

# DA LI SU VREDNOSTI IZDAHNUTOG CO<sub>2</sub> TOKOM RESUSCITACIJE POKAZATELJI PREŽIVLJAVANJA PACIJENTA SA IZVANBOLNIČKIM SRČANIM ZASTOJEM?

## DOES THE END-TIDAL CARBON DIOXIDE (ETCO<sub>2</sub>) CONCENTRATION DURING THE RESSUSCITATION HAVE PROGNOSTIC VALUE ON SURVIVING IN OUT-OF-HOSPITAL CARDIAC ARREST

Saša Milić<sup>1</sup>, Ljiljana Ćurčić<sup>2</sup>, Bojana Nikolić<sup>1</sup>

Originalni rad

### Sažetak

#### Uvod:

Kapnografija je od 2010.-te godine preporučeni način monitoringa u naprednoj životnoj potpori po Evropskom Resuscitacionom Savetu a u vodiču iz 2015.-te godine se značaj kapnografije u resuscitaciji naglašava.

#### Cilj:

Istraživanja je da se utvrdi povezanost EtCO<sub>2</sub> i preživanja nesrećenih od OHCA kao nadogradnju međunarodne studije „EuReCa One“ koja se sprovodila u Indijskoj hitnoj pomoći. Metodologija: Studija je sprovedena kao prospektivna i observaciona studija prikupljanja podataka koji se odnose na izvanbolnički srčani zastoj u periodu od 01.10.2015-31.09.2016.god po metodologiji EuReCa One 2015.god. koja se pratila i narednih 11 meseci. Podaci o ISS su unošeni u jedinstveni upitnik po „Utstein“ metodologiji. Kao dodatak na upitnik praćene su vrednosti EtCO<sub>2</sub>. Sa trake zapisa su vrednosti EtCO<sub>2</sub> beležene u poseban formular: inicijalni EtCO<sub>2</sub>, EtCO<sub>2</sub> u drugoj minuti, krajnji EtCO<sub>2</sub> i izačunavane prosečna vrednost EtCO<sub>2</sub>.

#### Rezultati:

Kod nesrećenih kod kojih je rađena resuscitacija a nije postignut ROSC inicijalni EtCO<sub>2</sub> je bio 7,1 mmHg, prosečni 13,2 mmHg i finalni 12,1 Hg. Prosečan EtCO<sub>2</sub> posle 2 minuta sprovođenja napredne životne potpore je 11,6, mmHg a prosečna razlika je 4,5 mmHg. Kod nesrećenih kod kojih je rađena resuscitacija i postignut ROSC inicijalni EtCO<sub>2</sub> je bio 14,48 mmHg, prosečni 22,22 mmHg i finalni 26,21 mmHg. Prosečan EtCO<sub>2</sub> posle 2 minuta sprovođenja napredne životne potpore je 25,27 mmHg a prosečna razlika je 10,79 mmHg

#### Zaključak:

Trend porasta EtCO<sub>2</sub> posle 2 minuta resuscitacije, je najvažniji pokazatelj povratka spontane cirkulacije. Trend porasta EtCO<sub>2</sub> posle 2 minuta mogao bi da bude i dobar pokazatelj ishoda resuscitacije i dalja istraživanja su neophodna.

### Abstract

#### Introduction:

Since 2010. capnography is recommended method of monitoring in advanced life support by the European Resuscitation Council and in 2015. The guideline highlights the importance of capnography in resuscitation.

**The aim** of the research is to determine the connection between EtCO<sub>2</sub> and surviving and favourable outcome of OHCA victims, as an upgrade from OHCA International Studies 'Eureca One', which is implemented in Indija's emergency service.

#### Methodology:

The study was conducted as a prospective observational study of data collection out-of-hospital cardiac arrest in the period 01.10.2015- 31.09.2016. according to the methodology Eureca One study in 2015. which followed the next 11 months. Data on the SCD are administered in a single questionnaire "Utstein" methodology. In addition to the questionnaire EtCO<sub>2</sub> value were monitored. EtCO<sub>2</sub> values are recorded with tape record in a special form: the initial EtCO<sub>2</sub>, EtCO<sub>2</sub> in the second minute, the final EtCO<sub>2</sub> and average value of EtCO<sub>2</sub>.

