● مجلهٔ دانشگاه علوم پزشکی بابل، دوره دهم، شمارهٔ ۵، آذر – دی ۱۳۸۷، صفحه ۳۴-۳۰

# تاثیر روپوشهای سربی درکاهش دوز دریافتی کارکنان بخشهای پزشکی هسته‌ای

**کریم قاضی خانلوثانی[*1]، مهدی مومن نژاد[2]، سیدرسول ذکوی[3]، سیامک سبزواری[4]**

۱- عضو هیأت علمی گروه رادیولوژی دانشگاه علوم پزشکی همدان ۲- استادیار گروه فیزیک پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

۳- دانشیار گروه رادیولوژی دانشگاه علوم پزشکی مشهد ۴- کارشناس رادیولوژی دانشگاه علوم پزشکی همدان

**سابقه و هدف**: پرتوگیری پرسنل در بخشهای پزشکی هسته‌ای در حین وضعیت دهی به بیمار و همچنین آماده سازی دارو امری اجتناب ناپذیر است. استفاده از روپوشهای سربی (Apron) نیز به دلیل ایجاد پرتوهای x اختصاصی سرب، در اثر برخورد پرتوهای گامای پرانرژی و ضریب جذب بالای این پرتوها در بدن مورد مناقشه است. این مطالعه تاثیر روپوشهای سربی معادل ۰/۵ میلیمتر سرب را در میزان پرتوگیری پرسنل در دو وضعیت شبیه سازی شده برای آماده سازی دارو و وضعیت دهی بیمار مورد بررسی قرار داده است.

**مواد و روشها:** در این مطالعه تجربی از سه رادیوایزوتوپ پرکاربرد در پزشکی هسته‌ای ($^{99m}Tc$, $^{201}Tl$, $^{131}I$) استفاده گردید. چشمه‌های مورد استفاده بصورت مایع و در حجم بسیار کم بوده‌اند. این چشمه‌ها یک بار در هوا (شرایط شبیه‌سازی شده هنگام کار با رادیوداروها) و بار دیگر در مرکز یک فانتوم جمجمه حاوی آب (شرایط شبیه‌سازی شده هنگام وضعیت دهی بیماران) قرار داده شده و آهنگ دوز ناشی از آنها با استفاده از دوربین گامای GE-SMV مدل DSX1 اندازه‌گیری گردید. با ثابت بودن موقعیت چشمه نسبت به آشکارساز، اندازه‌گیریها در دو حالت با و بدون وجود ورقه سربی به ضخامت ۰/۵ میلیمتر انجام شد.

**یافته‌ها:** کاهش آهنگ شمارش برای رادیوایزوتوپهای تکنسیم، تالیوم و ید بترتیب برابر با ۸۳/۲٪، ۸۳/۷٪ و ۵۳/۷٪ بود. همچنین بررسی ناحیه‌ای از طیف هر رادیوایزوتوپ که مربوط به پرتوهای ایکس اختصاصی لایه k سرب می‌باشد نشان دهنده کاهش کلی شمارش انجام شده از این ناحیه حتی با وجود صفحه سربی است.

**نتیجه‌گیری:** نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد که استفاده از روپوشهای سربی معمولی معادل با ۰/۵mm سرب سبب کاهش آهنگ پرتوگیری می‌شود که این تاثیر در مورد رادیوایزوتوپهای کم انرژی بیشتر است.

