

## • مقاله مروری

# سرایت بیماری‌های عفونی در طی مسافرت‌های هوایی تجاری

\* دکتر محمد درویشی<sup>۱</sup>، دکتر سعید زارعی<sup>۲</sup>، دکتر حسین علی عالیشاه<sup>۳</sup>، دکتر علی اصغر سعیدی<sup>۴</sup>،  
دکتر محمد علی داور پناه<sup>۵</sup>

### چکیده

افزایش میزان استقبال مردم و سهولت و راحتی جابجایی از طریق مسافرت‌های هوایی، موجب شده است تا بیماری‌های عفونی منتقله از طریق هوا، غذا و ناقل جاندار (vehicle) و نیز بیماری‌های مشترک بین انسان و دام، به مسأله مهمی از نظر بهداشت عمومی در طی مسافرت‌های هوایی تبدیل شوند. افزایش بیش از حد ترس از عوامل بیوتورویستی موجب شده است تا مسئولین بهداشتی امکان بالقوه انتشار این عوامل را از طریق مسافرت‌های هوایی مورد توجه قرار دهند. وقوع سندرم حاد تنفسی شدید- سارس (SARS) - در سال ۲۰۰۲ نقش مهم و پررنگ مسافرت هوایی را در انتشار سریع و گسترده بیماری‌های عفونی نوپدید نشان داد و حتی توانایی و خطر گسترش عالمگیر بیماری‌ها را نیز نمایان ساخت. علاوه بر اعضای گروه پروازی، مسئولین بهداشت عمومی و مراقبین سلامت نیز نقش مهمی در شناسایی و کنترل بیماری‌های عفونی منتقله در طی مسافرت‌های هوایی داشته و بایستی با راهکارها و دستورالعمل‌های آرایه شده توسط صاحب‌نظران منطقه‌ای و بین‌المللی آشنا باشند.

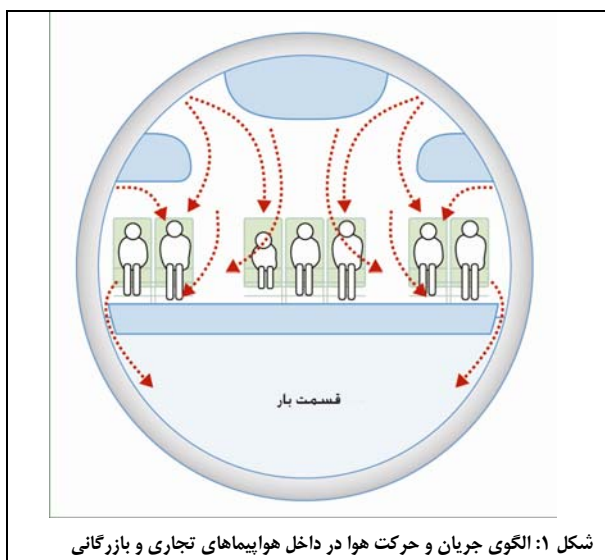
کلمات کلیدی: مسافرت هوایی، بیماری‌های عفونی، کنترل

مجله علمی ابن سینا / اداره بهداشت و درمان نهاجا (سال دهم، شماره اول، بهار ۱۳۸۶، مسلسل ۲۵)

۱. متخصص بیماری‌های عفونی و گرمسیری، دانشگاه علوم پزشکی آجا (مؤلف مسؤول)
۲. پزشک هوایی، اداره بهداشت و درمان نهاجا
۳. دستیار بیماری‌های عفونی و گرمسیری، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۴. دستیار بیماری‌های عفونی و گرمسیری، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۵. متخصص بیماری‌های عفونی و گرمسیری، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

## مقدمه

سوزاننده است، استریل باشد. الگوی جریان و حرکت هوا در داخل هواپیماهای تجاری و بازرگانی استاندارد به صورت مجاورتی صورت می‌گیرد، به این صورت که هوا از ناحیه فوقانی (سقف) هواپیما به فضای داخلی کابین دمیده می‌شود و پس از چرخش در درون هواپیما، از ناحیه نزدیک به کف هواپیما فضای داخلی را ترک می‌کند. (شکل ۱)



اندکی از هوای دمیده شده به درون کابین، از جلو به سمت عقب هواپیما جریان و انتشار می‌یابد. این الگوهای جریان و حرکت هوا، فضای درون کابین هواپیما را به بخش‌هایی تقسیم کرده و بدین ترتیب، انتشار ذرات منتقله از طریق هوا در داخل کابین محدود و محصور می‌سازد. امروزه در بیشتر هواپیماهای تجاری و بازرگانی، نیمی از هوای دمیده شده به درون کابین مسافران مورد بازیافت قرار می‌گیرد تا کنترل و تنظیم جریان و حرکت هوا در درون کابین، میزان رطوبت و بوی مطلوب برقرار شود. هوای بازیافتی معمولاً قبل از تزریق به کابین از داخل فیلترهای هوایی خاص با اثر بخشی بالا به نام HEPA (Highly Efficient Particulate Air Filter) عبور داده می‌شود.

میزان و دفعات طبیعی و معمول تعویض هوای داخل کابین هواپیما بین ۱۵ تا ۲۰ بار در ساعت متغیر است که تقریباً معادل میزان تعویض هوا در داخل ساختمان‌های اداری کلاسیک و مهندسی‌ساز است که میزان تعویض هوا در آنها ۱۲ بار در هر

سالانه بیش از ۳/۵ میلیارد نفر جهت مسافرت خود از هواپیما استفاده می‌کنند که از میان آنها نزدیک به ۵۰۰ میلیون نفر به کشورهای در حال توسعه سفر می‌کنند. با وجود نادر بودن و مشکل بودن اثبات درستی و صحت موضوع، به هر حال، خطر بالقوه انتقال بیماری در طی مسافرت هوایی وجود دارد و به همین دلیل به آن توجه بیشتری می‌شود. افزایش جابجایی مردم و استفاده بیشتر از هواپیما جهت نقل و انتقالات و مسافرت، احتمال سرایت بیماری‌ها به مسافران را نه تنها در طی پرواز، بلکه قبل و بعد از پرواز نیز افزایش داده است. در اینجا، ما دانسته‌ها و علوم مرتبط با انتقال بیماری‌های عفونی همراه با مسافرت‌های هوایی تجاری را با تأکید خاص بر روی انتقال بیماری در کابین مسافران هواپیما مورد بحث قرار می‌دهیم.

