

بررسی میزان آلودگی گاز بیهوشی نیتروس اکساید در اتاق‌های عمل جراحی اطفال بیمارستان‌های دانشگاه‌های علوم پزشکی ایران، تهران و شهید بهشتی

چکیده

زمینه و هدف: مضرات تماس با غلظت‌های پایین گازهای هوشبر را نمی‌توان انکار کرد. N₂O، یکی از شایع‌ترین گازهای استنشاقی مورد استفاده در بیهوشی امروزی است. این مطالعه به منظور بررسی میزان آلودگی گاز بیهوشی نیتروس اکساید در اتاق‌های عمل جراحی اطفال بیمارستان‌های دانشگاه‌های علوم پزشکی ایران، تهران و شهید بهشتی انجام گرفته است.

روش بررسی: مطالعه‌ای توصیفی بر ۱۵ اتاق عمل اطفال از ۴ بیمارستان اصلی آموزشی تخصصی بیهوشی اطفال انجام شد. فقط اتاق عمل‌هایی مورد بررسی قرار گرفتند که به طور مستمر در آنها جراحی‌های اطفال با استفاده از بیهوشی عمومی و N₂O (Nitrous oxide) با غلظت ۲-۳ لیتر در دقیقه استفاده می‌شد. برای نمونه‌گیری و اندازه‌گیری غلظت N₂O برحسب parts per million، از دستگاه قابل حمل اسپکتروفوتومتر مادون قرمز مدل ۳۰۱۰ ساخت شرکت Bacharach استفاده شد. نمونه‌گیری‌ها در ۶ محل مختلف اتاق عمل و در ۳ ساعت مختلف شیفت کاری (ساعت ۹-۸، ۱۱-۱۰/۳۰ و ساعت ۱۳-۱۲/۳۰) انجام شدند. از آزمون‌های t برای نمونه‌های غیر جفت (Independent- samples TTest) یا آنوای یکطرفه (One-Way ANOVA) برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. یافته‌ها: بین میانگین غلظت گاز N₂O در محلهای مختلف در اتاق‌های عمل، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0.05$). 22.2 ± 2.2 ، 12.2 ± 1.2 ، 13.2 ± 1.2 ، 17.0 ± 1.7 ، 20.9 ± 2.1 و 24.1 ± 2.4 میانگین غلظت گاز N₂O در محلهای مختلف در اتاق‌های عمل با تهویه استاندارد، به میزان معنی‌داری از اتاق‌های عمل بدون تهویه استاندارد، پایین‌تر است. نوع سیستم بیهوشی بکار گرفته شده، نوع بیهوشی بکار گرفته شده (ماسک یا لوله تراشه با یا بدون کاف)، شیفت کاری، وضعیت در اتاق عمل (باز یا بسته) و همچنین روشن یا خاموش بودن کولر، تاثیر معنی‌داری در میانگین غلظت گاز N₂O در محلهای مختلف و میانگین آن ندارد. نتیجه‌گیری: میانگین غلظت گاز N₂O در محلهای مختلف در اتاق‌های عمل اطفال بیمارستان‌های دانشگاهی، از محدوده استاندارد تعریف شده بسیار بالاتر است.

کلیدواژه‌ها: ۱- آلودگی ۲- اتاق عمل ۳- اطفال ۴- بیهوشی عمومی ۵- نیتروس اکساید

تاریخ دریافت: ۸۵/۱/۳۰، تاریخ پذیرش: ۸۵/۴/۲۶

مقدمه

N₂O (Nitrous oxide)، یکی از شایع‌ترین گازهای استنشاقی مورد استفاده در بیهوشی امروزی است. حتی در خلال ونتیلاسیون کنترل‌ه و سیستم scavenging فعال در اتاق عمل، در مدرن‌ترین بیمارستان‌ها نیز، احتمال آلودگی با N₂O در بیهوشی معمول و بویژه در بیهوشی کودکان وجود دارد.^(۱) مضرات تماس با غلظت‌های پایین گازهای هوشبر را

(I) استاد و متخصص بیهوشی و مراقبت‌های ویژه، بیمارستان حضرت رسول اکرم(ص)، خیابان ستارخان، خیابان نیایش، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی ایران، تهران، ایران (*مؤلف مسؤول).

(II) دانشیار و متخصص بیهوشی و مراقبت‌های ویژه، بیمارستان فیروزگر، میدان ولی‌عصر، خیابان ولدی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی ایران، تهران، ایران.

(III) کارشناس ارشد بیهوشی و دکترای مدیریت بهداشت و درمان، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی ایران، تهران، ایران.

(IV) متخصص بیهوشی و مراقبت‌های ویژه، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی ایران، تهران، ایران.