#### Results:

In the victims who underwent advance life support measures did not achieve ROSC initial EtCO<sub>2</sub> was 7.1 mmHg, 13.2 mmHg the average and final 12.1 mmHg. Average EtCO<sub>2</sub> after 2 minutes the implementation of advanced life support was 11.6 mmHg and the average difference was 4.5 mmHg. When the victims who underwent resuscitation and achieved ROSC initial EtCO<sub>2</sub> was 14.48 mmHg, average 22.22 mmHg and 26.21 mmHg final. Average EtCO<sub>2</sub> after 2 minutes the implementation of advanced life support was 25.27 mmHg and the average difference was 10.79 mmHg

#### Conclusion:

The trend of increase in EtCO<sub>2</sub> after 2 minutes of resuscitation is the most important predictor of return of spontaneous circulation. The upward trend in EtCO<sub>2</sub> after 2 minutes could be a good indicator of the outcome in resuscitation and further research is needed.

### USTANOVA

<sup>1</sup> Služba hitne medicinske pomoći, Dom zdravlja Indija  
<sup>2</sup> Notfallabteilung, Donauisr Klinikum, Deggendorf, Deutschland

### AUTOR ZA

#### KORESPONDENCIJU:

Saša Milić  
e-mail: milisasa78@gmail.com

### KLJUČNE REČI:

kapnografija, EtCO<sub>2</sub>, srčani zastoj, EuReCa One  
capnography, EtCO<sub>2</sub>, cardiac arrest, EuReCa One

### DATUM PRIJEMA RADA

2. novembar 2017.

### DATUM PRIHVATANJA RADA

17. novembar 2017.

### DATUM OBJAVLJIVANJA

5. decembar 2017.

## Uvod

„End tidal capnography“ (EtCO<sub>2</sub>) označava grafički zapis izmerenog izdahnutog ugljen-dioksida na kraju ekspirijuma, izraženog kao pritisak CO<sub>2</sub> u mmHg (1). Ona predstavlja direktnu meru „cardiac output-a“ i indirektnu meru ventilacije, zbog čega nam je tako važan pokazatelj u resuscitaciji.

Kapnografija je od 2010.-te godine preporučeni način monitoringa u naprednoj životnoj potpori po Evropskom resuscitacionom Savetu a u vodiču iz 2015.-te godine se značaj kapnografije u resuscitaciji naglašava (2,3). Kapnografija je, prema tome, preporučena da se radi zbog provere položaja endotrahealnog tubusa, kvaliteta kompresija i kao indikator povratka spontane cirkulacije (3). Istraživanja koja se bave kapnografijom, kapnografskim vrednostima ETCO<sub>2</sub> za vreme napredne životne potpore su malobrojna i često dosta varijabilna.

Učestalost izvanbolničkih srčanih zastoja (IBSZ) zbrinjavanih od strane sistema hitne medicinske službe u Evropi, za sve ritmove srčanog zastoja varira između 38 i 86 na 100.000 stanovnika (4,5). Po našim podacima iz EuReCa studije u Srbiji je incidenca izvanbolničkog srčanog zastoja (OHCA) 2014.godine 20, 81/100.000 pacijenata (6). Preživljavanja OHCA se u Srbiji razlikuju te je dostizanje spontane cirkulacije u Kragujevcu 3% (7), Subotici oko 25% (8), Somboru oko 60% (9), dok je prosek u Srbiji 16% (6).

Na osnovi navedenih rezultata se kao nadogradnja EuReCa studije i sprovodi ovo istraživanje.

## Cilj

Cilj istraživanja je da se utvrdi povezanost EtCO<sub>2</sub> i preživljanja unesrećenih od OHCA kao nadogradnju međunarodne studije „EuReCa One“ koja se sprovodila u Indijskoj hitnoj pomoći.

## Metodologija

Studija je sprovedena kao prospektivna i observaciona studija prikupljanja podataka koji se odnose na izvanbolnički srčani zastoj u periodu od 01.10.2015-31.09.2016.god(10). Podaci o ISS su unošeni u jedinstveni upitnik po „Utstein“ metodologiji praćenja ISS i upitniku i metodologiji studije Evropskog Resuscitacionog Saveta (ERC) i studije EuReCa One 2015.god. koja se pratila i narednih 11 meseci. Kao dodatak na upitnik praćene su vrednosti EtCO<sub>2</sub>. Navedeni dodatak je bio na posebnom papiru tako da nije uticao na metodologiju prikupljanja podataka EuReCa ONE studije.

