

بارداری و پرتوهای کیهانی در پرواز

*دکتر آرمن اسکندری

چکیده

پرتوهای کیهانی یک خطر شغلی برای پرسنل پروازی کشوری و نظامی به‌شمار می‌رود. پرتوهای یونیزه کننده علاوه بر اثرات مستقیم بر پرسنل پروازی، برای جنین مسافری و پرسنل پروازی باردار نیز مضر هستند. مطالعات حیوانی با استفاده از پرتوهای با دوز پایین و مطالعات انسانی بر روی بازماندگان حوادث هیروشیما، ناکازاکی و چرنوبیل که در معرض دوز بالای پرتوهای یونیزان قرار گرفته‌اند، نشان می‌دهد که افراد بارداری که ساعات طولانی پرواز می‌کنند جنین خود را در معرض خطراتی مانند کاهش عملکرد شناختی و بهره‌هوشی و حتی عقب‌ماندگی شدید ذهنی و نیز افزایش بروز بدخیمی‌های دوران کودکی و لوکمی قرار می‌دهند. پرتوهای کیهانی در هفته‌های ۸-۱۵ حاملگی که زمان شکل‌گیری سیستم عصبی است، بیشترین تأثیر را دارند.

نهادهای بین‌المللی مانند کمیسیون بین‌المللی محافظت در برابر پرتوتابی، رهنمودهایی درباره حداکثر میزان مجاز پرتوتابی برای جمعیت عادی، پرسنل پروازی و زنان باردار ارائه داده‌اند. در حالی که خلبانان و مهندسين پرواز معمولاً در محدوده مجاز تعریف شده توسط این نهادها قرار دارند ولی مهمانداران و یا کارکنان خطوط چارتر که بیش از سایرین پرواز می‌کنند به سادگی از این حدود مجاز فراتر می‌روند. در کشورهای پیشرفته پرسنل پروازی جزء گروه پرخطر از نظر مواجهه شغلی با پرتو قرار داده شده و خطوط هوایی ملزم به آگاه ساختن خدمه خود درباره خطرات پرتوتابی کیهانی و آموزش آنان در این رابطه شده‌اند. اگر چه اثرات پرتوتابی کیهانی حین پرواز بر جنین ناچیز است ولی پرسنل پروازی، کودکان متولد نشده خود را در معرض خطراتی قرار می‌دهند که شاید در صورت آگاهی در مورد آن دیگر حاضر به پذیرفتن چنین خطری نمی‌شدند.

کلمات کلیدی: پرتوهای کیهانی، بارداری، پرواز

مجله علمی ابن سینا / اداره بهداشت و درمان نهجا (سال نهم، شماره سوم، زمستان ۱۳۸۵، مسلسل ۲۴)

مقدمه

۳- فعالیت خورشیدی طبیعی

(Normal Solar Activity)

فعالیت خورشید به طور قابل پیش بینی در یک دوره ۱۱ ساله تغییر می کند. فعالیت بیشتر مقدار پرتوهای کیهانی را افزایش می دهد و بلعکس.

۴- رخدادها پروتونی خورشیدی

(Solar Proton Events or Solar Events)

گاهی مقادیر فراوانی ذرات باردار به صورت انفجاری به داخل فضا رها می شوند که می توانند سطوح پرتوتابی در جو زمین را به شدت افزایش دهند. این رخدادها قابل پیش بینی نیستند و همچنین سطح پرتوتابی آنها در کره زمین یکنواخت نیست. رخدادهای خورشیدی عظیم که سبب افزایش قابل توجه میزان پرتوهای کیهانی رسیده به زمین شوند پدیده های نادری هستند. برای اندازه گیری اثرات پرتوهای یونیزه کننده از معیاری به نام "دوز مؤثر" استفاده می شود. دوز مؤثر معیاری از آسیب رسانی پرتوهای یونیزه کننده است که این اصل را در نظر می گیرد که مقادیر مساوی پرتوهای جذب شده از منابع متفاوت پرتوهای یونیزه کننده لزوماً به یک اندازه مضر نیستند. دوز مؤثر با واحد میلی سیورت (millisievert, mSV) اندازه گیری می شود. خدمه پروازی که ۸۰۰-۶۰۰ ساعت در سال پرواز می کنند در معرض ۲ تا ۵ میلی سیورت پرتوتابی قرار می گیرند که این مقدار علاوه بر ۳-۲ میلی سیورت پرتوتابی زمینه ای است که از منابع طبیعی و مصنوعی (وسایل پزشکی) ناشی می شود.