## فضای داخل کابین هواپیما

در طی پرواز، کابین هواپیما محیط بسته و تهویه شده‌ای است که مسافران را در معرض هیپوکسی هیپوباریک (هیپوکسی ناشی از کاهش فشار هوا)، کاهش رطوبت هوا و مجاورت و نزدیکی به یکدیگر قرار می‌دهد. یک سیستم جانبی میزان فشار، حرارت، تهویه و فیلتراسیون هوا را در فضای داخلی کابین هواپیما کنترل و تنظیم می‌کند. اگرچه این سیستم کاملاً خودکار است، ولی تعداد دستگاه‌های فعال در تنظیم هوا، درجه حرارت فضای داخلی و مخلوط نمودن هوای تازه و بازگشتی تزریق شده به داخل کابین می‌تواند توسط سیستم موجود در هواپیما دستکاری شده و تغییر داده شود. هنگامی که هواپیما در داخل ترمینال پارک شده است، از طریق واحدهای تقویت‌کننده‌ی جانبی، هوای تازه به درون کابین تزریق می‌شود. در طی پرواز، در داخل موتورهای هواپیما، هوا گرم شده و حرارت داده می‌شود و پس از آن فشرده گردیده و سرد می‌شود و از طریق سیستم تهویه‌کننده، در داخل کابین هواپیما دمیده شده و جریان می‌یابد. تصور می‌رود که هوای بیرونی هواپیما در ارتفاعات خیلی بالا که

منتشر گردید، گروه مذکور به این نتیجه رسید که درجه حرارت، میزان رطوبت، سرعت هوا و میزان غلظت مونواکسیدکربن، دی‌اکسیدکربن و ترکیب میکروبی هوای درون کابین، در طی ۱۴ ساعت مسافرت هوایی تجاری که با استفاده از هواپیماهای بوئینگ ۳۰۰ و ۱۴۶ صورت گرفته بود، با سایر گزارشات قبلی مشابه بوده است. مرکز مشاوره و پژوهش ساختمان نیز یک مطالعه اروپایی در مورد هوای داخل کابین انجام داد که ارزیابی ویژگی‌های محیطی درون کابین مسافران هدف آن بود. این تلاش‌ها و مطالعات احتمالاً منجر به بهبود مقررات بین‌المللی صدور گواهینامه و مجوز در مورد نگهداری سیستم‌های کنترل محیط هواپیما خواهد شد.

### روش‌های انتقال بیماری

چهار روش برای انتشار میکروارگانیسم‌ها وجود دارد: تماسی (contact)، از طریق هوا (air-borne)، وسایل بی‌جان (common vehicle) و انتقال با واسطه ناقل جاندار (vector-borne). انتقال تماسی شامل تماس مستقیم است که در طی آن تماس بدن با بدن رخ می‌دهد و یا نوع غیرمستقیم که در آن فرد حساس به واسطه تماس با اشیاء (fomite) دچار آلودگی و عفونت می‌گردد. انتقال از طریق قطرات درشت به نوعی از انتقال تماسی اطلاق می‌شود که در آن قطرات بزرگ (بیش از ۵ میکرون) آلوده به میکروارگانیسم‌ها هنگام عطسه کردن، سرفه کردن یا صحبت کردن فرد بیمار تولید می‌شوند. این قطرات در فواصل نزدیک منتشر می‌شوند (کمتر از یک متر) و بر روی ملتحمه و یا مخاط میزبان حساس قرار می‌گیرد. انتقال از طریق هوا به‌دنبال تبدیل شدن عامل عفونی به ذرات بسیار ریز (aerosolization) و توسط قطرات ریز (droplet nuclei) صورت می‌گیرد و شامل میکروارگانیسم‌هایی می‌شود که اندازه کمتر از ۵ میکرون دارند. این ذرات بسیار ریز به‌صورت گسترده پراکنده شده و با توجه به شرایط محیطی، می‌توانند برای مدت‌های نامحدودی در هوا معلق باقی بمانند. انتقال از طریق اجسام و اشیاء بی‌جان

ساعت می‌باشد. ظرفیت تهویه هوای درون کابین، با توجه به نوع هواپیما تفاوت می‌کند ولی به‌صورت معمول، متوسط آن (۴/۵L/S) ۱۰ بار در هر دقیقه است.

همچنین میزان تهویه می‌تواند در بخش‌های مختلف کابین هواپیما مثل Economy class و First class متفاوت باشد. در مجموع، فیلترهای HEPA مورد استفاده در هواپیماهای تجاری می‌توانند به میزان ۹۹/۹۷٪ ذرات تا اندازه ۰/۳ میکرون و بزرگتر را جذب کرده و تصفیه نمایند. این فیلترها، گرد و غبار، بخارات، باکتری‌ها و قارچ‌ها را تصفیه و پالایش می‌نمایند. همچنین فیلترهای HEPA به‌طور مؤثر و کارآمد ذرات ویروسی را جذب می‌کنند زیرا ویروس‌ها معمولاً از طریق قطرات تنفسی (droplet nuclei) منتشر می‌شوند. در حال حاضر استانداردهای عملی و کاربردی در مورد تهویه هواپیماهای تجاری و بازرگانی در دسترس نیستند. اگرچه در یک بررسی مشاهده شد که اکثریت شرکت‌های حمل‌کننده مسافران هوایی، هواپیماهای خود را به فیلترهای HEPA مجهز کرده‌اند، اما استفاده از آنها را صاحب‌نظران هواپیمایی ملی و سازمان بین‌المللی هواپیمایی، ضروری و لازم نمی‌دانند.

کیفیت هوای داخل کابین کانون توجه و ارزیابی تجهیزاتی توسط گروه‌های علاقه‌مند بوده است. این واقعیت و حقیقت که ذرات منتقله از طریق هوا در تمام طول کابین مسافران توسط سیستم تهویه منتشر می‌شوند، در اکثریت پژوهش‌های این گروه‌ها مشاهده شده است. با این حال، هیچ‌گونه کار عملی در خصوص کیفیت هوای داخل کابین و میزان تهویه به منظور ارتقای سلامت در مقایسه با سایر الگوهای انتقال در داخل ساختمان‌های اداری انجام نشده است و در این زمینه کمبودها و محدودیت‌ها همچنان پا برجاست. این نقایص و کمبودها موجب شد تا دولت انگلستان در سال ۲۰۰۰ میلادی گروه کاری بهداشت هوانوردی را به منظور ارزیابی و بررسی بیشتر در مورد وجوه بهداشتی مسافرت‌های هوایی شامل کیفیت و سلامت هوای درون کابین، تأسیس کند. در یک مطالعه گسترده و مفصل که در سال ۲۰۰۴ پیرامون کیفیت هوای درون کابین

تفاوت‌هایی نیز در این همراهی گزارش شده است: بروز سندرم حاد شدید تنفسی (SARS) که در آن مسافرانی که حتی ۷ ردیف دورتر نشسته بودند هم مبتلا شدند.

