

Survey of the Relationship Between End Tidal CO₂ and Return of Spontaneous Circulation During Cardiopulmonary Resuscitation

Ali Movahedi ^{1,2}, Ali Kavosi ³, Vahid Moieni Ghamchini ³, Hamid Rereza Behnam Voshani ⁴, Hamid Reza Reihani ⁵, Gholam Reza Mohammadi ³, Javad Malekzadeh ^{6,*}

¹ Department of Anesthesia, Faculty Member of Medical Sciences University of Neyshabur, Neyshabur, Iran

² Msc of Intensive Care Nursing, School Nursing & Midwifery, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

³ Department of operating room, Faculty Member of Medical Sciences University of Neyshabur, Neyshabur, Iran

⁴ Department of Pediatrics Nursing, School of Nursing & Midwifery, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

⁵ Assistant Professor, Department of Emergency Medicine, School of Medicine, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

⁶ Department of Medical Emergencies, School of Nursing & Midwifery, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

* **Corresponding author:** Javad Malekzadeh, Department of Medical Emergencies, School of Nursing & Midwifery, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran. Email: malekzadehj@mums.ac.ir

Received: 01 May 2016

Accepted: 09 Aug 2016

Abstract

Introduction: Return of spontaneous circulation is the first purpose of cardiopulmonary resuscitation, and quality of cardiopulmonary resuscitation is an important factor for return of spontaneous circulation in cardiopulmonary arrest patients. Therefore, survey of end tidal CO₂ can be a feedback for quality of CPR. This study was conducted with the aim of determining the relationship end tidal CO₂ and return of spontaneous circulation.

Methods: In this descriptive cross-sectional study, 80 cases of CPR based on inclusion and exclusion criteria were selected by convenience sampling at Ghaem hospital of Mashhad (2014). The instruments used included patients demographic data and information about the progress of cardiopulmonary resuscitation including end-tidal carbon dioxide levels and the results CPR. At the beginning of cardiopulmonary resuscitation, Capnograph was connected to endotracheal tube and the patient's end-tidal CO₂ was recorded and it was related to the Return of Spontaneous Circulation (ROSC was defined as the presence of a palpable femoral arterial pulse and a systolic blood pressure above 80 mmHg for longer than three minutes). Data were collected and analyzed using the SPSS software version 16 and descriptive (frequency, mean and standard deviation) and inferential statistics (Chi-square, Fisher's exact, t-test, correlation and linear regression).

Results: Mean and standard deviation of age of patients was 67.3 ± 1.5 years; 47.5% were male and 98.8% of patient's cardiac rhythm in the start of CPR was asystole. The End Tidal CO₂ (ETCO₂) in patients with successful CPR was 21.6 ± 13.7 mmHg and in others was 17.7 ± 10.2 mmHg ($P=0.16$). The results showed that in patients that end-tidal CO₂ during resuscitation was less than 1 mm Hg, the rate of return of spontaneous circulation was 41.2% and in patients that end-tidal CO₂ during resuscitation was 30-41 mmHg, the rate of return of spontaneous circulation was 75%.

Conclusions: The results showed that high levels of ETCO₂ during cardiopulmonary resuscitation increased potential of return of spontaneous circulation. The ETCO₂ can be a feedback for quality of CPR. Therefore, the use of end-tidal carbon dioxide monitoring during cardiopulmonary resuscitation to CPR members is recommended.

Keywords: Cardiopulmonary Resuscitation; 24-Hour Survival; Return of Spontaneous Circulation

بررسی ارتباط دی اکسیدکربن انتهای بازدمی و بازگشت گردش خون خودبه خودی حین احیای قلبی-ریوی

علی موحدی^۱، علی کاوسی^۳، وحید معینی قمچینی^۲، حمیدرضا بهنام وشانی^۴، حمیدرضا ریحانی^۵، غلامرضا محمدی^۲، جواد ملک زاده^{۶*}

^۱ گروه هوشبری، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی نیشابور، نیشابور، ایران
^۲ کارشناسی ارشد مراقبت های ویژه، دانشکده پرستاری و مامایی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران
^۳ گروه اتاق عمل، عضو هیئت علمی دانشکده علوم پزشکی نیشابور، نیشابور، ایران
^۴ مربی گروه پرستاری کودک و نوزاد، دانشکده پرستاری و مامایی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران
^۵ استادیار گروه طب اورژانس، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران
^۶ مربی گروه فوریت‌های پرستاری، دانشکده پرستاری و مامایی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران
* نویسنده مسئول: جواد ملک زاده، مربی گروه فوریت‌های پرستاری، دانشکده پرستاری و مامایی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران. ایمیل: malekzadehj@mums.ac.ir

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۵/۱۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۲/۱۲

چکیده

مقدمه: بازگشت جریان خون خودبه‌خودی هدف اولیه احیاء در ایست قلبی بوده و کیفیت احیای قلبی ریوی عامل مهم تعیین‌کننده بازگشت جریان خون خودبه‌خودی بیمار است. در نتیجه بررسی دی اکسید کربن انتهای بازدمی در بیماران می‌تواند بازخوردی از کیفیت احیاء باشد. این مطالعه باهدف تعیین ارتباط دی اکسیدکربن انتهای بازدمی و بازگشت گردش خون خودبه‌خودی حین احیاء قلبی ریوی انجام شد.