اثرات پرتوهای کیهانی بر سلامتی

بروز بدخیمی، مهمترین تأثیری است که در رابطه با پرتوتابی با دوز کم مطرح شده است. از آنجا که پرتوهای کیهانی جزء پرتوهای کم توان به شمار می روند خطر سرطان ناشی از آنها نیز ناچیز به نظر می رسد و اندازه گیری این خطر نیز با استفاده از امکانات حاضر کار دشواری است. شواهد اندکی در دست است که نشان دهد مواجهه شغلی با پرتوهای کیهانی احتمال ابتلا به سرطان را افزایش می دهد. چند مطالعه انجام شده بر روی

پرتوهای کیهانی، نوعی از پرتوهای یونیزه کننده هستند. ذرات تشعشع، دائماً در جهان حرکت می کنند و به جو زمین می رسند. پرتوهای کیهانی، عمدتاً از ذرات اولیه (مانند پروتون، الکترون و ذرات سنگین تر) و ذرات ثانویه (مانند نوترون) تشکیل شده اند که در هنگام ورود به جو زمین شکل می گیرند. در سطح دریا پرتوهای کیهانی ۱۳٪ پرتوتابی زمینه ای را تشکیل می دهند. پرتوهای کیهانی از سایر انواع پرتوتابی متفاوتند. برای مثال، کارکنان تأسیسات هسته ای و یا پرسنل پزشکی بیشتر در معرض پرتوهای گاما و X هستند. در حالی که نوترون ها ۵۰٪ دوز پرتوتابی مؤثری را تشکیل می دهند که کروی پروازی و مسافری از پرتوهای کیهانی دریافت می کنند. تأثیرات زیستی این نوترون ها و پرتوهای کیهانی به طور کلی به خوبی شناخته نشده اند و این یکی از دلایلی است که مطالعات گوناگونی درباره سلامتی کروی پروازی در نقاط مختلف دنیا در حال انجام است. میزان پرتوهای کیهانی در جو زمین به چهار عامل بستگی دارد که به ترتیب اهمیت در زیر شرح داده شده اند:

۱- ارتفاع: لایه های جو زمین نقش حمایتی قابل توجهی در برابر پرتوهای کیهانی ایفا می کنند. در ارتفاعات بالاتر، این نقش حمایتی کم رنگ تر می شود و میزان پرتوتابی کیهانی افزایش می یابد. مقدار مواجهه با پرتوهای کیهانی در ارتفاعی که هواپیماهای معمولی پرواز می کنند، یعنی ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ پا (۹-۱۲km)، تقریباً ۱۰۰ برابر مقدار مواجهه در سطح زمین است.

۲- عرض جغرافیایی: میدان مغناطیسی زمین بیشتر ذرات پرتوهای کیهانی را که به آن می رسند منحرف می کند. این امر در استوا بیشترین تأثیر را دارد و با افزایش عرض جغرافیایی کاهش می یابد به طوری که در قطبها تقریباً از بین می رود. در نتیجه میزان مواجهه در قطبین دو برابر مقدار مشابه در استواست.

بین هفته‌های سوم تا هشتم بارداری، نگرانی عمده درباره پرتوگیری مربوط به نقایص ساختمانی است. احتمال چنین عارضه‌ای در فردی که هر هفته تقریباً ۱۰ پرواز نسبتاً طولانی یک‌طرفه داشته باشد ۳/۱ در ۱۰۰۰۰ است.

در هفته‌های نهم تا بیست و ششم، عارضه اصلی ناشی از پرتوگیری عقب‌ماندگی شدید ذهنی است.

به‌علاوه جنینی که در معرض پرتوهای کیهانی قرار داشته باشد مستعد ابتلا به سرطان‌های کودکان است. در مطالعه‌ای که به بررسی بروز مرگ پری‌ناتال، LBW (Low Birth Weight) تولد پرترم و نقایص هنگام تولد (کلی، نقایص بزرگ، نقایص لوله عصبی، کام‌شکری، هیپواسپادیازیس و نشانگان داون) در نوزادان خلبانان و مهمانداران خطوط هوایی پرداخته است، افزایش قابل توجهی در نتایج بارداری نامطلوب یافت نشده است.