همچنین به نظر می‌رسد که ریسک انتقال بیماری در داخل کابین هواپیما تحت تأثیر تهویه کابین نیز قرار می‌گیرد. در کل، تهویه مناسب هر فضای محدود، میزان غلظت ارگانیسم‌های منتقله از طریق هوا را کاهش می‌دهد، یک بار تعویض هوا ۶۳٪ ارگانیسم‌های منتقله از طریق هوا را که در همان محیط معلق هستند، خارج می‌کند و از بین می‌برد. الگوی اصلی جریان خطی در داخل کابین هواپیما (شکل ۱) با انجام تعویض مکرر هوای کابین و استفاده از فیلتراسیون HEPA برای هوای مجدداً تصفیه شده، به‌وضوح انتقال عوامل عفونی را محدود می‌سازد. هنگامی که سیستم تهویه هوای هواپیما کار نکند و معیوب باشد، انتقال عوامل عفونی در تمامی قسمت‌های کابین مسافران صورت می‌گیرد، همانطور که در هنگام وقوع آنفلوانزا، وقتی که سیستم تهویه هواپیما کار نمی‌کند و مسافران درون هواپیما نگه داشته شده‌اند، رخ می‌دهد.

انتقال یافته‌های اپیدمیولوژیک به مدل‌های ریاضی جهت ارزیابی خطر نشان می‌دهد که چگونه در طی مسافرت‌های تجاری مجاورت با بیمار و سیستم تهویه انتقال، بیماری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مدل‌های ارزیابی با اطلاعات حاصل از مطالعه بر روی سل در طی پرواز نشان داد که دو برابر کردن میزان تهویه در داخل کابین، میزان خطر انتقال عفونت را به نصف کاهش می‌دهد. همچنین به‌طور تصاعدی خطر انتقال در مسافرانی که ۱۵ ردیف صندلی دورتر از منبع عفونت نشسته بودند، کاهش یافته و تقریباً به صفر می‌رسد. به‌طور مشخص تهویه، یک متغیر حیاتی و بحرانی و تأثیرگذار در خطر انتقال عفونت است و کوشش در جهت افزایش تهویه، خطر انتقال را کاهش می‌دهد.

### بیماری‌های منتقله از طریق هوا و قطرات

(common vehicle) شامل یک میزبان (عامل انتقال) بی‌جان است که عفونت را به خیلی از میزبان‌های دیگر منتقل می‌کند و به‌طور معمول به میکروارگانیسم‌هایی مربوط می‌شود که از طریق غذا و آب منتشر می‌شوند. انتقال از طریق vector به انتقال بیماری با واسطه حشرات و جانوران موذی گفته می‌شود.

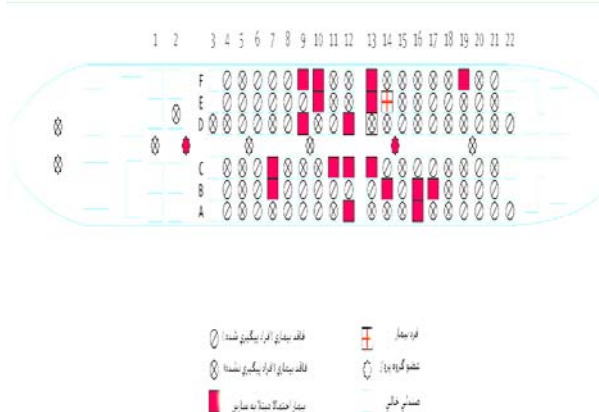
قطرات بزرگ و مکانیسم‌های انتقال از طریق هوا شاید بیشترین میزان خطر را برای مسافرت در داخل هواپیما داشته باشد زیرا دانسیته (چگالی) بالا و نزدیک بودن مسافران به یکدیگر موجب این وضعیت می‌شود. علاوه بر نزدیک بودن، انتقال مؤثر و مفید عامل عفونی به سایر میزبان‌ها به خیلی فاکتورها و عوامل بستگی دارد شامل: میزان عفونت‌زایی مخزن، میزان پاتوژنیسیته میکروارگانیسم، طول مدت زمان در معرض قرار گرفتن، شرایط محیطی (تهویه، میزان رطوبت و درجه حرارت) و فاکتورهای اختصاصی میزبان از قبیل وضعیت عمومی سلامتی و وضعیت ایمنی بیمار. چگونه این عوامل خطر انتقال بیماری در داخل کابین هواپیما را تحت تأثیر قرار می‌دهند، نامعلوم است.

### خطر انتقال

خطر انتقال بیماری در کابین محدود هواپیما را مشکل می‌توان تعیین و ارزیابی نمود. اطلاعات ناکافی انجام متآنالیز را ناممکن می‌سازد. خیلی از مطالعات اپیدمیولوژیک در دسترس شامل سوگرایی‌ها و Biasهایی هستند که ناشی از اطلاعات ناکافی حاصل از مسافران بوده است، بنابراین ارزیابی خطر را دچار اشکال می‌سازد. علی‌رغم این محدودیت‌ها، یافته‌های فعلی بیانگر آن است که خطر انتقال بیماری به مسافران فاقد علامت در داخل کابین هواپیما، با نشستن در دو ردیف اطراف مسافر بیمار در طی مسافرتی هوایی با مدت زمانی بیش از ۸ ساعت، همراه می‌باشد. این همراهی عمدتاً از ارزیابی‌های انتقال سل در طی پرواز حاصل شده است اما به‌نظر می‌رسد که در مورد سایر بیماری‌های عفونی منتقله از طریق هوا نیز صادق باشد.