Podaci za izdahnuti EtCO<sub>2</sub> dobijani su sa „Mainstream“ kapnografa na aparatu „Zoll“ E serije koji je sastavni deo opreme za resuscitaciju Indijske urgentne

službe. Merenje je započinjano odmah po uspostavljanju disajnog puta ( endotrahealna intubacija ili laringealna maska) i priključivanju adaptera za kapnografiju za sredstvo održavanja disajnog puta. Rezultati su registrovani na traci zapisa aparata „Zoll“ koja je izlazila automatski na svakih minut, zajedno sa ostalim vrednostima a počela je prvi put kada se priključio kapnograf.

Sa trake zapisa su posle vrednosti EtCO<sub>2</sub> beležene u poseban formular: inicijalni EtCO<sub>2</sub>, EtCO<sub>2</sub> u drugoj minuti, krajnji EtCO<sub>2</sub> i izačunavane prosečna vrednost EtCO<sub>2</sub>. Prosečni EtCO<sub>2</sub> je izračunat tako što su sve dobijene vrednosti sa trake zapisa sabrane i podeljene sa brojem očitavanja.

EuReCa ONE je internacionalna, prospektivna, multicentrična jednomesečna studija preživljavanja pacijenata (epidemiologija, tretman i ishod) koji su doživeli vanbolnički srčani zastoj u Evropi, a u našem slučaju je studija produžena na jednogodišnje praćenje.

Studija čije podatke prikazujemo registrovana je pod „Clinical Trial“ ID: NCT02236819 od strane ERC, a Služba hitne medicinske pomoći Indija je ovlašćena istraživačka baza za studiju EuReCa One 2015 za pomenute Opštine.

Studija je sprovedena od SHMP Indija, a obuhvatala je registrovanje svake smrti i/ili urađenu kardiopulmonarnu reanimaciju prema upitniku gde god je intervenisala HMP(10). Podaci su unošeni u jedinstveni upitnik prema navedenoj metodologiji („Utstein“). Utstein protokol, koji postoji od 1991. uz dopunu 2004. godine, uzet je kao uniformni, međunarodno prihvaćen obrazac prikupljanja podataka o srčanom zastoju i predstavlja osnovu EuReCa-one studije i upitnika po kome su podaci prikupljeni u svih 25 zemalja učesnica studije tokom 2015. godine. U studiju su uključeni svi oni pacijenti koji su u periodu od 1. oktobra 2015 do 31. septembra 2016 doživeli izvanbolnički srčani zastoj i kod kojih je u bilo kom delu intervenisala hitna služba bez obzira na pol, godine ili lične karakteristike.

Studija uključuje sve pacijente kod kojih je postojao resuscitacioni pokušaj (kompresije grudnog koša i/ili bilo koji vid defibrilacije) od strane: hitne službe, svedoka izvanbolničkog srčanog zastoja (IBSZ) pre dolaska hitne službe uz nastavljanje resuscitacije od strane hitne službe, svedoka (IBSZ) pre dolaska hitne službe sa prekidom pokušaja resuscitacije od strane hitne službe iz bilo kog razloga. svedoka (IBSZ) sa postizanjem povratka spontane cirkulacije pre dolaska hitne službe. Takođe studija uključuje i pacijente pronađene ili proglašene mrtvim iz bilo kog razloga.

Saglasnost za Učešće u ovoj studiji za R. Srbiju, dao je Etički odbor RSS, a za svaku ustanovu posebno Etički

odbori ustanova obuhvaćenih projektom. SHMP Indija zbrinjava unesrećene sa teritorije Opštine Indija površine 385 km<sup>2</sup> na kojoj živi 47.433 stanovnika. SHMP je organizovana tako što poseduje dve ekipe i ambulantu a ulogu dispečera obavlja medicinski tehničar. Najbliža bolnica udaljena je 40 km. Rezultati su prikazani sa osnovnim statističkim metodama a incidenca je iskazivana na 100.000 stanovnika.

## Rezultati

U posmatranom periodu od jedne godine na teritoriji opštine Indija je zabeleženo 66 srčana zastoja sa incidencom od 139.1 na 100000 stanovnika. Kardiopulmonalna reanimacija je rađena kod 52 unesrećenih. (109.6/100000).

Kod unesrećenih kod kojih je rađena KPR, svi srčani zastoji osim jednog su osvedočeni od strane laika.

Povratak spontane cirkulacije (ROSC) je zabeležen kod 16 pacijenta ( 30,7 %, 33,7/100000) koji su i primljeni u bolnicu a 6 pacijenata preživeli do otpusta i posle 30 dana (11,5 %, 12,6/100000)(slika 1).

