

# 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 غلظتهاي پايان گازهاي هوشبر را نمي توان انکار كرد. N<sub>2</sub>O، يكى از شایع‌ترین گازهاي استنشاقي مورد استفاده در بیهوشی امروزی است. اين 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 گرفته که به طور مستمر در آنها جراحی‌های اطفال با استفاده از بیهوشی عمومی و N<sub>2</sub>O (Nitrous oxide) با غلظت ۲–۳ لیتر در دقیقه استفاده می‌شد. برای نمونه‌گیری و اندازه‌گیری غلظت N<sub>2</sub>O بر حسب parts per million (ppm)، از دستگاه قابل حمل اسپکتروفوتومتر مادون قرمز مدل ۳۰۱۰ ساخت Bacharach استفاده شد. نمونه‌گیری‌ها در ۶ محل مختلف اتاق عمل و در ۲ ساعت مختلف شیفت کاری (ساعت ۸/۳۰–۹ ساعت ۱۰/۳۰–۱۲) انجام شدند. از آزمون‌های t برای نمونه‌های غیر جفت (Independent-samples TTest) یا آنواری یکطرفه (One-Way ANOVA) برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: بین میانگین غلظت گاز N<sub>2</sub>O در محلهای مختلف در اتاق‌های عمل، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ( $P > 0.05$ )،  $1325 \pm 1227$ ,  $2248 \pm 2202$ ,  $1346 \pm 1224$ ,  $1792 \pm 1706$ ,  $1790 \pm 2590$  و  $2615 \pm 2593$  (۲۴۱۴  $\pm 2593$ ). میانگین غلظت گاز N<sub>2</sub>O در محلهای مختلف در اتاق‌های عمل با تهیه استاندارد، به میزان معنی‌داری از اتاق‌های عمل بدون تهیه 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 N<sub>2</sub>O در محلهای مختلف و میانگین آن ندارد.

نتیجه‌گیری: میانگین غلظت گاز N<sub>2</sub>O 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

اتاق عمل، در مدرن‌ترین بیمارستان‌ها نیز، احتمال آلودگی با N<sub>2</sub>O در بیهوشی معمول و بویژه در بیهوشی کودکان وجود دارد.<sup>(۱)</sup> مضرات تماس با غلظتهاي پايان گازهاي هوشبر را خلال ونتیلاسیون کنترله و سیستم scavenging فعال در Nitrous oxide (N<sub>2</sub>O)، يكى از شایع‌ترین گازهاي استنشاقي مورد استفاده در بیهوشی امروزی است. حتی در

(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 آلوگی گاز بیهوشی نیتروس اکساید (N<sub>2</sub>O) 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	%۱۲/۳۳
علی‌اصغر	۲	%۱۲/۳۳
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 N<sub>2</sub>O با غلظت ۲-۳ لیتر در دقیقه استفاده می‌شد. برای نمونه‌گیری و اندازه‌گیری غلظت N<sub>2</sub>O، از دستگاه قابل حمل اسپکتروفوتومتر مادون قرمز (Wavelength infrared N<sub>2</sub>O sensor) مدل ۳۰۱۰ ساخت شرکت Bacharach استفاده شد. پیش از هر اندازه‌گیری، دستگاه با کمک کپسول N<sub>2</sub>O کالیبره می‌شد. خطای دستگاه در هر اندازه‌گیری،  $\pm 5\text{ ppm}$  بود. نقاط جمع‌آوری شامل مناطق زیر بود:

دوره چهاردهم / شماره ۵۴ / بهار ۱۳۸۶

نمی‌توان انکار کرد.<sup>(۲)</sup> ویتامین B12 (سيانوكوبالamin) را اکسید می‌کند و از طریق غیر فعال کردن متیونین سنتتاز (Methionine Synthase) باعث کاهش تولید DNA و کم خونی مکالوبلاستیک می‌شود.<sup>(۳)</sup> به دنبال تماس مزمن با این گاز، در موشها اثرات تراویزیک 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 جزیی نیتروس اکساید می‌باشند، گزارش شده است. تماس طولانی مدت با گاز N<sub>2</sub>O، باعث افزایش احتمال بروز برخی از بیماری‌ها شامل سرطان، ناهنجاری‌های سیستم تولید مثل، سمومیت کلیوی و کبدی، تضعیف عملکرد تنفس و میوکارد، کاهش دقت، سردرد، گیجي، خواب‌آلودگی، تحريك‌پذیری و اختلالات رفتاری می‌گردد.<sup>(۴)</sup>

