Archive of SID

طب‌نظامی
پاییز ۱۳۸۸، دوره ۱۱، شماره ۳
صفحات: ۱۷۱-۱۷٤

ارزیابی کمّی بیوآیروسول‌ها در اتاق جراحی و کارآیی سیستم‌های کنترلی

سیدباقر مرتضوی[۱] MSc، علی داداش‌پور آهنگر[*] PhD، عباس رضایی[۱] MD،
رمضان میرزایی[۲] MD، علی خوانین[۱] PhD، مهدی بهرام بیگی[۳] PhD

آدرس مکاتبه: گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
n_490@yahoo.com

تاریخ اعلام وصول: ۸۸/٤/۱٤ تاریخ اعلام قبولی مقاله: ۸۸/۹/۱۰

چکیده

اهداف. اتاق عمل با توجه به ماهیت عمل جراحی دارای مقادیر متفاوتی از بیوآیروسول‌ها است. در این مطالعه، تأثیر سیستم‌های کنترلی بر بیوآیروسول‌ها در اتاق جراحی مورد مطالعه قرار گرفته است.

روش‌ها. این مطالعه از نوع توصیفی- تحلیلی است و نمونه‌های مورد مطالعه که ۷ اتاق عمل یکی از بیمارستان-های مرکز شهر تهران بودند با روش فیلتراسیون همراه با ایمپکتور مورد مطالعه قرار گرفتند. فرآیند نمونه‌برداری قبل و بعد از عمل جراحی انجام گرفت. نمونه‌ها سریعاً به آزمایشگاه فرستاده و به محیط کشت منتقل شدند. پس از قرار گرفتن به‌مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور شمارش آنها انجام شد. تراکم بیوآیروسول‌ها بر اساس cfu/m^3 گزارش شد. UVGI در اتاق عمل در طیف C و با طول‌موج ۲۵۳/۷نانومتر به‌صورت سقفی پس از جراحی تا شروع عمل جراحی در روز بعد مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها. تراکم بیوآیروسول‌ها قبل و پس از جراحی کمتر از میزان بیوآیروسول براساس استانداردهای موجود بـود. همچنین، اتاق عمل ارولوژی در میان ۷ اتاق عمل مورد بررسی دارای بیشترین تعداد کلونی بـود. ارتبـاط معنـی‌داری ($p<۰/۰۵$) بین تراکم بیوآیروسول‌ها و UVGI دیده شد..

نتیجه‌گیری. با افزایش میزان ACH حین جراحی تعداد بیوآیروسول‌ها پس از جراحی کاهش می‌یابد.

کلیدواژه‌ها: اتاق عمل، بیوآیروسول، UVGI، تهویه

۱- گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران
۳- گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌ا...(عج)، تهران، ایران

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بیوآیروسول‌ها ذرات هوابردی هستند که زنده‌اند یا از ارگانیزم‌های زنده ناشی می‌شوند. این اجزای سلولی (باکتری، ویروس یا قارچ) ممکن است در محیط داخل یا خارج ارگانیزم وجود داشته باشند [۱]. فرآیندهای پزشکی می‌توانند بیوآیروسول‌های خون، بزاق، دندان، استخوان و بافت را به درون محیط رها کند. عموماً ذرات با قطر ۰/۳ تا ۲۰ میکرون در پزشکی از اهمیت بیماری‌زایی برخوردار هستند [۲].