**واژه های کلیدی:** *پزشکی هسته‌ای، دوز، رادیوایزوتوپ، دوربین گاما.*

**دریافت: ۸۶/۱۰/۱۵، ارسال جهت اصلاح: ۸۷/۲/۱۸، پذیرش: ۸۷/۶/۲۷**

## مقدمه

استفاده از رادیوداروها در درمان و تشخیص بیماریها روز به روز رو به افزایش است (۱). بطوریکه در چند دهه اخیر پزشکی هسته‌ای رشد فزاینده‌ای داشته و اختراع دوربینهای گاما و سیستمهای جدید تصویربرداری نظیر SPECT و PET استفاده از رادیوایزوتوپها در تشخیص و درمان بیماریها را امری اجتناب ناپذیر ساخته است. این موضوع ایجاب می نماید که توجه ویژه‌ای به دوز رسیده در این آزمونها و خطرات ناشی از آن داشته باشیم (۱). در بخشهای پزشکی هسته‌ای در بیشتر موارد از تابش کننده‌های گاما استفاده می‌شود و به لحاظ نوع کار، پرسنل این بخشها در مراحل نشاندارکردن و آماده‌سازی رادیوداروها و اجرای تکنیکهای مختلف در معرض پرتوگیری مستقیم از چشمه‌های پرتوزا و بیماران می‌باشند (۳و۲). مطالعات اخیر نشان داده است که دوز رسیده به پرسنل به مقدار زیاد در اثر مجاورت با بیماران بوده و مرحله تزریق رادیوداروها سهم کمتری را در این زمینه ایفا می نماید (۴). از زمان کشف اشعه ایکس تاکنون گزارشهای مختلفی در خصوص روشهای کاهش دوز رسیده به بیماران و پرسنل در آزمونهای مختلف توسط برخی از سازمانهای ملی و بین المللی منتشر شده است (۵). استفاده از روپوشهای سربی حاوی ۰/۵ میلیمتر سرب در اغلب آزمونهای

[ DOR: 20.1001.1.15614107.1387.10.5.4.0 ]

رادیوگرافیک معمول است ولیکن استفاده از آنها به هنگام انجام آزمونهای پزشکی هسته‌ای با توجه به قدرت نفوذ پرتوهای گاما و در نظر گرفتن امکان تولید پرتوهای ایکس اختصاصی در اثر برخورد پرتوهای گاما با سرب و همچنین سنگینی این روپوشها مورد مناقشه است (۳). امروزه در برخی از مراکز پزشکی هسته‌ای از این روپوشهای سربی استفاده می‌شود و ادعا شده است که نتایج بسیار مطلوبی در اثر استفاده از آنها حاصل شده است (۷و۶و۳). ولیکن مطالعاتی نیز وجود دارند که لزوم استفاده از روپوشهای سربی در مراکز پزشکی هسته‌ای را رد می‌کنند (۸). در این مطالعه تاثیر استفاده از روپوشهای سربی (معادل ۰/۵ میلیمتر سرب) در کاهش پرتوگیری پرسنل در هنگام کار با رادیوایزوتوپهای تکنسیم ($^{99m}Tc$)، تالیوم ($^{201}Tl$) و ید ($^{131}I$) با استفاده از ورقه سربی به ضخامت ۰/۵ میلیمتر و امکانات موجود در بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان امام رضا (ع) مشهد مورد بررسی قرار گرفته است.

## مواد و روشها

در این مطالعه تجربی تاثیر روپوشهای سربی معمولی (معادل با ۰/۵ میلیمتر سرب) با استفاده از چشمه‌های نقطه‌ای از رادیوایزوتوپهای تکنسیم ($^{99m}Tc$)، تالیوم ($^{201}Tl$)، ید ($^{131}I$) و یک ورقه سربی به ضخامت ۰/۵ میلیمتر مورد ارزیابی قرار گرفته است. به این منظور، چشمه‌های پرتوزا یکبار در هوا و بار دیگر در فانتوم آب قرار داده شده و در هر حالت آهنگ شمارش در دو وضعیت با و بدون وجود ورقه سربی اندازه‌گیری شده است.

