

آیا کارکنان پرواز در معرض خطر بالاتری برای بروز سرطان پستان هستند؟

کتایون زیاری^۱، *امید رحمانی^۱، رضا اسلامی^۲

چکیده

مقدمه: مطالعات متعدد نشان داده است که در میان کادر پروازی افزایش خطر ابتلا به سرطان پستان وجود دارد. با این حال، نتایج مطالعات اپیدمیولوژیک با این موضوع سازگار نبوده است. ما در این مطالعه مروری کوتاه بر مطالعات موجود در مورد وجود سرطان پستان در کادر پروازی انجام دادیم.

روش بررسی: یک جستجوی مروری از پایگاه های داده از قبیل پابمد، اسکوپوس، امبیس، گوگل اسکولار، و ... برای مطالعات مشاهداتی مربوط تا اکتبر ۲۰۱۷ انجام شد. از کلمات کلیدی سرطان پستان، کادر پرواز و طب هوا-فضا استفاده شد.

یافته ها: میزان بروز سرطان پستان در میان زنان کادر پرواز بالاتر است. با این وجود، هیچ مطالعه ای نشان نداد که میزان مرگ و میر ناشی از سرطان پستان در این گروه افزایش چشمگیری داشته است. اختلالات ریتم شبانه روزی بواسطه شیفت شبانه و تغییرات مناطق زمانی که منجر به اختلال ترشح ملاتونین می شود و همچنین قرار گرفتن در معرض اشعه کیهانی احتمالاً باعث این افزایش خطر می شود. نتایج به دست آمده تفاوت قابل توجهی بر اساس سال انتشار، منطقه جغرافیایی و کیفیت مطالعه نداشتند.

بحث و نتیجه گیری: مطالعات فراوانی و همچنین فراتحلیل های انجام گرفته نشان دادند که گروه پروازی میزان خطر بالاتری نسبت به جمعیت عادی برای ابتلا به سرطان پستان دارند. مطالعات با حجم نمونه های بزرگتر بر اساس جمعیت های مختلف و با در نظر گرفتن تمامی عوامل دخیل، مورد نیاز است.

کلمات کلیدی: میزان بروز، سرطان پستان، اختلالات سیکل خواب، تشعشع اشعه کیهانی، طب پرواز

مقدمه

سرطان پستان به عنوان شایع‌ترین سرطان تشخیص داده شده و عامل اصلی مرگ و میر ناشی از سرطان در زنان در سراسر جهان (با حدود ۱/۷ میلیون مورد و ۵۲۱۹۰۰ فوت در سال ۲۰۱۲) محسوب می‌شود [۱، ۲]. در واقع میزان شیوع و مرگ و میر در تمام کشورهای با سطوح اقتصادی پیشرفته، متوسط و پایین در حال افزایش است. میزان بروز آن در نژادها و مناطق مختلف بسیار متفاوت است و بیشترین آن در میان زنان سفید پوست در ایالات متحده، استرالیا و نیوزیلند و اروپای غربی و شمالی است (بیش از ۸۰ مورد در هر ۱۰۰ هزار نفر) و کمترین آن در میان زنان آسیایی و زنان آفریقایی ساکن در جنوب آفریقا (بروز در حدود کمتر از ۳۰ مورد در هر ۱۰۰ هزار نفر) است. میزان مرگ و میر ناشی از سرطان پستان طیف گسترده‌ای دارد و این میزان در کشورهای با درآمد بالا به دلیل بقای بهتر بیماران نسبت به سایر کشورها بسیار کمتر است [۳].

افراد شاغل در هواپیما در یک محیط بسیار ویژه کار می‌کنند که ممکن است بر روی سلامت این گروه شغلی تأثیراتی داشته باشد. در حالی که در معرض اشعه کیهانی قرار گرفتن یک ویژگی خاص در این افراد است، مواجهه با دیگر عوامل نیز وجود دارد مانند میدان‌های الکترومغناطیسی از دستگاه‌های کابین خلبان، آلودگی هوا در کابین و اختلال در الگوهای خواب. با این حال، مطالعات اپیدمیولوژیک بر روی خدمه پرواز تا اوایل دهه ۱۹۹۰ مورد توجه زیادی قرار نگرفته بود. توصیه‌های کمیسیون بین‌المللی حفاظت از اشعه در سال ۱۹۹۰ که بعداً در دستورالعمل‌های اروپایی و قوانین ملی کشورهای عضو اتحادیه اروپا اجرا شد، اعضای تیم پرواز را تحت گروه شغلی مواجهه با تابش اشعه یونیزه قرار دادند. این امر باعث شد تا گرایش به مطالعات بر روی کادر پرواز، هم از نظر اندازه‌گیری دوز و هم مطالعات اپیدمیولوژی ایجاد شود [۴].

به نظر می‌رسد کارکنان کادر پرواز به علت افزایش مواجهه بیشتر با تابش کیهانی وابسته به ارتفاع و همچنین اختلال در الگوهای خواب دارای خطر مواجهه شغلی بالاتری برای ابتلا به

سرطان هستند. با این حال، مطالعات اپیدمیولوژیک در مورد سرطان پستان در کارکنان پرواز در مقایسه با جمعیت عمومی نتایج ضد و نقیضی را ارائه داده‌اند. مطالعات متعددی گزارش کرده‌اند که میزان وقوع این بدخیمی در زنان کادر پرواز به طور قابل توجهی بالاست [۷-۵]؛ در حالی که برخی دیگر تفاوت قابل توجهی بین بروز سرطان پستان در این گروه با جمعیت عمومی مشاهده نکرده‌اند [۸، ۹].

مطالعات در مورد بروز، افزایش اندک ولی معنی‌دار سرطان پستان را در میان زنان شاغل در کابین پرواز نشان داده‌اند [۱۰]. ولی مرگ و میر ناشی از آن به نظر می‌رسد افزایش چندانی نسبت به جمعیت عمومی ندارند [۱۱]. افزایش خطر با افزایش دوز تابش نیز بالاتر است (اندازه‌گیری دوز با عوامل معادل مانند مدت زمان خدمتی). با این حال، دیگر عوامل شناخته شده مثل الگوهای باروری (تعداد پایین فرزند یا سن بالا در تولد اولین فرزند) نیز نمی‌توانند تمام این افزایش خطر را توضیح دهد [۴].

همه افراد در معرض پس زمینه‌ای از اشعه یونیزان هستند، که معمولاً از مواد رادیواکتیو طبیعی در محیط متساع می‌شوند. بیشترین پرتو پس زمینه ناشی از گاز رادون است که به طور طبیعی به عنوان یک محصول فروپاشی غیرمستقیم سنگ‌های اورانیوم در سطح زمین وجود دارد. علاوه بر این، افراد در معرض تابش یونیزه از خاک و سنگ‌ها، به ویژه گرانیت، و از فعالیت‌های انسانی (عمدتاً از روش‌های پزشکی) و همچنین از داخل بدن انسان (به ویژه پتاسیم ۴۰ از مواد غذایی و آب) هستند. منابع طبیعی هر یک از ما را در معرض مقدار سالانه متوسط دوز تابش پس زمینه تقریباً معادل $2/4 \text{ mSv}$ قرار می‌دهد، اگر چه بسته به مکانی که فرد زندگی می‌کند و شرایط فردی وی سالانه ممکن است این رقم به $3/01 \text{ mSv}$ هم برسد [۱۲].

تابش کیهانی که اعضای خدمه هواپیما در معرض آن قرار دارند، دارای دو ریشه متفاوت است: (۱) ذرات پر انرژی از کل

1. millisievert

شود. علاوه بر این، برای خدمه پرواز باردار، مواجهه شغلی آینده باید برنامه‌ریزی شده باشد، به طوری که در طول بارداری معادل دوز کمتر از ۱ mSv به جنین رسیده باشد [۱۲].

به عنوان یک شکلی از تابش یونیزه، اشعه کیهانی می‌تواند سبب آسیب‌های سیتوژنتیک به سلول‌ها و بافت‌ها شود. به طور خاص، تابش کیهانی می‌تواند به DNA آسیب برساند و منجر به شکست‌های کروموزومی شود که ممکن است منجر به تغییرات نئوپلاستی شود [۱۳، ۱۴]. با این حال، علیرغم اثرات شناخته شده سرطان‌زای تابش کیهانی، ارتباط آن با سرطان هنوز روشن نیست. تعدادی از مطالعات اپیدمیولوژیکی اثر بالقوه تابش کیهانی بر سلامت انسان، از جمله سرطان را مورد بررسی قرار داده است. ما در این مقاله مروری بر خطر سرطان پستان در میان زنان کادر پروازی در مطالعات مختلف پرداختیم.

روش بررسی

تحقیق حاضر یک مطالعه مروری است که در سال ۱۳۹۶ انجام شد و در آن به بررسی منابع معتبر و گزارش‌ها و داده‌های مربوط که بر پایه اطلاعات جمع‌آوری شده از منابع اینترنتی و تحقیقات منتشر شده مرتبط با موضوع تا سال ۲۰۱۷ (ماه اوت)، در پایگاه‌های WHO، Embase، Scopus، PubMed، Google scholar و ... با استفاده از کلمات کلیدی سرطان پستان، کادر پرواز و طب هوا-فضا پرداخته شده است.