## درشت

بزرگ و یا توسط تماس مستقیم و غیرمستقیم منتقل می‌شود، اما انتقال هوایی با قطرات کوچک، پراکندگی و سرایت موارد سارس را که در طی مسافرت‌های هوایی رخ داده است بهتر توجیه می‌کند. شواهد مطرح‌کننده آن است که انتقال سارس در مجتمع‌های Amony در هنگ کنگ ناشی از انتشار از طریق هوا یا یک کلنی ویروسی بوده است. در کل ۴۰ مسافر هوایی از نظر انتقال مسافران آلوده به سارس مورد بررسی قرار گرفتند. ۵ تا از این پروازها با احتمال انتقال داخل هواپیمایی سارس در ۳۷ بیمار همراه بوده‌اند. اکثریت این مسافران در پیرامون ۵ ردیف صندلی فرد بیمار نشسته بوده‌اند. در ۱۵ مارس سال ۲۰۰۳ در پروازی ۳ ساعته که حامل ۱۲۰ مسافر بود و از هنگ کنگ به پکن انجام گردید، بروز غیرمنتظره‌ای مشاهده شد و ۲۲ نفر از ۳۷ فرد مورد پیگیری، پس از مسافرت هوایی مشکوک به سارس شده بودند. قطعی شدن عفونت کروناویروسی سارس در ۱۶ نفر رخ داد، ۲ نفر از مسافران تشخیص احتمالی سارس داشتند و ۴ نفر هم گزارش شد که سارس دارند اما امکان روبرو شدن با آنها وجود نداشت. تعداد موارد ثانویه ناشی از آن پرواز مورد بررسی قرار نگرفت، اما احتمالاً بیش از ۳۰۰ نفر مبتلا شدند. شکل ۲ الگوی پراکندگی بروز سارس را در داخل این پرواز نشان می‌دهد.



شکل ۲: الگوی پراکندگی بروز سارس در داخل پرواز هنگ‌کنگ به پکن ۱۵ مارس ۲۰۰۳

این الگو می‌تواند اهمیت داشته باشد زیرا از مثال تیپیک سرایت پاتوژن‌های منتقله از طریق هوا در طی پرواز تبعیت نمی‌کند، برای مثال، خطر انتقال بیماری با زمان پرواز بیش از ۸

سل یک تهدید جدی جهانی است و پیش‌بینی‌ها و تخمین‌ها مطرح‌کننده‌ی آن است که حدود ۱/۳٪ جمعیت دنیا به این عامل بیماری‌زا آلوده شده‌اند. بیشترین مدل مورد مطالعه قرار گرفته در مورد انتقال و انتشار پاتوژن‌های منتقله از راه هوا در داخل کابین هواپیما، انتقال مایکوپلازما توبرکلوزیس است. چندین مطالعه در مورد انتقال سل در داخل هواپیما در طی پرواز گزارش شده است که بیشتر آنها در دهه میانی ۱۹۹۰ بوده است.

دو مورد از این هفت مطالعه یک ارتباط احتمالی انتقال داخل هواپیما را نشان داد. در اولین مورد یک مهماندار هواپیما بیمار بود و ۲ مورد تغییر تست جلدی توبرکلوزیس ثابت شده در طی ۵ ماه بعد در سال ۱۹۹۲ در ۲۱۲ عضو گروه پروازی و ۵۹ مسافر همیشگی و دایمی رخ داد. مورد دوم و بزرگتر بروز بیماری، مربوط به مسافری بود که با سل ریوی از بالتیمور به شیکاگو و سپس به هونولولو مسافرت کرد. ۴ نفر از ۱۵ مسافری که در پیرامون ۲ ردیف از بیمار فوق نشسته بودند با تغییر تست جلدی توبرکلوزیس مواجه شدند. اگرچه شانس خطر سل در داخل کابین هواپیما وجود دارد، اما هیچ موردی از بیماری فعال در نتیجه مسافرت هوایی گزارش نشده است. به نظر می‌رسد انتقال در داخل کابین هواپیما بیشتر با مجاورت با مسافر بیمار (در ۲ ردیف پیرامون) در طی یک مدت زمان طولانی (بیش از ۸ ساعت) مرتبط باشد و لزوماً ناشی از عمل تهویه کابین نیست. حدس زده می‌شود که احتمال کلی انتقال عفونت در صورتی که یک منبع علامتدار وجود داشته باشد، یک در ۱۰۰۰ باشد و برآورد می‌شود این احتمال خطر اگر کمتر نباشد، مشابه با سایر فضاهای محدود است.

پنومونی آتیپیکی است که توسط کروناویروس ایجاد می‌شود. انتشار جهانی توسط مسافران هواپیمایی و در طی پرواز ثابت شده است. تصور می‌شود که بیماری توسط قطرات آئروسول شده

ساعت و نشستن در پیرامون ۲ ردیف اطراف فرد بیمار وجود دارد. طول مدت پرواز از هنگ کنگ به پکن ۳ ساعت بود و مسافرانی که مبتلا شدند ۷ ردیف جلوتر و ۵ ردیف عقب‌تر از فرد بیمار نشسته بودند. توجه احتمالی چنین پراکندگی می‌تواند این باشد: انتقال از طریق هوا بیش از انتقال از طریق تماس روی دهد، سیستم فیلتراسیون کابین هواپیما خوب کار نکند و مسافران قبل و یا بعد از پرواز آلوده شوند. از زمانی که WHO دستورالعمل‌هایی خاص برای مسافرت‌های هوایی در مورد سارس منتشر کرد، تاکنون هیچ‌گونه انتقال در داخل هواپیما از اواخر مارس ۲۰۰۳ رخ نداده است. با توجه به رخ دادن اولین بیماری مسری جدی و شدید در قرن ۲۱، سارس مثالی است که خطرات بیماری‌های عفونی جدید و احتمال بالقوه انتشار سریع آن از طریق مسافرت‌های هوایی را نشان می‌دهد. در نهایت نمای پراکندگی و انتقال سارس در طی پرواز این فرضیه را مطرح می‌کند که نیاز به مطالعه بیشتر الگوهای انتقال بیماری در داخل هواپیما در طی مسافرت‌های هوایی وجود دارد.

مواردی از سرماخوردگی به‌دنبال مسافرت‌های هوایی گزارش شده است که به سختی می‌توان بروز این موارد را صرفاً به انتقال در طی پرواز منتسب نمود. یک مطالعه خطر گسترش عفونت دستگاه تنفسی فوقانی در طی مسافرت هوایی در مسافرانی که با هواپیمایی مسافرت می‌کردند که ۵۰٪ هوای کابین آن مورد تصفیه قرار می‌گرفت را با هواپیمای دیگری که ۱۰۰٪ از هوای تازه استفاده می‌کرد مورد مقایسه قرار داد و مشخص گردید که تصفیه و گردش مجدد هوا درون کابین هواپیما ریسک فاکتوری برای محدود ساختن انتقال عفونت دستگاه تنفسی فوقانی نیست.

