مجله دانشکده پزشکی اصفهان
سال سی و دوم/شماره ۲۹۹/هفته چهارم مهر ماه ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۲

بررسی مقایسه‌ای سود و زیان دو روش بیهوشی تهویه‌ی ریوی با دی اکسید کربن انتهای دمی بالا و پایین حین بیهوشی عمومی

دکتر مجتبی منصوری[۱]، هنگامه مولوی[۲]، فائزه فرهنگ کوپایی[۲]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: در تهویه‌ی ریه‌ها حین بیهوشی عمومی، سعی می‌شود غلظت دی اکسید کربن انتهای دمی در حد ۱- ۰ mmHg حفظ شود. به نظر می‌رسد روش بیهوشی تهویه‌ی ریوی با دی اکسید کربن انتهای دمی بالا از اتلاف گازهای تازه‌ی تنفسی و داروهای بیهوشی جلوگیری می‌کند و مقرون به صرفه می‌باشد. از این رو مطالعه‌ی حاضر با هدف تعیین مقایسه‌ای سود و زیان دو روش بیهوشی تهویه‌ی ریوی با دی اکسید کربن انتهای دمی بالا و پایین حین بیهوشی عمومی، به انجام رسید.

روش‌ها: در این کارآزمایی آینده‌نگر یک سو کور، بیماران به طور تصادفی در دو گروه ۳۴ نفره قرار گرفتند. گروه مورد با روش دی اکسید کربن انتهای دمی بالا و گروه شاهد با روش دی اکسید کربن انتهای دمی پایین تحت تهویه قرار گرفتند. بیماران دو گروه از نظر دی اکسید کربن انتهای دم و بازدم، شاخص‌های همودینامیک، مقدار ایزوفلوران، گازهای تازه‌ی مصرفی و هزینه‌ی آن‌ها مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند. نتایج به دست آمده به وسیله‌ی نرم‌افزار SPSS مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: مقدار و هزینه‌ی گاز تازه‌ی تنفسی مصرفی در طی مدت عمل جراحی در گروه مورد به صورت معنی‌داری کمتر از گروه شاهد بود ($P < ۰/۰۰۱$). همچنین مقدار و هزینه‌ی ایزوفلوران مصرفی در طی مدت عمل جراحی در گروه مورد به صورت معنی‌داری کمتر از گروه شاهد بود ($P < ۰/۰۰۱$).

نتیجه‌گیری: استفاده از روش بیهوشی با دی اکسید کربن انتهای دمی بالا، با اتلاف کمتر و مصرف پایین‌تر گازهای تازه‌ی تنفسی و داروهای بیهوشی استنشاقی همراه است و در نهایت، هزینه‌ی کمتری را بر بیمار و سیستم بهداشتی تحمیل می‌کند.

واژگان کلیدی: دی اکسید کربن انتهای دمی، دی اکسید کربن انتهای بازدمی، جریان گازهای تازه، بیهوشی با جریان کم گاز تازه‌ی تنفسی

ارجاع: منصوری مجتبی، مولوی هنگامه، فرهنگ کوپایی فائزه. **بررسی مقایسه‌ای سود و زیان دو روش بیهوشی تهویه‌ی ریوی با دی اکسید کربن انتهای دمی بالا و پایین حین بیهوشی عمومی.** مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۳۹۳؛ ۳۲ (۲۹۹): ۱۳۸۷-۱۳۷۹

مقدمه

هدف از تهویه‌ی مکانیکی ریه‌ها در بیمارانی که تحت عمل جراحی قرار می‌گیرند، کمک به حفظ و ادامه‌ی تبادلات گازی در حین عمل می‌باشد. روش غیر تهاجمی و مفید ارزیابی کیفیت تهویه‌ی ریه‌ها، اندازه‌گیری غلظت دی اکسید کربن انتهای بازدمی (کاپنوگرافی) می‌باشد (۱).

استفاده‌های اصلی از کاپنوگرافی در کلینیک عبارت از نظارت بر نحوه‌ی تهویه‌ی ریه‌ها در اتاق عمل، بخش مراقبت‌های ویژه، پی بردن به شدت

۱- دانشیار، مرکز تحقیقات بیهوشی ومراقبت‌های ویژه و گروه بیهوشی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- دانشجوی پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی و کمیته‌ی تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده‌ی مسؤول: هنگامه مولوی
Email: mansouri@med.mui.ac.ir

بیماری‌های انسدادی ریوی، نظارت بر بیماران دچار ضربه‌ی مغزی، نارسایی، قبلی، مسمومیت و کتواسیدوز، ارست قلبی و تأیید محل مناسب لوله‌ی تراشه می‌باشد (۲).