روش کار: در این مطالعه توصیفی مقطعی از نوع همبستگی، ۸۰ مورد احیای قلبی ریوی براساس معیار ورود و خروج و به روش نمونه‌گیری غیرتصادفی در دسترس در بیمارستان قائم (عج) شهر مشهد در سال ۱۳۹۲، انتخاب شدند. ابزارهای مورد استفاده فرم دو قسمتی اطلاعات دموگرافیک بیماران و اطلاعات مربوط به روند پیشرفت احیاء قلبی ریوی شامل میزان دی اکسید کربن انتهای بازدمی و نتایج احیاء بود. در ابتدای احیای قلبی، کاپنوگراف به لوله تراشه بیماران متصل و اعداد مربوط به دی اکسیدکربن انتهای بازدمی بیماران ثبت شد و رابطه آن با بازگشت گردش خون خودبه‌خودی (وجود نبض فمورال قابل لمس و فشارخون سیستولیک بیشتر از ۸۰ میلی‌متر جیوه برای زمانی طولانی‌تر از ۳ دقیقه در اثر احیاء) بررسی شد. داده‌ها پس از جمع‌آوری توسط نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۶ و با استفاده از آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار و فراوانی) و آمار استنباطی (مجدورکای، دقیق فیش و تی مستقل، ضریب همبستگی و رگرسیون خطی) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها: میانگین سنی بیماران $67/3 \pm 1/5$ سال، $47/5$ درصد مذکر و در $98/8$ درصد، ریتم اولیه قلبی آسیستول بود. دی اکسیدکربن انتهای بازدمی در بیمارانی که بازگشت گردش خون خودبه‌خودی داشتند، $13/7 \pm 21/6$ میلی‌متر جیوه و در بیمارانی که بازگشت گردش خون خودبه‌خودی نداشتند، $10/2 \pm 17/7$ میلی‌متر جیوه بود ($P=0/16$). نتایج نشان داد در بیمارانی که دی اکسیدکربن انتهای بازدمی حین احیاء در آنها در گروه کمتر از یک میلی‌متر جیوه بود، میزان بازگشت گردش خون خودبه‌خودی، $41/2$ درصد و در بیمارانی که در در گروه $31-40$ میلی‌متر جیوه بودند، میزان بازگشت گردش خون خودبه‌خودی، 75 درصد بود.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که میزان دی اکسیدکربن انتهای بازدمی بالا در حین احیاء قلبی ریوی، احتمال بازگشت گردش خون خودبه‌خودی را بیشتر می‌کند. در نتیجه استفاده از مانیتورینگ دی اکسید کربن انتهای بازدمی در حین احیاء قلبی ریوی به اعضای تیم احیاء توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: احیای قلبی ریوی، دی اکسیدکربن انتهای بازدمی، بازگشت گردش خون خود به‌خودی

مقدمه

قلبی ریوی و افزایش احتمال بازگشت گردش خون خودبه خودی شود. دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی به غلظت دی‌اکسید کربن در هوای بازدمی در انتهای بازدم گفته می‌شود (۱۷). در طول ایست قلبی درمان نشده تولید دی‌اکسید کربن در بدن ادامه دارد اما هیچ دی‌اکسیدکربنی به ریه‌ها تحویل داده نمی‌شود. تحت چنین شرایطی حتی در صورت ادامه تهویه، دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی به صفر خواهد رسید. با شروع احیاء قلبی ریوی برون‌ده قلبی تعیین کننده تحویل دی‌اکسید کربن به ریه‌ها خواهد بود (۱۹، ۲۰).

پایش غیرتهاجمی یعنی بررسی جهش‌های نبض کاروتید حین CPR در حال انجام، هرگز دال بر کفایت جریان خون کرونری یا پرفیوژن مغزی و میوکاردی نیست. بنابراین بررسی ضربان های نبض کاروتید حین CPR اطلاعاتی در مورد برآیند بیمار نمی‌دهد و انجام این کار توصیه نمی‌شود (۲۱، ۲۲). Yost و همکارانش در مطالعه خود در سال ۲۰۱۲ دریافتند وسایلی که پارامترهای CPR را اندازه گیری کرده و هم اکنون می‌توانند بازخورد آنی به احیاگران بدهند ارتقاء اندکی در بهبود کیفیت CPR فراهم کرده‌اند (۲۳). Perkins و همکارانش (۲۰۱۴) در مطالعه خود دریافتند که ازگونه های مختلف بازخورد ممکن است نتایج متفاوتی حاصل شود (۲۴). Morely و همکارانش در مطالعه خود در سال ۲۰۰۷ اظهار کردند که شاخص‌های مختلف پایش کیفیت احیاء شامل پارامترهای فیزیولوژیک و مکانیکی مانند فشار شریانی، درصد اشباع اکسیژن خون ورید مرکزی و اندازه گیری CO₂ انتهای بازدمی با کاینوگرافی می‌باشد؛ در محیط بالینی و مراکز درمانی، معدودی از این موارد ذکر شده به آسانی و به طور معمول در دسترس‌اند مانند پایش تهاجمی فشار خون که به ندرت حین احیاء در دسترس است (۱۶). در صورت وجود ارتباط قوی بین دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی و بازگشت گردش خون خود به خودی، بالا بودن دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی حین احیاء، می‌تواند نشان دهنده یک CPR با کیفیت باشد و احتمال بازگشت گردش خون خودبه خودی در بیماران تحت احیاء را بالا ببرد. از طرفی در دستورالعمل احیای قلبی ریوی انجمن قلب آمریکا (۲۰۱۰) استفاده از کاینوگراف حین CPR توصیه شده اما هنوز به یک ضرورت تبدیل نشده است و هنوز مقدار مناسب دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی که می‌تواند بیانگر یک CPR بهینه باشد، به دست نیامده است (۲۵). اثبات یک رابطه معنی دار بین دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی حین احیا و بازگشت گردش خون خودبه خودی، می‌تواند باعث فراگیری استفاده از این ابزار در حین احیای قلبی ریوی شود. با توجه به اهمیت بازگشت گردش خون خود به خودی و در نهایت ارتباط آن با میزان بقاء احیا قلبی ریوی در بیماران و با توجه به این که تا کنون مطالعه‌ای در مورد رابطه این دو فاکتور در کشور صورت نگرفته است، لذا این مطالعه باهدف بررسی ارتباط دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی و بازگشت گردش خون خودبه‌خودی حین احیاء قلبی ریوی انجام شد.

روش کار

در این مطالعه توصیفی مقطعی از نوع همبستگی، واحدهای مطالعه به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. مطالعه شامل ۸۰ مورد

مهم‌ترین علت مرگ جمعیت بالغین در دنیای صنعتی ایست قلبی ناگهانی به علت بیماری‌های عروق کرونر است (۱، ۲). سالانه تقریباً ۳۷۰۰۰۰ تا ۷۵۰۰۰۰ بیمار در بیمارستان‌های ایالات متحده دچار ایست قلبی شده و تحت عملیات احیاء قرار می‌گیرند (۳). بازگشت جریان خون خودبه‌خودی هدف اولیه احیای قلبی ریوی در بیمار دچار ایست قلبی است (۴). احیای قلبی ریوی یک روش پزشکی اورژانسی برای بیمارانی است که از ایست قلبی رنج می‌برند و به وسیله فشار قفسه سینه و وارد کردن اجباری هوا به داخل ریه‌ها، قلب و ریه‌ها را مجبور به کار کردن می‌کند (۵). فشار قفسه سینه، فشاری متناوب و قوی بر نیمه تحتانی جناغ سینه است که با افزایش فشار داخل سینه و فشرده سازی مستقیم قلب، سبب ایجاد گردش خون می‌شود. فشرده سازی قفسه سینه در بالغین باید با حداقل سرعت ۱۰۰ بار در دقیقه و عمق ۵ سانتی متر صورت گیرد. بعد از فشار باید اجازه داده شود تا قفسه سینه به طور کامل به حالت اول برگردد (۶). علی‌رغم تلاش‌های وسیع جهت درمان، ایست قلبی با بقای کمی همراه است و کمتر از ۲۰ درصد این بیماران تا ترخیص از بیمارستان زنده می‌مانند (۶). در مطالعه‌ای (۱۳۸۱) که داخل کشورمان انجام شد نیز، مشخص شد که میزان موفقیت نهایی در احیای بیمارستانی که منجر به ترخیص بیمار از بیمارستان می‌شود، ۱۰ درصد می‌باشد (۷).