به منظور اندازه‌گیری آهنگ شمارش از دوربین گاما GE SMV مدلDSX1 موجود در بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان امام رضا (ع) مشهد استفاده شده است. این دستگاه از نوع Large Field بوده و ضخامت کریستال NaI(Tl) آن ۳/۸ اینچ است. تمامی شمارشهای آهنگ دوز در شرایط بدون کلیماتور انجام شده و با استفاده از یک ماسک سربی به ضخامت ۳mm و پهنای ۳ cm که در لبه های میدان قرار می‌گیرد لبه های میدان حذف و میدان دید به Useful Field of View (UFOV) محدود شده است. در این زمینه از استاندارد NEMA (۹) و توصیه های ارائه شده توسط AAPM(۱۰) جهت دستیابی به شرایط استاندارد بمنظور اندازه‌گیری آهنگ شمارش استفاده شده است. مطابق استاندارد NEMA بمنظور جلوگیری از اشباع (Pile-up) آشکارسازها می‌بایست آهنگ شمارش ثبت شده توسط آشکارساز کمتر از Kcount/Sec ۲۰ باشد بطوریکه در این حالت حداکثر حساسیت آشکارساز را خواهیم داشت. جهت افزایش دقت شمارش، اکتیویته چشمه‌ها به اندازه‌ای انتخاب گردید که آهنگ شمارش آشکارساز در حالت بدون وجود روکش سربی در حد Kcount/Sec ۲۰ باشد، در این رابطه میزان اکتیویته چشمه‌ها در هنگام اندازه‌گیری در هوا در حد ۳۰۰ میکروکوری، و در فانتوم در حد یک میلی کوری بوده است. همچنین چشمه‌های مورد استفاده بصورت مایع و در حجم بسیارکم (در حد یک دهم سی سی) بوده‌اند، این چشمه‌ها در فاصله تقریبی ۳ متری از مرکز کریستال، یک بار در هوا و بار دیگر در مرکز یک فانتوم جمجمه حاوی آب قرار داده شده و آهنگ دوز به مدت یک دقیقه مورد شمارش قرار گرفت. دلیل استفاده از فاصله ۳ متری بدست آوردن پاسخ یکنواخت از تمام تیوپهای فوتومولتی پلایر بدلیل موازی بودن محور طولی تیوپها با جهت تشعشعات فرودی و عدم قطع پرتوها توسط آشکارسازها می باشد. بطوریکه مطابق توضیحات ارائه شده در دفترچه راهنمای دوربین گاما، بمنظور پاسخ یکنواخت تمامی آشکارسازها می‌بایست فاصله منبع پرتوزایی حداقل ۴ برابر بزرگترین بعد دوربین گاما باشد. از آنجائیکه بزرگترین بعد دوربین گامای مورد استفاده در این مطالعه ۶۰ سانتی‌متر می‌باشد، بمنظور دستیابی به پاسخ یکنواخت آشکارسازها فاصله ۳ متری میان چشمه و آشکارسازها در نظر گرفته شده است.

قرار دادن چشمه‌ها در فانتوم آب جهت شبیه سازی پرتوگیری پرسنل در شرایط وضعیت دهی بیماران و قرار دادن چشمه‌ها در هوا به منظور شبیه سازی شرایط کار با رادیوداروها صورت گرفته است. با ثابت بودن موقعیت چشمه نسبت به آشکارساز، اندازه‌گیریها در دو حالت با و بدون وجود روکش سربی انجام گرفته اند. روکش سربی در حداقل فاصله نسبت به آشکارساز و بر روی ماسک محدود کننده میدان دید آشکارساز قرار داده شده است (شرایط بدون کولیماتور). با توجه به اینکه با تغییر موقعیت و پهنای پنجره انرژی، امکان شمارش از نواحی مختلف طیف هر رادیوایزوتوپ امکان پذیر است لذا، در این بررسی، شمارش از سه ناحیه مربوط به طیف هر رادیوایزوتوپ در دو حالت با و بدون استفاده از روکش سربی انجام گرفته است. این نواحی عبارتند از: ۱- نواحی پیک هر رادیوایزوتوپ با پنجره ۲۰٪، ۲- تمام طیف و ۳- ناحیه مربوط به پرتوهای ایکس اختصاصی سرب (با پنجره ۳۰٪). در هر مرحله ابتدا میزان شمارش

[ DOR: 20.1001.1.15614107.1387.10.5.4.0 ]