Kod unesrećenih kod kojih je rađena resuscitacija a nije postignut ROSC inicijalni EtCO<sub>2</sub> je bio 7,1 mmHg, prosečni 13,2 mmHg i finalni 12,1 Hg. Prosečan EtCO<sub>2</sub> posle 2 minuta sprovođenja napredne životne potpore je 11,6, mmHg a prosečna razlika je 4,5 mmHg. Kod unesrećenih kod kojih je rađena resuscitacija i postignut ROSC inicijalni EtCO<sub>2</sub> je bio 14,48 mmHg, prosečni 22,22 mmHg i finalni 26,21 mmHg. Prosečan EtCO<sub>2</sub> posle 2 minuta sprovođenja napredne životne potpore je 25,27 mmHg a prosečna razlika je 10,79 mmHg (Tabela 1, slika 2, grafik 1).

## Diskusija

Obzirom da je 2010 kapnografija prvi put preporučena vodičem za naprednu životnu potporu (2) a 2015 uloga kapnografije u resuscitaciji utemeljena kao veoma važna dijagnostička metoda, još uvek ne postoje jasne preporuke što se tiče predikcije ROSC-a i ukupnog ishoda (2,3). Kapnografijom pratimo EtCO<sub>2</sub> za vreme resuscitacije. Praćenjem EtCO<sub>2</sub> dobijamo važne podatke koje nam mogu biti od pomoći da korigujemo mere napredne životne potpore koje sprovodimo. Tipično, za unesrećene u srčanom zastoju EtCO<sub>2</sub> je nizak, pokazujući da nema efikasnog srčanog minutnog volumena. Merenje EtCO<sub>2</sub> za vreme resuscitacije omogućava nam nekoliko važnih stvari. Prvo, pokazatelj je da li je endotrahealni tubus pravilno plasiran i omogućava nam praćenje ventilacije. Drugo, EtCO<sub>2</sub> je pokazatelj kvaliteta kompresija grudnog koša, tj., što veći EtCO<sub>2</sub>, kompresije grudnog koša su efikasnije(11). Treće EtCO<sub>2</sub> predstavlja siguran znak povratka spontane cirkulacije (12,13). Četvrto, ono

što je sigurno evidentno a to je da nizak EtCO<sub>2</sub> predstavlja loš prognostički znak u resuscitaciji(14). Poslednjih godina u svetu su objavljeni značajni podaci i studije vezano za kapnografske vrednosti u resuscitaciji. Prema Pokorna et al.(15) vrednost EtCO<sub>2</sub> od 10 mmHg predstavlja graničnu vrednost koja govori u prilog većoj šansi dostizanju ROSC ako je inicijalna vrednost iznad 10 mmHg i gotovo bez šansi za ROSC ako su vrednosti inicijalne EtCO<sub>2</sub> ispod 10 mmHg. Navedene vrednosti se uklapaju i u naša istraživanja jer je prosečan EtCO<sub>2</sub> kod unesrećenih gde nije postignut ROSC 7,1 mmHg. Poredeći sa studijom Hartmann et al.(16) dobijamo slične vrednosti EtCO<sub>2</sub> od oko 25 mmHg kod pacijenata kod kojih je dostignut ROSC i nešto veću prosečnu razliku od 14 mmHg u odnosu na 12 mmHg iz Hartmann-ove studije.

