



Available online: <http://ijhe.tums.ac.ir>

مقاله پژوهشی

شناسایی بیوآئروسول‌های باکتریایی در ایستگاه‌های پرستاری یک بیمارستان دولتی در شهر تهران

مرضیه منتظر^۱، ندا سلیمانی^۲، رضوان زنده دل^{۳*}، کوروش اعتماد^۴، مهرنوش ابطحی محصل^۴، مریم مالمیر^۵
۱- گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲- گروه میکروبیولوژی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۴- گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۵- معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

اطلاعات مقاله: چکیده

زمینه و هدف: مواجهه با باکتری‌ها به علت حضور عوامل بیماری‌زا در بیمارستان‌ها، یکی از مهمترین مشکلات بهداشتی در پرسنل درمانی است. سازمان جهانی بهداشت در گزارش سال ۲۰۱۱، شیوع جهانی عفونت‌های بیمارستانی را از ۵/۷ تا ۱۹/۱ درصد اعلام نموده است. هدف از این مطالعه شناسایی پاتوژن‌های باکتریایی در ایستگاه‌های پرستاری یک بیمارستان دولتی در تهران و به منظور تعیین مخاطرات شغلی در آنها بوده است.

روش بررسی: این مطالعه مقطعی در ایستگاه‌های پرستاری با سه بار تکرار و در ۱۵ بخش مختلف از یک بیمارستان دولتی در تهران انجام شد. ۴۵ نمونه بر روی سه نوع محیط کشت نوترینت آگار، مک کانگی آگار و مانیتول سالت آگار تهیه شد. نمونه‌های هوا طبق روش NIOSH0800 و توسط دستگاه مخصوص نمونه‌گیری باکتری از هوا با دبی ۲۸/۳ L/min و به مدت ۵ min تهیه گردید. نمونه‌های تهیه شده با روش‌های تست‌های تشخیصی میکروبی بررسی گردید.

یافته‌ها: میانگین پاتوژن‌های باکتریایی در ایستگاه‌های بررسی شده (CFU/m^3) $180/03 \pm 125/27$ مشاهده شد. نتایج نشان داد نمونه‌های هوا در تمامی ایستگاه‌های پرستاری به باکتری گرم مثبت *Staphylococcus aureus* آلوده است. در ۲۶/۷ درصد از ایستگاه‌های پرستاری مواجهه شغلی با *Acinetobacter Iwoffii* به‌عنوان شایع‌ترین باکتری گرم منفی مشاهده شد. ایستگاه پرستاری بخش ارتوپدی بیشترین تعداد باکتری (CFU/m^3) $399/99$ و بخش پیوند قلب و عروق کمترین آلودگی (CFU/m^3) $43/73$ را نشان داد.

نتیجه‌گیری: میزان تماس شغلی در ۸۰ درصد نمونه‌ها بالاتر از استاندارد اعلام شده توسط (ACGIH) مشاهده گردید. با توجه به حضور باکتری‌های *E.Coli* *Staphylococcus aureus* و *Acinetobacter Iwoffii* در هوای ایستگاه‌های پرستاری خطر ابتلا به عفونت‌های بیمارستانی در پرسنل درمانی وجود دارد. به نظر می‌رسد پاکسازی مناسب سطوح در بخش‌های مختلف بیمارستان و روش‌های کنترل مهندسی در ایستگاه‌های مطالعه شده وجود ندارد که منجر به پراکنده شدن بیوآئروسول‌ها در هوا می‌گردد.

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۲/۰۴
تاریخ ویرایش: ۹۷/۰۴/۲۷
تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۰۱
تاریخ انتشار: ۹۷/۰۶/۲۶

واژگان کلیدی: پاتوژن‌های باکتریایی، مواجهه تنفسی، عفونت بیمارستانی، ایستگاه پرستاری

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:

Zendehdel76@Sbmu.ac.ir*

مقدمه

هوا ضروری‌ترین نیاز بشر است که در صورت آلوده شدن به ذرات و پاتوژن‌های بیماری‌زا، مخاطرات بهداشتی مختلفی به همراه دارد (۱)، این درحالی است که تنفس در هر محیطی باعث می‌شود مقدار زیادی از این ذرات معلق توسط افراد استنشاق شود، نوع، اندازه و غلظت این ذرات به محیط زندگی و کار افراد وابسته است (۲). بیمارستان از جمله محیط‌هایی است که در آن پرسنل درمانی، کادر خدماتی، بیماران و ملاقات‌کنندگان در معرض مواجهه با پاتوژن‌ها قرار می‌گیرند و سلامتی آنها تهدید می‌شود (۳). انسان در طول ۲۴ h حدود 20 m^3 هوا و میکروارگانیسم‌های موجود در آن را استنشاق می‌کند (۴). انتشار بیوآئروسول‌های بیماری‌زا در هوای محیط‌های کار بیمارستان اهمیت زیادی در ایجاد خطر بروز عفونت‌های تنفسی در پرسنل درمانی را داراست، زیرا پاتوژن‌ها قابلیت جاگیری در نواحی مختلف دستگاه تنفس را دارند (۵). ابتلا به این عفونت‌ها سبب معضلاتی از قبیل کاهش بهره‌وری در محیط کار و غیبت را سبب می‌گردد (۶).

