, narcan. Uczy się także techniki odbarczenia odmy prężnej, defibrylacji, kardiowersji, elektrostymulacji.

Ambulansy w USA obsługiwane są przez personel medyczny dwuosobowy. W 99% karettek w USA personel dwuosobowy obejmuje jednego paramedyka i EMT, w pozostałym 1 % ambulansów amerykańskich, pracuje dwóch EMT lub dwóch paramedyków. W Polsce mamy zespoły dwu lub trzy osobowe i karetki typu „P” i „S”. W ich skład wchodzi ratownicy medyczni, pielęgniarki systemu a w przypadku karettek „S” także lekarze.

Aby pracować jako dyspozytor w Ameryce wystarczy skończyć liceum, a doświadczenie nie jest wymagane, bowiem odpowiedni trening jest zapewniany przez pracodawcę. W Polsce dyspozytorem medycznym może być tylko osoba z odpowiednim wykształceniem i 5 letnim doświadczeniem. Numer ratunkowy w USA to 911 i odpowiada on polskiemu 112. Różnica jest taka, że dyspozytor 911 deleguje odpowiednie środki do poszkodowanego bezpośrednio po odebraniu zgłoszenia. W Polsce dyspozytor z numeru 112 przekierowuje połączenie dzwoniącego do dyspozytorni medycznej, do której można by zadzwonić bezpośrednio wybierając numer 999, ale jeżeli zostanie użyta pierwsza metoda to daje to duże opóźnienia w procesie udzielania pomocy.

6.3. Różnice sprzętowe. Umiejętności

Amerykanie do transportu pacjentów używają w większości Stanów samochodów marki Ford E-350 lub Chevrolet G3500. Charakterystyczną cechą tych samochodów jest kwadratowe nadwozie. Daje to możliwości przewożenia dużej ilości sprzętu z zachowaniem możliwości swobodnego poruszania w środku samochodu. W Polsce popularnym samochodem jest Renault Master czy Mercedes Sprinter. Oba samochody są dość funkcjonalne, ale w porównaniu z amerykańskimi, są mniejsze i dużo bardziej podatne na wstrząsy, co w polskich warunkach, daje dość uciążliwe odczucia dla pacjenta i personelu.

Problem środków transportu został poruszony, by wykazać kolejną różnicę w zabiegach resuscytacyjnych w obu krajach, dotyczącą możliwości RKO podczas transportu pacjentów. W Polsce, wg nowych wytycznych, dopuszcza się taką możliwość tylko, gdy znana jest przyczyna zatrzymania krążenia. Głównie dotyczy to pacjentów, u których do zatrzymania krążenia doszło z powodów kardiologicznych i którzy są transportowani do ośrodka hemodynamiki. Natomiast w Stanach, transport w trakcie CPR jest dość powszechny. Ratownicy podejmują taką decyzję na miejscu zdarzenia, a każdy szpitalny oddział ratunkowy przyjmuje pacjenta po zatrzymaniu krążenia i kontynuuje ratowanie życia. Głównym kryterium nie podejmowania transportu do szpitala, jest czas dotarcia do niego. Gdy jest zbyt długi, zespół medyczny decyduje się wtedy na walkę o życie pacjenta na miejscu zdarzenia. Dodatkowym atutem jest odpowiedni środek transportu i stan dróg. W Ameryce przeprowadzono wiele badań, udowadniających niekorzystny wpływ transportu podczas CPR. Wiąże się to głównie z wpływem drgań na jakość pracy ratownika. Udowodniono mniejszą głębokość ucisków klatki piersiowej, nie udowodniono natomiast zmniejszenia częstotliwości ucisków [22].

Ratownicy amerykańscy uczą się intubacji, podobnie jak polscy, na manekinach, ale w trakcie praktyk w szpitalach przykładą się w USA dużą wagę do tego, by ratownik przeprowadził taki zabieg pod nadzorem anestezjologa również na pacjencie. Zabiegi intubacji w Polsce są dozwolone tylko podczas zatrzymania krążenia, podczas gdy w Ameryce, paramedyk może przeprowadzić intubację w przypadku każdej niewydolności oddechowej przy braku odruchu gardłowego lub po stwierdzeniu GCS < 8 [26].

Ważnym ułatwieniem pracy ratownika w USA, jest gotowy do użycia sprzęt. Ratownicy mają do dyspozycji przygotowane, gotowe do użycia strzykawki z lekami, między innymi: z adrenaliną (1mg w 10 ml strzykawce, uzupełnione roztworem rozcieńczającym), atropiną, lidokainą, calcium, natrium bicarbonicum, glukozą, naloksonem.