این نکته که خود هواپیما می‌تواند یک عامل بی‌جان (vector) در انتقال و انتشار جهانی سوش‌های آنفلوآنزا باشد مورد توافق بیشتری است تا اینکه در طی پرواز انتقال بیماری

صورت گیرد. این حقیقت که مواردی از آنفلوآنزا در سراسر دنیا توسط سوش‌های آنفلوآنزای وارد شده با مسافرت هوایی ایجاد شده است، به‌خوبی مشخص و تأیید شده است. با این حال فقط ۳ مطالعه در خصوص انتقال آنفلوآنزا در طی پرواز گزارش شده است. اولین آنها مربوط به وقوع آنفلوآنزا A سوش تگزاس است که پرواز تجاری هوایی در ۱۹۷۹ منجر به آن شد و ۷۲٪ تمامی مسافران در داخل هواپیما در عرض ۷۲ ساعت دچار آنفلوآنزا گردیدند. میزان حمله ثانویه در خانواده‌های آنان در طی ۲ هفته حدود ۲۰٪ برآورد گردید. میزان بالای انتقال بیماری در این مورد مشخص و خاص، حدس زده می‌شود ناشی از آن باشد که در طی مدت پرواز، زمانی که اقدامات تعمیری در حال انجام بود، مسافران در داخل هواپیما به مدت ۳ ساعت، در حالیکه سیستم تهویه کار نمی‌کرد، نگه داشته شدند. مطالعه دوم مواردی از آنفلوآنزا در تایوان را شرح داد که در یک پایگاه نیروی دریایی در سال ۱۹۸۹ در کارکنان نظامی رخ داد که از یک مانور تمرینی بازمی‌گشتند. انتقال آنفلوآنزا هم بر روی زمین و هم در هوا در ۲ هواپیمای DC-9 رخ داد که اسکادرانی را از پورتوریکو به پایگاه نیروی دریایی فلوریدا می‌بردند. سومین مورد بروز بیماری در سال ۱۹۹۹ در کارگران معدنی که در یک هواپیمای ۷۵ نفره مسافرت می‌کردند مشاهده شد. ۱۵ نفر از مسافرانی که با فرد بیمار همسفر بودند طی ۴ روز دچار علائم بیماری شدند. ۹ نفر از این ۱۵ نفر در ۲ ردیف اطراف بیمار نشسته بودند و تمامی آنها در صندلی‌های ۵ ردیف اطراف بیمار قرار گرفته بودند. مورد دیگری از آنفلوآنزا در مسافرت‌های هوایی تجاری از سال ۱۹۹۹ گزارش نشده است.

### سایر بیماری‌های منتقله از طریق هوا

بیماری منگوکوکی پس از تماس مستقیم با ترشحات تنفسی رخ می‌دهد و با میزان بالایی از مرگ‌ومیر همراه است. یک مورد از بیماری منگوکوکی همراه با مسافرت هوایی به‌صورت، ایجاد بیماری در طی ۱۴ روز از مسافرت با هواپیما که برای مدت حداقل ۸ ساعت طول کشیده باشد و شامل توقف

نیویورک به بیت المقدس در ۱۹۹۴ ثبت کرد. مخزن اصلی مشخص نشد، اما احتمال داده شد که یکی از اعضای تیم پروازی بوده باشد. در سال ۲۰۰۴، مسافری که سرخک داشت از ژاپن به هاوایی مسافرت کرد، اما این مسأله موجب انتقال بیماری به سایر مسافران هاوایی نشد.

گزارش‌های تأیید شده و پذیرفته شده بین‌المللی دارای نقش محرز و مشخص در تعیین تعداد موارد سرخک وارداتی هستند. در آوریل ۲۰۰۴، بروز بیماری در کودکان یک یتیم‌خانه در چین منجر به تعلیق قبول فرزندخواندگی از آن یتیم‌خانه خاص گردید. ۹ مورد از ۱۰ نفری که بیماری آنها تأیید شد، تصور شد که در طی پرواز آلوده شده باشند. یک مورد ثانویه بیماری، خانم دانشجویی بود که با کودک مبتلا به بیماری تماس مستقیم نزدیک داشت.

### بیماری‌های منتقله از طریق common vehicle

#### (وسایل معمول - بی جان)

شایعترین بیماری‌هایی که انتقال آنها در طی پرواز گزارش شده است، از طریق مدفوعی - دهانی یا غذای آلوده انتشار یافته‌اند. به‌طور کلی ۴۱ مورد وقوع بیماری‌های منتقله از طریق غذا گزارش شده است که در ۱۱ مورد آن مرگ دیده شد که این حوادث در طی سال‌های ۱۹۴۷ تا ۱۹۹۹ رخ داد. سالمونلا شایعترین پاتوژن گزارش شده منتقله از طریق غذا است که در طی پروازهای تجاری منتشر می‌شود و ۵۰٪ موارد قطعی شده بین سال‌های ۱۹۹۴-۱۹۴۷ را شامل می‌شود و نزدیک به ۴۰۰۰ مسافر را آلوده کرده و منجر به ۷ مورد مرگ گردیده است. ۸ مورد مرتبط با انتقال از طریق غذا که توسط استافیلوکوک ایجاد شده است و یک مورد مرگ ناشی از آن نیز بین سال‌های ۱۹۹۹-۱۹۴۷ گزارش شده است. یکی از بزرگترین موارد درگیری که ۵۷٪ مسافران را درگیر کرد مربوط به مصرف املت همبرگر بود که در طی یک پرواز بین‌المللی در سال ۱۹۷۵ رخ داد. تعجب برانگیز و جالب است که فقط یک حادثه آنتریت ناشی از ویروس تاکنون گزارش شده است. در این واقعه، آب

روی زمین، برخاستن و نشستن هواپیما می‌شود تعریف می‌شود. مرکز کنترل بیماری‌ها در امریکا (CDC) طی سال‌های ۲۰۰۱-۱۹۹۹، ۲۱ مورد گزارش از احتمال بیماری مننگوکوکی مرتبط با مسافرت هوایی دریافت کرد. در تمامی موارد، فرد آلوده‌کننده، بیماری بود که در یک هواپیمای تجاری مسافرت می‌کرد اما هیچ‌گونه مورد ثانویه‌ای از بیماری گزارش نشد. افرادی که در مجاورت بیمار نشسته بودند باید به‌سرعت شناسایی می‌شدند و پروفیلاکسی دارویی در طی ۲۴ ساعت ابتدایی شناسایی فرد بیمار دریافت می‌کردند. پروفیلاکسی دارویی که پس از ۱۴ روز از شروع بیماری در فرد مظنون داده شود، احتمالاً دارای ارزش اندک و یا فاقد ارزش است.