در شرایط بدون روکش سربی اندازه‌گیری و سپس بلافاصله با قرار دادن روکش سربی بر روی آشکارساز، شمارش مجدد انجام گرفته است. شمارش اولیه به عنوان مبنا در نظر گرفته شده و سپس شمارش انجام شده در شرایط وجود روکش سربی نسبت به آن نرمالیزه گردید و تاثیر روکش سربی بصورت تغییرات بوجود آمده در آهنگ شمارش بررسی شد. زمان انجام هر شمارش یک دقیقه بوده و جهت اطمینان بیشتر هر شمارش سه بار تکرار شد. همچنین میزان شمارش زمینه نیز در دو حالت با و بدون وجود روکش سربی اندازه‌گیری گردیده و در تعیین شمارش خالص هر مرحله منظور شد. در نهایت پس از انجام شمارش‌ها، میزان شمارش (Kcount/Sec) بدست آمده در حالت بدون وجود روکش سربی به عنوان مبنا در نظر گرفته شده و شمارش در حالت بعدی (با قرار دادن روکش سربی) نسبت به آن نرمالیزه گردید و درصد کاهش آهنگ دوز در صورت استفاده از روپوش سربی مشخص شد.

## یافته ها

نتایج نشان دهنده درصد کاهش آهنگ پرتوگیری توسط ورقه سربی معادل با ۰/۵ mm سرب برای رادیوایزوتوپهای مختلف در شرایطی است که چشمه در هوا و محیط پراکنده ساز (فانتوم جمجمه) قرار داشته است. با توجه به نمودار، کاهش آهنگ شمارش توسط ورقه سربی معادل ۰/۵ میلیمتر سرب برای رادیوایزوتوپهای تکنسیم، تالیوم و ید هنگامی که چشمه در هوا قرار داشته است بترتیب برابر با ۷۷/۳٪، ۸۴/۲٪ و ۴۰/۸٪ بوده و کاهش آهنگ شمارش برای رادیوایزوتوپهای تکنسیم و تالیوم و ید در شرایطی که چشمه در محیط پراکنده‌ساز (فانتوم) قرار می‌گیرد بترتیب برابر با ۸۳/۲٪، ۸۳٪/۷ و ۵۳/۷٪ می‌باشد. بررسی ناحیه‌ای از طیف هر رادیوایزوتوپ که مربوط به پرتوهای ایکس اختصاصی لایه k سرب می‌باشد (ناحیه انرژی ۸۸ kev با پنجره ۳۰ درصد) نشان دهنده کاهش کلی شمارش انجام شده از این ناحیه در حالت وجود روکش سربی است. بدین منظور آهنگ شمارش در پنجره مذکور در شرایطی که چشمه در هوا و محیط پراکنده ساز قرار داشت در دو حالت با و بدون روکش سربی صورت گرفت. همچنین کاهش آهنگ شمارش مربوط به این ناحیه در شرایطی که چشمه در هوا قرار دارد برای رادیوایزوتوپهای تکنسیم، تالیوم و ید بترتیب برابر با ۴۶٪، ۸۲٪ و ۳۴٪ و درصد کاهش آهنگ شمارش در شرایط قرارگیری چشمه در فانتوم در این پنجره انرژی (انرژی ۸۸ kev با پنجره ۳۰٪) بترتیب برابر با ۷۲/۵٪، ۸۵/۴٪ و ۵۴/۲٪ بوده است.

## بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد که استفاده از روپوشهای سربی معمولی که معادل با ۰/۵ mm سرب می باشند سبب کاهش آهنگ پرتوگیری می‌شود که این تاثیر در مورد رادیوایزوتوپهای کم انرژی بیشتر است. همچنین در شرایط واقعی کار یعنی زمانی که چشمه در محیط پراکنده ساز (فانتوم یا بدن بیمار) قرار دارد استفاده از روپوشهای سربی(Apron) تاثیر بیشتری بر کاهش میزان دوز دریافتی دارد که این موضوع به دلیل ایجاد پراکندگی در فانتوم و افزایش تعداد فوتونهای پراکنده و کم انرژی می‌باشد. کاهش آهنگ شمارش در ناحیه‌ای از طیف که مربوط به پرتوهای ایکس اختصاصی تولیدی در روپوش سربی و بخشی از پرتوهای پراکنده می‌باشد نشان می‌دهد که تاثیر پرتوهای پراکنده در آهنگ پرتوگیری بسیار بیشتر از پرتوهای ایکس اختصاصی است و علی رغم تولید پرتوهای اختصاصی در روپوش سربی و بدلیل جذب زیاد پرتوهای پراکنده در روپوش، آهنگ پرتوگیری در این ناحیه نیز کاهش می یابد.

