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

ابراهیم حسنی[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: ۰۹۱۴۳۴۱۶۵۳۱
email: ar_mahoori@yahoo.com

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

چکیده

زمینه و هدف: اندازه‌گیری دی اکسیدکربن انتهای بازدمی ($ETCo_2$) روشی برای تخمین دی اکسید کربن خون شریانی ($PaCo_2$) در طی بیهوشی عمومی می‌باشد. بدیهی است که استفاده از این روش نیاز به خون‌گیری‌های متعدد را برای ارزیابی مقدار Co_2 خون شریانی کاهش می‌دهد. این مطالعه برای تعیین دقت $ETCo_2$ در تخمین $PaCo_2$ 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 T_0) و پس از اتمام آن (T_1) نمونهٔ خون شریانی از کانول شریانی بیمار گرفته شده و همزمان فشار Co_2 انتهای بازدمی ثبت گردید. ***یافته‌ها:*** میانگین اختلاف فشار Co_2 شریانی و انتهای بازدمی در زمان T_0، ۴/۴±۴/۳ میلی‌متر جیوه و میانگین $PaCo_2$، ۶±۳۳ و $ETCo_2$، ۵±۲۹ میلی‌متر جیوه بوده و در زمان T_1 این مقادیر به‌ترتیب ۴/۱±۴/۵ و ۵±۳۳ و ۲±۲۹ میلی‌متر جیوه بود. اختلاف آماری در خصوص اختلاف دی اکسید کربن انتهای بازدمی‌و شریانی در دو زمان فوق وجود نداشت (p=۰/۸۷). ارتباط مشخصی بین دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی و شریانی در این دو زمان وجود داشت (به‌ترتیب: 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 $ETCo_2$ ممکن است در بیماران سالم نیاز به گرفتن خون شریانی را برای تعیین $PaCo_2$ برطرف نماید.

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

مقدمه

فشار دی‌اکسید کربن خون شریانی ($PaCo_2$) یکی از عوامل موثر و تعیین‌کننده PH خون می‌باشد، لذا تغییرات آن می‌تواند اختلالات و مشکلات زیادی، برای بیماران به‌همراه داشته باشد. چون احتمال این تغییر در حین بیهوشی بسیار بالا بوده و امکان پایش مداوم $PaCo_2$ به‌صورت مستقیم وجود ندارد لذا در حین بیهوشی از پایش فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی ($ETCo_2$) برای تخمین $PaCo_2$ 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 دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی) در سال‌های اخیر گسترش بیشتری یافته و به یک روش معمول تبدیل شده است.[۲] اندازه‌گیری مداوم دی‌اکسید 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 $PaCo_2$ در بیماران غیر انتوبه باشد.[۳] این اندازه‌گیری امکان تخمین فشار دی‌اکسید کربن خون شریانی را بدون نیاز به گرفتن نمونه خون شریانی فراهم می‌نماید. در صورتی‌که ارتباط ثابتی بین فشار دی‌اکسید 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 Co_2 می‌توان استفاده نمود ولی کارکرد اغلب کاپنوگراف‌ها براساس جذب نور مادون قرمز می‌باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

استفاده از این روش می‌تواند به‌صورت 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.[1] کاپنو گرافی Sidestream به‌میزان 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 به‌علت اینکه کاپنومتر مستقیماً بر روی لوله تراشه قرار می‌گیرد، زمان واکنش سریع‌تر بوده و احتمال اشتباه کم است ولی احتمال بسته شدن لوله تراشه به‌علت سنگینی حس‌گر وجود دارد. کاپنوگراف‌های مورد استفاده در اتاق‌های عمل مرکز آموزشی درمانی امام خمینی (ره) از نوع Sidestream می‌باشد. کاپنوگراف‌های Sidestream به‌شدت وابسته به‌میزان گازی هستند که از سیستم اصلی تنفس جدا شده و به مونیتور می‌رسد[1] 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.[4-7] 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.[8] 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.