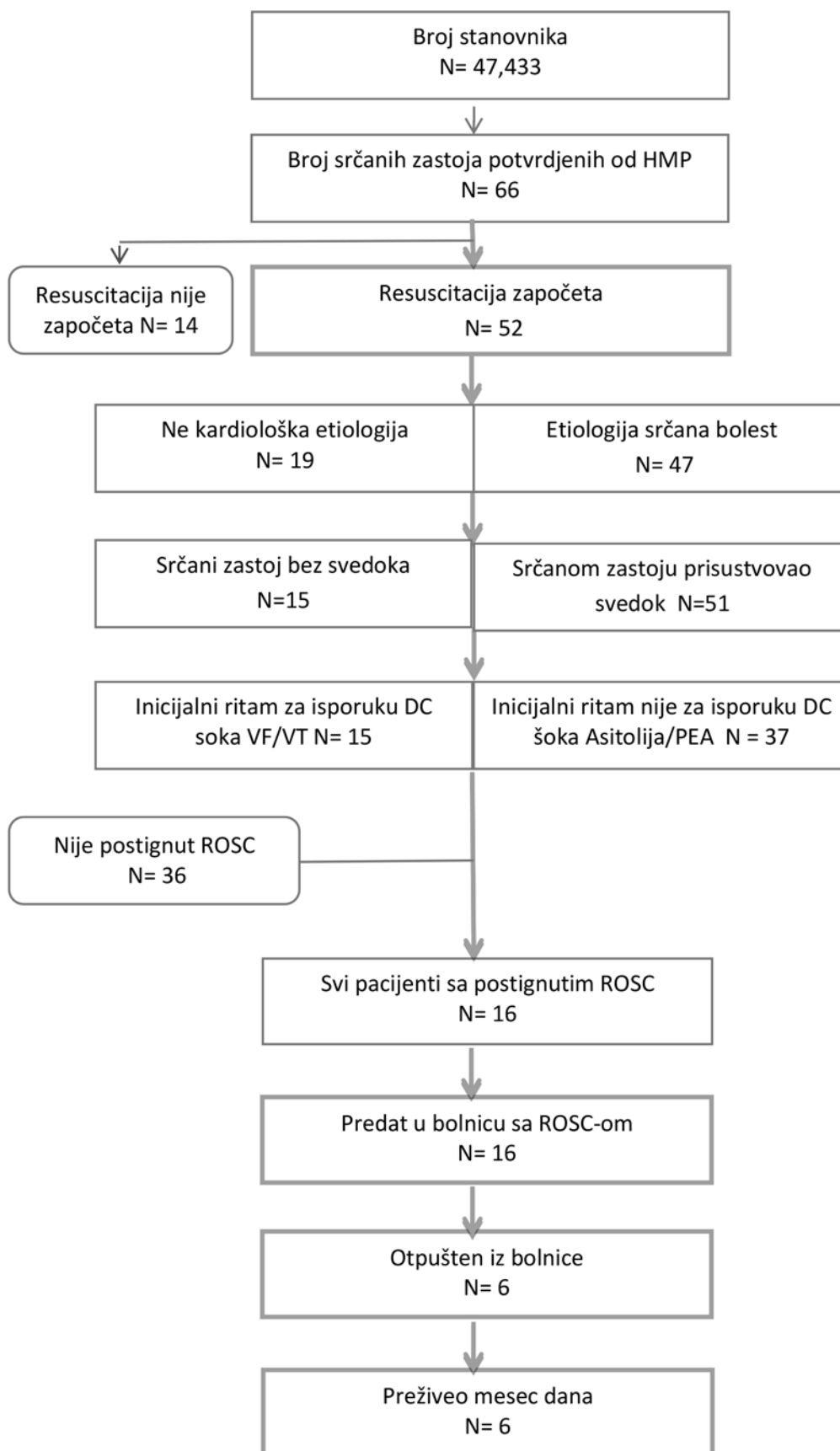
Kod povratka ROSC smo zapazili razliku od 10,79 mmHg kod naših pacijenata u odnosu na 4,5 mmHg kod pacijenata koji nisu dostigli ROSC, i ona je statistički značajna (p 0.05). Podaci do kojih smo došli su komplementarni sa podacima Poon et al. (17) koji navodi 18 puta veće preživljavanje kod pacijenata gde je razlika u EtCO<sub>2</sub> iznad 10 mmHg posle tri minuta od započinjanja resuscitacije, uz ogradu da smo mi merili trend od 2 minuta a Poon od 3 minuta od početka KPR-a.

Iako postoje razlike izmerenih vrednosti EtCO<sub>2</sub> više autora (18-21) u raznim fazama resuscitacije i naši rezultati se uklapaju u taj okvir. Možemo reći da je trend porasta EtCO<sub>2</sub> najvažniji faktor za dostizanje ROSC, gde smo pokazali i da postoji statistička značajnost, više nego apsolutne vrednosti EtCO<sub>2</sub> u raznim fazama. Pored navedenog Poon-a i Pantazopoulos et al (22) u svojoj Meta analizi potvrđuje.

Unesrećeni kod kojih je dostignut ROSC a koji su otpušteni iz bolnice u odnosu onih kod kojih je dostignut ROSC i nisu otpušteni iz bolnice pokazuje razliku od 4,4 mmHg, koja nije statistički značajna ali snažno sugerše da bi veće vrednosti EtCO<sub>2</sub> mogle da budu prediktori kompletnog oporavka pacijenta. Nažalost, i naš mali uzorak sa kojim smo raspolagali je limitirajući faktor. Studija Wang et al. (23) koji je multivarijetetnom analizom došao do vrednosti od 25,5 mmHg i više kao prediktorom otpusta iz bolnice ali ne i neurološkim ishodom bi govorili u prilog našoj tendenciji da više vrednosti EtCO<sub>2</sub> i trend porasta pogotovo, govore u predikciji kompletnog oporavka.