هوای اتاق عمل، واسطه‌ای برای انتقال بیوآیروسول‌ها است. مواجهه با بیوآیروسول‌ها از طریق پوست، گوارش و تنفس ممکن است و انجام جنبه‌های کنترلی در این بخش‌ها ضروری است. ذرات تنفسی دارای قطر ۱ تا ۱۰ میکرون هستند. این ذرات در دامنه ذرات بیوآیروسول قرار گرفته و اهمیت کنترل آنها بیشتر از موارد دیگر است. طیف ذرات بیوآیروسول بیشتر بوده و حدود ۰/۳ تا ۱۰۰μm است. ذرات بیوآیروسول با دامنه ۱ تا ۵ میکرون در هوا باقی می‌مانند و ذرات بزرگ‌تر عموماً ته‌نشین می‌شوند [۳]. قطر بیوآیروسول‌های عفونی کمتر از ۵ میکرون بوده و می‌توانند برای مدت‌های طولانی در هوا به‌صورت معلق و زنده باقی بماند. امکان ایجاد عفونت‌های ناشی از ذرات هوابرد در مکان‌های با خطر زیاد افزایش می‌یابد [۴]. با عبور ۴ نوع باکتری از محفظه تحت کنترل که حاوی اشعه UV در طول‌موج ۲۵۴nm بود، کارآیی بیش از ۹۰درصدی بیوآیروسول‌های خروجی مشاهده شد [۵، ۶]. مطالعات محققین پیرامون نقش رطوبت نسبی برای بهبود عملکرد سیستم‌های تصفیه‌کننده UV نشان داد که اگر رطوبت بیشتر از ۷۵٪ باشد، میزان کارآیی به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد [۷، ۸، ۹]. کنترل کیفیت هوای داخلی (IAQ) نقش مهمی در ممانعت از عفونت در اتاق عمل ایفا می‌کند که برای حفاظت از کارکنان و جراحان مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۰]. برای اتاق‌های عمل مدرن در حین جراحی میزان استاندارد بیوآیروسول برابر ۳۰ cfu/m^3 است؛ همچنین میزان استاندارد ۷۵ cfu/m^3 توسط کمیته دولتی بهداشت حرفه‌ای آمریکا (ACGIH) پیشنهاد شده است. در شرایط انجام تحقیق مذکور یعنی پس از جراحی، مقدار بیوآیروسول بدون در نظر گرفتن بیماری‌زا بودن بسیار کمتر از این مقدار بوده است [۱۱، ۱۲]. هدف از انجام این تحقیق، ارزیابی کمّی بیوآیروسول‌ها (باکتری‌ها) و بررسی تأثیر سیستم‌های تهویه و ضدعفونی‌کننده UV بر تعداد بیوآیروسول‌ها در میدان کاری جراحان، روی تخت بیمار و نزدیک دریچه مکش بود.

روش‌ها

در این پژوهش توصیفی- تحلیلی، ۷ اتاق عمل در یک بیمارستان مورد بررسی قرار گرفت. روش نمونه‌برداری، اندرسون ۸مرحله‌ای و فیلتراسیون بود که براساس مکانیزم اینرسی به جمع‌آوری بیوآیروسول‌ها می‌پردازد. وسایل مورد استفاده در این روش پمپ نمونه‌برداری محیطی، اندرسون ۸مرحله‌ای مدل ۲۰-۸۰۰ (Graseby)، آنمومتر حرارتی (مدل ISA-6-3D)، فیلتر فایبرگلاس GF9 (Schleicher & Schuell)، پلیت‌های یک‌بارمصرف، محیط کشت مغذّی، انکوباتور و سایر وسایل آزمایشگاهی بود.

عموماً جمع‌آوری بیوآیروسول‌های زنده همانند جمع‌آوری بیوآیروسول‌های غیرزنده است. اطمینان از زنده بودن و فعالیت زیستی ذرات بیوآیروسول طی نمونه‌برداری و پس از آن از اهمیت خاصی برخوردار است. بنابراین نمونه‌ها بلافاصله به محیط‌های کشت منتقل شدند تا از زنده بودن آنها اطمینان حاصل شود [۱۳].

وسایل مرتبط با نمونه‌برداری پس از ضدعفونی به‌مدت ۲۰ دقیقه در اتوکلاو قرار گرفتند. پس از این مراحل، کلیه وسایل به‌خصوص فیلترها در بسته‌های پلومب‌شده به اتاق عمل منتقل گردید. در نمونه‌برداری از اتاق عمل، همه سطوح نمونه‌برداری با ایزوپروپیل‌الکل استریل شدند و فیلترهای فایبرگلاس که تحت شرایط استریل قرار داشتند روی طبقات مختلف در اندرسون قرار گرفتند. پس از قرار دادن فیلتر روی اندرسون ۸مرحله‌ای، پمپ با دبی ۶۰ لیتر بر دقیقه هوای محیط را به سمت ورودی دستگاه کشاند. زمان نمونه‌برداری ۶۰ دقیقه بود و کالیبراسیون پمپ توسط گازمتر تر انجام شد.

پس از پایان نمونه‌برداری، فیلترها بلافاصله به‌صورت وارونه توسط پنس استریل وارد محیط کشت شدند. پلیت‌های یک‌بارمصرف به‌مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور قرار گرفتند و سپس شمارش بیوآیروسول انجام گرفت. پس از پایان عمل جراحی و قبل از استفاده از سیستم‌های تصفیه‌کننده UVGI نیز نمونه‌برداری در شرایط یکسان به‌مدت ۶۰ دقیقه انجام شد.

