

بررسی تراکم گاز بیهوشی نایتروس اکساید (N₂O) در هوای اتاق‌های عمل جراحی و ریکاوری

چکیده

استنشاق مزمن گاز بیهوشی نایتروس اکساید توسط کارکنان اتاق‌های عمل جراحی و ریکاوری احتمال بروز عوارض و خطرات جدی را به دنبال دارد که این عوارض شامل کاهش کارایی مغز، کاهش توانایی‌های بینایی و شنوایی، بروز ناهنجاری‌های سیستم تولید مثل، کم خونی مگالوبلاستیک، افزایش شیوع سقط‌های خودبخودی و بیماری‌های کبدی و کلیوی می‌باشد. از جمله علل آلودگی هوای تنفسی کارکنان می‌توان به مواردی مانند عدم وجود سیستم تهویه هوا و Scavenging مناسب، غلظت‌های بالای گاز N₂O در هوای بازدم بیماران در مرحله بعد از بیهوشی، روش‌های رایج بیهوشی و نشت گاز از سیلندرها و ماشین بیهوشی اشاره نمود. اولین قدم در جهت کنترل و حذف این آلودگی تعیین میزان واقعی غلظت گاز N₂O در هوای تنفسی کارکنان می‌باشد که در این پژوهش برای نخستین بار در کشور، میزان این آلاینده در هوای اتاق‌های عمل و ریکاوری با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مادون قرمز در ۴۳ اتاق عمل و ۱۲ اتاق ریکاوری بیمارستان‌های آموزشی - درمانی دانشگاه علوم پزشکی ایران اندازه‌گیری شد و مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میانگین تراکم گاز N₂O در اتاق‌های عمل فاقد سیستم تهویه هوا به طور قابل توجهی بالاتر از میانگین غلظت این گاز در اتاق‌های عمل مجهز به سیستم تهویه هوا می‌باشد (P < ۰/۰۵) اما بین میانگین تراکم گاز N₂O در اتاق‌های ریکاوری مجهز به سیستم تهویه هوا فعال و فاقد آن تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. هم‌چنین مشخص گردید که در شرایط فعال بودن سیستم تهویه هوای اتاق عمل، میزان آلودگی در محیط تنفسی کارکنان بیهوشی در ۵۶/۵٪ موارد بالاتر از غلظت مجاز پیشنهادی سازمان‌های بهداشتی و ایمنی حرفه‌ای آلمان و انگلستان (۱۰۰ ppm) می‌باشد. در مقایسه با غلظت پیشنهادی انستیتو ملی بهداشت و ایمنی حرفه‌ای آمریکا (NIOSH) (۲۵ ppm) در ۱۰۰٪ موارد میزان غلظت آلودگی در محیط تنفسی کارکنان بیهوشی بیش از حد مورد نظر بوده است. هم‌چنین کارکنان بیهوشی نسبت به سایر کارکنان، در معرض آلودگی بیش‌تری قرار داشتند. حداقل غلظت آلودگی مربوط به محیط تنفسی پرستار اتاق عمل بود. میانگین غلظت گاز N₂O هوای استنشاقی کارکنان ریکاوری بیش از غلظت پیشنهادی NIOSH اما پایین‌تر از غلظت قابل قبول سازمان‌های بهداشتی در کشورهای آلمان و انگلستان بوده است.

*شهنام صدیق معروفی I

دکتر علی‌اکبر شرفی II

مهشید بهنام III

دکتر حمید حقانی IV

کلیدواژه‌ها: ۱ - نایتروس اکساید (N₂O) ۲ - اتاق‌های عمل و ریکاوری

۳ - کارکنان اتاق‌های عمل و ریکاوری ۴ - آلودگی

این تحقیق تحت حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ایران انجام شده است (شماره ثبت: ۴۳۶).

(I) کارشناس ارشد بیهوشی، مربی گروه هوشبری، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی ایران، تهران (*مؤلف مسئول)

(II) دانشیار گروه فیزیک پزشکی و تکنولوژی رادیولوژی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی ایران، تهران.

(III) کارشناس ارشد بیهوشی، گروه هوشبری، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی ایران، تهران.