Iako je osnovno ograničenje naše studije mali uzorak rezultati sa statističkom značajnosti (p 0.05) govore da je trend porasta EtCO<sub>2</sub> najvažniji pokazatelj dostizanja ROSC, a isto tako indirektno pokazuje kvalitet sprovođenja mera napredne životne podrške. Nama se EtCO<sub>2</sub> pokazao kao izuzetan vodič u resuscitaciji jer inicijalne i

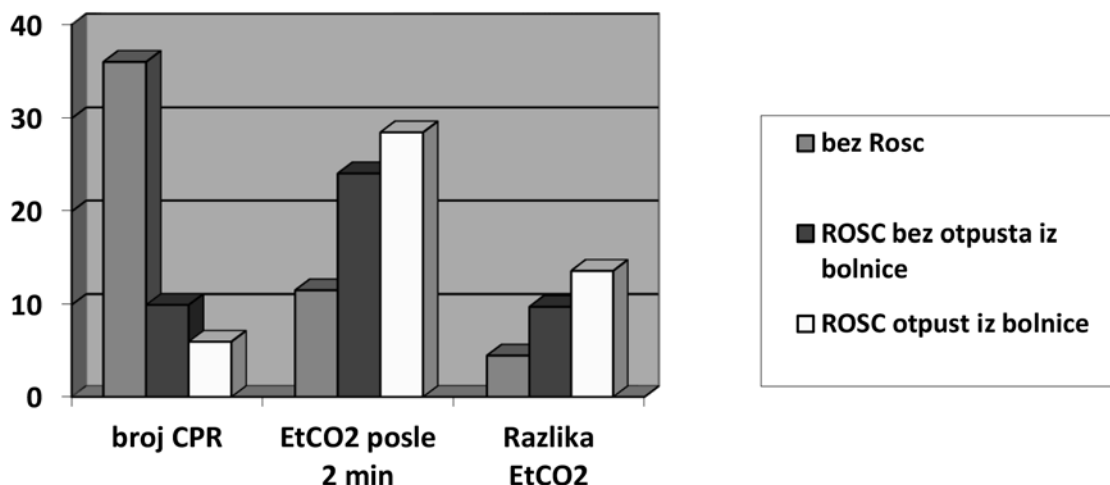
**Slika 1.** Utstein izveštaj o srčanom zastoju – Eureka 2015-2016. – Indija (1.10.2015.-30.09.2016)



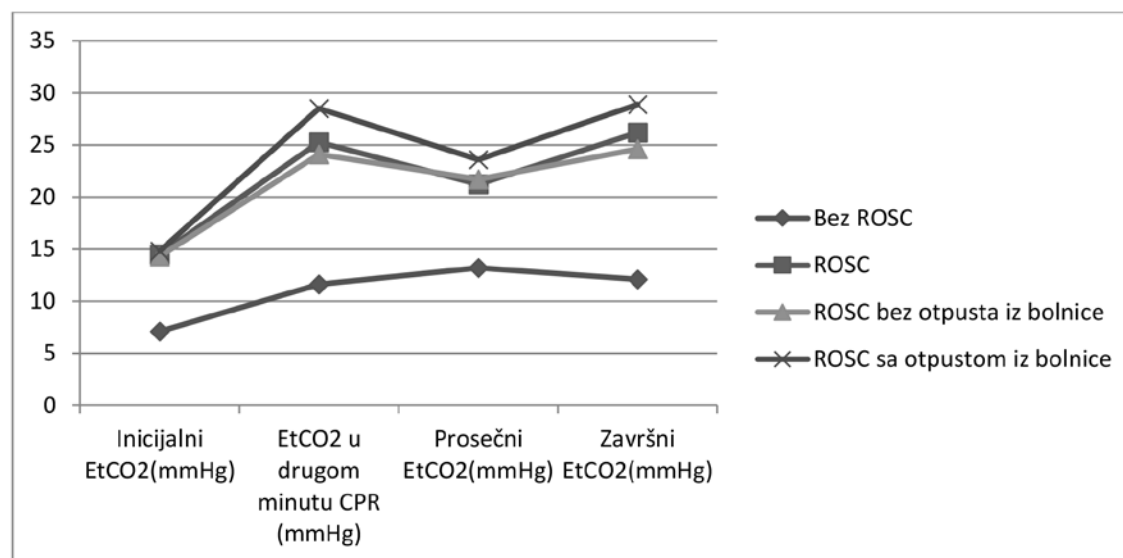
**Tabela 1.:** Vrednosti EtCO<sub>2</sub> za vreme resuscitacije.