تا کنون مطالعات بسیاری برای بررسی این استانداردها در کشورهای مختلف به انجام رسیده است. هدف از انجام این مطالعه نیز، بررسی میزان آلودگی گاز بیهوشی نیتروس اکساید (N₂O) در اتاق‌های عمل جراحی اطفال بیمارستان‌های دانشگاه‌های علوم پزشکی ایران، تهران و شهید بهشتی بود.

روش بررسی

پس از تأیید طرح توسط معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ایران و کمیته اخلاق پزشکی و انجام هماهنگی‌های لازم با سایر دانشگاه‌ها (دانشگاه علوم پزشکی تهران و شهید بهشتی)، مطالعه‌ای توصیفی بر ۱۵ اتاق عمل اطفال از ۴ بیمارستان اصلی آموزشی تخصصی بیهوشی اطفال آغاز گردید (جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱- توزیع فراوانی مطلق و نسبی اتاق عمل‌های مورد

بررسی به تفکیک بیمارستان

نام بیمارستان	فراوانی مطلق	فراوانی نسبی
مرکز طبی اطفال (قدیم)	۴	۲۶/۶۷٪
مرکز طبی اطفال (جدید)	۳	۲۰/۰۰٪
مفید	۴	۲۶/۶۷٪
بهرامی	۲	۱۳/۳۳٪
علی‌اصغر	۲	۱۳/۳۳٪
جمع	۱۵	۱۰۰/۰۰٪

فقط اتاق عمل‌هایی مورد بررسی قرار گرفتند که به طور مستمر در آنها جراحی‌های اطفال با استفاده از بیهوشی عمومی و N₂O با غلظت ۲-۳ لیتر در دقیقه استفاده می‌شد. برای نمونه‌گیری و اندازه‌گیری غلظت N₂O، از دستگاه قابل حمل اسپکتروفوتومتر مادون قرمز (Wavelength infrared N₂O sensor) مدل ۳۰۱۰ ساخت شرکت Bacharach استفاده شد. پیش از هر اندازه‌گیری، دستگاه با کمک کپسول N₂O کالیبره می‌شد. خطای دستگاه در هر اندازه‌گیری، ±۵ppm بود. نقاط جمع‌آوری شامل مناطق زیر بود:

نمی‌توان انکار کرد.^(۲) N₂O، ویتامین B_{۱۲} (سیانوکوبالامین) را اکسید می‌کند و از طریق غیر فعال کردن متیونین سنتتاز (Methionine Synthase)، باعث کاهش تولید DNA کم‌خونی مگالوبلاستیک می‌شود.^(۳) به دنبال تماس مزمن با این گاز، در موشها اثرات تراژونیک مشاهده شده است و در انسان، آسیب کروموزومی به دنبال استنشاق غلظت‌های بالای آن، ثابت شده است. همچنین افزایش شیوع سقط خودبخودی در خانم‌هایی که به طور مزمن در معرض مقادیر جزئی نیتروس اکساید می‌باشند، گزارش شده است. تماس طولانی مدت با گاز N₂O، باعث افزایش احتمال بروز برخی از بیماری‌ها شامل سرطان، ناهنجاری‌های سیستم تولید مثل، مسمومیت کلیوی و کبدی، تضعیف عملکرد تنفس و میوکارد، کاهش دقت، سردرد، گیجی، خواب‌آلودگی، تحریک‌پذیری و اختلالات رفتاری می‌گردد.^(۴)

متخصصین بیهوشی و جراحی، در معرض تماس غلظت‌های پایین از گازهای هوشبر استنشاقی قرار دارند. بیهوشی اطفال، با خطر بالاتری از نظر تماس با گازهای بیهوشی زائد همراه است که اغلب بیش‌تر از سطح اطمینان‌ایمی است و هنوز تماس با N₂O، یکی از معضلات بزرگ بیهوشی اطفال محسوب می‌شود.^(۵) این مقادیر بوضوح در حین اعمال جراحی کودکان کم‌سن‌تر، از اعمال جراحی نوجوانان، بیش‌تر است.^(۶) Meier و همکارانش^(۷) نیز در مطالعه‌ای بیان کرده‌اند که میزان آلودگی با N₂O در بیهوشی بیماران زیر ۱۱ سال، بیش‌تر از بیماران ۱۶-۱۱ سال و بالغین است.

در آمریکا و اکثر کشورهای اروپایی مقادیری را به عنوان حداکثر میزان تماس با این گاز اعلام کرده‌اند که از ۲۵ تا ۱۰۰ PPM (Part per million) متغیر است که به صورت میانگین تماس با در نظر گرفتن زمان (Time-weighted average=TWA) بیان شده است.^(۳) به منظور کاهش خطر این تماس، اداره سلامت و ایمنی شغلی ملی (National occupational safety and health=NIOSH)، میانگین تماس با در نظر گرفتن زمان را، معادل PPM۲۵ برای تماس با N₂O توصیه کرده است.^(۷)

مشخصات ماشین بیهوشی و مشخصات بیهوشی در جدول شماره ۲ آورده شده است.