در حین بیهوشی عمومی، برای تهویه‌ی مکانیکی ریه‌ها از سیستم تنفسی Circle استفاده می‌شود. بسته به میزان جریان گاز تازه‌ی تنفسی، سیستم Circle به سیستم‌های تنفسی نیمه باز، نیمه بسته و بسته تبدیل می‌شود (۳). در خصوص تهویه‌ی ریه‌ها در حین بیهوشی عمومی، توصیه شده است که غلظت دی اکسید کربن انتهای بازدمی در حد ۳۵-۴۰ mmHg و غلظت دی اکسید کربن انتهای دمی در حد ۰-۱ mmHg حفظ شود. جهت رسیدن به این مقادیر، باید میزان جریان گاز تازه‌ی تنفسی و تهویه‌ی دقیقه‌ای را به دقت تنظیم کرد تا از احتباس دی اکسید کربن در بدن جلوگیری شود. در این زمینه، حتی توصیه به استفاده از مواد جاذب دی اکسید کربن (سودولایم) نیز شده است (۳).

در تهویه‌ی مکانیکی حین بیهوشی عمومی، به دو طریق افزایش جریان گاز تازه‌ی استنشاقی و استفاده از مواد جاذب دی اکسید کربن می‌توان دی اکسید کربن انتهای دمی را در حد ۰-۱ mmHg جیوه حفظ نمود (۲).

در اعمال جراحی قلب تحت پمپ قلبی- ریوی در دوره‌ای از عمل جراحی، دستگاه پمپ قلبی- ریوی وظیفه‌ی قلب و ریه را در پمپاژ خون و تبادلات گازی به عهده می‌گیرد. در این مدت، ونتیلاتور دستگاه بیهوشی خاموش می‌شود و پمپ قلبی- ریوی علاوه بر پمپاژ خون به داخل عروق سیستمیک بدن، با استفاده از اکسیژناتور، مسؤولیت عملکرد ریه‌ها را نیز به عهده می‌گیرد. بر اساس تجربه‌ی مجری طرح در نظارت بر کاپنوگرافی به عمل آمده از خروجی هوای دستگاه پمپ قلبی- ریوی، هیچ نوسانی شبیه به مراحل دمی و بازدمی منحنی استاندارد کاپنوگرافی دیده نمی‌شود و غلظت دی اکسید کربن دفع شده در تمام این مدت، عمل جراحی در حد ثابت حفظ می‌شود. نکته‌ی قابل توجه این که مقادیر آنالیز گازهای خون شریانی و پرفیوژن بافتی در این مدت مختل نمی‌گردد.

در سال‌های اخیر، به منظور صرفه‌جویی در مصرف گازهای اکسیژن، نیتروس اکسید و داروهای هوشبر استنشاقی، روش نوینی در اداره‌ی تهویه‌ی ریه‌ها حین بیهوشی عمومی، تحت عنوان بیهوشی با جریان کم (LFA یا Low flow anesthesia) ارایه شده است (۵-۴). در این روش، با کم کردن جریان گاز تازه‌ی تنفسی (FGF یا Fresh gas flow)، در مصرف گازهای تازه‌ی تنفسی و هوشبرهای استنشاقی صرفه‌جویی می‌شود. البته شرط استفاده از این روش، به کار بردن مواد جاذب دی اکسید کربن و نظارت بر پالس اکسی‌متری و کاپنوگرافی می‌باشد (۹، ۵).

این روش با وجود صرفه‌جویی در میزان مصرف گازهای اکسیژن و داروهای هوشبر استنشاقی، کاهش دفع حرارت و کاهش آلودگی محیط اتاق عمل دارای عوارضی مانند تجمع گازهای نامطلوب در سیستم تنفسی دستگاه بیهوشی و بیمار، واکنش مواد جاذب دی اکسید کربن با داروهای هوشبر استنشاقی، افزایش مصرف مواد جاذب دی اکسید کربن، بروز کربوکسی هموگلوبینمی و محدودیت در استفاده از این روش با دستگاه‌های تبخیر کننده‌ی جدید می‌باشد (۸-۵، ۲).

این یافته‌ها و فقدان مطالعات قبلی، پژوهشگران را بر آن داشت تا به بررسی صرفه‌ی اقتصادی تهویه‌ی ریه به روش جدیدی بپردازند که در آن، ضمن حفظ غلظت دی اکسید کربن، انتهای بازدمی در حد ۴۵-۳۵ mmHg، کاهش غلظت دی اکسید کربن دمی تا حد ۱-۰ mmHg را ضروری نسازد.

بدین منظور، با استفاده از افزایش تهویه‌ی دقیقه‌ای، علاوه بر کاهش مصرف گازهای تازه‌ی تنفسی و مقدار داروی هوشبر استنشاقی که از مزایای روش بیهوشی با جریان کم می‌باشد، در مصرف سودولایم نیز صرفه‌جویی می‌گردد.