(IV) دکترای آمار، دانشکده مدیریت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی ایران، تهران.

مقدمه

گاز بیهوشی نایتروس اکساید (N₂O) رایج‌ترین گاز بیهوشی مورد استفاده در اتاق‌های عمل است که به عنوان ماده بیهوشی دهنده و ضد درد ضعیف در کنار سایر داروها جهت نگه‌داری بیهوشی در روش "بیهوشی متعادل شده" (Balanced anesthesia) به کار می‌رود.

این گاز که به نام گاز خنده‌آور نیز معروف است، در سال ۱۷۷۲ توسط پرستلی (Priestly) تهیه شد و نخستین بار در اوایل قرن نوزدهم به عنوان ماده بیهوشی مورد استفاده قرار گرفت.

نایتروس اکساید گازی است بی‌رنگ با بوی کمی خوشایند که چگالی آن ۱/۵ برابر هوا می‌باشد.

این گاز قابل اشتعال و انفجار نبوده اما احتراق را تسریع می‌نماید. از آن جا که حداقل غلظت آلوئولی Minimum Alveolar Concentration (MAC) این گاز و سایر بیهوش کننده‌های استنشاقی با هم جمع می‌شوند، استفاده از آن سبب کاهش دوز مصرفی داروهای ذکر شده و اثرات جانبی آن‌ها می‌گردد.

استفاده از این گاز موجب آلودگی اتاق‌های عمل و ریکواری می‌شود که میزان آلودگی با نامناسب بودن سیستم تهویه هوا، هوای بازدمی بیماران بعد از عمل جراحی، روش‌های بیهوشی رایج و نشت گاز از ماشین بیهوشی و سیلندرها در ارتباط می‌باشد.

عوارض متعددی به دنبال استنشاق مزمن گاز نایتروس اکساید توسط کارکنان اتاق عمل گزارش شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به کاهش کارآیی مغز، کاهش توانایی‌های بینایی و شنوایی، بروز ناهنجاری‌های سیستم تولید مثل، کم خونی مگالوبلاستیک و افزایش شیوع سقط‌های خودبخودی و بیماری‌های کبدی و کلیوی اشاره نمود.

گاز N₂O به سرعت ویتامین B_{۱۲} را در بدن غیرفعال کرده و سبب ایجاد کم خونی مگالوبلاستیک می‌شود.

طبق گزارشات انستیتو ملی بهداشت و ایمنی حرفه‌ای آمریکا (The National Institute for Occupational Safety and Health =NIOSH) سالانه بیش از ۵۰/۰۰۰ نفر از کارکنان اتاق‌های عمل در معرض آلودگی با این گاز قرار می‌گیرند (۱).

NIOSH در سال ۱۹۷۷ حداکثر غلظت مجاز گاز N₂O، در زمان مصرف آن برای محیط‌های اتاق عمل را ۲۵ppm و برای مراکز دندانپزشکی ۵۰ppm پیشنهاد و توصیه کرد.

در کشور دانمارک این مقدار برای اتاق عمل ۵۰ppm ذکر شده و مقادیر بالاتر از ۱۰۰ppm فقط در زمان‌های کوتاه‌تر از ۱۵ دقیقه قابل قبول می‌باشد (۲).

Hoerauf K و همکاران در سال ۱۹۹۶ میزان گاز N₂O در هوای تنفسی جراح و کارکنان بیهوشی را طی ۲۰ عمل جراحی گوش و حلق و بینی مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که با وجود بالا بودن آن در محدوده اطراف صورت بیمار، میزان آلودگی تنها در ۲۰٪ موارد از ۱۰۰ppm (غلظت پیشنهادی آلمان) بالاتر می‌باشد اما در مقایسه با عدد پیشنهادی NIOSH (۲۵ppm) در ۹۳٪ موارد، میزان آلودگی جراح بیش از حد گزارش گردید. هم‌چنین به این نتیجه رسیدند که با وجود استفاده از تمام روش‌های مقابله با آلودگی، مقادیر موجود آلودگی می‌تواند برای کارکنان به خصوص زنان باردار خطرناک در نظر گرفته شود (۳).