کیفیت CPR۲ عامل مهم تعیین کننده فرایند ایست قلبی و موفقیت احیاء و میزان بقا است (۸) دادن بهترین شانس بقا به بیماران ایست قلبی، انجام CPR با کیفیت بالاست (۹). بر اساس اطلاعات موجود کیفیت اجرای احیای قلبی-ریوی، ضعیف (۸، ۱۰) و اغلب پایین‌تر از حد مطلوب است (۹، ۱۱). تحقیقات نشان داده‌اند که کیفیت CPR حتی وقتی توسط کارکنان حرفه‌ای آموزش دیده شامل پرستاران و پزشکان در بیمارستان انجام می‌گردد نیز بسیار متغیر و اغلب ضعیف است (۱۱، ۱۲). علی‌رغم وسعت چالش برانگیز این مسئله، وجود دستورالعمل‌های CPR مبتنی بر شواهد، آموزش گسترده احیاگران و گواهی‌های دانش و مهارت احیاء، اغلب کیفیت تلاش‌های احیاء به استانداردهای توصیه شده دست پیدا نمی‌کند (۱۳) و مطالعات مشاهده‌ای در مورد ایست قلبی کاستی قابل توجهی در عملکرد احیاگران نشان داده که ممکن است تا حدی نتایج ضعیف از CPR را توضیح دهد (۱۴). احیاگران آگاهی کمی از کیفیت انجام CPR خود دارند (۱۵) و آن‌ها اغلب کیفیت عملکرد خود حین احیاء بر روی مانکن را مؤثر تخمین می‌زنند ولی عمق ماساژهای قلبی آن‌ها ناکافی همراه با وقفه‌های غیرضروری و تأخیر در شروع مجدد است (۱۶). نبود بازخورد به احیاگران در حین انجام احیاء یکی از موانع اعمال CPR باکیفیت مطلوب است (۱۵) و بدون اندازه‌گیری یا بازخورد، کیفیت CPR معمولاً پایین و ناشناخته است. با استفاده از ابزار پایش و بازخورد ممکن است خطاهای انسانی حین CPR کاهش یابد و استفاده از این وسایل کمک می‌کند تا پیروی از راهنماها جهت ماساژ قلبی صحیح بهبود یابد (۱۷). بازخورد CPR راهی مؤثر برای پایش و بهبود اجرای آن فراهم می‌کند (۱۸). دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی می‌تواند یکی از این بازخوردها باشد. به این صورت که بالاتر بودن میزان دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی حین احیاء، می‌تواند نشان دهنده کیفیت مناسب احیای

در ثبت دی اکسید کربن انتهای بازدمی و کاربرد غیرمستقیم آن در اندازه گیری برون ده قلبی و پایش گردش خون بیمار، قلابه تأیید رسیده است (۲۷). همچنین پایایی کاپنوگراف با استفاده از کالیبراسیون دستگاه قبل از هر بار استفاده و Self-Test آن سنجیده می شد. داده ها پس از جمع آوری توسط آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار و فراوانی)، آمار استنباطی (مجذورکای و دقیق فیشر و تی مستقل، ضریب همبستگی و رگرسیون خطی) و نرم افزار SPSS ویرایش ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقدار $P < 0.05$ به عنوان سطح معنی داری و سطح اطمینان ۹۵ درصد در نظر گرفته شد. از آنجا که در دستورالعمل احیای قلبی ریوی انجمن قلب آمریکا اشاره شده است که با دی اکسید کربن انتهای بازدمی حین احیای کمتر از ۱۰ میلیتر جیوه احتمال بازگشت گردش خون خودبه خودی ناچیز خواهد بود (۱۷)، پژوهشگران تصمیم گرفتند که دی اکسید کربن انتهای بازدمی حین احیای بیماران را بر اساس کمتر و بیشتر از ۱۰ میلیتر جیوه تقسیم بندی و مقایسه کنند.

برای رعایت ملاحظات اخلاقی، پژوهشگر در انتهای عملیات احیای قلبی ریوی، هدف از انجام پژوهش را برای اعضای خانواده بیمار (در صورت حضور) توضیح داد و به آنها اطمینان داده شد که اطلاعات محرمانه خواهد بود و نیازی به نوشتن نام نمی باشد و شرکت در مطالعه برحسب تمایل شخصی و رضایت کتبی آنها بود. در صورت عدم وجود همراهی هم بعد از پایان عملیات احیاء، از خود بیمار در صورت هوشیاری و یا ولی بیمار یا افراد خانواده وی در صورت حضور، جهت استفاده از اطلاعات دموگرافیک مربوط به احیای قلبی ریوی انجام شده بدون ذکر نام، کسب اجازه شد و به آنها گفته شد که نتایج مطالعه از طریق دانشکده پرستاری و مامایی دانشگاه علوم پزشکی مشهد قابل پیگیری است (البته در بدو بستری بیمار در مرکز آموزشی پژوهشی درمانی قائم (عج) نیز رضایت استفاده از اطلاعات پزشکی از تمام بیماران اخذ شده است).

یافته ها

یافته های پژوهش نشان داد که میانگین و انحراف معیار سنی بیماران به ترتیب $1/5 \pm 67/3$ بود. همچنین بیشترین طول مدت بستری بیماران ۲۷ روز بوده است که میانگین و انحراف معیار طول مدت بستری شدن بیماران در بیمارستان $4/9 \pm 4/0$ روز بدست آمد. اطلاعات دموگرافیک و شرایط بالینی بیماران در جدول ۱ و ۲ آمده است.