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 اطمینان ایمنی است و هنوز تماس با N<sub>2</sub>O، یکی از مضلات بزرگ بیهوشی اطفال محسوب می‌شود.<sup>(۵)</sup> این مقادیر بوضوح در حين اعمال جراحی کودکان کم سن‌تر، از اعمال جراحی نوجوانان، بیشتر است.<sup>(۶)</sup> و همکارانش<sup>(۷)</sup> نیز در مطالعه‌ای بیان کرده‌اند که میزان آلوگی با N<sub>2</sub>O در بیهوشی بیماران زیر ۱۱ سال، بیشتر از بیماران ۱۱-۱۶ سال و بالغین است.

در آمریکا و اکثر کشورهای اروپایی مقادیری را به عنوان حداقل میزان تماس با این گاز اعلام کرده‌اند که از ۲۵ تا ۱۰۰ PPM (Part per million) تغیر است که به صورت میانگین تماس با در نظر گرفتن زمان (Time-weighted average=TWA) می‌باشد.<sup>(۸)</sup> 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 PPM ۲۵ برای تماس با N<sub>2</sub>O توصیه کرده است.<sup>(۹)</sup>

۷۸ مجله دانشگاه علوم پزشکی ایران

مشخصات ماشین بیهودشی و مشخصات بیهودشی 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 بیهودشی و مشخصات بیهودشی

مشخصات بیهودشی	نام متغیر	فرابوی مطلق	فرابوی نسبی
مشخصات اتاق عمل			
سیستم تهویه هوای استاندارد	۱۴	%۹۳/۳۳	
روشن بودن سیستم تهویه	۴	%۲۸/۵۷	
منبع تهویه (مرکزی)	۱۲	%۸۵/۷۱	
مساحت اتاق عمل	۱۲	%۸۵/۷۱	
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	۲۲	%۷۱/۱	
بسته	۱۲	%۲۸/۹	
مشخصات ماشین بیهودشی			
اتصال اگزوز به ماشین	۱۲	%۸۶/۶۷	
اگزوز به خارج	۱۲	%۸۶/۶۷	
مشخصات بیهودشی			
روش بیهودشی (در جمع سه شیفت)			
ماسک	۱۱	%۲۴/۴	
انتوپاسیون با لوله تراشه بدون کاف	۸	%۱۷/۸	
انتوپاسیون با لوله تراشه کافدار	۲۶	%۵۷/۸	
نوع سیستم (در جمع سه شیفت)			
نیمه باز	۳۵	%۷۷/۸	
نیمه بسته	۱۰	%۲۲/۲	

براساس یافته‌های این مطالعه، بین میانگین غلظت گاز N<sub>2</sub>O در محلهای مختلف در اتاق‌های عمل، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (One-Way ANOVA test). Pvalue<0.05 (جدول شماره ۳).

براساس نتایج بدست آمده از آزمون آماری میانگین غلظت گاز N<sub>2</sub>O در محلهای مختلف در اتاق‌های عمل با تهویه استاندارد و بدون تهویه استاندارد، در سطح معنی‌داری ۹۵٪ از لحظه آماری معنی‌دار است (Pvalue<0.05) (جدول شماره ۴).

۱- از فاصله ۵ سانتی‌متر شبکه اگزوز سیستم جریان هوای

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 بیهودشی

۵- از فاصله ۵ سانتی‌متر کنار اگزوز آزاد کننده مواد بیهودشی

۶- از فاصله ۵ سانتی‌متر لوله تراشه یا ماسک بیهودشی 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 ۸:۳۰-۹، ۱۰:۳۰-۱۱ و ۱۲:۳۰-۱۳) انجام شدند. در میان نمونه‌برداری‌ها، هیچ گونه تغییری توسط پژوهشگر در شرایط اتاق ایجاد نمی‌شد. میانگین غلظت N<sub>2</sub>O در شرایط مختلف توسط آزمون t برای نمونه‌های غیرجفت (Independent-Samples T Test) یا آنواوی یکطرفه (One-Way ANOVA)، به تناسب در محیط SPSS (version 12.0) مورد بررسی قرار گرفت. مقدار عدد P کمتر از 0.05، 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 ±۲۷/۴۶ 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 هوای داشتند که فقط ۴ مورد آنها استاندارد بود. توزیع فرابوی نسبی مطلق و نسبی اتاق عمل‌های مورد بررسی، به تفکیک مشخصات اتاق عمل،