در مطالعات مشابهی که توسط Murphy و همکاران (۷) و همچنین White و همکاران (۲) صورت گرفته است تاثیر استفاده از روپوشهای سربی معادل ۰/۵ میلیمتر آلومینیوم در کاهش آهنگ شمارش رادیوایزوتوپهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. در مطالعه دیگری Warne-Forward و همکاران (۱۱) صورت گرفت نشان داده شد که در صورت استفاده از روپوش سربی به ضخامت ۰/۵ میلیمتر کاهش آهنگ شمارش ثبت شده در دوربین گاما در صورت استفاده از رادیودارروی تکنسیوم ۷۴٪ خواهد بود که در این مطالعه مقدار ۸۳٪ بدست آمده است. همچنین Bauman و همکاران (۱۲) نشان دادند که در صورت استفاده از روپوشهای سربی معادل ۰/۵ میلیمتر آلومینیوم میزان دوز دریافتی پرسنل به میزان ۸۳٪ کاهش می‌یابد که قویاً نتایج مطالعه حاضر را تایید می‌نماید. در ضمن مطالعاتی از قبیل مطالعه Gomez-Palacios و همکاران (۸) و Moore و همکاران (۱۳) لزوم استفاده از روپوشهای سربی در مراکز پزشکی هسته‌ای را بدلیل دوزهای اندک رسیده به پرتوکاران و سنگینی این روپوشها توصیه نمی‌نمایند.

[ DOR: 20.1001.1.15614107.1387.10.5.4.0 ]

لازم به ذکر است که در بخش پزشکی هسته‌ای که این بررسی در آنجا انجام گرفته است بین بیمار و اپراتورها هیچگونه حفاظی پیش بینی نشده است و از دو پاراوان سربی متحرک به ابعاد ۲×۱m که هر یک معادل ۳ mm سرب می باشند بین بیماران و پرسنل استفاده می‌شود. ارزیابی این پاراوانها نشان می‌دهد که اثر حفاظتی آنها در کاهش آهنگ پرتوگیری درمورد رادیوایزوتوپهای تکنسیم و تالیوم به میزان ۱۰۰٪ و در مورد ید-۱۳۱ تا حدود ۸۱٪ می‌باشد. از آنجا که استفاده از Apron مشکل و تا حدی سبب کاهش سرعت انجام کار می‌گردد، استفاده از روپوش سربی و شیلد تیروئید مناسب حداقل هنگام کار در Hotlab توصیه می‌شود. همچنین پیش بینی حفاظ مناسب بین بیماران و اپراتورها و یا حداقل استفاده از پاراوانهای متحرک مناسب پیشنهاد می‌گردد.

## تقدیر و تشکر

با تشکر از ریاست محترم بیمارستان امام رضا (ع) مشهد و ریاست محترم بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان امام رضا (ع) که همکاری صمیمانه‌ای با مجریان طرح در اجرای مراحل مختلف این تحقیق داشته اند.

**********

## References

1. Mountford PJ. Risk assessment of the nuclear medicine patient. Br J Radiol 1997; 70; 671-84.

2. White S, Gingold E, Yester M. The effectiveness of lead aprons for radiation protection in nuclear medicine (Abstract). Medical Physics 2001; 28(6): 1277-8.

3. Steyn PF, Uhrig J. The role of protective lead clothing in reducing radiation exposure rates to personnel during equine bone scintigraphy. Vet Radio Ultrasound 2005; 46(6): 529-32.

4. Smart R. Task-specific monitoring of nuclear medicine technologists' radiation exposure. Radiat Prot Dosimetry 2004; 109(3): 201-9.

5. Archer BR. Recent history of the shielding of medical x-ray imaging facilities. Health Phys 2005; 88(6): 579-86.

6. Culver CM, Dworkin HJ. Comparison of personnel radiation dosimetry from myocardial perfusion scintigraphy: technetium-99m-sestamibi versus thallium-201. J Nucl Med 1993; 34(7): 1210-3.

