

**R**ezerwy tlenowe mózgu podczas zatrzymania krążenia są ograniczone i w warunkach normotermii wystarczają zaledwie na 3-5 min [1].

Główną metodą natlenowania poszkodowanego, której uczą się strażacy-ratownicy, jest wentylacja za pomocą maski twarzowej i worka samorozprężalnego. Ten sposób wentylacji wymaga dużej wprawy i wyczucia. Jej nieprawidłowe wykonanie może doprowadzić do napełnienia mieszaniną oddechową żołądka. Zgodnie z wieloma publikacjami naukowymi w warunkach opieki przedszpitalnej nie jest to metoda optymalna. Zawsze trzeba zakładać, że mamy do czynienia z poszkodowanym z pełnym żołądkiem, a więc liczyć się ze zwiększonym ryzykiem regurgitacji treści pokarmowej i zaaspirowania tej wydzieliny do dróg oddechowych [1]. Aby zwiększyć skuteczność i bezpieczeństwo sztucznej wentylacji realizowanej przez ratowników, należy rozważyć zabezpieczenie drożności górnych dróg oddechowych (GDO) za pomocą nadgłośniowych urządzeń do wentylacji, np. maski krtaniowej LMA (ang. *Laryngeal Mask Airway*) [2-4]. Optymalna wentylacja polega na dostarczeniu do dróg oddechowych poszkodowanego odpowiedniej objętości oddechowej pod odpowiednim ciśnieniem, z właściwą częstością oddechu oraz we właściwym czasie [5]. Korzystna może się okazać rezygnacja z worka samorozprężalnego na rzecz respiratora transportowego.

Różnice w skuteczności tych dwóch technik wentylacyjnych stosowanych przez strażaków-ratowników miało pokazać przeprowadzone na manekinie badanie, w którym przeanalizowano wartości wybranych parametrów oddechowych.

**Materiał i metody**

Badanie miało charakter prospektywny, randomizowany i krzyżowy, zostało wykonane w pracowni symulacyjnej. Udział w nim był dobrowolny. Przystąpiło do niego 98 strażaków-ratowników pełniących służbę w Państwowej Straży Pożarnej.

W badaniu wykorzystano worek samorozprężalny AMBU (AMBU®, Copenhagen, Dania) i respirator transportowy MEDUMAT® Standard (WEINMANN Emergency Medical Technology GmbH + Co., Hamburg, Niemcy).

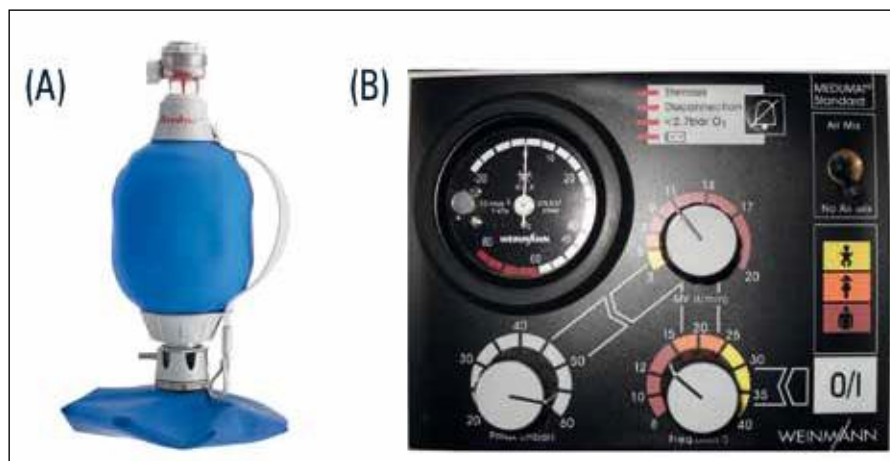
Próby wentylacji przeprowadzane były na fantomie szkoleniowym SimMan 3G (Laerdal, Stavanger, Norwegia). Instruktor zabezpieczył górne drogi oddechowe manekina za pomocą maski krtaniowej LMA w rozmiarze 4 (Intersurgical Ltd., Berkshire, Wielka Brytania).