**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	۲۲۶۸	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 شبکه اگزوز 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 بیهودی

محل ۵: از فاصله ۵ سانتی‌متر کنار اگزوز آزاد کننده مواد بیهودی

محل ۶: از فاصله ۵ سانتی‌متر لوله تراشه یا ماسک بیهودی بیمار

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

مشخصات					
Pvalue	انحراف معیار	میانگین	تهویه	محل اندازهگیری	
.۰/۰/۶	۱۵۴۸	۲۶۹۶	غیر استاندارد	محل ۱*	
	۱۴۵۵	۱۰۱۸	استاندارد		
.۰/۰/۴/۶	۸۸۰	۱۵۳۴	غیر استاندارد	محل ۲*	
	۱۱۱۰	۷۵۱	استاندارد		
.۰/۰/۳/۵	۹۰۷	۱۵۶۳	غیر استاندارد	محل ۳*	
	۱۰۷۸	۷۵۰	استاندارد		
.۰/۰/۴/۹	۱۱۴۶	۲۰۸۰	غیر استاندارد	محل ۴*	
	۱۵۶۰	۹۹۹	استاندارد		
.۰/۰/۳/۰	۱۶۸۷	۳۰۶۹	غیر استاندارد	محل ۵*	
	۲۲۰۳	۱۳۶۸	استاندارد		
.۰/۰/۰/۵	۱۹۳۸	۲۹۱۱	غیر استاندارد	محل ۶*	
	۱۵۰۳	۱۰۴۶	استاندارد		
.۰/۰/۱/۷	۱۹۳۷	۲۳۰۹	غیر استاندارد	جمع کل*	
	۱۲۶۶	۹۸۹	استاندارد		

\* اختلاف معنی‌دار (P&lt;0.05 Independent-Samples T Test).

محل ۱: از فاصله ۵ سانتی‌متر شبکه اگزوز 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 بیهودی

محل ۵: از فاصله ۵ سانتی‌متر کنار اگزوز آزاد کننده مواد بیهودی

محل ۶: از فاصله ۵ سانتی‌متر لوله تراشه یا ماسک بیهودی بیمار

روش بیهودشی، یکی از متغیرهایی است که به نظر می‌رسد در ایجاد آلودگی با N<sub>2</sub>O نقش داشته باشد. Kanmura و همکارانش<sup>(۱)</sup> نیز نشان دادند که ونتیلاسیون با ماسک، شایع‌ترین علت آلودگی اتاق عمل با نیتروس اکساید می‌باشد. Chang و همکارانش<sup>(۱)</sup> نیز ثابت کردند که بیهودشی عمومی با ماسک، با بیش‌ترین آلودگی با N<sub>2</sub>O همراه است. القا بیهودشی

همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که نوع سیستم بیهودشی بکار گرفته شده، نوع بیهودشی 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 N<sub>2</sub>O در محلهای مختلف و میانگین آن نداشت(جدول شماره ۵).

**جدول شماره ۵**- مقایسه میانگین غلظت گاز N<sub>2</sub>O به تفکیک نوع سیستم بیهودشی بکار گرفته شده، نوع بیهودشی بکار گرفته شده(ماسک یا لوله تراشه با یا بدون کاف)، شیفت کاری، وضعیت در اتاق عمل(باز یا بسته) و خاموش بودن کولر

مشخصات							
Pvalue	t	انحراف معیار	میانگین	تعداد	تهویه	محل اندازه‌گیری	
۰/۷۹۰	۰/۲۷۲	۱۸۵۱/۷۳	۱۹۱۲/۱۱	۳۵	نیمه باز	نوع سیستم بیهودشی	
		۲۰۸۵/۷۷	۲۱۱۱/۵۱	۱۰	نیمه بسته		
۰/۱۱۹	۱/۶۶۵	۲۲۴۷/۱۲	۲۹۱۴/۳۰	۱۱	ماسک	نوع بیهودشی	
		۱۶۲۹/۴۴	۱۶۴۷/۵۵	۳۴	لوله تراشه		
۰/۰۵۱	۰/۶۰۴	۱۶۱۰/۵۱	۱۷۳۴/۱۸	۱۵	۸/۳۰-۹	شیفت کاری	
		۲۲۶۸/۷۵	۲۲۹۷/۷۰	۱۵	۱۰/۳۰-۱۱		
		۱۶۲۱/۵۳	۱۷۳۹/۷۲	۱۵	۱۲/۳۰-۱۳		
		۱۶۹۸/۸۵	۱۶۹۷/۰۸	۳۲	باز		وضعیت در اتاق عمل
۰/۰۲۳	۱/۳۲۰	۲۲۱۷/۷۷	۲۵۹۹/۹۴	۱۳	بسته	کولر	
		۱۸۸۲/۵۱	۱۹۳۰/۱۱	۳۹	خاموش		
		۲۱۴۹/۱۴	۲۴۲۴/۴۶	۵	روشن		