سرخک بیماری بثوری منتقله از طریق هوا است و بیماری ویروسی خیلی مسری است که میزان حمله آن حدود ۸۰٪ است. انتقال بیماری می‌تواند در طی مرحله پرودرومال رخ دهد و مسافران ممکن است از بیماری خودشان در هنگام مسافرت بی‌خبر باشند. سرخک دیگر در امریکا آندمیک نیست و اکثریت موارد بیماری در مهاجرین از کشورهای در حال توسعه دیده می‌شود. سرخک وارداتی و موارد همراه با آن حداقل ۱۷٪ تمامی موارد گزارش شده در امریکا در سال ۱۹۸۲ را شامل می‌شد. تخمین زده می‌شود از ۱۹۹۶ تا سال ۲۰۰۰، ۳۰٪ تمامی موارد سرخک‌های وارداتی، در افرادی بروز کرده که با وجود علامت‌دار بودن مسافرت کردند.

سه مطالعه انتقال سرخک در طی مسافرت تجاری را شرح داده‌اند. یک case report در سال ۱۹۸۲، هفت مورد ثانویه سرخک را که از نظر اپیدمیولوژیک با بیمار اصلی ارتباط داشتند و حاصل یک مواجهه گذرا بودند را مشخص کرد. یکی از آن مسافران با همان هواپیمایی سفر می‌کرد که فرد بیمار در آن قرار داشت و ۵ مورد دیگر افرادی بودند که در حداقل یک سالن ورودی مشترک با بیمار به‌سر برده بودند. در همان سال، مطالعه دیگری گزارش کرد که یک بیمار در طی سفر از ونزوئلا به میامی مسافر دیگری را مبتلا کرده بود. گزارش سوم ۸ مورد انتقال سرخک را در طی پرواز در خلال یک سفر ۱۰ ساعته از

پرتقال آلوده به‌عنوان عامل انتقال بی‌جان عمل کرده و ویروس شبه نورواک Norwalk-like از نمونه‌های مدفوعی ۳۰ بیمار جدا شد.

گزارشات اندکی در مورد مسافرانی وجود دارد که در پی آلوده شدن غذا یا آب مصرفی به ویبریو کلرا در طی مسافرت هوایی بین‌المللی بیمار شده‌اند. اولین مورد تأیید شده و ثابت شده وقوع بیماری در طی پرواز در سال ۱۹۷۲ و در طی پروازی از لندن به سیدنی و سنگاپور بوده است. از ۴۷ مسافری که دچار وبا شدند و احتمال می‌رود به دسر سردی که در طی پرواز سرو شده مربوط باشد، یک نفر تلف شد. بزرگترین بروز وبای مرتبط با مسافرت هوایی در سال ۱۹۹۲، در طی اپیدمی وبا در امریکای لاتین بود. در طی پروازی از بوئینس آیرس به لیما و از آنجا به لس‌آنجلس، ۷۵ مسافر دچار وبا شدند که منجر به بستری شدن ۱۰ تن از مسافران شد و یک مورد نیز مرگ در پی داشت. ظرف حاوی غذای دریایی که در یکی از کشورهای وبا زده فراهم شده بود، تصور می‌شود که منبع انتقال بیماری بوده باشد. در طی ۵ سال گذشته هیچ موردی از وقوع بیماری‌های منتقله از طریق آب و غذا گزارش نشده است و شاید بتوان آن را به استفاده گسترده‌تر و وسیع‌تر از غذاهای منجمد بسته‌بندی شده، بهبود روش‌های حمل غذا و نظارت بر غذاها نسبت داد ولی ممکن است ناشی از عدم گزارش توسط مسافران و یا سوگرانی‌های گزارش باشد.

### بیماری‌های منتقله از طریق عامل زنده (Vector) و زئونوزها (بیماری‌های مشترک بین انسان و دام)

بیماری‌های منتقله از طریق وکتور عامل خیلی شایع موربیدیتی و مورتالیتی (مرگ و میر) در بسیاری از نقاط دنیا هستند و این پتانسیل خطر را دارند که از طریق هواپیماهای تجاری منتقل و جابجا شوند. خیلی از موارد مالاریا مشاهده شده در اطراف و یا در داخل فرودگاه‌ها در سراسر دنیا، در افرادی که به نواحی آندمیک مسافرت نکرده‌اند رخ می‌دهند و به‌عنوان

مالاریای فرودگاهی (Airport Malaria) شناخته شده و شاهدهی بر این است که پشه‌های ناقل مالاریا می‌توانند توسط هواپیماها جابجا و منتقل شوند. در کل ۸۷ مورد مالاریای فرودگاهی گزارش شده است که ۷۵ مورد از آنها در اروپا رخ داده‌اند. تب دانگ و تب زرد که هر دو توسط پشه‌هایی از جنس Aedes منتقل می‌شوند، در ممالکی دیده شده‌اند که در آنجا قبلاً وجود نداشته‌اند و خیلی از این پشه‌ها تصور می‌رود که توسط هواپیماها انتشار یافته‌اند. یک مورد تب دانگ در زوجی که از سفر هاوایی برمی‌گشتند در آلمان گزارش شده است. انتقال فرودگاهی تب دانگ در این مورد خاص مطرح گردید. سمپاشی هواپیما - ضد عفونی کردن و آلودگی زدایی هواپیما قبل از فرود جهت کشتن حشرات - و کنترل عامل انتقال بیماری در پیرامون فرودگاه‌ها، همچنین انجام احتیاطات و دستورات ایمنیزاسیون، به‌نظر می‌رسد که در پیشگیری از بروز بیماری در نواحی غیرآندمیک مؤثر باشد.

اگرچه قوانین بین‌المللی بهداشتی توصیه به ضدعفونی کردن هواپیماهای مسافرت‌کننده از کشورهای دارای مالاریا و سایر بیماری‌های منتقله از طریق وکتور می‌کنند، اما فقط ۵ کشور این عمل را انجام می‌دهند. حیوانات معمولی و ساکن بر روی سطح خارجی بدن به راحتی در داخل هواپیما حمل و نقل می‌شوند و ممکن است بیماری را منتقل کنند. خیلی از پاتوژن‌های مشترک بین انسان و دام (زئونوتیک) موجب بیماری‌های نوپدید و بازپدید می‌شوند. تا به امروز، هیچ مورد بیماری زئونوتیکی که مرتبط با مسافرت هوایی باشد، گزارش نشده است. با این حال، ادامه پایش و بررسی انتقال هوایی حیوانات، به‌خصوص از کشورهای در حال توسعه، لازم و ضروری است.

