Archive of SID

سال بیست و دوم . شمارهٔ ۳۹ . دورهٔ دوم . شمارهٔ ۳ . سال ۱۳۸۱

مقایسهٔ فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی[1] در انتهای تحتانی و فوقانی لولهٔ تراشه با فشار دی‌اکسید کربن شریانی[2] در اطفالی که با سیستم جکسون ریس اصلاح شده[3] تحت تهویه قرار گرفته‌اند

دکتر علیرضا سلطانی[1]، دکتر کبری قاضی‌سعیدی[2]، دکتر محمدرضا خواجوی[3]

The comparison of $P_{ET}CO_2$ obtained from the distal and proximal end of endotracheal tube by P_aCO_2 in children ventilated by Modified Jackson Rees System

Dr. A. A. Soltani M.D., Dr. K. Ghazi-Saeedi M.D., Dr. M. Khajavi M.D.

☑ Abstract

Capnography is one of the most important monitoring that is recommended by American Society for Testing and Material in 1998 (ASTM98) for every patient under anesthesia.

Usually sampling of expired gas in capnography commonly obtained from side or mid stream. Badgwell and et al recommended that sampling of expired gas for Capnography for patient under one year should be taken from distal end of endotracheal tube.

In this study to determine accuracy of ventilation with modified Jackson Rees system, we studied 622 infants and children who were ventilated with this system. Expired gas for CO_2 monitoring sampled at distal and proximal end of endotracheal tube and the arterial Pco_2 ($PaCO_2$) simultaneously measured.

In this paper we studied the accuracy of ventilation with modified Jackson Rees system in 62 infants and children. We sampled the expired gas for CO_2 analysis from both proximal and distal of the endotracheal tube and measured $PaCO_2$ simultaneously.

In our experience we found that $P_{ET}CO_{2\text{-}d}$ (distal end - tidal PCO_2) was close to $PaCO_2$, but $P_{ET}CO_{2\text{-}p}$ (proximal end - tidal PCO_2) was insignificantly greater than $PaCO_2$ especialy in infant who were less than 10kg.

As we did not find any significant difference between measurement of $P_{ET}CO_{2\text{-}d}$ (distal end tidal PCO_2) and $P_{ET}CO_{2\text{-}p}$ (proximal end tidal PCO_2), we suggest to measure $P_{ET}CO_{2\text{-}p}$ instead of $P_{ET}CO_{2\text{-}d}$, in any infant less than 10kg and children weighting more than 10kg who are being ventilated by modified Jackson Rees system.

Key Words: $P_{ET}CO_{2\text{-}d}$, $P_{ET}CO_{2\text{-}p}$, $PaCO_2$ Modified Jackson Rees system.

1- $P_{ET}CO_2$
2- P_aCO_2
3- Modified Jackson Rees Sys.

۱ و ۲) عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران
۳) متخصص بیهوشی

www.SID.ir

Archive of SID

سال بیست و دوم . شمارهٔ ۳۹ . دورهٔ دوم . شمارهٔ ۳ . سال ۱۳۸۱

چکیده

امروزه کاپنوگراف[1] طبق نظر «انجمن آزمون و مواد آمریکا»[2] یک پایش استاندارد بیهوشی محسوب می‌شود. در کاپنوگرافی معمولاً نمونه‌گیری گاز بازدمی به روش ساید استریم[3] انجام می‌شود و محل شایع نمونه‌گیری در قطعهٔ Y قرار دارد. فاکتورهای متعددی در میزان فشار دی‌اکسید کربن گاز بازدمی که نمایی از فشار دی اکسید کربن شریانی است تأثیر دارند. هر چه فاکتورهای تغییردهندهٔ میزان فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی کمتر باشد، اختلاف فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی و فشار دی‌اکسید کربن شریانی کمتر است و بنابراین فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی اندازه‌گیری شده با کاپنوگراف قابل اعتمادتر خواهد بود. بر اساس مطالعهٔ باجول[4] و همکارانش، در اطفال زیر یک سال، نمونه‌برداری گاز بازدمی باید از قسمت تحتانی لولهٔ تراشه (نوک لولهٔ تراشه) انجام گیرد. مطالعهٔ حاضر برای اثبات یا رد این ادعا انجام پذیرفت.