یافته‌ها

عوامل خطر شناخته شده برای سرطان پستان در عموم زنان به شرح زیر است:

(۱) عوامل مرتبط با زاد و ولد: اولین قاعدگی در سن پایین (کمتر از ۱۱ سال در مقابل بیشتر از ۱۵ سال باعث افزایش خطر به میزان ۱/۱ تا ۱/۹ برابر می‌شود)، یائسگی در سن بالا (بیشتر از ۵۵ سال در مقابل کمتر از ۴۵ سال باعث افزایش خطر به میزان ۱/۱ تا ۱/۹ برابر می‌شود) [۱۵]. زنان

جهان (که معمولاً به عنوان تابش کیهانی کهکشانی شناخته شده است)؛ و ۲) خورشید. پرتو کیهانی کهکشانی متشکل از مخلوطی از اشعه‌ها از جمله ذرات کوچکتر از اتم، اشعه گاما و اشعه ایکس است که با هسته‌های موجود در جو فوقانی زمین واکنش نشان می‌دهند و انواع مختلفی از ذرات دیگر تولید می‌شود. اتمسفر زمین به طور قابل ملاحظه‌ای سطح سیاره را از اشعه کیهانی محافظت می‌کند و میزان مواجهه به میزان زیادی به ارتفاع بستگی دارد. از آنجایی که اتمسفر در ارتفاعات بالاتر رقیق‌تر است، اثر حفاظتی آن کاهش یافته و مواجهه با اشعه کیهانی افزایش می‌یابد. میزان مواجهه با عرض جغرافیایی نیز مرتبط است؛ به این دلیل که ذرات کیهانی اغلب از نظر الکتریکی شارژ می‌شوند و بنابراین توسط میدان مغناطیسی زمین منحرف می‌شوند، به این معنی که دوز تابش کیهانی در عرض‌های بالاتر، جایی که میدان مغناطیسی ضعیف‌تر است، بیشتر است. علاوه بر این، افزایش فعالیت خورشید (مثل شعله‌های خورشیدی) با افزایش پرتوافکنی اشعه مضر مرتبط است و بنابراین مواجهه با اشعه در این زمان‌ها بیشتر خواهد بود [۱۲].

در سطح زمین، تابش کیهانی تنها حدود ۱۰٪ از پرتو پس‌زمینه را دارد. با این حال، مشاغل خاصی از جمله خلبانان و خدمه پرواز به عنوان مشاغل شناخته شده‌ای هستند که بیشتر در معرض تابش کیهانی قرار دارد. این امر با توجه به ظهور هواپیماهایی که مسیرهای طولانی را در ارتفاع بالاتر (یعنی بالاتر از ۱۰۰۰۰ متر)، به ویژه آنهایی که در عرض‌های بالاتر پرواز می‌کنند، بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. کارکنان هواپیما ممکن است سالانه بیش از ۱۰۰۰ هکتار مسیر عبور کنند که معادل دوز مؤثر سالانه بین ۲ تا ۵ mSv است. در اروپا، موضوع حفاظت از تابش کارکنان هوایی در سال ۱۹۹۶ به صورت قانون درآمد به این ترتیب که اعلام کرد که مواجهه با پرتوهای کیهانی در مورد کارکنانی که در معرض پرتوهای با دوز سالانه بیشتر از ۱ mSv هستند، باید اندازه‌گیری دقیق

الکل در دسته مواد سرطانزا طبقه‌بندی می‌شود [۲۱] و مصرف آن به عنوان عامل افزایش دهنده خطر ابتلا به سرطان پستان محسوب می‌شود.

(۵) سیگار: شواهد محدودی مبنی بر مصرف تنباکو و افزایش خطر ابتلا به سرطان پستان وجود دارد. به خصوص در افرادی که مصرف تنباکو را زود هنگام شروع کرده باشند و نیز قبل از اینکه اولین بارداری فول ترم (قبل از بالغ شدن بافت پستانی) رخ دهد و برای چند دهه ادامه پیدا کند [۲۱، ۲۲].

(۶) اشعه یونی: آژانس IARC پرتوهای ایکس و گاما را در دسته سرطانزا طبقه‌بندی کرده است (افزایش خطر ۴-۲ برابر). از زمان بلوغ تا زمان زایمان (هنگامی که بافت پستان در حال رشد است) مواجهه با اشعه خطر بروز را افزایش می‌دهد [۲۳].

(۷) سابقه خانوادگی و استعداد ژنتیکی: سابقه خانوادگی سرطان پستان عامل مهمی در ابتلای افراد است و به سن فرد مبتلا در خانواده در زمان تشخیص، سن خود فرد و تعداد افراد درگیر در خانواده، فاصله نسبی بستگان مبتلا مرتبط است (بستگان درجه اول با درگیری دوطرفه قبل از یائسگی میزان خطر را ۴ برابر افزایش می‌دهد، وجود یک نفر در بستگان درجه اول صرف نظر از نوع درگیری میزان خطر را ۴-۲ برابر می‌کند و وجود دو نفر از بستگان درجه اول میزان خطر را به بیش از ۴ برابر می‌رساند) [۲۴]. در سالهای اخیر مطالعات ژنتیک متعدد انجام شده است. علاوه بر جهش در ژنهای با نفوذ بالا مثل BRCA1، BRCA2، TP53، PTEN، STK11 و CDH1 تغییرات در ژنهای با نفوذ متوسط و پایین نیز باعث افزایش میزان خطر ابتلا فرد می‌شود [۲۴].

(۸) کار شیفتی: مشاغلی که باعث اختلال در ریتم شبانه‌روزی شود از قبیل پرستاران، اپراتورهای مخابرات دریایی و کادر پرواز در مطالعات مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. نقاط ضعف متدولوژیکی در این مطالعات به خصوص در مورد تعریف کار شیفتی به طور کلی وجود دارد [۲۵، ۲۶]. واضحاً مطالعات بیشتری در این زمینه مورد نیاز است تا بتوان ارتباط

بدون سابقه زایمان (نولی پار در مقابل چندزا باعث افزایش خطر به میزان ۱ تا ۲ برابر می‌شود). سن بالای مادر در اولین زایمان فول ترم (بالتر از ۳۰ سال در مقابل کمتر از ۲۰ سال باعث افزایش خطر به میزان ۱ تا دو برابر می‌شود) [۱۸-۱۶].

اثر محافظتی ترشح شیر (مثلاً شیردهی) علیه سرطان پستان هم قبل و هم بعد از یائسگی گزارش شده است (خطر نسبی ۰/۹۸ برای افراد دارای سابقه شیردهی در مقابل زنان بدون سابقه به خصوص شیردهی طولانی مدت در سن جوانی) [۱۹].

(۲) استفاده از هورمون: بر اساس گزارش آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC)^۱ استفاده از داروهای هورمونی مثل دی اتیل استیل بسترول (استروژن سنتتیک غیراستروئیدی) هنگامی که مادر باردار از آن استفاده کند باعث افزایش خطر ابتلا فرزند مؤنث می‌گردد [۲۰]. استفاده از قرص‌های ضدبارداری استروژن-پروژسترون (خطر نسبی ۱/۵) و نیز درمان جایگزین هورمونی استروژن-پروژسترون (خطر نسبی ۲) باعث افزایش خطر ابتلا می‌شود [۱۹].

(۳) رژیم غذایی، اندازه بدن و فعالیت فیزیکی: شواهدی مبنی بر اثر محافظتی چربی بدن در برابر سرطان پستان در زنان قبل از یائسگی وجود دارد (خطر نسبی ۰/۹۴ به ازای هر 2 kg/m^2 توده بدن) اگر چه سازوکار این اثر هنوز به صورت تئوری است. در مقابل، این موضوع پس از یائسگی اثر عکس دارد (خطر نسبی ۱/۵ به ازای هر 2 kg/m^2 توده بدن). چربی شکمی با ابتلا پس از یائسگی (خطر نسبی ۱/۱۹ برای هر ۰/۱ نسبت دور کمر به دور باسن)، نیز افزایش وزن (خطر نسبی ۱/۰۵ به ازای هر ۵ کیلو افزایش) و نیز وزن بالا در هنگام تولد با ابتلا قبل از یائسگی (خطر نسبی ۱/۰۸) همراه است. همچنین شواهدی مبنی بر ابتلای وابسته به قد (خطر نسبی ۱/۰۳ به ازای هر ۵ سانتیمتر افزایش) وجود دارد. همچنین فعالیت بدنی باعث کاهش خطر ابتلا می‌شود [۱۹].

(۴) نوشیدنی‌های الکلی: بر اساس ارزیابی‌های IARC

1. International Agency for Research on Cancer

ابتلا به سرطان پستان زنان را در پی دارند.

مطالعات انجام شده در میان کارکنان هوایی، به ویژه کادر پرواز نیز توسط IARC ارزیابی شد. این مطالعات افزایش خطر ابتلا به سرطان پستان زنان را نشان می‌دهد. با این وجود برخی از مشکلات متدولوژیکی وجود دارد مانند عدم کنترل اثر عوامل مخدوشگر احتمالی مرتبط با سبک زندگی که در زنان شاغل نیز وجود دارد و به عنوان عوامل شناخته شده در سرطان پستان هستند (مانند مصرف الکل، تعداد کم حاملگی و سن بالا در اولین دوره کامل بارداری). همچنین احتمال بروز بالاتر از جمعیت عمومی به علت ماموگرافی غربالگری مکرر و تشخیص بیشتر و زودتر در این گروه از زنان نیز باید مد نظر قرار گیرد. علاوه بر این، کادر پرواز در معرض اشعه کیهانی قرار می‌گیرد که تأثیر آن در افزایش خطر ابتلا به سرطان سینه نیز پیشنهاد شده است [۱۹].

بحث و نتیجه گیری

مسافرت در دنیای مدرن به طور فزاینده‌ای گسترش می‌یابد و مسائل مربوط به سلامت کارکنان پرواز به موضوع مورد علاقه محققان تبدیل شده است.

در متآنالیزی که توسط لیو^۱ و همکاران در سال ۲۰۱۶ منتشر شد با تحلیل ۱۰ مطالعه مشاهده‌ای موجود شامل ۸۲۱ مورد جدید در میان ۳۱۶۹۷ شرکت کننده و با مجموع پیگیری بیش از نیم میلیون نفر-سال به تخمین میزان خطر سرطان پستان در میان زنان شاغل در کادر پرواز پرداخت. آنها بیان کردند که در مقایسه با جمعیت عمومی میزان بروز استاندارد (SIR)^۲ برای زنان کادر پرواز ۱/۴۰ بود و این گروه شغلی افزایش میزان بروز سرطان پستان به میزان ۴۰٪ دارند [۹]. اکثر مطالعات افزایش بروز سرطان پستان را در میان این گروه شغلی در مقایسه با جمعیت عمومی نشان می‌دهند. برخی نیز

بین نوبت کاری و سرطان پستان را درک نمود. این مطالعات باید دارای متدولوژی قوی در طراحی و اجرا باشند و باید گروه‌های مختلف قومی و همچنین افراد قبل از یائسگی را تحت مطالعه قرار دهند. به علاوه باید گروه‌های شغلی مختلف که کار شیفتی دارند مورد ارزیابی قرار گیرند و به مقوله طبقه‌بندی و اندازه‌گیری الگوی کار شیفتی توجه ویژه شود. به هر حال آژانس IARC با دقت سازوکار بیولوژیکی سرطانزایی و همچنین شواهد حیوانی مبنی بر سرطانزایی مواجهه با نور در هنگام شب (شب بیولوژیکی) را مد نظر قرار داده است [۱۹].