### عوامل بیوتروریسم

احتمال انتشار عوامل بیوتروریستی از طریق مسافرت‌های هوایی وجود دارد. یک گزارش مروری و مفصل در مورد عوامل بیوتروریستی و احتمالات نقل و انتقال هوایی آن وجود دارد و علاقه‌مندی خاصی در خصوص آبله که مجدداً پدیدار شده است



## نحوه‌ی مواجهه با بیماری‌های عفونی در داخل هوایپماهای تجاری

هنگامی که مسافران با یک عامل عفونی و یا احتمالاً یک مسافر آلوده مواجهه پیدا می‌کنند، شناسایی زودهنگام و اقدامات کنترلی مناسب عفونت مورد نیاز هستند. قوانین دولتی و بین‌المللی برای کنترل و جابجایی مسافران مبتلا به بیماری‌های مسری، مسؤلیت قانونی ایجاد می‌نماید. این مسؤلیت‌ها از انتشار دادن هشدارهای مسافرتی تا قرنطینه کردن بیماران ورودی به فرودگاه‌ها را دربرمی‌گیرد. اگرچه شرکت‌های هوایپمایی مجاز هستند که از پذیرش مسافران مبتلا به یک بیماری مسری و یا نامناسب جهت پرواز خودداری و امتناع نمایند اما غربالگری سیستماتیک مسافران از نظر بیماری‌های عفونی و مسری و جدا کردن مسافران با علایم عفونی غیرعملی و غیرقابل انجام است. از مسؤولین مراقبت‌های بهداشتی انتظار می‌رود که افرادی را که جهت پرواز نامناسب هستند، شناسایی کنند و یا به شرکت‌های هوایپمایی عمومی توصیه کنند که چگونه با هوایپما به صورت سالم و صحیح پرواز کنند. پیشگیری از وقوع بیماری مهم‌ترین روش کنترل است و مسافران بایستی از نظر به تعویق افتادن هرگونه مسافرت توجیه شوند.

بهداشت مناسب دست‌ها ریسک انتقال بیماری‌ها را کاهش می‌دهد و مسافران هوایی بایستی آن را بخشی از روال عادی مسافرت خود قراردهند. اگرچه ماسک بخش حیاتی و اساسی در کنترل عفونت در محیط‌های بیمارستانی است ولی استفاده از آنها برای کنترل بیماری در داخل کابین هوایپما تأیید نشده است. با این حال بایستی مسافری که مشکوک به سارس است از ماسک NIOSH N95 استفاده نماید و بایستی مسافر ایزوله گردد. مرکز کنترل بیماری‌های آمریکا (CDC) و WHO دستورالعمل‌هایی را در مورد اینکه کی و چگونه مسافران و گروه پروازی را پس از آنکه در درون هوایپما در معرض بیماری‌های عفونی قرار گرفتند راهنمایی نمود، انتشار داده‌اند. به‌طور خلاصه، شرکت هوایپمایی هر موقع که یک دپارتمان بهداشتی اعلام کند

وجود دارد. در طی پرواز، انتشار این بیماری تأیید شده است و به همین جهت احتمال انتشار و پراکندگی آبله از طریق پرواز و مسافرت‌های هوایی از نظر بهداشت عمومی حائز اهمیت می‌باشد. در سال ۱۹۶۳ یک اپیدمی در سوئد گزارش شد که فرد بیماری که تصور می‌رفت در سالن ترانزیت و یا در ترمینال هوایی و یا در داخل هوایپما مواجهه یافته باشد، موجب ۲۴ مورد ثانویه از بیماری شد و ۴ مورد مرگ گزارش شد.

ویروس‌های ایجادکننده تب‌های هموراژیک از قبیل ابولا و لاسا نیز مورد توجه محققان بوده‌اند و از نظر احتمال انتقال در داخل هوایپما، مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. اگرچه انتشار آئروسول ابولا در انسان تأیید نشده است، اما این روش انتقال در پریمات‌های غیرانسانی روی می‌دهد. تب لاسا از طریق قطرات درشت منتقل می‌شود و تصور می‌رود که دارای دوره نهفتگی تا ۳ هفته باشد که باعث می‌شود تا مسافران آلوده احتمالاً فاقد علایم باشند و از وضعیت خویش در زمان مسافرت اطلاعی نداشته باشند. مطالعه مسافرانی که در معرض یک بیمار مبتلا به تب لاسا قرار گرفته بودند، حتی در میان ۱۹ مسافری که ۲ ردیف اطراف مسافر بیمار نشسته بودند، هیچ شواهدی از انتقال بیماری را نشان نداد. از آنجا که ویروس‌های ابولا و لاسا هر دو به‌طور شایعی دارای پیش‌آگهی کشنده هستند و هیچ واکسنی برای آنها در دسترس نیست، روش‌های مناسب کنترل عفونت بایستی به‌کار گرفته شود تا از انتقال این بیماری‌ها پیشگیری شود. تب لاسا با ریباوییرین قابل درمان است، به شرطی که دارو در طی ۶ روز اول شروع بیماری تجویز شود که این مسأله تشخیص زود هنگام بیماری را خیلی مهم و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌کند.

که یک بیمار آلوده در زمان پرواز وجود داشته است، مورد مشاوره قرار می‌گیرد. این شرکت هواپیمایی پس از آن مسافران و کارکنان پروازی را به صورت مکتوب آگاه می‌سازد. این آگاه‌سازی به صورت معمول محدود به پروازهایی است که بیش از ۸ ساعت طول می‌کشند و در برخی موارد، بستگی به شکل ساختاری هواپیما و مسافرانی که تنها در همان منطقه از کابین نشسته‌اند، دارد. مسؤولین بهداشتی به لیست مسافران دسترسی دارند اما این لیست‌ها به طور معمول ناقص و یا غیرقابل دسترس هستند که تعیین و شناسایی احتمالی مسافرین در معرض را مشکل می‌سازد. اطلاعات حاصل از بررسی وسیع در خصوص انتقال سل در طی یک پرواز در ۱۶٪ مسافران غلط بود. اگرچه هیچ اجبار و تأکیدی بر آرشیو و نگهداری فهرست و اطلاعات مسافران توسط شرکت‌های هواپیمایی وجود ندارد اما اکثریت آنها دارای سیاست‌های داخلی هستند که این‌ها را تا ۳ ماه نگهداری می‌کنند.