جدول شماره ۲- توزیع فراوانی مطلق و نسبی اتاق عمل‌های مورد بررسی به تفکیک مشخصات اتاق عمل، مشخصات ماشین بیهوشی و مشخصات بیهوشی

نام متغیر	فراوانی مطلق	فراوانی نسبی
مشخصات اتاق عمل		
سیستم تهویه هوا	۱۴	۹۳/۳۳٪
سیستم تهویه هوای استاندارد	۴	۲۸/۵۷٪
روشن بودن سیستم تهویه	۱۲	۸۵/۷۱٪
منبع تهویه N ₂ O (مرکزی)	۱۲	۸۵/۷۱٪
مساحت اتاق عمل		
کمتر از ۲۰ متر مربع	۴	۲۶/۶۷٪
بین ۲۰ تا ۳۰ متر مربع	۴	۲۶/۶۷٪
بیش از ۳۰ متر مربع	۷	۴۶/۶۷٪
وضعیت در اتاق عمل (در جمع سه شیفت)		
باز	۳۲	۷۱/۱٪
بسته	۱۳	۲۸/۹٪
مشخصات ماشین بیهوشی		
اتصال اگزوز به ماشین	۱۳	۸۶/۶۷٪
اگزوز به خارج	۱۳	۸۶/۶۷٪
مشخصات بیهوشی		
روش بیهوشی (در جمع سه شیفت)		
ماسک	۱۱	۲۴/۴٪
انتوباسیون با لوله تراشه بدون کاف	۸	۱۷/۸٪
انتوباسیون با لوله تراشه کافدار	۲۶	۵۷/۸٪
نوع سیستم (در جمع سه شیفت)		
نیمه باز	۳۵	۷۷/۸٪
نیمه بسته	۱۰	۲۲/۲٪

۱- از فاصله ۵ سانتی‌متر شبکه اگزوز سیستم جریان هوا

۲- از فاصله ۱۵ سانتی‌متر کنار صورت جراح

۳- از فاصله ۱۵ سانتی‌متر کنار صورت پرستار اتاق عمل

۴- از فاصله ۵ سانتی‌متر کنار صورت پرستار

بیهوشی

۵- از فاصله ۵ سانتی‌متر کنار اگزوز آزاد کننده مواد

بیهوشی

۶- از فاصله ۵ سانتی‌متر لوله تراشه یا ماسک بیهوشی

بیمار

اتاق عمل‌ها از نظر دارا بودن سیستم تهویه هوای

استاندارد، مورد بررسی قرار می‌گرفتند. سیستم هوای

استاندارد با یک ورودی از بالای تخت و دو خروجی از پایین

اتاق با فلوی حداقل ۱۰ تا ۲۰ بار تعویض هوای اتاق در

دقیقه تعریف می‌شد. نمونه‌گیری‌ها در ۳ ساعت مختلف

شیفت کاری (ساعت ۹-۸/۳۰، ۱۱-۱۰/۳۰ و ۱۳-۱۲/۳۰) انجام

شدند. در میان نمونه‌برداری‌ها، هیچ‌گونه تغییری

توسط پژوهشگر در شرایط اتاق ایجاد نمی‌شد. میانگین

غلظت N₂O در شرایط مختلف توسط آزمون t برای

نمونه‌های غیرجفت (Independent-Samples T Test) یا

آنوای یکطرفه (One-Way ANOVA)، به تناسب در محیط

نرم‌افزار SPSS (version 12.0)، مورد بررسی قرار گرفت.

مقدار عدد P کمتر از ۰/۰۵، معنی‌دار در نظر گرفته

شد.

یافته‌ها

همه اتاق‌های عمل، مجهز به کولر بودند اما فقط در ۵

مورد اندازه‌گیری، کولر روشن بود. میانگین دمای اتاق عمل

$27/6 \pm 1$ درجه سانتی‌گراد بود (حداقل: ۲۲ درجه سانتی‌گراد

و حداکثر: ۳۰ درجه سانتی‌گراد).

در هیچ یک از اتاق‌های عمل، سیستم Scavenging طراحی

نشده بود. ۱۴ اتاق عمل، سیستم تهویه هوا داشتند که فقط ۴

مورد آنها استاندارد بود. توزیع فراوانی مطلق و نسبی اتاق

عمل‌های مورد بررسی، به تفکیک مشخصات اتاق عمل،

براساس یافته‌های این مطالعه، بین میانگین غلظت گاز N₂O در محلهای مختلف در اتاق‌های عمل، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (One-Way ANOVA test, Pvalue > ۰/۰۵) (جدول شماره ۳).

براساس نتایج بدست آمده از آزمون آماری Independent-Samples T Test، اختلاف مشاهده شده بین میانگین غلظت گاز N₂O در محلهای مختلف در اتاق‌های عمل با تهویه استاندارد و بدون تهویه استاندارد، در سطح معنی‌داری ۹۵٪، از لحاظ آماری معنی‌دار است (Pvalue < ۰/۰۵) (جدول شماره ۴).