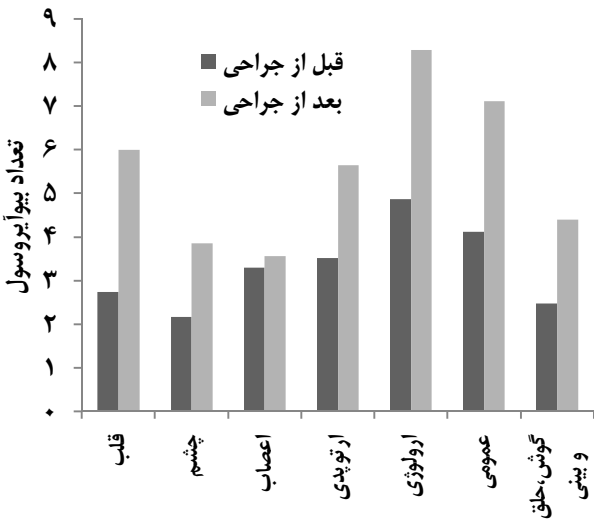
تعداد بار تخلیه هوا در ساعت (ACH) در اتاق‌های عمل مختلف با توجه به سرعت مکش توسط آنمومتر حرارتی در حین جراحی تعیین شد. دریچه‌های ورود هوا در قسمت فوقانی اتاق و دریچه‌های خروجی در قسمت پایین اتاق قرار داشتند. هوای تمیز پس از عبور از ورودی به سمت دریچه‌های خروجی و سپس به هوای محیط وارد شد. پس از جراحی، سیستم‌های تهویه خاموش و از دستگاه UVGI استفاده شد.

نتایج

تعداد بیوآیروسول در اتاق‌های عمل مختلف روی تخت بیمار پس از جراحی (قبل از روشن کردن UVGI) و قبل از جراحی (پس از خاموش کردن UVGI) در قسمت مرکزی اتاق بر حسب cfu/m^3 شمارش شد که نتایج آن در نمودار ۱ نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۱) مقایسه تعداد بیوآیروسول‌ها روی تخت بیمار در اتاق‌های عمل قبل و بعد از جراحی

نتایج بررسی بیوآیروسول‌های اتاق عمل نزدیک دریچه مکش پس از پایان جراحی نیز نشان داد که اتاق عمل ارولوژی بیشترین بیوآیروسول (۸/۶۳ cfu/m^3) و اتاق عمل چشم کمترین تراکم بیوآیروسول (۳/۳ cfu/m^3) را داشتند. قبل از شروع جراحی نیز اتاق عمل ارولوژی دارای بیشترین تراکم بیوآیروسول (۴/۴۱ cfu/m^3) و اتاق عمل چشم دارای کمترین مقدار (۱/۹۱ cfu/m^3) بود. در برخی اتاق‌ها ارتباط معنی‌داری میان سیستم تصفیه‌کننده و تعداد بیوآیروسول ($p<0/05$) وجود داشت.

میزان بیوآیروسول قبل از جراحی روی تخت بیمار در اتاق عمل ارولوژی ۱/۳، ارتوپدی ۱/۱، قلب ۱/۱، عمومی ۰/۸۳، گوش، حلق و بینی ۰/۸۳، اعصاب ۰/۸۳ و چشم ۰/۵۵ cfu/m^3 با قطر ۸/۵ میکرون و بیشتر بود. در اتاق عمل، علاوه بر UV برای کنترل کیفیت هوای داخل از سیستم تهویه استفاده شد. سیستم‌های تهویه برخلاف سیستم‌های UVGI پس از جراحی خاموش می‌شوند. ورود جریان هوای تازه از قسمت فوقانی اتاق عمل و خروج آن از قسمت پایینی بود. با توجه به دِبی ۶۰ لیتر در دقیقه، میزان ۳/۶ مترمکعب هوا از اتاق‌های مختلف در مدت زمان یک ساعت نمونه‌برداری شد. میزان ACH برای اتاق‌های عمل قلب، عمومی، ارولوژی، ارتوپدی، چشم، اعصاب و گوش، حلق و بینی به‌ترتیب ۶، ۶، ۸، ۱۱، ۱۲، ۱۴ و ۱۵ بود.

بحث

با توجه به متنوع بودن انواع بیوآیروسول‌ها، استانداردی درباره تعداد کلونی حین جراحی که مورد پذیرش همه محققین باشد وجود ندارد و این استانداردها جنبه پیشنهادی دارند [۱۴]. *آنالی* و همکاران به ارزیابی هوای اتاق عمل با استفاده از روش فعال و غیرفعال پرداختند. نمونه‌برداری روی تخت بیمار و نزدیک دریچه مکش صورت گرفت. مشاهدات آنها نشان داد که دامنه ذرات بیوآیروسول روی تخت بیمار در حین جراحی ۶۱ تا ۲۴۲ cfu/m^3 است [۱۵].