در این مطالعهٔ گذشته‌نگر، ۶۲ بیمار در ردهٔ سنی یک ماهگی تا ۱۲ سالگی انتخاب شدند. این بیماران به دو گروه سنی زیر یک سال (با وزن زیر ۱۰ کیلوگرم) و بالاتر از یک سال (با وزن بالای ۱۰ کیلوگرم) تقسیم شدند. روش نمونه‌برداری تصادفی بود. در تمام این بیماران نمونه‌برداری از هوای بازدمی برای اندازه‌گیری فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی از قسمت تحتانی و فوقانی لولهٔ تراشه (محل اتصال لولهٔ تراشه به قطعهٔ Y) هم‌زمان با نمونه‌گیری خون شریان جهت اندازه‌گیری فشار دی‌اکسید کربن شریانی انجام شد. روش القاء بیهوشی و ادامهٔ بیهوشی در همهٔ بیماران یکسان بود و در مورد همهٔ بیماران از سیستم جکسون ریس اصلاح شده با تنفس کنترله استفاده شد. نمونه‌گیری گاز بازدمی با لوله‌هایی به قطر ۱ تا ۱/۵ میلی‌متر به عمل آمد.

پس از جمع‌آوری داده‌ها و طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل آماری آنها مشاهده شد که در هر دو گروه، زیر یک سال و بالای یک سال، گرادیان فشار دی‌اکسید کربن شریانی و فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی در ناحیهٔ تحتانی و فوقانی اختلاف معنی‌داری نداشت ($p>0/05$).

در صورتی که مقدار فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی در حد ۳۵ تا ۴۰ حفظ شود، سطح فشار دی‌اکسید کربن شریانی در محدودهٔ نرمال خواهد بود و نمونه‌برداری به روش معمول از قسمت لولهٔ فوقانی لولهٔ تراشه برای پایش کافی خواهد بود.

گل‌واژگان: سیستم ماپلسون[5]، $Pa\text{-}ETCO_{2}\text{-}p$، $Pa\text{-}ETCO_{2}\text{-}d$ و فشار دی‌اکسید کربن شریانی

مقدمه

بر اساس استاندارد بین‌المللی انجمن آزمون و مواد آمریکا اندازه‌گیری فشار دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی امروزه جزء پایش‌های اجباری است(۱). در این روش پایش معمولاً نمونه‌گیری به صورت ساید استریم و از محل اتصال رابط لولهٔ تراشه به قطعهٔ Y انجام می‌گیرد. در مطالعه‌ای که باجول و همکاران او(۲) در مورد محل نمونه‌برداری گاز بازدمی انجام داده‌اند، در گروه زیر یک سال و بالای یک سال، هم از تحتانی لولهٔ تراشه و هم از فوقانی لولهٔ تراشه نمونه‌برداری و هم‌زمان فشار دی‌اکسید کربن شریانی را نیز با انجام اندازه‌گیری خون شریانی بررسی کرده‌اند. در مطالعهٔ آنان بین فشار دی‌اکسید کربن شریانی گاز بازدمی تحتانی ($Pa\text{-}ETCO_{2}\text{-}d$) (نوک لولهٔ تراشه) و فشار دی‌اکسیدکربن گاز بازدمی گاز بازدمی فوقانی ($Pa\text{-}ETCO_{2}\text{-}p$) (در محل اتصال لولهٔ تراشه به رابط Y) اختلاف مشاهده شد که این اختلاف در کودکان زیر یک سال، برخلاف کودکان بالای یک سال (یا

1- Capnograph
2- American Society for Testing and Materil 1998 (STM98)
3- side stream
4- Badgwell
5- Mapleson