در یک پژوهش به منظور ارزیابی میزان تماس کارکنان با گاز N₂O در اتاق‌های عمل پیش‌رفته که تمام روش‌های استاندارد در آن رعایت می‌شود، با استفاده از یک مانیتور با حساسیت بالا، میزان غلظت گاز N₂O در ۳ منطقه (هوای تنفسی جراح، متخصص بیهوشی، پرستار آزاد) به طور مستقیم اندازه‌گیری شد.

مقادیر به دست آمده در محل کارکنان پایین‌تر از میزان تعیین شده در کشور آلمان (۱۰۰ ppm) بود. چنین نتیجه‌گیری شد که در صورت وجود سیستم تهویه به شکل صحیح در اتاق عمل با دفعات مکرر تعویض هوا، وجود یک سیستم Scavenging مناسب جهت خارج نمودن گازهای اضافی و استفاده از ماشین‌ها و وسایل بیهوشی با نشست کم، با وجود بالا بودن غلظت استاندارد نایتروس اکساید در اطراف دهان بیمار، میزان آلودگی کارکنان اتاق عمل در محدوده اعداد توصیه شده می‌باشد (۴). طی یک مطالعه در کالیفرنیا میزان آلودگی هوای اتاق‌های ریکاوری در ۲ بیمارستان که براساس استانداردهای جدید طراحی شده بود، با روش Time Weighted Averaging (T.W.A) بررسی گردید.

نتایج به دست آمده نشان دهنده آن بود که غلظت آلودگی در فضای تنفسی کارکنان ریکاوری بسیار پایین‌تر از میزان پیشنهادی NIOSH می‌باشد.

متوسط غلظت آلودگی در اتاق ریکاوری A معادل $1/4 \text{ ppm}$ و در ریکاوری B غیرقابل اندازه‌گیری گزارش گردید.

ذکر این نکته لازم است که در اتاق ریکاوری A میزان تهویه و تعویض کامل هوای اتاق، ۹ بار در ساعت و در اتاق ریکاوری B ۲۰ بار در ساعت بود که از این میزان ۲۵٪ حجم هوای تعویض شده از هوای تازه خارج از اتاق عمل تأمین می‌شد (۵).

با توجه به مسئله اهمیت سلامت و بهداشت کارکنان اتاق‌های عمل و ریکاوری، پژوهش حاضر برای اولین بار در ایران با هدف تعیین میزان غلظت گاز N_2O در هوای تنفسی کارکنان و بررسی تأثیر مستقیم هوا بر میزان تراکم این آلاینده انجام گردید.

روش بررسی

در این پژوهش که از نوع توصیفی بود غلظت گاز N_2O از ۸ محل مختلف در اتاق‌های عمل جراحی و ریکاوری که

مجهز به سیستم تهویه هوا بودند، با اتاق‌های عمل جراحی و ریکاوری فاقد آن، مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

جامعه بررسی شده شامل اتاق‌های عمل جراحی و ریکاوری بیمارستان‌های آموزشی - درمانی وابسته به دانشگاه علوم پزشکی ایران بود که به طور مستمر در طول زمان یک نوبت کاری صبح (۶ ساعت) در آن‌ها جهت اعمال جراحی از گاز بیهوشی N_2O با جریان ۲ تا ۳ لیتر در دقیقه استفاده می‌شد.

انتخاب زمان مراجعه به بیمارستان‌ها جهت نمونه‌برداری به صورت تصادفی بود.

به طور کلی ۸۶۱ نمونه از ۴۳ اتاق عمل و ۱۲ اتاق ریکاوری در طی مدت زمان ۶ ماه جمع‌آوری گردید.

در زمان نمونه‌برداری هیچ گونه تغییری توسط پژوهشگر در شرایط موجود در اتاق‌های عمل و ریکاوری ایجاد نمی‌شد.

برای نمونه‌برداری و اندازه‌گیری غلظت گاز N_2O از دستگاه قابل حمل اسپکتروفتومتر مادون قرمز مدل ۳۰۱۰ ساخت شرکت Bacharach استفاده شد. خطای دستگاه در هر اندازه‌گیری $\pm 0.0 \text{ ppm}$ بود.