جدول شماره ۳- مشخصات میزان غلظت گاز N₂O در اتاق عمل در محلهای مختلف اندازه‌گیری

محل اندازه‌گیری	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
محل ۱	۴۵	۲۲۴۸	۲۲۰۲	۱۴۰	۸۹۰۰
محل ۲	۴۵	۱۳۲۵	۱۲۳۷	۹۵	۴۹۱۰
محل ۳	۴۵	۱۳۴۶	۱۲۳۴	۷۴	۴۹۷۰
محل ۴	۴۵	۱۷۹۲	۱۷۰۶	۱۰۵	۶۲۱۰
محل ۵	۴۵	۲۶۱۵	۲۵۹۰	۱۸۲	۹۹۹۹
محل ۶	۴۵	۲۴۱۴	۲۵۹۳	۱۶۰	۹۹۹۹

محل ۱: از فاصله ۵ سانتی‌متر شبکه‌اگزوز سیستم جریان هوا
 محل ۲: از فاصله ۱۵ سانتی‌متر کنار صورت جراح
 محل ۳: از فاصله ۱۵ سانتی‌متر کنار صورت پرستار اتاق عمل
 محل ۴: از فاصله ۵ سانتی‌متر کنار صورت پرستار بیهوشی
 محل ۵: از فاصله ۵ سانتی‌متر کنار اگزوز آزاد کننده مواد بیهوشی
 محل ۶: از فاصله ۵ سانتی‌متر لوله تراشه یا ماسک بیهوشی بیمار

جدول شماره ۴- مقایسه میانگین غلظت گاز N₂O در محلهای مختلف در اتاق‌های عمل با تهویه استاندارد و بدون تهویه استاندارد

مشخصات				
محل اندازه‌گیری	تهویه	میانگین	انحراف معیار	Pvalue
محل ۱*	غیر استاندارد	۲۶۹۶	۱۵۴۸	۰/۰۰۶
	استاندارد	۱۰۱۸	۱۴۵۵	
محل ۲*	غیر استاندارد	۱۵۳۴	۸۸۰	۰/۰۴۶
	استاندارد	۷۵۱	۱۱۱۰	
محل ۳*	غیر استاندارد	۱۵۶۳	۹۰۷	۰/۰۳۵
	استاندارد	۷۵۰	۱۰۷۸	
محل ۴*	غیر استاندارد	۲۰۸۰	۱۱۴۶	۰/۰۴۹
	استاندارد	۹۹۹	۱۵۶۰	
محل ۵*	غیر استاندارد	۳۰۶۹	۱۶۸۷	۰/۰۳۰
	استاندارد	۱۳۶۸	۲۲۰۳	
محل ۶*	غیر استاندارد	۲۹۱۱	۱۹۳۸	۰/۰۰۵
	استاندارد	۱۰۴۶	۱۵۰۳	
جمع کل*	غیر استاندارد	۲۳۰۹	۱۹۳۷	۰/۰۱۷
استاندارد	۹۸۹	۱۳۶۶		

*: اختلاف معنی‌دار (Independent-Samples T Test, P<۰/۰۵).

محل ۱: از فاصله ۵ سانتی‌متر شبکه‌اگزوز سیستم جریان هوا
 محل ۲: از فاصله ۱۵ سانتی‌متر کنار صورت جراح
 محل ۳: از فاصله ۱۵ سانتی‌متر کنار صورت پرستار اتاق عمل
 محل ۴: از فاصله ۵ سانتی‌متر کنار صورت پرستار بیهوشی
 محل ۵: از فاصله ۵ سانتی‌متر کنار اگزوز آزاد کننده مواد بیهوشی
 محل ۶: از فاصله ۵ سانتی‌متر لوله تراشه یا ماسک بیهوشی بیمار

روش بیهوشی، یکی از متغیرهایی است که به نظر می‌رسد در ایجاد آلودگی با N₂O نقش داشته باشد. Kanmura و همکارانش^(۸) نیز نشان دادند که ونتیلاسیون با ماسک، شایع‌ترین علت آلودگی اتاق عمل با نیتروس اکساید می‌باشد. Chang و همکارانش^(۱) نیز ثابت کردند که بیهوشی عمومی با ماسک، با بیش‌ترین آلودگی با N₂O همراه است. القا بیهوشی

همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که نوع سیستم بیهوشی بکار گرفته شده، نوع بیهوشی بکار گرفته شده (ماسک یا لوله تراشه با یا بدون کاف)، شیفیت کاری، وضعیت در اتاق عمل (باز یا بسته) و همچنین روشن یا خاموش بودن کولر، هیچ تاثیری در میانگین غلظت گاز N₂O در محل‌های مختلف و میانگین آن نداشت (جدول شماره ۵).