www.SID.ir

Archive of SID

با وزن بالای ۱۰ کیلوگرم)، اختلاف معنی‌داری بوده است؛ و بر همین اساس پیشنهاد باجول این است که نمونه‌گیری برای کاپنوگراف در اطفال زیر یک سال بهتر است از محل تحتانی لولهٔ تراشه انجام گیرد. در مطالعه‌ای که ما در بیمارستان مرکز طبی اطفال بر روی دو گروه اطفال زیر ۱۰ کیلوگرم و بالای ۱۰ کیلوگرم و با سیستم تنفسی جکسون ریس اصلاح شده انجام دادیم، برخلاف مطالعات باجول در اطفال زیر یک سال اختلاف معنی‌داری بین $Pa\text{-}ETCO_{2}\text{-}p$ و $Pa\text{-}ETCO_{2}\text{-}d$ مشاهده نشد. در این مطالعه ما از سیستم جکسون ریس اصلاح شده (ترکیبی از سیستم D و F با سایز لوله خرطومی استاندارد به طول ۲۶ سانتی‌متر دارای دو دریچه که هر دو همزمان به طور نسبی باز هستند) استفاده کردیم و بیماران را با جریانی از هوای تازه که ۲/۵ تا ۳ برابر تنفس دقیقه‌ای بود به صورت کنترله تهویه کردیم، به طوری که فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی بیماران در محدودهٔ ۳۰ تا ۴۵ میلی‌متر جیوه حفظ شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در صورتی که در اطفال زیر یک سال تنفس کنترله با شرایط بالا صورت گیرد، و پایشگر کاپنوگراف، $Pa\text{-}ETCO_{2}\text{-}p$ را نشان دهد، از طبیعی بودن $Pa\text{-}ETCO_{2}\text{-}d$ بیمار می‌توان مطمئن شد و هیچ‌گونه اختلال اسید و باز در این مورد متوجه بیماران نخواهد بود.

روش و مواد

در این مطالعه که در ۶ ماهه اول سال ۱۳۷۹ انجام شد، ۶۲ بیمار که قبلاً هیچ‌گونه پیش‌دارویی دریافت نکرده بودند و در گروه سنی اطفال زیر یک سال و کودکان ۱۲-۱ سال قرار داشتند مورد مطالعه قرار گرفتند. همگی بیماران در کلاس یک و دو ASA بودند و برای انجام اعمال جراحی انتخابی غیر قلبی و غیر توراسیک انتخاب شدند و هیچ‌یک از بیماران، دچار بیماری قلبی و ریوی زمینه‌ای نبود. در همهٔ بیماران جراحی در وضعیت طاقباز انجام شد. روش القاء بیهوشی در همهٔ بیماران به صورت یکسان و با تجویز تیوپنتال سدیم به مقدار ۵ میلی‌گرم / کیلوگرم انجام شد؛ سپس ساکسنیل کولین با دوز ۱/۵ میلی‌گرم / کیلوگرم برای لوله‌گذاری تراشه تجویز شد و از سیستم جکسون ریس اصلاح شده که در تصویر شمارهٔ ۱ مشاهده می‌شود برای تنفس کنترله استفاده شد و از هر دو دریچه به طور همزمان به گونه‌ای استفاده شد که بتوان به راحتی بیمار را ونتیله کرد.

لولهٔ تراشهٔ هیچ‌یک از بیماران پس از واردآمدن فشار دمی معادل ۳۰ سانتی‌متر مکعب آب نشت واضح نشان نداد (برای پایش فشار راه هوایی از فشارسنج دستگاه جولیان دراگر استفاده شد). برای ادامهٔ بیهوشی در همهٔ بیماران از هالوتان ۱/۵-۱٪، N_2O/O_2 ۵۰٪، فنتانیل با دوز ۱-۰/۵ میکروگرم / کیلوگرم استفاده شد. همهٔ بیماران آتراکوریوم به مقدار ۴ میلی‌گرم / کیلوگرم دریافت داشتند. حجم جاری تنفسی، حداکثر فشار دمی و تعداد تنفس طوری تنظیم شد که فشار دی‌اکسید کربن گاز بازدمی بیماران چه در ناحیهٔ تحتانی و چه در ناحیهٔ فوقانی در محدودهٔ ۳۰ تا ۴۵ میلی‌متر جیوه حفظ شود. پس از گذشت ۱۵ دقیقه، نمونه‌برداری گاز بازدمی از قسمت تحتانی و سپس فوقانی لولهٔ تراشه و نیز همزمان برای اندازه‌گیری فشار دی‌اکسید کربن شریانی در تمام بیماران انجام شد. برای نمونه‌گیری گاز بازدمی از قسمت تحتانی لولهٔ تراشه از لوله‌هایی با قطر حدود ۱ تا ۱/۵ میلی‌متر استفاده شد.