نمونه‌گیری در ۳ نوبت در طول یک نوبت کاری صبح انجام گردید و نقاط جمع‌آوری نمونه‌ها عبارت بود از:

۱- از فاصله ۵ سانتی‌متری شبکه آگزوز سیستم جریان هوا.

۲- از فاصله ۱۵ سانتی‌متری کنار صورت جراح.

۳- از فاصله ۱۵ سانتی‌متری کنار صورت پرستار اتاق عمل.

۴- از فاصله ۵ سانتی‌متری کنار صورت تکنسین بیهوشی.

۵- از فاصله ۵ سانتی‌متری آگزوز آزاد کننده مواد بیهوشی.

۶- از فاصله ۵ سانتی‌متری لوله تراشه یا ماسک بیهوشی بیمار.

۷- از فاصله ۵ سانتی‌متری کنار صورت پرستار اتاق ریکاوری.

۸- از فاصله ۵ سانتی متری کنار صورت بیمار در اتاق ریکاوری.

نتایج

در این مطالعه از هوای محیط ۴۳ اتاق عمل و ۱۲ اتاق ریکاوری نمونه برداری به عمل آمد و جهت بررسی نتایج از آزمون آماری ANOVA استفاده شد.

حداقل و حداکثر درجه حرارت هوا در اتاق‌های عمل و ریکاوری در ساعت‌های مختلف نمونه برداری بین ۲۰-۲۲ درجه سانتی گراد و میانگین مساحت اتاق‌های عمل مورد مطالعه، $37/0 \pm 12/3$ مترمربع و در مورد اتاق‌های ریکاوری $45/5 \pm 24/28$ مترمربع بوده است.

سیستم تهویه هوا در ۲۱٪ از اتاق‌های عمل و ۸/۳٪ از اتاق‌های ریکاوری در ساعت‌های مختلف نمونه برداری غیرفعال و در ۱۴٪ از اتاق‌های عمل جراحی و ۵۰٪ از اتاق‌های ریکاوری فاقد سیستم تهویه هوا بوده است (جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱- توزیع فراوانی مطلق و نسبی اتاق‌های عمل و

ریکاوری برحسب وضعیت سیستم تهویه هوا				
اتاق‌های مورد بررسی		اتاق عمل		ریکاوری
توزیع فراوانی		درصد		درصد
وضعیت سیستم تهویه هوا				
دارد - روشن	۲۷	۶۲/۸	۵	۴۱/۷
دارد - خاموش	۱۰	۲۰/۹	۱	۸/۳
ندارد	۶	۱۴	۶	۵۰
جمع	۴۳	۱۰۰	۱۲	۱۰۰

براساس نتایج به دست آمده ۱۸/۶٪ از واحدهای نمونه برداری فاقد سیستم Scavenging گازهای اضافی بیهوشی بود، در ۲۵٪ موارد سیستم مذکور به ماشین بیهوشی اتصال نداشت و در ۲۴٪ موارد لوله انتقال دهنده گازهای اضافی بیهوشی به خارج از اتاق عمل هدایت نمی شد.

میانگین غلظت گاز N₂O در اتاق‌های عمل با سیستم تهویه هوای فعال در ۳ زمان نمونه برداری در طول یک شیفت کاری فعال در محیط تنفسی تکنسین بیهوشی معادل $123/1 \pm 128/6$ ppm، محیط تنفسی جراح معادل $139/2 \pm 121/2$ ppm و در محیط تنفسی پرستار اتاق عمل معادل $97/3 \pm 98/7$ ppm بوده است.

در اتاق‌های عمل با سیستم تهویه هوای غیرفعال میانگین آلودگی در ۳ زمان نمونه برداری در محیط تنفسی تکنسین بیهوشی معادل $277/7 \pm 326/8$ ppm، محیط تنفسی جراح معادل $74 \pm 188/1$ ppm و در محیط تنفسی پرستار اتاق عمل معادل $149 \pm 216/8$ ppm به دست آمد.