در گزارشی در بین همه موارد سرطان پستان در زنان انگلستان، ۴/۶٪ مربوط به تغییر نوبت کاری بود. این مطالعه برآورد کرد که تقریباً ۲۰۰۰ مورد ثبت شده از سرطان پستان ناشی از تغییر شیفت کاری است که حدود ۵۴٪ از کل موارد ثبت شده سرطان زنان مرتبط با شغل بوده است [۲۷، ۲۸].

۹) دیگر اثرات نامطلوب: اکثر مطالعات مربوط به

اثرات شغل یا خطر شغلی برای ابتلا به سرطان پستان با استفاده از پرسشنامه‌های خودگزارش دهی یا مطالعات رجیستری انجام شده است. چندین مطالعه اپیدمیولوژیک گزارش شده است که ارتباط بین دسته‌های شغلی خاص با خطر ابتلا به سرطان پستان را نشان داده‌اند. روش تحقیق و نتایج این مطالعات به طور وسیعی با هم متفاوت است [۲۹، ۳۰]. با توجه به اینکه عوامل مرتبط با شیوه زندگی در تمامی این مطالعات در نظر گرفته نشده‌اند، الگوی کلی ارتباط نامشخص است. به عنوان مثال، قرار گرفتن در معرض مواد حلال [۳۱]، تولید مواد شیمیایی سرطانزا از قبیل وینیل کلرید، ۳،۱-بوتادین، بنزن، نیتروزامین‌ها و سایر حلال‌ها [۳۲]، صنایع خدماتی از جمله صنعت مراقبت‌های بهداشتی [۳۲] و تکنسین‌های آزمایشگاهی، اپراتورهای تلفن و تلگراف، پردازنده‌های چرم و خز، کارگران تولید شیشه [۳۳]، کارکنان نظامی، دندانپزشکان، روزنامه نگاران، پزشکان [۲۹] معلمان [۳۴، ۳۵]، کتابداران و مشاوران [۳۴] گزارش شده‌اند که در حداقل یک مطالعه، خطر

1. Liu

2. standardized incidence ratio

خطر ابتلا به سرطان پستان می‌شود [۵۲]. برای خانم‌های کادر پرواز، علل احتمالی ایجاد اختلال در ریتم شبانه روزی عمدتاً شامل تعداد ساعت‌های پرواز در طول ساعات خواب استاندارد و همچنین تعداد مناطق زمانی عبوری است. در مطالعات حیوانی بر روی موش، شبیه‌سازی جت لگ مزمن، که معادل با گذر از چندین ناحیه زمانی است، توانست منجر به اختلال در شبانه روزی شود و موجبات رشد تومور را به طور معنی‌داری فراهم نمود [۵۳]. همچنین، ارتباط معنی‌داری بین اختلال در چرخه قاعدگی ناشی از جت لگ و خطر ابتلا به سرطان پستان در مطالعه مورد-شاهدی فنلاندی بر روی کارکنان کابین پرواز مشاهده شد. یک متآنالیز نیز نشان داد که ارتباط معنی‌دار بین خطر سرطان پستان در زنان و اختلال شبانه روزی با تجمیع همه مطالعات صرف نظر از علت اختلال ریتم وجود دارد (خطر نسبی = ۱/۱۴) [۵۰].

همچنین ممکن است که عوامل غیر شغلی باعث افزایش خطر ابتلا به سرطان پستان در زنان کادر پرواز شود. این موضوع توسط یک مطالعه موردی-شاهدی بیان شده است که هیچ ارتباطی بین عوامل شغلی (از جمله اختلالات ریتم خواب، اختلال در چرخه قاعدگی و میزان تجمعی برخورد با اشعه) و سرطان پستان در کارکنان پرواز فنلاندی نشان نداد. علاوه بر این، مطالعات قبلی در فنلاند، ایسلند و آلمان نشان داد که احتمال اینکه زنان کادر پرواز نسبت به جمعیت عمومی عوامل خطر باروری متعددی برای سرطان پستان داشته باشند، بیشتر است [۴۰، ۵۴]. با این حال، عوامل شناخته شده غیر شغلی برای سرطان پستان شامل ضریب تعداد زایمان، سن در هنگام اولین زایمان، سابقه خانوادگی سرطان پستان و وضعیت اقتصادی-اجتماعی تنها برای بخشی از بیماران پیشنهاد شده است [۷، ۴۰، ۵۵]. بدین معنی که این تفاوت مشاهده شده بین دو گروه، برای توضیح میزان بزرگی اختلاف کافی نیست. به طور مشابه، در تجزیه و تحلیل زیرگروهی، زمانی که کنترل برای متغیرهای باروری طبقه‌بندی شد، SIR تجمیعی در هنگام کنترل متغیرهای باروری در مقایسه با آن بدون متغیر

نتایج متضاد داشتند که نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در بروز بین این گروه و عموم مردم است [۳۶-۴۱]. نتایج دو متآنالیز دیگر نیز [۳۷، ۴۲] به افزایش خطر ابتلا در بین کادر پرواز اشاره دارند. این نتایج نشان داد که ۴۰٪ از سرطان‌های پستان در این گروه احتمالاً می‌تواند مربوط به در معرض قرار گرفتن شغلی با عوامل خطر بیماری شامل تابش کیهانی و اختلال چرخه شبانه‌روزی باشد.

دوز مواجهه شغلی با اشعه کیهانی برای زنان کادر پرواز دو برابر بیشتر از جمعیت عمومی است [۴۳، ۶] اگر چه هنوز کمتر از حداکثر دوز مجاز (۲۰ mSv در سال) است [۴۴-۴۶]. علاوه بر این، سطوح قرار گرفتن در معرض تابش‌های کیهانی در مواردی مثل پروازهای طولانی، فعالیت‌های خورشیدی بیشتر و ارتفاعات بالاتر و به ویژه در مناطق قطبی افزایش می‌یابد [۳۸، ۴۷]. اگر چه سازمان هوانوردی آمریکا تخمین‌های خوبی در مورد میزان تابش اشعه کیهانی برای اعضای خدمه پرواز ارائه می‌دهد، ولی دوز مربوط به رخدادهای پروتونی خورشیدی هنوز نادیده گرفته می‌شوند. علاوه بر این، دوز تابش ناشی از رعد و برق در حدود ۳۰ mSv تخمین زده شد که بالاتر از حد مجاز (۲۰ mSv در سال) است [۴۸]. همچنین، تاریخچه پرواز در مورد تخمین دوز متوسط سالانه برای خدمه کابین به دقتی که برای خلبانان ثبت می‌شود، نیست [۴۹]. با توجه به توانایی اشعه کیهانی برای آسیب DNA در سلول‌ها، ممکن است با افزایش خطر ابتلا به سرطان پستان در بین کارکنان پروازی همراه باشد.

شواهدی مبنی بر ارتباط ابتلا به سرطان پستان با اختلال ریتم‌های شبانه روزی نیز وجود دارد که این اختلال معمولاً ناشی از تغییر نوبت کاری، خواب کوتاه مدت و در معرض نور قرار گرفتن در شب هنگام است [۱۹، ۵۰]. سازوکار زمینه ساز این موضوع مربوط است به افزایش مواجهه با تغییرات هورمونی که ممکن است ناشی از اختلالات ریتم شبانه روزی باشد [۵۱]. علاوه بر این، اختلال ریتم شبانه روزی منجر به تغییرات قابل توجهی در سیستم ایمنی بدن و فرآیندهای بیولوژیکی مرتبط با

باروری در مدل‌ها بالاتر بود که نشان می‌دهد ۰/۳٪ از سرطانه‌های پستان می‌تواند به دلیل عوامل باروری بروز نماید.

اثرات بیولوژیکی تابش کیهانی

مطالعات سیتوژنتیک در فضاوردان و خدمه پرواز نشان داده است که قرار گرفتن در معرض تابش کیهانی می‌تواند موجب آسیب قابل توجهی در سلول‌ها و بافت‌ها شود. پس از انجام مأموریت‌های فضایی آنتارس و آلتیر^۱ (۱۹۹۲ و ۱۹۹۳)، تجزیه و تحلیل سیتوژنتیکی نمونه‌های خون از هفت فضاورد افزایش شکست و اختلالات کروموزومی پس از پرواز به میزان بیش از ۱۸۰ روز را نشان دادند [۵۶]. وجود فراوانی بالاتر سلولهای پیش سرطانی که دارای چندین شکست کروموزومی بودند نیز مشاهده شد. نتایج مشابهی توسط اوبه^۲ و همکارانش شرح داده شده است [۵۷]. علاوه بر این، فدورنکو^۳ و همکاران تغییرات سیتوژنتیکی در لنفوسیت‌های خون ۳۶ فضاورد را نشان دادند که فراوانی اختلالات کروموزومی پس از پرواز فضایی به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد و در فواصل بین پروازی حدود ۲-۱/۵ سال کاهش می‌یابد ولی به سطوح مقادیر کنترل نمی‌رسد [۵۸]. متعاقباً، فدورنکو و همکاران گزارش داد که فراوانی کروموزوم حلقه‌ای در لنفوسیت‌های خون از ۳۷ فضاورد به مدت زمان پرواز، دوز جمعی و میزان دوز بستگی دارد [۵۹].