### نتیجه‌گیری

خطوط هوایی تجاری محیط مناسبی هستند برای انتشار عوامل بیماری‌زایی که توسط مسافران یا گروه پروازی حمل می‌شوند. سیستم کنترل محیطی مورد استفاده در هواپیماها به نظر می‌رسد که انتشار پاتوژن‌های منتقله از طریق هوا را محدود کند و خطر برآورد شده بیش از خطر حقیقی باشد. انتقال بیماری‌های عفونی احتمالاً به صورت شایع‌تری نسبت به آنچه که

به دلایل مختلف شرح داده شد، شامل سوگرایی‌های گزارش و این حقیقت که اکثریت بیماری‌ها دارای دوره نهفتگی طولانی‌تری نسبت به مسافرت هوایی هستند، رخ می‌دهد. سؤالات مهم شامل این موارد است: چه عواملی انتقال بیماری‌های عفونی در داخل کابین هواپیما را تحت تأثیر قرار می‌دهند؟ سیستم‌های تهویه مورد استفاده در هواپیماهای تجاری با توجه به بیماری‌های نوپدید تا چه اندازه مؤثرند؟ ارزیابی بیشتر خطر از طریق مدل‌های ریاضی مورد نیاز است و نگرش مقدماتی راجع به انتقال بیماری در کابین هواپیما و نیز کنترل وقوع بیماری‌های مختلف را فراهم می‌کند.

قوانین بین‌المللی بهداشتی پذیرفته شده در سراسر دنیا در سال ۱۹۶۹ جهت محدود کردن انتشار بیماری‌ها، مورد تجدید نظر و بازبینی قرار گرفته تا مفاهیمی جهت توجه سریع و فوری به وقوع تمامی بیماری‌های مهم از نظر بین‌المللی فراهم کند. برای گزارش‌دهی سریع‌تر و آسان‌تر، وقوع بیماری‌ها بیشتر با سندرم‌های کلینیکی مشخص خواهند شد تا اینکه تشخیص دقیقی داشته باشند. این قوانین جدید و ادامه مراقبت و هوشیاری توسط کشورها، مسؤولین و صاحب‌نظران بهداشتی، شرکت‌های هواپیمایی و مسافران می‌توانند خطر انتقال بیماری از طریق هواپیما را به حداقل برسانند ولی نمی‌توانند آنرا مرتفع و ریشه‌کن کنند. صنعت هوانوردی و جامعه پزشکی بایستی نشریاتی را در مورد بهداشت عمومی و سلامت جامعه در رابطه با مسافرت‌های هوایی و کنترل عفونت منتشر کنند.

## References

1. WHO. Revision of the international health.
2. Centres for Disease Control and Prevention, Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Guidelines for environmental infection control in health care facilities. <http://www.cdc.gov/ncidod/hip/enviro/guide.htm> (accessed Sept 20, 2004). 2003.
3. WHO. Practical guidelines for infection control in health care facilities. <http://www.wpro.who.int/sars/docs/practicalguidelines/default.asp> (accessed Sept 20, 2004).
4. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for hand hygiene in health care settings. *MMWR Morb Mortal Weekly Rep* 2002; 51: RR-16.
5. Air Carrier Access Act of 1986, 14 C.F.R. Part 382 (nondiscrimination on the basis of handicap in air travel). 49 USC 41702; 1986.
6. Association of Port Health Authorities in the United Kingdom. Code of practice: dealing with infectious diseases on aircraft. <http://www.apha.org.uk/copdwidoa.htm> (accessed Sept 20, 2004).
7. Centers for Disease Control and Prevention. Fact sheet on legal authorities for isolation/quarantine. <http://www.cdc.gov/ncidod/sars/factsheetlegal.htm> (accessed Sept 20, 2004).
8. Hass W, Breuer T, Pfaff G, et al. Imported Lassa fever in Germany: surveillance and management of contact persons. *Clin Infect Dis* 2003; 36:1254-57.
9. Monath T, Casals J. Diagnosis of Lassa fever and the isolation and management of patients. *Bull World Health Organ* 1975; 52:707-15.
10. Centers for Disease Control and Prevention. Management of patients with suspected viral hemorrhagic fever. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 1988; 37:1-15.
11. O'Brien K, Higdon M, Halverson J. Recognition and management of bioterrorism infections. *Am Fam Physician* 2003; 67:1927-34.
12. Centers for Disease Control and Prevention. International notes— smallpox—Stockholm. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 1963; 12: 56.
13. Ritzinger F. Disease transmission by aircraft. *Aeromed Rev* 1965; 4: 1-10.
14. Murphy FA. Emerging zoonoses. *Emerg Infect Dis* 1998; 4: 429-35.
15. Meslin FX. Global aspects of emerging and potential zoonoses: a WHO perspective. *Emerg Infect Dis* 1997; 3: 223-28.
16. Sutton R. An outbreak of cholera in Australia due to food served in flight on an international aircraft. *J Hyg (Lond)* 1974; 72: 441-51.
17. Lester R, Stewart T, Carnie J, et al. Air travel-associated gastroenteritis outbreak, August 1991. *Commun Dis Invest* 1991; 15: 292-93.
18. World Health Organization. Recommendations on the disinsecting of aircraft. *Wkly Epidemiol Rec* 1998; 73: 109-11.
19. Simpson RE. Infectiousness of communicable diseases in the household (measles, chickenpox, and mumps). *Lancet* 1952; 2: 549-54.
20. Sato K, Morishita T, Nobusawa E, et al. Surveillance of influenza viruses isolated from travelers at Najoya international airport. *Epidemiol Infect* 2000; 124: 507-14.

## Transmission of infections during commercial air travels

### **Abstract**

Popularly and expansion of air transport and its convenience and ease has made the issue of airborne, food borne and zoonotic disease transmission during air travel to a critical public health problem.

The immense fear of bioterrorism draws attention toward the potential of spread of these agents through air travel. The incidence of SARS in 2002 showed the serious role of air transport in rapid dissemination and potential risk of pandemy of such disease. In addition to air crew, public health officials and care providers have a major role in defection and control of infection during air travel and must have of knowledge of the local and international guidelines.

**Key words: Air transport, Infections, Control.**

**Darvishi M, M.D.**

Air force Be'sat hospital

**Zareiy S, M.D.**

IRIAF Health Administration

**Alishah H.A, M.D.**

Tehran University of medical Sciences

**Saidi A.A, M.D.**

Tehran University of medical Sciences

**Davarpanah M.A, M.D.**

Tehran University of medical Sciences