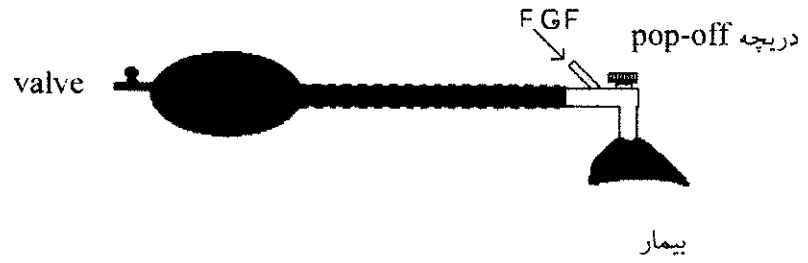
نتایج

پس از تکمیل مطالعه و جمع‌آوری اطلاعات، بیماران به دو گروه زیر یک سال (وزن زیر ۱۰ کیلوگرم) و بالای یک سال (وزن بالای ۱۰ کیلوگرم) تقسیم شدند و نیز گروه‌های مزبور به دو گروه از نظر محل نمونه‌گیری گاز بازدمی تقسیم شدند. در گروه اول نمونه‌گیری از قسمت فوقانی لولهٔ تراشه و در گروه دوم از قسمت تحتانی لولهٔ تراشه انجام شد. آنالیز

www.SID.ir

Archive of SID

سال بیست و دوم . شمارهٔ ۳۹ . دورهٔ دوم . شمارهٔ ۳ . سال ۱۳۸۱



شکل ۱

آماری اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار SPSS۱۰ انجام گرفت. همان‌گونه که در جدول و نمودار شمارهٔ ۱ مشاهده می‌شود، مقادیر فشار دی‌اکسید کربن گاز بازدمی بازدمی که از ناحیهٔ تحتانی لولهٔ تراشه به دست آمده ($P_{a-ET}CO_{۲-d}$) نسبت به مقادیر فشار دی‌اکسید کربن شریانی بازدمی که از ناحیهٔ فوقانی به دست آمده ($Pa-_{ET}CO_{۲-p}$) به مقادیر فشار دی‌اکسید کربن شریانی نزدیک‌تر است. لازم به ذکر است که تمامی مقادیر مزبور در جدول شمارهٔ ۱ مربوط به اطفال با وزن زیر ۱۰ کیلوگرم است.

مقادیر اختلاف فشار دی‌اکسید کربن بازدمی تحتانی و فوقانی با فشار دی اکسید کربن شریانی با $D^{۱}$ و $D^{۲}$ مشخص شده‌اند. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، $D^{۲}$ که اختلاف بین $P_{a-ET}CO_{۲-p}$-$Pa-_{ET}CO_{۲}$است، بیش از $D^{۱}$ است که اختلاف بین $P_{a-ET}CO_{۲-d}$-$Pa-_{ET}CO_{۲}$است، ولی این اختلاف معنی‌دار نیست. (p value>۰/۰۵).

با توجه به جدول و نمودار شمارهٔ ۲ که مقادیر $Pa-_{ET}CO_{۲-d}$ و $P_{a-ET}CO_{۲-p}$ را در اطفال با سن بالای یک سال یا با وزن بالای ۱۰ کیلوگرم است، متوجه می‌شویم که اختلاف بین $D^{۱}$ و $D^{۲}$ در این گروه سنی کمتر از یک سال است. باید خاطرنشان کرد که در هر دو گروه این اختلاف در حدی نیست که منجر به مشکلات اسید و باز برای بیماران شود. در هر گروه سنی تست‌های آماری از جمله مان ـ ویتنی و تی ـ تست و محاسبهٔ p-value، تفاوت معنی‌داری در فشار دی‌اکسید کربن گاز بازدمی گاز بازدمی در قسمت تحتانی و فوقانی نشان نداد (p>۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی اخیراً جایگاه گسترده‌ای در پایش بیماران تحت بیهوشی عمومی یافته است. البته فاکتورهای متعددی مثل برون‌ده قلبی، نحوهٔ انتشار جریان خون ریه، پرفوزیون ریه، نوع سیرکت دستگاه بیهوشی و فعالیت متابولیکی بیمار، بر فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی تأثیر مستقیم دارند(۴). معمولاً میان فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی و فشار دی‌اکسید کربن شریانی اختلاف فشاری وجود دارد که آن را تحت عنوان گرادیان $P_{a-ET}CO_{۲}$ و فشار دی‌اکسید کربن شریانی می‌شناسیم، که این اختلاف به علت رقیق‌شدن نمونهٔ گرفته‌شده از ابتدای لولهٔ تراشه یا فوقانی لولهٔ تراشه با جریان هوای تازه یا جریان هوای تازه پدید می‌آید. در اطفال و نوزادان به علت حجم کم هوای جاری این اختلاف نمایان‌تر است و ممکن است باعث به دست آمدن اطلاعات غلط شود. نوع سیستم تنفسی نیز می‌تواند بر میزان فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی تأثیر بگذارد. به عنوان مثال در سیستم ماپلسون A که برای تنفس خودبه‌خودی، و در سیستم D که برای تنفس کنترله به کار می‌روند، محل والو خروجی متفاوت است و به این علت در سیستم D و اکثر