اخیراً جورج و همکاران به طور مستقیم اندازه‌گیری‌های اختلالات کروموزومی در لنفوسیت‌های خون پنج فضاورد را به دست آوردند. همه افراد پس از پرواز اول و دوم افزایش میزان جابجایی‌های کروموزومی داشتند [۶۰]. با این حال، هورتسمان^۴ و همکاران. نتایج متفاوتی را نشان داد: در آنالیز لنفوسیت‌های خون محیطی از ۱۱ فضاورد در پروازهای فضایی کوتاه یا بلند

مدت هیچ تغییری در کروموزوم و هیچ مبادله داخل کروموزومی قبل و بعد از پرواز مشاهده نشد [۶۱]. مطالعات دیگر این نتایج را تأیید می‌کند. بروز سلول‌های سرکش با افزایش مدت زمان پرواز افزایش می‌یابد و میزان اختلالات کروموزومی چندین سال پس از اولین پرواز کاهش می‌یابد اما هیچگاه به مقادیر تابش داده نشده نمی‌رسد. پرواز دوم به طور نسبی تغییرات کروموزومی را افزایش نمی‌دهد، به این معنی که اثر تابش غیرتجمعی است [۶۲، ۶۳].

این که آیا تابش کیهانی باعث آسیب رساندن به سلول‌های انسانی در کارکنان پرواز می‌شود، کاملاً روشن نیست. ولف^۵ و همکاران تحقیقاتی مربوط به اختلالات کروموزومی در ۵۹ زن شاعل در کابین، ۳۱ نفر شاغل در ایستگاه زمینی و ۵۶ کارمند زن انجام دادند. آنها نتیجه گرفتند که هیچ گونه تفاوت آماری در وقوع کروموزوم دیستریک بین سه گروه وجود نداشت [۶۴، ۶۵].

به طور مشابه، یونگ و همکاران گزارش کردند که تفاوت قابل توجهی در فراوانی ترانس لوکاسیون کروموزومی در لنفوسیت‌های خون محیطی ۸۳ خلبان هواپیمایی و ۵۰ نفر شاهد پیدا نکردند. با این حال، در میان خلبانان، فراوانی ترنس لوکاسیون (پس از هم‌تاسازی متغیرهای سن، داشتن سابقه پرتو ایکس و سابقه پرواز نظامی) به طور معنی‌داری با سال‌های پرواز مرتبط بود [۶۳].

برعکس، هیمرز^۶ و همکاران [۶۶] در مقایسه ۱۸ خلبان کنکور در مقایسه با ده نفر کنترل، افزایش معنی‌دار ۸ برابری در کروموزوم‌های دیستریک مشاهده کردند. در حالی که کوالو^۷ و همکاران [۶۷] همچنین افزایش معنی‌دار خطر نسبی ترانس لوکاسیون و شکاف و شکست کروموزومی در ۴۸ مرد کادر پرواز که در پروازهای طولانی شاغل بودند در مقایسه با

1. Antares (1992) & Altair (1993)
2. Obe
3. Fedorenko
4. Horstmann

5. Wolf
6. Heimers
7. Cavallo

کنترل را نشان دادند [۶۷].

طول مسیرهای پرواز (پروازهای طولانی)، سال‌های خدمت و ارتفاع تفاوت‌های خطر نسبی میزان ترانس لوکاسیون را توضیح می‌دهد. در نتیجه ما می‌توانیم تأیید کنیم که هیچ شکی در رابطه با افزایش خطر نسبی مرتبط با پروازهای فضایی وجود ندارد، اما با طیف تابشی مواجهه در هواپیمای مسافربری شباهتی وجود ندارد.

سرطان در گروه پرواز: مطالعات اپیدمیولوژیک

یکی از اولین مطالعات در مورد بررسی رابطه بین سلامتی با پرتوهای کیهانی توسط سالیسبری^۱ و همکارانش انجام شد که گزارش کرد مرگ و میر ناشی از سرطان‌های روده بزرگ، مغز و سیستم عصبی و بیماری هوچکین در میان خلبانانی که بین سالهای ۱۹۵۰ تا ۱۹۸۴ در بریتیش کلمبیا کانادا در گذشته بودند، بیشتر بود [۶۸]. به طور مشابه، ابروین و دیویس^۲ افزایش افزایش مرگ و میر ناشی از تومورهای مغز و سیستم عصبی، پروستات، لوسمی و به طور اخص ملانوم را در میان خلبانان در حال خدمت و همچنین بازنشسته بریتیش ایرویز^۳ که بین سال‌های ۱۹۶۶ تا ۱۹۸۹ در گذشته بودند را گزارش کردند [۶۹]. در مطالعه‌ای رینولدز^۴ و همکاران، میزان بروز سرطان‌های پستان و دیگر سرطان‌ها را میان کارکنان پروازی ساکن کالیفرنیا ارزیابی کردند. در مقایسه با جمعیت عمومی، میزان ابتلا به سرطان پستان در زنان بیش از ۳۰٪ بالاتر از حد انتظار بود و احتمال ابتلا به ملانوم بدخیم تقریباً دو برابر بیشتر بود که در هر دو مورد، بیشترین خطر برای افرادی بود که تعداد سالهای بیشتری خدمت کرده بودند [۷]. در مطالعه دیگری، میزان بروز سرطان در ۳۱۶۵ افسر کنترل ترافیک هوایی و ۱۶،۳۲۹ خدمه خلبان با توجه به عوامل مواجهه شغلی و عوامل شیوه زندگی مورد بررسی قرار گرفت [۳۶] و مشخص شد که

بروز کلی سرطان ۲۹-۲۰٪ کمتر از جمعیت عمومی بود، که عمدتاً به دلیل پایین بودن میزان ابتلا به سرطان‌های مرتبط با استعمال سیگار بود. میزان ملانوم پوستی در هر دو گروه (کنترل ترافیک و خدمه پرواز) افزایش یافته بود، اما افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. نویسندگان پیشنهاد کردند که افزایش بیش از حد ملانوم پوست منعکس کننده رفتارهای مربوط به افزایش تابش خورشید است تا اینکه به اشعه کیهانی مرتبط باشد. بویس^۵ و همکاران نشان داد که ملانوم بدخیم و سرطان‌های پوست غیرملانومی به ندرت با اشعه یونیزاسیون ارتباط دارد و چون کارکنان پرواز تمایل به مسافرت و گذراندن تعطیلات در مکان‌های آفتابی دارند، احتمال افزایش بروز بیشتر است [۱۲].

به طور مشابه، گاندستراپ^۶ و همکاران نتیجه گرفتند که ملانوم بدخیم و سرطان‌های پوست با فراوانی بیش از حد در اعضای کابین خلبان که سابقه پرواز طولانی داشتند، احتمالاً مربوط به قرار گرفتن در معرض نور خورشید در زمان اوقات فراغت در تعطیلات بوده است. این مطالعه نشان می‌دهد که مردان اتاقک پرواز در جت‌ها با بیش از ۵۰۰۰ ساعت پرواز به طور قابل توجهی افزایش فراوانی لوسمی حاد میلوئید نیز داشتند [۷۰]. لوسمی سرطانی است که بیشترین ارتباط را با اشعه یونیزاسیون دارد، اما این موضوع در میان کارکنان پروازی (به ویژه افراد کابین خلبان) گیج کننده است چون میزان بروز با وضعیت اجتماعی-اقتصادی رابطه معکوس دارد.

در یک بررسی گذشته‌نگر بر روی ۱۱۳۱۱ نفر از کارکنان پرواز سابق آمریکایی، میزان مرگ و میر ناشی از سرطان چه در مردان و چه در زنان کمتر از حد انتظار بود [۷۱]. مرگ و میر ناشی از سرطان پستان در زنان (۷۸ مورد مرگ) و ملانوم (۷ مورد مرگ) افزایش نیافته بود. مرگ و میر ناشی از سرطان پوست غیر ملانومی (۳ نفر) و سرطان مغز (۶ مورد) در میان

1. Salisbury
2. Irvine and Davies
3. British Airways
4. Reynolds

5. Boyce
6. Gundestrup

افزایش خطر ابتلا به سرطان پستان در زنانی که ۱۵ سال از زمان استخدامشان گذشته بود، دیده شد. در یک زیرگروه که در مسیرهای بین المللی فعالیت می کردند، میزان SIR به ۱۵/۶۳ افزایش یافته بود و تجزیه و تحلیل بر اساس تعداد ساعت‌های پرآزی و دوز تابش شده نشان داد که خطر ابتلا به ملانوم بدخیم با بالاترین میزان مواجهه ارتباط دارد. در یک مطالعه کوهورت گذشته‌نگر بر روی ۳۶۹۳ نفر از خطوط هوایی نروژ نشان داد که خطر ابتلا به سرطان پوست (ملانوم و غیرملانوم) در مردان و زنان افزایش داشت، اما خطر ابتلا به تومورهای ناشی از تابش وجود نداشت [۳۹]. در یک مطالعه مشابه گذشته‌نگر بر روی ۱۰۰۳۲ خلبان نروژی، تنها افزایش معنی‌دار بروز SIR برای سرطان ملانوم و غیرملانوم پوستی و BCC^۱ گزارش شد. یک مطالعه کوهورت بزرگ بر روی ۸۵۰۷ زن و ۱۵۵۹ مرد اتاقک پرواز فنلاند، ایسلند، نروژ و سوئد که میزان بروز سرطان را با میانگین ۲۳/۶ سال زمان پیگیری از طریق ثبت نامهای سرطان ملی دنبال شد [۶]، ۵۷۷ مورد سرطان در زنان تشخیص داده شد: SIR به طور معنی‌داری برای سرطان پستان، ملانوم پوست، لوسمی و BCC افزایش داشت. در مردان ۱۵۲ مورد سرطان مشاهده شد و SIR برای سرطان‌های حنجره، حلق، ملانومی و غیر ملانومی پوست افزایش نشان داد. این مطالعه نشان داد که میزان بروز سرطان افزایش می‌یابد، اما خاطر نشان کرد که به نظر می‌رسد این افزایش‌ها مربوط به پرتوهای کیهانی یا اختلالات ریتم شبانه روزی نباشد. این گروه مطالعاتی نروژی با پروژه ESCAPE^۲ همکاری نمود که میزان مرگ و میر را در ۹ کشور اروپایی (دانمارک، فنلاند، آلمان، بریتانیا، یونان، ایسلند، ایتالیا، نروژ و سوئد) مورد ارزیابی قرار داد و شامل بیش از ۴۴،۰۰۰ نفر شاغل در اتاقک پرواز هواپیما بود [۱۱]. در این مطالعه محققان کشورهای مختلف، طبق یک پروتکل مشترک کوهورت‌های

مردان بالا بود و تنها یک مورد از سرطان ملانوم غیر پوستی در زنان مشاهده شد. محدودیت‌های این مطالعه، کم قدمت بودن مطالعه کوهورت، دوز تجمعی تشعشع پایین به علت مدت زمان اشتغال نسبتاً کوتاه افراد و تعداد کم مرگ و میر مرتبط با ملانوم بود.