میانگین دی اکسیدکربن انتهای بازدمی اولیه (قبل از شروع احیاء) بیماران $10 \pm 13/9$ میلی متر جیوه بود. میانگین دی اکسیدکربن انتهای بازدمی حین احیاء هم 4 ± 20 میلی متر جیوه بوده است. نتیجه آزمون تی مستقل نشان داد که میزان افزایش دی اکسیدکربن حین احیاء در بین بیماران تحت احیاء، از نظر آماری معنی دار بوده است ($P = 0.001$). در ۵۶ درصد از بیمارانی که تحت احیای قلبی ریوی قرار گرفتند، بازگشت گردش خون خودبه خودی ایجاد شد. برای تعیین ارتباط بین دی اکسیدکربن انتهای بازدمی پایین تر از ۱۰ میلی متر جیوه و احتمال بازگشت گردش خون خودبه خودی از آزمون مجذورکای استفاده شد. در افرادی که دی اکسیدکربن انتهای بازدمی حین احیاء در آنها کمتر از ۱۰ میلی متر جیوه بود میزان بازگشت گردش خون خودبه خودی $41/2$ درصد و در بیمارانی که دی اکسیدکربن انتهای

احیای قلبی ریوی بود که در مرکز آموزشی، پژوهشی درمانی قائم (عج) مشهد، در آذر و دی ماه سال ۱۳۹۲ صورت گرفت. معیارهای ورود در این مطالعه شامل: تأیید ایست قلبی ریوی (عدم پاسخدهی، عدم وجود نبض، عدم وجود تنفس)، ایست قلبی ریوی غیر تروماتیک، سن بین هجده تا هشتاد و پنج سال، وجود لوله داخل تراشه در بیمار، عدم ایست قلبی بر اثر هیپوترمی، عدم وجود دستور کتبی یا شفاهی عدم انجام احیاء از پزشک مسئول و اینکه خارج از بیمارستان تحت احیاء قلبی ریوی قرار نگرفته باشد و معیارهای خروج شامل: عدم توانایی در انتوباسیون بیمار توسط تیم احیاء، بازگشت گردش خون خودبه خودی قبل از رسیدن تیم احیاء، بیماران با آمبولی وسیع ریوی قبل از شروع عملیات احیاء بود.

عملیات احیاء طبق دستورالعمل احیای قلبی ریوی پیشرفته انجمن قلب آمریکا (۲۰۱۰) انجام شد (۲۶). بدین صورت که پس از تأیید ایست قلبی توسط پزشک مقیم در بخش ها (عدم پاسخدهی، عدم وجود نبض، عدم وجود تنفس)، افراد تیم احیاء بلافاصله از طریق سیستم مکانیزه اعلام کد ۹۹، فرا خوانده شده و احیاء تا رسیدن تیم، توسط افراد حاضر انجام می گرفت. به محض حاضر شدن افراد تیم CPR بر بالین بیمار احیاء توسط این گروه انجام می شد، به طوری که ماساژ قلبی با سرعت حداقل ۱۰۰ بار در دقیقه و عمق حداقل ۵ سانتی متر و سرعت تهویه حداکثر ۱۰-۸ بار در دقیقه توسط تیم احیاء، صورت می پذیرفت. البته لازم بذکر است به محض لوله گذاری داخل تراشه، از یک کاپنوگراف ثابت و یکسان (از نوع Side Stream و مدل Comdeck) بر روی لوله تراشه همه بیماران استفاده می شد و اولین عدد ثبت شده روی کاپنوگراف به عنوان دی اکسیدکربن انتهای بازدمی اولیه در نظر گرفته می شد. پس از آن تا پایان احیاء هر ۲ دقیقه، دی اکسید کربن انتهای بازدمی بیماران ثبت و میانگین اعداد به دست آمده حین احیاء به عنوان دی اکسید کربن انتهای بازدمی حین احیاء در نظر گرفته می شد. در این بیماران، بازگشت گردش خون خودبه خودی حین احیاء به صورت وجود نبض فمورال قابل لمس و فشارخون سیستمیک بیشتر از ۸۰ میلی متر جیوه برای زمانی طولانی تر از ۳ دقیقه مورد بررسی قرار می گرفت (۲۵). فشارخون توسط مانیتورینگ و به وسیله کاف متصل به بازوی بیمار اندازه گیری می شد. تلاش های احیاء تا دستیابی به بازگشت جریان خون خودبه خودی یا وقوع یکی از موارد لزوم پایان احیای قلبی ریوی (به تشخیص رزیدنت ثابت) ادامه یافت و لحظه دستیابی به بازگشت جریان خون خود به خودی و یا فوت بیمار و طول مدت احیاء ثبت می شد. اطلاعات دموگرافیک بیماران، فرآیند احیاء و بقای ۲۴ ساعته در آنها توسط فرم مشاهدات پژوهشگر ثبت شد. لازم بذکر است اندازه گیری دی اکسید کربن انتهای بازدمی، در همه بیماران توسط خود پژوهشگر ثبت می شد.

ابزارهای مورد استفاده در پژوهش شامل: فرم دو قسمتی مشاهدات پژوهشگر از لحظه شروع احیاء قلبی ریوی که قسمت اول شامل اطلاعات دموگرافیک بیماران نظیر سن، جنس، بخش بستری، تعداد روز بستری، ریتم قلبی اولیه، بیماری های زمینه ای و قسمت دوم اطلاعات مربوط به روند پیشرفت احیاء قلبی ریوی شامل میزان دی اکسید کربن انتهای بازدمی و نتایج احیاء بوده است. کاپنوگراف برای اندازه گیری دی اکسید کربن انتهای بازدمی بیماران در حین احیاء قلبی ریوی مورد استفاده قرار گرفت. لازم بذکر است روایی کاپنوگراف

بازدمي حين احياء آن‌ها بيشتر از ۱۰ ميلي‌متر جيوه بود، ميزان بازگشت گردش خون خودبه‌خودي، اختلاف معني‌داري ($P = ۰/۱۶$) وجود نداشت (جدول ۳).
 نشان داد كه بين دو گروه كمتر و بيشتر از ۱۰ ميلي‌متر جيوه، از نظر جدول ۱: اطلاعات دموگرافيك بيماران تحت احياء قلبي ريوي در بيمارستان قائم مشهد

ويژگيهاي دموگرافيك بيماران	فراواني مطلق
جنس	
زن	۳۸
مرد	۴۲
جمع	۸۰
بخش بستري	
اورژانس داخلي	۲۹
اورژانس اعصاب	۱۷
اورژانس قلب	۴
داخلي	۱۳
اسكرينينگ	۷
قلب	۱۰
جمع	۸۰
ريتم قلبي بيمار در هنگام شروع عمليات احياء قلبي ريوي	
آسيستول	۷۹
فيبريلاسيون بطني	۱
جمع	۸۰
بيماري زمينه‌اي	
هيپر تانسيون	۲۲
سرطان (غير ريوي)	۱۲
CVA	۱۹
ديابت شيرين	۲۰
ادم ريوي	۵
جمع	۸۰

