

بررسی آلودگی باکتریایی در هوای خروجی دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماندهای بیمارستانی

علیرضا آجدانی^۱، مریم مختاری^۲، محمد شروین بینا^۳، رسول عسگریان^۴، حسین کریمی*^۴

۱. دکتری پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲. بیمارستان شهید مطهری، ذوب آهن اصفهان، ایران

۳. مهندسی تکنولوژی سخت افزار، دانشگاه غیرانتفاعی صفهان، اصفهان، ایران

۴. کمیته تحقیقات دانشجویی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده مسئول: حسین کریمی. ایمیل: h.karimi.m90@gmail.com شماره تلفن همراه: ۰۹۱۶۲۲۴۴۴۲۳

چکیده:

مقدمه: حضور بیوآئروسول‌ها در هوای محیط‌های داخلی بیمارستان ممکن است باعث ایجاد عفونت‌های بیمارستانی شود. هوای اتاقک امحاء پسماندهای عفونی می‌تواند پتانسیل بالایی در ایجاد عفونت داشته باشد. بنابراین هدف از انجام مطالعه حاضر بررسی آلودگی باکتریایی در هوای خروجی دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماندهای بیمارستانی بود.

روش کار: این مطالعه از نوع توصیفی تحلیلی بود که در سال ۱۴۰۱ در بیمارستان شهید مطهری فولادشهر انجام شد. نمونه برداری به صورت غیر فعال و با استفاده از محیط کشت‌های از پیش آماده شده جمع‌آوری شد. ۹۰ نمونه در دو فصل سرد و گرم جمع‌آوری شد و جهت تعیین باکتری‌های هوا برد به آزمایشگاه بیمارستان منتقل گردید. داده‌ها با استفاده از spss23 تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: نتایج مطالعه حاضر نشان داد غلظت باکتری‌های شناسایی شده در فصل سرما بیشتر از فصل گرما بود. نتایج همچنین نشان داد در حین انجام بی‌خطر سازی پسماندهای عفونی غلظت باکتری‌های بیشتری در هوا وجود دارد. در فصل گرما میانگین غلظت باکتری‌های شناسایی شده به ترتیب ۵/۵ و ۷ CFU/M³ قبل و حین انجام بی‌خطر سازی بود. در فصل سرما نیز میانگین باکتری‌های شناسایی شده ۱۴ و ۲۲ CFU/M³ قبل و حین فرایند بود.

نتیجه گیری: بطور کلی نتایج مطالعات نشان داده است در حین انجام بی‌خطر سازی پسماندها، غلظت بیوآئروسول‌های شناسایی شده بیشتر می‌باشد. همچنین در فصل سرما غلظت باکتری‌ها بیشتر از فصل گرما بود. با توجه به نتایج پیشنهاد می‌گردد در راستای جلوگیری از بروز بیماری‌ها در پرسنل مرتبط اقدامات حفاظتی صورت گیرد و در راستای تعیین آلودگی‌های میکروبی تحقیقات بیشتری انجام گیرد.

کلیدواژه‌ها: مدیریت پسماندهای بیمارستانی، بی‌خطر سازی پسماندهای عفونی، آلودگی هوا، بیوآئروسول‌ها

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت و افزایش نیازها و سطح انتظارات بهداشتی و درمانی جوامع انسانی در دنیای امروزی، موجبات لزوم توسعه و گسترش مراکز مختلف ارائه دهنده خدمات بهداشتی و درمانی نظیر بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها و آزمایشگاه‌های تخصصی متعدد را فراهم نموده است (۱). به دنبال این مسئله انتظار می‌رود روز به روز میزان تولید پسماندهای پزشکی افزایش قابل توجهی داشته باشد. امروزه پسماندهای بیمارستانی به علت دارا بودن عوامل خطرناک، سمی و بیماری‌زا از جمله زائدات پاتوژیک، رادیواکتیو، دارویی و شیمیایی، عفونی و ... یکی از معضلات زیست محیطی بوده که از حساسیت خاصی برخوردار است و بی‌توجهی به مدیریت صحیح این پسماندها تهدیدی جدی برای سلامت انسان و محیط می‌باشد (۲).