Przed przystąpieniem do właściwego badania wszyscy jego uczestnicy przeszli półgo-

**ŁUKASZ SZARPAK, ANDRZEJ KUROWSKI, MARCIN MADZIAŁA**

# Którą technikę wentylacji wybrać?

Strażacy-ratownicy często spotykają się w swojej pracy z sytuacjami skutkującymi niewydolnością oddechową bądź bezdechem. Dlatego zabezpieczenie drożności górnych dróg oddechowych oraz prawidłowa wentylacja poszkodowanego to podstawowe umiejętności, którymi powinna wykazywać się osoba z tytułem ratownika uzyskanym na kursie kwalifikowanej pierwszej pomocy.



Urządzenia użyte w badaniu: (A) worek samorozprężalny AMBU®, (B) respirator transportowy MEDUMAT® Standard

dzinne szkolenie z anatomii i fizjologii dróg oddechowych oraz metod wentylacji poszkodowanego za pomocą worka samorozprężalnego i respiratora transportowego, z uwzględnieniem odpowiedniej objętości wentylacyjnej i częstości oddechów. Mieli także możliwość ćwiczenia pod nadzorem instruktorów wentylacji za pomocą worka i respiratora podłączo-

nych do maski krtaniowej LMA. Szkolenie trwało do momentu opanowania przez strażaków prawidłowej techniki.

Uczestnicy byli poinformowani, że w badaniu mają dobrać parametry wentylacyjne i wykonać pięciominutową wentylację manekina pozorującego nieprzytomnego poszkodowanego o masie ciała ok. 80 kg, bez własnej

czynności oddechowej, wykorzystując wprowadzoną uprzednio maskę krtaniową LMA. Kolejność uczestników i techniki wentylacji była losowa. Do randomizacji wykorzystany został program Research Randomizer. Jej szczegółową procedurę przedstawia schemat.

W badaniu analizowano wybrane parametry skuteczności wentylacji poszkodowanego za pomocą worka samorozprężalnego i respiratora transportowego. Oceniano: objętość oddechową, objętość minutową, częstość wentylacji żołądka, czas trwania oddechu ratowniczego, ciśnienie w drogach oddechowych i częstość oddechu. Parametry te rejestrowano podczas pięciominutowej sesji: strażacy-ratownicy nieprzerwanie prowadzili wentylację poszkodowanego, a podłączone do manekina oprogramowanie rejestrowało i analizowało wskazane parametry. Po zakończeniu badania uczestnicy pytani byli o technikę, którą preferowaliby podczas wykonywania wentylacji w warunkach rzeczywistych. Mieli również określić łatwość wentylacji w przypadku obu technik – w dziesięciostopniowej skali VAS (1 – ekstremalnie łatwa, 10 – ekstremalnie trudna).