یونگ و همکاران در یک مطالعه کوهورت ۵۹۶۴ نفر از کارکنان کابین خلبان خطوط هوایی ایالات متحده را با جمعیت عمومی مورد مقایسه قرار داد. این مطالعه بیان نمود که تمام مرگ و میر ناشی از سرطان (۶۴۵ مرگ) به طور معنی‌داری کمتر از حد مورد انتظار بود [۷۲]. میزان بسیار کمی افزایش مرگ و میر ناشی از لوسمی لنفوسیتی مزمن (۹ مورد) و سرطان پوست غیر ملانومی (۶ مورد) مشاهده شد. همچنین افزایش مرگ و میر غیرمعنی‌دار ناشی از ملانوم نیز دیده شد اما شواهدی دال بر ارتباط طول مدت استخدام یا دوز تابش تجمعی دیده نشد.

گزارش‌های متعددی از مطالعات کوهورت در جمعیت‌های اروپایی گزارش شده است. در مطالعه‌ای بر روی ۱۵۷۷ زن و ۱۸۷ مرد از کارکنان پروازی که برای شرکت‌های هواپیمایی فنلاند مشغول به کار بودند، میزان قابل توجهی از سقط جنین و سرطان استخوان در میان زنان دیده شد [۵۴]. با این حال، خطر لوسمی و ملانوم به طور قابل توجهی افزایش نشان نداد. در تحقیقی بر روی کارکنان کابین پرواز سوئدی (۲۳۲۴ زن و ۶۳۲ مرد) که از سال ۱۹۵۷ تا ۱۹۹۴ مشغول به کار بودند، ملانوم بدخیم پوست هم در مردان و هم در زنان و همچنین سرطان پوست غیر ملانومی در مردان بروز بیشتری را نشان داد [۳۸]. زنان یک افزایش غیرمعنی‌دار سرطان پستان داشتند. هیچ ارتباط روشنی میان مدت زمان استخدام یا ساعت پروازی و بروز سرطان یافت نشد. یک مطالعه گذشته‌نگر کوهورت بر روی ۱۵۸ مرد و ۱۵۳۲ زن از اتحادیه خدمه کابین و دو شرکت هواپیمایی در ایسلند نشان دادند که در کارکنان زن میزان قابل توجهی افزایش خطر ملانوم وجود داشت [۴۰]. علاوه بر این،

1. Basal cell carcinoma

2. European Study of Cohorts for Air Pollution Effects

سایر تحلیل‌های جداگانه مربوط به هر کشور از گروه‌های شرکت کننده در مطالعه ESCAPE گزارش‌هایی شبیه به نتایج مطالعه کلی ارائه داده‌اند. بالارد^۲ و همکاران گزارش داد که در میان افراد اتاقت پرواز و خدمه کابین خطوط هوایی ملی ایتالیا مقداری افزایش SMR برای لوسمی مردان داشتند (SMR: ۱/۷۳) که این بررسی براساس هشت مورد مرگ و میر بود که با افزایش مدت اشتغال ارتباط داشت (p = ۰/۰۴۶). با این حال، مرگ و میر کلی ناشی از همه سرطان‌ها کمتر از حد انتظار بود [۷۶]. در مطالعه‌ای بر روی خلبانان و خدمه پرواز در یونان بین سالهای ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۷، مرگ و میر ناشی از سرطان پایین بود و هیچ ارتباطی بین عوامل خطر شغلی و بروز سرطان وجود نداشت [۷۷]. با این حال، تعداد مرگ و میرهای شناسایی شده در این تحقیق برای رسیدن به نتایج معنی‌دار خیلی کوچک بود. تجزیه و تحلیل مشابه گروه پرواز دو شرکت هواپیمایی آلمانی (۱۶۰۱۴ زن و ۴۵۳۷ مرد) که از سال ۱۹۵۳ به بعد مشغول به کار شده بودند، میزان مرگ و میر ناشی از سرطان به طور کلی افزایشی نشان نداد، اما افزایش مرگ و میر ناشی از سرطان پستان در زنان دیده شد (SMR: ۱/۲۸) [۷۸]. در کارکنان آلمانی اتاقت پرواز، افزایش غیرمعنی‌دار مرگ و میر ناشی از سرطان دیده شد که با افزایش دوز اشعه ارتباط داشت [۷۹]. در یک پیگیری گسترده، همه مرگ و میرهای ناشی از سرطان در خلبانان مرد به طور معنی‌داری کاهش یافته بود، در حالی که مرگ و میر ناشی از تومورهای مغزی افزایش داشت (SMR: ۲/۱) [۸۰]. خطر ابتلا به سرطان در بین اعضای اتاقت پرواز که سابقه خدمت ۳۰ سال یا بیشتر داشتند در مقایسه با افرادی که کمتر از ۱۰ سال سابقه داشتند، بیشتر بود (ریسک نسبی: ۲/۲). در میان زنان و مردان خدمه کابین، مرگ و میرهای ناشی از سرطان به طور کلی هیچ افزایش خطری وجود نداشت ولی SMR برای سرطان پستان در زنان ۱/۲ بود و لنفوم غیر هوچکین در میان خدمه کابین مرد افزایش

ملی بر روی کارکنان کابین را گردآوری کردند، هرچند زمان شروع و مدت پیگیری بین کشورها بسته به دسترسی به اطلاعات متفاوت بود. در میان خدمه کابین زن، بجز سرطان پستان تمام مرگ و میرهای سرطانی کمی کاهش داشت (SMR: ۰/۷۸) و مرگ و میر ناشی از سرطان پستان به میزان اندکی (اما به طور غیرمعنی‌دار) افزایش نشان داد (SMR: ۱/۱۱)، در حالی که در میان مردان مرگ و میر ناشی از سرطان پوست (SMR: ۱/۹۳ برای ملانوم بدخیم) تا حدودی افزایش یافته بود. نویسندگان افزایش مرگ و میر ناشی از ایدز را در مردان نیز پیدا نمودند [۷۳].

در یک تجزیه و تحلیل جداگانه از ۲۸۰۰۰ مرد شاغل در اتاقت پرواز، مرگ و میر کلی سرطان کاهش یافته بود (SMR: ۰/۶۸) در حالی که مرگ و میر ناشی از ملانوم بدخیم افزایش یافته بود (SMR: ۱/۷۸) [۱۱]. بین مدت زمان اشتغال و مرگ و میر سرطانی ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد. این مطالعه به این نتیجه رسید که میزان افزایش مرگ و میر آنقدر نیست که بتوان آن را به اشعه کیهانی یا سایر مواجهه‌های شغلی نسبت داد. علاوه بر این، هیچ ارتباطی بین تابش کیهانی و مرگ و میر سرطانی بر اساس برآوردهای دوز بر روی ۱۹۱۸۴ خلبان مرد گزارش نشده است [۷۴].

در یک کوهورت بر روی ۹۳۷۷۱ نفر از اعضای گروه پرواز از ده کشور که به طور متوسط ۲۱/۷ سال مورد پیگیری بودند و ۵۵۰۸ مرگ رخ داد، مرگ و میر ناشی از سرطان‌های مربوط به تابش در مردان اتاقت پرواز کاهش داشت (SMR: ۰/۷۳)، اما این کاهش در خدمه کابین (زن و مرد) وجود نداشت (SMR به ترتیب ۱/۰۱ و ۱/۰۰). مرگ و میر ناشی از سرطان پستان در زنان (SMR: ۱/۰۶)، لوسمی و سرطان مغز شبیه به جمعیت عمومی بود. با این حال، مرگ و میر ناشی از ملانوم بدخیم به طور قابل توجهی در مردان کابین خلبان افزایش داشت (SMR: ۱/۵۷) [۷۵].

داشت (SMR: ۴/۲). با این حال، افزایش میزان سرطان مرتبط با مواجهه تابش نبود. تجزیه و تحلیل رگرسیون در میان اعضای کابین تفاوت معنی‌داری در ارتباط با عوامل خطرزا با توجه به طول مدت اشتغال مشخص نکردند [۸۰].

چندین مطالعه متاآنالیز نیز انجام شده است. یکی از آنها در سال ۲۰۰۰ نشان داد که خطر ابتلا به سرطان‌های کولون، پروستات، مغز و ملانوم در میان کارکنان پروازی مرد و سرطان پستان، کولون و ملانوم در زنان بیشتر است [۱۰]. متاآنالیز انجام شده توسط بوجا^۱ و همکاران افزایش خطر ابتلا به ملانوم و دیگر سرطان‌های غیر ملانومی پوست در خدمه پرواز، خلبانان هواپیمایی ملی و خلبانان نظامی نشان دادند. در خلبانان مسافری افزایش خطر ابتلا به سرطان پروستات نیز وجود داشت. سن (خلبانان مسافری مسن‌تر از خلبانان نظامی و خدمه‌های کابین هستند) و الگوی خواب مختل شده ممکن است عوامل مشارکتی باشند. خطر بالای سارکوم کاپوسی و لنفوم غیرهوچکین در میان مردان مشاهده شد که احتمالاً به دلیل افزایش بیشتر موارد ایدز در این گروه بود [۸۱]. در یک متاآنالیز مشابه بر روی زنان گروه پروازی، به طور معنی‌دار میزان بالایی از ملانوم و سرطان پستان و یک افزایش غیرمعنی‌دار میزان کلی سرطان‌ها دیده شد [۴۲]. متاآنالیز دیگری توسط توکومارو و همکاران همچنین افزایش خطر آماری در مورد سرطان پستان و ملانوم در زنان کادر پرواز نشان داده شد. با این حال، هرچند قرار گرفتن در معرض تابش کیهانی در طول ساعات پرواز عامل اصلی احتمالی مشکوک است، اما نمی‌توان سایر عوامل غیروابسته به شغل و عوامل اجتماعی و اقتصادی را حذف نمود [۳۷].