روش‌ها

این مطالعه یک مطالعه‌ی کارآزمایی بالینی آینده‌نگر بود که در سال ۱۳۹۲ در مرکز آموزشی- درمانی شهید دکتر چمران اصفهان به انجام رسید. با توجه به روش انجام مطالعه، امکان دو سو کور کردن مطالعه وجود نداشت و مطالعه به صورت یک سو کور انجام گرفت. جامعه‌ی آماری مورد مطالعه، شامل بیمارانی بود که به مدت ۴-۳ ساعت تحت بیهوشی عمومی قرار داشتند.

معیارهای ورود به مطالعه شامل سن بالای ۱۸ سال، ۴۰ درصد < EF یا Ejection fraction، عدم ابتلا به بیماری‌های انسدادی ریوی (۸۰ درصد < FEV۱/FVC یا ۱ second/Forced vital capacity (Forced expiratory volume in) و موافقت بیمار برای شرکت در مطالعه بود. معیار خروج از مطالعه شامل تغییر روش بیهوشی و بروز اختلال همودینامیک (کاهش بیشتر از ۲۰ درصد در فشار متوسط شریانی) بود.

حجم نمونه‌ی مورد نیاز مطالعه با استفاده از فرمول برآورد حجم نمونه جهت مقایسه‌ی دو میانگین و با در نظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵ درصد، توان آزمون ۸۰ درصد، انحراف معیار مقدار گازهای تازه‌ی مصرفی که به مقدار ۱/۳۳ L برآورد شد و نیز در نظر گرفتن حداقل تفاوت معنی‌دار بین دو گروه که به میزان ۰/۸ در نظر گرفته شد، به تعداد ۳۴ نفر در هر گروه برآورد گردید. سپس بیماران با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری به صورت تصادفی در دو گروه ۳۴ نفری (شاهد و مورد) قرار گرفتند.

ویزیت قبل از عمل و داروهای مورد استفاده در القا و ادامه‌ی بیهوشی برای همه‌ی بیماران یکسان بود. پس از ورود به اتاق عمل، نظارت بر پالس اکسی‌متری، الکتروکاردیوگرافی، اندازه‌گیری تهاجمی فشار خون و کاپنوگرافی برای بیماران هر دو گروه به یک صورت بر قرار شد. در طول مطالعه سعی شد حداقل غلظت آلوئولی ایزوفلوران در حد ۱ درصد حفظ شود.

گاز تازه‌ی تنفسی شامل ۵۰ درصد اکسیژن و ۵۰ درصد نیتروس اکسید بود.

در گروه شاهد، دی اکسید کربن انتهای دمی در حد ۱-۰ mmHg و دی اکسید کربن انتهای بازدمی در حد ۴۰-۳۵ mmHg تنظیم شد. برای رسیدن به این مقادیر، حجم گاز تازه (اکسیژن و نیتروس اکسید) در حدود ۸-۶ L/min و حجم تهویه‌ی دقیقه‌ای ۱۰-۸ L/min تنظیم شد.

در گروه آزمون، دی اکسید کربن انتهای دمی در حد ۳۳-۲۷ mmHg و دی اکسید کربن انتهای بازدمی در حد ۴۰-۳۵ mmHg حفظ شد. در این گروه، تهویه‌ی دقیقه‌ای افزایش داده شد. میزان افزایش تهویه‌ی

دقیقه‌ای به اندازه‌ای بود که بدون افزایش قابل توجه در فشار متوسط راه هوایی و فشار مثبت انتهای بازدمی (PEEP یا Positive end expiratory pressure)، با حداقل گاز تازه‌ی تنفسی بتوان غلظت دی اکسید کربن انتهای بازدمی را در حد ۴۰–۳۵ mmHg حفظ کرد. سپس مقدار گاز تازه‌ی تنفسی، میزان سودولایم و هوشبر استنشاقی مصرف شده جداگانه اندازه‌گیری شد و ارزش ریالی هر یک بر اساس مقدار مصرفی و مدت زمان مصرف شده در دو گروه محاسبه و در چک لیست ثبت شد.

برای تعیین میزان گاز تازه‌ی تنفسی مصرف شده، مقدار گاز تازه‌ای که برای هر بیمار از ابتدا تا انتهای عمل جراحی مورد استفاده قرار گرفته بود، اندازه گیری و ثبت شد. سودولایم مصرف شده نیز به همین صورت اندازه‌گیری و ثبت گردید. مقدار مصرف هوشبر استنشاقی در ساعت (m/h)، بر اساس فرمول (L/min) FGF × dial × ۳ محاسبه شد.