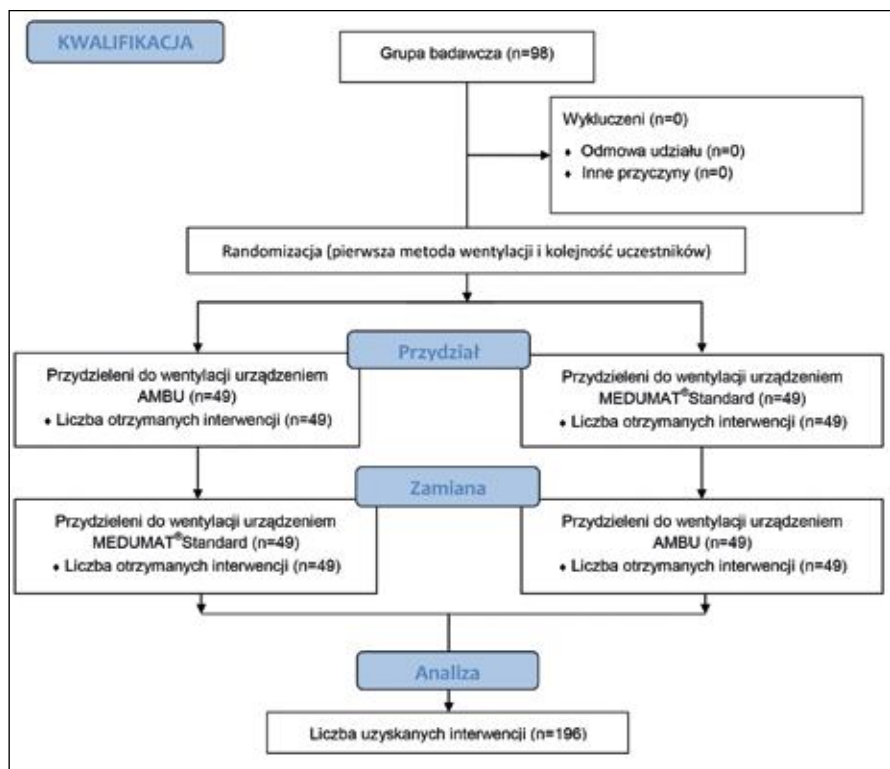
Wszystkie analizy przeprowadzane były w pakiecie statystycznym R dla Windows (wersja 3.0.0). Wyniki zostały przedstawione jako wartości bezwzględne, procent skumulowany lub średnia i odchylenie standardowe ( $\pm$  SD) bądź jako średnia. Czas trwania wentylacji porównywano za pomocą testu Wilcoxon. Do analizy pozostałych parametrów oddechowych wykorzystano test McNemara, do określenia różnic w subiektywnej ocenie (VAS) łatwości wentylacji – test wariacji z poprawką Scheffé'a. Wyniki były uznawane za istotne statystycznie przy wartości  $p < 0,05$ .

## Wyniki

W badaniu uczestniczyli wyłącznie mężczyźni. Średni wiek badanych wynosił  $33,1 \pm 5,9$  lat, staż pracy –  $7,9 \pm 5,1$  lat.

Prowadzili oni wentylację ze średnią częstością  $18,5$  oddechów/min w przypadku stosowania worka samorozprężalnego AMBU,

## Procedura randomizacji badania



przy zastosowaniu respiratora transportowego średnia ustawiona częstość wynosiła  $12,8$  oddechów/min ( $p < 0,001$ ).

Statystycznie istotne różnice pomiędzy między obiema technikami dotyczyły również innych obserwowanych parametrów: objętości oddechowej (odpowiednio  $784$  i  $514$  ml,  $p < 0,001$ ), objętości minutowej ( $12,8$  i  $6,9$  l,  $p < 0,001$ ), czasu trwania wdechu ratowniczego ( $2,1$  i  $1,2$  s,  $p < 0,001$ ) czy też średniego ciśnienia w drogach oddechowych ( $41,3$  i  $27,4$  cm H<sub>2</sub>O,  $p < 0,001$ ). W przypadku wentylacji za pomocą worka samorozprężalnego zaobserwowano dziewięć przypadków rozdęcia żołądka. Wynik ten był istotny statystycznie ( $p < 0,001$ ).

Analiza materiału badawczego nie wykazała istotnych statystycznie różnic w ocenie łatwości wentylacji prowadzonej za pomocą AMBU i MEDUMAT ( $3,4 \pm 2,1$  pkt vs.  $3,2 \pm 2,4$  pkt,  $p = 0,062$ ). Uczestnicy badania znac-

nie częściej wskazywali jednak MEDUMAT jako urządzenie, które woleliby zastosować w pracy codziennej ( $83,7\%$  vs.  $16,3\%$ ). Różnica ta była istotna statystycznie ( $p < 0,001$ ).