جدول ۲: ميانگين و انحراف شرايط باليني بيماران تحت احياء قلبي ريوي در بيمارستان قائم مشهد

متغير	ميانگين $\pm$ انحراف معيار
مدت زمان گذشته از ايست قلبي تا شروع احياء، دقيقه	$۱/۳ \pm ۰/۹$
فاصله زماني از شروع عمليات احياء تا لوله‌گذاري داخل تراشه، دقيقه	$۲/۲ \pm ۱/۰$
طول مدت احياء، دقيقه	$۲۰/۶ \pm ۹/۲$
دي‌اكسيدكربن انتهاي بازدمي اوليه، ميلي متر جيوه	$۱۳/۹ \pm ۱۰$
دي‌اكسيدكربن انتهاي بازدمي حين احياء، ميلي متر جيوه	۲۰ ± ۴

جدول ۳: ارتباط بين دي‌اكسيدكربن بازدمي بالاتر و پايين‌تر از ۱۰ ميلي‌متر جيوه با بازگشت گردش خون خودبه‌خودي در بيماران تحت احياء قلبي ريوي در بيمارستان قائم مشهد

دي‌اكسيدكربن انتهاي بازدمي	۱۰ > mmhg	۱۰ < mmhg	كل
بازگشت گردش خون خود به خودي			
وجود داشته	۳۸ (۶۰/۳)	۷ (۴۱/۲)	۴۵ (۵۶/۱)
وجود نداشته	۲۵ (۳۹/۷)	۱۰ (۵۸/۸)	۳۵ (۴۳/۱)
جمع	۶۳ (۱۰۰/۰)	۱۷ (۱۰۰/۰)	۸۰ (۱۰۰/۰)
آزمون مجذور كاي:	$\chi^2 = ۱/۹۹, df = ۱, P > ۰/۱۶$		

داده‌ها بر اساس تعداد (درصد) مي باشد.

نتایج نشان داد، دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی حین احیاء در بیمارانی که در آن‌ها بازگشت گردش خون خودبه‌خودی وجود داشت $13/7 \pm$ و در بیمارانی که در آن‌ها بازگشت گردش خون خودبه‌خودی وجود نداشته، $10/2 \pm 17/7$ میلی‌متر جیوه بود. نتیجه آزمون

تی‌مستقل نشان داد که بین دو گروه (وجود یا عدم وجود بازگشت گردش خون خودبه‌خودی) از نظر دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی حین احیاء، اختلاف آماری معنی‌داری ($P = 0/16$) وجود نداشت (جدول ۴).

جدول ۴: مقایسه رابطه بین دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی حین احیاء با بازگشت گردش خون خودبه‌خودی در بیماران تحت احیاء قلبی ریوی در بیمارستان قائم مشهد

دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی حین احیاء	میانگین $\pm$ انحراف معیار	تعداد
بازگشت گردش خون خودبه‌خودی		
وجود داشته	$13/7 \pm 21/6$	۴۵
وجود نداشته	$10/2 \pm 17/7$	۳۵
نتیجه آزمون تی‌مستقل	$t = 1/40, df = 78, P > 0/16$	

اما با گروه بندی میزان دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی حین احیاء به نظر می‌رسد هرچه میزان دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی حین احیاء بالاتر باشد، میزان بازگشت گردش خون خودبه‌خودی نیز بیشتر خواهد بود. به عنوان مثال در بیمارانی که دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی حین احیاء در آنها در گروه < 10 میلی‌متر جیوه بود، میزان بازگشت گردش خون خودبه‌خودی، $41/2$ درصد و در بیمارانی که در گروه $31-40$ میلی‌متر جیوه بودند، میزان بازگشت گردش خون خودبه‌خودی، 75 درصد بود. البته نتیجه آزمون دقیق فیشر نشان داد که بین میزان دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی حین احیاء و بازگشت گردش خون خودبه‌خودی رابطه آماری معنی‌داری ($P = 0/42$) وجود نداشت.

برای بررسی همبستگی بین دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی و مدت زمان گذشته از شروع احیاء تا بازگشت گردش خون خودبه‌خودی با متغیرهای زمینه‌ای از آزمون ضریب اسپیرمن استفاده شد. یافته‌های جدول ۵ حاکی از آن است که یک همبستگی معکوس ضعیف بین سن افراد و میزان دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی آنان وجود داشت. به عبارت دیگر، هرچه سن افراد افزایش یافته، میزان دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی کاهش پیدا کرده است. ولی نتیجه آزمون ضریب اسپیرمن نشان داد که این همبستگی از لحاظ آماری، معنی‌دار ($P = 0/49$) نبود.

جدول ۵: همبستگی بین میزان دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی و مدت زمان گذشته از شروع احیاء تا بازگشت گردش خون خودبه‌خودی با متغیرهای زمینه‌ای و وابسته

دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی	زمان گذشته از شروع احیاء تا بازگشت گردش خون خودبه‌خودی
سن	$P = 0/49, r = 0/08$
طول مدت بستری	$P = 0/18, r = 0/15$
زمان گذشته از ارست تا شروع احیاء	$P = 0/99, r = 0/01$
طول مدت احیاء	$P = 0/37, r = 0/01$
زمان گذشته از احیاء تا انتوباسیون	$P = 0/17, r = 0/24$
	$P = 0/07, r = 0/26$
	$P = 0/51, r = 0/1$
	$P = 0/36, r = 0/13$
	$P = 0/001, r = 0/91$
	$P = 0/90, r = 0/03$

بحث

دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی حین احیاء بیانگر میزان برون‌ده قلبی حین احیاء می‌باشد و افزایش آن بیانگر افزایش برون‌ده قلبی است و افزایش برون‌ده قلبی می‌تواند باعث افزایش بازگشت گردش خون خودبه‌خودی شود. انتظار می‌رفت که یک رابطه قوی بین دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی حین احیاء و بازگشت گردش خون خودبه‌خودی وجود داشته باشد؛ اما این نکته مورد تأیید قرار نگرفت که ممکن است علت معنادار نشدن آن را تأثیر متغیرهای مداخله‌گری

نظیر سن بیمار، جنس، وجود بیماری‌های زمینه‌ای مختلف، کم بودن حجم نمونه و ... دانست. اما با گروه‌بندی میزان دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی حین احیاء (جدول ۶)، مشخص شد که هرچه میزان دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی حین احیاء افزایش یابد، کیفیت احیاء بهتر خواهد بود و در نتیجه احتمال بازگشت گردش خون خودبه‌خودی نیز افزایش می‌یابد و نشان دهنده یک رابطه مستقیم بین این دو متغیر است.