پس از پایان جراحی، سیستم‌های UVGI در طول‌موج ۲۵۳/۷nm به‌صورت سقفی برای ضدعفونی هوای اتاق عمل استفاده گردید. با توجه به نمودار ۱، پس از پایان عمل و قبل از استفاده از UV بیشترین کلونی روی تخت بیمار (۸/۲۹ cfu/m^3) در اتاق عمل ارولوژی و کمترین کلونی (۳/۵۷ cfu/m^3) در اتاق عمل اعصاب بوده است. همچنین مشاهدات این تحقیق نشان داد که قبل از عمل و پس از استفاده از UV بر روی تخت بیمار به‌مدت ۸ ساعت، اتاق عمل ارولوژی دارای بیشترین کلونی (۴/۸۸ cfu/m^3) و اتاق عمل چشم دارای کمترین کلونی (۲/۱۸ cfu/m^3) بوده است.

پارامتر مهم در اتاق‌های عمل برای کارآیی عملکرد سیستم‌های ضدعفونی‌کننده UV رطوبت است. کمترین و بیشترین رطوبت به اتاق‌های عمل ارولوژی و عمومی با ۲۸ و ۵۲٪ مربوط بوده است. با توجه به این‌که رطوبت نسبی کمتر از ۶۰٪ تأثیر زیادی در زنده ماندن بیوآیروسول‌ها دارد، این پارامتر در زنده ماندن باکتری‌های قابل‌کشت نقش مخرب ایفا نمی‌کند، اما در اتاق‌های عمل مختلف تفاوت اندکی داشته است.

بیوآیروسول‌ها با ابعاد ۰/۲۵ تا ۰/۵۴ میکرون، کوچکترین ابعاد را دارا هستند که در لایه هشتم در قسمت انتهایی اندرسون قرار می‌گیرند. پس از شمارش و در مقایسه اتاق‌ها، اتاق‌های عمل ارولوژی و ارتوپدی هیچ بیوآیروسولی با این ابعاد را نشان ندادند در حالی‌که اتاق‌های عمل قلب، عمومی و اعصاب دارای تراکم کلونی ۰/۵۵ cfu/m^3 و اتاق‌های عمل گوش، حلق و بینی و چشم دارای تراکم ۰/۲۷ cfu/m^3 بیوآیروسول با این ابعاد هستند. این تعداد بیوآیروسول در صورت بیماری‌زا بودن می‌تواند برای کارکنان اتاق عمل مخاطره‌آمیز باشد؛ زیرا امکان ته‌نشینی آنها در قسمت‌های انتهایی ریه وجود دارد.

در مطالعه‌ای نشان داده شد که تراکم بیوآیروسول در اتاق عمل در حین جراحی با ACH معادل ۷/۵ برابر ۱۲۱ cfu/m^3 است و با ACH ۱۵ به ۱۸/۵ cfu/m^3 کاهش پیدا می‌کند [۱۶].

تعداد بار تخلیه هوا با توجه به پارامترهای متغیر حجم اتاق، شدت‌های مختلف جریان در روزهای مختلف و تعداد دریچه‌های خروجی متفاوت است. اتاق عمل گوش، حلق و بینی، اعصاب، چشم، ارتوپدی و اورولوژی به‌دلیل داشتن دو دریچه دارای ACH بیشتر از حالت‌های دیگر و به‌ترتیب ۱۵، ۱۴، ۱۲، ۱۱ و ۸ هستند. در این موارد، دِبی خروجی به‌صورت مجموع دو دِبی در نظر گرفته شده است. در اتاق‌های دیگر که یک دریچه خروجی وجود داشت میزان ACH کمتر و در اتاق‌های عمل قلب و عمومی برابر ۶ بوده است. مشاهدات ما نشان داد، درصورتی‌که میزان ACH در حین

www.SID.ir

Archive of SID

عمل افزایش یابد در پایان عمل جراحی تعداد بیوآیروسول‌ها در هوای اتاق عمل کاهش می‌یابد.

ماسک‌های جراحی مورد استفاده در اتاق‌های عمل بیشتر از نوع پارچه‌ای هستند و در پژوهش انجام‌شده مشخص گردید که ۸۳٪ کل بیوآیروسول‌ها و ۱۰۰٪ بیوآیروسول‌های باکتریایی مانند *باسیلوس سوبتیلیس*، میکروکوک‌ها و سودوموناس‌ها از منافذ این ماسک‌ها عبور کرده و وارد سیستم تنفسی کارکنان می‌شوند و چنان‌چه بیماری‌زا باشند، سلامت آنها را تهدید خواهند کرد که اهمیت استفاده از سیستم‌های کنترلی در اتاق عمل بیشتر می‌شود [۱۷].