با ماسک و ادامه آن با لوله تراشه بدون کاف یا القا بیهودشی 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 PPM۲۵ NIOSH می‌شدند که بیش‌تر از مقادیر توصیه شده توسط بود. همچنین آنها بکارگیری القا داخل وریدی و ادامه بیهودشی با لوله‌های کافدار را، راه مناسبی برای کاهش آلودگی اتاق‌های عمل اطفال دانسته‌اند. Raj و همکارانش<sup>(۵)</sup> نشان دادند که روش القا بیهودشی یا روش کنترل راه هوایی در آلودگی اتاق عمل با N<sub>2</sub>O تاثیری ندارد. Hoerauf و همکارانش<sup>(۶)</sup> نیز در مطالعه‌ای نشان دادند که غلظت

براساس نتایج این بررسی، فقط یکی از اتاق‌های عمل(۰/۶۷٪)، سیستم تهویه نداشت و در بقیه اتاق‌های عمل سیستم تهویه وجود داشت که از این تعداد، فقط ۴ اتاق(۰/۲۸٪) دارای سیستم تهویه استاندارد بود که در ۲ مورد(۰/۲۹٪)، سیستم خاموش بود. در تمامی ماشین‌های بیهودشی بکار گرفته شده، اگزوژ تعییه شده بود. همچنین در ۱۳ مورد(۰/۸۶٪)، اگزوژ به ماشین بیهودشی اتصال داشت و به خارج از اتاق عمل راه داده شده بود. براساس همین نتایج، میانگین غلظت N<sub>2</sub>O در تمامی موارد اندازه‌گیری شده، بسیار بالاتر از حد استاندارد قرار داشت.

## بحث

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

براساس نتایج این مطالعه تنها متغیری که تاثیر معنی‌داری بر میانگین غلظت گاز N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O به میزان  $2696 \pm 1548$  معنی‌داری بیشتر بود (به ترتیب در محل اول  $1018 \pm 1455$ ، محل دوم  $1534 \pm 880$  در برابر  $750 \pm 1078$ ، محل سوم  $1562 \pm 907$  در برابر  $751 \pm 1110$ ، محل چهارم  $2080 \pm 1146$  در برابر  $999 \pm 1560$ ، محل پنجم  $2069 \pm 1687$  در برابر  $1368 \pm 2203$ ، محل ششم  $2911 \pm 1938$  در برابر  $989 \pm 1366$  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، Kamura و همکارانش<sup>(۸)</sup> 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<sup>(۹)</sup> نیز نشان دادند که با بکارگیری hood ventilation و وسایل کار مناسب، می‌توان کاهش چشمگیری در این آلودگی ایجاد کرد. Borganelli و همکارانش<sup>(۱۰)</sup> 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 N<sub>2</sub>O را به میزان چشمگیری در اتاق عمل کاهش داد. آنها در نهایت توصیه کردند که ونتیلاسیون اتاق عمل و میزان مکش سیستم scavenging، مهم‌ترین کنترل کننده‌های در دسترس کاهش آلودگی با N<sub>2</sub>O تا سطح توصیه شده توسط NIOSH می‌باشدند. Raj و همکارانش<sup>(۵)</sup> نیز نشان دادند که وجود سیستم scavenging بر میزان آلودگی با N<sub>2</sub>O و تماس با آن، تاثیر می‌گذارد. Meier و همکارانش<sup>(۶)</sup> نیز در مطالعه‌ای نشان دادند که در صورت

هوشبرهای تبخیری و N<sub>2</sub>O در خلال القا بیهودی با ماسک به میزان قابل توجهی از القا بیهودی به روش داخل وریدی، بیشتر است. آنها توصیه کردند که غلظت داروهای تبخیری در خلال القا بیهودی با ماسک و ادامه آن با mask laryngeal افزایش می‌یابد. Wood و همکارانش<sup>(۱۰)</sup> نیز نشان دادند که بدون در نظر گرفتن روش القا بیهودی در اطفال (به روش داخل وریدی یا با ماسک)، میانگین غلظت N<sub>2</sub>O که در تماس با متخصص بیهودی و جراحی و پرستاران است، از میزان بیشینه ۲۵ PPM در ساعت توصیه شده توسط NIOSH بیشتر است. اما استفاده از القا بیهودی به روش داخل وریدی، باعث کاهش معنی‌دار غلظت N<sub>2</sub>O که در تماس با متخصص بیهودی و پرستار سیرکولار است، می‌شود.