داده‌های مطالعه بعد از جمع‌آوری وارد رایانه شد و به وسیله‌ی نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۰ (version 20, SPSS Inc., Chicago, IL) و آزمون‌های آماری χ^2 و t مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

در این مطالعه در هر کدام از گروه‌های مورد و شاهد ۳۴ بیمار تا پایان مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند. هیچ کدام از نمونه‌ها از مطالعه خارج نشدند. میانگین سن دو گروه مورد و شاهد به ترتیب ۱۰/۶ ± ۶۱/۸ و ۱۱/۷ ± ۶۱ سال بود و طبق آزمون t، اختلاف معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت (P = ۰/۷۷۰). انجام آزمون‌های t و χ^2 بر روی متغیرهای دموگرافیک نشان داد که توزیع متغیرهای دموگرافیک در بین دو گروه اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۱).

میانگین مقدار گاز ایزوفلوران مصرفی در گروه مورد ml/min ۰/۱۱ ± ۰/۲۲ و در گروه شاهد، ml/min ۰/۱۰ ± ۰/۴۸ بود و طبق آزمون t، تفاوت معنی‌داری بین مقدار مصرف ایزوفلوران در دقیقه در دو گروه وجود داشت (جدول ۲).

جدول ۱. توزیع متغیرهای دموگرافیک در بین دو گروه

متغیر	سطح	گروه		مقدار P
		مورد	شاهد	
سن	سال	۶۱/۸۰ ± ۱۰/۶۰	۶۱/۰۰ ± ۱۱/۷۰	۰/۷۷۰
جنس	مرد	۲۲ (۶۴/۷۰)	۲۱ (۶۱/۸۰)	۰/۸۰۰
	زن	۱۲ (۳۵/۳۰)	۱۳ (۳۸/۲۰)	
BMI	kg/m^2	۲۴/۷۰ ± ۳/۳۰	۲۵/۱۰ ± ۳/۴۰	۰/۶۲۰
FEV۱/FVC	درصد	۸۶/۰۰ ± ۸/۱۰	۸۸/۰۰ ± ۸/۰۰	۰/۳۱۰
EF	درصد	۵۴/۷۰ ± ۹/۳۰	۵۱/۰۰ ± ۷/۸	۰/۰۹۰
مدت عمل	ساعت	۴/۳۷ ± ۰/۷۴	۴/۴۶ ± ۰/۵۳	۰/۵۶۰

BMI: Body mass index; FEV۱: Forced expiratory volume in ۱ second; FVC: Forced vital capacity; EF: Ejection fraction

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار مقدار گاز تازه‌ی تنفسی مصرفی و ایزوفلوران مصرفی و CO_2 انتهای دمی و بازدمی در دو گروه

متغیر	مورد	شاهد	مقدار P
میانگین مقدار گازهای تازه‌ی مصرفی در دقیقه (L)	۲/۴۱ ± ۱/۲۳	۶/۶۳ ± ۱/۴۳	< ۰/۰۰۱*
میانگین مقدار ایزوفلوران مصرفی در دقیقه (ml)	۰/۲۲ ± ۰/۱۱	۰/۴۸ ± ۰/۱۰	< ۰/۰۰۱*
CO_2 انتهای بازدمی (mmHg)	۳۷/۶۰ ± ۴/۶۷	۳۰/۳۲ ± ۴/۰۵	< ۰/۰۰۱*
CO_2 انتهای دمی (mmHg)	۳۱/۲۶ ± ۵/۵۶	۲/۱۶ ± ۱/۲۰	< ۰/۰۰۱*
میانگین مقدار کل گاز تازه‌ی تنفسی مصرفی در مدت عمل جراحی (L)	۶۳۴ ± ۳۴۷	۱۷۶۶ ± ۳۹۰	< ۰/۰۰۱*
هزینه‌ی کل گاز تازه‌ی تنفسی مصرفی (ریال)	۱۱۸۸۷۵۰۰ ± ۶۵۰۶۲۵۰	۳۳۱۱۲۵۰ ± ۷۳۱۲۵۰	< ۰/۰۰۱*
مقدار کل ایزوفلوران مصرفی در طی مدت عمل (ml)	۵۷/۹۰ ± ۳۲/۵۰	۱۲۹/۰۰ ± ۲۶/۱۰	< ۰/۰۰۱*
هزینه‌ی کل ایزوفلوران مصرفی (ریال)	۲۷۹۹۴۶/۵ ± ۱۵۷۱۳۷/۵	۶۲۳۷۱۵/۰ ± ۱۲۶۱۹۳/۵	< ۰/۰۰۱*
مقدار سودولایم مصرفی (g)	۰	۸۸/۴۰ ± ۱۵/۱۰	< ۰/۰۰۱*
هزینه‌ی سودولام مصرفی (ریال)	۰	۱۶۴۷/۰۰ ± ۱۹۶/۳۰	< ۰/۰۰۱*