پسماندهای بیمارستانی دارای پتانسیل بالای خطرزایی برای بیماران و کارکنان بیمارستان و همچنین افراد درگیر در خارج از مجموعه بیمارستان می‌باشد (۳). چرا که این نوع از پسماندها حاوی بسیاری از عوامل بیماری‌زا بوده و محیط مناسبی جهت رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌های قابل انتقال می‌باشد (۴).

در حال حاضر در بیشتر کشورهای دنیا دفع پسماندهای بیمارستانی به روش بی‌خطر سازی کردن زباله به روش استریل کردن صورت می‌گیرد (۵). دفن پسماندهای بیمارستانی به روش کنونی و همچنین استفاده از زباله سوزها به دلیل آلودگی‌هایی که به همراه دارد، به عنوان یک بحران جدی تلقی می‌شود (۶). یکی از مواردی که کمتر به آن توجه شده است، احتمال آلودگی هوای اتاق‌های نگهداری و بی‌خطر سازی پسماندها می‌باشد (۷). ذرات و میکروارگانیسم‌های مختلفی در هوا وجود دارد و با تنفس باعث می‌شود مقدار زیادی از این ذرات معلق توسط افراد استنشاق شود. این ذرات حوزه وسیعی از ذرات معدنی و آلی و میکروارگانیسم‌ها را به خود اختصاص می‌دهد (۸). عوارض تنفسی و تضعیف عملکرد ریه از مهم‌ترین اثرات بهداشتی ناشی از مواجهه با بیوآئروسول‌ها به حساب می‌آید بیمارستان‌ها از جمله محیط‌هایی است که در آن پرسنل درمان، کادر خدمات، بیماران و ملاقات کنندگان در معرض تماس با بیوآئروسول‌ها قرار می‌گیرند و از این رو سلامتی آن‌ها تهدید می‌شود (۸). برای افرادی که در بیمارستان‌ها و مراکز درمانی مشغول به کار می‌باشند، بیوآئروسول‌ها از جمله عوامل زیان‌آور شغلی محسوب شده و معضلاتی از قبیل کاهش بهره‌وری در محیط کار و غیبت از کار و غیره را سبب می‌شوند (۹). بیوآئروسول‌ها از آلاینده‌های بیولوژیکی

می‌باشند که برای آن‌ها از طرف سازمان‌های زیربط حدود تماس شغلی ارائه نشده است و به منظور ارزیابی و مقایسه تراکم در محیط کار با حدود مجاز تماس از نتایج مطالعات مشابه استفاده می‌شود (۱۰). بدیهی است اگر تهدیدات موجود در فرایند سترون سازی زباله‌های عفونی بیمارستانی شناسایی نگردند بالقوه می‌تواند اثرات سوء بهداشتی زیان باری بر سلامت افراد در معرض خطر شامل کارکنان شاغل در بیمارستان‌ها و ساکنین اطراف بیمارستان‌ها را موجب شود. لذا هدف از این تحقیق، بررسی آلودگی باکتریایی در هوای خروجی دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماندهای بیمارستانی بود.

روش مطالعه

این تحقیق یک مطالعه توصیفی_تحلیلی به صورت مقطعی می‌باشد که جهت تعیین میزان آلودگی باکتریایی در هوای اطراف دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماندهای عفونی صورت گرفت.

نمونه‌ها به صورت تصادفی ساده انتخاب شده و نمونه‌گیری از هوای اطراف دستگاه‌های بی‌خطر ساز به صورت هفته‌ای دو بار در روز و هر بار ۲ نمونه (یک نمونه قبل از شروع کار دستگاه و یک نمونه در حین کار دستگاه) مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین نوع آلودگی باکتریایی ابتدا در محیط آزمایشگاه محیط کشت‌های مرتبط تهیه گردید. سپس پلیت‌ها به اتاقک‌های امحاء بیمارستان برده شد و پلیت‌ها به مدت یک ساعت (زمان کارکرد دستگاه) در ارتفاع تنفسی انسان حدوداً یک متری و به فاصله یک متر از دیوارها و موانع قرار داده شدند و پس از نمونه برداری، نمونه‌ها جهت تعیین آزمون میکروبی حداکثر تا دو ساعت به آزمایشگاه منتقل و در غیر این صورت، در یخچال نگهداری کرده و سپس به آزمایشگاه انتقال داده شدند. نمونه برداری در دو فصل گرم و سرد انجام شد و در نهایت ۹۰ نمونه جهت آنالیزهای ورد نظر انجام شد.