هم چنین گاز N₂O محیط تنفسی پرستار ریکاوری به هنگام مراقبت در بالین بیمار در اتاق‌های ریکاوری مجهز به سیستم تهویه هوا معادل $40/4 \pm 75/5$ ppm و در اتاق‌های فاقد سیستم تهویه هوا $97/7 \pm 109/4$ ppm بوده است (جدول شماره ۲).

جدول شماره ۲- مقایسه میانگین تراکم گاز نایتروس اکساید محیط تنفسی کارکنان اتاق‌های عمل و ریکاوری بر حسب وضعیت سیستم تهویه هوا

در ۳ زمان نمونه برداری در یک شیفت کاری

محیط تنفسی		تکنسین بیهوشی		جراح	پرستار اتاق عمل	پرستار اتاق ریکاوری
میانگین ± انحراف معیار		میانگین ± انحراف معیار		میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار
دارد - روشن	$123/1 \pm 138/5$	$123/1 \pm 121/2$	$139/2 \pm 121/2$	$97/3 \pm 98/7$	$123/1 \pm 128/6$	$123/1 \pm 128/6$
دارد - خاموش	$277/7 \pm 326/8$	$74 \pm 188/1$	$40/4 \pm 75/5$	$97/3 \pm 98/7$	$277/7 \pm 326/8$	$277/7 \pm 326/8$
ندارد	$97/7 \pm 109/4$	$116/9 \pm 399/4$	$116/9 \pm 399/4$	$116/9 \pm 399/4$	$97/7 \pm 109/4$	$97/7 \pm 109/4$
نتایج آزمون ANOVA	F=۹/۹۷۴	F=۱۲/۲۷۶	F=۱۶/۱۶۲	F=۱۶/۱۶۲	F=۰/۰۹۷	F=۰/۰۹۷
	Pvalue=۰/۰۰۰	Pvalue=۰/۰۰۰	Pvalue=۰/۰۰۰	Pvalue=۰/۰۰۰	Pvalue=۰/۰۰۰	Pvalue=۰/۰۰۰

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که آلودگی با گاز N_2O یکی از آلودگی‌های شایع در اتاق‌های عمل و ریکاوری می‌باشد و بیش‌ترین تراکم آلودگی زمانی است که از سیستم تهویه هوا Scavenging مناسب استفاده نمی‌شود. بین میانگین غلظت گاز N_2O در ۳ زمان نمونه‌برداری در هوای محیط تنفسی تکنسین بیهوشی، جراح و پرستار اتاق عمل برای ۳ حالت (تهویه روشن، تهویه خاموش و فاقد تهویه) تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P < 0/05$). با استفاده از آزمون Scheffe مشخص گردید که بین میانگین غلظت گاز N_2O هوای محیط تنفسی تکنسین بیهوشی در زمان روشن بودن تهویه هوا و فقدان آن در اتاق‌های عمل تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/05$) (جدول شماره ۳).

موارد غلظت آلودگی هوا بالاتر از مقادیر پیشنهادی توسط NIOSH (معادل ۲۵ppm) بوده است (۴). با توجه به مقادیر به دست آمده در این مطالعه در شرایط فعال بودن سیستم تهویه هوا، میزان آلودگی محیط تنفسی تکنسین بیهوشی در ۵/۵۶٪ موارد از ۱۰۰ppm غلظت پیشنهادی آلمان و انگلستان و در ۱۰۰٪ موارد از غلظت پیشنهادی NIOSH بالاتر بود. با توجه به نتایج این مطالعه کارکنان بیهوشی نسبت به سایر کارکنان اتاق عمل در معرض میزان آلودگی بالاتری قرار دارند. به نظر می‌رسد علاوه بر فقدان سیستم تهویه هوای مناسب، عدم هدایت گازهای اضافی بیهوشی توسط لوله‌اگزوز به خارج از اتاق عمل نیز از علل مهم آلودگی باشد.