رهنمودهای موجود درباره حدود مجاز پرتوگیری

در سال ۱۹۹۰ کمیته بین‌المللی محافظت در برابر پرتوتابی (ICRP) توصیه نمود که خدمه‌ی هواپیماهای جت به‌عنوان گروه در معرض خطر ناشی از پرتوتابی قرار گیرند. رهنمودهایی درباره حدود پرتوگیری مجاز شغلی توسط آژانس‌های بین‌المللی ارائه شده‌اند. طبق توصیه‌ی سازمان بهداشت جهانی (WHO) مواجهه شغلی هر فرد نباید به‌طور متوسط بیش از ۲۰ mSV در سال در طول پنج سال متوالی و یا ۵۰ mSV در هر سال باشد. در مورد افراد باردار دوز مؤثر معادل نباید از ۱ mSV از زمان اظهار بارداری تجاوز نماید. بسیاری از خطوط هوایی، خدمه پرواز باردار را از زمان اعلام بارداری ground می‌کنند تا از خطرات کلی ناشی از پرواز جلوگیری نمایند. برای جمعیت عادی حدود مجاز مواجهه با پرتوهای کیهانی دقیقاً مشخص نشده است. البته می‌توان از حد ۱ mSV در سال که برای موارد مواجهه مصنوعی بیان شده است، به‌عنوان راهنما کمک گرفت. برخی از افرادی که زیاد سفر می‌کنند، ممکن است تحت شرایط خاصی، از این حدود فراتر روند ولی در حال حاضر قصد و

خدمه‌ی پروازی افزایش بروز ملانوم و برخی از انواع سرطان‌های پوستی غیرملانومی را نشان داده‌اند. پرتوهای فرابنفش، مانند آنچه در هنگام برنزه شدن رخ می‌دهد، رابطه محکمی با این سرطان‌ها دارند ولی درباره ارتباط میان پرتوهای کیهانی و چنین سرطان‌هایی به مطالعات بیشتری نیاز است.

افزایش میزان سرطان پستان تازه تشخیص داده شده و یا مرگ مرتبط با آن نیز در خدمه پروازی مؤنث در چند مطالعه نشان داده شده است. این افزایش به‌وسیله عواملی غیر از پرتوگیری -مانند سابقه تولیدمثلی فرد- قابل توجیه نبوده است. موارد پراکنده‌ای از افزایش بروز برخی دیگر از انواع سرطان‌ها گزارش شده است ولی به‌نظر می‌رسد این گزارش‌ها، بیشتر یافته‌هایی اتفاقی بوده‌اند و در سایر مطالعات تأیید نشده‌اند. پس از انجام مطالعات دقیق‌تر و پیگیری خدمه‌های پروازی که قبلاً تحت بررسی بوده‌اند، شواهد بیشتری در دسترس قرار خواهد گرفت.

اثرات پرتوهای کیهانی بر بارداری

مطالعات بسیار اندکی وجود دارند که تأثیر مستقیم پرتوهای کیهانی را بر بارداری و سلامت جنین بررسی نموده‌اند. با این حال بر پایه دانش موجود، دوز پرتوتابی محدودی که در جریان سفرهای هوایی اتفاقی کسب می‌شود خطر ناچیزی بر جنین تحمیل می‌کند. اما خدمه پروازی بارداری که به پروازهای منظم و فراوان در طول بارداری ادامه دهند ممکن است از حدود بی‌خطر توصیه شده فراتر روند.

برای جنینی که در معرض پرتوتابی قرار گرفته باشد، احتمال ایجاد آسیب، به سن بارداری و مقدار پرتوهای کسب شده، بستگی دارد؛ به‌طوری‌که در هفته اول بارداری (منظور بعد از لقاح است) و پیش از لانه‌گزینی رویان در دیواره رحم، خطر اصلی ناشی از پرتوتابی، مرگ داخل رحمی است. پس از لانه‌گزینی مقدار پرتوی مورد نیاز برای مرگ رویان بسیار بیشتر از آن چیزی است که ممکن است در طول سفرهای هوایی کسب شود.

مکانیسمی برای پایش مقدار مواجهه‌ی چنین افرادی وجود ندارد.

بحث و نتیجه‌گیری

در حال حاضر صدها هزار نفر، از جمله خدمه‌ی پروازی و بازرگانانی که زیاد سفر می‌کنند، مقدار پرتوهای بیشتری از آنچه الزامات قانونی توصیه و اجبار نموده‌اند، دریافت می‌کنند. خدمه‌ی پروازی از سوی خطوط هوایی و FAA (Federal Aviation Association) به‌عنوان کارکنان در معرض اشعه شناخته شده‌اند و بنابراین در محدوده‌ای فعالیت می‌کنند که ۵۰ برابر بیشتر از محدوده مجاز برای مردم عادی می‌باشد. تعهدات قانونی ممکن است شرکت‌های هوایی را مجبور کند که مشتریان پرسفر خود را نیز در این دسته‌بندی قرار دهند. برای مسافرانی که سالانه بیش از هزار کیلومتر از طریق هوا نقل مکان می‌کنند خطر ناشی از پرتوهای کیهانی ناچیز ولی غیرقابل چشم‌پوشی است. به‌ویژه برای افراد بارداری که می‌خواهند برنامه سفر خود را طوری تنظیم کنند که از حدود

مجاز توصیه شده فراتر نروند و برای افراد بارداری که قصد سفرهای تفریحی را دارند، پزشکان باید خطر بسیار ناچیز ناشی از پرتوتابی در جریان سفرهای کم را شرح دهند.

تحقیق درباره اثر پرتوهای کیهانی بر خدمه‌ی پروازی چالش‌های فراوانی پیش‌رو دارد. تنوع گسترده‌ی پرتوهای اولیه و ثانویه یونیزه‌کننده، طیف وسیع انرژی‌های دخیل و نقش جو و میدان مغناطیسی زمین و خورشید بر پیچیدگی این سناریو افزوده است. به‌علاوه در پروازهای هوایی ارتفاع، عرض جغرافیایی، مدت پرواز و نیز مرحله فعالیت خورشیدی نیز از جمله عوامل اثرگذار هستند. افزایش پروازهای هوایی و به دنبال آن افزایش تعداد کارکنانی که در چنین محیطی فعالیت می‌کنند نگرانی‌های تازه‌ای درباره خطر پرتوگیری به همراه آورده است. با این حال، شواهد موجود درباره رابطه سببی میان پرتوهای کیهانی و خطرات آن بر سلامتی انسان روشن نمی‌باشند؛ اگرچه در مطالعات اخیر افزایش بروز برخی سرطان‌ها گزارش شده است.

REFERENCES

1. Cosmic Radiation and Air Travel. World Health Organization INFORMATION SHEET Nov. 2005
2. Barish Robert J, In-flight radiation exposure during pregnancy. SB - Obstet Gynecol 2004 jun 103 (6) 1326-30
3. Irgens Agot et all, Pregnancy outcome among offspring of airline pilots and cabin attendants. SB - Scand J Work Environ Health 2003;29(2):94-9
4. O'Sullivan et all, Recent studies on the exposure of aircrew to cosmic and solar radiation. SB - Radiat Prot Dosimetry 2002;100(1-4):495-8
5. Exposure of airline pilots and cabin crew to cosmic radiation during flight--what's the fuss? SB - Ann Acad Med Singapore 2001 Sep;30(5):494-8
6. Robert J. Barish, PhD In-Flight Radiation: Counseling Patients About Risk Journal of the American Board of Family Practice 1999
7. RADIATION EXPOSURE OF AIR CARRIER CREWMEMBERS U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration Advisory Circular March 5, 1990 AC No: 120-52
8. Friedberg W, Faulkner DN, Snyder L, Darden EB Jr, O'Brien K. Update on possible health effects from exposure to galactic cosmic radiation. Aviat Space Environ Med 1990;61:868

Pregnancy and In Flight Cosmic Radiation

Abstract

Radiation is all around us. It is naturally present in our environment and has been since the birth of this planet. Consequently, life has evolved in an environment which has significant levels of ionizing radiation. It comes from outer space (cosmic), the ground (terrestrial), and even from within our own bodies. It is present in the air we breathe, the food we eat, the water we drink, and in the construction materials used to build our homes. Certain foods such as bananas and Brazil nuts naturally contain higher levels of radiation than other foods. Brick and stone homes have higher natural radiation levels than homes made of other building materials such as wood.

Several hundred thousand cockpit and cabin crew worldwide are occupationally exposed to cosmic radiation, and the number of frequent flyers is steadily increasing. Our understanding of the health effects of cosmic radiation has been advanced through recent scientific studies focusing on aircrew. Although the risk inferred to the fetus by cosmic radiation is very small but it is not negligible. In this review we try to introduce the risks and current recommendations for those who wish to schedule their flights to avoid endangering their offsprings.

Eskandari A M.D.

IRIAF Health Administration

Keywords: Cosmic radiation, Pregnancy, Recommendation.