7. Murphy PH, Wu Y, Glaze SA. Attenuation properties of lead composite aprons. Radiology 1993; 186(1): 269-72.

8. Gomez Palacios M, Terron JA, Dominguez P, Vera DR, Osuna RF. Radiation doses in the surroundings of patients undergoing nuclear medicine diagnostic studies. Health Phys 2005; 89(2 Suppl): S27-34.

9. National Electrical Manufacturers Association. Performance measurements of scintillation cameras. Washington, DC: National Electrical Manufacture Association; 1994.

10. AAPM. Report No. 6, Scintillation camera acceptance testing and performance evaluation. New York (NY): American Association of Physicists in Medicine 1980; p: 24.

11. Warren Forward H, Cardew P, Smith B, Clack L, McWhirter K, Johnson S. Wessel K. A comparison of dose saving of lead and lightweight aprons for shielding. Radiat Prot Dosimetry 2007; 124(2): 89-96.

12. Bauman T, Carey A, Zimmer A, Spies S. Evaluation of the effectiveness of a front shielding lead skirt apron for pregnant radiation workers. Nucl Med 2006; 47(Suppl 1): 539.

13. Moore B, Van Sonnenberg E, Casola G, Novelline R. The relationship between back pain and lead apron use in radiologists. AJR 1992; 158: 191-3.

* آدرس نویسنده مسئول: همدان، دانشگاه علوم پزشکی، گروه رادیولوژی، تلفن:۰۸۱۱-۸۲۸۲۸۰۱.

[ DOR: 20.1001.1.15614107.1387.10.5.4.0 ]

# EFFECT OF LEAD APRONS ON DECREASING THE DOSE REICEIVED BY PERSONNEL IN NUCLEAR MEDICINE DEPARTMENTS

**K. Ghazi Khanlou Sani (MSc) [1*], M. Momennezhad (PhD) [2], S.R. Zakavi (MD) [3], S. Sabzevari (BSc) [4]**

*1.*Academic Member of Radiology Department, Hamedan University of Medical Sciences, Hamedan, Iran, ghazi@umsha.ac.ir,*
*2. Assistant Professor of Medical Physics Department, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran,*
*3. Associate Professor of Radiology Department, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran,*
*4. BSc in Radiology, Hamedan University of Medical Sciences*

**BACKGROUND AND OBJECTIVE:** In the nuclear medicine departments, personnel exposure to radiation is inevitable during patient positioning and radiotracer preparation. There is controversy regarding usage of usual lead aprons with respect to penetrating gamma rays used in nuclear medicine departments as well as production of characteristic lead x-ray from aprons .This study was performed to evaluate the effect of 0.5 mm lead apron on dose reduction during patient positioning and radiotracer preparation.

**METHODS:** In this experimental study, three point sources of usual radioisotopes used in nuclear medicine departments (99mTc, 201Tl and 131I) were used. The sources were in liquid form and low volumes. The sources once were fixed in air (imagery of working in hot lab) and then in water filled skull phantom (imagery of patients positioning). Single head LFOV gamma camera (GE- SMV, DSX) was used for counting purposes. As the source was fixed at certain distance, count rating was done by gamma camera with and without a lead apron with thickness of 0.5 mmPb.

**FINDINGS:** The measurement showed that count rates were reduced about 83.2%, 83.7% and 53.7% for 99mTc, 201Tl and 131I, respectively. Evaluation of the area of K-edge, X-rays show reduction in count rating of all sources in this area even with lead apron.

**CONCLUSION:** This study showed that 0.5 mm lead aprons significantly decrease count rate. Also this effect is significant for low energy radioisotopes.

**KEY WORDS:** *Nuclear medicine, Dose, Radioisotope, Gamma camera.*

**Journal of Babol University of Medical Sciences 2008-2009; 10(5): 30-34.**

*Received: January 4th 2008, Revised: May 7th 2008, Accepted: September 17th 2008.*

[ DOR: 20.1001.1.15614107.1387.10.5.4.0 ]