Podczas nieskutecznych zabiegów resuscytacyjnych zarówno Polacy jak i Amerykanie mają

podobne zasady odstąpienia od prowadzonych działań. Amerykanie dodatkowo mogą stwierdzić zgon na miejscu zdarzenia, zależnie od zasad jakie panują w danym Stanie. Jedni mogą to robić samodzielnie, w oparciu o protokół astystolii, potwierdzonej w przynajmniej dwóch odprowadzeniach. Inni stwierdzają zgon po skonsultowaniu radiowym z lekarzem i przedstawieniu mu sytuacji, wtedy oficjalnie lekarz stwierdza zgon przez radio [27]. W Polsce według ustawy zgon może być stwierdzony tylko przez lekarza lub felczera [23].

7. Podsumowanie

Zatrzymanie krążenia jest powodem śmierci wielu ludzi na całym świecie. Jest problemem globalnym, który mimo postępującej wiedzy niewiele się zmienił w ciągu ostatniej dekady. Co roku widzimy lepsze wyniki, ale nie są one nawet bliskie satysfakcjonujących. Przeżycie po zatrzymaniu pracy serca jest niewielkie, tylko 7-10 % pacjentów przeżywa do 30 dnia, 5-8 % żyje dłużej niż rok [21]. Kluczowe znaczenie, ma jak najszybsze rozpoznanie zatrzymania krążenia i wdrożenie zabiegów ratujących życie. To, czy pacjent przeżyje, zależy od wielu czynników biorących udział w postępowaniu resuscytacyjnym i każdy z nich jest ogniwem niezbędnym do sukcesu, jakim jest bijące serce i funkcjonujący mózg. W wytycznych z 2015 roku, kładzie się nacisk na komunikację pomiędzy wzywającym pomocy dla poszkodowanego a dyspozytorem medycznym. Dostrzeżono jak ważne dla życia jest wczesne rozpoczęcie masażu serca. Dyspozytor instruując świadka zdarzenia, rozpoczyna proces ratowania nie tylko życia, ale i też znacząco wpływa na późniejszą jakość jego życia.

Podobieństwo pomiędzy procedurami, które ma prawo wykonać paramedyk amerykański i polski ratownik medyczny jest duże. Różnice dotyczą możliwości wykonywania CPR podczas transportu i niektórych udogodnień sprzętowych. Można stwierdzić, że w Polsce, głównym powodem nie podejmowania CPR w trakcie transportu, jest jakość dróg i ryzyko niekorzystnego wpływu na prowadzone zabiegi resuscytacyjne.