جدول شماره ۵- مقایسه میانگین غلظت گاز N₂O به تفکیک نوع سیستم بیهوشی بکار گرفته شده، نوع بیهوشی بکار گرفته شده (ماسک یا لوله تراشه با یا بدون کاف)، شیفیت کاری، وضعیت در اتاق عمل (باز یا بسته) و همچنین روشن یا خاموش بودن کولر

مشخصات						
محل اندازه‌گیری	تهویه	تعداد	میانگین	انحراف معیار	t	Pvalue
نوع سیستم بیهوشی	نیمه باز	۳۵	۱۹۱۳/۱۱	۱۸۵۱/۷۳	۰/۲۷۲	۰/۷۹۰
	نیمه بسته	۱۰	۲۱۱۱/۵۱	۲۰۸۵/۷۷		
نوع بیهوشی	ماسک	۱۱	۲۹۱۴/۳۰	۲۳۴۷/۱۲	۱/۶۶۵	۰/۱۱۹
	لوله تراشه	۳۴	۱۶۴۷/۵۵	۱۶۲۹/۴۴		
	۸/۳-۹	۱۵	۱۷۳۴/۱۸	۱۶۱۰/۵۱		
شیفیت کاری	۱۰/۳-۱۱	۱۵	۲۳۹۷/۷۰	۲۳۶۸/۷۵	۰/۶۰۴	۰/۵۵۱
	۱۲/۳-۱۳	۱۵	۱۷۳۹/۷۲	۱۶۲۱/۵۳		
وضعیت در اتاق عمل	باز	۳۲	۱۶۹۶/۰۸	۱۶۹۸/۸۵	۱/۳۲۰	۰/۲۰۳
	بسته	۱۳	۲۵۹۹/۹۴	۲۲۱۷/۷۷		
کولر	خاموش	۳۹	۱۹۳۰/۱۱	۱۸۸۳/۵۱	۰/۵۴۵	۰/۵۸۹
	روشن	۵	۲۴۲۴/۴۶	۲۱۴۹/۱۴		

بحث

بر اساس نتایج این بررسی، فقط یکی از اتاق‌های عمل (۶/۶۷٪)، سیستم تهویه نداشت و در بقیه اتاق‌های عمل سیستم تهویه وجود داشت که از این تعداد، فقط ۴ اتاق (۲۸/۵۷٪) دارای سیستم تهویه استاندارد بود که در ۲ مورد (۱۴/۲۹٪)، سیستم خاموش بود. در تمامی ماشین‌های بیهوشی بکارگرفته شده، اگزوز تعبیه شده بود. همچنین در ۱۳ مورد (۸۶/۶۷٪)، اگزوز به ماشین بیهوشی اتصال داشت و به خارج از اتاق عمل راه داده شده بود. براساس همین نتایج، میانگین غلظت N₂O در تمامی موارد اندازه‌گیری شده، بسیار بالاتر از حد استاندارد قرار داشت.

با ماسک و ادامه آن با لوله تراشه بدون کاف یا القا بیهوشی با داروهای داخل وریدی و ادامه آن با لوله تراشه بدون کاف نیز آلودگی قابل توجهی در اتاق عمل ایجاد می‌کرد. این پروسه‌ها باعث تماس با غلظت‌های بالاتر از ۲۵ PPM می‌شدند که بیش‌تر از مقادیر توصیه شده توسط NIOSH بود. همچنین آنها بکارگیری القا داخل وریدی و ادامه بیهوشی با لوله‌های کافدار را، راه مناسبی برای کاهش آلودگی اتاق‌های عمل اطفال دانسته‌اند. Raj و همکارانش^(۵) نشان دادند که روش القا بیهوشی یا روش کنترل راه هوایی در آلودگی اتاق عمل با N₂O تاثیری ندارد. Hoerauf و همکارانش^(۹) نیز در مطالعه‌ای نشان دادند که غلظت

رنگ‌تر شود و بنابراین در تست‌های آماری، اختلاف معنی‌داری دیده نشود.