*P < ۰/۰۵۰

میانگین مقدار دی اکسید کربن انتهای بازدمی در دو گروه مورد و شاهد به ترتیب ۴/۶۷ ± ۳۷/۶ L/min و ۴/۰۵ ± ۳۰/۳۲ L/min بود و طبق آزمون t، اختلاف بین دو گروه معنی‌دار بود. میانگین مقدار دی اکسید کربن انتهای دمی در دو گروه مورد و شاهد به ترتیب ۵/۵۶ ± ۳۱/۲۶ L/min و ۱/۲ ± ۲/۱۶ L/min بود و اختلاف بین دو گروه معنی‌دار بود. میانگین مقدار گازهای تازه‌ی مصرفی در دو گروه مورد و شاهد نیز به ترتیب ۱/۲۳ ± ۲/۴۱ L/min و ۱/۴۳ ± ۶/۶۳ L/min بود و طبق آزمون t اختلاف بین دو گروه معنی‌دار بود (جدول ۲).

میانگین مقدار گاز تازه‌ی تنفسی مصرفی در طی مدت عمل جراحی در دو گروه مورد و شاهد به ترتیب ۳۴۷ ± ۶۳۴ L و ۳۹۰ ± ۱۷۶۶ L بود و طبق آزمون t، تفاوت بین دو گروه معنی‌دار بود. مطابق برآورد انجام گرفته، میانگین قیمت گاز تازه‌ی تنفسی مصرفی در گروه مورد ۶۵۰۶۲۵۰ ± ۱۱۸۸۷۵۰۰ ریال و در گروه شاهد ۷۳۱۲۵۰ ± ۳۳۱۱۲۵۰ ریال بود و طبق آزمون t هزینه‌ی برآورد شده‌ی حاصل از مصرف گاز تازه‌ی تنفسی در گروه آزمون، به طور معنی‌داری کمتر بود (جدول ۲).

میانگین مقدار کل ایزوفلوران مصرفی در دو گروه مورد و شاهد به ترتیب ۳۲/۵ ml ± ۵۷/۹ و ۲۶/۱ ml ± ۱۲۹/۰ بود و طبق آزمون t تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود داشت. میانگین هزینه‌ی برآورد شده برای ایزوفلوران مصرفی در دو گروه مورد و شاهد به ترتیب ۱۵۷۱۳۷/۵ ± ۲۷۹۹۴۶/۵ و ۱۲۶۱۹۳/۵ ± ۶۲۳۷۱۵/۰ ریال بود و طبق آزمون t اختلاف بین دو گروه معنی‌دار بود (جدول ۲).

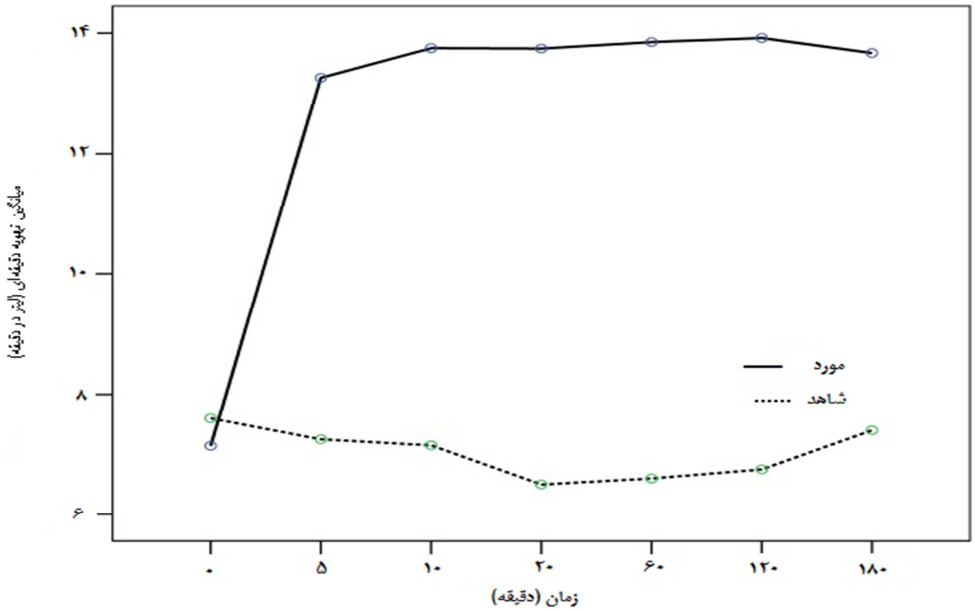
میانگین مقدار سودولایم مصرفی برای گروه شاهد ۱۵/۱ g ± ۸۸/۴ بود و میانگین هزینه‌ی سودولایم مصرفی در این گروه ۱۹۶/۳ ± ۱۶۴۷/۰ ریال بود؛ در حالی که در گروه با CO_2 دمی زیاد، از سودولایم استفاده نشد (جدول ۲).

