

مقایسه دی اکسید کربن انتهای بازدمی و شریانی در بیماران کاندید پیوند عروق کرونر

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۰۴/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۰۷/۱۵

چکیده

زمینه و هدف: اندازه‌گیری دی اکسید کربن انتهای بازدمی (ETCO₂) روشی برای تخمین دی اکسید کربن خون شریانی (PaCO₂) در طی بیهوشی عمومی می‌باشد. بدیهی است که استفاده از این روش نیاز به خون‌گیری‌های متعدد را برای ارزیابی مقدار CO₂ خون شریانی کاهش می‌دهد. این مطالعه برای تعیین دقت ETCO₂ در تخمین PaCO₂ در بیماران کاندید پیوند عروق کرونر و تعیین گرادیان آنها قبل و بعد از بای‌پس قلبی ریوی انجام شده است. روش بررسی: در یک مطالعه مقطعی آینده‌نگر ۴۰ بیمار کاندید عمل جراحی پیوند عروق کرونر ۷۳-۳۵ ساله وارد مطالعه شدند. قبل از بای‌پس قلبی ریوی (زمان T₀) و پس از اتمام آن (T₁) نمونه خون شریانی از کانول شریانی بیمار گرفته شده و همزمان فشار CO₂ انتهای بازدمی ثبت گردید. یافته‌ها: میانگین اختلاف فشار CO₂ شریانی و انتهای بازدمی در زمان T₀، ۴/۳±۴/۴ میلی‌متر جیوه و میانگین PaCO₂، ۳۳±۶ و ETCO₂، ۲۹±۵ میلی‌متر جیوه بوده و در زمان T₁ این مقادیر به ترتیب ۴/۵±۴/۱ و ۳۳±۵ و ۲۹±۲ میلی‌متر جیوه بود. اختلاف آماری در خصوص اختلاف دی اکسید کربن انتهای بازدمی و شریانی در دو زمان فوق وجود نداشت (p=۰/۸۷). ارتباط مشخصی بین دی اکسید کربن انتهای بازدمی و شریانی در این دو زمان وجود داشت (به ترتیب: R=۰/۷۵۴ و R=۰/۶۸۵). نتیجه‌گیری: کاپنوگرافی یک مونیتورینگ غیر تهاجمی و سالم برای تخمین میزان دی اکسید کربن خون شریانی است و دی اکسید کربن انتهای بازدمی و شریانی، در بیماران کاندید جراحی عروق کرونر فاقد بیماری زمینه‌ای ارتباط مستقیم دارند. اندازه‌گیری ETCO₂ ممکن است در بیماران سالم نیاز به گرفتن خون شریانی را برای تعیین PaCO₂ برطرف نماید.

کلمات کلیدی: دی اکسید کربن خون شریانی، دی اکسید کربن انتهای بازدمی، پیوند عروق کرونر.

ابراهیم حسینی^۱
رسول فراست کیش^۲
عوض حیدر پور^۲
محمدضیاء توتونچی^۲
علیرضا ماهوری^{۱*}

۱- گروه بیهوشی، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، مرکز آموزشی درمانی امام خمینی (ره)
۲- گروه بیهوشی قلب، مرکز آموزشی تحقیقاتی و درمانی قلب و عروق شهید رجایی

* نویسنده مسئول: ارومیه، مرکز آموزشی درمانی امام خمینی (ره)، گروه بیهوشی تلفن: ۰۹۱۲۳۳۱۶۵۳۱
email: ar_mahoori@yahoo.com

مقدمه

روش معمول تبدیل شده است.^۲ اندازه‌گیری مداوم دی اکسید کربن انتهای بازدمی، یکی از روش‌هایی است که در اتاق عمل برای ارزیابی حین بیهوشی عمومی و در بیماران لوله‌گذاری شده در راه هوایی (انتوبه) استفاده می‌گردد اما این روش حتی می‌تواند یک روش غیر تهاجمی، سریع و قابل اعتماد برای پیش‌بینی PaCO₂ در بیماران غیر انتوبه باشد.^۳ این اندازه‌گیری امکان تخمین فشار دی اکسید کربن خون شریانی را بدون نیاز به گرفتن نمونه خون شریانی فراهم می‌نماید. در صورتی که ارتباط ثابتی بین فشار دی اکسید کربن انتهای بازدمی و شریانی وجود داشته باشد، این روش قابل اطمینان بوده و نیاز به خون‌گیری‌های مکرر شریانی وجود نخواهد داشت. اگرچه از روش‌های متعددی برای اندازه‌گیری CO₂ می‌توان استفاده نمود ولی کارکرد اغلب کاپنوگراف‌ها براساس جذب نور مادون قرمز می‌باشد.