در محیط‌های بسته انواع آئروسول‌ها وجود دارد و می‌تواند سطوح متفاوتی از انواع عفونت‌ها و بیماری‌ها را ایجاد نمایند (۷). اگرچه بسیاری از مواد بیولوژیکی موجود در هوای استنشاقی به‌عنوان آلودگی ذکر نمی‌شوند و بسیاری از باکتری‌ها مفید و غیربیماری‌زا محسوب می‌گردند (۸) ولی ممکن است مقدار آنها در هوای محیط‌های بسته تا چندین برابر مقدار موجود در هوای آزاد افزایش یابد که باعث بیماری در افراد مواجهه یافته شوند (۹، ۱۰). هوای محیط‌های بیمارستانی حاوی طیف گسترده‌ای از انواع آلودگی‌های میکروبی هستند (۱۱، ۱۲). مقدار این آلودگی‌ها از بخشی به بخش دیگر در یک بیمارستان، و همچنین از بیمارستانی به بیمارستان دیگر متفاوت (۱۳) و به همین دلیل تماس با پاتوژن‌ها از مهمترین عوامل زیان‌آور برای پرسنل مشاغل درمانی است. برآورد تراکم و تنوع میکروارگانیسم‌های موجود در هوای بیمارستان‌ها شاخصی از آلوده یا تمیز بودن این گونه محیط‌ها است (۱۴). نتایج مطالعه Sing و همکاران در بررسی آلودگی باکتریایی اتاق‌های عمل

بیمارستانی در کشمیر نشان داد که بیشترین درصد باکتری موجود در نمونه‌های هوا، گونه‌های استافیلوکوک اورئوس و استافیلوکوک کواگولاز منفی است (۱۵). همچنین Napoli و همکاران نشان دادند که در یکی از بیمارستان‌های ایتالیا میزان آلودگی در اتاق عمل حین عمل جراحی افزایش می‌یابد (۱۶). در مطالعات مختلف آلودگی سطوح و دست پرسنل در بیمارستان‌ها به‌عنوان مهمترین عامل برای انتقال عفونت در بیمارستان‌ها گزارش شده است (۱۷-۱۹) و آلودگی هوای تنفسی در بیمارستان‌ها به پاتوژن‌ها کمتر گزارش شده است. در حالی که مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که ۱۰ درصد از عفونت‌های بیمارستانی هوابرد بوده و همچنین ۱۶ درصد از عفونت‌های بخش مراقبت‌های ویژه، نتیجه انتقال پاتوژن‌ها از طریق هوا است. به‌طور کلی ۷۵ درصد از میکروب‌ها، پتانسیل انتقال از طریق هوا را دارند. در این مطالعه با توجه به اهمیت سلامت پرسنل درمانی میزان تماس تنفسی با پاتوژن‌های باکتریایی در ایستگاه‌های پرستاری یک بیمارستان دولتی ارزیابی شد تا خطر بروز بیماری‌های تنفسی در آنها پایش گردد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه توصیفی در ایستگاه‌های پرستاری ۱۵ بخش از یک بیمارستان دولتی در شهر تهران انجام شد. در این مطالعه از هوای ایستگاه‌های پرستاری در بخش‌های اورژانس، غدد درون‌ریز زنان، ارتوپدی، جراحی دهان و فک و صورت، زنان و زایمان، ICU، CCU، پیوند مغز و استخوان، انکولوژی، بستری قلب، هماتولوژی، گوارش، جراحی عمومی، پیوند عروق و آزمایشگاه مرکزی نمونه برداری انجام شد. جهت تعیین میزان پاتوژن‌ها در هوا از روش NIOSH0800 استفاده شد دستگاه مخصوص نمونه‌گیری باکتری از هوا قبل از نمونه برداری با الکل ۷۰ درصد و لامپ UV استریل و در ارتفاع $1/5 \text{ m}$ از زمین و 1 m از تجهیزات و وسایل قرار داده شد. نمونه برداری با دبی $28/3 \text{ L/min}$ و به مدت 5 min بر روی محیط کشت انجام شد. به جهت جمع‌آوری کلیه باکتری‌ها از محیط کشت مناسب برای باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت و محیط

$$n = \frac{(z_{1-\alpha/2} + z_{1-\beta})^2 * [p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)]}{(p_1-p_2)^2}$$

$$n = \frac{(1/96 + 0/86)^2 (0.6 * 0.4 + 0.2 * 0.8)}{(0.6 - 0.2)^2}$$

$$n = 30$$

تعداد کلنی‌های رشد یافته در پلیت حاوی محیط کشت نوترینت آگار به‌عنوان کل آلودگی در ایستگاه گزارش شد. همچنین برای کلنی‌های رشد یافته در محیط کشت مانیتول سالت آگار، تست کاتالاز انجام یافت و وجود *Staphylococcus aureus* تایید شد (طبق رهنمود (NCCLS) National Committee (for Clinical Laboratory Standards). برای کلنی‌های رشد یافته در محیط کشت مک کانگی آگار با استفاده از محیط کشت اتوزین متیلن بلو آگار (EMB) E.Coli تایید گردید سپس با استفاده از تست گالری تشخیصی، باکتری‌های گرم منفی (طبق رهنمود (NCCLS) شناسایی شدند. تراکم کلنی‌های شمارش شده در هوا از معادله ۲ به‌دست آمد (۲۰):

$$C \text{ (CFU/m}^3\text{)} = \frac{T \times 1000}{t \times f} \quad (2)$$

C = تعداد کلنی‌ها بر حسب واحد کلنی بر مترمکعب هوا (colony forming unit per cubic meter of air)