## Dyskusja

Zapewnienie drożności dróg oddechowych oraz prawidłowa wentylacja poszkodowanego to podstawowe umiejętności strażaka-ratownika. Wentylacja za pomocą worka samorozprężalnego z maską twarząwymaga zastosowania odpowiedniej techniki [6]. Można wykorzystać jedną rękę jako stabilizator maski twarzowej, zaś drugą uciskać worek samorozprężalny. Inna technika wymaga udziału dwóch ratowników: jeden utrzymuje dwoma rękami maskę twarząwym, drugi prowadzi wentylację, wywierając nacisk na worek samorozprężalny. Badania wskazują na większą efektywność tej drugiej techniki [7-8]. Jeśli jednak

Porównanie wentylacji za pomocą worka samorozprężalnego i respiratora transportowego

Parametr	Metoda wentylacji		Wartość p
	AMBU	MEDUMAT	
częstość oddechów/min	$18,5 \pm 4,7$	$12,8 \pm 2,3$	$< 0,001$
objętość wentylacyjna [ml]	$784 \pm 68$	$514 \pm 23$	$< 0,001$
objętość minutowa [l]	$12,8 \pm 3,7$	$6,9 \pm 1,3$	$< 0,001$
czas trwania oddechu ratowniczego [s]	$2,1 \pm 0,8$	$1,2 \pm 0,2$	$< 0,001$
wentylacja żołądka (%)	<b>8,82%</b>	0	$< 0,001$
ciśnienie w drogach oddechowych [cm H <sub>2</sub> O]	$41,3 \pm 15,7$	$27,4 \pm 6,7$	$< 0,001$

AMBU = worek samorozprężalny AMBU®  
MEDUMAT = respirator transportowy MEDUMAT® Standard

► wentylacja poszkodowanego ma potrwać przez dłuższy czas, należy zabezpieczyć drożność dróg oddechowych nadgłośniowymi urządzeniami do wentylacji.

Jak pokazały wyniki niniejszego badania, wentylacja prowadzona za pomocą respiratora umożliwia osiągnięcie wybranych parametrów wentylacyjnych bardziej zbliżonych do zalecanych niż w przypadku worka samorozprężalnego. Strażacy-ratownicy już po krótkim szkoleniu potrafią prawidłowo ustawić parametry wentylacji prowadzonej przez respirator transportowy. Obecnie obowiązujące zalecenia przewidują wentylację z częstością 12-15 oddechów/min, przy objętości oddechowej wynoszącej 6-7 ml/kg należnej masy ciała [10-11]. Dodatkowym plusem wykorzystania respiratora transportowego jest możliwość wykonywania przez ratownika także innych czynności podczas udzielania pomocy poszkodowanemu [12-13]. Respirator pozwala też na dostarczenie poszkodowanemu czystego tlenu bądź przełączenie wentylacji na oddychanie mieszaniną oddechową – tylko i wyłącznie za pomocą jednego przełącznika. Niezależnie od metody wentylacji strażak-ratownik powinien zastosować kapnograf bądź wskaźnik kalorymetryczny CO<sub>2</sub>, aby ocenić jej efektywność.

Reasumując, strażacy-ratownicy po krótkim szkoleniu są w stanie poprawnie nastawić parametry oddechowe na respiratorze transportowym i za jego pomocą prowadzić wentylację. Badania potwierdziły, że wentylacja za pomocą respiratora pozwala na osiągnięcie wartości wybranych parametrów bardziej zbliżonych do zalecanych niż wentylacja, w której wykorzystywany jest worek samorozprężalny. ■