جدول ۶: مقایسه رابطه بین دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی حین احیاء و بازگشت گردش خون خودبه‌خودی در بیماران تحت احیاء قلبی ریوی در بیمارستان قائم مشهد

mmHg, ETCO ₂	<۱۰	۱۰-۲۰	۲۱-۳۰	۳۱-۴۰	>۴۰
ROSC	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد
وجود داشته	۷ (۴۱/۲)	۱۸ (۵۴/۵)	۱۲ (۶۳/۲)	۶ (۷۵)	۲ (۶۶/۶)
وجود نداشته	۱۰ (۵۸/۸)	۱۵ (۴۵/۵)	۷ (۳۶/۸)	۲ (۲۵)	۱ (۳۳/۴)
جمع	۱۷ (۱۰۰/۰)	۳۳ (۱۰۰/۰)	۱۹ (۱۰۰/۰)	۸ (۱۰۰/۰)	۳ (۱۰۰/۰)

داده‌ها بر اساس تعداد (درصد) می‌باشد.

ETCO₂ که می‌تواند بیانگر یک CPR بهینه است، به دست نیامده است (۲۵) در مطالعه حاضر این عدد، ۲۱ میلی‌متر جیوه به دست آمده است.

پیامد احیاء گزارش شده در مطالعه اینانو و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت نزدیکی با مطالعه حاضر دارد. در مطالعه آنها میزان برگشت اولیه جریان خون خودبه‌خودی در بیماران ۵۷ درصد بود و ۲۰ درصد بیماران نیز زنده از بیمارستان ترخیص شدند. آنها نیز مطالعه خود را با عنوان "پیش بینی بقای ایست قلبی بر اساس کاپنوگرافی" انجام دادند. میانگین سنی بیماران در پژوهش آنها ۷۴ سال بود. آنها نتیجه گرفتند که کاپنوگرافی یک روش مفید حین احیای قلبی ریوی بوده و با ETCO₂ بالاتر از ۲۰ میلی‌متر جیوه احتمال بازگشت گردش خون خودبه‌خودی بالا می‌باشد (P = ۰/۰۰۱) (۳۱).

در پژوهش سوراسرانپونگر (۲۰۰۶) و همکاران نیز که در یک بیمارستان ۲۳۰۰ تخت خوابی در کشور تایلند، در خلال یک دوره یکساله انجام شد، تعداد ۶۳۹ بیمار تحت عملیات احیاء مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که از این تعداد ۳۹۴ بیمار (۶۱/۷ درصد) به بازگشت جریان خون خود به خودی اولیه دست یافتند، اما از این میان تنها ۴۴ بیمار یعنی (۶/۹) درصد زنده از بیمارستان مرخص شدند. (۳۲) مطالعه آنها نیز از جهت محیط پژوهش و نتایج به دست آمده با مطالعه حاضر قابل مقایسه است و نتایج مشابهی را نشان می‌دهد.

در مطالعه سالاری و همکاران (۲۰۱۱) در تهران پیامد اولیه نهایتاً ۳۱ درصد بوده است (۲). در مطالعه کیوان پژوه و همکاران (۲۰۱۱) در ارومیه موفقیت اولیه تنها ۲۸ درصد گزارش شده است (۳۳). در مطالعه بریم نژاد و همکاران (۲۰۰۸) نیز که با استفاده از یک تیم احیاء ورزشی برآیند بیماران دچار ایست قلبی بررسی شده است پیامد اولیه تنها ۳۰ درصد گزارش شده است (۳۴) و تنها مطالعه دهقانی و همکاران (۲۰۰۸) که پیامد اولیه احیاء یعنی بازگشت جریان خون خود به خودی را در مطالعه خود ۴۹/۹ گزارش کرده‌اند (۳۵) با نتایج مطالعه فعلی مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

استفاده از کاپنوگرافی حین احیای قلبی ریوی روش بسیار مفیدی است که می‌تواند باعث بهبود فشارهای سینه‌ای حین احیاء شود و خستگی احیاکنندگان را نشان دهد و افزایش ناگهانی آن حین احیاء بیانگر بازگشت گردش خون خودبه‌خودی است. هرچه که میزان دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی در حین احیای قلبی بالاتر باشد احتمال بازگشت گردش خون خودبه‌خودی بیشتر است. میزان دی‌اکسیدکربن

در دستورالعمل احیاء قلبی ریوی انجمن قلب آمریکا (۲۰۱۰) بیان شده است که با مقادیر دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی کمتر از ۱۰ میلی‌متر جیوه در حین احیاء، بازگشت گردش خون خودبه‌خودی محتمل نیست (۲۵). نتیجه مطالعه حاضر با این نکته، همخوانی نداشت. علت این امر هم شاید این بود که در مطالعه حاضر بیماران دارای دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی کمتر از ۱۰ میلی‌متر جیوه به زیرگروه‌های کوچکتر تقسیم نشدند و این احتمال وجود داشت که اکثر این بیماران دارای دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی نزدیک به ۱۰ میلی‌متر جیوه بوده باشند.

نتایج گزارش شده از مطالعه عبداللهی و همکاران (۲۰۱۴) با عنوان بررسی اثر بازخورد کاپنوگرافی حین CPR بر بازگشت جریان خون خودبخودی بیانگر این است که میزان بازگشت گردش خون خودبه‌خودی در بیمارانی که در آنها از کاپنوگرافی برای پایش دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی استفاده شده ۶۳/۱ درصد و در بیمارانی که به روش معمول احیاء شده‌اند بازگشت گردش خون خودبه‌خودی ۴۴/۶ درصد، ذکر شده است (P = ۰/۰۳۵) (۲۸). این نتایج بیانگر این است که استفاده از کاپنوگرافی بازخوردی از کیفیت احیاء دارد و باعث ترغیب اعضای تیم احیاء برای بهبود بخشیدن به احیاء می‌شود. نتیجه این مطالعه با مطالعه حاضر هم راستا می‌باشد.