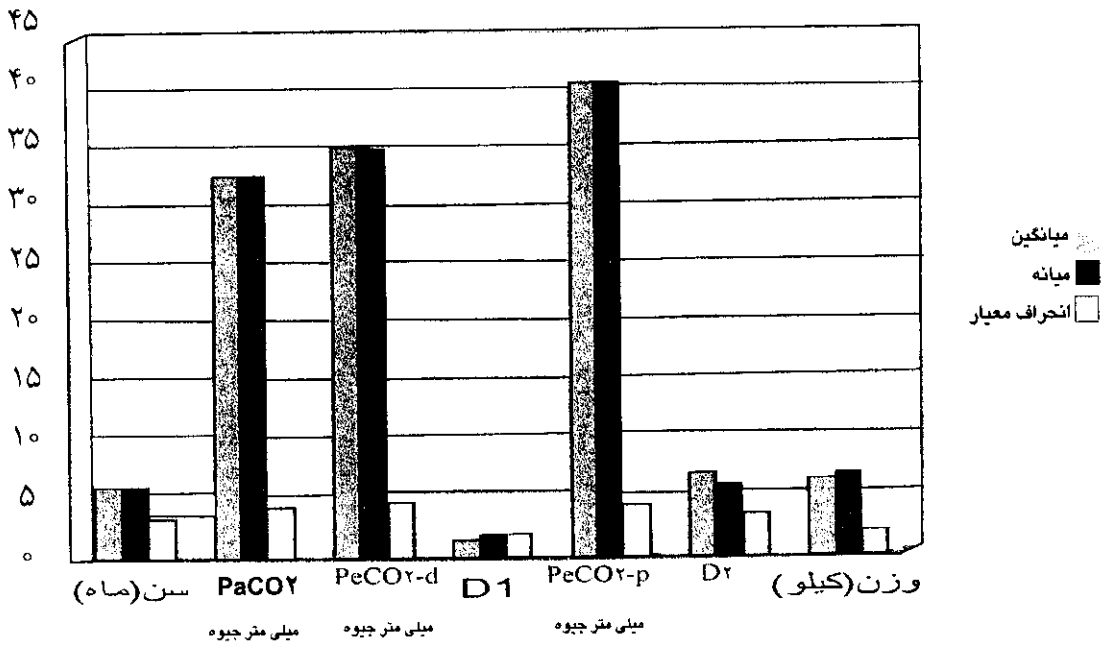
www.SID.ir

Archive of SID

سال بیست و دوم . شمارهٔ ۳۹ . دورهٔ دوم . شمارهٔ ۳ . سال ۱۳۸۱

جدول ۱: $Pa\text{-}_{ET}CO_{۲\text{-}d}$ و اختلاف آن با فشار دی‌اکسید کربن شریانی (D1) و $P_{a\text{-}ET}CO_{۲\text{-}p}$ و اختلاف آن با فشار دی‌اکسید کربن شریانی (P۲) را در اطفال با وزن کمتر از ۱۰ کیلوگرم نشان می‌دهد. اختلاف D۱ و D۲ معنی‌دار نیست. (p value>۰/۰۵)