جدول شماره ۳- مقایسه میانگین تراکم گاز نایتروس اکساید از فاصله ۵ سانتی‌متری کنار صورت آنستزیست در اتاق‌های عمل بر حسب وضعیت سیستم تهویه هوا به تفکیک زمان‌های نمونه‌برداری

وضعیت سیستم تهویه هوا	زمان نمونه‌برداری			
	۹ صبح	۱۱ صبح	۱ بعدازظهر	میانگین سه زمان
دارد - روشن	میانگین ± انحراف معیار ۱۴۳/۵ ± ۱۳۶/۳	میانگین ± انحراف معیار ۱۲۸/۷ ± ۱۲۲/۵	میانگین ± انحراف معیار ۱۴۵/۲ ± ۱۲۵/۰	میانگین ± انحراف معیار ۱۳۸/۵ ± ۱۲۳/۱
دارد - خاموش	میانگین ± انحراف معیار ۳۷۴/۵ ± ۳۳۱/۹	میانگین ± انحراف معیار ۳۱۲/۰ ± ۳۱۷/۰	میانگین ± انحراف معیار ۳۰۴/۵ ± ۲۳۳/۳	میانگین ± انحراف معیار ۳۲۶/۸ ± ۲۷۷/۷
ندارد	میانگین ± انحراف معیار ۴۱۴/۱ ± ۱۸۴/۴	میانگین ± انحراف معیار ۳۵۵/۸ ± ۱۲۶/۸	میانگین ± انحراف معیار ۵۵۱/۶ ± ۳۰۳/۸	میانگین ± انحراف معیار ۴۴۰/۵ ± ۱۲۹/۱
نتایج آزمون ANOVA	F=۷/۴۵۳ Pvalue=۰/۰۰۰	F=۵/۹۲۹ Pvalue=۰/۰۰۶	F=۱۳/۱۹۳ Pvalue=۰/۰۰۰	F=۹/۹۷۴ Pvalue=۰/۰۰۰

در این مطالعه در ۲۴٪ از اتاق‌های مورد بررسی، لوله‌اگزوز به خارج از اتاق عمل هدایت نشده بود. در جریان مطالعه‌ای که Koda.S و همکاران در سال ۱۹۹۷ در کشور ژاپن به منظور تعیین میزان آلودگی گازهای بیهوشی از جمله N_2O در فضای اتاق‌های عمل انجام دادند، میانگین غلظت به دست آمده در اتاق‌های عمل فاقد سیستم Scavenging در منطقه تنفسی متخصص بیهوشی معادل ۴۰۰ppm و در منطقه تنفسی جراح و پرستار اتاق عمل معادل ۱۸۰ppm بود (۶).

هم‌چنین بین میانگین غلظت N_2O هوای محیط تنفسی جراح و پرستار اتاق عمل در زمان روشن بودن سیستم تهویه هوا و فقدان آن در اتاق‌های عمل تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P < 0/05$). طی مطالعه‌ای که در کشور آلمان در سال ۱۹۹۷ انجام شد پژوهش‌گران اعلام کردند با وجود آن که بیهوشی در فضای اتاق‌های عمل پیش‌رفته همراه با ماشین‌های بیهوشی با نشت کم گاز، تهویه هوا با دفعات زیاد و استفاده از سیستم‌های Scavenging صورت گرفته است، در تمام

حداقل ۲۵٪ حجم هوا از هوای تازه خارج از اتاق عمل تامین می‌گردید. انستیتو مهندسان آمریکا (AIA) The American Institute of Architects حداقل دفعات تعویض هوای اتاق‌های ریکاوری را ۶ بار در ساعت تعیین کرده‌اند که باید حداقل ۲ بار آن از هوای کاملاً تمیز خارج از اتاق عمل تامین گردد (۵).

در پایان پیشنهاد می‌شود که به منظور جلوگیری از عوارض احتمالی ناشی از استنشاق مزمن گاز N_2O ، محیط‌های اتاق عمل و ریکاوری مجهز به سیستم تهویه هوا و Scavenging مناسب و استاندارد باشند.

با توجه به چکالی گاز N_2O که ۱/۵ برابر هواست، دریچه ورود هوای تازه (هواساز) باید در سقف یا نزدیک آن و دریچه خروجی هوا (هواکش) روی زمین یا کنار آن تعبیه گردد و هوای اتاق عمل حداقل ۲۰ بار در ساعت تعویض گردد.