همچنین سیستم بیهودی بکار گرفته شده نیز به عنوان یکی از موارد مهم مد نظر قرار گرفته است. Raj و همکارانش<sup>(۵)</sup> نیز نشان دادند که نوع سیستم تنفسی مورد استفاده برای بیهودی، بر میزان آلودگی با N<sub>2</sub>O تاثیر دارد. در صورت استفاده از سیستمهای semi- Bain coaxial یا Jackson-Rees open یا برابر زمانی است که سیستم scavenging مناسب وجود دارد. همچنین با استفاده از روش القا وریدی بیهودی و یا double-mask induction، میزان آلودگی به میزان ۸۰٪ در مقایسه با القای بیهودی با ماسکهای عادی بیهودی کاهش می‌یابد.<sup>(۷)</sup> اما نتایج این مطالعه نشان داد که نوع سیستم بیهودی بکار گرفته شده، نوع بیهودی بکار گرفته شده (ماسک یا لوله تراشه با یا بدون کاف)، شیفت کاری، وضعیت در اتاق عمل (باز یا بسته) و همچنین روشنایا خاموش بودن کولر، هیچ تاثیری در میانگین غلظت گاز N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O بوده است. بالا بودن غلظت N<sub>2</sub>O باعث می‌شود تغییرات اندکی که سایر متغیرها در غلظت N<sub>2</sub>O ایجاد می‌کنند، کم

میانگین غلظت N<sub>2</sub>O مورد تماس برای متخصص بیهوشی، جراحی در بالغین و اطفال پایین‌تر از استانداردهای تعیین شده می‌باشد.<sup>(۱۴، ۱۳)</sup>

### ۳- بهبود سیستم‌های scavenging

۴- بکارگیری double mask

۵- پرهیز از استفاده متناوب از N<sub>2</sub>O در حین القا<sup>(۳)</sup>

۶- اندازه اتاق عمل<sup>(۲)</sup>

۷- پرهیز از ونتیلاسیون متناوب با ماسک، بکارگیری LMA به جای بیهوشی با ماسک استاندارد<sup>(۱۴، ۱۵)</sup>

۸- کاهش فلوی گاز تازه(fresh gas flow)

۹- کنترل مکرر فشار کاف لوله تراشه<sup>(۱۲)</sup>

### نتیجه‌گیری

میانگین غلظت گاز N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O، 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 N<sub>2</sub>O در متخصصین بیهوشی در خلال بیهوشی معمول، قابل چشمپوشی نیست و در صورت استفاده از وسائل بکارگیری مناسب، می‌توان کاهش چشمگیری در این آلودگی ایجاد کرد.<sup>(۱)</sup> 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 تهويه هوا، به گفته مسئلان در این زمینه اکتفا می‌شد و هیچ روشی برای تست آنها وجود نداشت.

نشست گاز N<sub>2</sub>O 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 نشت.<sup>(۱۲، ۶، ۳)</sup>

۲- بهبود ونتیلاسیون عمومی در اتاق عمل: هوای اتاق عمل با ۱۰-۲۰ بار تعویض در ساعت بدون سیرکولاسیون تهويه می‌شود.<sup>(۶، ۳)</sup> در صورت بکارگیری شرایط مدرن تهويه هوا، حتی در عملهایی که راه هوایی 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. *Anesthesist* 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                   II                   III  
*\*V. Hassani, MD*      *G.R. Movassaghi, MD*      *Sh. Sedigh Maroufi, MS*  
 IV  
*O. Moradi Moghaddam, MD*

## *Abstract*

**Background & Aim:** The hazards of contact with low concentrations of anesthetics are undeniable. Nowadays N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O with 2-3 lit/min of flow for general anesthesia in pediatric operations were studied. For sampling and detection of N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O concentration.

**Conclusion:** The mean of N<sub>2</sub>O 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.