فشار دی اکسید کربن خون شریانی (PaCO₂) یکی از عوامل موثر و تعیین‌کننده PH خون می‌باشد، لذا تغییرات آن می‌تواند اختلالات و مشکلات زیادی، برای بیماران به همراه داشته باشد. چون احتمال این تغییر در حین بیهوشی بسیار بالا بوده و امکان پایش مداوم PaCO₂ به صورت مستقیم وجود ندارد لذا در حین بیهوشی از پایش فشار دی اکسید کربن انتهای بازدمی (ETCO₂) برای تخمین PaCO₂ استفاده می‌شود که امروزه یکی از شیوه‌های پایش استاندارد حین بیهوشی است و اغلب به‌عنوان یک روش غیر تهاجمی برای بیماران حین بیهوشی و همچنین در ریکاوری و بخش مراقبت‌های ویژه مورد استفاده قرار می‌گیرد.^۱ کاپنوگرافی (اندازه‌گیری میزان دی اکسید کربن انتهای بازدمی) در سال‌های اخیر گسترش بیشتری یافته و به یک

عروق کرونر تحت بیهوشی عمومی مورد مطالعه قرار گرفتند. این مطالعه در زمستان ۱۳۸۷ و به صورت مشترک در مرکز آموزشی درمانی امام خمینی ارومیه و بیمارستان قلب شهید رجایی تهران به انجام رسید. بیماران با کسر جهشی کمتر از ۰/۴۰٪، سابقه ادم ریوی قبلی، سابقه بیماری انسدادی ریه (COPD) و بیماری‌های درجه‌ای از مطالعه کنار گذاشته شدند. از بیماران دارای شرایط مطالعه، بعد از استقرار در تخت عمل، و دریافت پره مدیکاسیون میدازولام و فنتانیل، رگ شریانی گرفته شده و سپس القاء بیهوشی با شرایط کاملاً یکسان برای تمام بیماران با استفاده از دوزهای کافی فنتانیل، تیوپیتال سدیم و میدازولام انجام شده و شلی برای لوله‌گذاری داخل تراشه با استفاده از سیستم آتراکوریوم تسهیل شد. پس از لوله‌گذاری تراشه، با استفاده از کاپنوگراف دستگاه Datascope مدل Passport 2، فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی اندازه‌گیری و ثبت شد و در همان حین از طریق مسیر شریانی، نمونه شریانی گرفته شده و تحت آنالیز گازهای خونی (با استفاده از دستگاه nova biomedical مدل phox plus) قرار گرفت. نمونه‌گیری خون شریانی و ثبت فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی پس از بیهوشی عمومی، قبل از برقراری پمپ بای‌پس قلبی ریوی و پس از جدا شدن از آن (دو بار)، انجام شد. در هیچ‌کدام از بیماران مداخله خاصی صورت نگرفته و خون‌گیری از لاین شریانی که جهت مونیتورینگ حین عمل تعبیه شده بود انجام گردید. داده‌های مختلف پس از جمع‌آوری در یک چارت مخصوص با استفاده از آزمون آماری t-test و Multiple regression analysis برای Correlation آنالیز آماری شدند. مقادیر $p < 0/05$ از نظر آماری معنی‌دار در نظر گرفته شد.