	Broj CPR	Inicijalni EtCO <sub>2</sub> (mmHg)	Prosečni EtCO <sub>2</sub> (mmHg)	Završni EtCO <sub>2</sub> (mmHg)	EtCO <sub>2</sub> u drugom minutu CPR (mmHg)
Bez ROSC	36	7,1	13,2	12,1	11,6
ROSC	16	14,48	21,22	26,21	25,27
ROSC bez otpusta iz bolnice	10	14,3	21,7	24,6	24,1
ROSC sa otpustom iz bolnice	6	14,8	23,6	28,9	28,5

**Slika 2.** Trend EtCO<sub>2</sub> za vreme resuscitacije:



**Grafik 1.** Vrednosti EtCO<sub>2</sub> za vreme resuscitacije



prosečne vrednosti EtCO<sub>2</sub> mogu da zavise od vremena započinjanja resuscitacije, uzroka i dr., a zajedničko za uspešno dostizanje ROSC je trend porasta EtCO<sub>2</sub>, koji je veoma pouzdan pokazatelj.

### Zaključak

Trend porasta EtCO<sub>2</sub> posle 2 minuta resuscitacije, je najvažniji pokazatelj povratka spontane cirkulacije. Trend porasta EtCO<sub>2</sub> posle 2 minuta mogao bi da bu-

de i dobar pokazatelj ishoda resuscitacije i otpusta iz bolnice, i dalja istraživanja su neophodna, obzirom da u našoj studiji ne postoji statistička značajnost za navedeni pokazatelj.

### Zahvalnost:

Autori se zahvaljuju svim učesnicima na pomoći u prikupljanju podataka kao i Resuscitacionom Savetu Srbije.

**Finansijska podrška:**

Studiju iz koje proističu podaci finansirao je Resuscitati- oni Savet Srbije iz sredstava članarine. Autori i koautori nemaju naknadu za učešće u studiji niti za pisanje rada.

**Konflikt interesa**

Autori izjavljuju da prilikom sprovođenja ovog istraživa- nja i obrade rezultata nisu imali nikakav konflikt interesa.

**Lista skraćenica**

EuReCa	Evropski registar srčanog zastoja
EtCO <sub>2</sub>	Izdahnuti ugljen dioksid na kraju ekspirijuma
IBSZ	Izvanbolnički srčani zastoj
ROSC	povratak spontane cirkulacije
SHMP	Služba hitne medicinske pomoći
KPR	kardiopulmonalna resuscitacija
PEA	električna aktivnost bez pulsa
VF	ventrikularna fibrilacija
VT	ventrikularna tahikardija bez pulsa