بر اساس نتایج این مطالعه تنها متغیری که تاثیر معنی‌داری بر میانگین غلظت گاز N₂O در محلهای مختلف و میانگین آن داشت، سیستم تهویه هوا بود. نتایج این مطالعه نشان داد که در تمامی محلهای اندازه‌گیری، در مواردی که سیستم غیراستاندارد بود، میانگین غلظت گاز N₂O به میزان معنی‌داری بیش‌تر بود (به ترتیب در محل اول ۲۶۹۶±۱۵۴۸ در برابر ۱۰۱۸±۱۴۵۵، محل دوم ۱۵۳۴±۸۸۰ در برابر ۷۵۱±۱۱۱۰، محل سوم ۱۵۶۳±۹۰۷ در برابر ۷۵۰±۱۰۷۸، محل چهارم ۲۰۸۰±۱۱۴۶ در برابر ۹۹۹±۱۵۶۰، محل پنجم ۳۰۶۹±۱۶۸۷ در برابر ۱۳۶۸±۲۲۰۳، محل ششم ۲۹۱۱±۱۹۳۸ در برابر ۱۰۴۶±۱۵۰۳ و در مجموع ۲۳۰۹±۱۹۳۷ در برابر ۹۸۹±۱۳۶۶ PPM)؛ این نتیجه مطالعه تقریباً همسو با تمام مطالعاتی است که در این زمینه صورت گرفته است و بسیاری از مطالعات، این نتیجه را تایید نموده‌اند. به عنوان مثال، Kanmura و همکارانش^(۸) نشان دادند که عدم اتصال سیستم scavenging، منجر به بالاترین غلظت‌های آلودگی می‌شود. برای کاهش دادن آلودگی با گازهای هوشبر، استفاده صحیح از سیستم scavenging، لازم و ضروری است. Chang و همکارانش^(۱) نیز نشان دادند که با بکارگیری ventilation hood و وسایل کار مناسب، می‌توان کاهش چشمگیری در این آلودگی ایجاد کرد. Borganeli و همکارانش^(۱۱) نیز در یک مطالعه نشان دادند که در صورت افزایش تهویه هوای اتاق عمل و بکارگیری سیستم scavenging مناسب با میزان مکش بالا، می‌توان غلظت N₂O را به میزان چشمگیری در اتاق عمل کاهش داد. آنها در نهایت توصیه کرده‌اند که ونتیلاسیون اتاق عمل و میزان مکش سیستم scavenging، مهم‌ترین کنترل‌کننده‌های در دسترس کاهش آلودگی با N₂O تا سطح توصیه شده توسط NIOSH می‌باشند. Raj و همکارانش^(۵) نیز نشان دادند که وجود سیستم scavenging بر میزان آلودگی با N₂O و تماس با آن، تاثیر می‌گذارد. Meier و همکارانش^(۱) نیز در مطالعه‌ای نشان دادند که در صورت

هوشبرهای تبخیری و N₂O در خلال القا بیهوشی با ماسک به میزان قابل توجهی از القا بیهوشی به روش داخل وریدی، بیش‌تر است. آنها توصیه کرده‌اند که غلظت داروهای تبخیری در خلال القا بیهوشی با ماسک و ادامه آن با Jaryngeal mask افزایش می‌یابد. Wood و همکارانش^(۱۰) نیز نشان دادند که بدون در نظر گرفتن روش القا بیهوشی در اطفال (به روش داخل وریدی یا با ماسک)، میانگین غلظت N₂O که در تماس با متخصص بیهوشی و جراحی و پرستاران است، از میزان بیشینه ۲۵ PPM در ساعت توصیه شده توسط NIOSH، بیش‌تر است. اما استفاده از القا بیهوشی به روش داخل وریدی، باعث کاهش معنی‌دار غلظت N₂O که در تماس با متخصص بیهوشی و پرستار سیرکولار است، می‌شود.

همچنین سیستم بیهوشی بکار گرفته شده نیز به عنوان یکی از موارد مهم مد نظر قرار گرفته است. Raj و همکارانش^(۵) نیز نشان دادند که نوع سیستم تنفسی مورد استفاده برای بیهوشی، بر میزان آلودگی با N₂O تاثیر دارد. در صورت استفاده از سیستم‌های Bain coaxial یا semi-open یا Jackson-Rees بدون scavenging کافی، آلودگی ۱۰ برابر زمانی است که سیستم scavenging مناسب وجود دارد. همچنین با استفاده از روش القا وریدی بیهوشی و یا double-mask induction، میزان آلودگی به میزان ۸۰٪ در مقایسه با القای بیهوشی با ماسک‌های عادی بیهوشی کاهش می‌یابد.^(۱) اما نتایج این مطالعه نشان داد که نوع سیستم بیهوشی بکار گرفته شده، نوع بیهوشی بکار گرفته شده (ماسک یا لوله تراشه با یا بدون کاف)، شیفت کاری، وضعیت در اتاق عمل (باز یا بسته) و همچنین روشن یا خاموش بودن کولر، هیچ تاثیری در میانگین غلظت گاز N₂O در محلهای مختلف و میانگین آن ندارد. شاید یکی از دلایلی که در این مطالعه امکان نشان دادن اختلاف بین این متغیرها وجود نداشت، بالا بودن غلظت N₂O بوده است. بالا بودن غلظت N₂O باعث می‌شود تغییرات اندکی که سایر متغیرها در غلظت N₂O ایجاد می‌کنند، کم

میانگین غلظت N₂O مورد تماس برای متخصص بیهوشی، جراحی در بالغین و اطفال پایین‌تر از استانداردهای تعیین شده می‌باشد.^(۱۳ و ۱۴)