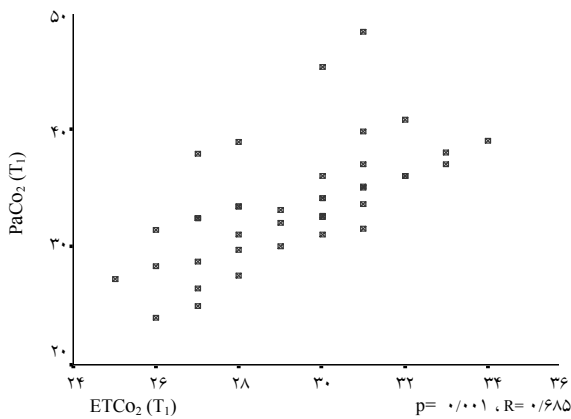
یافته‌ها

در این مطالعه ۴۰ بیمار کاندید عمل جراحی پیوند کرونر با میانگین سنی 57 ± 11 مورد ارزیابی قرار گرفتند. ۱۲ نفر از بیماران (۳۰٪) زن و ۲۸ نفر (۷۰٪) مرد بودند. ارتباط PaCO_2 و ETCO_2 قبل و بعد از بای‌پس قلبی ریوی بررسی و ثبت و محاسبه گردید. قبل از بای‌پس قلبی ریوی (T_0)، میانگین PaCO_2 33 ± 6 و ETCO_2 29 ± 5 و میانگین اختلاف PaCO_2 و ETCO_2 ، $4/4 \pm 3/4$ میلی‌متر جیوه بود (جدول ۱). این مقادیر پس از بای‌پس قلبی ریوی (T_1) PaCO_2 33 ± 5 و ETCO_2 29 ± 2 و اختلاف این دو $4/1 \pm 5/4$ میلی‌متر جیوه بود (جدول ۱). در هر دو زمان (T_0 و T_1) همبستگی مشخصی بین PaCO_2 و ETCO_2 دیده شد.

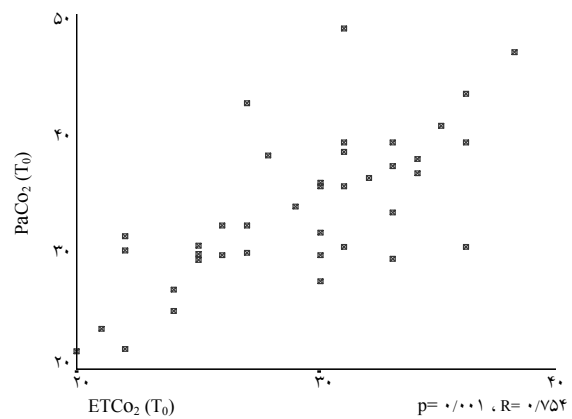
استفاده از این روش می‌تواند به صورت کمی و تا حد قابل اعتمادی اطلاعات لازم را در مورد وضعیت تنفسی بیمار در اختیار ما قرار دهد. براساس روش نمونه‌گیری گازها، مونیتورهای مادون قرمز اندازه‌گیری CO_2 به دو گروه Mainstream و Sidestream تقسیم می‌گردند.^۱ کاپنوگرافی Sidestream به میزان فلوی برداشته شده از محل وصل شدن لوله تراشه به ماشین بیهوشی بستگی دارد. اگر میزان برداشت گاز بیشتر از گاز بازدمی باشد، مخلوط شدن نمونه با گاز تازه اتفاق افتاده و صحت اندازه‌گیری درست نخواهد بود. در نوع Mainstream به علت اینکه کاپنومتر مستقیماً بر روی لوله تراشه قرار می‌گیرد، زمان واکنش سریع‌تر بوده و احتمال اشتباه کم است ولی احتمال بسته شدن لوله تراشه به علت سنگینی حس‌گر وجود دارد. کاپنوگراف‌های مورد استفاده در اتاق‌های عمل مرکز آموزشی درمانی امام خمینی (ره) از نوع Sidestream می‌باشد. کاپنوگراف‌های Sidestream به شدت وابسته به میزان گازی هستند که از سیستم اصلی تنفس جدا شده و به مونیتور می‌رسد^۱ لذا در هر نوع مونیتور رابطه بین CO_2 اندازه‌گیری شده با CO_2 خون شریانی نکته مهم و قابل توجهی است. اختلاف فشار دی‌اکسید کربن شریانی و انتهای بازدمی نشان‌دهنده فضای مرده بوده و با افزایش فضای مرده افزایش می‌یابد. افزایش حاد فضای مرده مانند آنچه که در آمبولی ریوی اتفاق می‌افتد، این فاصله را بیشتر می‌کند. این معیار همچنین در درجات کم اهمیت‌تر، نشان‌دهنده شنت نیز می‌باشد. در بعضی از مطالعات ارتباط بین دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی و شریانی ثابت شده ولی هنوز دقت این روش مورد بحث است.^{۴-۷} در مطالعه‌ای که ارتباط ETCO_2 و PaCO_2 در وضعیت پرون و سوپاین مقایسه شدند عنوان گردید که در شرایط معمول ETCO_2 برای پایش PaCO_2 ابزار مفیدی است اما دقت ارتباط آن با PaCO_2 در هنگام استفاده از تکنیک‌های استاندارد جراحی و پوزیشن‌های مختلف ممکن است کاهش یابد.^۸ با توجه به این مسائل بر آن شدیم تا در یک مطالعه به بررسی ارتباط دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی و شریانی بپردازیم تا در صورت وجود ارتباط مناسب، بتوان با استفاده از کاپنوگرافی و تخمین دی‌اکسید کربن خون شریانی، با دقت بیشتری PaCO_2 بیماران را در محدوده طبیعی حفظ نمود.