**Reference**

- [Guideline] American Society of Anesthesiologists: Standards, Guidelines, Statements and Other Documents – Standards for Basic Anesthetic Monitoring. Available at <http://www.asahq.org/For-Members/Standards-Guidelines-and-Statements.aspx>. Accessed: June 2012.
- Violetta Raffay, Zlatko Fišer, Jelena Tijanić, Kornelija Jakšić Horvat, Mihaela Budimski, Snežana Holcer Vukelić: Preporuke 2015 – Međunarodni naučni konsenzus o kardiopulmonalnoj reanimaciji. *Journal Resuscitatio Balkanica*; 2016;2: 3,5–23
- [Guideline] European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 1. Executive summary Koenraad G. Monsieus, a, b, Jerry P. Nolan, c, d, Leo L. Bossaerte, Robert Greiff, g, Ian K. Maconochie, Nikolaos I. Nikolao- ui, Gavin D. Perkins, p, Jasmeet Soar, Anatolij Truhlář- l, m, Jonathan Wyllien, David A. Zideman, on behalf of the ERC Guidelines 2015 Writing Group. *Resuscitation* 95 (2015) 1–80
- Berdowski J, Berg RA, Tijssen JG, Koster RW. Global inci- dences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: systematic review of 67 prospective studies. *Resus- citation* 2010;81:1479–87.
- Nichol G, Thomas E, Callaway CW, Hedges J, Powell JL, Aufderheide TP, et al. Regional variation in out-of-hos- pital cardiac arrest incidence and outcome. *JAMA* 2008;300:1423–31.
- Zlatko Fišer, Kornelija Jakšić Horvat, Slađana Vlačović, Saša Milić, Aleksandra Lazić, Violetta Raffay: EUREKA ONE 2014 SRBIJA. *Medicina danas* 2015;14(7-9):95-102
- Slađana Vlačović, Aleksandar Kličković: „EUREKA ONE“ 2014- KRAGUJEVAC“. *Medicina danas* 2015;14(7- 9):103-107
- Milena Momirović Stojković, Mihaela Budimski, Nikola Ga- vrilović, Kornelija Jakšić Horvat: „EUREKA ONE“ 2014- SUBOTICA. *Medicina danas* 2015;14(7-9):115-120
- Pešić Ivan, Mitrović Miroslav, Holcer Vukelić Sneža- na. „EUREKA ONE“ 2014- SOMBOR. *Medicina danas* 2015;14(7-9):121-125
- Saša Milić, Tajana Hajder: PREŽIVLJAVANJE NAKON VANBOLNIČKOG SRČANOG ZASTOJA U INĐIJI. *Medicina danas* 2017;16(1-3):18-24
- Hamrick JL, Hamrick JT, Lee JK, Lee BH, Koehler RC, Shaffner DH. Efficacy of chest compressions dire- cted by end-tidal CO<sub>2</sub> feedback in a pedi-atric resus- citation model of basic life support. *J Am Heart Assoc* 2014;3:e000450
- Sehra R, Underwood K, Checchia P. End tidal CO<sub>2</sub> is a qu- antitative measure of cardiac arrest. *Pacing Clin Electrop- hysiol* 2003;26:515–7.
- Giberson B, Uber A, Gaieski DF, et al. When to stop CPR and when to perform rhythm analysis: potential confu- sion among ACLS providers. *J Intensive Care Med* 2014
- Soar J, Callaway CW, Aibiki M, et al. Part 4: Advanced life support: 2015 International Consensus on Cardiopulmo- nary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Resusci- ta-tion* 2015;95:e71–122
- Pokorna M, Necas E, Kratochvil J, Skripsky R, Andriak M, Franek O. A sudden increase in partial pressure end-tidal carbon dioxide (P(ET)CO<sub>2</sub>) at the moment of return of spontaneous circulation. *J Emerg Med*. 2010;38:614–21
- Hartmann SM, Farris RWD, Di Gennaro JL, et al. Systema- tic review and Meta-Analysis of End-Tidal carbon dioxi- de values associated with return of spontaneous circula- tion during cardiopulmonary resuscitation. *J Intensive Care Med* 2015;30:426–35
- Poon KM, Lui CT, Tsui KL. Prognostication of out-of-hos- pital cardiac arrest patients by 3-min end-tidal capno- metry level in emergency department. *Resuscitation* 2016;102:80–4.
- Grmec S, Klemen P. Does the end-tidal carbon dioxi- de (EtCO<sub>2</sub>) concentration have prognostic value du- ring out-of-hospital cardiac arrest? *Eur J Emerg Med*. 2001;8:263–9. [PubMed]
- Callahan M, Barton C. Prediction of outcome of cardi- opulmonary resuscitation from end-tidal carbon dioxi- de concentration. *Critical Care Med*. 1990;18:358–62. [PubMed]
- Heradstveit BE, Sunde K, Sunde GA, Wentzel-Larsen T, Heltne JK. Factors complicating interpretation of capno- graphy during advanced life support in cardiac arrest — a clinical retrospective study in 575 patients. *Resuscita- tion*. 2012;83:813–8. [PubMed]
- Krishna Ramachandran S, Mhyre J, Kheterpal S, Chri- stensen RE, Tallman K, Morris M, et al. American Hear- t Association’s Get With The Guidelines-Resuscitation

Investigators. Predictors of survival from perioperative cardiopulmonary arrests: A retrospective analysis of 2,524 events from the get with the guidelines-resuscitation registry. *Anesthesiology*. 2013;119:1322–39. [PMC free article] [PubMed]

22. Pantazopoulos C, Xanthos T, Pantazopoulos I, et al. A review of carbon dioxide monitoring during adult cardiopulmonary resuscitation. *Heart Lung Circ* 2015;24:1053
23. Wang AY, et al. Initial end-tidal CO<sub>2</sub> partial pressure predicts outcomes of in-hospital cardiac arrest. *Am J Emerg Med*. 2016