کولار و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که مقادیر پیوسته پایین ETCO₂ (10 mmHg) در حین CPR بیماران اینتوبه، نشان دهنده این است که احتمال بازگشت گردش خون خودبه‌خودی پایین است (۲۹). در مطالعه گرمک و همکاران (۲۰۰۱) نیز مقادیر ETCO₂ پایین‌تر از ۱۰ میلی‌متر جیوه با میزان بازگشت گردش خون خودبه‌خودی پایین همراه بوده است (۳۰). در مطالعه حاضر هم بیمارانی که ETCO₂ زیر ۱۰ میلی‌متر جیوه داشته‌اند، کمترین احتمال بازگشت گردش خون خودبه‌خودی را در بین همه بیماران تحت احیاء داشته‌اند؛ از طرفی بیمارانی که ETCO₂ زیر ۱۷ میلی‌متر جیوه داشته‌اند، احتمال بازگشت گردش خون خودبه‌خودی در آنها کمتر بود. وجود نشت هوا در حین تهویه با ماسک یا تهویه با راه‌های هوایی سوپراگلوتیک می‌تواند باعث کمتر خوانده شدن ETCO₂ بیماران شود که در مطالعه حال حاضر، بیماران لوله داخل تراشه‌ای داشته‌اند که احتمال وجود نشت در این سیستم کمتر از ماسک می‌باشد.

در دستورالعمل احیای قلبی ریوی انجمن قلب آمریکا (۲۰۱۰) بیان شده است که با مقادیر ETCO₂ کمتر از ۱۰ میلی‌متر جیوه احتمال بازگشت گردش خون خودبه‌خودی کمتر است اما هنوز مقدار مناسب

سپاسگزاری

در پایان لازم بذکر است این مقاله برگرفته از بخشی از طرح تحقیقاتی پایان‌نامه دانشجویی مصوب دانشگاه علوم پزشکی مشهد با کد ۹۲۰۷۱۷ مورخ ۱۳۹۲/۰۷/۲۳ و ثبت در سامانه کارآزمایی بالینی ایران با کد IRCT2014010216033N1 می‌باشد و با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد انجام شده است. همچنین به این وسیله، گروه تحقیق مراتب سپاسگزاری و قدردانی خود را از مسؤولین محترم دانشکده پرستاری و مامایی مشهد و مراکز بهداشتی درمانی قائم (عج) به دلیل فراهم نمودن شرایط انجام پژوهش و حمایت‌های بی‌دریغ‌شان ابراز می‌نماید. همچنین از آقای کاظم احمدی مبینی مسئول واحد CPR بیمارستان قائم مشهد و اعضای محترم این واحد تشکر می‌نمایند.

References

- Go AS, Mozaffarian D, Roger VL, Benjamin EJ, Berry JD, Borden WB, et al. Heart disease and stroke statistics--2013 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2013;127(1):e6-e245. DOI: [10.1161/CIR.0b013e31828124ad](https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31828124ad) PMID: [23239837](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23239837/)
- Salari A, Mohammad Nejad E, Vanaki Z, Ahmadi F. Effect of in-hospital cardiopulmonary cerebral resuscitation management on resuscitation outcomes. *J Critic Care Nurs*. 2011;4(1):13-22.
- Li Y, Bisera J, Geheb F, Tang W, Weil MH. Identifying potentially shockable rhythms without interrupting cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med*. 2008;36(1):198-203. DOI: [10.1097/01.CCM.0000295589.64729.6B](https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000295589.64729.6B) PMID: [18090359](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18090359/)
- Krep H, Mamier M, Breil M, Heister U, Fischer M, Hoeft A. Out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with the AutoPulse system: a prospective observational study with a new load-distributing band chest compression device. *Resuscitation*. 2007;73(1):86-95. DOI: [10.1016/j.resuscitation.2006.08.027](https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2006.08.027) PMID: [17254691](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17254691/)
- Cable T. *A Companion to Baugh and Cable's A History of the English Language*. USA: Routledge; 2013.
- Merchant RM, Yang L, Becker LB, Berg RA, Nadkarni V, Nichol G, et al. Variability in case-mix adjusted in-hospital cardiac arrest rates. *Med Care*. 2012;50(2):124-30. DOI: [10.1097/MLR.0b013e31822d5d17](https://doi.org/10.1097/MLR.0b013e31822d5d17) PMID: [22249921](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22249921/)
- Jafarian A. [Evaluate the success rate of CPR in Shohadaye Haftom Tir]. *Iran Univ Med Sci*. 2002;327(9):30.
- Kramer-Johansen J, Edelson DP, Losert H, Kohler K, Abella BS. Uniform reporting of measured quality of cardiopulmonary resuscitation (CPR). *Resuscitation*. 2007;74(3):406-17. DOI: [10.1016/j.resuscitation.2007.01.024](https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2007.01.024) PMID: [17391831](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17391831/)
- McInnes AD, Sutton RM, Nishisaki A, Niles D, Leffelman J, Boyle L, et al. Ability of code leaders to recall CPR quality errors during the resuscitation of older children and adolescents. *Resuscitation*. 2012;83(12):1462-6. DOI: [10.1016/j.resuscitation.2012.05.010](https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2012.05.010) PMID: [22634433](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22634433/)
- Bohn A, Gude P. Feedback during cardiopulmonary resuscitation. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2008;21(2):200-3. DOI: [10.1097/ACO.0b013e318282f63f12](https://doi.org/10.1097/ACO.0b013e318282f63f12) PMID: [18443489](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18443489/)
- Dine CJ, Gersh RE, Leary M, Riegel BJ, Bellini LM, Abella BS. Improving cardiopulmonary resuscitation quality and resuscitation training by combining audiovisual feedback and debriefing. *Crit Care Med*. 2008;36(10):2817-22. DOI: [10.1097/CCM.0b013e318186fe37](https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e318186fe37) PMID: [18766092](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18766092/)
- Preusch MR, Bea F, Roggenbach J, Katus HA, Junger J, Nikendei C. Resuscitation Guidelines 2005: does experienced nursing staff need training and how effective is it? *Am J Emerg Med*. 2010;28(4):477-84. DOI: [10.1016/j.ajem.2009.01.040](https://doi.org/10.1016/j.ajem.2009.01.040) PMID: [20466229](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20466229/)
- Sutton RM, Maltese MR, Niles D, French B, Nishisaki A, Arbogast KB, et al. Quantitative analysis of chest compression interruptions during in-hospital resuscitation of older children and adolescents. *Resuscitation*. 2009;80(11):1259-63. DOI: [10.1016/j.resuscitation.2009.08.009](https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2009.08.009) PMID: [19733427](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19733427/)
- Hunziker S, Johansson AC, Tschan F, Semmer NK, Rock L, Howell MD, et al. Teamwork and leadership in cardiopulmonary resuscitation. *J Am Coll Cardiol*. 2011;57(24):2381-8. DOI: [10.1016/j.jacc.2011.03.017](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.03.017) PMID: [21658557](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21658557/)
- Arshid M, Lo TY, Reynolds F. Quality of cardiopulmonary resuscitation (CPR) during paediatric resuscitation training: time to stop the blind leading the blind. *Resuscitation*. 2009;80(5):558-60. DOI: [10.1016/j.resuscitation.2009.02.017](https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2009.02.017) PMID: [19328616](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19328616/)
- Morley PT. Monitoring the quality of cardiopulmonary resuscitation. *Curr Opin Crit Care*. 2007;13(3):261-7. DOI: [10.1097/MCC.0b013e3182814b05bd](https://doi.org/10.1097/MCC.0b013e3182814b05bd) PMID: [17468556](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17468556/)
- Neumar RW, Otto CW, Link MS, Kronick SL, Shuster M, Callaway CW, et al. Part 8: adult advanced cardiovascular life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2010;122(18 Suppl 3):S729-67. DOI: [10.1161/CIRCULATIONAHA.110.970988](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.970988) PMID: [20956224](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20956224/)
- Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, Edelson DP, Barry A, O'Hearn N, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *JAMA*.