در مورد اتاق ریکاوری تعداد دفعات تعویض هوا باید ۶ بار در ساعت باشد و حداقل ۲ بار آن از هوای پاکیزه خارج از اتاق عمل تامین گردد.

حداقل هر ۳ ماه ۱ بار غلظت گاز N_2O در هوای محیط کار که شامل میزان نشت از دستگاه‌ها، هوای منطقه تنفسی کارکنان و هوای محیط اتاق عمل و ریکاوری می‌باشد، اندازه گیری گردد.

کنترل مناسب دستگاه‌های تهویه هوا، بهبود روش‌های کار و اطمینان یافتن از کارآیی آن‌ها صورت گیرد.

از اتصال صحیح شیلنگ‌های ارتباطی ماشین بیهوشی و لوله اکزوز هدایت کننده گازهای اضافی به خارج از اتاق عمل اطمینان حاصل شود.

آموزش کارکنان در زمینه استانداردها، روش‌های پیش‌گیری از آلودگی، نگهداری دستگاه‌ها و اطلاع‌رسانی از وسایل حفاظتی در زمان کار، در برنامه کار اتاق عمل و ریکاوری در نظر گرفته شود.

استفاده صحیح از سیستم Scavenging برای گازهای اضافی به خصوص در اعمال جراحی گوش و حلق و بینی و

در صورتی که سیستم Scavenging مناسب و تهویه هوای اتاق عمل به صورت استاندارد باشد (تعویض هوای اتاق عمل ۲۰ بار در ساعت و دریچه هواساز در سقف یا نزدیک آن و دریچه هواکش در کنار زمین تعبیه شده باشد) متوسط غلظت گاز N_2O در هوای اتاق‌های عمل در حد مجاز توصیه شده، خواهد بود (۷ و ۸).

در مطالعه حاضر تنها ۱۰/۸٪ از سیستم‌های تهویه هوا استاندارد بود. منظور از استاندارد بودن در این پژوهش تنها وجود دریچه هواساز در سقف یا نزدیک آن و سیستم هواکش نزدیک به سطح زمین بوده است زیرا تعیین تعداد دفعات تعویض هوای اتاق عمل برای محققان امکان‌پذیر نبود.

حداقل میانگین تراکم گاز در ۳ زمان نمونه‌برداری در محیط تنفسی تکنسین بیهوشی معادل ۳۲ppm، جراح معادل ۱۷ppm و در کنار صورت پرستار اتاق عمل ۱۶/۷ppm در اتاق‌های عملی بود که سیستم تهویه هوای آن‌ها استاندارد و در شرایط ذکر شده بوده است.

در این مطالعه مشخص شد که میانگین غلظت N_2O هوای استنشاقی کارکنان ریکاوری بیش از میزان غلظت پیشنهادی NIOSH اما پایین‌تر از غلظت‌های قابل قبول در کشورهای انگلستان و آلمان می‌باشد.

بین میانگین تراکم گاز N_2O در اتاق‌های ریکاوری در زمان روشن بودن سیستم تهویه هوا و اتاق‌های ریکاوری فاقد آن تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. به نظر می‌رسد کم بودن تعداد واحدهای نمونه‌برداری و هم‌چنین ساختار فیزیکی اتاق‌های مربوطه دلیل این مسئله باشد.

در مطالعه‌ای که در آمریکا در سال ۱۹۹۹ انجام شد مشخص گردید که با توجه به سیستم‌های تهویه مناسب، غلظت آلودگی در فضای تنفسی کارکنان ریکاوری بسیار پایین‌تر از میزان پیشنهادی توسط NIOSH می‌باشد (متوسط غلظت آلودگی ۶/۴ppm).

سیستم تهویه هوا در این اتاق‌ها بدین شکل بود که تهویه و تعویض کامل هوای اتاق ریکاوری ۹ بار در ساعت صورت می‌گرفت و از این میزان

جراحی کودکان تحت بیهوشی عمومی، همراه با گازهای استنشاقی مورد تأکید قرار گیرد.