T = تعداد کل کلنی‌های شمرده شده در محیط کشت نوترینت آگار

t = زمان (min)

f = جریان (L/min)

یافته‌ها

در این مطالعه نمونه‌های هوا از ایستگاه‌های پرستاری برای بخش‌های مختلف تهیه شد. میانگین پاتوژن‌های باکتریایی در ایستگاه‌های پرستاری (CFU/m³) ۱۲۵/۲۷ ± ۱۸۰/۰۳ است و بیشترین تعداد کلنی‌ها در ایستگاه پرستاری بخش ارتوپدی و

کشت عمومی استفاده گردید. برای تعیین میزان پاتوژن‌ها در هوای ایستگاه‌های پرستاری برای هر ایستگاه با سه نوع محیط کشت نمونه برداری انجام یافت به‌طوری‌که برای تعیین کل آلودگی‌ها در هر ایستگاه از محیط کشت نوترینت آگار و برای مشخص نمودن نوع آلودگی باکتریایی در هر ایستگاه به باکتری‌های گرم منفی از محیط کشت مک کانگی آگار و برای باکتری‌های گرم مثبت از محیط کشت مانیتول سالت آگار استفاده شد. پلیت‌های نمونه برداری شده در انکوباتور با درجه حرارت ۳۷-۳۵ °C و به مدت ۱۸ h قرار داده شد.

در این مطالعه جهت نمونه برداری از دستگاه مخصوص نمونه گیری باکتری از هوا استفاده شد. طبق استاندارد NIOSH0800 نمونه برداری با دبی ۲۸/۳ L/min و به مدت ۱۰ min انجام شد ولی پس از اجرای این شرایط به‌علت تراکم بالای باکتری‌ها در محیط کشت امکان شمارش صحیح کلنی‌ها فراهم نگردید لذا با تغییر زمان نمونه برداری تا ۵ min امکان شمارش صحیح کلنی‌های باکتریایی فراهم شد. نمونه برداری‌ها در فصل پاییز و در ساعات ۹-۱۲ صبح انجام یافت.

در بررسی‌های آماری با در نظر گرفتن خطای نوع اول α به میزان ۰/۰۵ و خطای نوع دوم β به‌میزان ۰/۲ و با استفاده از معادله ۱ حجم نمونه‌های مورد نیاز ۳۰ عدد محاسبه گردید و در این مطالعه ۴۵ نمونه بر روی سه نوع محیط کشت در ۱۵ ایستگاه پرستاری مورد بررسی قرار گرفت.

α: احتمال خطای نوع اول: اگر α = ۰/۰۵ باشد Z_{1-α/2} برابر ۱/۹۶ است.

β: احتمال خطای نوع دوم: اگر β = ۰/۲ باشد Z_{1-β} برابر ۰/۸۶ است.

با توجه به اطلاعات مستخرج شده از مقالات و مطالعات قبلی و نظر مشاور آمار مطالعه، به‌دست آمد شیوع عفونت با اشرشیا کلای در حالت پایین P₁ = ۰/۲ و در حالت بالا P₂ = ۰/۶ به دست آمد.

(۱)

$$P_1 = 0/2 \quad P_2 = 0/6 \quad \alpha = 0/05 \quad 1 - \beta = 80\%$$

شده به دو گروه بخش‌های مراقبت ویژه و بخش‌های بستری تقسیم‌بندی شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد میزان کلنی‌های مشاهده شده در بخش‌های مراقبت ویژه $50/48 \pm 88/23$ کلنی بر مترمکعب است (جدول ۲).

نمودار ۱ نشان می‌دهد هوای ایستگاه‌های پرستاری در بخش انکولوژی تعداد کلنی باکتریایی بالاتری نسبت به دیگر بخش‌های مراقبت ویژه داراست.

میانگین میزان آلودگی باکتریایی در بخش‌های بستری $110/7 \pm 264/64$ کلنی بر مترمکعب است. جدول ۳ نشان‌دهنده فراوانی کلنی‌ها در ایستگاه پرستاری بخش‌های بستری است.

با توجه به نمودار ۲ نتایج نشان می‌دهد که در هوای ایستگاه‌های پرستاری در بخش ارتوپدی تعداد کلنی باکتریایی بالاتری نسبت به دیگر بخش‌های بستری قابل مشاهده است.

نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از تست کلموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov test) بررسی شد. با توجه به نرمال بودن توزیع غلظت آلودگی باکتریایی در هوای بخش‌های بستری و بخش‌های مراقبت ویژه از تی تست (t-test) استفاده شد. نتایج نشان داد که میانگین میزان آلودگی باکتریایی در گروه بخش‌های بستری به شکل معنی داری بالاتر از گروه بخش‌های مراقبت ویژه است ($p=0/02$). قابل ذکر است که میانگین تعداد پرسنل مستقر در ایستگاه پرستاری (جدول ۴) برای بخش‌های بستری تفاوت معنی داری با بخش‌های مراقبت ویژه ندارد ($p=0/09$).