پلیت‌های قرار داده شده در اتاقک‌های امحاء جهت تعیین نوع و تعداد باکتری‌ها به آزمایشگاه انتقال و در انکوباتور در درجه حرارت ۳۵ درجه و به مدت ۲۴-۴۸ ساعت قرار داده شدند. سپس تعداد کلنی‌ها شمارش شده و به صورت CFU/m^3 ثبت گردید.

محیط کشت‌های حاوی نمونه که به آزمایشگاه انتقال داده شد در انکوباتور ۳۷ درجه به مدت ۲۴ ساعت گذاشته شد و بعد از ۲۴ ساعت در شرایط استریل تعداد کلنی‌ها شمارش شده و به صورت CFU/cm^2 ثبت گردیدند. در مرحله بعد برای تعیین گرم مثبت و منفی بودن باکتری‌ها از رنگ آمیزی استفاده می‌شود.

تجزیه و تحلیل

داده‌های حاصل از کشت نمونه‌ها وارد نرم افزار SPSS شد و به دلیل اینکه نتایج به صورت کمی و کیفی (میانگین پاسخ‌های مثبت و منفی و تعداد کلنی‌های باکتری) گزارش می‌شود، از آزمون‌های کای اسکور و تست دقیق فیشر برای تجزیه و تحلیل پاسخ‌های کیفی و آزمون من ویتنی و کروسکال والیس برای پاسخ‌های کمی استفاده گردید.

یافته‌ها و بحث

در این مطالعه که با هدف بررسی آلودگی باکتریایی هوای اطراف دستگاه‌های بی خطر ساز پسماندهای عفونی بیمارستانی در دو فصل سرد و گرم انجام شد، پارامترهایی از قبیل بیوآئروسول‌های میکروبی (باکتری هوابرد) و پارامترهای محیطی (درجه حرارت و رطوبت) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

جدول ۱ میانگین تعداد کل باکتری‌ها و قارچ‌ها در هوای اطراف دستگاه‌های بی خطر ساز پسماندهای عفونی (فصل بهار)

آزمون من	دامنه	ماکزیمم	مینیمم	میان	انحراف	میانگین	نوع بیوآژوسل
ویتی	میان	CFU/M3	CFU/M3		معیار	CFU/M3	
p.value	چارکی				CFU/M3		
0/411	3	۴۰	۱	3	۱۰/۹۱	۵/۵	کل باکتری‌ها قبل ^۱
	4	۵۰	۱	3	۱۱/۸۷	۷/۰۰	کل باکتری‌ها حین ^۲
۰/۱۱۷	2	۴۰	۱	1/5	۱۰/۵۸	۸	کل باکتری‌های گرم منفی قبل
	2	۳۰	۱	۲	۳/۱۰	۴/۳	کل باکتری‌های گرم منفی حین
۰/۲۳۹	5	40	۱	4	۱۱/۳۲	۹/۸۴	کل باکتری‌های گرم مثبت قبل
	17	50	۱	5	۱۴/۶۹	۱۰/۷۱	کل باکتری‌های گرم مثبت حین

۱=قبل کارکرد دستگاه امحا ۲=حین کارکرد دستگاه امحا

همان‌طور که یافته‌های جدول ۱ نشان می‌دهد، میانگین تعداد باکتری‌ها در فصل گرم سال در هوای اطراف دستگاه بی‌خطر ساز پسماند عفونی در حین کارکرد دستگاه بالاتر از قبل کارکرد دستگاه می‌باشد. ولی این اختلاف از نظر آماری معنا دار نمی‌باشد ($p > 0/05$).

باکتری‌های گرم منفی ۳۶/۵۲ درصد از کل باکتری‌ها در هوای قبل از کارکرد دستگاه و ۴۵/۸ درصد از کل باکتری‌ها در هوای حین کارکرد دستگاه و باکتری‌های گرم مثبت ۴۵/۳۵ درصد از کل باکتری‌ها در هوای قبل از کارکرد دستگاه و ۳۸/۹۴ درصد از کل باکتری‌ها در هوای حین کارکرد دستگاه را به خود اختصاص دادند.