با وجود مطالعات متعدد در مورد احتمال رابطه بین مواجهه با اشعه کیهانی و افزایش شیوع سرطان، هنوز نمی‌توان نتیجه قطعی برای هر ارتباط بالقوه را به دست آورد. با وجودی که

برخی مطالعات میزان شیوع سرطانهای خاصی را در میان کارکنان پرواز گزارش کرده‌اند، مطالعات دیگری نشان داد که هیچ‌گونه ارتباطی وجود ندارد و در واقع گاه کاهش خطر ابتلا به سرطان را به طور کلی گزارش کرده‌اند. در واقع، داده‌های پروژه ESCAPE به عنوان بزرگترین ارزیابی که تا به امروز در تمام اروپا انجام شده است، نشان می‌دهد که کارکنان هوایی زن کاهش مرگ و میر کلی سرطان را داشتند و مردان مرگ و میر ناشی از سرطانی مشابه به جمعیت عمومی را نشان دادند [۱۱]. به هر حال، همانطور که نویسندگان این مطالعه اشاره می‌کنند، ارزیابی مرگ و میر برای انواع سرطان‌های غیرکشنده ممکن است حساسیت لازم را نداشته باشد، به ویژه در میان گروه‌هایی که تشخیص زودتر و بقای بیشتری دارند. کاهش میزان ابتلا به سرطان در بین کارکنان هوایی ممکن است بخشی به دلیل اثر زندگی سالم باشد، به این دلیل که آنها به طور معمول میزان کمتری از مصرف سیگار، چاقی و فشار خون بالا دارند و بیشتر به فعالیت بدنی در مقایسه با جمعیت عمومی می‌پردازند [۸۲].

مطالعات متعدد، اما نه همه مطالعات، بروز بالای سرطان پستان در میان زنان را گزارش کرده‌اند. این امر به عوامل شغلی نظیر قرار گرفتن در معرض تابش کیهانی و تغییرات ریتم خواب شبانه به دلیل تداخل جت لگ و نیز عوامل سبک زندگی ممکن است مرتبط باشد. با این حال، مطالعات هیچ ارتباطی بین شیوع سرطان پستان و دوز تجمعی تخمینی از میزان تابش کیهانی جذب شده، میزان زمان در حال خدمت صرف شده در ساعات طبیعی خواب یا اختلالات ریتم خواب و یا مناطق عبور زمانی پیدا نکردند [۵، ۵۱]. علاوه بر این، ارزیابی عوامل خطر در میان حدود ۳۰۰۰ خدمه کابین آلمانی، عوامل متعدد غیرشغلی که می‌تواند خطر ابتلا به سرطان پستان را افزایش دهد (افزایش میزان نولی پار، مصرف الکل، قد بلندتر) و همچنین عواملی که ممکن است خطر ابتلا به سرطان پستان را کاهش دهد (افزایش فعالیت بدنی، پایین‌تر بودن شاخص توده بدنی و

1. Buja

مرتبط با خطر مواجهه با اشعه ماوراء بنفش را تغییر دهد، روشن نیست. با این حال، به نظر نمی‌رسد که افزایش خطر ابتلا به ملانوم در بسیاری از مطالعات به راحتی بتواند با عوامل سبک زندگی خلبانان و خدمه پرواز توضیح داده شود، اما نیاز به تحقیق دقیق‌تر دارد.

در نتیجه، مطالعات بیشتر برای مشخص شدن خطر ابتلا به سرطان در ارتباط با اشعه کیهانی (طول مدت اشتغال، قرار گرفتن در معرض تابش کیهانی بر اساس ارتفاع، میزان تابش جمعی) و عوامل سبک زندگی (سیگار، اشعه ماوراء بنفش، اختلال در ریتم شبانه روزی، زندگی در ارتفاعات بالاتر) مورد نیاز است. مهم است که توجه داشته باشیم که زندگی در ارتفاعات بالاتر ممکن است در برابر برخی از انواع سرطان محافظت کند. یورک^۱ و همکاران کاهش مرگ و میر ناشی از سرطان افراد ساکن در ارتفاع بالاتر از ۲۱۳۴ متر در مقایسه با افرادی که در مناطق کمتر از ۳۰۵ متر زندگی می‌کنند را نشان دادند. مرگ و میر هم‌تاسازی شده بر اساس سن در تمام سرطان‌ها، در سرطان‌های سیستم تنفسی، لنفوم غیرهوچکین و سرطان پستان در زنان در ارتفاعات بالاتر پایین بود [۸۴].

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که در مقایسه با جمعیت عمومی، افزایش قابل توجه خطر بروز سرطان پستان در بین زنان کادر پرواز وجود دارد. این پیامدهای مهمی برای سلامتی شغلی و حفاظت از این گروه از جامعه دارد. با این حال، مطالعات آینده‌نگر بیشتری با گروه‌های قومی بیشتر و اندازه نمونه بزرگتر برای اعتبار ریسک مشاهده شده در متآنالیزهای قبلی مورد نیاز است.

به هر حال کارکنان هواپیما و فضانوردان در معرض تابش کیهانی قرار دارند و مطالعات متعددی در مورد شیوع تومور در میان این افراد گزارش شده است. اما خطر ابتلا به سرطان در ارتباط با تابش اشعه کیهانی هنوز مشخص نیست. بنابراین مطالعات بیشتری برای روشن شدن خطر ابتلا به سرطان در

استفاده کمتر از درمان‌های جایگزینی هورمون) شناسایی شدند [۵۵]. به همین ترتیب، رابطه بین بروز سرطان پستان با عوامل شغلی مانند پرتوهای کیهانی و عوامل شناخته شده غیرشغلی از قبیل شیوه زندگی و عوامل مرتبط با زاد و ولد هنوز مشخص نیست.

لوسمی به عنوان مهمترین بدخیمی مرتبط با اشعه یونیزان است و برخی مطالعات میزان بالاتری در کارکنان پروازی گزارش کرده‌اند. با این حال، اکثر مطالعات هیچ گونه ارتباطی را گزارش نکرده‌اند، اگر چه نویسندگان مطالعه ESCAPE اشاره کردند که حتی یک مطالعه نسبتاً بزرگ، قدرت کافی برای تشخیص افزایش ناچیز خطر ابتلا به لوسمی را ندارد [۱۱]. بنابراین، احتمال افزایش خطر ابتلا به لوسمی از بین نمی‌رود.

افزایش میزان ابتلا به سرطان پوست در میان خدمه کابین هواپیما در چندین مطالعه گزارش شده است و به نظر می‌رسد سازگارترین یافته‌ها است، اگر چه افزایش مشاهده شده همیشه معنی‌دار نبوده است [۷، ۳۸، ۴۰، ۵۴، ۷۰]. با این حال، شواهدی مبنی بر وجود رابطه واضح بین تابش کیهانی و سرطان پوست هنوز وجود ندارد. بعضی از نویسندگان پیشنهاد کرده‌اند که افزایش مواجهه با اشعه ماوراء بنفش ممکن است خطر افزایش سرطان پوست را در میان خدمه پرواز توضیح دهد - گرچه لایه محافظتی قابل توجهی در هواپیما برای مقابله با تابش اشعه ماوراء بنفش وجود دارد، لذا ممکن است عوامل سبک زندگی (به عنوان مثال افزایش در معرض تابش خورشید قرار گرفتن به علت سفر مکرر به مکانهای تفریحی در تعطیلات و یا توقف بین پروازها و یا استفاده بیشتر از تخت‌های برنزه کننده) ممکن است در بخشی از این افزایش ابتلا نقش داشته باشند. یک مطالعه انجام شده در میان خدمه کابین هواپیمایی فنلاند نتیجه گرفت که قرار گرفتن در معرض اشعه کیهانی به افزایش سرطان پوست نمی‌تواند مرتبط باشد و بین خدمه پرواز و عموم مردم تفاوتی در عوامل خطر مرتبط با سرطان پوست وجود نداشت [۸۳]. این که آیا تابش اشعه یونیزان ممکن است عامل خطر مستقل برای ملانوم باشد یا اینکه ممکن است عوامل

1. Youk

ارتباط با اشعه کیهانی و دیگر عوامل مواجهه با محیط کار و عوامل مرتبط با سبک زندگی ضروری است.

علاوه بر این، داده‌های سیتوژنیک نشان داده‌اند که تابش کیهانی موجب آسیب شدید DNA در خدمه پرواز و فضانوردان می‌شود، اما تعداد کمی از گزارش‌ها، منعکس کننده ایجاد اختلالات کروموزوم‌ها در ارتباط با تجربه پرواز و دوز تجمعی اشعه است. مطالعات اپیدمیولوژیک با دوره پیگیری طولانی بر روی گروه‌های بزرگتر خلبانان و خدمه پرواز با طیف وسیعی از مقادیر مختلف میزان تابش اشعه، برای روشن شدن ارتباط میان پرتوهای کیهانی و خطر ابتلا به سرطان ضروری است.

همچنین با توجه به جمعیت بزرگ زنانی که در سراسر جهان ساعات نامنظم کاری دارند و به صورت شیفتی کار می‌کنند و همچنین بروز بالای سرطان پستان در زنان، تحقیقات بیشتری برای تأیید ارتباط بین شیفت کاری و سرطان

پستان، و همچنین برای پاسخ به سؤالات متعدد مربوط به الگوهای این ارتباط مورد نیاز است. تحقیقات آینده باید به این سؤالات پاسخ دهد که آیا الگوهای مختلف شیفت کاری به طور شبیه به هم آسیب می‌رسانند؛ آیا قرار گرفتن در معرض شیفت کاری به ویژه در یک دوره خاص زندگی (مثلاً قبل از اولین بارداری فول ترم) مضر است؛ آیا بین شیفت کاری با عوامل دیگر شیوه زندگی مانند مصرف الکل، فعالیت بدنی یا اندازه بدن و شکل آن ارتباط وجود دارد، آیا زنانی که به صورت شیفتی کار می‌کنند باید بیشتر از جمعیت عمومی مورد غربالگری واقع شوند؛ آیا رابطه‌ای با میزان شیفت کاری مثل تعداد سال‌ها (یا تعداد روز / شب شیفتی در هر ماه) وجود دارد؛ و اگر چنین باشد، آیا سیاستگذاران باید حداکثر سالهای مجاز برای کار شیفتی را مشخص کنند.