کمترین میزان در بخش پیوند قلب و عروق تعیین شد. بررسی‌ها نشان داد که در هوای تمامی ۱۵ ایستگاه مطالعه شده آلودگی به *Staphylococcus aureus* وجود دارد. نتایج نشان می‌دهد در هوای تعدادی از ایستگاه‌های پرستاری در بخش‌های مطالعه شده علاوه بر *Staphylococcus aureus* پاتوژن‌های باکتریایی دیگری نیز وجود دارد (جدول ۱). نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد باکتری گرم مثبت *Staphylococcus aureus* و باکتری گرم منفی *Acinetobacter Iwoffii* بیشتر بخش‌ها را آلوده نموده است و شایع‌ترین باکتری‌های گرم مثبت و منفی دیده شده در بخش‌های نمونه برداری شده، بودند.

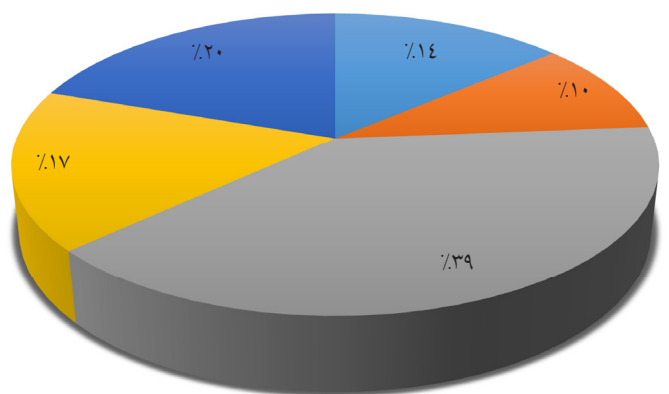
با توجه به تفاوت عملکرد پرسنل پرستاری، بخش‌های مطالعه

جدول ۱- باکتری‌های گرم منفی غالب مشاهده شده علاوه بر *Staphylococcus aureus* در هوای ایستگاه‌های پرستاری

بخش	پاتوژن باکتریایی
جراحی عمومی	<i>Acinetobacter Iwoffii</i>
غدد درون ریز زنان	<i>Salmonella typhimurium</i>
ارتوپدی	<i>Providenciarettgeri</i>
ICU	<i>Acinetobacter Iwoffii</i>
بستری قلب	<i>Acinetobacter Iwoffii</i>
هماتولوژی	<i>E. Coli</i>
	<i>Pseudomonas aeuringosa</i>

جدول ۲- میزان آلودگی باکتریایی در هوا برای بخش‌های مراقبت ویژه

بخش‌های بستری	غلظت باکتریایی در ایستگاه‌های پرستاری (کلنی بر متر مکعب)
پیوند مغز استخوان	۶۰/۹۴
پیوند قلب و عروق	۴۳/۷۳
انکولوژی	۱۷۳/۷۵
ICU	۷۵/۸۳
CCU	۸۶/۸۷

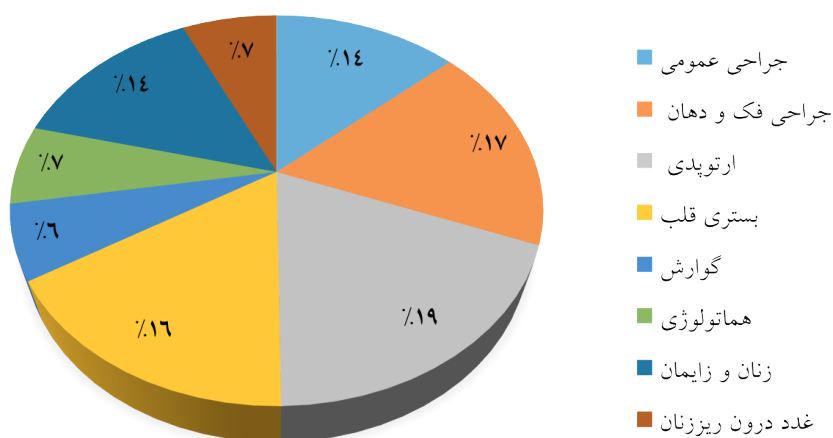


■ پیوند مغز استخوان ■ پیوند قلب و عروق ■ انکولوژی ■ ICU ■ CCU

نمودار ۱- پراکندگی آلودگی‌های باکتریایی در هوای بخش‌های مراقبت ویژه

جدول ۳- میزان آلودگی باکتریایی در هوا برای بخش‌های مراقبت ویژه

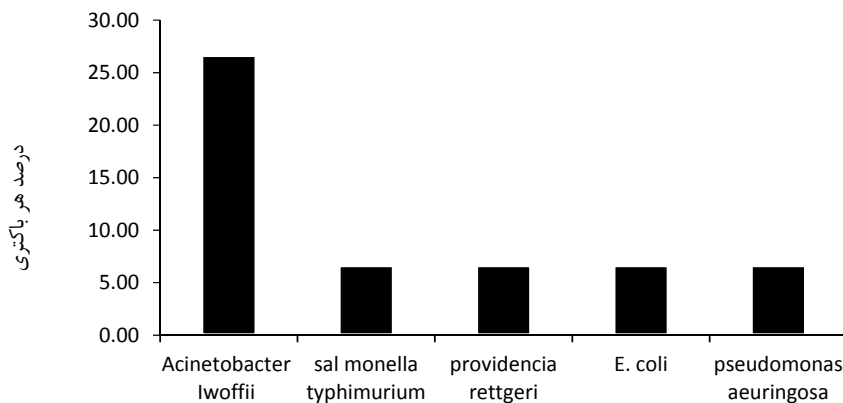
بخش‌های بستری	غلظت باکتریایی در ایستگاه‌های پرستاری (کلنی بر متر مکعب)	بخش‌های بستری	غلظت باکتریایی در ایستگاه‌های پرستاری (کلنی بر متر مکعب)
جراحی عمومی	۲۸۵/۰۲	گوارش	۱۲۹/۸۷
ارتوپدی	۳۹۹	هماتولوژی	۱۳۸/۸۳
جراحی فک و دهان	۳۶۹	زنان و زایمان	۲۹۸/۸
بستری قلب	۳۴۸/۱	غدد درون ریز زنان	۱۴۶/۸۳