روش بررسی

در یک مطالعه تحلیلی، حدود ۴۰ بیمار کاندید عمل جراحی پیوند



نمودار ۲- مشخصات کلی همبستگی بین PaCO₂ و ETCO₂ در زمان T₁



نمودار ۱- مشخصات کلی همبستگی بین PaCO₂ و ETCO₂ در زمان T₀

دی اکسید کربن انتهای بازدمی و شریانی که در این مطالعه به دست آمد در زمان قبل از بای پس قلبی ریوی $4/3 \pm 4/4$ میلی متر جیوه و پس از آن $4/5 \pm 4/1$ میلی متر جیوه بود، که مشابه مطالعات انجام شده قبلی بود. در مطالعه Collier، این اختلاف $0/9 \pm 1/87$ میلی متر جیوه گزارش شده است.^{۱۵} در مطالعه دیگر در بیماران تحت بیهوشی عمومی PaCO₂ و ETCO₂ ارتباط معنی داری با هم داشتند.^۹ سن بالا، فشار خون سیستولیک بالا و ASA بالا، این اختلاف را افزایش می دهد. در مطالعه Takki که بر روی ۲۴ بیمار انجام گرفت این میزان $3/6$ میلی متر جیوه گزارش گردید.^{۱۶} در یک مطالعه نیز در طول استفاده از هیپوتانسیون کنترل شده، اختلاف PaCO₂ و ETCO₂ $5/9 \pm 2/7$ رسید که احتمالاً به علت افزایش فضای مرده در اثر هیپوتانسیون می باشد. در مطالعه حاضر میانگین اختلاف دی اکسید کربن انتهای بازدمی و شریانی در زمان قبل و بعد از بای پس قلبی ریوی تفاوت معنی داری نداشت. ما تصور می کردیم با توجه به آزاد شدن مدياتورهای التهابی در طی بای پس قلبی ریوی و احتمال انفیلتراسیون ریوی اختلاف بین PaCO₂ و ETCO₂ پس از بای پس قلبی ریوی افزایش یابد ولی این مطالعه تفاوت آماری خاصی را نشان نداد. در مطالعه ما احتمالاً علت بالا بودن مختصر این اختلاف، سن بالا و احتمال سابقه هیپرتانسیون قلبی است که اکثراً بیماران قلبی دچار آن هستند. ارتباط بین اختلاف PaCO₂ و ETCO₂ و داروهای مورد استفاده به عنوان گشادکننده ها و یا منقبض کننده عروق در این مطالعه بررسی نشده است. داروهای مثل نیتروگلیسرین و دوپامین با مهار انقباض عروقی ناشی از هیپوکسی Hypoxic Pulmonary Vasoconstriction (HPV) ممکن است این اختلاف را افزایش دهند.^{۱۷} و^{۱۸} با این حال در

جدول ۱- میانگین و اختلاف PaCO₂ و ETCO₂ قبل (T₀) و بعد از بای پس قلبی ریوی (T₁)

متغیر	تعداد	میانگین ± SD (mmHg)
PaCO ₂ (T ₀)	۴۰	۳۳ ± ۶
ETCO ₂ (T ₀)	۴۰	۲۹ ± ۵
PaCO ₂ (T ₀) - ETCO ₂ (T ₀) *	۴۰	۴/۳ ± ۴/۴
PaCO ₂ (T ₁)	۴۰	۳۳ ± ۵
ETCO ₂ (T ₁)	۴۰	۲۹ ± ۲
PaCO ₂ (T ₁) - ETCO ₂ (T ₁) **	۴۰	۴/۵ ± ۴/۱

Multiple regression analysis , p = 0/001 , R = 0/685 ** p = 0/001 , R = 0/754 *

(R = 0/754 و p = 0/001) در زمان T₀ و (R = 0/685 و p = 0/001) در زمان T₁ (جدول ۱ و شکل ۱ و ۲). میانگین اختلاف PaCO₂، ETCO₂ در زمان های (T₁ و T₀) اختلاف آماری معنی داری نداشت (p = 0/870).

