

mgr Tomasz Kłosiewicz¹

Przyjęty/Accepted/Принята: 04.07.2015;

Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 18.03.2016;

Opublikowany/Published/Опубликована: 30.06.2016;

Kapnometria jako narzędzie pomocne w resuscytacji

Capnometry as a Device Helpful in Resuscitation

Капнометрия - метод, который помогает при сердечно-легочной реанимации

ABSTRAKT

Cel: Przedstawienie kapnometrii jako narzędzia pomocnego w prowadzeniu działań resuscytacyjnych. Wyjaśnienie podstaw działania urządzenia. Prezentacja dostępnych na rynku urządzeń oraz prawidłowej techniki wykonania badania i interpretacji uzyskanego wyniku.

Wprowadzenie: Prowadzenie resuscytacji krążeniowo-oddechowej u poszkodowanych z nagłym zatrzymaniem krążenia należy do podstawowych obowiązków strażaków-ratowników. Najważniejszymi elementami prawidłowo prowadzonej RKO są uciśnięcia klatki piersiowej oraz defibrylacja. Wysoka jakość szybko podjętych uciśnięć klatki piersiowej jest podkreślana w obowiązujących wytycznych Europejskiej Rady Resuscytacji z 2015 roku. Działania powinny być na bieżąco oceniane przez ratowników zarówno za pomocą zmysłu wzroku, jak i dodatkowych narzędzi. Badanie zawartości dwutlenku węgla w wydychanym powietrzu (kapnometria) jest metodą, która polega na kolorymetrycznej lub spektrofotometrycznej analizie składu gazu, który wydostaje się z płuc uszkodzonego podczas wydechu. Zabieg ten rutynowo stosują zespoły ratownictwa medycznego w trakcie wykonywania medycznych czynności ratunkowych, między innymi do oceny jakości prowadzonych uciśnięć klatki piersiowej oraz prawidłowego zabezpieczenia drożności dróg oddechowych. Wykazano zależność między zawartością dwutlenku węgla w wydychanym powietrzu a wartością rzutu serca, który jest generowany przez kompresję klatki piersiowej, przy stałej wentylacji minutowej. Niektóre urządzenia wskazują liczbę wykonywanych przez ratownika oddechów na minutę. Funkcja ta pozwala uniknąć nadmiernej wentylacji, która jest częstym zjawiskiem niepożądanym. Proste w użyciu, jednorazowe detektory wydychanego dwutlenku węgla od dwóch lat wchodzi w skład minimalnego wyposażenia zestawu ratowniczego R1, którym dysponują jednostki Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego.

Wnioski: Należy dążyć do rutynowego i świadomego stosowania detektorów wydychanego dwutlenku węgla podczas prowadzenia resuscytacji krążeniowo-oddechowej przez strażaków-ratowników.

Znaczenie dla praktyki: Ratownicy prowadzący resuscytację krążeniowo-oddechową z wykorzystaniem kapnomietru mogą skutecznie oceniać jakość wykonywanych uciśnięć klatki piersiowej. Dzięki kapnometrom mogą na bieżąco korygować ewentualne błędy, związane z niewystarczającym wyrzutem krwi z serca. Podniesienie jakości działań prowadzonych przez strażaków u osoby z nagłym zatrzymaniem krążenia może wpłynąć korzystnie na dalsze działania prowadzone przez jednostki ochrony zdrowia, a w efekcie zwiększyć szanse przeżycia osób ratowanych.

Słowa kluczowe: resuscytacja, jakość, kapnometr, dwutlenek węgla, detektor

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

ABSTRACT

Aim: The aim of this article, is to show capnometry as a device that is helpful in resuscitation attempts; understanding the basics of the device; presentation of equipment available on the market, appropriate testing method and interpretation of its results.