- 2005;293(3):305-10. [DOI: 10.1001/jama.293.3.305](#) [PMID: 15657323](#)
19. Difference in acid-base state between venous and arterial blood during cardiopulmonary resuscitation. *N Engl J Med.* 1986;315(25):1616-8. [DOI: 10.1056/NEJM198612183152519](#) [PMID: 3097546](#)
20. Sanders AB, Atlas M, Ewy GA, Kern KB, Bragg S. Expired PCO₂ as an index of coronary perfusion pressure. *Am J Emerg Med.* 1985;3(2):147-9.
21. Pothitakis C, Ekmektzoglou KA, Piagkou M, Karatzas T, Xanthos T. Nursing role in monitoring during cardiopulmonary resuscitation and in the peri-arrest period: a review. *Heart Lung.* 2011;40(6):530-44. [DOI: 10.1016/j.hrtlng.2010.11.006](#) [PMID: 21411152](#)
22. Semmons R, Falk J. Predicting a pulse: can monitoring heart rate and end-tidal carbon dioxide minimize compression pauses and impact outcomes in out-of-hospital cardiac arrest? *Resuscitation.* 2013;84(1):3-4. [DOI: 10.1016/j.resuscitation.2012.09.035](#) [PMID: 23044412](#)
23. Yost D, Phillips RH, Gonzales L, Lick CJ, Satterlee P, Levy M, et al. Assessment of CPR interruptions from transthoracic impedance during use of the LUCAS mechanical chest compression system. *Resuscitation.* 2012;83(8):961-5. [DOI: 10.1016/j.resuscitation.2012.01.019](#) [PMID: 22310728](#)
24. Perkins GD, Davies RP, Quinton S, Woolley S, Gao F, Abella B, et al. The effect of real-time CPR feedback and post event debriefing on patient and processes focused outcomes: a cohort study: trial protocol. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2011;19:58. [DOI: 10.1186/1757-7241-19-58](#) [PMID: 22008636](#)
25. Cave DM, Gazmuri RJ, Otto CW, Nadkarni VM, Cheng A, Brooks SC, et al. Part 7: CPR techniques and devices: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation.* 2010;122(18 Suppl 3):S720-8. [DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.970970](#) [PMID: 20956223](#)
26. Hazinski MF, Nolan JP, Billi JE, Bottiger BW, Bossaert L, de Caen AR, et al. Part 1: Executive summary: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Circulation.* 2010;122(16 Suppl 2):S250-75. [DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.970897](#) [PMID: 20956249](#)
27. Ward KR, Sullivan RJ, Zelenak RR, Summer WR. A comparison of interposed abdominal compression CPR and standard CPR by monitoring end-tidal PCO₂. *Ann Emerg Med.* 1989;18(8):831-7. [PMID: 2502937](#)
28. Abdollahi H, Pourghaznein T, Mazloom S, Malekzadeh J. [Effect of Capnography Feedback during CPR on Return of Spontaneous Circulation]. *J Nurs Midwif Urmia Uni Med Sci.* 2014;14(1):25-39.
29. Kolar M, Krizmaric M, Klemen P, Grmec S. Partial pressure of end-tidal carbon dioxide successful predicts cardiopulmonary resuscitation in the field: a prospective observational study. *Crit Care.* 2008;12(5):R115. [DOI: 10.1186/cc7009](#) [PMID: 18786260](#)
30. Grmec S, Klemen P. Does the end-tidal carbon dioxide (EtCO₂) concentration have prognostic value during out-of-hospital cardiac arrest? *Eur J Emerg Med.* 2001;8(4):263-9. [PMID: 11785591](#)
31. Einav S, Bromiker R, Weiniger CF, Matot I. Mathematical modeling for prediction of survival from resuscitation based on computerized continuous capnography: proof of concept. *Acad Emerg Med.* 2011;18(5):468-75. [DOI: 10.1111/j.1553-2712.2011.01067.x](#) [PMID: 21569166](#)
32. Suraseranivongse S, Chawaruechai T, Saengsung P, Komoltri C. Outcome of cardiopulmonary resuscitation in a 2300-bed hospital in a developing country. *Resuscitation.* 2006;71(2):188-93. [DOI: 10.1016/j.resuscitation.2006.04.004](#) [PMID: 16987585](#)
33. Islamlo F. Quality and outcome of cardiopulmonary resuscitation in Imam Khomeini Teaching Hospital-report according to Utstein style. *Urmia Med J.* 2011;22(4):346-52.
34. Borimnezhad L, Rasouli M, Nikbakht NAR, Mohammadi H, Kheyrafi L. [Effect of trained cardiopulmonary resuscitation team on the outcomes of cardiopulmonary resuscitation]. *J Babol Univ Med Sci.* 2008;10(3):55-61.
35. Dehghani H, Dehghani KH, ESLAMI MH, Nasiriani KH, Dehghani A, FATEHI F, et al. [The impact of the time elapsed between cardio-pulmonary resuscitation code announcement and start of resuscitation on outcome]. *Iran J Nurs.* 2008;21(55):29-35.