۳- بهبود سیستم‌های scavenging^(۱۲ و ۱۳)

۴- بکارگیری double mask

۵- پرهیز از استفاده متناوب از N₂O در حین القا^(۳)

۶- اندازه اتاق عمل^(۳)

۷- پرهیز از ونتیلاسیون متناوب با ماسک، بکارگیری LMA به جای بیهوشی با ماسک استاندارد^(۱۳ و ۱۴)

۸- کاهش فلوی گاز تازه (fresh gas flow)^(۱)

۹- کنترل مکرر فشار کاف لوله تراشه^(۱۲)

نتیجه‌گیری

میانگین غلظت گاز N₂O در محلهای مختلف در اتاق‌های عمل اطفال بیمارستان‌های دانشگاهی از محدوده استاندارد تعریف شده، بسیار بالاتر است. تمام تلاش‌ها باید صورت گیرد تا این تماس شغلی کاهش یابد و در حدود پایین نگهداشته شود؛ تا زمان کاهش میزان آلودگی اتاق‌های عمل، باید افراد در معرض خطر مانند زنان باردار، در حین بکارگیری N₂O، احتیاط‌های لازم را به خرج دهند.

فهرست منابع

1- Chang WP, Kau CW, Hseu SS. Exposure of anesthesiologists to nitrous oxide during pediatric anesthesia. *Ind Health* 1997; 35(1): 112-8.

2- Byhahn C, Heller K, Lischke V, Westphal K. Surgeon's occupational exposure to nitrous oxide and sevoflurane during pediatric surgery. *World J Surg* 2001 Sep; 25(9): 1109-12.

3- Hoerauf K, Koller C, Wiesner G, Taeger K, Hobbhahn J. Nitrous oxide exposure of operating room personnel in intubation anesthesia. *Gesundheitswesen* 1995 Feb; 57(2): 92-6.

4- Panni MK, Corn SB. The use of a uniquely designed anesthetic scavenging hood to reduce operating room anesthetic gas contamination during general anesthesia. *Anesth Analg* 2002 Sep; 95(3): 656-60, table of contents.

بکارگیری یک سیستم scavenging مناسب و کارآمد یا برقراری ورود هوای تازه به اتاق عمل (حداقل ۱۰ بار تعویض در ساعت)، تماس با آلودگی به میزان ۸۵٪ کاهش می‌یابد.

در نهایت اینکه تماس بیش از حد با آلودگی با N₂O در متخصصین بیهوشی در خلال بیهوشی معمول، قابل چشم‌پوشی نیست و در صورت استفاده از وسایل کار مناسب، می‌توان کاهش چشمگیری در این آلودگی ایجاد کرد.^(۱) در این طرح سعی شده است که با بکارگیری دستگاه‌های دقیق و کالیبره نمودن دستگاه پیش از هر اندازه‌گیری و خواندن مقادیر توسط یک نفر واحد، مقدار خطای اندازه‌گیری را به حداقل ممکن کاهش داد. همچنین در این مطالعه اگر چه شیفت‌های کاری در نظر گرفته شده بود، اما روزهای کاری در نظر گرفته نشده بود و این احتمال وجود دارد که در روزهای آخر هفته، مقدار آلودگی بیشتر باشد و در روزهای اول هفته این مقدار کمتر باشد. همچنین بعد از روزهای کاری با بیهوشی‌های عمومی طولانی یا بیهوشی عمومی مکرر با سیستم‌های نیمه باز در یک اتاق خاص، امکان تجمع گازهای آلوده کننده بیشتر است که توصیه می‌شود در مطالعات بعدی مورد بررسی قرار گیرد. بعلاوه در این مطالعه برای بررسی استاندارد بودن سیستم تهویه هوا، به گفته مسؤلان در این زمینه اکتفا می‌شد و هیچ روشی برای تست آنها وجود نداشت.

نشست گاز N₂O به میزان چشمگیری در خلال بیهوشی با ماسک یا انتوباسیون کاهش می‌یابد. از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- چک دستگاه‌های بیهوشی از نظر نشست.^(۱۲ و ۱۳)

۲- بهبود ونتیلاسیون عمومی در اتاق عمل: هوای اتاق عمل با ۲۰-۱۰ بار تعویض در ساعت بدون سیرکولاسیون تهویه می‌شود.^(۱، ۲ و ۳) در صورت بکارگیری شرایط مدرن تهویه هوا، حتی در عملهایی که راه‌هوایی به صورت مستقیم مورد عمل قرار می‌گیرد، مانند جراحی گوش و گلو و بینی،

5- Raj N, Henderson KA, Hall JE, Aguilera IM, Harmer M, Hutchings A, et al. Evaluation of personal, environmental and biological exposure of pediatric anaesthetists to nitrous oxide and sevoflurane. *Anaesthesia* 2003 Jul; 58(7): 630-6.