Introduction: One of the responsibilities of rescuers-firefighters is to perform cardiopulmonary resuscitation on sudden cardiac arrest victims. The most important actions of well performed CPR are: chest compressions and defibrillation. High quality of quickly undertaken chest compressions is emphasized in the European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation of 2015. The actions should be evaluated by rescuers on an ongoing basis, using both sight and additional tools. Measurement of carbon dioxide in exhaled air (capnometry) is a method based on colorimetric or spectrophotometric analysis of the composition of gas that comes out of the victim's lungs during exhalation. This procedure is routinely used by emergency medical service teams during performing emergency medical procedures inter alia to assess the quality of chest compressions. It has been estimated that the content of carbon dioxide in exhaled air correlates with the value of cardiac output that is generated by compression of the chest, at constant minute ventilation. In addition, some devices indicate the amount of breaths performed by the rescuer per minute. Due to this fact excessive ventilation that is undesirable, but often occurs is avoided. Simple to use, disposable end-tidal carbon dioxide detectors two years ago were included in the minimum composition of R1 rescue set, that is available for the National Firefighting and Rescue System units.

Conclusion: Efforts should be made on routine and purposeful usage of end-tidal CO₂ detectors during cardiopulmonary resuscitation performed by rescuers-firefighters.

Significance for practice: Rescuers, who provide cardiopulmonary resuscitation, have a possibility to efficiently assessment of chest

¹ Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu / Poznan University of Medical Sciences; klosiewicz.tomek@gmail.com;

compressions that are being performed. This allows them to immediately correct possible mistakes due to insufficient ejection of blood from the heart. Increasing the quality of procedures undertaken by firefighters for a patient, who suffered from sudden cardiac arrest, may affect further actions carried out by healthcare providers, and consequently increase the chances of survival.

Keywords: resuscitation, quality, capnometer, carbon dioxide, detector

Type of article: review article

АННОТАЦИЯ

Цель: Представить читателю капнометрию в качестве возможной для использования техники при проведении сердечно-легочной реанимации. Объяснить основные принципы работы устройства. Представить различные доступные на рынке устройства, а также правильные техники проведения анализов и интерпретации полученных результатов.

Введение: Сердечно-легочная реанимация у пострадавших с внезапной остановкой сердца принадлежит к основным обязанностям пожарных-спасателей. Важнейшие элементы правильной СЛР это: компрессия грудной клетки и дефибриляция. Важность высококачественной и быстро начатой компрессии грудной клетки подчеркивается в действующих принципах Европейского Совета По Реанимации от 2010 года. Спасатели должны все время оценивать выполняемые ими действия как зрительно, так и с использованием дополнительных приборов. Измерение содержания углекислого газа в выдыхаемом воздухе (капнометрия) представляет собой метод, заключающийся в колориметрическом или спектрофотометрическом анализе состава газа, выходящего из легких пострадавшего при выдохе. Эту процедуру обычно используют бригады скорой медицинской помощи во время предоставления медицинской помощи, а именно, для оценки качества компрессии грудной клетки и соответственного обеспечения проходимости дыхательных путей пострадавшего. Установлена зависимость между содержанием углекислого газа в выдыхаемом воздухе и величиной сердечного выброса, который генерируется при сжатии грудной клетки, при постоянной минутной вентиляции. Кроме того, некоторые устройства указывают количество выполняемых спасателем вдохов в минуту. Это позволяет избежать чрезмерной вентиляции, которая представляет собой нежелательное, но часто наблюдаемое явление. Простые в использовании, одноразовые детекторы выдыхаемого углекислого газа в течении двух лет включены в минимальный комплект спасательного оборудования R1, которым оснащены подразделения Национальной Спасательно-Гасящей Системы.

Выводы: Следует стремиться к рутинному и осведомленному использованию детекторов выдыхаемого углекислого газа во время проведения сердечно-легочной реанимации пожарными-спасателями (парамедиками).

Значение для практики: Спасатели, которые проводят сердечно-легочную реанимацию могут эффективно оценивать качество проводимой ими компрессии грудной клетки. Это позволит сразу исправлять ошибки, когда действия спасателя генерируют слишком малый и недостаточный выброс крови из сердца. Повышение качества действий, проводимых пожарными у людей с внезапной остановкой сердца, может повлиять на дальнейшие действия бригад, а последствия также повысить шансы на выживание пострадавшего.