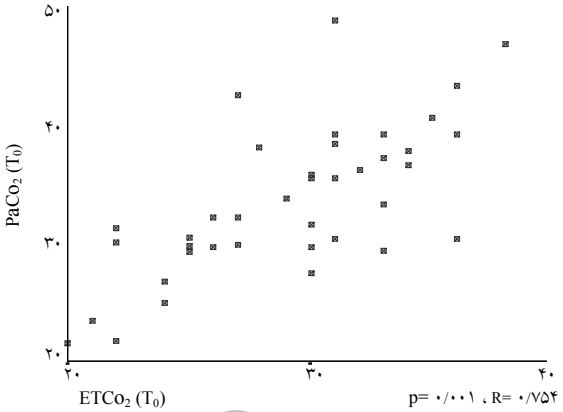
روش بررسی

در یک مطالعهٔ تحلیلی، حدود ۴۰ بیمار کاندید عمل جراحی پیوند عروق کرونر تحت بیهوشی عمومی مورد مطالعه قرار گرفتند. این مطالعه‌در زمستان ۱۳۸۷ و به‌صورت مشترک در مرکز آموزشی درمانی امام خمینی ارومیه و بیمارستان قلب شهید رجایی تهران به‌انجام رسید. بیماران با کسر جهشی کمتر از ۴۰٪، سابقه ادم ریوی قبلی، سابقهٔ بیماری انسدادی ریه (COPD) و بیماری‌های دریچه‌ای 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، تیوپنتال سدیم و میدازولام انجام شده و شلی برای لوله‌گذاری داخل تراشه با استفاده ازسیس 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 پس‌از 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 گرفته‌شد.

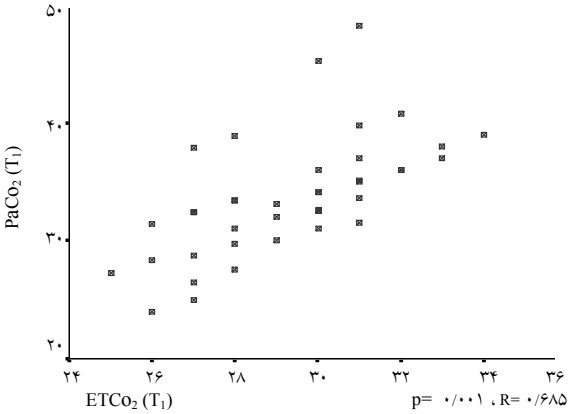
یافته‌ها

در این مطالعه ۴۰ بیمار کاندید عمل جراحی پیوند کرونر با میانگین سنی ۱۱±۵۷ 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 $PaCo_2$ ۶±۳۳ و $ETCo_2$ ۵±۲۹ و میانگین اختلاف $PaCo_2$ و $ETCo_2$، ۴/۴±۴/۳ میلی‌متر جیوه بود (جدول ۱). این مقادیر پس‌از بای‌پس قلبی ریوی (T_1) $PaCo_2$ ۵± ۳۳ و $ETCo_2$ ۲±۲۹ و اختلاف این دو ۴/۱±۴/۵ میلی‌متر جیوه بود (جدول ۱). در هر دو زمان (T_0 و T_1) همبستگی مشخصی بین $PaCo_2$ و $ETCo_2$ دیده شد

Archive of SID
www.SID.ir



نمودار-۱: مشخصات کلی همبستگی بین $PaCo_2$ و $ETCo_2$ در زمان T_0



نمودار-۲: مشخصات کلی همبستگی بین $PaCo_2$ و $ETCo_2$ در زمان T_1

جدول-۱: میانگین و اختلاف $PaCo_2$ و $ETCo_2$ قبل (T_0) و بعد از بای‌پس قلبی ریوی (T_1)

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

* p= ۰/۰۰۱ ، R= ۰/۷۵۴ ** p= ۰/۰۰۱ ، R= ۰/۶۸۵ ، Multiple regression analysis

($p=۰/۰۰۱$ و $R=۰/۷۵۴$ در زمـــان T_0) و ($p=۰/۰۰۱$ و $R=۰/۶۸۵$ در زمان T_1) (جدول ۱ و شکل ۱ و ۲). میانگین اخـتلاف $PaCo_2$، $ETCo_2$ در زمان‌های (T_0 و T_1) اختلاف آماری معنی‌داری نداشت ($p=۰/۸۷۰$).