میانگین مقادیر فشار متوسط راه هوایی و تهویه‌ی دقیقه‌ای در دو گروه اختلاف داشت؛ اما میانگین مقادیر حداکثر فشار راه هوایی و فشار مثبت پایان بازدمی (PEEP) در بین دو گروه اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۳) (شکل ۱).

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار فشار حداکثر و متوسط راه‌های هوایی، میزان تهویه‌ی دقیقه‌ای و **PEEP** در دو گروه

متغیر	مورد	شاهد	مقدار P
فشار متوسط راه هوایی ($cm H_2O$)	۵/۹۵ ± ۱/۹۵	۴/۲۶ ± ۱/۱۴	< ۰/۰۰۱*
حداکثر فشار راه هوایی ($cm H_2O$)	۱۹/۶۵ ± ۱/۹۱	۱۷/۲۴ ± ۱۰/۲۵	۰/۱۸۰
تهویه‌ی دقیقه‌ای (L/min)	۱۱/۱۱ ± ۴/۰۶	۵/۹۴ ± ۱/۳۶	< ۰/۰۰۱*
PEEP ($cm H_2O$)	۱/۲۱ ± ۰/۷۳	۱/۰۳ ± ۰/۱۹	۰/۱۸۰

*P < ۰/۰۵۰; PEEP: Positive end expiratory pressure



نمودار ۱. تغییرات میانگین مقادیر تهویه‌ی دقیقه‌ای در دو گروه

بحث

هدف کلی از انجام این مطالعه، مقایسه‌ی سود و زیان دو روش بیهوشی تهویه‌ی ریوی با دی اکسید کربن انتهایی دمی بالا (High end inspiratory CO_2) HEI CO_2 و تهویه‌ی ریوی با دی اکسید کربن انتهایی پایین (Low end inspiratory CO_2) LEI CO_2 حین بیهوشی عمومی در بیماران تحت عمل جراحی عمومی بود. در این مطالعه، دو گروه ۳۴ نفره از بیماران کاندیدای عمل جراحی به طور تصادفی به دو گروه تقسیم گردیدند. دو گروه مورد اشاره، از نظر متغیرهای دموگرافیک شامل توزیع سنی و جنسی و شاخص‌های عمومی برای عمل مانند BMI (Body mass index)، نسبت FEN۱/FVC و EF با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. از این رو، اثر مخدوش کنندگی این عوامل در این مطالعه خنثی شد و نتایج به دست آمده، به احتمال زیاد مربوط به روش مداخله‌ی مورد استفاده بوده است.

بدیهی است در طی مدت عمل جراحی، به ویژه در اعمال جراحی عمومی که مدت زمان زیادی را به خود اختصاص می‌دهد، علاوه بر لوازم و تجهیزات مربوط به عمل، از مواد، لوازم و تجهیزات مصرفی گوناگونی جهت القای بیهوشی، نگهداری سطح

بیهوشی و جلوگیری از بروز رخدادهای ناخواسته استفاده شده که کاربرد این مواد و تجهیزات، به خصوص اگر با اتلاف بالایی نیز همراه باشد، هزینه‌ی گزافی را بر بیمار و سیستم بهداشتی تحمیل می‌نماید.

بدون شک در زمان حاضر، به دلیل محدودیت ورود و یا تولید این قبیل مواد و تجهیزات، بایستی در مصرف به موقع و در حد نیاز آن‌ها دقت کافی مبذول داشت. داروهای هوشبر استنشاقی، مواد جاذب دی اکسید کربن و اکسیژن، از جمله موادی هستند که در طی مدت عمل به مقدار زیادی در حین بیهوشی مورد استفاده قرار می‌گیرند و هزینه‌ی این مواد، حتی گازهای تازه‌ی مصرفی که اغلب در داخل کشور تولید می‌گردد، مبالغ هنگفتی را بر بیمار و بیمارستان تحمیل می‌نماید و این در حالی است که با استفاده از روش‌های بهینه، می‌توان از اتلاف و یا مصرف نابه‌جای آن‌ها جلوگیری نمود.

در این مطالعه دیده شد که با استفاده از روش تهویه‌ی ریوی با دی اکسید کربن انتهای دمی زیاد، مقدار مصرف گازهای تازه در حین عمل را می‌توان تا میزان یک سوم تقلیل داد. قابل ذکر است مطابق نتایج به دست آمده، میزان مصرف و هزینه‌ی ایزوفلوران مصرفی در روش بیهوشی $HEICO_2$در مقایسه با روش بیهوشی $LEICO_2$ به طور قابل ملاحظه و معنی‌داری کمتر بود.