Piśmiennictwo

1. Ewa Kondrat, Dorota Dobrzyń-Matusiak. Analiza pacjentów po nagłym zatrzymaniu krążenia przyjmowanych na oddział intensywnej terapii Śląskiego Centrum Chorób Serca. Wydawnictwo DUX, 2013; 12-20.
2. Mohamud R. Daya, Robert H. Schmicker, Dana M. Zive, Thomas D. Rea, Graham Nichol, Jason E. Buick, Steven Brooks, Jim Christenson, Renee MacPhee, Alan Craig, Jon C. Rittenberger, Daniel P. Davis, Susanne May, Jane Wigginton, Henry Wang, for the Resuscitation Outcomes Consortium Investigators. Out-of-hospital cardiac arrest survival improving over time: Results from the Resuscitation Outcomes Consortium (ROC). *Resuscitation* 91 (2015) 108–115
3. K. Wrzosek, E. Szczepańczyk. Resuscytacja krążeniowo-oddechowa. Wydawnictwo Czelej Lublin 2007, t. II, 623-624
4. Aleksander Zeliaś. Wczesna strategia inwazyjna jako nowy element łańcucha przeżycia u zresuscytowanych pacjentów po pozaszpitalnym nagłym zatrzymaniu krążenia o prawdopodobnie wieńcowej etiologii. Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum Wydział Lekarski 2012
5. Schneider A, Böttiger BW, Popp E. Cerebral resuscitation after cardiocirculatory arrest. *Anesth Analg* 2009; 108: 971-979.
6. Ewa Krzyżanowska, Andrzej Friedman. Zaburzenia neuropsychologiczne u pacjentów po kardiogenym niedotlenieniu mózgu. *Neuropsychiatria i Neuropsychologia* 2012; 7, 1: 26–34
7. Böttiger BW, Schmitz B, Wiessner C, et al. Neuronal stress response and neuronal cell damage after cardiocirculatory arrest in rats. *J Cereb Blood Flow Metab* 1998; 18: 1077- 1087.
8. Celina Gogola, Justyna Suliga, Monika Mazurek, Mariola Bartusek, Izabela Męzyk, Bogusława Serzysko, Angieszka Kobiółka, Beata Naworska. Selektywne chłodzenie mózgu noworodka przy niedotlenieniu okołoporodowym. *Zdrowie Dobrostan* 2/2013
9. Harukuni I, Bhardwaj A. Mechanisms of brain injury after global cerebral ischemia. *Neurol Clin* 2006; 24: 1-21.
10. Cronberg T, Brizzi M, Liedholm LJ, Rosén I, Rubertsson S, Rylander C, Friberg H. Neurological prognostication after cardiac arrest--recommendations from the Swedish Resuscitation Council. *Resuscitation* 2013 Jul;84(7):867-72. doi: 10.1016/j.resuscitation.2013.01.019. Epub 2013 Jan 29.
11. Koen Monsieurs, Jerry Nolan, Janusz Andres, Paweł Krawczyk, Edyta Drab, Marta Dembkowska. Podsumowanie kluczowych zmian w Wytycznych Resuscytacji 2015 ERC. Polska Rada Resuscytacji 2015
12. Moulart VR, Verbunt JA, van Heugten CM, Wade DT. Cognitive impairments in survivors of out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review. *Resuscitation* 2009; 80: 297- 305.
13. Działamara J. Zastosowanie hiptermii terapeutycznej po nagłym zatrzymaniu krążenia . *Pielęgniarstwo Anestezjologii w Intensywnej Opiece* 2013;1:11-15
14. Katarzyna Ewa Polanowska¹, Iwona Marta Sarzyńska-Długosz¹, Agnieszka Ewa Paprot¹, Świetlana Sikorska¹, Joanna Barbara Seniów¹, Grzegorz Karpiński², Robert Kowalik², Grzegorz Opolski², Anna Członkowska¹. Neuropsychological and neurological sequelae of out-of-hospital cardiac arrest and the estimated need for neurorehabilitation: a prospective pilot study. *Kardiologia Polska* 2014; 72, 9: 814–822; DOI: 10.5603/KP.a2014.0087
15. John Emory Campbel. International Trauma Life Support. Ratownictwo przedszpitalne w urazach. *Medycyna Praktyczna* 2015
16. Cebula, G., Analiza występowania nagłych zatrzymań krążenia w miejscach publicznych w dzielnicy Kraków-Śródmieście, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum Kraków 2015
17. Rudner, R., et al., Survival after out-of-hospital cardiac arrests in Katowice (Poland): outcome report according to the "Utstein style". *Resuscitation*, 2004. 61(3): p. 315-25.
18. Cebula, G. and A. Zeliaś. Zatrzymania krążenia poza szpitalem - co wiemy. Europejski Rejestr Zatrzymań Krążenia EuReCa. 2011; Available from: <http://www.prc.krakow.pl/eureca/index.html>
19. Wytyczne resuscytacji 2010, pod redakcją naukową Janusza Andersa, Polska Rada Resuscytacji, Kraków 2010
20. AHA Releases Latest Statistics on Out-of-Hospital Cardiac Arrest 2014
21. Lars Egger, Markus Berger, Martin Luginbüh. Resuscitation guidelines 2010: What is different on both sides of the Atlantic Ocean? *Trends in Anaesthesia and Critical Care* Volume 1, Issues 5–6, October–December 2011, Pages 230–237
22. Kurz MC, Dante SA, Puckett BJ. Estimating the impact of off-balancing forces upon cardiopulmonary resuscitation during ambulance transport. *Resuscitation* 2012 Sep;83(9):1085-9. doi: 10.1016/j.resuscitation.2012.01.033. Epub 2012 Feb 1
23. Rozporządzeniem Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z 3 sierpnia 1961 r. w sprawie stwierdzenia zgonu i jego przyczyny (Dz. U. z 1961 r., nr 39, poz. 202)
24. Alexa R. Sabedra, Jeffrey Kristan, Ketki Raina, Margo B. Holm, Clifton W. Callaway, Francis X. Guyette, Cameron DeZfulian, Ankur A. Doshi, Jon C. Rittenberger. Neurocognitive outcomes following successful resuscitation from cardiac arrest. *Resuscitation* 90 67-72 2015
25. Ustawa z dnia 8 września 2006 r. o Państwowym Ratownictwie Medycznym
26. Michigan General Procedures. Emergency Airway. Macomb County EMS Medical Control Authority 2012
27. Michigan General Procedures Termination of resuscitation. Macomb County EMS Medical Control Author 2012