نمودار ۲- پراکندگی آلودگی‌های باکتریایی در هوای بخش‌های مراقبت ویژه

جدول ۴- حضور پرسنل در ایستگاه‌های پرستاری

گروه	پرسنل مستقر به هنگام نمونه برداری Mean ± SD
بخش‌های بستری	۶ ± ۳/۵
بخش‌های مراقبت ویژه	۳ ± ۲



باکتری‌های گرم منفی مشاهده شده

نمودار ۳- درصد فراوانی باکتری‌های گرم منفی در ایستگاه‌های پرستاری

بحث

آلودگی هوا به‌عنوان تهدیدی جدی برای سلامت عمومی شناخته می‌شود، از این‌رو پایش آلودگی‌های محیطی و از جمله آلودگی‌های بیولوژی در زمره اهم مسائل زیست محیطی و بهداشتی قرار گرفته است (۲۱). آلودگی هوا به‌عنوان یک خطر جدی شناخته می‌شود، به‌طوری‌که غلظت‌های کم آن هم می‌تواند برای انسان مضر باشد. سازمان جهانی بهداشت (WHO) گزارش داده است که سالانه بیش از ۲/۷ میلیون مرگ در رابطه با آلودگی هوا رخ می‌دهد (۲۲، ۲۳). مطالعات اپیدمیولوژی نشان داده است سالانه بیش از ۸۰۰۰۰۰ نفر در جهان بر اثر بیماری‌های قلبی - عروقی و تنفسی ناشی از آلودگی هوا می‌میرند (۲۴).

انسان در طول ۲۴ h حدود 20 m^3 هوا استنشاق می‌کند. میکروارگانیسم‌های غیربیماری‌زا مشکل خاصی ایجاد

نمودار ۳ درصد فراوانی باکتری‌های گرم منفی را در ایستگاه‌های پرستاری بیمارستان مشخص می‌نماید. با توجه به نتایج گزارش شده درصد فراوانی باکتری گرم منفی *Acinetobacter Iwoffii* ۲۶/۶۶ درصد و میزان درصد فراوانی باکتری‌های گرم منفی دیگر ۶/۶۶ درصد هستند.

آنالیزهای آماری توسط نرم افزار SPSS,16 انجام گرفت. جدول ۵ تعداد پرسنل مستقر در ایستگاه‌های بررسی شده را نشان می‌دهد. نتایج بررسی آزمون همبستگی پیرسون نشان داد بین میزان آلودگی باکتریایی در هر ایستگاه و تعداد افراد مستقر ارتباط معنی داری وجود دارد ($p=0/02$). در بخش‌های بیمارستان مطالعه شده سیستم تهویه مرکزی برای جابجایی هوا بین بخش‌ها وجود نداشت و به همین دلیل نوع باکتری‌های بررسی شده در بخش‌های مختلف متفاوت ارزیابی شد (جدول ۱).

جدول ۵- تعداد پرسنل مستقر در ایستگاه‌های پرستاری

بخش	تعداد پرسنل	بخش	تعداد پرسنل
اورژانس	۵	CCU	۴
جراحی عمومی	۹	انکولوژی	۲
عدد درون ریز زنان	۲	بستری قلب	۱۲
ارتوپدی	۸	گوارش	۳
جراحی دهان	۴	پیوند قلب و عروق	۱
زنان و زایمان	۳	آزمایشگاه	۱
ICU	۶	هماتولوژی	۷
پیوند مغز و استخوان	۲		

بیوآئروسول ACGIH (کمیته دولتی بهداشت و ایمنی صنعتی آمریکا) مقدار 75 CFU/m^3 را به‌عنوان مقدار قابل قبول در مشاغل پیشنهاد نموده است (۲۵). با توجه به استاندارد پیشنهاد شده توسط ACGIH میزان آلودگی در ۸۰ درصد از ایستگاه‌های پرستاری بالاتر از حد مجاز پیشنهاد شده است. این نتایج نشان می‌دهد پرسنل درمانی در ریسک ابتلا به بیماری‌های سیستم تنفسی هستند. همچنین با توجه به اینکه پرسنل درمانی خود می‌توانند عامل انتقال دهنده پاتوژن‌ها به بیماران باشند خطر ایجاد تماس در بیماران نیز وجود دارد. این مسئله به‌خصوص در مورد بیمارانی که ضعف سیستم ایمنی دارند مثلاً در بخش‌هایی همچون پیوند مغز و استخوان، مراقبت‌های ویژه بالاتر است (۱۳، ۳۶).