نتیجه‌گیری

هوای ورودی به اتاق عمل، بدون برگشت مجدد به درون اتاق از طریق دریچه‌های مکش در قسمت پایین اتاق به بیرون فرستاده می‌شود. تعداد دفعات تخلیه استاندارد برای اتاق‌های عمل این بیمارستان براساس استاندارد ASHRAE برابر ۱۵بار در ساعت است. دفعات تخلیه هوای اتاق عمل در ساعت در تمامی اتاق‌های عمل این بیمارستان به‌غیر از اتاق عمل گوش، حلق و بینی کمتر از میزان استاندارد است. این تحقیق قبل و پس از جراحی صورت گرفت و مقادیر به‌دست‌آمده آن بسیار کمتر از استانداردهای مربوط به تعداد بیوآیروسول در حین جراحی است. نتایج مربوط به تاثیر UVGI در تمامی اتاق‌ها به‌غیر از دو اتاق عمل، ارتباط معنی‌داری میان این سیستم و تعداد بیوآیروسول نشان می‌دهد. برخی تداخلات مانند تفاوت در مواردی مانند نحوه چیدمان درست دستگاه UVGI و تفاوت‌های موجود در دما و رطوبت، موجب عدم کارآیی سیستم‌های ضدعفونی‌کننده UV در بعضی اتاق‌های عمل می‌شود.

تشکر و قدردانی: از زحمات آقایان مهندس تاجیک و مهندس صدیق مسئولان بهداشت بیمارستان، کارکنان اتاق‌های جراحی بیمارستان و آقای اردلان سلیمانیان مسئول آزمایشگاه گروه بهداشت حرفه‌ای دانشگاه تربیت مدرس در انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1- Stetzenbach LD, Buttner MP, Cruse P. Detection and enumeration of airborne biocontaminants. Curr Opin Biotechnol. 2004;15:170-4.
2- Srikanth P, Sudharsanam S, Steinberg R. Bioaerosols in indoor environment. Indian J Med Microbiol. 2008;24:302-12.
3- Hattis D, Russ A, Goble R, Banati P. Human inter individual variability in susceptibility to airborne particles. Risk Anal. 2001;21:585-600.
4- Lin CY, Li CS. Control effectiveness of ultraviolet germicidal irradiation on bioaerosols. Aerosol Sci Technol. 2002;36:474-8.
5- Christopher F, Green PV. The use of Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI) in disinfection of airborne bacteria. Environ Eng Policy. 2002;3:101-7.
6- Barbero F. Ultraclean laminar airflow ORS. AORN J. 1998;67(4):841-51.
7- Memarzadeh F, Manning A. Reducing risks of surgery. ASHRAE J. 2003:28-33.
8- Green CF, Davidson CS, Scarpino PV, Gibbs SG. Ultraviolet germicidal irradiation disinfection of Stachybotrys chartarum. NRC Res Press. 2005:801-4.
9- Maosheng Y, Gediminas M. Effect of physical and biological parameters on enumeration of bioaerosols by portable microbial impactors. Aerosol Sci. 2006;37:1467-83.
10- Tuberculosis and Chest Service Public Health Services Branch. Tuberculosis manual. Hong Kong: Department of Health; 2006.
11- Macher J. Bioaerosol: Assessment and control. Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists; 1999.
12- Shirley A. Air monitoring for toxic exposures. New York: Van Nostrand Reinhold Company; 1991.
13- Nevalainen A, Willeke K, Liebhaber F, Pastuszka J, Burge J, Henningson E. Aerosol measurement: Principles, techniques and application. New York: John Wiley and Sons; 1993.
14- Audurier A, Fenneteau A, Rivier R, Aaoult A. Bacterial contamination of the air in different operating rooms. Rev Epidmiol Santa Publique. 1985;33:134-41.
15- Annali DI, Pasquarella C, Masia MD, Nnanqa N, Sansebastiano GE, Savino A. Microbial air monitoring in operating theatre. Ann Ig. 2004;16(1-2):375-86.
16- Standard A. Method of testing general ventilation air-cleaning devices for removal efficiency by particle size. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc; 1999.
17- Wake D, Bowry AC, Crook B, Brown RC. Performance of respirator filter and surgery mask against bacterial aerosols. J Aerosol Sci. 1997;28:1311-29.

www.SID.ir