منابع

- 1- Moeen K. Panni., Stephen B Corn. The use of a uniquely designed anesthetic scavenging hood to reduce operating room anesthetic gas contamination during generated anesthesia, *Aneth Analg*, 2002, 95: 656-60.
- 2- M. Jenstrup., K.O. Fruergaard. Pollution with nitrous oxide using laryngeal mask or face mask. *Acta anaesthesiologica scandinavica*, 1999, 43(5): 663-66.
- 3- Hoerauf K., Hosemann W. Exposure of operating room personnel to anesthetic gases during ENT interventious, *HNO*, 1996 Oct, 44(10): 567-71.
- 4- Hoerauf K., Mayer T., Hobbhahn J. Occupational exposure to enflurance and laughing gas in operating rooms. *Zentralbl Hyg Umweltmed*, 1996 Feb, 198(3): 265-74.
- 5- Diana G., McGregor. Trace nitrous oxide levels in the postanesthesia care unit, *Anesth Analg*, 1999, 89: 472-5.
- 6- Koda S., Kumagaj S. A study of waste anesthetic gases monitoring and working environmental controls in hospital operating rooms, *Sangyo Eiseigaku zasshi*, 1997 Jan, 39(1): 38-45.
- 7- Hoerauf K., Funk W. Occupational exposure to sevoflurane, halothane and Nitrous Oxide during paediatric anesthesia, *Anaesthesia*, 1997 Mar, 52(3): 215-9.
- 8- NIOSH, U.S. Department of Health and Human: Nitrous Oxide continues to threaten Health care workers, *NIOSH Alert*, 1994, 94: 118-2.

An Investigation of Contamination with Nitrous Oxide(N₂O) in Operating and Recovery Rooms Atmosphere

^I ***Sh. Sadigh Maroufi, MSc** ^{II} **A.A. Sharafi, Ph.D.** ^{III} **M. Behnam, MSc**
^{IV} **H. Haghani, Ph.D.**

Abstract

Chronic exposure to N₂O environmental pollution may influence the health of personnel working in operating and recovery rooms. Human studies have indicated that chronic exposure to N₂O may decrease mental performance, audiovisual ability, and manual dexterity and may also cause adverse reproductive effects like reduced fertility, spontaneous abortion and neurological, renal, and liver diseases. In this study, concentration of N₂O in ambient air was monitored in 45 operating rooms and 12 recovery rooms at 12 hospitals. Ambient air was sampled automatically from three breathing sites in operating room (anesthetists, surgeons, operating room nurse) and one site in recovery room (recovery nurse) using a portable infrared spectrophotometer (N₂O monitor 3010) with ppm mode. In addition, the effect of air ventilation system on the outcomes was measured. Statistical analysis of the data demonstrated that mean exposure of operating rooms was significantly lower in ventilated than unventilated rooms ($P < 0.05$). Anesthetists showed higher mean exposure than other staff in all conditions, and operating room nurse showed lowest mean concentration. The breathing zone anesthetic concentration of N₂O in 100% of sampling exceeded NIOSH recommended exposure limit (REL) for N₂O (25ppm). Our data showed that exposure of recovery nurses to N₂O was higher than REL of NIOSH but there was not any significant correlation between room air ventilation and the outcomes ($P > 0.05$). In conclusion, proper use of air ventilation, anesthetic gases and scavenging system are necessary for having limited contamination with N₂O.

- Key Words:**
- 1) Nitrous Oxide(N₂O)**
 - 2) Operating and Recovery Rooms**
 - 3) Operating and Recovery Rooms Personnel**
 - 4) Contamination**

This article has been conducted under financial support of undersecretary of research of Iran University of Medical Sciences and Health Services.(No.436)

I) MSc in Anesthesiology. Instructor. Iran University of Medical Sciences and Health Services, Tehran, Iran. (*Corresponding Author)

II) Associate Professor of Biophysics. Department of Technology and Radiology. Iran University of Medical Sciences and Health Services, Tehran, Iran.

III) MSc in Anesthesiology. Instructor. Iran University of Medical Sciences and Health Services, Tehran, Iran.

IV) Ph.D. in Statistics. School of Management. Iran University of Medical Sciences and Health Services, Tehran, Iran.