علاوه بر این، بیماران تحت بیهوشی با روش $LEICO_2$، نیاز به مصرف سودولایم جهت جذب دی اکسید کربن دارند که این مورد نیز بر هزینه‌های روش بیهوشی $LEICO_2$ اضافه می‌کند.

از سال ۱۸۵۰، استفاده از سیستم‌های تنفسی بسته یا به طور تقریبی بسته، به کار گرفته شدند. داروی هوشبر مورد استفاده در آن زمان کلروفرم و ماده‌ی جاذب دی اکسید کربن، هیدروکسید پتاسیم بود (۴). از آن زمان تا کنون، پیشرفت‌های زیادی در زمینه‌ی داروهای هوشبر استنشاقی، دستگاه‌های تبخیر کننده، سیستم‌های تنفسی، مواد جاذب دی اکسید کربن و به خصوص نظارت بر سیستم تنفسی انجام گرفته است. از این رو، متخصصین بیهوشی با اطمینان خاطر بیشتری از روش بیهوشی با جریان گاز کم (LFA یا Low flow anesthesia) استفاده می‌کنند و از مزایای قابل توجه این روش بهره می‌برند (۱۰-۳، ۱).

در مطالعه‌ی حاضر، بر خلاف تفکر غالب مبنی بر عدم وجود تنفس مجدد (Rebreathing) در سیستم‌های بیهوشی، با کاهش FGF اجازه داده شد درجاتی از تنفس مجدد در سیستم وجود داشته باشد. این تنفس مجدد باعث افزایش غلظت دی اکسید کربن انتهای دمی شد. به دلیل افزایش تهویه‌ی دقیقه‌ای بیماران، این افزایش غلظت دی اکسید کربن دمی، باعث افزایش غلظت دی اکسید کربن انتهای بازدمی و بروز اختلال در گازهای خون شریانی نشد.

در این مطالعه به دلیل نیمه بسته بودن سیستم تنفسی، مصرف هوشبرهای استنشاقی نیز کاهش چشمگیری داشت. این یافته‌ها شباهت بسیار زیادی به مزایای ذکر شده برای بیهوشی به روش LFA دارد. هر دو روش باعث کاهش مصرف اکسیژن، نیتروس اکسید و هوشبرهای استنشاقی می‌شوند (۸-۳، ۱). کاهش آلودگی محیط اتاق عمل به دلیل کاهش مصرف نیتروس اکسید و هوشبرهای استنشاقی در هر دو روش وجود دارد (۵). به دلیل کاهش از دست دادن حرارت و رطوبت، ضمن بهبود حرکات موکوسیلیاری، میزان از دست دادن مایعات بدن در هر

دو روش کاهش می‌یابد (۷-۶).

در روش بیهوشی $HEICO_2$ به دلیل استفاده نکردن از مواد جاذب دی اکسید کربن (سدولایم) نسبت به روش LFA، هزینه‌ها بیشتر کاهش می‌یابد. در روش LFA، وجود سدولایم در سیستم تنفسی باعث بروز واکنش بین هوشبرهای استنشاقی و سدولایم می‌شود و بیمار را در معرض مسمومیت با ترکیب A و کربوکسی هموگلوبینمی قرار می‌دهد (۳). اما بر خلاف روش LFA با حذف سدولایم در روش بیهوشی $HEICO_2$ احتمال بروز این عوارض از بین می‌رود.

در بررسی کاپنوگرافی، شکل منحنی کاپنوگراف اطلاعات مفیدی از بیماری‌های ریوی، محل مناسب لوله‌ی تراشه و کیفیت تهویه‌ی ریه‌ها در اختیار پزشک می‌گذارد (۲). در روش بیهوشی $HEICO_2$، اگر غلظت دی اکسید کربن انتهای دمی را در حد ۳۰-۰ mmHg حفظ کنیم، می‌توان همچنان از شکل منحنی کاپنوگراف این اطلاعات را استخراج کرد.