در جدول ۲ میانگین تعداد باکتری‌ها در فصل سرد ارائه شده است

جدول ۲ میانگین تعداد کل باکتری‌ها و قارچ‌ها در هوای اطراف دستگاه‌های بی خطر ساز پسماندهای عفونی (فصل پاییز)

آزمون من	دامنه	ماکزیمم	مینیمم	انحراف	میانگین	نوع بیوآئروسول	
ویتنی	میان	CFU/M3	CFU/M3	میان	CFU/M3		
p.value	چارکی			معیار			
				CFU/M3			
۰/۰۶۴	29	50	1	3	۱۷/۹۹	۱۴	کل باکتری‌ها قبل
	40	50	1	10	۱۹/۷۶	۲۲/۲۲	کل باکتری‌ها حین
۰/۱۴۲	۲	۵۰	۱	۲	۱۴/۹۳	۵/۸	کل باکتری‌های گرم منفی قبل
	۲۸	۵۰	۱	۴	۱۸/۷۰	۱۴/۲	کل باکتری‌های گرم منفی حین
۰/۳۶۲	۳۳	۵۰	۱	۲۰	۱۹/۱۰	۲۳/۳۵	کل باکتری‌های گرم مثبت قبل
	۴۷	۵۰	۲	۲۰	۱۹/۴۵	۲۶/۴۲	کل باکتری‌های گرم مثبت حین

بر اساس نتایج جدول (۲)، میانگین تعداد باکتری‌ها در فصل پاییز در هوای اطراف دستگاه بی‌خطر پسماند عفونی حین کارکرد دستگاه بالاتر از قبل کارکرد دستگاه می‌باشد. ولی این اختلاف از نظر آماری معنادار نمی‌باشد ($p > 0/05$).

باکتری‌های گرم منفی ۵۱ درصد از کل باکتری‌ها در هوای قبل از کارکرد دستگاه و ۴۶/۱۱ درصد از کل باکتری‌ها در هوای بعد از کارکرد دستگاه و باکتری‌های گرم مثبت ۴۹ درصد از کل باکتری‌ها در هوای قبل از کارکرد دستگاه و ۵۴/۸۹ درصد از کل باکتری‌ها در هوای حین کارکرد دستگاه به خود اختصاص دادند.

با وجود اینکه خطرات بهداشتی مواجهه با بیوآئروسول‌ها شناسایی شده و به قطعیت رسیده است، برای این دسته از آلاینده‌های هوا برد حدود مجاز خاصی توصیه نشده و مقادیر ارائه شده هنوز در قالب پیشنهاد می‌باشد. مقادیر پیشنهاد شده نیز دارای طیف گسترده‌ای است (۱۱). مهم‌ترین علت این موضوع را می‌توان به تنوع بیوآئروسول‌ها و پتانسیل متفاوت آن‌ها در بیماری‌زایی نسبت داد. نتایج حاصل تحقیقات Ekhaize نشان داد که پرتعدادترین میکروارگانیسم‌های موجود در هوای بیمارستان باکتری‌های گرم مثبت بوده‌اند (۱۲). وحدت در مطالعه خود باکتری‌های شایع در محیط‌های بیمارستانی را به ترتیب گرم مثبت و گرم منفی اعلام کردند. از جمله باکتری‌های شناسایی ده در مطالعه آن‌ها سودوموناس، اسیتوباکتر، اشرشیاکلی، کلبسیلا، استافیلوکوکوس اورئوس، استافیلوکوکوس اپیدرمیس بوده است (۱۳). در پژوهش دیگر که توسط داوودیان و همکاران انجام شده درصد میکروارگانیسم‌های شناسایی شده به ترتیب شیوع عبارت‌اند از اشرشیاکلی، سودوموناس، کلبسیلا، استافیلوکوکوس اورئوس و پروتئوس بوده است (۱۴). نتایج حاصل از تحقیقات مشابه در لهستان نیز نشان داد که پرتعدادترین میکروارگانیسم‌های موجود در هوای بیمارستان کوکسی‌های گرم مثبت بودند که معادل ۳۱/۴ تا ۴۶/۴ درصد کل میکروب‌های موجود در هوا را شامل می‌شدند (۱۲). آنالیز آماری نتایج این مطالعه نشان داد که پارامترهای محیطی ارتباط معنی‌داری با میزان انتشار آئروسول‌های باکتری‌ها در هوای اطراف دستگاه‌های بی‌خطر سازی دارند. به طوری که میانگین باکتری‌ها در فصل پاییز بیشتر از فصل بهار بوده است. احتمالاً یکی از دلایل مهم آن می‌تواند خشکی هوا باشد، که باعث مرگ باکتری‌ها در فصل بهار می‌گردد.

همچنین بین میزان قارچ‌ها و پارامترهای ذکر شده در هوای اطراف دستگاه بی‌خطر ساز پسماند عفونی همبستگی معنی‌داری نداشت مطالعاتی که عظیمی در رابطه با غلظت آئروسول‌های قارچی در هوای بخش‌های مختلف بیمارستان انجام داده نیز ارتباط معنی‌داری بین میزان بیوآئروسول‌ها و پارامترهای محیطی وجود نداشت (۱۵).

نتیجه‌گیری:

هدف از انجام مطالعه حاضر بررسی میانگین غلظت باکتری‌های هوابرد در اطراف دستگاه‌های بی‌خطر ساز در دو فصل سرد و گرم بود. نتایج نشان داد که در فصل سرما بیشتر از فصل گرما بود. اما اختلاف معنی‌داری بین دو فصل از نظر غلظت باکتری‌های شناسایی شده وجود نداشت. با توجه به نتایج پیشنهاد می‌گردد در راستای جلوگیری از بروز بیماری‌ها در پرسنل مرتبط اقدامات حفاظتی صورت گیرد و در راستای تعیین آلودگی‌های میکروبی تحقیقات بیشتری انجام گیرد.

منابع

1. Amirimoghaddam M, Mirzaei N, Mostafaei G, Nazari-Alam A, Atoof F, Bahrami A, et al. Investigation of the fungal and bacterial contamination in indoor units and outdoor air of Kashan Beheshti hospital in 2018. *KAUMS Journal (FEYZ)*. 2020;24(6):659-65.
2. Chartier Y. Safe management of wastes from health-care activities: World Health Organization; 2014.
3. Ghosh S, Kapadnis B, Singh N. Composting of cellulosic hospital solid waste: a potentially novel approach. *International biodeterioration & biodegradation*. 2000;45(1):89-92.
4. Samadi M, Saghii M, Rahmani A, Hasanvand J, Rahimi S, Syboney MS. Hamadan landfill leachate treatment by coagulation-flocculation process. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*. 2010;7(3):253.
5. Arshad N, Nayyar S, Amin F, Mahmood KT. Hospital waste disposal: a review article. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2011;3(8):1412.
6. Askarian M, Vakili M, Kabir G. Hospital waste management status in university hospitals of the Fars province, Iran. *International journal of environmental health research*. 2004;14(4):295-305.
7. Allen R, Brennum G, Darling C. Air pollution emissions from the incineration of hospital waste. *Journal of the Air Pollution Control Association*. 1986;36(7):829-31.

8. Sadeghi Hasanvand Z, Sekhvatjo MS. Assessment the bio-aerosols type and concentration in various wards of Valiasr Hospital, Khorramshahr during 2011. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2013;6(2):201-10.
9. Choobine A. *Methods and equipment for sampling workplace air pollutants*. Tehran: Fanavaran. 2007.
10. Kulkarni P, Baron PA, Willeke K. *Aerosol measurement: principles, techniques, and applications*: John Wiley & Sons; 2011.
11. Azizifar M, Jabbari H, Naddafi K, Nabizadeh R, Tabaraie Y, Solg A. A qualitative and quantitative survey on air-transmitted fungal contamination in different wards of Kamkar Hospital in Qom, Iran, in 2007. *Qom University of Medical Sciences Journal*. 2009;3(3).
12. Ekhaie F, Ighosewe O, Ajakpovi O. Hospital indoor airborne microflora in private and government owned hospitals in Benin City, Nigeria. *World J Med Sci*. 2008;3(1):19-23.
13. Vahdat K RR, Gharibi O. Bacteriology of Nosocomial Infections and Antibiotic Resistancy In Fatemeh Zahra Teaching Hospital, Boushehr. *Iranian south medical of journals*. 2004;7(2):135-40.
14. DAVOUDIAN P, Karmostaji A, Vaeghi Z. Study of nosocomial infection and pattern of antibiotic resistance in Shahid Mohammadi Hospital of Bandar Abbas. 2001.
15. Oppliger A, Hilfiker S, Duc TV. Influence of seasons and sampling strategy on assessment of bioaerosols in sewage treatment plants in Switzerland. *Annals of Occupational Hygiene*. 2005;49(5):393-400.