References

1. Torre LA, Bray F, Siegel RL, Ferlay J, Lortet-Tieulent J, Jemal A. Global cancer statistics, 2012. *CA: a cancer journal for clinicians*. 2015;65(2):87-108.
2. DeSantis CE, Ma J, Goding Sauer A, Newman LA, Jemal A. Breast cancer statistics, 2017, racial disparity in mortality by state. *CA: a cancer journal for clinicians*. 2017;67(6):439-448.
3. Ferlay J, Shin HR, Bray F, Forman D, Mathers C, Parkin DM. Estimates of worldwide burden of cancer in 2008: GLOBOCAN 2008. *International journal of cancer*. 2010;127(12):2893-2917.
4. Hammer GP, Blettner M, Zeeb H. Epidemiological studies of cancer in aircrew. *Radiation protection dosimetry*. 2009;136(4):232-239.
5. Schubauer-Berigan MK, Anderson JL, Hein MJ, Little MP, Sigurdson AJ, Pinkerton LE. Breast cancer incidence in a cohort of U.S. flight attendants. *American journal of industrial medicine*. 2015;58(3):252-266.
6. Pukkala E, Helminen M, Haldorsen T, Hammar N, Kojo K, Linnertsjo A, et al. Cancer incidence among Nordic airline cabin crew. *International journal of cancer*. 2012;131(12):2886-2897.
7. Reynolds P, Cone J, Layefsky M, Goldberg DE, Hurley S. Cancer incidence in California flight attendants (United States). *Cancer causes & control : CCC*. 2002;13(4):317-324.
8. Rafnsson V. The incidence of breast cancer among female flight attendants: an updated meta-analysis. *Journal of travel medicine*. 2017;24(5).
9. Liu T, Zhang C, Liu C. The incidence of breast cancer among female flight attendants: an updated meta-analysis. *Journal of travel medicine*. 2016;23(6).
10. Ballard T, Lagorio S, De Angelis G, Verdecchia A. Cancer incidence and mortality among flight personnel: a meta-analysis. *Aviation, space, and environmental medicine*. 2000;71(3):216-224.
11. Zeeb H, Blettner M, Langner I, Hammer GP, Ballard TJ, Santaquilani M, et al. Mortality from cancer and other causes among airline cabin attendants in Europe: a collaborative cohort study in eight countries. *American journal of epidemiology*. 2003;158(1):35-46.

12. Di Trolio R, Di Lorenzo G, Fumo B, Ascierio PA. Cosmic radiation and cancer: is there a link? *Future oncology*. 2015;11(7):1123-1135.
13. Kim JN, Lee BM. Risk factors, health risks, and risk management for aircraft personnel and frequent flyers. *Journal of toxicology and environmental health. Part B, Critical reviews*. 2007;10(3):223-234.
14. Friedberg W, Copeland K, Duke FE, Nicholas JS, Darden EB, Jr., O'Brien K, 3rd. Radiation exposure of aircrews. *Occupational medicine*. 2002;17(2):293-309, v.
15. Kelsey JL, Bernstein L. Epidemiology and prevention of breast cancer. *Annual review of public health*. 1996;17:47-67.
16. Rockhill B, Weinberg CR, Newman B. Population attributable fraction estimation for established breast cancer risk factors: considering the issues of high prevalence and unmodifiability. *American journal of epidemiology*. 1998;147(9):826-833.
17. Madigan MP, Ziegler RG, Benichou J, Byrne C, Hoover RN. Proportion of breast cancer cases in the United States explained by well-established risk factors. *Journal of the National Cancer Institute*. 1995;87(22):1681-1685.
18. Harris JR, Lippman ME, Veronesi U, Willett W. Breast cancer (1). *The New England journal of medicine*. 1992;327(5):319-328.
19. Weiderpass E, Meo M, Vainio H. Risk factors for breast cancer, including occupational exposures. *Safety and health at work*. 2011;2(1):1-8.
20. Grosse Y, Baan R, Straif K, Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, et al. A review of human carcinogens--Part A: pharmaceuticals. *The Lancet. Oncology*. 2009;10(1):13-14.
21. Secretan B, Straif K, Baan R, Grosse Y, El Ghissassi F, Bouvard V, et al. A review of human carcinogens--Part E: tobacco, areca nut, alcohol, coal smoke, and salted fish. *The Lancet. Oncology*. 2009;10(11):1033-1034.
22. El Ghissassi F, Baan R, Straif K, Grosse Y, Secretan B, Bouvard V, et al. A review of human carcinogens--part D: radiation. *The Lancet. Oncology*. 2009;10(8):751-752.
23. Boice JD, Jr., Monson RR. Breast cancer in women after repeated fluoroscopic examinations of the chest. *Journal of the National Cancer Institute*. 1977;59(3):823-832.
24. Mavaddat N, Antoniou AC, Easton DF, Garcia-Closas M. Genetic susceptibility to breast cancer. *Molecular oncology*. 2010;4(3):174-191.
25. Costa G. Shift work and health: current problems and preventive actions. *Safety and health at work*. 2010;1(2):112-123.
26. Kolstad HA. Nightshift work and risk of breast cancer and other cancers--a critical review of the epidemiologic evidence. *Scandinavian journal of work, environment & health*. 2008;34(1):5-22.
27. Rushton L, Bagga S, Bevan R, Brown TP, Cherrie JW, Holmes P, et al. Occupation and cancer in Britain. *British journal of cancer*. 2010;102(9):1428-1437.
28. Stevens RG, Hansen J, Costa G, Haus E, Kauppinen T, Aronson KJ, et al. Considerations of circadian impact for defining 'shift work' in cancer studies: IARC Working Group Report. *Occupational and environmental medicine*. 2011;68(2):154-162.
29. Pukkala E, Martinsen JI, Lynge E, Gunnarsdottir HK, Sørensen P, Tryggvadottir L, et al. Occupation and cancer - follow-up of 15 million people in five Nordic countries. *Acta oncologica*. 2009;48(5):646-790.
30. MacArthur AC, Le ND, Abanto ZU, Gallagher RP. Occupational female breast and reproductive cancer mortality in British Columbia, Canada, 1950-94. *Occup Med (Lond)*. 2007;57(4):246-253.
31. Hansen J. Breast cancer risk among relatively young women employed in solvent-using industries. *American journal of industrial medicine*. 1999;36(1):43-47.
32. Zahm SH, Blair A. Occupational cancer among women: where have we been and where are we going? *American journal of industrial medicine*. 2003;44(6):565-575.
33. Gardner KM, Ou Shu X, Jin F, Dai Q, Ruan Z, Thompson SJ, et al. Occupations and breast cancer risk among Chinese women in urban Shanghai. *American journal of industrial medicine*. 2002;42(4):296-308.
34. Teitelbaum SL, Britton JA, Gammon MD, Schoenberg JB, Brogan DJ, Coates RJ, et al. Occupation and breast cancer in women 20-44 years of age (United States). *Cancer causes & control : CCC*. 2003;14(7):627-637.
35. Bernstein L, Allen M, Anton-Culver H, Deapen D, Horn-Ross PL, Peel D, et al. High breast cancer incidence rates among California teachers: results from the California Teachers Study (United States). *Cancer causes & control : CCC*. 2002;13(7):625-635.