از این رو، نتیجه‌گیری کلی که می‌توان از این مطالعه داشت، این است که استفاده از روش بیهوشی $HEICO_2$ از نظر هزینه، نسبت به روش بیهوشی $LEICO_2$ ارجحیت دارد. روش بیهوشی $HEICO_2$ علاوه بر دارا بودن مزایای روش بیهوشی با جریان کم گاز تازه‌ی تنفسی، معایب این روش را ندارد. البته موفقیت در استفاده از این روش، وابسته به انتخاب صحیح بیمار توسط پزشک متخصص بیهوشی و به کار بردن نظارت و بررسی پالس اکسی‌متری، کاپنوگرافی و فشار راه هوایی می‌باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه‌ی دوره دکترای حرفه‌ای هنگامه مولوی به شماره‌ی طرح پژوهشی ۳۹۰۴۳۱ در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان است و با حمایت مالی و اعتباری دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به انجام رسیده است. لازم است از کلیه‌ی همکاران و کارکنان محترم اتاق عمل بیمارستان شهید دکتر چمران به ویژه سرکار خانم لیلا جهانصفت که ما را در اجرای این طرح یاری نمودند، سپاسگزاری گردد.

References

1. Baum JA. Low-flow anesthesia: theory, practice, technical preconditions, advantages, and foreign gas accumulation. J Anesth 1999; 13(3): 166-74.
2. Eskaros SM, Papadakos PJ, Lachmann B. Respiratory monitoring. In: Miller RD, editor. Miller's anesthesia. 7th ed. New York, NY: Churchill Livingstone; 2010. p. 1411-41.
3. Brockwell RC, Andrews JJ. Inhaled anesthetic delivery systems. In: Miller RD, editor. Miller's anesthesia. 7th ed. New York, NY: Churchill Livingstone; 2010. p. 667-718.
4. Grigoliia GN, Makhatadze TA, Sulakvelidze k, Tutberidze k, Gvelesiani LG. Theory and practice of low-flow anaesthesia. Georgian Med News 2007; (145): 7-12.
5. Honemann C, Hagemann O, Doll D. Inhalational anaesthesia with low fresh gas flow. Indian J Anaesth 2013; 57(4): 345-50.
6. Kleemann PP. Humidity of anaesthetic gases with respect to low flow anaesthesia. Anaesth Intensive Care 1994; 22(4): 396-408.
7. Aldrete JA, Cubillos P, Sherrill D. Humidity and temperature changes during low flow and closed system anaesthesia. Acta Anaesthesiol Scand 1981; 25(4): 312-4.
8. Suttner S, Boldt J. Low-flow anaesthesia. Does it have potential pharmacoeconomic consequences? Pharmacoeconomics 2000; 17(6): 585-90.
9. Baum JA, Aitkenhead AR. Low-flow anaesthesia. Anaesthesia 1995; 50 Suppl: 37-44.

Journal of Isfahan Medical School

Vol. 32, No. 299, 4th Week, October 2014

Received: 20.04.2014

Accepted: .24.08.2014

Comparative Evaluation of Cost and Benefit of Two High and Low End-Inspiratory Carbon Dioxide Pulmonary Mechanical Ventilation during General Anesthesia

Mojtaba Mansouri MD[1], Hengameh Molavi[2], Faezeh Farhang-Kouhpaei[2]

Original Article

Abstract

Background: During pulmonary mechanical ventilation in general anesthesia, end tidal carbon dioxide concentration should be preserved in the range of 0-1 mmHg. It seems that pulmonary ventilation with high end-inspiratory carbon dioxide concentration prevents loss of fresh inspiratory gases and inhalation anesthetic drugs and is affordable. This study was designed to evaluate the cost and benefit of two different anesthesia methods, high and low end-inspiratory carbon dioxide concentration.

Methods: In this prospective, randomized and single-blind clinical trial, patients were studied in two groups of 34. Patients were ventilated with high and low end-inspiratory carbon dioxide concentrations in study and blank groups. Objectives were end- inspiratory and expiratory carbon dioxide concentration, amount of fresh inspiratory gas, and isoflurane and soda lime consumption and their costs.

Findings: The amount of fresh inspiratory gas consumption and its costs over the duration of surgery was significantly lower in the test group ($P < 0.001$). The amount and cost of consumed isoflurane during surgery was significantly lower in the test group, too ($P < 0.001$)

Conclusion: In general anesthesia, pulmonary mechanical ventilation with high end-inspiratory carbon dioxide concentration lead to lower consumption of fresh inspiratory gases, inhaled anesthetics and soda lime. Ultimately, lower costs are imposed to patients and healthcare system.

Keywords: End inspiratory carbon dioxide, End expiratory carbon dioxide, Fresh gas flow, Low flow anesthesia

Citation: Mansouri M, Molavi H, Farhang-Kouhpaei F. **Comparative Evaluation of Cost and Benefit of Two High and Low End-Inspiratory Carbon Dioxide Pulmonary Mechanical Ventilation during General Anesthesia.** J Isfahan Med Sch 2014; 32(299): 1379-87

1- Associate Professor, Anesthesiology and Critical Care Research Center AND Department of Anesthesiology and Critical Care, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- Student of Medicine, School of Medicine AND Student Research Committee, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Hengameh Molavi, Email: mansouri@med.mui.ac.ir