نتایج اندازه‌گیری نشان داد میزان پاتوژن‌ها در هوای ایستگاه پرستاری در بخش ارتوپدی بیشترین و میزان پاتوژن‌ها در هوای ایستگاه پرستاری بخش پیوند قلب و عروق کمترین مقدار را داراست. علت تفاوت میزان آلودگی در ایستگاه‌های مختلف مربوط به بسته بودن پنجره‌ها و عدم جابجایی هوا، تعداد پرسنل مستقر در ایستگاه، سیستم تهویه نامناسب و عدم استریل‌سازی مناسب در ایستگاه‌ها است به‌طوری‌که نتایج آزمون همبستگی پیرسون ارتباط معنی داری ($P=0/02$) بین

نمی‌کنند، اما برخی از انواع میکروارگانیسم‌ها بیماری‌زا بوده و سلامتی انسان را به خطر می‌اندازند (۲۵). تماس با بیوآئروسول‌ها با گستره وسیعی از اثرات بهداشتی در ارتباط است که شامل بیماری‌های واگیردار، اثرات سمی و حاد، آلرژی و سرطان می‌شود (۲۶، ۲۷). مطالعات نشان داده است که ارتباط معنی داری بین عفونت‌های بیمارستانی و آئروسول‌های موجود در هوا وجود دارد (۲۸).

آلرژی، التهاب سیستم ریوی و کاهش عملکرد سیستم تنفسی در اثر استنشاق بیوآئروسول‌ها ایجاد می‌گردد (۲۹). مواجهه تنفسی با پاتوژن‌ها به‌عنوان یکی از عوامل خطر برای پرسنل بیمارستانی است. این مشکل حتی در کشورهای پیشرفته نیز قابل طرح است (۳۰) و خطرات مواجهه با پاتوژن‌ها توسط متخصصین در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است (۳۱، ۳۲). این مواجهه به‌خصوص در سیستم تنفسی ایجاد اثرات و بیماری‌هایی همچون سل، عفونت‌های باکتریایی و قارچی، حساسیت تنفسی، طاعون، سیاه زخم، آسم، بیماری‌های فصلی مانند آنفلونزا می‌نماید (۳۳). در استانداردها و راهنماهای ارائه شده توسط سازمان جهانی بهداشت (WHO) میزان $100 - 50 \text{ CFU/m}^3$ (۳۴) را به‌عنوان تعداد کلنی‌های قابل پذیرش در هوای بیمارستان‌ها پیشنهاد می‌نماید (۳۵). کمیته

بیمارستان در خرمشهر، بیشترین میانگین کلنی باکتری‌ها را در فصل بهار با غلظت $238/51 \text{ CFU/m}^3$ و در پاییز با میزان $167/02 \text{ CFU/m}^3$ مشاهده نمودند آنها بیشترین آلودگی را مربوط به بخش عفونی و کمترین میانگین را مربوط به CCU گزارش کردند (۴).

طبق راهنمای استانداردهای اعتبار بخشی بیمارستان‌ها در ایران چهار رتبه مختلف (رتبه ۱-۴) جهت دسته‌بندی بیمارستان‌ها وجود دارد به طوری که بیمارستان مورد مطالعه دارای درجه بهداشتی ۱ بود و بیمارستان ارزیابی شده از لحاظ بهداشتی درجه عالی را به خود اختصاص داده بود ولی میزان باکتری در هوای ۸۰ درصد از ایستگاه‌های پرستاری بالاتر از حدود مجاز پذیرش یافته در ACGIH مشخص گردید. عدم ارزیابی کمی آلودگی باکتری در بیمارستان‌ها برای تعیین وضعیت بهداشتی مهمترین دلیل این عدم هماهنگی بین رتبه بهداشتی و وضعیت آلودگی بیمارستان است. از محدودیت‌های این مطالعه عدم ارزیابی آلودگی‌های میکروبی در کلیه فصول سال است تا امکان مقایسه بین فصول گرم و سرد فراهم شود. همچنین در این مطالعه تمرکز بر روی بررسی میزان باکتری‌ها در هوا بوده و سایر بیوآئروسول‌ها همچون قارچ‌ها مورد بررسی قرار نگرفتند.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعات مختلف همچون این تحقیق نشان می‌دهد *Staphylococcus aureus* شایع‌ترین پاتوژن آلوده‌کننده در هوای مراکز درمانی است. وجود پاتوژن‌ها در ایستگاه‌های پرستاری و در مقادیری بالاتر از حدود مجاز نشان می‌دهد مسائل بهداشت شغلی در ایستگاه‌های بررسی شده در نظر گرفته نمی‌شود و سیستم گندزدایی و مهندسی تهویه در این ایستگاه‌ها به‌درستی اجرا نشده است. جهت کنترل پاتوژن‌های باکتریایی توصیه می‌شود سیستم تهویه موضعی در ایستگاه‌های پرستاری تعبیه شود و میزان کارایی آن مرتباً چک گردد، همچنین استفاده از روش‌های مناسب استریل کردن برای گندزدایی دقیق و مناسب پیشنهاد می‌گردد و توصیه

تعداد پرسنل مستقر در ایستگاه‌های پرستاری و میزان کلنی‌های مشاهده شده در هر ایستگاه نشان داد. میزان آلودگی در گروه بخش‌های مراقبت ویژه به شکل معنی داری ($p=0/02$) کمتر از گروه بخش‌های بستری مشخص گردید. با توجه به اینکه تعداد پرسنل مستقر در بین این دو گروه تفاوت معنی داری ($p=0/09$) نداشت به نظر می‌رسد نحوه استریل‌سازی و ضدعفونی کردن بخش‌ها در بین این دو گروه، عامل اصلی برای ایجاد تفاوت در میزان پاتوژن‌های باکتریایی است. با وجود سیستم‌های تهویه و فیلتراسیون مرکزی در بیمارستان‌ها جابجایی هوا در بخش‌های مختلف قابل پیش بینی است و امکان حضور آئروسول‌های یکسان در بخش‌های مختلف قابل انتظار است. بررسی‌های به‌عمل آمده در بیمارستان مطالعه شده نشان داد تهویه در بیمارستان مرکزی نبوده و در بخش‌ها از تهویه طبیعی و فن کویل استفاده می‌گردد که در این نوع سیستم‌ها جابجایی هوا بین بخش‌ها وجود ندارد (۳۷) و به همین دلیل باکتری‌هایی که در یک بخش مشاهده شده در بخش دیگر دیده نشده است.

شایع‌ترین پاتوژن در هوای ایستگاه‌های مطالعه شده *Staphylococcus aureus* به‌عنوان باکتری گرم مثبت و *Acinetobacter Iwoffii* به‌عنوان باکتری گرم منفی مشاهده شد. با در نظر گرفتن اینکه باکتری *Staphylococcus aureus* به‌عنوان آلودگی در بیمارستان‌های دیگر نیز مطرح است (۱۵) توجه به این گونه و بیماری‌های ناشی از تماس با آن اهمیت ویژه‌ای دارد.

Napoli و همکاران در ایتالیا با نمونه برداری از هوای ۳۲ اتاق عمل، قارچ‌های اسپریلوس و پنسیلیوم را از مهمترین پاتوژن‌های هوابرد گزارش نمودند (۱۶). Dehdashti و همکاران با نمونه برداری از هوای بیمارستان‌های دامغان بخش اطفال را از نظر آلودگی باکتریایی (باکتری استافیلوکوک) دارای بیشترین آلودگی هوابرد ($38/68 \text{ CFU/m}^3$) و بخش سونوگرافی ($10/60 \text{ CFU/m}^3$) و همچنین آشپزخانه ($10/60 \text{ CFU/m}^3$) را با کمترین آلودگی گزارش کردند (۳۸). Hasanvand و همکاران با بررسی ۷ بخش از یک

12. Jaffal A, Banat I, El Mogheth A, Nsanze H, Bener A, Ameen A. Residential indoor airborne microbial populations in the United Arab Emirates. *Environment International*. 1997;23(4):529-33.
13. Abdolahi A, Mehrazma M. Concurrence of nosocomial infections with microorganisms spreading in the air of hospital wards. *Medical Laboratory Journal*. 2009;3(2):40-45.
14. Borghesi A, Stronati M. Strategies for the prevention of hospital-acquired infections in the neonatal intensive care unit. *Journal of Hospital Infection*. 2008;68(4):293-300.
15. Singh K, Kishor K. Bacterial contamination in operating theatres of district hospital Budgam in Kashmir division. *Innovative Journal of Medical and Health Science*. 2013;3(2).
16. Napoli C, Marcotrigiano V, Montagna MT. Air sampling procedures to evaluate microbial contamination: a comparison between active and passive methods in operating theatres. *BMC Public Health*. 2012;12(1):594.
17. Ducl G, Fabry J, Nicolle L. Prevention of Hospital-Acquired Infections: A Practical Guide. Geneva: World Health Organization; 2002.
18. Pittet D, Hugonnet S, Harbarth S, Mourouga P, Sauvan V, Touveneau S, et al. Effectiveness of a hospital-wide programme to improve compliance with hand hygiene. *The Lancet*. 2000;356(9238):1307-12.
19. Schulster L, Chinn RY, Arduino M, Carpenter J, Donlan R, Ashford D, et al. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. Recommendations and Reports: Morbidity and Mortality Weekly Report. 2003;52(10):1-42.
20. Bahrami A. Methods of Sampling and Analysis of Pollutants in Air. Hamedan: Hamedan University of Medical Sciences; 2006 (in Persian).
21. Pérez N, Pey J, Castillo S, Viana M, Alastuey A, Querol X. Interpretation of the variability of levels of regional background aerosols in the Western Mediterranean. *Science of the Total Environment*. 2008;407(1):527-40.
22. Seangkiatiyuth K, Surapipith V, Tantrakarnapa K, Lothongkum AW. Application of the AERMOD modeling system for environmental impact assessment of NO₂ emissions from a cement complex. *Journal of Environmental Sciences*. 2011;23(6):931-40.
23. Abu-Allaban M, Abu-Qudais H. Impact assessment of ambient air quality by cement industry: A case study in Jordan. *Aerosol and Air Quality Research*. 2011;11(7):802-10.
24. Guo Y, Tong S, Zhang Y, Barnett AG, Jia Y, Pan X. The relationship between particulate air pollution and emergency hospital visits for hypertension in Beijing, China. *Science of the Total Environment*. 2010;408(20):4446-50.
25. Hering S. Air Sampling Instruments. Cincinnati, Ohio: American Conference of Governmental Industrial Hygienists; 1989.
26. Douwes J, Thorne P, Pearce N, Heederik D. Bio-aerosol health effects and exposure assessment: progress and prospects. *The Annals of Occupational Hygiene*. 2003;47(3):187-200.
27. Mazurek GH, Jereb J, LoBue P, Iademarco MF, Metchock B, Vernon A. Guidelines for using the QuantiFERON-TB Gold test for detecting Mycobacterium tuberculosis infection, United States. Recommendations and Reports: Morbidity and Mortality Weekly Report. 2005;54(RR-15):49-55.
28. Naddafi K, Rezaei S, Nabizadeh R, Younesian M, Jabbari H. Density of Airborne Bacteria in a Children Hospital in Tehran. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2009;1(2):75-80 (in Persian).
29. Ruzer L, Harley NH. Aerosols Handbook: Measurement, Dosimetry, and Health Effects. Boca Raton: CRC Press; 2005.
30. Verde SC, Almeida SM, Matos J, Guerreiro D, Meneses M, Faria T, et al. Microbiological assessment of indoor air quality at different hospital sites. *Research in Microbiology*. 2015;166(7):557-63.
31. Abedini M, Ghotbi N, Hadavi N, Chavoshi D, Asgharian N. Comparison of two nosocomial infection surveillance in a neonatal ward. *Tehran University Medical Journal*. 2014;71(10):652-59 (in Persian).
32. Nienhaus A, Kesavachandran C, Wendeler D, Haarmann F, Dulon M. Infectious diseases in healthcare workers—an analysis of the standardised data set of a German compensation board. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2012;7(1):8.

33. World Health Organization. guidelines for Indoor Air Quality: Selected Pollutants. Geneva: World Health Organization; 2010.
34. Kowalski W. Hospital Airborne Infection Control. Boca Raton: CRC Press; 2011.
35. Abt E, Suh HH, Allen G, Koutrakis P. Characterization of indoor particle sources: A study conducted in the metropolitan Boston area. Environmental Health Perspectives. 2000;108(1):35-44.
36. Capolongo S, Settimo G, Gola M. Indoor Air Quality in Healthcare Facilities. New York: Springer; 2017.
37. Tabatabaei M. Building Installations Calculations. 12 ed. Tehran: Rozbahan Publication; 2015 (in Persian).
38. Dehdashti A, Sahranavard N, Rostami R, Barkhordari A, Banayi Z. Survey of bioaerosols type and concentration in the ambient air of hospitals in Damghan, Iran. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2013;4(3):41-51.



Available online: <http://ijhe.tums.ac.ir>

Original Article



Bacterial bioaerosols determination in nurse stations in a governmental hospital in Tehran

M Montazer¹, N Soleimani², R Zendeheel^{1,*}, K Etemad³, M Abtahi Mohasel⁴, M Malmir⁵

1- Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, ShahidBeheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Department of Microbiology, Faculty of Biological Sciences, ShahidBeheshti University, Tehran, Iran

3- Department of Epidemiology, School of Public Health, ShahidBeheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4- Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, ShahidBeheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

5- Deputy Chancellor of Health, Iran University of Medical Science, Tehran, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 20 April 2018

Revised: 18 July 2018

Accepted: 23 July 2018

Published: 17 September 2018

ABSTRACT

Background and Objective: Bacterial exposure in hospitals due to the presence of pathogens in hospitals is one of important health problems for medical staff. The World Health Organization (WHO) reported a global outbreak of hospital infections from 5.7% to 19.1% in the 2011 report. The aim of this study was to identify bacterial bioaerosols in nursing stations in a public hospital in Tehran to determine the occupational hazards of them.

Materials and Methods: This cross-sectional study was conducted three times at fifteen nursing station in 15 different departments of a public hospital in Tehran. 45 samples were prepared on three culture media including Mackangi Agar, nutrient agar and Manitol Salt Agar. Air samples were prepared according to NIOSH 0800 method by a bacterial sampler with a flow rate of 28.3 L/min for 5 min. Samples were analyzed by microbial screening test.

Results: Mean of the bacterial infection was 180.03 ± 125.27 CFU/m³. The results showed that there were gram positive *Staphylococcus aureus* in the all air samples of nursing stations. Moreover, in 26.7% of occupational exposure nursing stations with *Acinetobacter Iwoffii* was observed as the most common gram negative bacteria.. Maximum bacterial number was found in orthopedic nursing station (399.99 CFU/m³) and heart transplant nursing station had the minimum bacterial infection (43.73 CFU/m³).

Conclusion: Eighty percent of occupational exposure in the samples had higher exposure to bacterial pathogens than the standards set by ACGIH (75 CFU/m³). Due to the presence of *Staphylococcus aureus*, *E. coli* and *Acinetobacter Iwoffii* in nursing stations, there was a risk of hospital infections in health care workers. It seems unsuitable surface sterilization and lack of useful engineered controlling methods has led to bio aerosol scattering in the air of studied stations.

Keywords: Bacterial pathogens, Airborne exposure, Nosocomial infection, Nursing station

***Corresponding Author:**

Zendeheel76@Sbmu.ac.ir

Please cite this article as: Montazer M, Soleimani N, Zendeheel R, Etemad K, Abtahi Mohasel M, Malmir M. Bacterial bioaerosols determination in nurse stations in a governmental hospital in Tehran. Iranian Journal of Health and Environment. 2018;11(2):281-92.