#### Literatura

- [1] Ramachandran SK, Kumar AM: *Supraglottic airway devices*; *Respir Care* 2014, Jun 59 (6): 920-31, discussion 931-2, doi: 10.4187/respcare.02976.
- [2] Khoury A, Hugonnot S, Cossus J, De Luca A, Desmettre T, Sall FS, Capellier G: *From mouth-to-mouth to bag-valve-mask ventilation: evolution and characteristics of actual devices – a review of the literature*; *Biomed Res Int* 2014, 2014: 762053, doi: 10.1155/2014/762053.
- [3] Saran S, Mishra SK, Badhe AS, Vasudevan A, Elakkumanan LB, Mishra G: *Comparison of i-gel supraglottic airway and LMA-ProSeal™ in pediatric patients under controlled ventilation*; *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2014, Apr, 30 (2): 195-8, doi: 10.4103/0970-9185.130013.
- [4] Ophir N, Ramaty E, Rajuan-Galor I, Rosman Y, Lavon O, Shrot S, Shiyovich A, Huerta-Hartal M, Kassirer M, Vaida S, Gaitini L: *Airway control in case of a mass toxicological event: superiority of second-generation supraglottic airway devices*; *Am J Emerg Med* 2014, Dec, 32 (12): 1445-9, doi: 10.1016/j.ajem.2014.08.067.
- [5] Voss S, Rhys M, Coates D, Greenwood R, Nolan JP, Thomas M, Bengner J: *How do paramedics manage the airway during out of hospital cardiac arrest?*; *Resuscitation* 2014, Dec, 85 (12): 1662-6, doi: 10.1016/j.resuscitation.2014.09.008.
- [6] Bjerkelund CE, Christensen P, Dragsund S, Aadahl P: *How to secure free airway?*; *Tidsskr Nor Lægeforen*, 2010, Mar 11, 130 (5): 507-10, doi: 10.4045/tidsskr.08.0548.
- [7] Wilson EV, O'Shea JE, Thio M, Dawson JA, Boland R, Davis PG: *A comparison of different mask holds for positive pressure ventilation in a neonatal manikin*; *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2014, 99 (2): F169-71, doi: 10.1136/archdischild-2013-304582.
- [8] Hart D, Reardon R, Ward C, Miner J: *Face mask ventilation: a comparison of three techniques*; *J Emerg Med* 2013; 44 (5): 1029-33, doi: 10.1016/j.jemermed.2012.11.005.
- [9] Rosenberg MB, Phero JC, Becker DE: *Essentials of airway management, oxygenation, and ventilation. Part 2: Advanced airway devices – supraglottic airways*; *Anesth Prog* 2014, Fall, 61 (3): 113-8, doi: 10.2344/0003-3006-61.3.113.
- [10] Neumar RW, Otto CW, Link MS, Kronick SL, Shuster M, Callaway CW, Kudenchuk PJ, Ornato JP, McNally B, Silvers SM, Passman RS, White RD, Hess EP, Tang W, Davis D, Sinz E, Morrison LJ: *Part 8: Adult advanced cardiovascular life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care*; *Circulation* 2010, Nov 2, 22 (18 Suppl 3): S729-67, doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.970988.
- [11] Cave DM, Gazmuri RJ, Otto CW, Nadkarni VM, Cheng A, Brooks SC, Daya M, Sutton RM, Branson R, Hazinski MF: *Part 7: CPR techniques and devices: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care*; *Circulation* 2010, Nov 2, 122 (18 Suppl 3): S720-8, doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.970970.
- [12] Schmid M, Schüttler J, Ey K, Reichenbach M, Trimmel H, Mang H: *Equipment for pre-hospital airway management on Helicopter Emergency Medical System helicopters in Central Europe*; *Acta Anaesthesiol Scand* 2011, May, 55 (5): 583-7, doi: 10.1111/j.1399-6576.2011.02418.x.
- [13] Schmid M, Mang H, Ey K, Schüttler J: *Prehospital airway management on rescue helicopters in the United Kingdom*; *Anaesthesia* 2009, Jun, 64 (6): 625-31, doi: 10.1111/j.1365-2044.2008.05859.x.

Lukasz Szpapak pracuje w Klinice Kardiologii i Transplantologii Instytutu Kardiologii w Warszawie, Andrzej Kurowski – w Zakładzie Anestezjologii Instytutu Kardiologii w Warszawie, Marcin Madziara jest miejskim koordynatorem ratownictwa medycznego w KM PSP w Skierniewicach