	سن (ماه)	فشار دی‌اکسید کربن شریانی (میلی‌متر جیوه)	فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی تحتانی (میلی‌متر جیوه)	D۱	فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی فوقانی (میلی‌متر جیوه)	D۲	وزن (کیلو)
میانگین	۶/۰۱	۳۳/۰۹	۳۵/۴۸	۱/۵۸	۴۱/۰۶	۷/۱۶	۶/۷۵
میانه	۶	۳۳	۳۵	۲	۴۱	۶	۷
انحراف معیار	۳/۳۸	۴/۳۹	۴/۷۹	۲/۰۹	۴/۴۴	۳/۵۸	۲/۰۷



نمودار شماره ۱: میانگین، میانه، انحراف معیار فشار دی‌اکسید کربن شریانی و انتهای بازدمی فوقانی و تحتانی در کودکان بالای یک سال

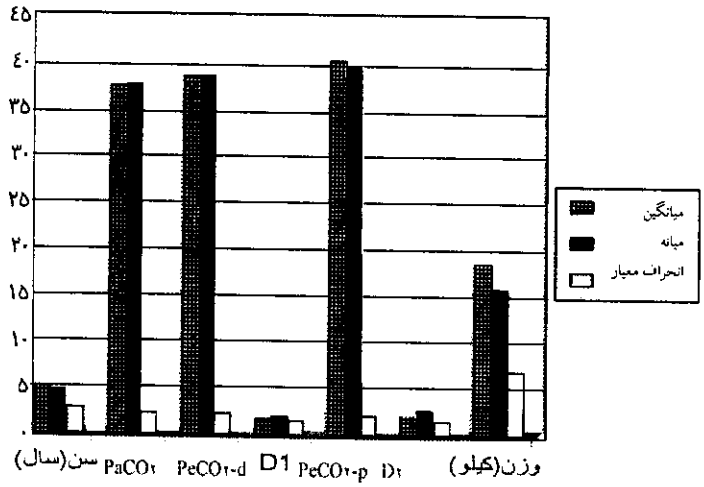
این علت در سیستم D و اکثر سیستم‌ها جریان گاز تازه را ۲/۵ تا ۳ برابر تنفس دقیقه‌ای انتخاب می‌کنند تا میزان تنفس مجدد دی‌اکسید کربن بازدمی از سوی بیمار به حداقل برسد[۱]. مک‌لئود[1] و همکارانش نشان دادند که پایش فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی در حین و پس از عمل می‌تواند معیاری برای ارزیابی $CO_۲$ شریانی باشد[۶]. البته مطالعاتی نیز دربارهٔ اعتبار اندازه‌گیری فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی در ناحیهٔ تحتانی و فوقانی لولهٔ تراشه انجام

1- McLeod

www.SID.ir

Archive of SID

سال بیست و دوم . شمارهٔ ۳۹ . دورهٔ دوم . شمارهٔ ۳ . سال ۱۳۸۱



نمودار شماره ۲: میانگین، میانه، انحراف معیار فشار دی‌اکسید کربن شریانی و انتهای بازدمی فوقانی و تحتانی در کودکان زیر یک سال

شده است و ارتباطی منطقی بین آنها و تفاوت این دو با فشار دی‌اکسید کربن شریانی وجود دارد[۷]. البته در مورد تعیین اختلاف بین فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی و فشار دی‌اکسید کربن شریانی مقالات بسیاری در دست است و همگی آنها بر این عقیده‌اند که می‌توان از فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی به فشار دی‌اکسید کربن شریانی پی برد[۱۲-۸]. از جمله نکات مهمی که در کاربرد کاپنوگراف اهمیت دارد، محل نمونه‌گیری برای فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی است. نتایج تحقیقات باجول نشان می‌دهد که در اطفال زیر یک سال محل نمونه‌گیری باید در قسمت تحتانی لولهٔ تراشه باشد[۲]، زیرا حجم اندک هوای جاری (TV) در اطفال و حجم بالای جریان گاز تازه، امکان رقیق‌تر شدن گازهای بازدمی در اطفال با وزن کمتر را ایجاد می‌کند. باجول این اختلاف را در اطفال با وزن بالای ۱۰ کیلوگرم مشاهده نکرد اما در مطالعهٔ ما این اختلاف در هیچ‌یک از دو گروه بیماران مورد مطالعه (اطفال با وزن زیر ۱۰ کیلوگرم و اطفال با وزن بالای ۱۰ کیلوگرم یا سن بالای یک سال) مشاهده نشد. تنها اختلاف موجود بین مطالعهٔ ما و گروه باجول، نوع سیستم تنفسی است. در مطالعهٔ گروه باجول، از سیستم ماپلسون D استفاده شد در حالی که ما از سیستم اصلاح‌شدهٔ جکسون ریس استفاده کردیم. این سیستم دارای دو دریچه است که در صورت استفاده از هر یک از دریچه‌ها یکی از سیستم‌های D یا F را خواهیم داشت. بنابراین نتایج تحقیق ما با نتایج مطالعهٔ باجول مغایرت دارد، به این ترتیب که ما اختلاف معنی‌داری بین فشار دی‌اکسید کربن انتهای بازدمی تحتانی و فوقانی در هیچ‌یک از گروه‌های سنی کمتر از یک سال و بالاتر از یک سال مشاهده نکردیم ($P>0/05$)؛ و برخلاف مطالعهٔ باجول به این نتیجه