بحث

این مطالعه نشان داد ارتباط منطقی بین PaCO₂ و CO₂ انتهای بازدمی را وجود دارد. تفاوت بین این مقادیر نشانگر اختلاف تهویه و خون-رسانی در آلوئول هاست. افزایش فضای مرده آناتومیک و فیزیولوژیک و اختلال در جریان خون ریوی موجب کاهش ETCO₂ و افزایش این اختلاف می شود.^{۹-۱۱} آمبولی ریوی و شوک موجب کاهش ETCO₂ و افزایش اختلاف می گردد.^{۱۲} و^{۱۳} افزایش سن موجب افزایش اختلاف PaCO₂ به ETCO₂ می شود که احتمالاً این امر به خاطر افزایش فضای مرده آناتومیک می باشد.^{۱۴} اگر چه PaCO₂، میزان CO₂ آلوئولی را بهتر نشان می دهد، استفاده از آنالیز CO₂ انتهای بازدمی امکان مونیتورینگ مداوم CO₂ را فراهم می نماید و روش گران قیمتی نیست. در عین حال CO₂ انتهای بازدمی با تهویه نسبت عکس دارد.^{۱۵} میانگین اختلاف بین

و وجود ارتباط مستقیم بین دی‌اکسید کربن خون شریانی و دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی، می‌توان در بعضی از شرایط از کاپنومتري که یک مونیترینگ غیر تهاجمی و ارزان‌قیمت است به‌جای گرفتن خون شریانی که یک روش تهاجمی است استفاده نمود.

مطالعه حاضر در هیچ‌کدام از بیماران دوپامین استفاده نشده ولی نیتروگلیسرین به‌صورت روتین در انتهای بای‌پس قلبی ریوی استفاده شده است ولی جالب اینکه اختلاف معنی‌داری در این خصوص، قبل و بعد از بای‌پس قلبی ریوی وجود نداشت. با توجه به یافته‌های فوق

References

1. Takano Y, Sakamoto O, Kiyofuji C, Ito K. A comparison of the end-tidal CO₂ measured by portable capnometer and the arterial PCO₂ in spontaneously breathing patients. *Respir Med* 2003;97(5):476-81.
2. Moon RE, Camporesi EM. Respiratory monitoring. In: Miller RD editor. *Miller's Anesthesia*. 6th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Churchill Livingstone; 2005. p. 1437-80.
3. Yosefy C, Hay E, Nasri Y, Magen E, Reisin L. End tidal carbon dioxide as a predictor of the arterial PCO₂ in the emergency department setting. *Emerg Med J* 2004;21(5):557-9.
4. Khan FA, Khan M, Abbasi S. Arterial to end-tidal carbon dioxide difference in neurosurgical patients undergoing craniotomy: a review of practice. *J Pak Med Assoc* 2007;57(9):446-8.
5. Ferber J, Juniewicz HM, Lechowicz-Głogowska EB, Pieniek R, Wroński J. Arterial to end-tidal carbon dioxide difference during craniotomy in severely head-injured patients. *Folia Med Cracov* 2001;42(4):141-52.
6. Belpomme V, Ricard-Hibon A, Devoir C, Dileseigres S, Devaud ML, Chollet C, et al. Correlation of arterial PCO₂ and PETCO₂ in prehospital controlled ventilation. *Am J Emerg Med* 2005;23(7):852-9.
7. Casati A, Gallioli G, Scandroglio M, Passaretta R, Borghi B, Torri G. Accuracy of end-tidal carbon dioxide monitoring using the NBP-75 microstream capnometer. A study in intubated ventilated and spontaneously breathing nonintubated patients. *Eur J Anaesthesiol* 2000;17(10):622-6.
8. Magi E, Multari G, Recine C, Barberio O, Becattini G, Tellini A. Difference between arterial and end-tidal carbon dioxide tension during surgery of lumbar herniated disk in general anesthesia. *Minerva Anesthesiol* 1994;60(7-8):381-6.
9. Whitesell R, Asiddao C, Gollman D, Jablonski J. Relationship between arterial and peak expired carbon dioxide pressure during anesthesia and factors influencing the difference. *Anesth Analg* 1981;60(7):508-12.
10. Wahba RW, Tessler MJ. Misleading end-tidal CO₂ tensions. *Can J Anaesth* 1996;43(8):862-6.
11. Russell GB, Graybeal JM, Strout JC. Stability of arterial to end-tidal carbon dioxide gradients during postoperative cardiorespiratory support. *Can J Anaesth* 1990;37(5):560-6.
12. Gudipati CV, Weil MH, Bisera J, Deshmukh HG, Rackow EC. Expired carbon dioxide: a noninvasive monitor of cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 1988;77(1):234-9.
13. Hatle L, Rokseth R. The arterial to end-expiratory carbon dioxide tension gradient in acute pulmonary embolism and other cardiopulmonary diseases. *Chest* 1974;66(4):352-7.
14. Wahba WM. Influence of aging on lung function: clinical significance of changes from age twenty. *Anesth Analg* 1983;62(8):764-76.
15. Collier CR, Affeldt JE, Farr AF, Hondo BA. Continuous rapid infrared CO₂ analysis. *J Lab Clin Med* 1955;45:526-39.
16. Takki S, Aromaa H, Kausie A. The validity and usefulness of the end-tidal PCO₂ during anesthesia. *Ann Clin Res* 1972;4:278-84.
17. Mookherjee S, Fuleihan D, Warner RA, Vardan S, Obeid AI. Effects of sublingual nitroglycerin on resting pulmonary gas exchange and hemodynamics in man. *Circulation* 1978;57(1):106-10.
18. Furman WR, Summer WR, Kennedy TP, Sylvester JT. Comparison of the effects of dobutamine, dopamine, and isoproterenol on hypoxic pulmonary vasoconstriction in the pig. *Crit Care Med* 1982;10(6):371-4.