بحث

این مطالعه نشان داد ارتباط منطقی بین $PaCo_2$ و Co_2 انتهای بـازدمی را وجود دارد. تفاوت بین این مقادیر نشانگر اختلاف تهویه و خـون-رسانی در آلوئول‌هاست. افزایش فضای مرده آناتومیک و فیزیولوژیک و اختلال در جریان خون ریوی موجب کاهش $ETCo_2$ و افزایش ایـن اختلاف می‌شود.[۹-۱۱] آمبولی ریوی و شوک موجـب کـاهش $ETCo_2$ و افزایش اختلاف می‌گردد.[۱۲و۱۳] افزایش سن موجـب افـزایش اخـتلاف $PaCo_2$ به $ETCo_2$ می‌شود که احتمالاً این امر به‌خـاطر افـزایش فـضای مرده آناتومیک می‌باشد.[۱۴] اگر چه $PaCo_2$، میزان Co_2 آلوئـولی را بهتـر نشان می‌دهد، استفاده از آنالیز Co_2 انتهای بازدمی امکـان مونیتورینـگ مداوم Co_2 را فراهم می‌نماید و روش گران‌قیمتی نیست. در عین‌حـال Co_2 انتهای بازدمی با تهویه نسبت عکس دارد.[۱۵] میانگین اختلاف بین دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی و شریانی که در این مطالعه به‌دست آمد در زمان قبل‌از بای‌پس قلبی ریوی ۴/۳±۴/۴ میلی‌متر جیوه و پس از آن ۴/۵±۴/۱ میلی‌متر جیوه بود، که مشابه مطالعات انجام شده قبلی بود. در مطالعهٔ Collier، این اختلاف ۰/۹±۱/۸۷ میلی‌متر جیوه گزارش شده است.[۱۵] در مطالعهٔ دیگر در بیماران تحت بیهوشی عمومی $PaCo_2$ و $ETCo_2$ ارتباط معنی‌داری با هم داشتند.[۹] سن بالا، فشار خون سیستولیک بالا و ASA بالا، این اختلاف را افزایش می‌دهد. در مطالعهٔ Takki که بر روی ۲۴ بیمار انجام گرفت این میزان ۳/۶ میلی‌متر جیوه گزارش گردید.[۱۶] در یک مطالعه نیز در طول استفاده از هیپوتانسیون کنترل شده، اختلاف $PaCo_2$ و $ETCo_2$ ۵/۹±۲/۷ رسید[۹] که احتمالاً به‌علت افزایش فضای مرده در اثر هیپوتانسیون می‌باشد. در مطالعهٔ حاضر میانگین اختلاف دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی و شریانی در زمان قبل و بعد از بای‌پس قلبی ریوی تفاوت معنی‌داری نداشت. ما تصور می‌کردیم با توجه به آزاد شدن مدیاتورهای التهابی در طی بای‌پس قلبی ریوی و احتمال انفیلتراسیون ریوی اختلاف بین $PaCo_2$ و $ETCo_2$ پس‌از بای‌پس 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 قبلی است که اکثراً بیماران قلبی دچار آن هستند. ارتباط بین اختلاف $PaCo_2$ و $ETCo_2$ و داروهای مورد استفاده به‌عنوان گشادکننده‌ها و یا منقبض کننده عروق در این مطالعه بررسی نشده است. داروهایی مثل نیتروگلیسرین و دوپامین با مهار انقباض عروقی ناشی از هیپوکسی Hypoxic Pulmonary Vasoconstriction (HPV) ممکن است این اختلاف را افزایش دهند.[۱۷و۱۸] با این حال در

Archive of SID
www.SID.ir

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

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 Anestesiol* 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 II, 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.

Archive of SID

www.SID.ir

Tehran University Medical Journal; Vol. 67, No. 9, Dec 2009: 650-654

End tidal CO_2 *versus* arterial CO_2 monitoring in patients undergoing coronary artery bypass graft

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

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

Abstract

Background: Measuring end tidal carbon dioxide ($ETCo_2$) is one of the methods used for estimating arterial carbon dioxide ($PaCo_2$) during general anesthesia. $ETCo_2$ measurements maybe obviate the need for repeating arterial puncture for determination of arterial $PaCo_2$. This study performed to determine the accuracy of $ETCo_2$ levels as a measure of $PaCo_2$ levels in patients undergoing coronary artery bypass graft and also to evaluate variation of the gradient between $PaCo_2$ and $ETCo_2$, 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. $ETCo_2$ levels (mmHg) were recorded using side stream capnography at the time of arterial blood gas sampling, before (T_0) and after (T_1) cardiopulmonary bypass.

Results: Mean $P(a\text{-}ET)Co_2$ at T_0 was 4.3±4.4mmHg, with the mean $PaCo_2$, 33±6mmHg and mean $ETCo_2$, 29±5mmHg and these values at T_1 were 4.5±4.1mmHg, 33±5mmHg and 29±2mmHg respectively. There was no variation of the mean gradient ($PaCo_2$-$PETCo_2$) during, before and after cardiopulmonary bypass ($p>0.870$). Significant correlation was found between $ETCo_2$ and $PaCo_2$ at T_0 and T_1 ($r=0.754$ and 0.685 respectively and $p=0.001$).

Conclusion: Capnography is a non- invasive and a safe technique for determining arterial PCo_2 and for measurements of $ETCo_2$ that correlate well with $PaCo_2$ values in healthy patients undergoing coronary artery bypass graft. $ETCo_2$ measurements maybe sufficient measures of $PaCo_2$ 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

Archive of SID
www.SID.ir