www.SID.ir

Archive of SID

رسیدیم که در صورتی که $P_{a-ET}CO_{۲-p}$ به دست آمده از قسمت فوقانی لولهٔ تراشه در محدودهٔ بین ۳۰ تا ۴۵ میلی‌متر جیوه حفظ شود، اختلاف معنی‌داری بین $Pa-_{ET}CO_{۲}$ و فشار دی‌اکسید کربن شریانی به وجود نخواهد آمد و با مشکلات اسید و باز برای اطفال مواجه نخواهیم شد. بنابراین سیستم جکسون ریس اصلاح شده را برای تمام اطفال از بدو تولد تا ۱۲ سالگی جهت تنفس کنترله توصیه می‌کنیم. البته برای رسیدن به نتیجهٔ قطعی در مورد محل مناسب برای نمونه گیری در اطفال کمتر از یک سال (با وزن کمتر از ۱۰ کیلوگرم) در مورد هر یک از سیستم‌های ماپلسون باید مطالعه جداگانه انجام گیرد.

References

1. Miller RD.: Anesthesia, Respiratory monitoring. USA: Churchill - Livingstone, 2000, pp:1265-1274.
2. Badgwell, End-Tidal PCO_2 Measurements at the distal and proximal tube in infants. Anesth and Analg. 1987, 66:959-64.
3. Smith, Pediatric Anesthesia, USA: Churchill - Livingstone, 2000, pp: 349-358.
4. Barash, Anesthesia, Monitoring, USA: RAVEN. 2000, pp: 890-910.
5. Kaplan RF, Paulus DA.: Error in sampling of exhaled gases. Anesth Analg, 1985; 62: 955-6.
6. McLeod ME., Bissonnette B., Swartz JS., Campbell FA.: End-tidal carbon dioxide measurement in infants and children during and after general anaesthesia. Can J Anaest, 1994 Feb; 41(2): 107-10.
7. Moratin P., Lazarus G., Hartung E.: The reliability of proximal and distal gas samples in the capnometry of infants: Anaesthesist 1992 Jun; 41(6): 307-12.
8. Fletcher R., Boris-Moller F.: Can we improve the estimate of arterial PCO_2 from end-tidal PCO_2 ?: Eur J Anaesthesiol, 2000 May; 17(5): 306-10
9. Chhiber AK., Fickling K., Kolano JW., Roberts WA.: Comparison of end-tidal and arterial carbon dioxide in infants using laryngeal mask airway and endotracheal tube.: Anesth Analg 1997 Jan; 84(1): 51-3.
10. Rich GF., Sconzo JM.: Continuous end-tidal CO_2 sampling within the proximal endotracheal tube estimates arterial CO_2 tension in infants. Can J Anaesth 1991 Mar; 38(2): 201-3.
11. Halpern L., Bissonnette B.: The most proximal and accurate site for sampling end-tidal CO_2 in infants. Can J Anaesth 1994 Oct; 41(10): 984-90.
12. Kerr ME., Zempsky J., Sereika S., Orndoff P., Rudy EB.: Relationship between arterial carbon dioxide and end-tidal carbon dioxide in mechanically ventilated adults with severe head trauma. Crit Care Med 1996 May; 24(5): 785-90.

www.SID.ir