36. dos Santos Silva I, De Stavola B, Pizzi C, Evans AD, Evans SA. Cancer incidence in professional flight crew and air traffic control officers: disentangling the effect of occupational versus lifestyle exposures. *International journal of cancer*. 2013;132(2):374-384.
37. Tokumaru O, Haruki K, Bacal K, Katagiri T, Yamamoto T, Sakurai Y. Incidence of cancer among female flight attendants: a meta-analysis. *Journal of travel medicine*. 2006;13(3):127-132.
38. Linnarsjo A, Hammar N, Dammstrom BG, Johansson M, Eliasch H. Cancer incidence in airline cabin crew: experience from Sweden. *Occupational and environmental medicine*. 2003;60(11):810-814.
39. Haldorsen T, Reitan JB, Tveten U. Cancer incidence among Norwegian airline cabin attendants. *International journal of epidemiology*. 2001;30(4):825-830.
40. Rafnsson V, Tulinius H, Jonasson JG, Hrafnkelsson J. Risk of breast cancer in female flight attendants: a population-based study (Iceland). *Cancer causes & control : CCC*. 2001;12(2):95-101.
41. Lynge E. Risk of breast cancer is also increased among Danish female airline cabin attendants. *Bmj*. 1996;312(7025):253.
42. Buja A, Mastrangelo G, Perissinotto E, Grigoletto F, Frigo AC, Rausa G, et al. Cancer incidence among female flight attendants: a meta-analysis of published data. *Journal of women's health*. 2006;15(1):98-105.
43. Bartlett DT. Radiation protection aspects of the cosmic radiation exposure of aircraft crew. *Radiation protection dosimetry*. 2004;109(4):349-355.
44. Zeeb H, Hammer GP, Blettner M. Epidemiological investigations of aircrew: an occupational group with low-level cosmic radiation exposure. *Journal of radiological protection : official journal of the Society for Radiological Protection*. 2012;32(1):N15-19.
45. Grajewski B, Waters MA, Yong LC, Tseng CY, Zivkovich Z, Cassinelli RT, 2nd. Airline pilot cosmic radiation and circadian disruption exposure assessment from logbooks and company records. *The Annals of occupational hygiene*. 2011;55(5):465-475.
46. Waters M, Bloom TF, Grajewski B. The NIOSH/FAA Working Women's Health Study: evaluation of the cosmic-radiation exposures of flight attendants. *Federal Aviation Administration. Health physics*. 2000;79(5):553-559.
47. Whelan EA. Cancer incidence in airline cabin crew. *Occupational and environmental medicine*. 2003;60(11):805-806.
48. Bramlitt ET, Shonka JJ. Radiation exposure of aviation crewmembers and cancer. *Health physics*. 2015;108(1):76-86.
49. Pukkala E, Aspholm R, Auvinen A, Eliasch H, Gundestrup M, Haldorsen T, et al. Incidence of cancer among Nordic airline pilots over five decades: occupational cohort study. *Bmj*. 2002;325(7364):567.
50. He C, Anand ST, Ebell MH, Vena JE, Robb SW. Circadian disrupting exposures and breast cancer risk: a meta-analysis. *International archives of occupational and environmental health*. 2015;88(5):533-547.
51. Kojo K, Pukkala E, Auvinen A. Breast cancer risk among Finnish cabin attendants: a nested case-control study. *Occupational and environmental medicine*. 2005;62(7):488-493.
52. Blask DE, Hill SM, Dauchy RT, Xiang S, Yuan L, Duplessis T, et al. Circadian regulation of molecular, dietary, and metabolic signaling mechanisms of human breast cancer growth by the nocturnal melatonin signal and the consequences of its disruption by light at night. *Journal of pineal research*. 2011;51(3):259-269.
53. Filipski E, Levi F. Circadian disruption in experimental cancer processes. *Integrative cancer therapies*. 2009;8(4):298-302.
54. Pukkala E, Auvinen A, Wahlberg G. Incidence of cancer among Finnish airline cabin attendants, 1967-92. *Bmj*. 1995;311(7006):649-652.
55. Winter M, Blettner M, Zeeb H. Prevalence of risk factors for breast cancer in German airline cabin crew: a cross-sectional study. *Journal of occupational medicine and toxicology*. 2014;9:27.
56. Testard I, Ricoul M, Hoffschir F, Flury-Herard A, Dutrillaux B, Fedorenko B, et al. Radiation-induced chromosome damage in astronauts' lymphocytes. *International journal of radiation biology*. 1996;70(4):403-411.
57. Obe G, Johannes I, Johannes C, Hallman K, Reitz G, Facius R. Chromosomal aberrations in blood lymphocytes of astronauts after long-term space flights. *International journal of radiation biology*. 1997;72(6):727-734.
58. Fedorenko B, Druzhinin S, Yudaeva L, Petrov V, Akatov Y, Snigiryova G, et al. Cytogenetic studies of blood lymphocytes from cosmonauts after long-term space flights on Mir station. *Advances in space research : the official journal of the Committee on Space Research*. 2001;27(2):355-359.
59. Fedorenko BS, Snigireva GP, Bogomazova AN, Novitskaia NN, Shevchenko VA. [Cytogenetic effects on blood lymphocytes of cosmonauts after low doses of space radiation]. *Aviakosmicheskaja i ekologicheskaja meditsina = Aerospace and environmental medicine*. 2008;42(3):13-18.
60. George K, Chappell LJ, Cucinotta FA. Persistence of space radiation induced cytogenetic damage in the blood lymphocytes of astronauts. *Mutation research*. 2010;701(1):75-79.

61. Horstmann M, Durante M, Johannes C, Pieper R, Obe G. Space radiation does not induce a significant increase of intrachromosomal exchanges in astronauts' lymphocytes. *Radiation and environmental biophysics*. 2005;44(3):219-224.
62. Greco O, Durante M, Gialanella G, Grossi G, Pugliese M, Scampoli P, et al. Biological dosimetry in Russian and Italian astronauts. *Advances in space research : the official journal of the Committee on Space Research*. 2003;31(6):1495-1503.
63. Yong LC, Sigurdson AJ, Ward EM, Waters MA, Whelan EA, Petersen MR, et al. Increased frequency of chromosome translocations in airline pilots with long-term flying experience. *Occupational and environmental medicine*. 2009;66(1):56-62.
64. Wolf G, Obe G, Bergau L. Cytogenetic investigations in flight personnel. *Radiation protection dosimetry*. 1999;86(4):275-278.
65. Wolf G, Pieper R, Obe G. Chromosomal alterations in peripheral lymphocytes of female cabin attendants. *International journal of radiation biology*. 1999;75(7):829-836.
66. Heimers A. Chromosome aberration analysis in Concorde pilots. *Mutation research*. 2000;467(2):169-176.
67. Cavallo D, Marinaccio A, Perniconi B, Tomao P, Pecoriello V, Moccaldi R, et al. Chromosomal aberrations in long-haul air crew members. *Mutation research*. 2002;513(1-2):11-15.
68. Salisbury DA, Band PR, Threlfall WJ, Gallagher RP. Mortality among British Columbia pilots. *Aviation, space, and environmental medicine*. 1991;62(4):351-352.
69. Irvine D, Davies DM. The mortality of British Airways pilots, 1966-1989: a proportional mortality study. *Aviation, space, and environmental medicine*. 1992;63(4):276-279.
70. Gundestrup M, Storm HH. Radiation-induced acute myeloid leukaemia and other cancers in commercial jet cockpit crew: a population-based cohort study. *Lancet*. 1999;354(9195):2029-2031.
71. Pinkerton LE, Waters MA, Hein MJ, Zivkovich Z, Schubauer-Berigan MK, Grajewski B. Cause-specific mortality among a cohort of U.S. flight attendants. *American journal of industrial medicine*. 2012;55(1):25-36.
72. Yong LC, Pinkerton LE, Yiin JH, Anderson JL, Deddens JA. Mortality among a cohort of U.S. commercial airline cockpit crew. *American journal of industrial medicine*. 2014;57(8):906-914.
73. Blettner M, Zeeb H, Auvinen A, Ballard TJ, Caldora M, Eliasch H, et al. Mortality from cancer and other causes among male airline cockpit crew in Europe. *International journal of cancer*. 2003;106(6):946-952.
74. Langner I, Blettner M, Gundestrup M, Storm H, Aspholm R, Auvinen A, et al. Cosmic radiation and cancer mortality among airline pilots: results from a European cohort study (ESCAPE). *Radiation and environmental biophysics*. 2004;42(4):247-256.
75. Hammer GP, Auvinen A, De Stavola BL, Grajewski B, Gundestrup M, Haldorsen T, et al. Mortality from cancer and other causes in commercial airline crews: a joint analysis of cohorts from 10 countries. *Occupational and environmental medicine*. 2014;71(5):313-322.
76. Ballard TJ, Lagorio S, De Santis M, De Angelis G, Santaquilani M, Caldora M, et al. A retrospective cohort mortality study of Italian commercial airline cockpit crew and cabin attendants, 1965-96. *International journal of occupational and environmental health*. 2002;8(2):87-96.
77. Paridou A, Velonakis E, Langner I, Zeeb H, Blettner M, Tzonou A. Mortality among pilots and cabin crew in Greece, 1960-1997. *International journal of epidemiology*. 2003;32(2):244-247.
78. Blettner M, Zeeb H, Langner I, Hammer GP, Schafft T. Mortality from cancer and other causes among airline cabin attendants in Germany, 1960-1997. *American journal of epidemiology*. 2002;156(6):556-565.
79. Hammer GP, Blettner M, Langner I, Zeeb H. Cosmic radiation and mortality from cancer among male German airline pilots: extended cohort follow-up. *European journal of epidemiology*. 2012;27(6):419-429.
80. Zeeb H, Hammer GP, Langner I, Schafft T, Bennack S, Blettner M. Cancer mortality among German aircrew: second follow-up. *Radiation and environmental biophysics*. 2010;49(2):187-194.
81. Buja A, Lange JH, Perissinotto E, Rausa G, Grigoletto F, Canova C, et al. Cancer incidence among male military and civil pilots and flight attendants: an analysis on published data. *Toxicology and industrial health*. 2005;21(10):273-282.
82. Pizzi C, Evans SA, De Stavola BL, Evans A, Clemens F, Silva Idos S. Lifestyle of UK commercial aircrews relative to air traffic controllers and the general population. *Aviation, space, and environmental medicine*. 2008;79(10):964-974.
83. Kojo K, Helminen M, Pukkala E, Auvinen A. Risk factors for skin cancer among Finnish airline cabin crew. *The Annals of occupational hygiene*. 2013;57(6):695-704.
84. Youk AO, Buchanich JM, Fryzek J, Cunningham M, Marsh GM. An ecological study of cancer mortality rates in high altitude counties of the United States. *High altitude medicine & biology*. 2012;13(2):98-104.

Are flight staffs at higher risk for breast cancer?

Ziyari K¹, *Rahmani O¹, Eslami R²

Abstract

Background: Several studies have shown that there is an increased risk of breast cancer among flight attendants. However, the results of epidemiological studies have not been consistent with this issue. We conducted a brief overview on existing studies on the presence of breast cancer in flight staffs.

Materials and methods: A review of databases such as PubMed, Scopus, Embase, Google, Scholar, and ... for related observational studies was undertaken until October 2017. The following keywords were used individually and in all possible various combinations: "breast cancer", "flight staffs", and "aerospace medicine".

Results: The incidence of breast cancer among female flight attendants is higher than normal population. However, no study showed a high mortality rate from breast cancer in this group. Night-time rhythm disturbances due to night shift and changes in time zones which both lead to melatonin disturbances and also exposure to cosmic rays were likely to increase this risk. The results did not differ significantly from year of publication, geographical area, and study quality.

Conclusion: Several observational studies and also meta-analyzes showed that the flight group had a higher risk than the normal population for breast cancer. Studies with larger sample sizes are required based on the different population and taking into account all the involved factors.

Keywords: Incidence, Breast Cancer, Shift-Work Sleep Disorders, Cosmic Radiations, Aviation Medicine

1. Assistant professor, Faculty of Medicine, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran
(*Corresponding Author)
dr.rahmani95764@yahoo.com

2. Assistant professor, Faculty of Aerospace and subaquatic medicine, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran