

## بررسی وضعیت پرتوگیری شغلی و اعتبار برآورد دز فردی و لنز چشم با استفاده از تک‌دزیمتر فیلم‌بیج برای پرتوکاران آنژیوگرافی در ایران

زهرا دانائی نیا<sup>۱</sup>، الهه جزایری قره باغ<sup>۲</sup>، سید مهدی حسینی پویا<sup>۳\*</sup>، سمانه

برادران<sup>۴</sup>

### چکیده

**زمینه و هدف:** در آنژیوگرافی، عدسی چشم ممکن است در معرض پرتو قرارگیرد و باعث ایجاد کاتاراکت شود. در ایران در حال حاضر برای ارزیابی دز فردی صرفاً از تک‌دزیمتر فیلم‌بیج، زیر روپوش سربی استفاده می‌شود. در این پژوهش هدف، بررسی وضعیت پرتوگیری شغلی و نیز اعتبار سنجش دز تمام بدن افراد و لنز چشم با استفاده از تک‌دزیمتر فیلم‌بیج می‌باشد.

**روش بررسی:** در این مطالعه، میزان دز تمام بدن و عدسی چشم با استفاده‌ی ترکیبی از دزیمتر فیلم‌بیج و ترمولومینسانس برای ۳۵ نفر از کارکنان بخش آنژیوگرافی در سه بیمارستان منتخب زیرپوشش دانشگاه علوم پزشکی تهران و طی دو دوره‌ی دزیمتری اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری دز عدسی چشم از سه قرص دزیمتر ترمولومینسانس بر روی پیشانی و چشم راست و چپ، و برای اندازه‌گیری دز تمام بدن از روش دو-دزیمتری، از یک کارت TLD نصب‌شده روی سینه و روی روپوش سربی و یک فیلم‌بیج روی سینه و زیر روپوش سربی استفاده شد.

**یافته‌ها:** میانگین تقریبی دز ماهانه‌ی عدسی چشم و تمام بدن پرسنل آنژیوگرافی به ترتیب  $240.7 \pm 7.4 \mu\text{Sv}$  و  $120.3 \pm 3.3 \mu\text{Sv}$  به دست آمد که مقدار متناظر برای دز سالیانه کمتر از سطوح توصیه شده توسط مراجع بین‌المللی است. علاوه بر این، نسبت دز فیلم‌بیج به دز تمام بدن و عدسی چشم به ترتیب برابر  $0.35$  و  $0.51$  با ضرایب همبستگی به ترتیب  $0.97$  و  $0.5$  به دست آمد. همچنین نسبت دز عدسی چشم به دز عمقی (TLD) بر روی روپوش سربی  $1/18$  با ضریب همبستگی  $0.79$  به دست آمد.

**نتیجه‌گیری:** اگرچه استفاده از فیلم‌بیج به تنهایی در زیر روپوش سربی برای برآورد دز تمام بدن از دقت خوبی برخوردار است، اما این دزیمتر به تنهایی برای برآورد دز لنز چشم مناسب نیست و لازم است از یک دزیمتر فردی بر روی روپوش سربی استفاده شود.

**واژه‌های کلیدی:** عدسی چشم، آنژیوگرافی، دزیمتری، حد دز

دریافت مقاله: بهمن ۱۳۹۸

پذیرش مقاله: آبان ۱۳۹۹

\* نویسنده مسئول:

سید مهدی حسینی پویا؛

پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای سازمان انرژی اتمی

Email:

mhossaini@aeoi.org.ir

۱ دانشجوی کارشناسی ارشد رادیوبیولوژی و حفاظت پرتوها، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۲ دکتری فیزیک پزشکی، گروه علوم پرتویی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۳ دانشیار پژوهشکده کاربرد پرتوها، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی، تهران، ایران

۴ استادیار پژوهشکده راکتور و ایمنی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی، تهران، ایران

## مقدمه

بیماری عروق کرونری از شایع‌ترین بیماری‌های قلبی-عروقی هستند که از علل اصلی مرگ‌ومیر در جهان به‌شمار می‌آیند (۱). یکی از روش‌های متداول برای تشخیص گرفتگی‌های عروق قلبی خصوصاً عروق کرونری، آنژیوگرافی است که در آن از اشعه‌ی ایکس استفاده می‌شود (۲). در این روش تشخیصی، با توجه به ضرورت حضور کادر پزشکی در مجاورت بیمار و طولانی بودن مراحل پرتودهی، امکان پرتوگیری‌های شغلی ارگان‌های حساس بدن از جمله عدسی چشم برای آنان وجود دارد. بنابراین کارکنان شاغل در مراکز تصویربرداری مداخله‌ای از جمله مشاغل با ریسک پرتوی بالا محسوب می‌شوند (۳). ابتلا به سرطان و نیز ایجاد کاتاراکت در عدسی چشم از جمله آثار بیولوژیکی احتمالی دریافت پرتوهای یونیزان هستند که می‌توانند در سطوح پرتوگیری‌های شغلی رخ دهند. تحقیقات نشان داد که کاتاراکت ناشی از پرتوگیری، معمولاً در ناحیه‌ی زیرکپسولی رخ می‌دهد که با ناحیه‌ی کدورت کاتاراکت ناشی از افزایش سن کاملاً متفاوت است. این مورد آنقدر اهمیت دارد که کمیسیون بین‌المللی حفاظت پرتوی (ICRP: International Commission on Radiological Protection)، در گزارش شماره ۱۱۸ توصیه می‌نماید که بر اساس تحقیقات صورت گرفته، به‌منظور پیشگیری از آثار قطعی پرتو بر روی عدسی چشم، حد دز سالانه‌ی دریافتی عدسی چشم برای پرتوکاران از میزان قلبی  $150\text{ mSv}$  به  $20\text{ mSv}$  کاهش یابد (۴).

پژوهش‌های متعددی در دهه اخیر از سوی محققان در کشورهای مختلف جهان بر روی کارکنان آنژیوگرافی و دز عدسی چشم آنان از جنبه‌های مختلف انجام شد (۵-۸). در برخی از این گزارش‌ها، میزان دز سالانه‌ی پزشکان بیش از حدود دز سالانه به‌دست‌آمده در ایران نیز ۲ تحقیق ارزشمند در این زمینه انجام شد؛ اما تعداد کارکنان مورد مطالعه بسیار محدود بود (۲ تا ۴ نفر) (۹ و ۱۰).

در پژوهش چنگیزی و همکاران میزان دز عدسی چشم دو کاردیولوژیست را به‌وسیله‌ی TLD طی ۳۵ پروسه آنژیوگرافی (۳۱ رادیال و ۴ فمورال) اندازه‌گیری کردند. دزیمترها گوشه‌ی خارجی چشم در قسمت داخلی شیشه عینک‌سربی قرار گرفتند. میانگین دز دریافتی چشم راست و چپ پزشک در آنژیوگرافی رادیال به‌ترتیب

$0.003\text{ mSv}$  و  $0.005\text{ mSv}$  با  $(p=0.02)$  در آنژیوگرافی فمورال  $0.008\text{ mSv}$  و  $0.011\text{ mSv}$  ( $p=0.748$ ) و میانگین دز موثر عدسی چشم در استفاده از مسیر رادیال کمتر از استفاده از مسیر فمورال به‌دست آمد. میانگین دز موثر در چشم راست و چپ در استفاده از مسیر رادیال و فمورال تفاوت معنی‌داری نداشت (۹).

در پژوهش خانی با استفاده از TLD-۱۰۰ دز عدسی چشم چهار کاردیولوژیست که برای هر آزمون از ۳ دزیمتر استفاده شد، اندازه‌گیری شد. یکی از دزیمترها بر روی شیشه‌ی محافظ آویزان از سقف در سمت تیوب اشعه‌ی ایکس، دیگری بر روی دسته‌ی عینک‌سربی در قسمت داخل عینک جهت ارزیابی دز رسیده به عدسی چشم پس از عبور از عینک‌سربی و سومین TLD در محل پیشانی کاردیولوژیست قرار گرفت تا میزان دز رسیده به عدسی چشم را بدون استفاده از عینک‌سربی ارزیابی نماید. بررسی میزان کاتاراکت القایی با تشعشع در چشم کاردیولوژیست‌ها با استفاده از میکروسکوپ و معاینه‌ی بالینی صورت پذیرفت. با بررسی داده‌های به‌دست‌آمده از این مطالعه مشخص گردید که شیشه محافظ آویزان از سقف به شکل قابل ملاحظه‌ای دز اشعه را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، یافته‌ها نشان دادند که دز اشعه پس از عبور از عینک، به شکل معنی‌داری نسبت به دز نشان داده شده توسط دزیمتر موجود بر روی پیشانی کاهش یافت. با بررسی دز دریافتی عدسی چشم کاردیولوژیست‌ها مشخص شد که عدسی چشم هیچ‌کدام از شرکت‌کنندگان از حد  $20$  میلی‌سیورت در سال تجاوز نکرده است ( $P>0.05$ ). همچنین، علایمی از وجود کاتاراکت در هیچ‌کدام از شرکت‌کنندگان مشاهده نشد (۱۰). عموماً در مواقعی که پرتوکار از روپوش‌سربی استفاده می‌کند، برای تخمین دز تمام بدن، استفاده از روش دو-دزیمتری توصیه شده است. در این روش یک دزیمتر زیر روپوش‌سربی در قسمت سینه و دیگری روی روپوش‌سربی در ناحیه‌ی گردن یا قفسه سینه قرار می‌گیرد و از طریق روابط ریاضی، دز تمام بدن از خوانش این دو دزیمتر استنتاج می‌شود (۱۱).

در حال حاضر، کنترل پرتوگیری پرتوکاران شاغل در بخشهای تصویربرداری مداخله‌ای در ایران صرفاً با استفاده از یک فیلم‌بج در زیر روپوش‌سربی صورت می‌گیرد. در این پژوهش، علاوه بر بررسی

برای ۳۵ نفر کادر درمانی در فعالیت پرتوی آنژیوگرافی (شامل پزشکان، رزیدنت‌ها، پرستاران و کارشناسان رادیولوژی) در سه بیمارستان منتخب دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شد. برآورد دز برای دو دوره دزیمتری (دو ماه آخر سال ۹۷ و دو ماه اول سال ۹۸) صورت گرفت. برای هر یک از کارکنان سه عدد قرص TLD حساس نوع  $\text{LiF: Mg, Cu, P}$  (GR-۲۰۰ ساخت چین) برای چشم راست، چشم چپ و بخش میانی پیشانی و روی یک سربند در نظر گرفته شد. همچنین برای دز تمام بدن، از یک دزیمتر فیلم‌بیج در زیر روپوش سربی و یک عدد کارت دزیمتر TLD حاوی دزیمترهای  $\text{TLD100}$  و به صورت آویخته برگردن و روی روپوش سربی استفاده شد. برای سنجش دز عدسی چشم و تمام بدن به ترتیب از کمیت‌های معادل دز پوست ( $H_p(0.07)$ ) و معادل دز عمقی ( $H_p(10)$ ) استفاده شد (۵-۸). شکل ۱ نحوه نصب و مکان دزیمترها را نشان می‌دهد.

وضعیت پرتوگیری شغلی در سه بیمارستان منتخب، میزان اعتبار برآورد دز تمام بدن و لنز چشم با استفاده از تک دزیمتر فیلم‌بیج برای کارکنان شاغل در بخش‌های تصویربرداری مداخله‌ای در بیمارستان‌های مذکور برای نخستین بار و با استفاده از ضرایب همبستگی پیرسون انجام شد.

## روش بررسی

کمیت‌های  $H_p(10)$ ،  $H_p(0.07)$  و  $H_p(3)$  به ترتیب برای برآورد دز تمام بدن، پوست و لنز چشم استفاده می‌شوند. به دلیل مشکل دزیمتری و روش کالیبراسیون، ICRP و آژانس بین‌المللی انرژی اتمی پیشنهاد دادند که برای سنجش  $H_p(3)$  از  $H_p(10)$  یا  $H_p(0.07)$  (زمانی که دزیمتر روی تنه نصب شود) و یا  $H_p(0.07)$  (زمانی که دزیمتر در نزدیکترین حالت به چشم قرارگیرد) استفاده شود (۵).

در این مطالعه‌ی توصیفی-تحلیلی، دز عدسی چشم و تمام بدن



شکل ۱: نمونه‌ی نصب و مکان دزیمترهای TLD و فیلم‌بیج بر روی بدن یک پرتوکار

الزامات کاری در اتاق درمان ثابت نبوده و حرکت داشتند. شکل ۲ نحوه‌ی قرارگیری پزشکان و همچنین دستگاه را نشان می‌دهد.

در این پژوهش، کارکنان داوطلب همکاری در طول دوره‌ی دزیمتری دو ماهه‌ی پایان سال ۱۳۹۷ و دو ماهه‌ی ابتدایی سال ۱۳۹۸ از دزیمترها استفاده نمودند. به‌کارگیری صحیح دزیمترها در طول دوره‌های دزیمتری به‌صورت تصادفی کنترل شد.

در طول انجام ارزیابی، تعدادی دزیمتر برای بررسی دز زمینه در محلی دور از اتاق آنژیوگرافی نگهداری شد و مقادیر ثبت شده توسط آنها از مقدار قرائت دزیمترهای استفاده شده توسط کارکنان کسر شد.

کارکنان، همگی از روپوش‌سربی و تیروئیدبند استفاده کردند. باتوجه به این‌که برخی از کارکنان از عینک‌سربی استفاده کردند، به منظور امکان مقایسه‌ی نتایج، دزیمترهای TLD طوری روی سربند قرار گرفت که عینک‌سربی آنها را نپوشاند. در هر سه بیمارستان از دستگاه آنژیوگرافی زیمنس مدل Artis zee (تیوپ زیرتخت) ۸۰kVp استفاده شد که همگی مجهز به حفاظ سقفی هستند. در اتاق آنژیوگرافی آزمون‌های مختلفی از جمله PCI، SICA، CAG و TEVAR اجرا شدند.

در حین آنژیوگرافی، عموماً پزشکان و رزیدنت‌ها در یک مکان ثابت در کنار تخت بیمار قرار داشتند، به‌طوری‌که منبع پرتوی دستگاه در سمت چپ صورت آنان قرار داشت و پرستاران و کارشناسان رادیولوژی حسب



شکل ۲: محل تقریبی استقرار کارکنان آنژیوگرافی در اطراف دستگاه

$RI_i$  = نور مرجع دستگاه خوانشگر در روز قرائت دزیمترها  
 $ECC_i$  = ضریب تصحیح حساسیت دزیمتر  $i$  ام نسبت به بقیه دزیمترها

$C$  = سایر ضرایب تصحیح انرژی و محیط سنجش  
 برای محاسبه‌ی دز تمام بدن با استفاده از روش دو-دزیمتری، برای پرسنلی که کنار تخت و نزدیک منبع اشعه قرار دارند (پزشکان و رزیدنت‌ها) از رابطه‌ی (۲) و برای پرسنلی که دورتر از منبع اشعه هستند و در نقاط مختلفی از اتاق فلوروسکوپی در حال حرکت هستند (پرستاران و کارشناسان رادیولوژی) از رابطه‌ی (۳) استفاده شد (۷).

$$E = 2.25 H_p(10)_1 + 0.075 H_p(10)_2 \quad \text{رابطه‌ی (۲)}$$

$$E = 2.25 H_p(10)_1 + 0.12 H_p(10)_2 \quad \text{رابطه‌ی (۳)}$$

که در آن:

مرحله‌ی صفرکردن حرارتی TLD با کوره الکتریکی مدل HARSHAW TLD-۴۵۰۰ و قرائت آنها با دستگاه FURNACE ۴۷۹۰۰ در آزمایشگاه دزیمتری پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای انجام شد. کالیبراسیون دزیمترها در میدان فوتونی آزمایشگاه دزیمتری استاندارد ثانویه (SSDL) کرج و با چشمه سزیوم-۱۳۷ انجام شد.

برای محاسبه‌ی دز عدسی چشم از رابطه‌ی زیر استفاده شد (۱۲).

$$\text{Dose}_i = [CF \times (TI_i + B)] \times C \times (RI_0 / RI_i) \times ECC_i \quad (۱)$$

که در آن:

$TI_i$  = بار الکتریکی حاصل از قرائت دزیمتر  $i$  ام

$CF$  = ضریب کالیبراسیون

$B$  = عرض از مبدا منحنی کالیبراسیون

$RI_0$  = نور مرجع دستگاه خوانشگر در زمان کالیبراسیون

## یافته‌ها

$E =$  دز معادل تقریبی تمام بدن

$H_p(10)_1 =$  دز در عمق ۱۰ میلی‌متر اندازه‌گیری شده به وسیله‌ی

جدول ۱، مقادیر دز برآورد شده برای ۳۵ نفر از کارکنان آنژیوگرافی

فیلم‌بیج زیر روپوش‌سربی

را نشان می‌دهد.

$H_p(10)_2 =$  دز در عمق ۱۰ میلی‌متر اندازه‌گیری شده به وسیله‌ی

کارت TLD روی روپوش‌سربی

جدول ۱: دز ماهانه‌ی به‌دست آمده کارکنان رادیولوژی مدافله‌ای

| کد | دز چشم (mSv) | دز فیلم‌بیج (mSv) | دز $H_p(10)$ (mSv) | دز تمام بدن (mSv) |
|----|--------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| ۱  | ۰/۵۵۲        | ۰/۱۶              | ۰/۸۹۶۳             | ۰/۴۱۶             |
| ۲  | ۰/۲۱۵        | ۰/۱۳              | ۰/۱۰۶۹             | ۰/۳۰۰۵            |
| ۳  | ۰/۵۲۴        | ۰/۱۸              | ۰/۱۱۵۵             | ۰/۴۱۳۷            |
| ۴  | ۰/۴۴۵        | ۰/۱۰              | ۰/۴۷۳۶             | ۰/۲۶۰۵            |
| ۵  | ۰/۴۰۸        | ۰/۰۵              | ۰/۴۱۱۹             | ۰/۱۴۳۴            |
| ۶  | ۰/۱۶۴        | ۰/۱۳              | ۰/۰۷۷۵             | ۰/۲۹۲۷            |
| ۷  | ۰/۰۵۵        | ۰                 | ۰/۰۰۶۰             | ۰/۰۲۳۰            |
| ۸  | ۰/۰۸۹        | ۰/۰۳              | ۰/۰۵۲۳             | ۰/۰۶۰۲            |
| ۹  | ۰/۰۸۶        | ۰                 | ۰/۱۳۸۱             | ۰/۰۳۲۹            |
| ۱۰ | ۰/۰۴۸        | ۰                 | ۰/۰۱۷۱             | ۰/۰۲۳۸            |
| ۱۱ | ۰/۰۸۲        | ۰                 | ۰/۰۱۱۴             | ۰/۰۲۳۴            |
| ۱۲ | ۰/۲۱۶        | ۰/۰۸              | ۰/۲۸۵۰             | ۰/۱۹۰۱            |
| ۱۳ | ۰/۱۳۱        | ۰                 | ۰/۲۰۳۲             | ۰/۰۳۷۷            |
| ۱۴ | ۰/۱۹۱        | ۰                 | ۰/۳۲۹۰             | ۰/۰۴۷۲            |
| ۱۵ | ۰/۳۹۹        | ۰                 | ۰/۰۴۳۴             | ۰/۰۲۵۸            |
| ۱۶ | ۰/۲۰۶        | ۰                 | ۰/۱۸۲۴             | ۰/۰۳۶۲            |
| ۱۷ | ۰/۰۴۸        | ۰                 | ۰/۰۷۴۳             | ۰/۰۲۸۱            |
| ۱۸ | ۰/۰۵۴        | ۰/۰۳              | ۰/۱۳۳۲             | ۰/۰۷۱۹            |
| ۱۹ | ۰/۰۹۵        | ۰                 | ۰/۰۴۰۳             | ۰/۰۲۵۵            |
| ۲۰ | ۰/۰۵۸        | ۰                 | ۰/۰۲۵۲             | ۰/۰۲۴۴            |
| ۲۱ | ۰/۰۹۱        | ۰                 | ۰/۰۰۸۰             | ۰/۰۱۸۰            |
| ۲۲ | ۰/۱۲۹        | ۰                 | ۰/۰۷۱۷             | ۰/۰۰۸۶            |
| ۲۳ | ۰/۰۳۹        | ۰/۰۴              | ۰                  | ۰/۰۹۰۰            |
| ۲۴ | ۰/۰۴۶        | ۰                 | ۰/۰۰۱۴             | ۰/۰۰۰۲            |
| ۲۵ | ۰/۷۵۸        | ۰/۱۶              | ۰/۴۸۲۸             | ۰/۴۰۶۷            |
| ۲۶ | ۰/۱۴۶        | ۰/۰۶              | ۰/۰۳۶۶             | ۰/۱۳۹۴            |
| ۲۷ | ۰/۲۱۲        | ۰/۰۵              | ۰/۳۳۲۴             | ۰/۱۵۲۴            |
| ۲۸ | ۰/۴۲۱        | ۰                 | ۰/۴۵۹۰             | ۰/۰۵۵۱            |
| ۲۹ | ۰/۱۰۶        | ۰/۰۵              | ۰/۰۶۴۰             | ۰/۱۲۵۸            |
| ۳۰ | ۰/۷۲۳        | ۰/۰۴              | ۰/۸۷۸۶             | ۰/۱۸۴۲            |

|    |       |      |        |        |
|----|-------|------|--------|--------|
| ۳۱ | ۰/۳۵۲ | ۰/۰۸ | ۰/۳۴۴۷ | ۰/۰۹۴۸ |
| ۳۲ | ۰/۱۴۵ | ۰/۰۴ | ۰/۰۴۰۳ | ۰/۱۲۹۴ |
| ۳۳ | ۰/۰۴۵ | ۰/۰۳ | ۰/۱۴۱۲ | ۰/۰۸۴۴ |
| ۳۴ | ۰/۹۹۲ | ۰/۰۴ | ۰/۵۶۹۶ | ۰/۱۵۸۴ |
| ۳۵ | ۰/۰۷۵ | ۰    | ۰/۰۰۳۴ | ۰/۰۰۰۴ |

بر اساس داده‌های به‌دست آمده در جدول ۱، میانگین تقریبی دز ماهانه‌ی عدسی‌چشم و دز تمام بدن به‌ترتیب  $240/6 \pm 7/4 \mu\text{Sv}$  و  $120/3 \pm 3/3 \mu\text{Sv}$  به‌دست آمد؛ در نتیجه با فرض آنکه میزان پرتوگیری در طول سال به‌همین میزان باشد، مقادیر متناظر سالانه‌ی دز عدسی‌چشم و تمام بدن به‌ترتیب  $2/86 \text{ mSv}$  و  $1/44 \text{ mSv}$  حاصل می‌شود که از حد  $20 \text{ mSv}$  دز سالانه کمتر است.

علاوه بر این، نسبت دز فیلم‌بج به دز تمام بدن و عدسی‌چشم به‌ترتیب برابر  $0/35$  و  $0/51$  با ضرایب همبستگی به‌ترتیب  $0/97$  و  $0/5$  به‌دست آمد. همچنین نسبت دز عدسی‌چشم به دز عمقی بر روی روپوش سربی  $1/18$  با ضریب همبستگی  $0/79$  حاصل شد. با توجه به‌ضریب همبستگی نزدیک به عدد یک برای نسبت دز فیلم‌بج به دز تمام بدن، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که برآورد دز تمام بدن با استفاده از تک دزیمتر فیلم‌بج مشروط به به‌کارگیری ضریب تصحیح قابل‌پذیرش است. در مقابل، اما کوچک بودن این ضریب برای نسبت دز فیلم‌بج به عدسی‌چشم نشان می‌دهد که از این دزیمتر نمی‌توان برای برآورد مناسب دز عدسی‌چشم پرتوکاران استفاده کرد. برای این هدف، استفاده از نسبت دز تمام بدن به عدسی‌چشم با توجه به ضریب همبستگی بالای آن مناسب است. در این حالت پراکندگی نتایج در به‌کارگیری این نسبت  $28 \pm \%$  می‌باشد. در نتیجه، با توجه به‌ضرورت برآورد دقیق‌تر از دز تمام بدن و دز عدسی‌چشم، استفاده از دو-دزیمتر برای پرتوکاران مذکور ضروری به نظر می‌رسد.

## بحث

در مطالعات Kim و همکاران، و Pecher و همکاران، میانگین دز تمام بدن به ازای هر پروسه مداخله‌ای قلب و عروق کمتر از  $20 \mu\text{Sv}$  اعلام شده است. اگر تعداد آزمون‌ها در سال، ۵۰۰ فرض شود، میانگین دز تمام بدن کمتر از (نصف) حد مجاز سالانه می‌شود (۱۳ و ۱۴). این نتایج با مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. در مطالعه‌ی Vañó و همکاران دز سالانه‌ی عدسی‌چشم بین  $450 \text{ mSv}$  تا  $900 \text{ mSv}$  برای پزشکان محاسبه شد. البته اتاق فلوروسکوپی

شیلد سقفی نداشته است و پزشکان از عینک سربی استفاده نکردند (۱۵). میزان دز عدسی‌چشم مذکور در این مقاله عدد بسیار بالایی به‌دست آمد که شاید علت آن عدم‌استفاده از ابزار حفاظتی مثل شیلد سقفی باشد. در پژوهش Lie و همکاران با استفاده از TLD دز عدسی‌چشم (دزیمترها در سمت چپ و بین دو ابرو قرار داده شدند) و تمام بدن به روش دو دزیمتری برای ۱۴ پزشک بررسی شد. دزیمتر زیر روپوش با  $H_p(10)$  و دزیمتر روی روپوش با  $H_p(0/07)$  کالیبره شدند. میزان دز سالانه‌ی تمام بدن در دامنه‌ی  $1 \text{ mSv}$  تا  $11 \text{ mSv}$  و به‌طور میانگین  $5 \text{ mSv}$  اعلام شد و همچنین میزان دز سالانه‌ی عدسی‌چشم بدون استفاده از وسایل حفاظتی از بازه‌ی  $4 \text{ mSv}$  تا  $210 \text{ mSv}$  و به‌طور میانگین  $38 \text{ mSv}$  اعلام شده است که هیچکدام از حد مجاز سالانه‌ی آن زمان تجاوز نکردند (۵). اما با توجه به دز جدید مجاز عدسی‌چشم، میزان دز سالانه‌ی به‌دست آمده در این مطالعه زیاد است. بنابراین در تمام پژوهش‌های مورد اشاره و نیز پژوهش‌های سایر محققان، به علت تفاوت در شیوه‌ی مطالعه (شبیه‌سازی یا اندازه‌گیری)، مشخصه‌های دستگاه‌های آنژیوگرافی، محل قرارگیری دزیمترها (زیر عینک سربی یا در مجاورت آن و نقاط مختلف قفسه‌سینه) و سایر عوامل، ضرایب به‌دست آمده برای دز لنز چشم از دز عمقی در گستره‌ی بسیار وسیعی (از  $0/3$  تا  $2$ ) گزارش شده اند (۱۷ و ۱۶ و ۷).

مشکلات پروژه‌ی حاضر شامل تعداد کم افراد پروژه، بار کاری پایین یکی از بیمارستان‌های منتخب، انصراف بعضی از افراد پروژه در حین انجام طرح، خراب شدن دستگاه یکی از بیمارستان‌ها به‌مدت یک ماه حین انجام پروژه و نداشتن اطلاعات بعضی از افراد پروژه به‌دلایل گوناگون و در نتیجه حذف شدن آن‌ها از محاسبات بود.

## نتیجه‌گیری

در این پژوهش، با نصب دزیمتر بر روی روپوش سربی و نیز ناحیه‌ی عدسی‌چشم برای ۳۵ نفر از کارکنان آنژیوگرافی، ضمن برآورد وضعیت پرتوگیری شغلی و ارزیابی دقیق‌تر از دز تمام بدن و عدسی‌چشم پرتوکاران

بخش‌های با بار کاری باز هم بالاتر انجام شود تا وضعیت پرتوگیری شغلی در بدترین شرایط برآورد گردد.

## تشکر و قدردانی

این تحقیق نتایج بخشی از پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد رشته‌ی رادیوبیولوژی و حفاظت‌پرتوی با عنوان «ارزیابی دز فردی و لنز چشم برای کارکنان رادیولوژی و کاردیولوژی مداخله‌ای در بیمارستان‌های منتخب دانشگاه علوم پزشکی تهران» با کد اخلاق IR.TUMS.SPH.REC.1397.197 به شماره‌ی ۲۸۰/۳/۳۸ دانشگاه علوم پزشکی تهران می‌باشد.

رادیولوژی مداخله‌ای، میزان همبستگی دز فیلم‌بیج با هر یک از این کمیت‌های دزیمتری فردی انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که در بیمارستان‌های منتخب با بار کاری بالا، میزان پرتوگیری شغلی کمتر از حدود دز سالانه است. همچنین شیوه‌ی استفاده از یک دزیمتر فیلم‌بیج در زیر روپوش برای برآورد دز تمام بدن که اکنون به‌کار برده می‌شود با اعمال ضریب مناسب قابل‌اطمینان است. با این وجود، به‌دلیل ضریب همبستگی پایین، برآورد دز لنز چشم از روی این دزیمتر از دقت کافی برخوردار نیست. در مجموع به‌کارگیری شیوه‌ی استفاده از دو دزیمتر، زیر و روی روپوش سربی، بهترین پیشنهاد برای برآورد دقیق‌تر پارامترهای دزیمتری فردی است. همچنین، پیشنهاد می‌شود که این پژوهش در مدت زمان طولانی‌تر با جامعه‌ی آماری بالاتر در

## References

1. Finegold JA, Asaria P & Francis DP. Mortality from ischaemic heart disease by country, region, and age: Statistics from world health organisation and united nations. *International Journal of Cardiology* 2013; 168(2): 934-45.
2. Alizadehsani R, Abdar M, Roshanzamir M, Khosravi A, Kebria PM, Khozeimeh F, et al. Machine learning-based coronary artery disease diagnosis: A comprehensive review. *Computers in Biology and Medicine* 2019; 111(1): 103346.
3. Farah J, Struelens L, Dabin J, Koukorava C, Donadille L, Jacob S, et al. A correlation study of eye lens dose and personal dose equivalent for interventional cardiologists. *Radiation Protection Dosimetry* 2013; 157(4): 561-9.
4. Netherlands Commission on Radiation Dosimetry. Guidelines for radiation protection and dosimetry of the Eye Lens. Available at: 308-ncs-report-31-guidelines-for-radiation-protection-and-dosimetry-of-the-eye-lens.pdf. 2018.
5. Lie OO, Paulsen GU & Wohni T. Assessment of effective dose and dose to the lens of the eye for the interventional cardiologist. *Radiation Protection Dosimetry* 2008; 132(3): 313-8.
6. Madhumita B, Sneha C, Dipali V, Pradhan SM, Bakshi AK, Datta D, et al. Development of an algorithm to estimate eye lens dose in terms of operational quantity HP(3) using head TLD badge. *Radiation Protection Dosimetry* 2018; 178(4): 364-73.
7. Clerinx P, Buls N, Bosmans H & De-Mey J. Double-dosimetry algorithm for workers in interventional radiology. *Radiation Protection Dosimetry* 2008; 129(1-3): 321-7.
8. Principi S, Delgado Soler C, Ginjaume M, Beltran Vilagrassa M, Rovira Escutia JJ & Duch MA. Eye lens dose in interventional cardiology. *Radiation Protection Dosimetry* 2015; 165(1-4): 289-93.
9. Changizi V, Mianji F, Ghaderbeygizad F & Mohammadi F. Comparing cardiologists' effective dose of right and left eyes in femoral and radial angiography in a hospital in Mehran. *Journal of Payavard Salamat* 2019; 12(5): 398-406 [Article in Persian].
10. Khani A. Evaluation of ocular lens dose of cardiologists in different angiography procedures, comparison of cardiologist's radiation in different angiography procedures and the relationship between ocular lens irradiation and cataract formation [Thesis in Persian]. Tehran: Iran University of Medical Sciences; 2019.
11. Valentin J. Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. *Annals of the ICRP* 2000; 30(2): 7-67.
12. Hosseini Pooya SM. Basics of Deximetry in external radiation. Tehran: Publications of the Institute of Nuclear Science and Technology; 2014: 190-3 [Book in Persian].
13. Kim KP, Miller DL, Balter S, Kleinerman RA, Linet MS, Kwon D, et al. Occupational radiation doses to operators performing cardiac catheterization procedures. *Health Physics* 2008; 94(3): 211-27.



14. Pecher G, Koenig H, Pecher S, Gosch D, Voigt P & Schulz HG. Reduction of radiation exposure for patient and investigator in interventional radiography. *RoFo: Fortschritte auf dem Gebiete der Rontgenstrahlen und der Nuklearmedizin* 1998; 169(5): 505-9.
15. Vano E, Gonzalez L, Beneytez F & Moreno F. Lens injuries induced by occupational exposure in non-optimized interventional radiology laboratories. *The British Journal of Radiology* 1998; 71(847): 728-33.
16. Martin CJ. Personal dosimetry for interventional operators: When and how should monitoring be done? *The British Journal of Radiology* 2011; 84(1003): 639-48.
17. Behrens R & Dietze G. Monitoring the eye lens: Which dose quantity is adequate? *Physics in Medicine & Biology* 2010; 55(14): 4047-62.



# Evaluation of Occupational Radiation Status and Validity of Individual Dose and Eye Lens Assessment Using Single Film Dosimeter for Angiographic Staff in Iran

Zahra Danaei<sup>1</sup> (B.S.), Elahe Jazayeri Gharehbagh<sup>2</sup> (Ph.D.),  
Seyed Mahdi Hosseini Pooya<sup>3\*</sup> (Ph.D.), Samaneh Baradaran<sup>4</sup> (Ph.D.)

1 Master of Sciences Student in Radiation Biology and Radiation Protection, School of Allied Medical Sciences, Tehran University of Medical Science, Tehran, Iran

2 Ph.D. in Medical Physics, Department of Technology of Radiology and Radiotherapy, School of Allied Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3 Associate Professor, Radiation Application Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Atomic Energy Organization of Iran, Tehran, Iran

4 Assistant Professor, Reactor and Nuclear Safety Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Atomic Energy Organization of Iran, Tehran, Iran

## Abstract

Received: Jan 2020  
Accepted: Oct 2020

**Background and Aim:** In angiography, the lens of the eye may be exposed to radiation and cause cataracts. In Iran, at present, only a single film dosimeter is used under the lead-apron to evaluate individual doses. The aim of this study was to investigate the status of occupational radiation as well as the validity of measuring the dose of the whole body of individuals and eye lenses using a single film dosimeter.

**Materials and Methods:** In this study, the dose of the whole body and eye lenses were measured using a combination of film and thermoluminescence dosimeters for 35 employees of the angiography departments in three selected hospitals under the auspices of Tehran University of Medical Sciences (TUMS). To measure the eye lens dose, three thermoluminescence dosimeter pellets were used on the forehead, and left and right eyes; and to measure the whole body dose using the two-dosimetry method, a TLD card mounted on the chest and on the lead apron and a film dosimeter on the chest and under the lead apron were used.

**Results:** The angiography personnel's monthly dose mean of the eye lenses and the whole body were approximately  $240.6 \pm 6.4 \mu\text{Sv}$  and  $120.3 \pm 3.3 \mu\text{Sv}$ , respectively (the corresponding amount for the annual dose is less than the levels recommended by international authorities). In addition, the dose ratio of film badge to whole body and eye lens was 0.35 and 0.51, with correlation coefficients of 0.97 and 0.5, respectively. Also, the ratio of eye lens dose to depth dose (TLD) on the lead apron was 1.18 with a correlation coefficient of 0.79.

**Conclusion:** Using a single film dosimeter under the lead apron to estimate the dose of the whole body is almost accurate but this dosimeter alone is not suitable for the assessment of the lens dose of the eye; it is necessary to use an individual dosimeter on the lead apron.

**Keywords:** Eye lens, Angiography, Dosimetry, Dose limit

\* Corresponding Author:  
Hosseini Pooya SM  
Email :  
mhosseini@aeoi.org.ir