Ключевые слова: реанимация, качество, капнометр, углекислый газ, детектор

Вид статьи: обзорная статья

1. Cel

Celem pracy jest przedstawienie czytelnikowi możliwości wynikających z prostego do wykonania pomiaru zawartości dwutlenku węgla w wydychanym powietrzu u poszkodowanego z nagłym zatrzymaniem krążenia.

2. Wprowadzenie

W lipcu 2013 roku Komendant Główny Państwowej Straży Pożarnej wprowadził nowe zasady organizacji ratownictwa medycznego w Krajowym Systemie Ratowniczo-Gaśniczym. Zgodnie z załącznikiem nr 3 do dokumentu rozszerzono minimalny standard wyposażenia podmiotów KSRRG w zestawy ratownictwa medycznego. Jako jeden z dodatkowych elementów zestawu wprowadzono jednorazowy detektor dwutlenku węgla [1]. Jest on prostym w użyciu urządzeniem mierzącym istotny parametr, który należy brać pod uwagę jako jeden z wyznaczników prawidłowo prowadzonych działań. Gdy u poszkodowanego dojdzie do nagłego zatrzymania krążenia, procesy metaboliczne nie ustają natychmiast. Rezerwa tlenu obecna we krwi jest w stanie zaspokoić podstawowe potrzeby metaboliczne komórek przez pierwsze minuty. Po tym czasie, w skutek niedotlenienia w organizmie dochodzi do nieodwracalnych zmian prowadzących do śmierci. Jednym z warunków przeżycia poszkodowanego i jego powrotu do zdrowia jest natychmiastowe podjęcie resuscytacji krążeniowo-oddechowej. Kluczowym ogniwem, poza bezpośrednimi świadkami zdarzenia, są jednostki KSRRG, które w wielu przypadkach przybywają na miejsce zdarzenia przed zespołem ratownictwa medycznego. W takich sytuacjach ratowanie życia poszkodowanego wymaga od strażaków szybkiego wykonania uciśnięć klatki piersiowej. Europejska Rada Resuscytacji, jako organ publikujący wytyczne

postępowania w zakresie, między innymi, resuscytacji krążeniowo-oddechowej, wyjątkowo mocno podkreśla istotę wysokiej jakości uciśnięć klatki piersiowej. Ważna jest głębokość uciśnięć, która powinna wynosić co najmniej 5 cm, ale nie więcej niż 6 cm, ich tempo – co najmniej 100/min, lecz nie więcej niż 120/min, całkowite rozprężenie klatki piersiowej po każdym uciśnięciu i odpowiednie ułożenie rąk (na środku klatki piersiowej). Podkreśla się również konieczność zmiany uciskającego co 2 minuty, dzięki czemu zapobiega się zmęczeniu ratownika i obniżeniu jakości działań. Istotne jest także unikanie zbędnych, nawet najkrótszych przerw w uciśnięciach, które znacząco obniżają szanse na przeżycie [2]. Przy stałej wentylacji minutowej ilość wydychanego dwutlenku węgla ściśle koreluje z wartością rzutu serca [3]. Zgodnie z obowiązującymi od 2015 roku wytycznymi Europejskiej Rady Resuscytacji ciągła ocena etCO₂ przy użyciu kapnometru stanowi jeden z elementów bieżącej oceny jakości RKO [2]. Znajomość przez ratowników zasad obsługi tego urządzenia oraz używanie go podczas akcji ratunkowych jest ważnym czynnikiem oceny jakości podejmowanych przez nich działań.

3. Informacje o dwutlenku węgla w organizmie

W trakcie prawidłowej pracy dwutlenek węgla jest wytwarzany jako produkt uboczny utleniania glukozy. Proces ten jest niezbędny do życia, służy do pozyskiwania energii i odbywa się na poziomie komórkowym. Dwutlenek węgla z komórki dostaje się do krwi i wraz z nią jest transportowany do płuc. Tam dyfunduje do światła pęcherzyków i jest usuwany z organizmu podczas wydechu. Pomimo że dwutlenek węgla jest potocznie nazywany „zbędnym metabolitem”, jego odpowiednie ciśnienie parcjalne we krwi jest dla organizmu bardzo istotne. Wzrost ciśnienia parcjального CO₂ oraz kwa-

sowości krwi są czynnikami, które pobudzają chemoreceptory w rdzeniu kręgowym i są jednym z kilku elementów regulujących skomplikowany proces oddychania [4]. Obecność dwutlenku węgla na odpowiednio wysokim poziomie we krwi świadczy o aktywnych procesach życiowych organizmu, gdyż martwy organizm nie produkuje dwutlenku węgla. Przy braku krążenia, a co za tym idzie zahamowaniu metabolizmu, poziom wydychanego dwutlenku węgla znacznie spada. Prawidłowe ciśnienie parcjalne wydychanego dwutlenku węgla u wydolnego oddechowo człowieka wynosi około 32 mmHg. Zakładając, że ciśnienie atmosferyczne na poziomie morza wynosi 760 mmHg (1013 hPa), wartość ta stanowi 4,2% powietrza wydychanego [3]. Aktualnie rutynowa ocena powyższych parametrów nie wchodzi w skład szkolenia z zakresu kwalifikowanej pierwszej pomocy. Ratownik powinien jednak zdawać sobie sprawę, że dwutlenek węgla, podobnie jak tlen, jest elementem niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania organizmu, a jego obecność w wydychanym powietrzu świadczy o istnieniu aktywnych procesów metabolicznych. Z tego względu bardzo niski poziom dwutlenku węgla jest równoznaczny z brakiem krążenia (o ile pacjent jest prawidłowo zaintubowany lub ma prawidłowo założoną rurkę krtańową). W przypadku nieprawidłowej intubacji dróg oddechowych (np. założenia rurki intubacyjnej do przełyku), poziom dwutlenku węgla w powietrzu przy wentylacji workiem samorozprężalnym jest również niski. W celu pełnej oceny równowagi gazowej w organizmie, oprócz kapnometrii, należy wykonać gazometrię. Jest to jednak badanie, które na chwilę obecną może być przeprowadzone jedynie w warunkach szpitalnych.

4. Dostępne metody pomiaru

Kapnometria jest metodą badania ilości CO_2 w wydychanym przez poszkodowanego powietrzu. W zależności od rodzaju używanego przyrządu mierzone jest ciśnienie parcjalne lub stężenie CO_2 . Końcowo-wydechowe stężenie dwutlenku węgla (etCO_2) jest pośrednim wskaźnikiem przepływu krwi przez pęcherzyki płucne, a zatem jakości prowadzonych uciśnień klatki piersiowej. Istnieje korelacja pomiędzy wartością etCO_2 podczas resuscytacji krążeniowo-oddechowej a przeżywalnością poszkodowanych z nagłym zatrzymaniem krążenia [2].

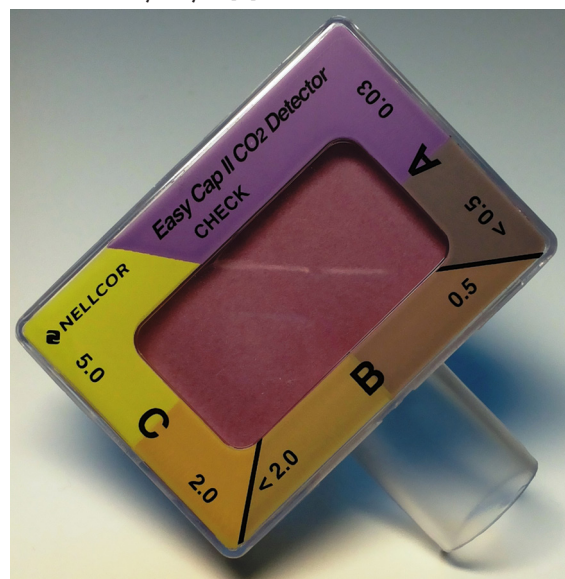
Producenci dostępnych na rynku urządzeń proponują następujące rodzaje kapnometrów:

1. Kapnometry kolorymetryczne (jednorazowe detektory CO_2)

Para wodna, stanowiąca około 6% wydychanego powietrza jest środowiskiem, w którym dwutlenek węgla rozpuszcza się i powoduje wzrost jej kwasowości. Powietrze, przepływając przez papierek lakmusowy umieszczony w urządzeniu, zmienia jego zabarwienie w zależności od wartości pH. Ratownik porównuje barwę miernika ze skalą wzorcową i w ten sposób odczytuje procentową zawartość etCO_2 . Należy dokładnie zapoznać się z posiadanym na wyposażeniu narzędziem, ponieważ w zależności od producenta, barwy, które przybiera papierki, mogą skrajnie się różnić.

Kapnometry kolorymetryczne (zwane także jednorazowymi detektorami CO_2) stosowane są głównie w celu oceny prawidłowego założenia sondy żołądkowej do przewlekłego odżywiania nieprzytomnych pacjentów. Kapnometr kolorymetryczny pozwala stwierdzić nieprawidłowe założenie sondy do tchawicy dzięki wykryciu wysokiego stężenia dwutlenku węgla, jakiego nie powinno być w przypadku prawidłowego założenia sondy do

żołądka. Ostatnio do użytku dopuszczone są kieszonkowe kapnometry kolorymetryczne, które oceniają ilość dwutlenku węgla w powietrzu wydechowym pacjentów z astmą oskrzelową lub obturacyjną chorobą płuc, jak również mogą oceniać ilość dwutlenku węgla w powietrzu atmosferycznym [5].



Ryc. 1. Jednorazowy detektor CO_2

Fig. 1. Disposable CO_2 detector

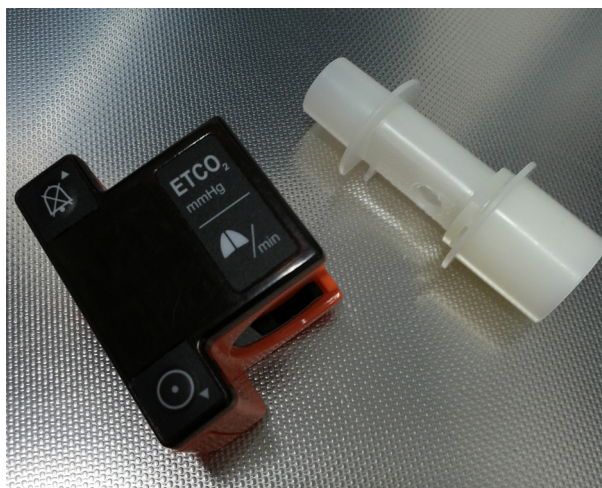
Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

2. Kapnometry spektrofotometryczne

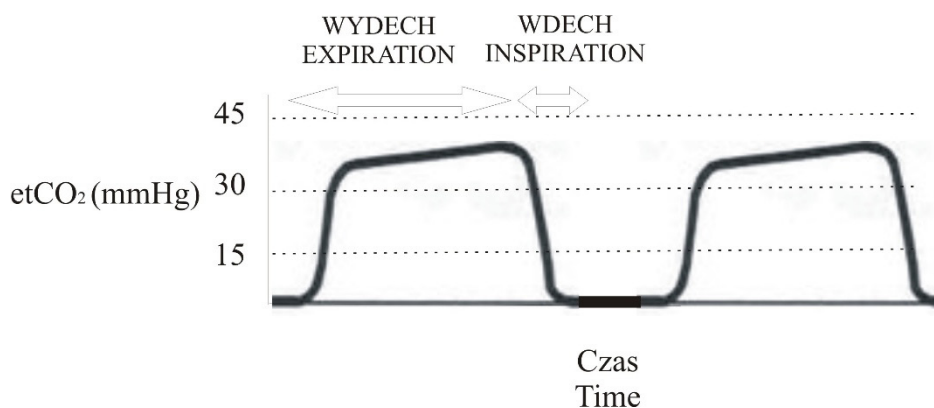
Wykorzystując zjawisko spektrofotometrii, kapnometr ten dokonuje pomiaru ilościowego pochłaniania wiązki światła o określonej długości fali. W zależności od zawartości badanego związku, absorbcja przepływającego przez czujnik gazu zmienia się. Urządzenie przelicza otrzymany wynik na pożądaną przez użytkownika jednostki, czyli na wartość ciśnienia parcjalnego podawanego w milimetrach słupa rtęci. Dodatkową funkcją aparatu jest liczenie średniej ilości oddechów podawanych w ciągu minuty. Informacja ta jest istotna, gdy podejmuje się próbę wentylacji asynchronicznej – czyli niezależnej od toku uciśnień klatki piersiowej. Unikanie nadmiernej wentylacji jest istotne, gdyż zbyt szybka wentylacja, tak jak nieprawidłowo wykonywana kompresja, zwiększa ciśnienie wewnątrz klatki piersiowej i może zmniejszyć rzut serca, powodując obniżenie jakości RKO. Szybkość wentylacji asynchronicznej nie powinna przekraczać 10 oddechów na minutę [2].

Przy użyciu kapnometru spektrofotometrycznego możliwe są 2 metody wykonania pomiaru: metodą bocznego strumienia gazów (*side stream capnometer*), która służy do oceny pacjentów zaintubowanych oraz metodą głównego strumienia gazów (*main stream capnometer*), która może zostać również zastosowana u pacjentów niezaintubowanych. Niektóre urządzenia mogą pokazywać na monitorze wykres zwany kapnogramem. Kapnogram jest graficznym przedstawieniem stężenia etCO_2 w funkcji czasu. Analiza kształtu fali pomaga rozpoznać takie stany jak: intubacja przełyku, nadmierna lub niedostateczna wentylacja czy powrót spontanicznego krążenia.

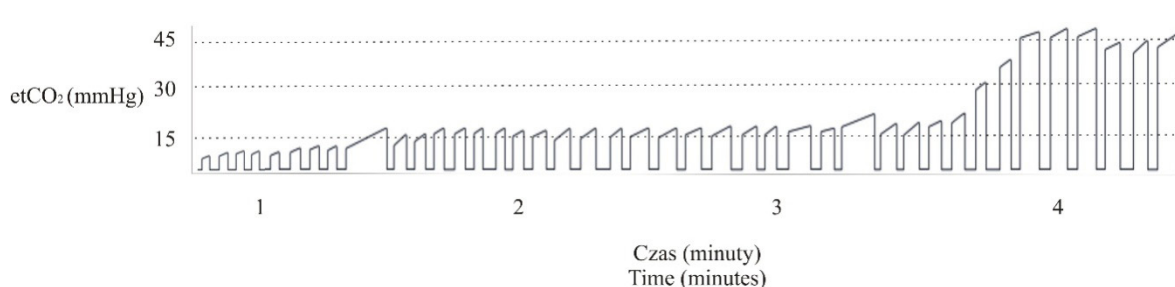


Ryc. 2. Kapnometr spektrofotometryczny z jednorazową przystawką dla pacjenta
Fig. 2. Spectrophotometric etCO₂ detector with disposable patient's unit

Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.



Ryc. 3. Prawidłowy kapnogram
Fig. 3. Regular capnogram
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.



Ryc. 4. Wykres prezentujący trend stężenia etCO₂ w czasie RKO.

W pierwszej minucie RKO widoczna jest niska jakość uciskania klatki piersiowej (etCO₂<15 mmHg). W drugiej i trzeciej minucie widoczna poprawa skuteczności wykonywanych zabiegów (etCO₂>15 mmHg). W czwartej minucie RKO widoczny jest gwałtowny wzrost etCO₂, co może sugerować ROSC

Fig. 4. etCO₂ concentration during CPR.

In the first minute of CPR the quality of chest compressions was too low (etCO₂<15 mmHg). In the second and third minute, the quality of chest compressions was improved (etCO₂>15 mmHg). In the fourth minute, sudden increase of etCO₂ may suggest ROSC

Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.



Ryc. 5. Kapnometr spektrofotometryczny prawidłowo połączony z zestawem do tlenoterapii czynnej. Wartość na górze wskazuje aktualne ciśnienie parcjalne dwutlenku węgla, natomiast wartość na dole liczbę oddechów na minutę

Fig. 5. Spectrophotometric etCO₂ detector connected correctly with an active oxygen therapy set. Upper value indicates current partial pressure of carbon dioxide, lower value indicates the number of breaths per minute

Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.



Ryc. 6. Jednorazowy detektor CO₂ prawidłowo połączony z zestawem do tlenoterapii czynnej

Fig. 6. Disposable CO₂ detector connected correctly with active oxygen therapy set

Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

5. Technika wykonania pomiaru

Przeprowadzenie właściwego pomiaru kapnometrem głównego strumienia gazów wiąże się z koniecznością wcześniejszego zabezpieczenia dróg oddechowych przy pomocy maski krtańowej lub rurki krtańowej. Z uwagi na ryzyko nieuszczelnienia, pomiar wykonany podczas wentylacji workiem samorozprężalnym z samą maską twarzą może dać nieprawidłowy wynik. Kapnometry kolorymetryczne są gotowe do użycia bezpośrednio po wyjęciu z opakowania ochronnego. Natomiast spektrofotometryczne wymagają uruchomienia, ponieważ są zasilane bateriami. Wiarygodny wynik uzyskuje się po wykonaniu 6 wdechów (4 oddechów u dzieci) [6-7]. Urządzenie należy umieścić pomiędzy filtrem antybakteryjnym a zastawką jednokierunkową worka samorozprężalnego. W ten sposób uniknie się ewentualnego zabrudzenia urządzenia płynami ustrojowymi, co może spowodować nieprawidłowy odczyt.

Kapnometry kolorymetryczne służą do jednokrotnego użycia. W przypadku wielorazowych urządzeń spektrofotometrycznych, do wykonania pomiaru konieczne jest użycie jednorazowych przystawek, przez które przepływa badany gaz. Po zakończeniu używania, jednorazowy kapnometr lub odpowiednią przystawkę należy potraktować jako odpad medyczny i wrzucić do odpowiedniego worka zgodnie z procedurą.

6. Możliwość zastosowania w resuscytacji i interpretacja wyniku

1. Potwierdzenie prawidłowego położenia rurki krtańowej, maski krtańowej i rurki intubacyjnej – brak CO₂ w wydychanym powietrzu lub niewidoczność zapisu krzywej na monitorze podczas RKO świadczy o nieprawidłowym położeniu rurki intubacyjnej.
2. Ocena jakości i skuteczności RKO – gdy w trakcie prowa-

żenia RKO stężenie dwutlenku węgla w wydychanym powietrzu jest mniejsze niż 1,9% (ciśnienie parcjalne 15 mmHg), należy poprawić jakość wykonywanych ucisknięć [2], [7].

3. Oceny wystąpienia ROSC (powrót spontanicznego krążenia) – w większości przypadków nagły wzrost etCO₂ do wartości 4,6-5,9% (35-45 mmHg) świadczy o powrocie spontanicznego krążenia (ROSC) i potwierdza prawidłowość decyzji o zaprzestaniu uciskania klatki piersiowej. Aktualne wytyczne nie zalecają jednak przerywania RKO w przypadku zaobserwowania takiej zmiany parametru [2], [8-9].

7. Podsumowanie

W 2014 roku jednostki PSP wykonały masaż serca u 827 poszkodowanych. Liczba ta stanowi 2,9% spośród wszystkich wykonywanych czynności medycznych i zwiększa się z roku na rok [10]. Tak duża liczba wskazuje, że strażacy stosunkowo często mają do czynienia z osobami w stanie NZK. Warto więc, aby zwiększali swoją wiedzę i doskonalili umiejętności z zakresu prowadzenia RKO. Bieżąca ocena prowadzonych działań resuscytacyjnych należy zarówno do osoby, która w danej chwili prowadzi ucisknięcia klatki piersiowej, jak i do pozostałych członków zespołu. Najważniejszym elementem oceny jest obserwacja działań i korygowanie ewentualnych błędów. Kapnometry jako dodatkowe urządzenia wspomagają ten proces. Są one pośrednim wyznacznikiem prawidłowej perfuzji płuc, której człowiek nie jest w stanie ocenić wzrokiem. Urządzenia kolorymetryczne są wielokrotnie tańsze od spektrofotometrycznych. Ich zaletą jest przeznaczenie do jednokrotnego użycia, wadą natomiast mniejsza dokładność. Z kolei technika spektrofotometryczna jest znacznie dokładniejsza, podaje więcej wartościowych danych. Technika ta jest jednak droższa, wymaga zasilania bateriami oraz używania jednorazowych przystawek. Do tej pory nie została określona optymalna wartość etCO₂, do której należy dążyć, jednak

stwierdzono związek wartości $<15\text{mmHg}$ z niepowodzeniem w przywróceniu spontanicznego krążenia. Informacje uzyskane z prowadzonych działań mogą być przydatne w dalszych badaniach nad jakością opieki przedszpitalnej. Na chwilę obecną używanie etCO_2 nie zostało określone procedurach postępowania medycznego KSRG. Ich obecność w zestawach R1 jest krokiem w kierunku poprawy jakości resuscytacji, co przekłada się na podniesienie przeżywalności ofiar NZK.

Wykaz skrótów

CO_2 - dwutlenek węgla

etCO_2 - końcowo-wydechowy dwutlenek węgla

KSRG - Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy

mmHg - milimetry słupa rtęci

NZK - nagłe zatrzymanie krążenia

RKO - resuscytacja krążeniowo-oddechowa

Literatura

- [1] Zasady organizacji ratownictwa medycznego w KSRG, Warszawa 2013.
- [2] Soar J., Nolan J.P., Böttiger B.W., Perkins G.D., Lott C., Carli P., Pellis T., Sandroni C., Skrifvars M.B., Smith G.B., Sunde K., Deakin C.B., *European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015* Section 3. Adult advanced life support, "Resuscitation" Vol. 95, 2015, pp. 100-147.
- [3] Ganong W.F., *Fizjologia*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 2007, 641-643.
- [4] Konturek S.J., *Fizjologia Człowieka*, Wydawnictwo Elsevier Urban&Partner, Wrocław 2013, 288.
- [5] Zhao D., Miller D., Xian X., Tsow F., Forzani E.S., *A Novel Real-time Carbon Dioxide Analyzer for Health and Environmental Applications*, "Sens Actuators B Chem." Vol.195, 2014, pp. 171-176.
- [6] *Capnography handbook Respiratory critical care*, Care Fusion, Yorba Linda, 2010, 19-20, 24.
- [7] Biarent D., Bingham R., Eich C., Lopez-Herce J., Maconochie I., Rodriguez-Nunez A., Rajka T., Zideman D., *Zaawansowane zabiegi resuscytacyjne u osób dzieci*, [w:] *Wytyczne resuscytacji 2010*, J. Anders (red.), Wydawnictwo Fall, Kraków 2010, 193.
- [8] Thompson J.E., Jaffe M.B., *Capnographic Waveforms in the Mechanically Ventilated Patient*, "Respiratory Care", Vol. 1, 2005, pp. 100-109.
- [9] Chomonic M., *Ratownictwo medyczne w Krajowym Systemie Ratowniczo-Gaśniczym. Część I.*, BiTP Vol. 29 Issue 1, 2013, pp. 131-152.
- [10] Dane statystyczne KG PSP, www.kgppsp.gov.pl [dostęp: 01. 07. 2015].

* * *

mgr Tomasz Kłosiewicz – asystent w Zakładzie Ratownictwa i Medycyny Katastrof Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu. Ratownik medyczny pracujący w zespole ratownictwa medycznego.