End tidal CO₂ versus arterial CO₂ monitoring in patients undergoing coronary artery bypass graft

Received: July 18, 2009 Accepted: October 07, 2009

Abstract

Hassani E.¹
Farasatkish R.²
Heydarpour E.²
Totoonchi MZ.²
Mahoori AR.^{1*}

1- Department of Anesthesiology,
Urmia University of Medical
Sciences

2- Department of Cardiac
Anesthesia, Shaheed Rajaei Heart
Center

Background: Measuring end tidal carbon dioxide (ETCO₂) is one of the methods used for estimating arterial carbon dioxide (PaCO₂) during general anesthesia. ETCO₂ measurements maybe obviate the need for repeating arterial puncture for determination of arterial PaCO₂. This study performed to determine the accuracy of ETCO₂ levels as a measure of PaCO₂ levels in patients undergoing coronary artery bypass graft and also to evaluate variation of the gradient between PaCO₂ and ETCO₂, peri- cardiopulmonary bypass operation.

Methods: In a prospective, cross-sectional study, a total of 40 patients with age 57±11 (35-73) years old undergoing coronary artery bypass graft were enrolled. ETCO₂ levels (mmHg) were recorded using side stream capnography at the time of arterial blood gas sampling, before (T₀) and after (T₁) cardiopulmonary bypass.

Results: Mean P(a-ET)CO₂ at T₀ was 4.3±4.4mmHg, with the mean PaCO₂, 33±6mmHg and mean ETCO₂, 29±5mmHg and these values at T₁ were 4.5±4.1mmHg, 33±5mmHg and 29±2mmHg respectively. There was no variation of the mean gradient (PaCO₂-PETCO₂) during, before and after cardiopulmonary bypass (p>0.870). Significant correlation was found between ETCO₂ and PaCO₂ at T₀ and T₁ (r=0.754 and 0.685 respectively and p=0.001).

Conclusion: Capnography is a non- invasive and a safe technique for determining arterial PCO₂ and for measurements of ETCO₂ that correlate well with PaCO₂ values in healthy patients undergoing coronary artery bypass graft. ETCO₂ measurements maybe sufficient measures of PaCO₂ in selected patients and obviate the need for repeating arterial blood gas determination. Further study is warranted.

Keywords: Arterial, carbon dioxide, coronary artery bypass.

* Corresponding author: Dept. of
Cardiovascular Anesthesia, Imam
Khomeini Hospital, Urmia, Iran
Tel: +98-914-3416531
email: ar_mahoori@yahoo.com