6- Meier A, Jost M, Ruegger M, Knutti R, Schlatter C. Narcotic gas burden of personnel in pediatric anesthesia. *Anaesthesist* 1995 Mar; 44(3): 154-62.

7- Li SH, Li SN, Shih HY, Yi HD, Chiang CY. Personnel exposure to waste sevoflurane and nitrous oxide during general anesthesia with cuffed endotracheal tube. *Acta Anaesthesiol Sin* 2002 Dec; 40(4): 185-90.

8- Kanmura Y, Sakai J, Yoshinaka H, Shirao K. Causes of nitrous oxide contamination in operating rooms. *Anesthesiology* 1999 Mar; 90(3): 693-6.

9- Hoerauf KH, Wallner T, Akca O, Taslimi R, Sessler DI. Exposure to sevoflurane and nitrous oxide during four different methods of anesthetic induction. *Anesth Analg* 1999 Apr; 88(4): 925-9.

10- Wood C, Ewen A, Goresky G, Sheppard S. Exposure of operating room personnel to nitrous oxide during pediatric anaesthesia. *Can J Anaesth* 1992 Sep; 39(7): 682-6.

11- Borganelli GN, Primosch RE, Henry RJ. Operatory ventilation and scavenger evacuation rate influence on ambient nitrous oxide levels. *J Dent Res* 1993 Sep; 72(9): 1275-8.

12- Hoerauf KH, Koller C, Taeger K, Hobbhahn J. Occupational exposure to sevoflurane and nitrous oxide in operating room personnel. *Int Arch Occup Environ Health* 1997; 69(2): 134-8.

13- Byhahn C, Wilke HJ, Strouhal U, Kessler P, Lischke V, Westphal K. Occupational exposure to nitrous oxide and desflurane during ear-nose-throat-surgery. *Can J Anaesth* 2000 Oct; 47(10): 984-8.

14- Hoerauf K, Funk W, Harth M, Hobbhahn J. Occupational exposure to sevoflurane, halothane and nitrous oxide during pediatric anaesthesia. Waste gas exposure during pediatric anaesthesia. *Anaesthesia* 1997 Mar; 52(3): 215-9.

Assessment of Nitrous Oxide Contamination in Pediatric Operating Rooms in Iran, Tehran and Shahid Beheshti University Hospitals

^I
**V. Hassani, MD*

^{II}
G.R. Movassaghi, MD

^{III}
Sh. Sedigh Maroufi, MS

^{IV}
O. Moradi Moghaddam, MD

Abstract

Background & Aim: The hazards of contact with low concentrations of anesthetics are undeniable. Nowadays N₂O is one of the most common drugs used in anesthesia. The aim of this study is to assess the nitrous oxide contamination in pediatric operating rooms in Iran, Tehran and Shahid Beheshti University hospitals.

Material & Method: This descriptive study was conducted in 15 pediatric operating rooms in 4 main pediatric educational hospitals. The rooms with continuous usage of N₂O with 2-3 lit/min of flow for general anesthesia in pediatric operations were studied. For sampling and detection of N₂O concentration in parts per million, a portable IR spectrophotometer (3010 model of Bacharach Inc.) was utilized. The sampling was done in 6 different points of the operating rooms and 3 different hours of work time (8:30-9AM, 10:30-11AM and 12:30-1:00PM). Independent t-test and one-way ANOVA were used to compare the means.

Results: There was no significant difference between the means of N₂O concentration in different points of the operating rooms (2248±2202, 1325±1237, 1346±1234, 1792±1706, 2615±2590 and 2414±2593, P>0.05). The mean of N₂O concentration in different points of operating rooms with standard ventilation system was significantly lower than that of operating rooms without standard ventilation. The kind of anesthesia, anesthesia system (with mask or endotracheal cuffed or without cuff tube), work time, the position of operating room door (opened or closed), and also the cooler (on/off) exert no significant difference on the mean of N₂O concentration.

Conclusion: The mean of N₂O concentration in different points of pediatric operating rooms of educational hospitals is much higher than standards.

Key Words: 1) Contamination 2) Operating Room 3) Pediatric 4) General Anesthesia
5) Nitrous Oxide

*I) Professor of Anesthesiology. Rasoul-e-Akram Hospital. Niayesh St., Sattarkhan Ave., Iran University of Medical Sciences and Health Services. Tehran, Iran. (*Corresponding Author)*

II) Associate Professor of Anesthesiology. Firoozgar Hospital. Valadi St., Vali-Asr Sq., Iran University of Medical Sciences and Health Services. Tehran, Iran.

III) MS in Anesthesiology and PhD in Health Services Administration. Faculty of Paramedical Sciences. Iran University of Medical Sciences and Health Services. Tehran, Iran.

IV) Anesthesiologist. Iran University of Medical Sciences and Health Services. Tehran, Iran.