



سازمان انرژی اتمی ایران

مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور
دفتر امور حفاظت در برابر اشعه کشور

ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای

شماره شناسه: **INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389**

شماره بازنگری: صفر

تاریخ اجرا: آبان ۱۳۸۹

الف صفحه: کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
------------------------------	--	---

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
۱- هدف	۱
۲- دامنه کاربرد	۱
۳- اصطلاحات و تعاریف	۱
۴- مسئولیت اصلی	۴
۵- ایمنی منابع، تجهیزات و ساختمان	۴
۶- مقررات کلی	۱۱
۷- دز محدود شده در پزشکی هسته‌ای	۱۵
۸- کارکنان زن باردار	۱۵
۹- طبقه‌بندی مناطق	۱۵
۱۰- مونیتورینگ فردی و ارزیابی پرتوگیری شغلی	۱۵
۱۱- مونیتورینگ محل کار	۱۸
۱۲- مونیتورینگ پرتوگیری مردم	۱۸
۱۳- حفاظت کارکنان در عملیات مداخله (موارد اورژانس)	۱۹
۱۴- معاینات پزشکی	۱۹
۱۵- ثبت اطلاعات	۱۹
۱۶- پرتوگیری پزشکی	۲۰
۱۷- شرح وظایف	۲۵
۱۸- کنترل رفت و آمد ملاقات‌کنندگان	۲۸
۱۹- پسمان‌های پرتوزا	۲۹
۲۰- ارزیابی ایمنی	۳۰

ب صفحه: کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
----------------------------	---	---

- ۲۱- جلوگیری از سوانح و کاهش اثرات آن ۳۱
- ۲۲- برنامه‌های اورژانس ۳۲
- ۲۳- انواع موارد اورژانس ۳۲
- ۲۴- مستندات مرتبط ۳۵
- ۲۵- سوابق ۳۵
- ۲۶- تاریخچه ۳۵
- پیوست ۱ - برنامه تضمین کیفیت برای آزمایش‌های به طریق INVIVO ۳۷
- پیوست ۲ - قطع شیردهی ۴۰
- پیوست ۳ - زمان پیشنهادی برای جلوگیری از بارداری ۴۳
- پیوست ۴ - سطوح راهنما برای آزمایش‌های تشخیصی ۴۴
- پیوست ۵ - نمونه‌هایی از پرتوگیری‌های ناشی از سانحه در پزشکی هسته‌ای ۴۸

صفحه: ۱ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
-------------------------	--	---

ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای

۱- هدف

هدف این مدرک، ارائه الزاماتی است که بر اساس قانون حفاظت در برابر اشعه مصوب ۱۳۶۸ مجلس شورای اسلامی، آیین نامه قانون حفاظت در برابر اشعه مصوب ۱۳۶۹ هیئت وزیران و استانداردهای پایه حفاظت در برابر پرتوهای یونساز و ایمنی منابع پرتو چاپ ۱۳۸۴ تدوین شده است و باید به منظور کاربرد منابع پرتوزا و همچنین ایمنی شرایط کار در مراکز پزشکی هسته‌ای به کار گرفته شود.

۲- دامنه کاربرد

این مدرک در مراکز پزشکی هسته‌ای قابل اجرا است.

۳- اصطلاحات و تعاریف

۱-۳ ارزیابی ایمنی:

ارزیابی طرح و شرایط کار منبع در ارتباط با حفاظت افراد یا ایمنی منبع. این ارزیابی شامل تجزیه و تحلیل مقررات حفاظت و ایمنی پیش بینی شده در طراحی و کار با منبع و نیز تجزیه و تحلیل ریسک‌های موجود در شرایط کار عادی یا در سانحه می‌باشد.

۲-۳ آزمون‌های پذیرش:

مجموعه آزمون‌های کنترل کیفی قبل از بهره‌برداری که به منظور تأیید نصب کلیه تجهیزات و بررسی امکان انجام کلیه نیازهای سیستم به جهت اطمینان از آماده‌بودن دستگاه برای استفاده کلینیکی و تهیه مقادیر پایه برای انجام آزمون‌های دوره‌ای بعدی به منظور مقایسه انجام می‌شود. این آزمون‌ها علاوه بر آزمایش‌های مرتبط با حفاظت در برابر اشعه و پارامترهای موثر بر تشخیص، شامل آزمایش‌های ایمنی مکانیکی و الکتریکی نیز می‌باشند.

۳-۳ آستانه بررسی:

مقداری از یک کمیت مانند دز موثر، ورود مواد پرتوزا به بدن یا آلودگی در واحد سطح یا حجم است که برای مقادیر بیشتر از آن، باید بررسی لازم انجام گیرد.

۴-۳ اقدام حفاظتی:

مداخله به منظور جلوگیری و یا کاهش دز مردم در شرایط پرتوگیری ممتد و یا اورژانس.

۵-۳ برنامه اورژانس:

مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها است که در هنگام وقوع یک سانحه باید اجرا شوند.

۶-۳ پرتوگیری بالقوه:

پرتوگیری است که در شرایط عادی انتظار آن نمی‌رود ولی ممکن است در اثر وقوع سانحه در منبع و یا پیامد وقایع محتمل، نظیر نقص فنی تجهیزات یا اشتباه انسانی، رخ دهد.

صفحه: ۲ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
-------------------------	--	---

۷-۳

پرتوگیری پزشکی:

پرتوگیری بیمار به واسطه تشخیص یا درمان در پزشکی و دندانپزشکی و همچنین پرتوگیری افرادی که داوطلب مراقبت یا پرستاری بیمار هستند (به‌استثنای کارکنان) و یا پرتوگیری افرادی که داوطلب شرکت در برنامه تحقیقاتی پزشکی می‌باشند.

۸-۳

پرتوگیری شغلی:

پرتوگیری کارکنان به هنگام کار، به‌جز مواردی که به موجب "استانداردهای پایه _ حفاظت در برابر پرتوهای یونساز و ایمنی منابع پرتو" استثناء و خارج از شمول شمرده شود.

۹-۳

پرتوگیری مردم:

پرتوگیری افراد جامعه ناشی از فعالیت پرتوی و منابع مجاز یا در شرایط مداخله. پرتوگیری مردم شامل پرتوگیری شغلی، پزشکی و یا زمینه طبیعی محیط نمی‌باشد.

۱۰-۳

پزشکی هسته‌ای:

شاخه‌ای از دانش پزشکی است که در آن با تجویز مواد پرتوزای باز به داخل بدن انسان جهت امور تشخیص و یا درمان بیماری‌ها استفاده می‌شود.

۱۱-۳

پسمان پرتوزا:

موادی به هر شکل فیزیکی که در اثر فعالیت پرتوی یا مداخله بدون استفاده خاص باقی بماند؛ به‌طوری که پرتوزایی یا غلظت پرتوزایی آن‌ها بیشتر از مقادیر تعیین شده توسط واحد قانونی بوده و پرتوگیری ناشی از این مواد خارج از شمول "استانداردهای پایه حفاظت در برابر پرتوهای یونساز و ایمنی منابع پرتو" نباشد.

۱۲-۳

چشمه باز:

مواد پرتوزایی که تعریف چشمه بسته برای آن‌ها صدق نکند.

۱۳-۳

چشمه بسته:

ماده پرتوزایی که درون یک محفظه مسدود جای گرفته، یا ذرات آن کاملاً به هم متصل و جامد باشند، به طوری که در اثر فرسایش یا اشتباهات قابل پیش‌بینی، مواد پرتوزا در کاربرد مورد نظر نشت نکنند.

۱۴-۳

حد دز:

مقدار دز مؤثر یا دز معادل افراد ناشی از فعالیت پرتوی کنترل شده است که نباید از آن تجاوز شود.

۱۵-۳

حفاظت و ایمنی:

حفاظت افراد جامعه در برابر پرتوهای یونساز یا مواد پرتوزا، ایمنی منابع و راه‌های دستیابی به حفاظت و ایمنی و ایجاد تدابیر لازم جهت پیشگیری از سوانح و تعدیل عواقب آن.

۱۶-۳

دز محدود شده:

محدودیت اعمال شده همراه با آینده‌نگری در زمینه دز فردی (دز محدود شده) یا ریسک (ریسک محدود شده) ناشی از یک منبع که جهت بهینه‌سازی حفاظت و ایمنی منبع به کار می‌رود و انتخاب روش‌های بهینه‌سازی را محدود می‌کند.

دز محدود شده برای پرتوگیری شغلی، محدودیتی بر دز فردی پرتوکاران است که توسط دارندگان پروانه اشتغال به کار می‌رود تا انتخاب روش‌های بهینه‌سازی حفاظت و ایمنی منبع را محدود کند.

دز محدود شده برای پرتوگیری مردم، یک مقدار عددی وابسته به منبع است که توسط واحد قانونی یا ارگان صاحب صلاحیت دیگری مرتبط با سلامت مردم، با در نظر گرفتن دز ناشی از همه منابع کنترل شده، تعیین و

صفحه: ۳ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
-------------------------	--	---

تایید می شود. اعمال دز محدود شده برای هر منبع تضمینی است بر اینکه مجموع دزهای ناشی از تمام منابع کنترل شده، کمتر از حد دز باشد. برای پرتوگیری پزشکی، دز محدود شده یک مقدار عددی وابسته به منبع است که در بهینه سازی حفاظت افرادی که از بیماران پرستاری و مراقبت می کنند و افرادی که در تحقیقات پزشکی پرتوگیری می کنند به کار می رود.

۱۷-۳ دفاع در عمق:

به کارگیری بیش از یک اقدام یا وسیله حفاظتی برای ایمنی به طوری که در صورت بروز نقص یا خطا در یکی از آنها، ایمنی کافی در سیستم وجود داشته باشد.

۱۸-۳ ریسک:

واژه ای است برای بیان وقوع یا احتمال خطرات جانی و مالی و یا اثرات زیان آور ناشی از پرتوگیری یا پرتوگیری بالقوه، و به کمیت هایی بستگی دارد که بزرگی یا ماهیت آنها در بروز اثرات زیان بار مؤثر است.

۱۹-۳ سانحه:

هر اتفاق غیر عمدی در اثر اشتباه انسانی، نقص فنی تجهیزات یا سایر رویدادها، به طوری که پیامد و یا احتمال پیامد آنها، از نقطه نظر حفاظت و ایمنی قابل چشم پوشی نباشد.

۲۰-۳ سطوح راهنمای تشخیصی:

سطوح قابل استفاده در تصویر برداری پزشکی می باشند که نشان می دهند آیا میزان دز یا مقدار ماده پرتوزای تجویز شده به بیمار در شرایط عادی به طور قابل ملاحظه ای کمتر یا بیشتر از مقادیر توصیه شده برای آن روش می باشند.

۲۱-۳ فعالیت پرتوی:

هرگونه فعالیت بشری که منجر به افزایش منابع یا مسیرهای پرتوگیری یا تعداد افراد پرتودیده شود، یا با تغییر مسیرهای پرتوگیری از منابع موجود، باعث افزایش پرتوگیری یا احتمال پرتوگیری افراد و یا تعداد افراد پرتودیده گردد.

۲۲-۳ متخصص پزشکی:

فردی که برطبق ضوابط کشوری، اجازه فعالیت در امور بهداشتی را داشته باشد؛ نظیر پزشک، دندانپزشک، فیزیوتراپ، متخصص اطفال، پرستار، متخصص فیزیک پزشکی، متخصص پزشکی هسته ای، متخصص علوم آزمایشگاهی، بهداشت حرفه ای.

۲۳-۳ مجوز

در این مدرک به مجوز کار با اشعه اطلاق می گردد که در مورد مؤسسات پزشکی و صرفاً برای متخصصین گروه پزشکی توسط کمیسیون مرکب از دو نفر متخصص امور حفاظت در برابر اشعه از واحد قانونی و دو نفر کارشناس از وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی مورد بررسی و تأیید قرار گرفته و از طرف واحد قانونی داده خواهد شد.

۲۴-۳ مسئول فیزیک بهداشت:

شخص حقیقی است که برابر الزامات ضوابط مربوطه واجد صلاحیت علمی و فنی و شرایط لازم برای تصدی مسئولیت حفاظت در برابر اشعه در محدوده مجوز باشد.

صفحه: ۴ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
-------------------------	--	---

۲۵-۳ منبع:

در این مدرک به کلیه چشمه‌های پرتوزا که در پزشکی هسته‌ای به کار می‌روند گفته می‌شود به عنوان مثال
 ۱۳۱ و تکنسیم ۹۹ m.

۲۶-۳ مونیتورینگ:

اندازه‌گیری میزان دز یا آلودگی به منظور ارزیابی یا کنترل پرتوگیری از منابع پرتو و تفسیر نتایج آن.

۲۷-۳ ناحیه تحت نظارت:

به هر ناحیه‌ای که تحت کنترل نباشد لیکن شرایط پرتوگیری شغلی در آن تحت نظارت باشد، اطلاق می‌گردد. در این ناحیه معمولاً نیازی به اجرای مقررات ایمنی و اقدامات حفاظتی ویژه نیست.

۲۸-۳ ناحیه کنترل شده:

هر ناحیه‌ای که در آن معیارهای حفاظتی ویژه و مقررات ایمنی به دلایل زیر انجام گرفته و یا مورد نیاز باشد:
 الف- کنترل پرتوگیری یا جلوگیری از گسترش آلودگی در شرایط عادی کار،
 ب - جلوگیری یا محدود کردن گستره پرتوگیری‌های بالقوه.

۴- مسئولیت اصلی

مسئولیت اجرای الزامات این مدرک به عهده دارنده مجوز مرکز پزشکی هسته‌ای می‌باشد.

۵- ایمنی منابع، تجهیزات و ساختمان

جهت ایجاد ایمنی بیشتر منابع باید از سیستم دفاع در عمق، یعنی به کارگیری اقدامات چند لایه حفاظت و ایمنی، در طراحی تجهیزات و ساختمان استفاده نمود؛ به طوری که یک خطای دستگاه یا اشتباه انسانی حتی المقدور باعث وقوع سانحه نگردد. یک سیستم چند لایه دفاع در عمق باید متناسب با میزان و احتمال پرتوگیری بالقوه از منابع باشد. این سیستم به منظور دستیابی به اهداف زیر استفاده می‌گردد:

- پیشگیری از وقوع سانحه که منجر به پرتوگیری می‌شود؛
- کاهش اثرات مخرب ناشی از سانحه که اتفاق می‌افتد؛ و
- استفاده مجدد منبع با شرایط ایمن بعد از وقوع سانحه.

۱-۵ رادیوداروها

رادیوداروها باید طبق شیوه‌های درست و بر اساس استانداردهای بین‌المللی تهیه شوند و پارامترهای زیر در تولید آنها مد نظر قرار گیرند:

- خلوص رادیودارو،
- اکتیویته ویژه،
- خلوص رادیوشیمیایی (به ضمیمه ۱ رجوع شود)،
- خلوص شیمیایی، و
- عوارض جانبی دارویی.

دارنده مجوز باید تجهیزات لازم برای نگهداری، جابه‌جایی و استفاده ایمن رادیوداروها و تجهیزات وابسته را طبق دستور کارخانه سازنده و مقررات واحد قانونی داشته باشد.

صفحه: ۵ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
-------------------------	--	---

۲-۵ طراحی و تجهیزات

۱-۲-۵ به منظور دستیابی به اهداف حفاظت و ایمنی، طراحی تجهیزات باید به گونه‌ای باشد که الزامات ذکر شده برای ایمنی منابع پرتو در "استانداردهای پایه حفاظت در برابر پرتوهای یونساز و ایمنی منابع پرتو" در مراکز پزشکی هسته‌ای نیز رعایت شود. به ویژه در خصوص استفاده از تجهیزات به منظور پرتودهی پزشکی موارد زیر منظور شده باشد:

• به وجود آمدن نقص در یک جزء از سیستم سریعاً قابل مشاهده باشد، به طوری که پرتوگیری برنامه‌ریزی

نشده بیمار به حداقل برسد.

• احتمال وقوع اشتباه انسانی در ایجاد پرتوگیری برنامه‌ریزی نشده بیمار به حداقل برسد.

۲-۲-۵ رعایت استانداردهای IEC یا استانداردهای ملی معادل آن‌ها برای تجهیزات دوربین گاما، دز کالیبراتور، دستگاه‌های اندازه‌گیری پرتو و سایر دستگاه‌های پزشکی هسته‌ای الزامی است.

۳-۲-۵ مراکز دارای تأسیسات PET که از یک سیکلوترون برای تولید رادیونوکلئید استفاده می‌کنند، باید اطمینان دهند که کلیه دستورالعمل‌های آماده‌سازی و کنترل رادیوداروها در راستای اجرای برنامه حفاظت و ایمنی تهیه شده است و در مرکز موجود می‌باشد. سیکلوترون مستقیماً برای پرتودهی به بیمار به کار نمی‌رود، بنابراین نیاز نیست که با استانداردهای دستگاه‌های پرتوساز و تأسیسات پرتودهی که برای تشخیص یا درمان بیماران استفاده می‌شوند، مطابقت داشته باشد، اما متقاضی باید استانداردهای ایمنی، نظیر استانداردهای ایمنی سیکلوترون‌هایی که در صنعت برای تولید رادیونوکلئید استفاده می‌شوند را تهیه و به واحد قانونی ارائه دهد و الزامات آن را نیز رعایت نماید.

۴-۲-۵ دزکالیبراتورها که برای اندازه‌گیری مقدار پرتوزایی رادیوداروی تزریقی به بیمار به کار می‌روند، باید به شکلی طراحی شده باشند که برای هر رادیونوکلئید مقدار پرتوزایی را نشان دهند و اثر پرتوهای زمینه بر روی مقدار اندازه‌گیری شده به حداقل ممکن کاهش یابد.

۵-۲-۵ دستگاه دزکالیبراتور و تجهیزات مونیتورینگ محل کار شامل مونیتورینگ آلودگی سطح یا حجم یا دزیمتر محیطی مناسب باید در دسترس باشند. کالیبراسیون این دستگاه‌ها باید قابل ردیابی به یک آزمایشگاه دزیمتری استاندارد ثانویه یا هر آزمایشگاه مورد تایید واحد قانونی باشد. دستگاه‌های مونیتورینگ محیطی باید در اتاق‌های آماده‌سازی در دسترس باشند و در صورت امکان به صورت ثابت در محل مناسب نصب شوند. کتابچه راهنمای دستگاه‌ها باید به زبانی که توسط کاربران قابل درک باشد، در دسترس آن‌ها قرار گیرد.

۳-۵ ساختمان

۱-۳-۵ فضاهای مورد نیاز

یک مرکز پزشکی هسته‌ای باید حداقل دارای فضاهای مناسب و تفکیک شده زیر باشد:

- اتاق تصویربرداری مطابق استانداردهای کارخانه سازنده،
- اتاق انتظار بیماران تزریق شده،
- سالن انتظار همراهان و بیماران قبل از تزریق و پذیرش،
- اتاق معاینه بیمار،
- اتاق کارکنان،
- محل تهیه و نگهداری رادیودارو،
- محل تزریق،

صفحه: ۶ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
-------------------------	--	---

- سرویس بهداشتی بیمار بعد از تزریق،
 - سرویس بهداشتی کارکنان، همراهان و بیماران قبل از تزریق،
 - انبار پسمان،
 - اتاق بستری (برای واحدهای درمانی) متناسب با تعداد بیماران.
- به علاوه در طراحی باید سایر نواحی نظیر دفتر و محل استقرار منشی، اتاق پزشک، رختکن، حمام و توشوی در نیز در نظر گرفته شود.
- ۲-۳-۵ پارامترهای طراحی
- پارامترهایی که در طراحی باید مورد توجه قرار گیرند عبارتند از:
- کاهش پرتوگیری خارجی و داخلی؛
 - نگه داشتن سطح پرتوهای زمینه در حداقل ممکن، جهت جلوگیری از ایجاد اختلال در دستگاه تصویربرداری؛
 - دستیابی به الزامات مرتبط با رادیودارو؛
 - ایمنی و امنیت چشمه‌ها (محل دارای قفل و دسترسی قابل کنترل به چشمه‌ها باشد).
- ۳-۳-۵ حفاظ گذاری
- حفاظ باید براساس اصل بهینه‌سازی با در نظر گرفتن طبقه‌بندی نواحی، میزان پرتوایی و نوع رادیونوکلیدها و نوع کاری که با آن‌ها انجام می‌شود، طراحی گردد. به‌طور کلی بهتر است به‌جای حفاظ‌سازی دیوارها، حفاظ‌گذاری چشمه‌ها مورد توجه قرار گیرد. به‌طور معمول بسیاری از نواحی یک مرکز پزشکی هسته‌ای به حفاظ‌سازی دیوارها نیاز ندارند. لیکن ممکن است در طراحی بخش درمانی بیماران بستری (برای حفاظت بیماران و کارکنان) و در طراحی اتاق‌های دستگاه‌های حساس (برای پائین نگهداشتن پرتوهای زمینه نظیر اتاق‌های شمارنده‌های چاهکی و دوربین‌های گاما) حفاظ سازی نیاز شود.
- ۴-۳-۵ انبار موقت پسمان‌ها
- طراحی یک محل مناسب حفاظ سازی شده و امن برای نگهداری مواد پرتوزا و انبار موقت پسمان‌های مواد پرتوزا ضرورت دارد. این محل می‌تواند ناحیه‌ای خارج از منطقه کار یا یک کمد قفل‌دار و ایمن یا یک یخچال قفل‌دار و یا هر محل ایمن حائز شرایط باشد. انبار موقت پسمان‌های پرتوزا باید دارای شرایط زیر باشد:
- امکان نشت مواد پرتوزا به بیرون از اتاق وجود نداشته باشد؛
 - از امکان تهویه مناسب برخوردار باشد؛
 - اتاق به‌طور اختصاصی فقط برای این منظور به کار رود؛
 - مجهز به برجسب مخصوص هشدار پرتوی و علامت خطر اشعه باشد؛
 - قابل دسترسی برای افراد غیرمجاز نباشد؛
 - امکان دسترسی حیوانات موزی و حشرات به پسمان‌ها وجود نداشته باشد.
- ۵-۳-۵ شرایط و امکانات نواحی کار با مواد پرتوزا
- نواحی که مواد پرتوزا در آن‌ها به کار می‌روند، ناحیه کنترل شده محسوب می‌گردند و باید دارای شرایط و امکانات زیر باشند:
- تمهیدات لازم برای جلوگیری از دسترسی افراد غیرمجاز؛
 - امکانات مناسب برای نگهداری تجهیزات استفاده شده مانند سطوح‌های سربی، ملحفه بیمار و غیره، به‌طوری که احتمال گسترش آلودگی به نواحی دیگر به حداقل برسد؛

صفحه: ۷ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
-------------------------	--	---

- شرایط و امکانات لازم برای رفع آلودگی ساده؛
- محل حفاظ‌سازی شده برای نگهداری مواد پرتوزا؛
- انبار موقت حفاظ‌سازی شده برای نگهداری پسمان پرتوزای جامد و محل‌های طراحی شده برای دورریزی پسمان‌های پرتوزای مایع که مستقیماً به مجرای اصلی فاضلاب متصل باشند؛
- حفاظ متحرک مناسب برای محافظت کارکنانی که ممکن است پرتوگیری خارجی قابل ملاحظه‌ای دریافت کنند و یک ناحیه شستشو برای وسایل آلوده؛
- یک محل در قسمت ورودی برای تعویض لباس‌ها و قرار دادن این لباس‌ها در زمانی که استفاده نمی‌شوند و محلی برای شستن و رفع آلودگی.

۶-۳-۵ سینک شستشو و سیستم فاضلاب

- سینک شستشو در ناحیه کم رفت و آمد مجاور به ناحیه کار قرار داده شود؛
 - شیرهای آب در صورت امکان بدون تماس مستقیم دست، قابل استفاده باشد؛
 - خشک‌کن‌های یک بار مصرف یا خشک‌کن‌ها با هوای گرم برای دست موجود باشد؛
 - یک شوینده چشم اضطراری نزدیک سینک دستشویی قرار داده شده باشد؛ و
 - به منظور رفع آلودگی افراد دوشی در داخل یا نزدیک آزمایشگاه تعبیه شده باشد.
- لوله‌های فاضلاب سینک آزمایشگاه رادیوایزوتوپ باید مستقیماً به مجرای اصلی فاضلاب ساختمان متصل شود و نباید با سایر مسیرهای فاضلاب اتصال داشته باشد. این مسئله به خاطر به حداقل رساندن زمینه آلودگی در نواحی غیر از نواحی کنترل شده می‌باشد. نقشه نهایی سیستم انتقال فاضلاب که به مسئولین نگهداری داده می‌شود، باید نشان دهد که کدام لوله‌های فاضلاب از آزمایشگاه‌های رادیوایزوتوپ می‌آید. لوله‌هایی که از داخل آن‌ها مواد پرتوزا عبور می‌کند باید علامت‌گذاری شوند. تا اطمینان حاصل شود که مونیتورینگ در موقع تعمیر و نگهداری انجام می‌شود.
- بهتر است در مراکز درمانی جهت به حداقل رساندن پرتوزائی و پیرو آن کاهش پرتوگیری، مواد پرتوزا توسط لوله‌های فاضلاب از مرکز پزشکی هسته‌ای و مخصوصاً از بخش‌های بستری بیماران، به یک تانک تأخیری منتقل و پسمان می‌شوند، و سپس با گذشت چند نیمه عمر به سیستم فاضلاب رها می‌شوند.

۷-۳-۵ سطوح و کف اتاق‌ها

- کف مناطقی که پتانسیل آلودگی به رادیوداروها را دارند باید با مواد نفوذ ناپذیر، قابل شستشو، صیقلی و مقاوم به تغییرات شیمیایی ساخته شوند، به طوری که روی اتصال دیوارها و کف را نیز پوشش دهند؛
- دیوارها نیز باید دارای سطح صاف و قابل شستشو باشند، به طور مثال رنگ قابل شستشو و بدون منفذ به دیوارها زده شود؛
- بر روی درها نیز باید علامت خطر اشعه مطابق با استانداردهای ISO ۳۶۱ نصب شود؛
- در اتاق‌هایی که رادیونوکلئیدها در آن‌ها استفاده یا ذخیره می‌شوند، سطوح کار نظیر میز کار و سایر میزها و همچنین سطوح وسایل به کار گرفته شده نظیر صندلی‌ها، باید صیقلی و غیرجاذب باشد تا به راحتی تمیز و رفع آلودگی شوند؛
- کف اتاق و میزکار باید استحکام لازم جهت تحمل وزن مواد حفاظ مورد نیاز ژنراتورهای رادیونوکلئیدها را داشته باشد. در برخی موارد ممکن است وسایل بالا برنده مورد نیاز باشد.

صفحه: ۸ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
-------------------------	--	---

۵-۳-۸ سیستم تهویه

در مراکزی که در آن‌ها احتمال وجود آئروسول‌ها یا گازهای پرتوزا می‌باشد (مانند ید ۱۲۵ و ید ۱۳۱) باید سیستم تهویه مناسب شامل یک هود خارج کننده هوا، کابینت طبقه‌دار عبور دهنده هوا و یا جعبه دستکش دار (Glove box) دارای سیستم تهویه، تهیه گردد. اجزاء هود خارج کننده هوا، باید از موادی که صاف، نفوذناپذیر، قابل شستشو و مقاوم به مواد شیمیایی می‌باشند، ساخته شوند. سیستم تهویه باید چنان طراحی شود که آزمایشگاه نسبت به محیط اطرافش دارای فشار منفی باشد.

جریان هوا باید از نواحی با حداقل احتمال آلودگی هوا به سمت نواحی با آلودگی بالا باشد. تمام هوای خروجی از آزمایشگاه باید در داخل هود تهویه شود و نباید به طور مستقیم وارد محیط گردد. به منظور اطمینان از ضد عفونی بودن بعضی از رادیوداروها، ممکن است به جای فشار منفی به فشار مثبت نیاز باشد. در این وضعیت، نحوه تغییر فشار را می‌توان با قرار دادن محل‌های کاری دیگر که نیاز به فشار منفی دارند، در اطراف محل کار با رادیودارو، ایجاد کرد.

۵-۳-۹ دسترسی به چشمه‌ها و اتاق‌ها

- دسترسی به انبار چشمه، اتاق آماده‌سازی و اتاق‌های بیماران تحت درمان با رادیونوکلئید باید تحت کنترل باشد؛
- یک سرویس بهداشتی جداگانه برای استفاده ویژه بیماران باید در نظر گرفته شود؛
- برای اطمینان از رقیق سازی مناسب مواد پرتوزای دفع شده و به حداقل رساندن آلودگی باید علامت آگاهی دهنده به بیماران به منظور تأکید بر کشیدن سیفون و شستن دست‌ها، در محل نصب گردد؛
- سرویس بهداشتی بیماران پزشکی هسته‌ای باید با موادی که به آسانی رفع آلودگی می‌شوند، پوشانده شوند؛
- کارکنان و همراهان بیمار نباید از سرویس بهداشتی مخصوص بیماران استفاده کنند، زیرا همواره احتمال آلودگی در این نواحی وجود دارد؛
- مرکز باید دارای یک سرویس بهداشتی مجزا (خارج از ناحیه کنترل شده) برای کارکنان و همراهان بیمار باشد.

۵-۳-۱۰ اتاق بیماران

- اتاق بستری برای بیماران که اکتیویته بالا جهت درمان دریافت کرده‌اند، باید دارای سرویس بهداشتی و امکانات شست و شوی جداگانه باشد؛
- کف و سطوح دیگر باید صاف و بدون خلل و فرج باشد تا به سادگی پاک و رفع آلودگی گردند؛
- حفاظ باید برای محافظت کارکنان و مردم متناسب با نوع چشمه ایجاد شده باشد؛
- باید نواحی ایمن برای نگهداری موقت لباس‌ها و پسمان‌های آلوده به مواد پرتوزا در نظر گرفته شود. این نواحی باید کاملاً مشخص باشد و علائم "خطر اشعه" بر روی آن‌ها نصب گردد؛
- در اتاق درمان باید امکانات مناسب مانند یفون جهت ارتباط بیمار با بخش وجود داشته باشد؛
- قفل اتاق بیمار باید به گونه‌ای باشد که خروج بیمار از اتاق بدون هماهنگی با مسئولین بخش امکان‌پذیر نباشد.

صفحه: ۹ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
-------------------------	--	---

۴-۵ وسایل، ابزار و لباس‌های حفاظتی

۱-۴-۵ آزمایشگاه‌ها و دیگر نواحی کار با چشمه‌های باز که در آن‌ها به صورت دستی کار می‌شود، باید با وسایلی که منحصراً بدین منظور ساخته شده است، تجهیز گردند. بعضی از این تجهیزات عبارتند از:

- وسایل لازم برای ایجاد فاصله بین پرتوکار و چشمه نظیر انبر و پنس‌ها،
- سرنگ‌های حفاظدار،
- کانتینرهای مواد پرتوزا با حفاظ مورد استفاده،
- کانتینرهای دوجداره (که لایه خارجی از جنس غیرشکننده باشد) برای نمونه‌های مایع،
- سینی‌های آب‌چک برای به حداقل رساندن احتمال پخش مواد پرتوزا،
- پاراوان و موانع سربی به عنوان حفاظ،
- حفاظ‌های سربی با پنجره‌های با شیشه سربی،
- حفاظ‌های پرسپکس برای کار با تابش‌کننده‌های بتا،
- دستگاه‌های مونیتورینگ اشعه و آلودگی،
- کانتینرهای حمل و نقل (در صورت لزوم چرخدار) برای انتقال مواد پرتوزا از یک محل به محل دیگر.

۲-۴-۵ در نواحی کاری که احتمال آلودگی وجود دارد (نظیر نواحی آماده‌سازی رادیوداروها) باید از لباس‌های مخصوص استفاده گردد. این لباس‌ها، هم به منظور محافظت پرتوکار و هم جهت جلوگیری از انتقال آلودگی به نواحی خارج از ناحیه آلوده به کار می‌روند و هنگام خروج افراد از نواحی کاری، باید مونیتور و سپس درآورده شوند. اما وقتی بین نواحی تحت نظارت نظیر اتاق دوربین گاما و منطقه تزریق رادیودارو تردد می‌شود، ممکن است نیاز به تعویض پوشش نباشد، مگر آن که احتمال آلودگی مواد پرتوزا وجود داشته باشد.

۳-۴-۵ تجهیزات حفاظتی باید شامل روپوش آزمایشگاهی، دستکش‌های ضدآب، روکششی، روکش‌ها و ماسک‌های ضد عفونی باشند.

۴-۴-۵ وقتی کار در تماس با تابش‌کننده‌های بتا انجام می‌شود، دستکش‌ها باید به اندازه‌ای ضخامت داشته باشند که بتوانند حفاظت در مقابل پرتو بتا خارجی را انجام دهند.

۵-۵ تضمین کیفیت

۱-۵-۵ تضمین کیفیت در پزشکی هسته‌ای تشخیصی عبارت است از اجرای روش‌های کاری مناسب که موجب ارتقاء کیفیت کل فرآیند می‌گردد، به طوری که در کاربردهای تشخیصی "کسب اطلاعات تشخیصی صحیح با حداقل پرتوگیری بیمار و پرسنل" میسر گردد. در کاربردهای درمانی با رادیونوکلیدهای باز، تضمین کیفیت یعنی "تمام روش‌هایی که موجب اطمینان از تجویز و انجام صحیح و ایمن درمان پزشکی باشد".

۲-۵-۵ برنامه تضمین کیفیت باید دربرگیرنده تمام مراحل از زمان تصمیم‌گیری تا اتخاذ روش‌های کاری ویژه جهت تفسیر و ثبت نتایج، شامل ممیزی‌های در حال اجرای داخلی و خارجی، به صورت یک روش کنترل سیستماتیک باشد.

۳-۵-۵ حفظ سوابق، بخش مهمی از برنامه تضمین کیفیت است.

۴-۵-۵ یکی از مسائل هر برنامه تضمین کیفیت پیشرفت مستمر کیفی است. برای این منظور تعهد کارکنان در کسب اطلاعات مستمر از برنامه‌های تضمین کیفیت و به کارگیری تکنیک‌های جدید ایجاد شده توسط مجامع پزشکی هسته‌ای ضرورت دارد. تجارب کاری و درس‌های برگرفته از حوادث می‌تواند در حل مشکلات کمک

صفحه: ۱۰ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

نمایند تا تصمیمات درست اتخاذ گردد، و بدین ترتیب باید به عنوان بخشی از پیشرفت مستمر کیفی به طور سیستماتیک مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۵-۵ برنامه تضمین کیفیت باید شامل موارد زیر باشد:

- تعیین روش‌های کاری که توسط متخصص پزشکی هسته‌ای باید انجام پذیرد و مستندسازی روش‌های مذکور (چنانچه خطا و مغایرتی وجود دارد باید نظارت انجام گیرد)،
- ایجاد برنامه‌ی منظم در ارتباط با قرارداداتها و اطلاعات بیمار،
- دزیمتری بالینی،
- بهینه‌سازی روش‌های انجام آزمایش،
- نگهداری سوابق و گزارش نویسی،
- کنترل کیفی رادیوداروها،
- پذیرش بیمار،
- کنترل کیفی تجهیزات و نرم افزارها،
- روش‌های کاری مدیریت پسمان،
- آموزش، باز آموزی، ادامه تحصیل کارکنان،
- بازرسی بالینی،
- نتایج کلی از آزمایشات پزشکی هسته‌ای.

سازمان بهداشت جهانی (WHO) راهنمایی در زمینه‌ی کنترل کیفی در مراکز پزشکی منتشر کرده است [۶] که شامل سازماندهی خدمات، آموزش پرسنل، انتخاب روش‌های کاری، مقررات کنترل کیفی برای تجهیزات و رادیوداروها، تفسیر و ارزیابی نتایج می‌باشد همچنین آژانس بین المللی انرژی اتمی (IAEA) برنامه کنترل کیفی تجهیزات را ارائه کرده است. [۷ و ۸]

۵-۶ کالیبراسیون

در مراکز پزشکی هسته‌ای باید:

- برای اندازه گیری پرتوایی سرنگ و ویال‌ها دزکالیبراتور مناسب جهت کالیبره کردن وجود داشته باشد.
- اعتبار اندازه‌گیری باید با انجام کنترل کیفی منظم دستگاه تضمین شود.
- برای کالیبراسیون چشمه‌های مورد استفاده، از دستگاه‌های دز کالیبراتور استفاده گردد که توسط یک آزمایشگاه دزیمتری استاندارد کالیبره شده‌اند.
- چشمه باز در آزمایشات پزشکی هسته‌ای بر اساس اکتیویته رادیوداروی تجویزی کالیبره شود و پرتوایی آن تعیین و در زمان تجویز ثبت گردد.
- از دزیمترهای محیطی و دستگاه‌های سنجش آلودگی که دارای گواهی‌نامه‌ی کالیبراسیون معتبر باشند استفاده شود (مدت اعتبار کالیبراسیون دستگاه‌های اندازه‌گیری یک سال می‌باشد).

صفحه: ۱۱ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

۶- مقررات کلی

۱-۶ روش‌های اجرایی

روش‌های کاری باید به گونه‌ای باشد که پرتوگیری خارجی و آلودگی به حداقل برسد و همچنین از احتمال پخش مواد پرتوزا جلوگیری شود و در صورت پخش مواد پرتوزا از گسترش آلودگی جلوگیری کند. بدین منظور رعایت موارد زیر توصیه می‌گردد:

۱-۱-۶ تمام عملیات دستی ساخت دارو باید بر روی یک سینی آب‌چک انجام شود تا از پخش آلودگی جلوگیری کند.

۲-۱-۶ باید از خوردن، آشامیدن و سیگار کشیدن در محیطی که در آن مواد پرتوزای باز استفاده می‌گردند، اجتناب نمود. همچنین در این محل نباید ظروف سفالی و اجسام برنده به کار گرفته شوند.

۳-۱-۶ در این محیط نباید از دستمال استفاده گردد و دستمال کاغذی باید به اندازه کافی موجود باشد.

۴-۱-۶ کلیه افراد قبل از ورود به محیطی که در آن نیاز به کار با مواد پرتوزای باز باشد، باید هر گونه خراش یا بریدگی بر روی پوست خود را کاملاً بپوشانند. لباس‌ها نیز بهتر است با یک لایه ضدآب پوشانده شوند.

۵-۱-۶ کلیه کارکنان و مراجعینی که قصد ورود به ناحیه کنترل شده را دارند، باید روپوش محافظ مخصوص بپوشند. پوشش‌های محافظ برای همراهان بیمار که وارد اتاق‌های دوربین گاما می‌شوند، معمولاً مورد نیاز نمی‌باشد. در هنگام خروج از نواحی کنترل شده، لباس‌های محافظ باید مونیتور و در یک کانتینر مناسب قرار داده شوند. روش جابه‌جایی دستکش‌ها باید همانند تکنیک‌های جراحی انجام پذیرد تا از انتقال آلودگی به دست‌ها جلوگیری شود.

۶-۱-۶ کارکنانی که ناحیه کنترل شده را ترک می‌کنند، احتمال آلودگی دارند و باید بعد از خارج کردن پوشش‌های حفاظتی، دست‌هایشان را شسته، سپس دست‌ها، لباس‌ها و بدنشان را مونیتور کنند. صابون مایع باید در دسترس باشد در غیر این صورت از مواد ضدعفونی کننده استفاده گردد.

۷-۱-۶ هرگز نباید موقع کشیدن مواد پرتوزا با پیت، از دهان استفاده نمود. سرنگ‌هایی که برای کشیدن مایعات پرتوزا استفاده می‌شود، باید حفاظ داشته باشند. بین انگشتان و مواد پرتوزا باید تا حد امکان بیشترین فاصله وجود داشته باشد.

۸-۱-۶ نواحی کار باید مرتب باشد و وسایل اضافی که برای انجام کار مورد نیاز نیستند، در آن وجود نداشته باشند. محیط کار باید به‌طور مداوم مونیتور و به قدر کافی تمیز گردد، تا اطمینان حاصل شود آلودگی به کمترین مقدار خود رسیده است. نظافت و رفع آلودگی باید با کشیدن روکش بر روی میزها و سینی‌ها با استفاده از مواد جذب‌کننده نظیر کاغذهای جاذب رطوبت که یک طرف آن پلاستیک است، انجام شود.

۹-۱-۶ در فواصل نزدیک به چشمه و متناسب با نوع چشمه، در حد امکان از حفاظ استفاده گردد. حفاظ‌های سربی جهت تابش‌کننده‌های گاما و حفاظ‌های حاوی اکریلیک برای تابش‌کننده‌های بتا مناسب‌تر می‌باشند، زیرا **شعه ایکس ترمزی کمتری تولید می‌کنند**. حفاظ‌های سربی باید به شکلی ساخته شوند که به راحتی قابل تمیز کردن باشد.

۱۰-۱-۶ مواد رادیواکتیو باید دارای برچسب مشخصی باشند که نوع رادیونوکلئید، شکل شیمیایی، علامت خطر اشعه و پرتو زایی چشمه را در یک روز و زمان مشخص، نشان دهد. شماره طبقه‌بندی و روز و تاریخ انقضاء نیز باید در صورت لزوم مشخص گردد. لیست موجودی‌ها، تزریقی‌ها و مصارف رادیودارو باید ثبت و نگهداری گردد.

با توجه به این که فوتون‌های ناشی از تکنسیم-۹۹m دارای انرژی ۱۴۰ keV هستند، لذا تضعیف شدت پرتوهای مذکور با روپوش سربی نسبتاً کم می‌باشد. در بعضی از بیمارستان‌ها که روپوش‌های سربی

صفحه: ۱۲ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

۰/۵-۰/۳۵ میلی‌متر استفاده می‌شوند، قرائت دزیمترهای فردی پرتوکاران تقریباً نصف می‌شود، در حالی که در رادیولوژی تشخیصی با توجه به انرژی فوتون‌های مورد استفاده، قرائت دزیمترهای فردی با ضریب ۲۰ تا ۵۰ یا حتی بیشتر کاهش می‌یابند. بنابراین استفاده از روپوش‌های سربی باید براساس دز دریافتی پرتوکاران در مرکز سیاست‌گذاری گردد.

با انجام موارد حفاظتی زیر می‌توان پرتوگیری **شغلی** پرتوکاران را به طور قابل توجهی کاهش داد:
۱۱-۱-۶ برای آماده‌سازی و تقسیم رادیوداروها، کار در **پشت یک حفاظ شیشه سربی** انجام پذیرد و از **حفاظ ویال و سرنگ‌ها** استفاده شود.

۱۲-۱-۶ در هنگام تزریق رادیودارو به بیماران، از **روپوش سربی برای موارد تزریق طولانی مدت** یا **رادیودارو با اکتیویته بالا** و همچنین از **حفاظ سرنگ** استفاده گردد.

۱۳-۱-۶ در زمان انجام آزمایشات، وقتی فاصله با **بیمار کم** می‌باشد، از **یک حفاظ متحرک دارای شیشه** استفاده گردد.

۲-۶ روش‌های کاری اتاق بیماران بستری

۱-۲-۶ پرستاران اتاق بیماران بستری باید آگاه باشند که احتمال پرتوگیری آن‌ها از بیمار وجود دارد و لذا پرستاران باید در این زمینه **آموزش‌های لازم** را دیده باشند. این آموزش باید شامل موارد حفاظت در برابر اشعه در پزشکی هسته‌ای، مقررات داخلی و به ویژه کار با عواملی که احتمال ایجاد آلودگی قابل ملاحظه دارند نظیر **ادرار و استفراغ** باشد. باید آموزش در سطح مناسب برای کارکنان شب کار، خدمه و منشی نیز در نظر گرفته شود.

۲-۲-۶ برای بیمارانی که اکتیویته زیاد دریافت کرده‌اند، فقط موارد ضروری پرستاری انجام پذیرد و سایر موارد باید حتی الامکان در دیرترین زمان پس از تزریق که فعالیت رادیودارو با واپاشی و دفع به اندازه کافی کاهش یافته است، انجام شود. همچنین باید حداقل تماس با ملحفه، لباس، حوله، ظروف بیمار و غیره صورت پذیرد.

۳-۲-۶ اتاق‌هایی که برای بیماران بستری در نظر گرفته شده است، باید **ناحیه کنترل شده** محسوب شوند و لازم است با **علامت خطر اشعه و جمله هشداردهنده** مشخص گردند. پرستاران باید در صورت لزوم آموزش‌های لازم را به ملاقات‌کنندگان بدهند.

۴-۲-۶ مقادیر آهنگ دز در فواصل مختلف باید تعیین شوند. این اطلاعات جهت تهیه مقررات برای ورود ملاقات‌کنندگان و کارکنان به اتاق بیماران به کار می‌روند. این مقررات باید به زبان فارسی نوشته شده باشند.

۵-۲-۶ برای همراهان بیمار که داوطلبانه وظیفه مراقبت و نگهداری بیمار را به عهده می‌گیرند، رعایت حدود دز مردم عادی الزامی نیست ولی برای تمامی ملاقات‌کنندگان باید مقررات پرتوگیری مردم در نظر گرفته شود.

۶-۲-۶ اقدامات لازم برای مشخص کردن **باردار بودن** ملاقات‌کنندگان باید توسط مسئول فیزیک بهداشت اجرا شود و توصیه‌های حفاظتی لازم به ملاقات‌کنندگان در هنگام ورود به اتاق بیمارانی که با چشمه‌های پرتوزای باز درمان می‌شوند، ارائه شود.

۷-۲-۶ افرادی که با چشمه‌های باز سر و کار دارند و پرستاران بیمارانی که با اکتیویته بالا درمان شده‌اند، باید قبل از ترک محل کار **دست‌هایشان را بشویند** و از عدم آلودگی لباس‌هایشان اطمینان حاصل کنند.

۸-۲-۶ بیمارانی که با اکتیویته بالا درمان می‌شوند، باید از سرویس **بهداشتی جداگانه** استفاده کنند. بهتر است **کاغذهای جاذب رطوبت که یک طرف آن پلاستیک است، در روی زمین و در اطراف کاسه توالت** قرار داده شود و به بیماران گفته شود که پس از هر دفعه استفاده از سرویس بهداشتی، **دوبار** سیفون کشیده شود که این عمل در به حداقل رساندن پرتوگیری از پرتوهای خارجی و نشر آلودگی کمک می‌کند.

صفحه: ۱۳ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

- ۹-۲-۶ باید توجه ویژه و پیش‌بینی‌های لازم برای محدود کردن آلودگی، در مورد بیمارانی که قدرت کنترل ادرار خود را ندارند و یا در درمان‌های خوراکی که احتمال تهوع و استفراغ بیمار وجود دارد، انجام شود. در صورت وقوع آلودگی، باید رختخواب و ملحفه و لباس‌های آلوده بلافاصله تعویض و جهت رفع آلودگی اقدام شود. همچنین جهت حصول اطمینان باید مونیتورینگ نیز انجام گردد.
- ۱۰-۲-۶ ظروف غذا ممکن است آلوده شوند؛ بنابراین باید مقررات ویژه‌ای برای رفع آلودگی، شستشو و ضدعفونی کردن ظروف (به جز در موارد پسمان کردن آن‌ها) وجود داشته باشد.
- ۱۱-۲-۶ اگر بر اساس شرایط، بیمار نیاز به مراقبت‌های پرستاری ویژه داشته باشد، توصیه‌های ویژه مسئول فیزیک بهداشت باید بلافاصله بررسی و اجرا گردد. زمانی که مراقبت پرستاری فوری در اولویت باشد و تأخیر در آن مجاز نباشد، باید برای به حداقل رساندن پرتوگیری، **محدود کردن زمان و تقسیم کار بین پرستاران و پزشکان در دستور کار قرار گیرد.**
- ۱۲-۲-۶ باید به بیماران خانم آگاهی داد که پس از انجام عملیات درمانی با رادیونوکلئیدها از **شیر دادن اطفال** خودداری نمایند. همچنین در مورد **جلوگیری از بارداری** پس از انجام عملیات درمانی باید به خانم‌ها و آقایان آگاهی لازم داده شود.
- ۱۳-۲-۶ ممکن است پس از مرگ بیماری که با مواد پرتوزا تحت درمان بوده است احتیاط‌هایی برای کالبدشکافی، و یا تدفین مورد نیاز باشد. این توصیه‌ها باید توسط مسئول فیزیک بهداشت، براساس ارزیابی ایمنی برای به حداقل رساندن پرتوگیری خارجی و احتمال بروز آلودگی افراد، تهیه گردد. ممکن است مونیتورینگ تمام بدن و مونیتورینگ انگشتان برای این پرسنل مورد نیاز باشد.
- ۳-۶ رفع آلودگی افراد**
- ۱-۳-۶ در صورت احتمال آلودگی، در هنگام پایان کار با مواد پرتوزا و ترک ناحیه کنترل شده، دست‌ها باید شسته شوند تا پتانسیل گسترش آلودگی کاهش یابد. اگر آلودگی پس از شستن ساده دست‌ها هنوز باقی مانده باشد، استفاده از مواد شیمیایی ویژه رفع آلودگی برای شستن دست‌ها می‌تواند مفید باشد.
- ۲-۳-۶ در مواردی که قسمت دیگری از بدن غیر از دست‌ها آلوده شده‌اند، یا وقتی عملیات رفع آلودگی دست‌ها سودمند نیست، باید با مسئول فیزیک بهداشت مشورت شود. برای رفع آلودگی صورت باید مراقبت‌های ویژه انجام شود تا از ورود آلودگی به چشم‌ها، بینی و دهان جلوگیری گردد.
- ۳-۳-۶ اگر پوست خراشیده، بریده یا باندپیچی است و احتمال آلودگی رادیواکتیو وجود دارد، محل جراحت باید هر چه سریع‌تر با آب شسته و مراقبت شود تا آلودگی وارد باند نشود.
- ۴-۳-۶ لباس‌های آلوده باید هر چه سریع‌تر از محل خارج گردند و احتیاط شود که آلودگی پخش نگردد.
- ۵-۳-۶ تمام افرادی که با چشمه‌های باز کار می‌کنند، باید **جدیدترین روش مقابله با حوادثی نظیر** به زمین ریختن مواد پرتوزا، آلودگی لباس‌ها و آلوده شدن افراد را آموزش دیده باشند. این **آموزش‌ها باید در فواصل زمانی مناسب برگزار گردند.**

صفحه: ۱۴ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

۴-۶ تعمیر و نگهداری

- ۱-۴-۶ تمام روش‌های نگهداری باید در برنامه تضمین کیفیت و به تعداد دفعاتی که کارخانه سازنده دستگاه توصیه نموده است، گنجانده شود. سرویس باید شامل گزارش کامل خطای دستگاه، کار انجام گرفته، قطعات تعویض شده، همچنین تنظیم انجام گرفته باشد و به عنوان بخشی از برنامه تضمین کیفیت بایگانی گردد.
- ۲-۴-۶ عملیات نگهداری انجام شده برای قسمت‌های مختلف دستگاه باید ثبت و بایگانی شود و این اطلاعات باید شامل هرگونه نقصی که استفاده‌کننده‌ها مشاهده نموده‌اند (گزارش‌های روزانه از خطاها)، عملیات انجام شده به منظور تعمیر (شامل تعمیرات دوره‌ای و تعمیرات موردی) و نتایج آزمایشات قبل از به کارگیری دستگاه برای استفاده کلینیکی باشد.
- ۳-۴-۶ بعد از هر تعمیر یا سرویس، باید قبل از استفاده کلینیکی از دستگاه، گزارش اقدامات اصلاحی به مسئول کار با دستگاه ارائه شود تا آزمون‌های پذیرش دستگاه نیز انجام گیرد.

۵-۶ امنیت چشمه‌ها

- بر اساس ضوابط و استانداردهای پایه حفاظت در برابر پرتوهای یونساز و ایمنی منابع پرتو، امنیت چشمه‌ها جزء مسئولیت‌های دارنده مجوز است و باید شرایط به‌نحوی مهیا شود که امکان دزدی، آسیب و یا دسترسی افراد غیرمجاز به چشمه‌ها حداقل باشد.
- ۱-۵-۶ دارنده مجوز باید از موارد زیر اطمینان حاصل نماید:
- الف) چشمه‌ها مطابق با کلیه الزامات مربوطه که در ضوابط دریافت مجوز [۲] آمده است، تحت کنترل قرار دارند و احتمال گم شدن چشمه‌ها حداقل ممکن است.
- ب) بدون دریافت مجوز، چشمه‌ها از مرکزی به مرکز دیگر منتقل نمی‌شوند.
- ج) اطلاعات مربوط به حمل و نقل چشمه‌ها ثبت می‌گردد، تا تایید گردد که چشمه‌ها به‌طور امن در جای خود قرار دارند. در صورت مفقود شدن چشمه‌ای به علت سرقت و یا به هر دلیل دیگر سریعاً مراتب به اطلاع مسئولان رسانده می‌شود و واحد قانونی نیز در جریان امر قرار می‌گیرد.
- ۲-۵-۶ جهت امنیت چشمه‌ها ضروری است در هر لحظه از زمان کنترل مستمر و حسابرسی از منابع صورت پذیرد.
- ۳-۵-۶ برای کنترل چشمه‌ها در مواقع زیر باید اقدامات ویژه بر اساس دستورالعمل‌های مدون انجام گیرد:
- دریافت چشمه‌ها،
 - ذخیره‌سازی چشمه‌ها،
 - جابه‌جایی چشمه‌ها در داخل بخش،
 - ذخیره‌سازی پسمان‌های پرتوزا.
- ۴-۵-۶ برای اجرای شرایط فوق، دارنده مجوز باید اقداماتی انجام دهد تا اطمینان حاصل شود که دریافت و جابه‌جایی منابع پرتوزا در موسسه بصورت امن و با کنترل‌های لازم جهت جلوگیری از سرقت، گم شدن، برداشت غیرمجاز و ورود افراد غیرمجاز به نواحی کنترل شده اجرا می‌گردد. دستورالعمل‌هایی جهت پیشگیری از موارد فوق باید تهیه گردد. به عنوان مثال در مواقعی که رادیودارویی در زمان مقرر دریافت نشده است، تحقیق بی‌درنگ شروع شود.

صفحه: ۱۵ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

۷- دز محدود شده در پزشکی هسته‌ای

دز محدود شده در مراحل طراحی به منظور بهینه‌سازی حفاظت و ایمنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آنجایی که محدودیت دز به چشمه مربوط می‌باشد باید نوع چشمه و شیفت کاری افراد در کار با هر چشمه مشخص گردد. در این صورت پرتوگیری افراد باید با دز محدود شده در نظر گرفته شده مقایسه شود و در صورت نیاز اقدامات لازم به عمل آید، تا دز قابل پیش بینی را در حد دز محدود شده، محدود نماید.

۸- کارکنان زن باردار

- ۱-۸ کارکنان زن باید به محض آگاهی از بارداری مراتب را به کارفرما و دارنده مجوز اطلاع دهند تا در صورت لزوم نسبت به تغییر وضعیت کاری آنان اقدام شود.
- ۲-۸ بارداری نباید دلیل برکناری از کار باشد، بنابراین دارنده مجوز باید شرایط کار وی را طوری تنظیم نماید که دز رسیده به جنین از حد پرتوگیری مردم تجاوز نکند.
- ۳-۸ محدودیت دز نیز دلیلی برای جلوگیری از کار با اشعه زن باردار نمی‌باشد، بلکه کارفرما باید به دقت شرایط پرتوگیری عادی را برای وی مهیا سازد.
- ۴-۸ توصیه می‌گردد که ملاحظات ویژه‌ای در تعیین وظایف زنان باردار که وقوع سوانح پرتویی برای آنها محتمل است به عمل آید و باید از مداخله آنها در وضعیت اورژانس ممانعت گردد.

۹- طبقه‌بندی مناطق

- در رابطه با کار با پرتو مناطق به دو ناحیه کنترل شده و تحت نظارت طبقه‌بندی می‌شود.
- ۱-۹ ناحیه کنترل شده شامل اتاق‌های نگهداری، آماده‌سازی، تزریق و پسمان رادیوداروها و همچنین اتاق بستری بیمارانی که به منظور درمان آنها از رادیودارو استفاده شده است، می‌باشد. اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد، اتاق انتظار بیماران پس از تزریق نمی‌تواند به عنوان ناحیه کنترل شده محسوب گردد.
 - ۲-۹ ناحیه تحت نظارت می‌تواند شامل اتاق‌های تصویربرداری (دوربین گاما) و اتاق بیماران تشخیصی که رادیودارو به آنها تجویز شده است باشد.

۱۰- مونیتورینگ فردی و ارزیابی پرتوگیری شغلی

- ۱-۱۰ در برنامه مونیتورینگ فردی هر مرکز پزشکی هسته‌ای باید الزامات زیر لحاظ گردد:
 - استفاده از دزیمتر فردی برای کارکنانی که به‌طور عادی و یا موقت در ناحیه کنترل شده کار می‌کنند و احتمال پرتوگیری شغلی قابل ملاحظه دارند، الزامی است،
 - پرتوگیری شغلی کارکنانی که به‌طور عادی در منطقه تحت نظارت کار می‌کنند، می‌تواند بر اساس نتایج مونیتورینگ محیط کار و اطلاعات مرتبط با محل و مدت زمان پرتوگیری، با هماهنگی واحد قانونی تعیین گردد،
 - کارکنانی که در معرض پرتوگیری داخلی هستند (حتی آن‌هایی که ماسک تنفسی دارند) مشخص گردند و به‌منظور بررسی کارآیی سیستم‌های حفاظتی، ارزیابی مقدار ورود مواد پرتوزا به بدن یا دز اجباری و برنامه مناسب مونیتورینگ اجرا شود، [۳]

صفحه: ۱۶ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

- در مواردی که مونیتورینگ فردی امکان‌پذیر یا کافی نباشد، ارزیابی بر اساس نتایج مونیتورینگ محل کار یا نتایج مونیتورینگ سایر کارکنان انجام گیرد،
- در صورت پرتوگیری در سانه، باید مقدار دز و نحوه توزیع آن در بدن تعیین گردد،
- در پرتوگیری اورژانس، برنامه مونیتورینگ و یا ارزیابی دز فردی باید متناسب با شرایط اجرا گردد،
- نتایج مونیتورینگ فردی در شرایط غیرعادی باید در اختیار واحد قانونی قرار گیرد و جهت تفسیر و بررسی اثر آن بر سلامتی، به پرتوپزشک یا ارگان‌های مورد تأیید، ارائه گردد.

۲-۱۰

فیلم بچ، و یا تجهیزات دزیمتری تأیید شده دیگر مانند دزیمتر دیجیتالی، می‌توانند برای تخمین و تعیین میزان پرتوگیری پرتوکاران به کار روند. این تجهیزات به عنوان دزیمترهای فردی نشان‌دهنده **دز مجموع** تلقی خواهند شد و اگر کسانی بخواهند از تجهیزات مونیتورینگ دیگری، علاوه بر این موارد استفاده نمایند، باید دستورالعمل‌ها و راهنمایی لازم را از واحد قانونی درخواست کنند.

تجهیزات مونیتورینگ فردی باید قابلیت مونیتورینگ پرتوهای با انرژی مختلف را که از چشمه‌های مورد استفاده در پزشکی هسته‌ای ساطع می‌شوند، داشته باشند (حساسیت در برابر پرتوها با دامنه انرژی مختلف). متخصصین پزشکی هسته‌ای، کارشناسان، مسئول فیزیک بهداشت، تکنولوژیست‌های پزشکی هسته‌ای، پرسنلی که در تهیه، آماده سازی و تجویز رادیودارو به بیماران تشخیصی و درمانی مشارکت دارند، کارکنانی که کار پسمان رادیوداروی پرتوزا را انجام می‌دهند، و هر پرستار و یا کارمند دیگری که با بیماران تحت درمان با رادیودارو سر و کار دارند، باید تحت پوشش دزیمتر فردی باشند.

۳-۱۰

مونیتورینگ فقط محدود به اندازه‌گیری نیست. بلکه شامل تفسیر، ارزیابی و بررسی نیز هست که چنانچه لازم باشد به اقدام اصلاحی منجر می‌گردد. در پزشکی هسته‌ای پرتوگیری خارجی و آلودگی داخلی به یکدیگر مربوط هستند. دز خارجی فردی باید به وسیله وسایل مونیتورینگ فردی مثل دزیمترهای ترمولومینسانس، فیلم بچ یا دزیمترهای قرائت مستقیم (مانند دزیمتر قلمی) تعیین گردند. تجهیزات مونیتورینگ فردی باید معمولاً **در جلو و قسمت بالائی قفسه سینه** نصب گردند. اگر احتمال پرتوگیری دست‌ها وجود دارد، مثل موارد تهیه و تجویز رادیوداروها، دزیمترهای دست مانند **دزیمتر انگشتی** نیز باید استفاده شوند. تعویض دزیمترها و دریافت گزارشات دز فردی باید در دوره‌های دزیمتری تعیین شده توسط واحد قانونی، انجام گیرد.

۴-۱۰

ارزیابی مقدار ورود مواد پرتوزا به بدن برای افرادی که با مقادیر زیاد پرتوزا کار می‌کنند و مونیتورینگ تیروئید آن‌ها با یک دتکتور (آشکارساز) خارجی مانند دستگاه سنجش دز تیروئید قابل بررسی است [۳].

۵-۱۰

برنامه مونیتورینگ فردی شامل موارد زیر می‌باشد:

۶-۱۰

- **شرح تجهیزات** مونیتورینگ فردی (شامل انرژی و نوع پرتوهای قابل اندازه‌گیری، دقت اندازه‌گیری، دامنه اندازه‌گیری و غیره)،
- **روش استفاده و محل نصب تجهیزات** مونیتورینگ،
- **دوره زمانی قرائت،**
- **فرم ثبت نتایج،**
- **آستانه‌های بررسی،**
- **اقدامات لازم در صورت تجاوز پرتوگیری افراد از آستانه‌های بررسی.**

صفحه: ۱۷ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

۷-۱۰

- برنامه‌های مونی‌تورینگ باید برای هر یک از اهداف زیر به طور جداگانه تهیه گردد:
- مونی‌تورینگ **مستمر** به منظور مشخص ساختن شرایط کار و سنجش میزان پرتوگیری افراد، رعایت حدود دز و ضوابط و مقررات واحد قانونی؛
- مونی‌تورینگ **ویژه** به منظور گردآوری اطلاعات لازم و استفاده از آن در مواقع ضروری جهت تصمیم‌گیری سریع و بهینه‌سازی حفاظت در برابر اشعه (نظیر اندازه‌گیری دز در ارگان‌های خاص)؛
- مونی‌تورینگ **موردی** به منظور ارزیابی پرتوگیری، به هنگام شروع فعالیت‌های جدید، تغییر در وضعیت فعالیت‌های جاری و همچنین به هنگام بروز سانحه و یا وضعیت‌های غیرعادی.

۸-۱۰

آستانه بررسی معیاری برای بازنگری روش کار و اجرا می‌باشد؛ تجاوز از آستانه بررسی نیاز به بازنگری فوری وضعیت جهت تعیین علت دارد. نتایج مونی‌تورینگ فردی پرتوکاران در هر دوره زمانی باید با مقادیر آستانه‌های بررسی، مقایسه شود. جهت کنترل پرتوگیری کارکنان طبق ضوابط و مقررات واحد قانونی باید در موارد زیر توسط مسئولین مربوطه بررسی‌های بند ۹-۱۰ انجام گیرد:

- الف)** مقدار دز در شرایط معمولی کار از آستانه‌های بررسی بیشتر شود؛
- ب)** نقص تجهیزات، حادثه، سانحه و شرایط غیر معمول باعث افزایش دز از مقادیر آستانه بررسی تعیین شده، گردد؛

۹-۱۰

- اگر دز دریافتی پرتوکار، در دوره مونی‌تورینگ از آستانه بررسی مربوطه تجاوز نماید، تا زمانی که اقدامات زیر انجام نشده باشد، باید حتی‌المقدور از ادامه فعالیت پرتوکار جلوگیری به عمل آید:
- مشخص ساختن علت پرتوگیری و رفع عوامل مؤثر در افزایش پرتوگیری،
- برنامه‌ریزی برای ادامه فعالیت پرتوکار به نحوی که تحت هیچ شرایطی مجموع دز دریافتی وی تا پایان سال از حد دز سالانه تجاوز نکند،
- تهیه دستورالعمل‌های لازم جهت جلوگیری از تکرار پرتوگیری بیش از آستانه بررسی و ابلاغ کتبی آن‌ها به پرتوکار،
- ثبت کلیه گزارش‌های مربوطه.

جدول ۱- آستانه‌های بررسی^{*}

دوره زمانی مونی‌تورینگ	دز مؤثر (mSv)	دز چشم (mSv)	دز دست یا پوست (mSv)
سال	۶	۵۰	۱۵۰
دو ماه	۱	۱۰	۳۰

× با توجه به پیشرفت روش‌های تصویر برداری و تغییر استانداردها و مقررات واحد قانونی تغییر اعداد موجود در جدول فوق امکان پذیر می‌باشد.

۱۰-۱۰

به محض وقوع حادثه و یا دریافت گزارش دز بیش از آستانه بررسی، باید ارزیابی لازم بر روی علل ایجاد حادثه انجام پذیرد و دز دریافتی محاسبه و توصیه‌های لازم جهت جلوگیری از وقایع احتمالی بعدی تهیه شود. خلاصه گزارشی از هر بررسی رسمی مربوط به سوانحی که اتفاق افتاده یا پرتوگیری غیرعادی، باید فوراً به واحد قانونی اطلاع داده شود.

۱۱-۱۰

دز دریافتی دست‌های کارکنانی که مستقیماً با چشمه‌های پرتوزا کار می‌کنند نیز می‌تواند به عنوان معیار بررسی و مقایسه با آستانه بررسی مربوطه برای کارکنان پزشکی هسته‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

صفحه: ۱۸ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

۱۱- مونیتورینگ محل کار

در برنامه مونیتورینگ محل کار در هر مرکز پزشکی هسته‌ای باید الزامات زیر لحاظ گردد. این برنامه بر اساس مقررات واحد قانونی و با نظارت متخصص و مسئول **فیزیک بهداشت** تهیه، اجرا و بازنگری شده باشد.

۱-۱۱ در این برنامه ماهیت و تعداد دفعات مونیتورینگ محل کار باید به گونه‌ای باشد که:

- ارزیابی رادیولوژیکی در تمام نقاط محل کار امکان پذیر باشد،
- ارزیابی پرتوگیری در نواحی کنترل شده و تحت نظارت امکان پذیر باشد،
- امکان بررسی و تجدید نظر در طبقه‌بندی نواحی کنترل شده و تحت نظارت وجود داشته باشد،
- بر اساس سطح معادل دز محیطی و غلظت پرتوزایی و با توجه به تغییرات محتمل، مقدار و احتمال پرتوگیری بالقوه باشد.

۲-۱۱ در برنامه مونیتورینگ محل کار باید موارد زیر نیز مشخص باشند:

- کمیت‌های مورد اندازه‌گیری،
 - زمان، محل و تعداد دفعات اندازه‌گیری،
 - مناسب‌ترین روش‌های اندازه‌گیری و دستورالعمل آنها و،
 - آستانه‌های مرجع مانند آستانه اقدام و اقدامات لازم در صورت افزایش از آنها.
- ۳-۱۱ باید مونیتورینگ دوره‌ای با دستگاه‌های اندازه‌گیری اشعه و مونیتورهای آلودگی و تست اسمیر^۱ برای نواحی کنترل شده و تحت نظارت انجام گیرد. مونیتورینگ مستمر با یک مونیتور محیطی برای نواحی ذخیره‌سازی و کار با چشمه‌ها و محل‌های دفع و نگهداری پسمان باید در برنامه وجود داشته باشد.
- ۴-۱۱ آزمایشگاه‌ها و نقاط دیگری که در آن با چشمه‌های باز کار می‌شود، باید از نظر پرتوگیری خارجی یا آلودگی سطحی طبق برنامه‌ای منظم مونیتور شوند. **مونیتورینگ آلودگی در نقاط زیر باید انجام شود:**
- تمام سطوح کار (شامل داخل محفظه‌ها)، ابزار، تجهیزات، کف و هر چیزی که با این مناطق در تماس بوده است،
 - لباس‌های حفاظتی و پرسنلی، کفش‌ها، به‌خصوص هنگام خارج شدن از محل کنترل شده (مونیتورها باید نزدیک در خروجی و در دسترس باشند)،
 - ملحفه و تشک بیماران درمانی.

۱۲- مونیتورینگ پرتوگیری مردم

در مراکز پزشکی هسته‌ای باید:

- ۱-۱۲ برنامه مونیتورینگ مناسبی جهت رعایت مقررات این مدرک در ارتباط با پرتوگیری مردم و رهاسازی مواد پرتوزا به محیط، با در نظر گرفتن حد رهاسازی و محاسبه پرتوگیری گروه‌های بحرانی تهیه و اجرا گردد.
- ۲-۱۲ خلاصه نتایج مونیتورینگ که در فواصل زمانی معین انجام می‌گیرد، ثبت و در صورت نیاز به بازرسان واحد قانونی ارائه شود.
- ۳-۱۲ هرگونه افزایش زمینه محیطی یا آلودگی ناشی از رهاسازی مواد پرتوزا سریعاً به واحد قانونی اعلام گردد.
- ۴-۱۲ نتایج برنامه مونیتورینگ ثبت و بایگانی شود.

صفحه: ۱۹ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

۱۳- حفاظت کارکنان در عملیات مداخله (موارد اورژانس)

اقدامات خاصی از قبیل **تعیین مسئولیت‌ها و تدارک آموزش کارکنان** زیربط در اجرای اقدامات حفاظتی، براساس اتفاقات شناخته شده با ارزیابی ایمنی در بخش پزشکی هسته‌ای به منظور آمادگی در شرایط اورژانس ضروری است. اغلب موارد اضطراری، مثل رفع آلودگی سطوح، را می‌توان با برنامه ریزی به گونه‌ای اجرا نمود که دز در حد پایین نگاه داشته شود. تنها مورد استثنا، نجات جان افراد در فوریت‌های پزشکی شامل مراقبت فوری از بیمار در موارد سخته مغزی و یا موقعیت‌های مشابه که مقدار زیادی مواد پرتوزا (در حدود ۲ گیگا بکرل ید-۱۳۱) به کار می‌رود، می‌باشد. حتی در موارد جراحی فوری، اگر زمان عمل طولانی باشد، می‌توان با نظر مسئول فیزیک بهداشت از سیستم گردش کارکنان استفاده نمود تا حفاظت شغلی بهینه گردد.

در پیوست ۵ شرح مختصری از وضعیت‌های اورژانس در پزشکی هسته‌ای، راه‌های جلوگیری، و روش‌های کاهش آن‌ها ارائه شده است. این موارد اورژانس شامل گم شدن چشمه‌ها، ریختن مواد پرتوزا و مراقبت از بیمارانی است که با مواد پرتوزا درمان شده، دچار مواردی مثل تهوع می‌باشند.

۱۴- معاینات پزشکی

- ۱-۱۴ منظور اصلی از معاینات پزشکی، **ارزیابی اولیه و مستمر وضعیت سلامت پرتوکاران** می‌باشد. برنامه‌های معاینات پزشکی باید طبق اصول کلی حفاظت شغلی و براساس ضوابط واحد قانونی انجام پذیرد.
- ۲-۱۴ کلیه افرادی که به کار با اشعه گمارده می‌شوند باید قبل و بعد از استخدام و به صورت دوره‌ای در مدت اشتغال به کار و در شرایط اضطراری تحت معاینات پزشکی لازم قرار گیرند و مدارک آن‌ها باید ثبت و در صورت نیاز به واحد قانونی ارائه شود.
- ۳-۱۴ انجام مشاوره با پرتوکاران خاص مثل زنانی که احتمال حاملگی آنان می‌رود یا هریک از کارکنانی که ممکن است پرتوگیری غیرعادی دریافت نموده باشند و کارکنانی که نگران پرتوگیریشان هستند، باید در برنامه کاری معاینات پزشکی قرار گیرد.

۱۵- ثبت اطلاعات

- ۱-۱۵ سابقه پرتوگیری باید شامل موارد زیر باشد:
 - اطلاعات در رابطه با ماهیت کار که منجر به پرتوگیری شغلی می‌شود،
 - اطلاعات در مورد پرتوگیری و ورود مواد پرتوزا به بدن که از آستانه ثبت بیشتر هستند و داده‌هایی که دز بر اساس آنها ارزیابی شده است،
 - اطلاعات راجع به تاریخ و زمان اشتغال، پرتوگیری و ورود مواد پرتوزا به بدن برای هر یک از مشاغل، (در مورد کارکنانی که با بیش از یک کارفرما کار می‌کنند)، و
 - سابقه پرتوگیری یا ورود مواد پرتوزا به بدن در هنگام سوانح یا مداخله اورژانس، که باید از پرتوگیری یا ورود مواد پرتوزا به بدن در شرایط عادی کار متمایز باشد. گزارش بررسی‌های مربوطه باید ضمیمه گردد.

- ۲-۱۵ پرونده پرتوگیری کارکنان باید در دوران کاری و بعد از آن حداقل تا سن ۷۵ سالگی، و سی سال پس از خاتمه کار با پرتو نگهداری شود.

صفحه: ۲۰ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

۱۶- پرتوگیری پزشکی

به طور کلی، باید توجه داشت که اصول توجیه پذیری و بهینه سازی حفاظت در پرتوگیری پزشکی در نظر گرفته می‌شود، ولی حد دز کاربرد ندارد.

۱-۱۶ توجیه پذیری

۱-۱-۱۶ در هر مرکز پزشکی هسته‌ای باید روش‌های توجیه شده‌ای که ثبت و تأیید گردیده‌اند، مورد استفاده قرار گیرند. متخصصان پزشکی باید اثربخشی، منافع و خطرات ناشی از پزشکی هسته‌ای را نسبت به روش‌های دیگر مانند اولتراسوند و MRI بررسی نمایند.

۲-۱-۱۶ بعضی از آزمایش‌های تشخیصی، به خصوص در مورد کودکان، بهتر است با کمک یک همراه انجام شود (مثل بستگان کودک). در این شرایط معمولاً پرتوگیری همراه پرتوگیری پزشکی تلقی می‌شود و در هر فرآیند درمانی یا تشخیصی نباید بیش از ۵ میلی‌سیورت گردد. از آنجا که کودکان دارای ریسک بیشتری هستند، آزمایش‌های خردسالان باید با ملاحظات خاص از نظر توجیه پذیری انجام شود.

۳-۱-۱۶ به علت حساسیت پرتوی جنین، ریسک ناشی از پرتوگیری می‌تواند قابل ملاحظه باشد، بنابراین پزشک متخصص باید قبل از استفاده از رادیونوکلئید برای تشخیص یا درمان، از احتمال حاملگی بیمار اطلاع پیدا کند. در این موارد لازم است قبل از تصمیم به انجام آزمایش، تخمین دز توسط مسئول فیزیک بهداشت انجام پذیرد.

۴-۱-۱۶ در اغلب روش‌های تشخیصی که با استفاده از تکنسیم انجام می‌گیرد، جنین دز زیادی دریافت نمی‌کند. درمورد رادیونوکلئیدهایی که از جفت عبور نمی‌کنند، دز رحم ناشی از پرتو ساطع شده از بافت‌های مادر می‌باشد. بعضی رادیوداروها (مثل ایزوتوپ ید) که از جفت عبور می‌کنند و در عضو یا بافت خاصی جمع می‌شوند می‌توانند خطر مهمی برای جنین محسوب گردند. برای جلوگیری از پرتوگیری ناخواسته جنین و رحم باید توصیه‌های کتبی در چند محل در بخش پزشکی هسته‌ای به خصوص در محل ورود به بخش در معرض دید قرار گیرند.

۵-۱-۱۶ بعضی از رادیوداروها نظیر ید ۱۳۱ و فسفر ۳۲ به سرعت می‌توانند از جنین عبور نمایند. بنابراین ضروری است امکان حاملگی زن بیمار قبل از تجویز درمانی رادیونوکلئید بررسی گردد. طبق یک اصل، زنان باردار نباید با مواد پرتوزا درمان شوند، مگر اینکه این درمان برای نجات جان بیمار لازم باشد. در غیر این صورت باید درمان تا بعد از دوره حاملگی و شیردهی به تعویق افتد.

۲-۱۶ بهینه‌سازی پرتوگیری پزشکی در پزشکی هسته‌ای

۱-۲-۱۶ در هر مرکز پزشکی هسته‌ای باید تجویز رادیوداروها توسط پزشکان متخصصی که مسئولیت ایشان تجویز و یا انجام آزمایش‌های تشخیصی با استفاده از رادیونوکلئیدها است، با رعایت موارد زیر انجام پذیرد:

- بیمار حداقل پرتوگیری لازم برای کسب تصویر تشخیصی مورد نظر را دریافت نماید،
- جهت جلوگیری از آزمایش‌های اضافی، اطلاعات آزمایش‌های قبلی دریافت گردد،
- سطوح راهنما در پرتوگیری پزشکی در نظر گرفته شود.

۲-۲-۱۶ تصاویر باید با کیفیت قابل قبول و با حداقل پرتوگیری بیمار، با رعایت موارد زیر تهیه گردند:

- انتخاب مناسب بهترین رادیوداروی موجود و اکتیویته مورد نیاز با توجه به شرایط به ویژه در مورد کودکان،

صفحه: ۲۱ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

- استفاده از شیوه‌های تکنیکی برای کاهش جذب و سرعت بخشیدن به دفع ماده پرتوزا جهت به حداقل رساندن دز دریافتی اعضای که تحت مطالعه نیستند،
 - به‌دست آوردن تصویر مناسب با انجام پردازش مناسب،
 - کنترل کیفی دستگاه‌های تصویربرداری و دزکالیبراتور.
- ۳-۲-۱۶ از تجویز رادیونوکلئید به منظور تشخیص یا درمان با پرتو به زنان باردار یا زنانی که احتمال بارداری دارند، خودداری شود؛ مگر اینکه علائم و شواهد کلینیکی قوی مبنی بر ضرورت تجویز وجود داشته باشند.
- در مورد مادران شیرده، توقف شیردهی تا زمانی که رادیودارو به مقداری کاهش یابد که دز موثر غیرقابل قبولی به شیرخوار منتقل نگردد، توصیه می‌شود.
- ۴-۲-۱۶ تجویز رادیونوکلئید به کودکان جهت تشخیص، تنها در صورت وجود علائم و شواهد کلینیکی قوی انجام پذیرد و مقدار اکتیویته تجویزی بر اساس وزن، سطح بدن، یا معیارهای لازم دیگر کاهش یابد.
- علاوه بر این در روش‌های درمانی باید از تجویز رادیونوکلئیدها به زنان حامله یا زنانی که احتمال حاملگی دارند یا شیر می‌دهند، جلوگیری به عمل آید به استثنا مواردی که علائم و شواهد کلینیکی قوی وجود داشته باشد.
- ۵-۲-۱۶ به منظور بهینه سازی باید تمهیدات زیر برای هر بیمار به عمل آید:
- سیستم موثر و کارا برای تشخیص هویت صحیح بیماران وجود داشته باشد،
 - دستورالعمل‌های مکتوب برای هر یک از روش‌های تشخیصی به منظور کسب بیشترین اطلاعات کلینیکی از آزمایش مورد نظر و با در نظر گرفتن سطوح راهنما تهیه شوند،
 - جزئیات اطلاعات مربوط به بیمار به‌طور کامل و صحیح ثبت گردد،
 - پارامترهای فیزیکی طوری انتخاب شود که میزان پرتوگیری لازم برای کسب اطلاعات، کمترین مقدار ممکن باشد. انتخاب کلیماتور، محدوده انرژی، اندازه ماتریس، زمان مناسب تصویربرداری، زاویه کلیماتور و پارامترهای SPECT یا PET شامل فاکتورهای بزرگنمایی به‌صورتی تنظیم شوند که بهترین کیفیت تصویر ایجاد شود،
 - در مطالعات دینامیکی، تعداد فریم‌ها، فاصله زمانی و پارامترهای دیگر طوری انتخاب شود که بهترین تصویر از نظر کیفیت به‌دست آید،
 - اطمینان حاصل شود که سطح کلیماتور یا نقاط دیگر آلوده نباشد، چون می‌تواند باعث کاهش کیفیت نتایج به‌دست آمده گردد،
 - خوراندن آب به بیمار روش موثری برای دفع رادیوداروهایی است که از کلیه دفع می‌گردند. بیماران و به‌ویژه کودکان ترغیب گردند که بعد از انجام آزمایش به‌طور مداوم اقدام به مصرف مایعات و دفع ادرار کنند،
 - ذخیره و نگهداری رادیوداروها در یک عضو خاص و تحت تأثیر داروهایی مثل داروهای مدر یا محرک کیسه صفرا در صورتی امکان‌پذیر خواهد بود که مشکلی در تصویربرداری ایجاد نکند. این روش‌ها ممکن است برای افزایش دقت آزمایش باشد، ولی در حفاظت پرتوی نیز موثر هستند.
- ۶-۲-۱۶ از آنجایی که در مورد خانم‌های شیرده در مدت انجام اغلب آزمایش‌های پزشکی هسته‌ای بسیاری از رادیوداروها از سینه دفع می‌شوند، شیردهی باید برای مدتی پس از درمان متوقف گردد. همچنین شیردهی معمولاً به مدت ۳ هفته بعد از آزمایشات تشخیصی با ید ۱۳۱ و رادیوداروهای ید ۱۲۵ (غیراز هیپورات)، و بعد

صفحه: ۲۲ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

از آزمایشات با سدیم ۲۲ و گالیم ۶۷ و تالیم ۲۰۱ باید قطع شود. شیردهی بعد از آزمایش با هیپورات نشاندار باید و کلیه ترکیبات تکنسیم ۹۹m باید به مدت ۱۲ ساعت قطع شود. برای اطلاعات بیشتر به پیوست ۲ مراجعه شود.

۷-۲-۱۶ آزمایشات تشخیصی پزشکی هسته‌ای با تکنسیم ۹۹m و با سایر رادیوداروها که از جفت نمی‌گذرند، دز زیادی به جنین نمی‌دهند. دز جنین را می‌توان با بهینه‌سازی از طریق کاهش مقدار رادیودارو و طولانی کردن زمان تصویربرداری در صورتی که بیمار قادر باشد در طول آزمایش بی‌حرکت بماند، کاهش داد. معمولاً بعد از هر آزمایش تشخیصی پزشکی هسته‌ای با تکنسیم ۹۹m، ارزیابی ویژه از دز دریافتی جنین ضرورتی ندارد. درمورد تجویز سهوی سایر رادیوداروها (مثل ید و گالیم) محاسبه دز دریافتی جنین و تخمین ریسک ممکن است ضروری باشد.

۸-۲-۱۶ در مورد رادیوداروهایی که به سرعت از کلیه‌های مادر دفع می‌شوند، مثانه به عنوان منبع اصلی پرتودهی به جنین به حساب می‌آید. پس از تجویز جنین رادیوداروهایی باید با تشویق مادر به مصرف آب زیاد و ادرار، مقدار دز جنین را کاهش داد. بعضی رادیوداروها مثل ید پرتوزا، شامل رادیونوکلیدهایی هستند که به دنبال آزمایشات تشخیصی به سادگی از جفت عبور می‌نمایند و توسط بافت‌های جنین مثل تیروئید جذب می‌شوند. برای مثال عدم تشخیص حاملگی، زمانی که ید ۱۳۱ برای اسکن تجویز شود منجر به پرتوگیری جدی جنین می‌گردد. برای جلوگیری از پرتوگیری‌های غیرضروری جنین رعایت موارد زیر ضروری است:

- اتخاذ روشی برای مشخص کردن بارداری یا شیردهی قبل از تجویز رادیودارو خصوصاً در کاربردهای درمانی،
- توجه خاص جهت جلوگیری از پخش آلودگی ناشی از تهوع و مدفوع، ادرار و عرق بیماران درمان شده با رادیودارو.

۹-۲-۱۶ در بحث پرتوگیری پزشکی بر ضرورت مستثنی نمودن زنان باردار از تجویز درمانی رادیودارو تاکید می‌گردد. لذا زنان باردار نباید تحت درمان با مواد پرتوزا قرار گیرند، مگر این که مسئله نجات جان مادر در میان باشد.

۱۰-۲-۱۶ به دنبال درمان با رادیونوکلیدها در مقادیر درمانی، باید به بیماران زن توصیه شود برای یک دوره زمانی مشخص از بارداری جلوگیری نمایند. جدول زمانی که باید پس از تجویز مقادیر درمانی رادیوداروها از بارداری جلوگیری شود در پیوست ۳ آمده است. باید توجه شود که این زمان‌ها با در نظر گرفتن نیاز به درمان‌های بعدی به دست آمده است.

۱۱-۲-۱۶ تجویز دزهای درمانی رادیونوکلیدهایی در اشکال شیمیایی یونی با عمر نسبتاً طولانی به مردان، به علت ظهور مقدار بیشتر این رادیونوکلیدها در انزال و اسپرم‌ها حائز اهمیت و توجه می‌باشد. باید به مردانی که با ید ۱۳۱، فسفر ۳۲ و استرنسیوم ۸۹ درمان می‌شوند آگاهی داده شود که به مدت ۴ ماه با توجه به عمر مفید اسپرم‌ها از بچه‌دار شدن خودداری کنند.

۳-۱۶ دزیمتری کلینیکی (بیمار)

۱-۳-۱۶ علاوه بر نیاز به کالیبراسیون و ثبت میزان اکتیویته‌ای که تجویز گردیده است، ثبت پارامترهایی که در تعیین دز جذبی بیمار حائز اهمیت هستند ضروری است. همچنین باید فهرستی از مقادیر نمونه از دز جذبی یا دز موثر برای یک بیمار نمونه در هر یک از مطالعات تشخیصی تهیه گردد و مقادیر مذکور به‌عنوان یک راهنما در دستورالعمل روش کاری موجود باشد. در موارد خاص، مثلاً در مورد پرتوگیری خانم‌های باردار ممکن است محاسبه مقدار دز دریافتی جنین بر اساس روش‌های علمی و استانداردها مورد نیاز باشد.

صفحه: ۲۳ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

۲-۳-۱۶ در روش‌های درمانی با رادیوداروها نیز باید دز جذبی عضو مربوطه محاسبه و نتایج مربوطه ثبت گردد.

۳-۳-۱۶ جهت محدود کردن پرتوگیری مردم عادی و هر یک از اعضای خانواده بیماری که تحت درمان با رادیونوکلئیدهای باز و یا بسته قرار گرفته است، ترخیص بیمار باید زمانی صورت گیرد که دز دریافتی فرد کمک‌کننده به بیمار از ۵ میلی‌سیورت و دز دریافتی کودکان و ملاقات‌کنندگان وی از ۱ میلی‌سیورت در طی دوره درمان تجاوز نکند.

۴-۳-۱۶ مراکز باید روش‌هایی علمی و عملی برای تخمین اکتیویته دز بیماران در زمان ترخیص داشته باشند و بر این مبنا نسبت به ترخیص بیماران اقدام نمایند. اطلاعات شامل مشخصات بیمار، نوع رادیودارو، تاریخ و مقدار اکتیویته باقیمانده باید ثبت گردد.

۵-۳-۱۶ برای تخمین اکتیویته مورد قبول برای ترخیص بیمار از بیمارستان می‌توان مجموع زمان‌هایی که مراقب و افراد عادی در کنار بیمار حضور خواهند داشت و آهنگ دز بیمار را در نظر گرفت. برای این محاسبه باید نیمه عمر موثر ماده پرتوزا و میزان آهنگ دز را در زمان ترخیص بیمار از بیمارستان در نظر گرفت.

۶-۳-۱۶ ترخیص بیمار باید با در نظر گرفتن مسائل حمل و نقل و شرایط محل زندگی بیمار، امکان جداسازی بیمار از افراد خانواده و شرایط دفع ایمن ترشحات آلوده بیمار انجام شود.

۷-۳-۱۶ بیمارانی که تحت درمان‌های تسکین درد استخوان قرار گرفته‌اند باید بر اساس مقررات مدون ترخیص گردند. در این مقررات باید آهنگ دز خارجی، ریسک آلودگی و شرایط بیمار در نظر گرفته شود.

۸-۳-۱۶ در مورد بیمارانی که قابل کنترل نیستند باید ملاحظات خاص در نظر گرفته شود.

۴-۱۶ تضمین کیفیت در پرتوگیری پزشکی

۱-۴-۱۶ در برنامه تضمین کیفیت انجام صحیح و سیستماتیک تمام مراحل تشخیصی با کیفیت مناسب که منجر به اخذ اطلاعات تشخیصی کافی با کمترین پرتوگیری بیمار و کارکنان همراه باشد مد نظر است. لذا برنامه تضمین کیفی باید شامل ارزیابی عملکرد دستگاه‌ها، ارزیابی کیفیت تصویر، آنالیز تصاویر بد، تشخیص علت کیفیت پایین و انجام اقدامات اصلاحی و کنترل پرتوگیری کارکنان و بیماران باشد. یک دوره کامل کیفی شامل مکانیزم بازخورد (فیدبک) نتایج کنترل کیفی، اصلاح نتایج دستگاه و بهبود عملکرد پرسنل نیز می‌باشد.

۲-۴-۱۶ برنامه تضمین کیفیت شامل موارد زیر می‌باشد:

- اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی دستگاه‌های تصویربرداری، این آزمون‌ها باید در زمان راه‌اندازی و به صورت دوره‌ای انجام گیرد [۷]،
- بررسی اعتبار فاکتورهای فیزیکی و کلینیکی لازم که در تشخیص و درمان بیماران به کار می‌رود،
- ثبت سوابق روش‌های کاری و نتایج مربوطه،
- بررسی اعتبار کالیبراسیون و شرایط کار تجهیزات دزیمتری و مونیتورینگ.

۳-۴-۱۶ دستگاه‌ها باید مطابق شرایطی که در مشخصات فنی آن‌ها آمده است و بر اساس استانداردهای مربوطه کار کنند، به طوری که اطمینان حاصل گردد که عملکرد سیستم از نظر فنی و ایمنی قابل قبول است، و در این صورت باید آزمایش مورد نظر به نحو صحیح و مطلوب با کمترین پرتوگیری بیمار انجام شود. بعد از نصب دستگاه باید آزمون‌های پذیرش برای مطابقت دستگاه با مشخصات فنی مورد تایید کارخانه سازنده انجام گیرد.

صفحه: ۲۴ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

۵-۱۶ سطوح راهنما

۱-۵-۱۶ در صورتی که افزایش دز تجویزی از سطوح راهنما ضروری باشد، لازم است متخصصین پزشکی برای اطمینان از ضرورت افزایش این پرتوگیری با در نظر گرفتن شرایط و معاینات بالینی اعلام نظر نمایند. جهت تهیه سطوح راهنما در پرتوگیری پزشکی رعایت اصول کلی استانداردهای پایه حفاظت در برابر اشعه ضروری می‌باشد.

۲-۵-۱۶ در هر مرکز پزشکی هسته‌ای باید سطوح راهنما توسط متخصصین پزشکی هسته‌ای به کار گرفته شوند، به این منظور باید:

- در صورتی که دز یا اکتیویته به طور قابل ملاحظه از سطوح راهنما کمتر باشد، اقدامات اصلاحی انجام پذیرد، زیرا در نتیجه‌ی این امر ممکن است اطلاعات تشخیصی مناسب دریافت نشود که در نهایت سود کافی برای بیمار به دست نخواهد آمد،
- چنانچه اکتیویته از سطوح راهنما بیشتر باشد بازنگری‌های لازم انجام شود تا اطمینان حاصل گردد که حفاظت و ایمنی بیمار در سطح مناسبی تأمین می‌گردد.

تا تعیین سطوح راهنما در سطح کشور، سطوح راهنمای ارائه شده در پیوست ۴ قابل استفاده می‌باشند. باید توجه داشت که این سطوح تنها برای نمونه بیمار بالغ است و لذا باید ابعاد بدن و سن بیمار در آزمایشات مختلف لحاظ گردد.

۶-۱۶ دز محدود شده

۱-۶-۱۶ دز محدود شده در پرتوگیری پزشکی بیماران به کار نمی‌رود، اما در پرتوگیری پزشکی همراهان و مراقبین بیمار اعمال می‌شود.

۲-۶-۱۶ دز محدود شده مراقبین بیماران باید تعیین و دستوراتی برای محدود کردن پرتوگیری آن‌ها و ملاقات کنندگان تهیه شود. همچنین لازم است مقررات مربوط به بیماران درمان شده با رادیودارو و نزدیکان آن‌ها جهت محدودسازی پرتوگیری مراقبین بیمار و افراد عادی تهیه گردد، تا در هنگام ترک بیمارستان ضمن ارائه توضیحات شفاهی، این توصیه‌ها به صورت **کتبی** نیز در اختیار آنان قرارگیرد. این دستورات باید شامل نحوه ارتباط با افراد خانواده نظیر همسر، کودکان و زنانی که قابلیت باروری دارند باشد.

۳-۶-۱۶ پرتوگیری افرادی که داوطلبانه و آگاهانه به بیماران کمک می‌کنند (غیر از پرتوگیری شغلی) و مراقبین بیماری که تحت درمان با رادیونوکلوئیدها است و یا با چشمه‌های براکی تراپی درمان می‌شوند باید محدود گردد تا از حدود دز تعیین شده، بالاتر نرود. این حد دز برای مراقبین و کسانی که به نحوی به بیمار کمک می‌کنند، نباید از ۵ میلی سیورت در طی یک دوره درمان یا تشخیص بیشتر شود. همچنین پرتوگیری کودکان و ملاقات کنندگان باید در حد دز مردم عادی یعنی ۱ میلی سیورت محدود گردد. لذا باید زمان به نحوی تنظیم گردد که دز دریافتی از مقادیر فوق بیشتر نشود.

در موارد خاص که با مجوزهای واحد قانونی و کمیسیون ذیصلاح اخلاق پزشکی، افرادی به منظور تحقیقات پزشکی در معرض پرتو قرار می‌گیرند، اگر پرتوگیری نفعی برای آن‌ها نداشته باشد در این صورت در بهینه‌سازی‌های حفاظتی باید دز محدود شده اعمال گردد.

صفحه: ۲۵ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

۷-۱۶ بررسی پرتوگیری سانه پزشکی

۱-۷-۱۶ در هر مرکز پزشکی هسته‌ای هر گونه سانه با شرایط زیر باید فوراً بررسی و گزارش کتبی آن به واحد قانونی ارائه گردد:

- هر گونه تجویز درمانی اشتباه بر روی بیمار و یا بافت بدن یا تجویز رادیوداروی غلط،
- تجویز دزی مغایر آنچه متخصص پزشکی هسته‌ای تجویز نموده است و یا دزی که می‌تواند باعث اثرات ثانویه حاد گردد،
- هر گونه پرتوگیری تشخیصی بیش از مقدار در نظر گرفته شده، که در نتیجه تکرار آزمایش‌ها باشد و باعث افزایش دز از سطوح راهنما شود،
- هر گونه اشکال در دستگاه، اشتباه یا اتفاق غیرعادی که موجب پرتوگیری بیمار مغایر با مقدار تعیین شده باشد.

۲-۷-۱۶ در صورت بروز سانه مسئولین باید:

- دز دریافتی و پخش آن را در بدن بیمار محاسبه کنند یا میزان آن را تخمین بزنند؛
- اقدام‌های اصلاحی لازم را برای جلوگیری از تکرار سانه به عمل آورند؛
- کلیه اقدام‌های اصلاحی که تحت مسئولیت خودشان می‌باشد را اجرا نمایند؛
- بلافاصله واحد قانونی را مطلع نمایند و پس از بررسی‌های لازم گزارش مربوطه شامل علت بروز سانه؛ موارد فوق الذکر و هر اطلاعاتی که واحد قانونی درخواست نماید را ارسال نمایند؛
- بیمار و متخصص پزشکی هسته‌ای مربوطه را از سانه مطلع نمایند.

۸-۱۶ سوابق پرتوگیری پزشکی

سوابق پرتوگیری پزشکی باید حداقل تا ۵ سال با ذکر نوع رادیوداروهای تجویزی و اکتیویته آن‌ها به همراه مشخصات بیماران مرتبط ثبت و بایگانی گردد. همچنین پرتوگیری و مشخصات افرادی که داوطلبانه در تحقیقات پزشکی شرکت می‌کنند، باید ثبت شود به طوری که در صورت نیاز قابل ارائه و گزارش باشد.

۱۷- شرح وظایف

۱-۱۷ وظایف دارنده مجوز

دارنده مجوز باید اطمینان حاصل نماید که:

- برای کارکنان تجهیزات حفاظتی شخصی مناسب و کافی طبق استانداردها و ضوابط مربوطه تهیه شده است؛
- کلیه پرتوکارانی که حضور آن‌ها در منطقه کنترل شده ضرورت دارد دوره مقدماتی حفاظت در برابر اشعه یا معادل آن را که به تأیید واحد قانونی رسیده باشد گذرانده‌اند؛
- کارکنانی که به‌طور عادی و یا موقت در ناحیه کنترل شده کار می‌کنند و احتمال پرتوگیری شغلی قابل ملاحظه دارند، از دزیمتر فردی استفاده می‌کنند؛
- برای کارکنانی که در معرض پرتوگیری داخلی هستند (حتی آن‌هایی که ماسک تنفسی دارند) به‌منظور بررسی کارآیی سیستم‌های حفاظتی، ارزیابی مقدار ورود مواد پرتوزا به بدن یا دز اجباری، برنامه مناسب مونیتورینگ اجرا می‌گردد؛

صفحه: ۲۶ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

- برنامه‌ای جهت مونیتورینگ محل کار تدوین شده است، به‌طوری‌که این برنامه بر اساس مقررات واحد قانونی و با نظارت متخصص و مسئول فیزیک بهداشت تهیه، اجرا و بازنگری می‌گردد؛
 - برنامه‌ریزی جهت معاینات پزشکی کارکنان طبق نظر واحد قانونی یا دیگر مقررات مورد تایید داخلی وجود دارد؛
 - کلیه افرادی که به کار با اشعه گمارده می‌شوند، قبل از استخدام و پس از آن به‌صورت دوره‌ای در مدت اشتغال به کار و در شرایط اضطراری تحت معاینات پزشکی لازم قرار می‌گیرند و مدارک مربوطه در صورت نیاز به واحد قانونی ارائه می‌گردد؛
 - سابقه پرتوگیری شغلی پرتوکاران ثبت و بایگانی می‌گردد؛
 - سابقه پرتوگیری افراد به عنوان یک مدرک محرمانه مورد توجه قرار می‌گیرد؛
 - دسترسی کارکنان به سوابق پرتوگیری مربوطه امکان پذیر می‌باشد و به هنگام تغییر شغل امکان ارسال سوابق پرتوگیری کارکنان به کارفرمایان پیش‌بینی شده است؛
 - اصول کلی توجیه پذیری، بهینه سازی و حد دز بر اساس استانداردهای پایه حفاظت در برابر اشعه به طور کامل رعایت می‌گردد؛
 - پرتو کاران واجد صلاحیت بوده، اصول حفاظتی را رعایت می‌نمایند؛
 - کنترل و محافظت از رادیوداروها در مواقعی که در انبار نیستند، مثلاً زمانی که دارو جهت درمان از انبار خارج شده است و همچنین امنیت مواد پرتوزا در زمان‌هایی که در انبار هستند و از آن‌ها استفاده نمی‌گردد به روش مناسبی انجام می‌پذیرد (مثلاً انبار مواد پرتوزا همیشه قفل ایمن و مناسب دارد به‌طوری‌که افراد غیرمجاز امکان دسترسی به مواد پرتوزا را ندارند)؛
 - هیچ بیماری پرتوگیری پزشکی تشخیصی و درمانی نمی‌کند، مگر اینکه پزشک متخصص تجویز کرده باشد؛
 - پرتوگیری (به جز پرتوگیری شغلی) افرادی که داوطلبانه جهت مراقبت از بیمارانی که آزمایش‌های تشخیصی و یا درمانی با مواد پرتوزا انجام می‌دهند، با آگاهی کامل و نظارت انجام می‌شود و طبق برنامه زمان‌بندی محدود می‌گردد؛
 - جهت محدود کردن پرتوگیری مردم از فعالیت‌های پرتوی و منابع تحت نظارت وی، مقررات و استانداردهای واحد قانونی به کار گرفته می‌شود و در طراحی حفاظ و محدود نمودن تردد، حضور مردم در مجاورت یا درون بخش پزشکی هسته‌ای در نظر گرفته شده است؛
 - اقدامات لازم جهت استفاده، نگهداری و حمل و نقل ایمن مواد پرتوزا مطابق مقررات واحد قانونی انجام می‌شود تا پرتوگیری مردم بر اساس مقررات محدود گردد؛
 - فرایند بهینه سازی برای انجام و کنترل رهاسازی مواد پرتوزا به محیط براساس محدودیت و ضوابط واحد قانونی انجام می‌پذیرد؛
 - در پرتوگیری اورژانس، برنامه مونیتورینگ و یا ارزیابی دز فردی متناسب با شرایط اجرا می‌گردد؛
 - دستورالعمل‌های اورژانس به صورت شفاف، دقیق و واضح تهیه شده‌اند و در صورت نیاز قابل دسترسی هستند.
- در راستای اجرای کلیه موارد یاد شده تامین امکانات مالی و تجهیز نیروی انسانی و تخصصی لازم به‌منظور دستیابی به حفاظت و ایمنی به عهده دارنده مجوز است.

صفحه: ۲۷ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

۲-۱۷ وظایف شخص مسئول

- متخصصین پزشکی هسته‌ای به عنوان شخص مسئول وظایف زیر را برعهده دارند:
- مسئولیت اصلی تضمین کلیه مسائل حفاظت در برابر اشعه و ایمنی در تجویز و استفاده از رادیوداروها در پرتوپزشکی؛
 - استفاده از سطوح راهنما که با پیشرفت فناوری بازرنگری شده، برای پرتوگیری پزشکی در مرکز تحت مسئولیت‌شان؛
 - نظارت کامل بر این موضوع که هیچ بیماری پرتوگیری پزشکی تشخیصی و درمانی نداشته باشد، مگر اینکه پزشک متخصص تجویز کرده باشد؛
 - نظارت بر تجویز رادیونوکلئید به کودکان جهت تشخیص و دقت به این موضوع که این تجویزها تنها در صورت وجود علائم و شواهد کلینیکی قوی انجام می‌پذیرد و مقدار اکتیویته تجویزی بر اساس وزن، سطح بدن، یا معیارهای لازم دیگر کاهش می‌یابد؛
 - جلوگیری از تجویز رادیونوکلئیدها به زنان حامله یا زنانی که احتمال حاملگی دارند یا شیر می‌دهند، مگر اینکه علائم و شواهد کلینیکی قوی وجود داشته باشد.

۳-۱۷ وظایف مسئول فیزیک بهداشت

- مسئول فیزیک بهداشت وظایف زیر را برعهده دارد:
- حفاظت و ایمنی مردم، کارکنان عادی، پرتوکاران و بیماران در برابر پرتوهای ناشی از آزمایش‌های پرتوتشخیصی تحت حوزه فعالیت؛
 - بازبینی، اصلاح و تایید مقررات داخلی در زمینه حفاظت در برابر اشعه شامل برنامه‌های مونیتورینگ فردی و محیطی پرتوها، مرزبندی نواحی کنترل شده و تحت نظارت و روش‌های اجرایی؛
 - پیش‌بینی و انتخاب تجهیزات حفاظتی و مونیتورینگ مورد نیاز؛
 - برنامه‌ریزی جهت حصول اطمینان از رعایت مقررات داخلی، ثبت نتایج مونیتورینگ، تهیه گزارش علت پرتوگیری بیش از آستانه‌های بررسی و اقدامات انجام شده به منظور جلوگیری از تکرار آن؛
 - نظارت بر کلیه فعالیت‌های مرتبط با دستگاه‌های پزشکی؛
 - بررسی و تفسیر نتایج مونیتورینگ فردی و محیطی و صدور دستورالعمل‌های لازم جهت کاهش پرتوگیری کارکنان یا بیماران؛
 - برنامه‌ریزی جهت کنترل کیفی دستگاه‌های پزشکی هسته‌ای و فراهم نمودن تجهیزات مربوطه؛
 - برنامه‌ریزی جهت کاربرد صحیح تجهیزات حفاظتی، تجهیزات مونیتورینگ، دزیمترهای فردی و کالیبراسیون آن‌ها؛
 - برنامه‌ریزی آموزش کارکنان مربوطه در زمینه حفاظت در برابر اشعه و ایمنی دستگاه‌های پزشکی هسته‌ای؛
 - برنامه‌ریزی جهت انجام آزمایش‌ها و معاینات پزشکی پرتوکاران (هر ۶ ماه یکبار) و نظارت بر ثبت نتایج؛
 - برنامه‌ریزی جهت آمادگی کارکنان به منظور مقابله با سوانح پرتوی و هماهنگی و مشارکت در اجرای برنامه‌ها به هنگام بروز سانحه؛
 - پیگیری و اجرای توصیه‌های واحد قانونی؛

صفحه: ۲۸ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

- هماهنگی با شخص مسئول جهت رعایت معیارهای حفاظت در برابر اشعه در آزمایش‌های پزشکی هسته‌ای؛
 - برنامه ریزی جهت انجام کالیبراسیون دستگاه تصویربرداری، دز کالیبراتور و گاماکانتر؛
 - مسئول فیزیک بهداشت ملزم است شرایط کاری پرتوکاران تحت پوشش خود را به گونه‌ای تنظیم نماید که تحت هیچ شرایطی پرتوگیری شغلی آن‌ها از حدهای دز تجاوز نکند، حتی اگر بخشی از پرتوگیری آن‌ها در اثر اشتغال در سایر مراکز کار با اشعه رخ داده باشد.
- تبصره:** مسئول فیزیک بهداشت باید تمام مسئولیت‌ها و وظایف خود را تحت نظارت شخص مسئول (مسئول فنی) انجام دهد.

۴-۱۷ وظایف پرتوکاران

پرتوکاران وظایف زیر را برعهده دارند:

- رعایت مقررات، اطلاعیه‌ها، توصیه‌های مسئولین در رابطه با اجرای معیارهای حفاظت و ایمنی؛
- استفاده به موقع و صحیح از تجهیزات مونیتورینگ فردی و محیطی طبق دستورالعمل‌های مربوطه؛
- همکاری با مسئولین جهت انجام آزمایش‌های دوره‌ای پزشکی ایشان؛
- اعلام هرگونه اطلاعات مؤثر در بهبود وضعیت حفاظت و ایمنی به مسئولین؛
- خودداری از انجام اعمال خودسرانه که باعث افزایش پرتوگیری یا افزایش احتمال پرتوگیری ایشان یا دیگران شود؛
- اعلام موارد مغایر با ضوابط حفاظتی در رابطه با شرایط محل کار، روش کار و یا وضعیت افراد به شخص مسئول؛
- اعلام بارداری بلافاصله پس از مطلع شدن از آن، به شخص مسئول جهت بررسی و در صورت لزوم جهت تغییر شرایط محل کار، در مورد پرتوکاران زن؛
- نگهداری و استفاده صحیح از دزیتر فردی و در صورت بروز هر گونه نقص و عملکرد غیر صحیح و یا نزدیک بودن تاریخ انقضاء دوره کالیبراسیون دزیتر، اعلام مراتب به مسئول فیزیک بهداشت جهت اقدام برای تعویض، تعمیر و یا کالیبراسیون آن.

۱۸- کنترل رفت و آمد ملاقات کنندگان

رفت و آمد ملاقات کنندگان در مراکز پزشکی هسته‌ای باید با به کارگیری موارد زیر کنترل گردد:

- در صورت ورود بازدید کنندگان به ناحیه کنترل شده، فردی آگاه به مقررات حفاظت و ایمنی ایشان را همراهی نمایند؛
- اطلاعات و دستورالعمل‌های لازم قبل از ورود به ناحیه کنترل شده به بازدید کنندگان ارائه گردد، به طوری که اطمینان حاصل شود که حفاظت لازم جهت بازدید کنندگان تأمین شده است؛
- بازدید کنندگان در ناحیه تحت نظارت، تحت کنترل‌های لازم قرار گیرند و علائم هشدار دهنده در محل‌های مناسب نصب گردد؛
- در مناطق قابل دسترسی به منظور محدود کردن پرتوگیری مردم از آلودگی، اقدامات لازم انجام پذیرد و مقررات ویژه‌ای در خصوص پوشش ایمنی برای فعالیت پرتوی یا منبعی که می‌تواند سبب پخش آلودگی به مناطق قابل دسترسی مردم شود، تهیه گردد.

صفحه: ۲۹ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

۱۹- پسمان‌های پرتوزا

- ۱-۱۹ پرتوزایی و حجم پسمان حاصل از فعالیت‌های هر مرکز باید در حداقل ممکن باشد و جمع‌آوری، جابه‌جایی، آمایش، آماده‌سازی، حمل و نقل، انبار و دورریزی آن‌ها براساس مقررات این مدرک و استانداردهای بین‌المللی انجام پذیرد. **جداسازی و آمایش پسمان‌ها در صورت امکان با در نظر گرفتن شرایط دورریزی، بر اساس نوع هسته پرتوزا، نیمه عمر، غلظت، حجم و خواص فیزیکی و شیمیایی انجام پذیرد.** دفع پسمان‌های پرتوزا به سیستم تصفیه عمومی و سیستم فاضلاب در کمتر از حدود مجاز و مورد تأیید واحد قانونی باشد.
- ۲-۱۹ اغلب پسمان‌های پرتوزا که ناشی از فعالیت‌های پزشکی هسته‌ای هستند نیمه عمر کوتاه دارند و می‌توان آنها را پس از گذشت ۱۰ نیمه عمر با **برداشتن علامت خطر اشعه به عنوان مواد غیرپرتوزا و به شکل زباله معمولی دورریزی کرد.**
- ۳-۱۹ از آنجایی که نگهداری پسمان به مدت لازم (حداقل ۱۰ نیمه عمر) جهت به حداقل رسیدن پرتوزایی آن به منظور دورریزی ضروری است، مراکز پزشکی هسته‌ای باید اتاقي را به عنوان **انبار موقت پسمان** تهیه نمایند. این اتاق باید **مجهز به قفل، علامت خطر اشعه و تهویه مناسب باشد.**
- ۴-۱۹ **سوابق پسمان باید به گونه‌ای ثبت و نگهداری گردد که منشاء تولید پسمان مشخص باشد.**
- ۵-۱۹ پسمان‌ها براساس زمان واپاشی مورد انتظار (پرتوزایی اولیه و نیمه عمر فیزیکی)، شکل فیزیکی و شکل ظاهری‌شان دسته‌بندی می‌گردند. مثال‌هایی از اشکال فیزیکی پسمان عبارتند از پسمان بیولوژیکی با قابلیت متلاشی شدن، پسمان عفونی که قبل از دفع باید استریلیزه گردد، ظروف شیشه‌ای و سرنگ‌های شکسته و غیره، لباس‌ها و ملحفه اتاق بستری بیماران (موارد درمانی) و محلول‌های سنتیلاسیون مایع می‌باشد که باید در ظروف جداگانه مخصوص و برحسب نوع پسمان جمع‌آوری شوند. بسته‌هایی که پسمان‌ها داخل آن‌ها قرار می‌گیرند باید متناسب با دسته‌بندی مطرح شده در محل تولید پسمان باشند و از حجم و حفاظ مناسب برخوردار باشند.
- ۶-۱۹ پسمان ید ۱۳۱ که در موارد درمانی به‌وجود می‌آید به دلیل نیمه عمر و پرتوزایی نسبتاً بالا، دقت و احتیاط ویژه‌ای نیاز دارد. برای پسمان کردن آن لازم است با نگهداری، پرتوزایی آن را کاهش داد، تا کمترین آسیب به محیط وارد شود.
- ۷-۱۹ در اغلب مطالعات تشخیصی از تکنسیم $99m$ استفاده می‌شود که دارای نیمه عمر ۶ ساعت است، به دنبال ذخیره‌سازی بمدت ۲/۵ روز (۱۰ نیمه عمر، یعنی واپاشی با فاکتور بیش از ۱۰۰۰) اکثر این پسمان‌ها را می‌توان به شکل زباله‌های معمولی دفع نمود. **ژنراتور تکنسیم حاوی مولیبدن $99m$ با نیمه عمر ۲/۷۵ روز است، که برحسب اکتیویته اولیه، آن‌ها را می‌توان حداقل پس از گذشت ۱ ماه و حداکثر پس از گذشت ۲ ماه به شکل زباله معمولی دفع نمود و لازم است قبل از دورریزی تمام پسمان‌های جامد، برچسب مشخصات و علامت خطر اشعه از روی مواد مذکور برداشته شده باشد.**
- ۸-۱۹ به منظور دورریزی پسمان‌ها رعایت موارد زیر توصیه می‌گردد:
- الف- برای ژنراتورهای تکنسیم دو گزینه وجود دارد:**
- ارجاع به فروشنده بلافاصله پس از استفاده و ۲) نگهداری تا گذشت حداقل ۱۰ نیمه عمر و بعد از آن شستشو و آمایش ستون پس از مدت ۱/۵ تا ۲ ماه پس از آنکه اکتیویته و آهنگ دز به حدی کاهش یابد که بتوان ستون را برداشت، ژنراتور را باز کرد و آن را به عنوان مواد غیرپرتوزا در نظر گرفت. در این صورت کلیه برچسب‌ها نیز باید برداشته شوند.

صفحه: ۳۰ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

ب - سرنگ‌ها و سوزن‌های استفاده شده:

این مواد را می‌توان در محفظه‌های حفاظ دار (مانند سطل سربی) در اتاق آماده‌سازی و تزریق رادیوداروها جمع‌آوری نمود، و ظروف بعد از پر شدن به اتاق مخصوص پسمان‌ها انتقال داده شوند و پس از گذشت ۱۰ نیمه عمر در صورتی که آهنگ دز معادل در حد زمینه محیطی بود به شکل زباله معمولی دورریزی شوند.

ج - ویال‌های حاوی مواد باقی مانده از تکنسیم، گالیوم، ایندیم و تالیم:

به همان روش مورد استفاده برای سرنگ‌ها پسمان می‌گردند و لذا باید از محفظه‌های جداگانه استفاده گردد. دستکش‌ها و روکش‌های کاغذی:

این مواد باید در پاکت‌های پلاستیکی در اتاق آماده‌سازی و تزریق رادیودارو، جمع‌آوری شوند و پس از پر شدن پاکت پلاستیکی در انبار پسمان نگهداری شوند و پس از گذشت ۱۰ نیمه عمر، مانند سایر مواد دفع شوند.

چشمه‌های بسته جهت کالیبراسیون دستگاه‌های اندازه‌گیری پرتو، کنترل کیفی دوربین گاما و کانترها: مسئول فیزیک بهداشت باید نحوه دفع پسمان را طبق مقررات واحد قانونی مشخص و پس از زمان واپاشی نسبت به آن اقدام نماید.

و - کربن ۱۴ و تریتیوم با اکتیویته کم در محلول‌های آلی:

اکتیویته این مواد بسیار پایین است و می‌توان آن‌ها را به عنوان مواد غیرپرتوزا در نظر گرفت. با این وجود چون سمی هستند باید آن‌ها را به مراکز مجاز، مانند مراکز زباله سوز، تحویل داد.

ز - مدفوع و ادرار بیماران محتوی ید ۱۳۱:

برای بیماران تشخیصی نیاز مبرم به جداسازی نیست و بیماران می‌توانند از توالیت عمومی استفاده کنند. ولی برای بیماران درمانی توصیه اکید می‌گردد توالیت مجزا در نظر گرفته شود و بهتر است مسیر فضلاب نیز مجزا باشد، و یا می‌توان از روش رقیق‌سازی و نگهداری استفاده نمود.

۲۰- ارزیابی ایمنی

در تمام مراحل طراحی و بهره‌برداری مرکز پزشکی هسته‌ای، باید ارزیابی ایمنی توسط دارنده پروانه انجام گیرد و در صورت لزوم به واحد قانونی گزارش گردد. ارزیابی ایمنی بر حسب مورد شامل بازبینی سیستماتیک از حوادث ممکن می‌باشد که منجر به پرتوگیری می‌گردند. ارزیابی ایمنی به طور کلی شامل بررسی عوامل بروز سانحه، چگونگی جلوگیری از آن و کاهش اثرات مخرب آن در صورت وقوع می‌باشد.

روش صحیح ارزیابی، تهیه مجموعه اطلاعات از سوانحی است که تا کنون رخ داده است، اما این ارزیابی‌ها نباید به این دسته محدود شوند و باید شامل پیش‌بینی حوادثی که قبلاً رخ نداده یا قبلاً گزارش نشده نیز باشد. ارزیابی ایمنی باید ثبت شود و در صورت لزوم به‌طور جداگانه در یک برنامه تضمین کیفیت مرور شود.

ارزیابی‌های اضافی در صورت لزوم در موارد زیر باید انجام پذیرد:

- انجام تغییرات در طراحی ساختمانی، تجهیزات و روش‌های کاری،
- تجربه‌های کاری یا اطلاعات مربوط به سوانح یا اشتباهات نشان دهند که ارزیابی انجام شده نیاز به بازنگری دارد،
- هر تغییر مهم نسبت به دستورالعمل یا استانداردهای مربوطه.

صفحه: ۳۱ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

۲۱- جلوگیری از سوانح و کاهش اثرات آن

۱-۲۱ در مراکز پزشکی هسته‌ای برای جلوگیری از سوانح و کاهش اثرات آن لازم است:

- برای مقابله با وقایع محتمل و ارزیابی قابل اطمینان بودن سیستم‌های ایمنی اقدامات دفاع در عمق شامل روش‌های اجرایی، طراحی ساختمان و دستگاه‌ها انجام شود؛
- تجارب و درس‌های برگرفته از سوانح و اشتباهات، در برنامه آموزش و تضمین کیفیت لحاظ گردند و دستورالعمل مقابله با سوانح بر این اساس تهیه شود؛
- از تمام وقایع قابل توجه که منجر به پرتوگیری‌های غیرعادی شده است گزارشی فوری تهیه و به واحد قانونی ارسال شود، و اقدامات مناسبی جهت محدود کردن سانحه یا حادثه انجام گیرد.

۲-۲۱ تعدادی از عوامل بروز سوانح در پزشکی هسته‌ای عبارتند از:

- اشکال در سیستم ارتباطی، انتقال ناقص اطلاعات، عدم درک نسخه‌های تجویزی و پروتکل‌ها، یا استفاده از پروتکل‌های منسوخ؛
- اشتباه در تشخیص هویت بیمار؛
- استفاده از چشمه‌ها، رادیوداروها و اکتیویته‌های نادرست؛
- اشتباه در کالیبراسیون؛
- اشتباه در نگهداری دستگاه؛
- مفقود شدن چشمه‌ها.

۳-۲۱ عوامل زیر باعث تکرار و شدت سانحه و حادثه می‌شوند:

- ناکافی بودن آموزش و مهارت متخصص پزشکی هسته‌ای، فیزیسیست و تکنولوژیست‌های پزشکی هسته‌ای؛
- عدم ارزیابی مجدد توانایی نیروی انسانی به ویژه بعد از خرید تجهیزات جدید، به کارگیری تکنولوژیست‌های کم تجربه یا افزایش بارکاری؛
- کافی نبودن برنامه تضمین کیفیت و نبود دفاع در عمق؛
- نداشتن برنامه برای انجام آزمون‌های پذیرش؛
- نبود برنامه نگهداری دستگاه؛
- ضعف، عدم درک، یا سرپیچی از روش‌های کاری؛
- کمبود مدارک اجرایی به زبانی که برای کاربر قابل فهم باشد؛
- عدم درک نمایش‌گرها یا پیام‌های نرم افزاری؛
- کاربرد نامتناسب کمیت‌ها و یکاهای مختلف.

۴-۲۱ در اغلب سوانح مجموعه‌ای از چندین عامل تاثیرگذار است که به شکل زیر خلاصه می‌شود:

- عدم تعهد و مسئولیت دارنده مجوز (مسئولان بیمارستان و مدیران بخش‌ها)؛
- کمبود کارکنان و آموزش ناکافی آن‌ها؛
- نداشتن، کافی نبودن یا عدم اجرای برنامه تضمین کیفیت.

صفحه: ۳۲ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

۲۲- برنامه‌های اورژانس

۱-۲۲ در مراکز پزشکی هسته‌ای باید بر اساس حوادث مشخص شده در ارزیابی‌های ایمنی، دستورالعمل‌های اورژانس تهیه گردد. دستورالعمل‌ها باید شفاف، دقیق و واضح و هر زمان که به آن‌ها احتیاج است قابل دسترس باشند. برنامه اورژانس باید حداقل شامل موارد زیر باشد:

- اتفاقات و سوانح محتمل و روش مقابله با آن‌ها؛
- معرفی اشخاص مسئول برای مقابله و جزئیات امکان ارتباط با آن‌ها؛
- مسئولیت‌های هر یک از پرسنل در صورت بروز سانحه (متخصصین پزشکی هسته‌ای، فیزیسیست‌های پزشکی، تکنولوژیست‌های پزشکی هسته‌ای و غیره)؛
- وسائل و ابزار لازم برای انجام دستورالعمل‌های اورژانس؛
- آموزش و تمرین دوره‌ای؛
- سیستم ثبت و گزارش؛
- اقدامات فوری برای جلوگیری از پرتوگیری غیرضروری بیمار، کارکنان و مردم؛
- اقدامات لازم برای جلوگیری از دسترسی اشخاص به محل آلوده؛
- اقدامات لازم برای جلوگیری از گسترش آلودگی.

۲-۲۲ در مراکز پزشکی هسته‌ای باید تجهیزات اورژانس مناسب تهیه و در دسترس پرتوکاران قرار گیرد. این تجهیزات شامل موارد زیر هستند:

- لباس حفاظتی مثل روکفشی و دستکش‌ها؛
- مواد مورد استفاده در رفع آلودگی شامل مواد خشک کننده و جاذب رطوبت؛
- مواد مورد استفاده در رفع آلودگی برای افراد؛
- علائم هشداردهنده؛
- دزیمترهای محیطی قابل حمل؛
- کیسه‌های پسمان، نوار، برچسب و...؛
- دستورالعمل اورژانس.

۲۳- انواع موارد اورژانس

۱-۲۳ گم شدن چشمه

گم شدن چشمه از جمله حوادث خطرناک می‌باشد. به منظور مشخص کردن نوع و میزان اکتیویته، اطلاعات آخرین محلی که چشمه در آن بوده است و آخرین شخصی که این چشمه‌ها را در اختیار داشته همواره باید به‌روز باشد. به غیر از اکتیویته، برای چشمه‌هایی که سفارش داده شده، ولی در موعد مقرر به مرکز نرسیده است و کلیه چشمه‌های ورودی به مرکز باید حسابرسی انجام پذیرد و ثبت آن در زمان تحویل باید بخشی از روش کاری مرکز باشد. کارهایی که در زمان گم شدن چشمه باید انجام شوند عبارتند از:

- کمک گرفتن از مسئول فیزیک بهداشت؛
- جستجوی محلی؛
- بررسی و حصول اطمینان از مسایل امنیتی و کنترل و مراقبت از سایر چشمه‌ها؛
- بررسی تمام احتمالات در بخش و بیمارستان؛

صفحه: ۳۳ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

- اطلاع به شرکت فروشنده جهت ردیابی مسیر چشمه و جستجوی آن در مکان‌های احتمالی؛
- انجام بررسی‌های لازم جهت جلوگیری از پرتوگیری‌های احتمالی و اقدامات پیشگیرانه لازم در صورت پیدا شدن چشمه؛
- گزارش مفقود شدن چشمه به واحد قانونی در صورت عدم دستیابی به چشمه.

۲-۲۳

ریختن مقدار کمی از مواد پرتوزا

- انجام موارد زیر پس از ریختن مواد پرتوزا با میزان پرتوایی کم ضرورت دارد:
- پوشیدن لباس محافظ و دستکش یکبار مصرف؛
- قرار دادن کاغذ جاذب رطوبت برای جلوگیری از انتشار آلودگی؛
- برداشتن کاغذ جاذب آلوده؛
- خشک کردن منطقه آلوده با حوله از طرف لبه‌های محل آلوده به طرف مرکز آن؛
- خشک کردن محل و بررسی آلودگی آن؛
- ادامه دادن فرآیند پاک کردن تا حصول اطمینان از رفع کامل آلودگی؛
- استفاده از نایلون پلاستیکی برای جمع آوری وسایل آلوده همچنین کیسه کاغذهای خشک‌کن.

۳-۲۳

ریختن مقدار زیاد مواد پرتوزا

- بعد از ریختن مواد پرتوزا در حد زیاد باید موارد زیر انجام پذیرد:
- مسئول فیزیک بهداشت به سرعت مطلع شود و بر رفع آلودگی نظارت داشته باشد؛
- از کاغذهای جاذب رطوبت برای جلوگیری از گسترش آلودگی استفاده شود؛
- تمام افرادی که در گیر آلودگی نیستند به سرعت منطقه را ترک کنند؛
- تمام افرادی که در حادثه آلودگی درگیر بوده‌اند، قبل از خروج از اتاق و محل آلوده مونیتور گردند؛
- اگر لباس‌ها آلوده شده باشند باید خارج شوند و درون یک کیسه پلاستیکی با برچسب خطر اشعه قرار داده شوند تا نسبت به رفع آلودگی و یا دورریزی آن‌ها اقدام شود؛
- اگر آلودگی سطح پوست اتفاق افتاده باشد باید به سرعت شستشو انجام شود؛
- اگر چشم آلوده شده باشد باید با آب فراوان شستشو شود.

۴-۲۳

فوریت‌های پزشکی بیماران

این موضوع به ویژه برای بیمارانی که با اکتیویته بالا درمان شده‌اند، دارای اهمیت است. پرسنل پزشکی باید در موارد اورژانس (مثلاً در مواردی که بیمار دچار سکنه مغزی شده است) درحالی که مراقب جلوگیری از پخش آلودگی هستند احتیاط‌های لازم جهت کاهش پرتوگیری را به عمل آورند. کارکنان باید از تماس مستقیم با دهان بیمار اجتناب و در موارد اورژانس باید از دستکش‌های نفوذناپذیر استفاده نمایند. پرسنل پزشکی باید آموزش‌های لازم جهت کار با این گونه بیماران را ببینند و مرتب تمرین‌های لازم را در این خصوص به عمل آورند.

۵-۲۳

نیاز به مراقبت فوری بیماران، شامل جراحی

- اقدامات حفاظتی نباید از انجام عمل‌های جراحی که بیمار نیاز دارد جلوگیری نماید، لذا اقدامات زیر باید انجام گیرد:
- اطلاع رسانی صحیح به پرسنل اتاق عمل؛
- اصلاح روش کار تحت نظارت مسئول فیزیک بهداشت برای کاهش پرتوگیری و انتشار آلودگی؛

صفحه: ۳۴ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

- استفاده از وسایل حفاظتی به‌طور موثر به‌نحوی که در سرعت کار تأثیرگذار نباشد؛
- گردش و تقسیم کار در مورد جراحی‌های طولانی مدت؛
- مونیتور کردن تمام افرادی که در عمل دخالت داشته‌اند توسط مسئول فیزیک بهداشت؛
- بر آورد دز پرسنل اتاق عمل.

۶-۲۳ آتش سوزی

در موقع آتش سوزی جهت اطفاء حریق بیمارستان باید بیماراران، ملاقات‌کنندگان و پرسنل بیمارستان از ساختمان خارج شوند و هنگام حاضر شدن مأمورین آتش‌نشانی در صحنه، آن‌ها را از وجود مواد پرتوزا مطلع نمایند. هیچکس تا قبل از کنترل آلودگی مجاز به ورود به داخل ساختمان نمی‌باشد. پس از اطفاء حریق، باید مونیتورینگ محل‌های حائز اهمیت توسط مسئول فیزیک بهداشت انجام شود و در صورت لزوم جهت رفع آلودگی‌های احتمالی اقدامات لازم به‌عمل آید.

صفحه: ۳۵ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

۲۴- مستندات مرتبط

۱. استانداردهای پایه حفاظت در برابر پرتوهای یونساز و ایمنی منابع پرتو، چاپ ۱۳۸۴.
۲. ضوابط در یافت مجوز کار با اشعه در مراکز پزشکی هسته‌ای.
۳. راهنمای ارزیابی نیاز به مونیتورینگ فردی پرتوگیری داخلی در مراکز کار با چشمه‌های باز.
4. Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996).
5. Safety Report Series No.40,IAEA,Vienna (2005)
6. WORLD HEALTH ORGANIZATION, Quality Assurance in Nuclear Medicine, WHO, Geneva (1982)
7. Quality Control of Nuclear Medicine Instruments, IAEA TEC DOC- 602, , Vienna (1991)
8. IAEA Quality Control atlas for Scintillation Camera systems, , IAEA, Vienna (2003)

۲۵- سوابق

مورد ندارد.

صفحه: ۳۶ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

۲۶- تاریخچه

تاریخ اجرا	شرح تغییرات (صفحه/پاراگراف/تغییر)	تغییر از ویرایش... به ویرایش...	ردیف

صفحه: ۳۷ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

پیوست ۱

برنامه تضمین کیفیت برای آزمایش‌های به طریق INVIVO

تنها یک برنامه تضمین کیفیت منسجم پزشکی هسته‌ای می‌تواند با توجه به مشخصه‌های پزشکی، فیزیکی و ایمنی پرتو، موجب دستیابی به کیفیت تصویر مطلوب و با حداقل دز به بیمار گردد. **برنامه تضمین کیفیت تضمین کننده آزمایش پزشکی خوب و حفاظت کارکنان، بیماران و مردم در برابر اشعه می‌باشد.** تجربه نشان داده است که تعداد پرتوگیری‌های ناشی از سانحه در انجام آزمایش‌ها به طریق "INVIVO" مستقیماً به عدم وجود و ناکافی بودن یک برنامه تضمین کیفیت در بخش پزشکی هسته‌ای بستگی دارد. یک کمیته تضمین کیفیت باید مسئولیت بازنگری سیستماتیک و ممیزی کامل برنامه تضمین کیفیت را به عهده گیرد.

در بیمارستان‌هایی که بخش‌های مختلف کار با پرتو، مثل رادیولوژی، رادیوتراپی و پزشکی هسته‌ای دارند، نمایندگانی از این بخش‌ها باید در یک کمیته تضمین کیفیت واحد دور هم جمع شوند. درمورد مراکز کوچک مثل یک کلینیک پزشکی هسته‌ای سرپایی، کمیته حفاظت در برابر اشعه و کمیته تضمین کیفیت می‌توانند در هم ادغام گردند.

کلیات برنامه تضمین کیفیت

مواردی که باید در برنامه تضمین کیفیت به آنها توجه خاص به عمل آید در جدول ۳ آمده است. تجزیه و تحلیل نتایج کلی آزمایش‌های پزشکی هسته‌ای باید دربرگیرنده دز کارکنان و بیماران، رضایتمندی بیماران و پزشک ارجاع‌دهنده، شاخص‌های اجرایی کار، نتایج ممیزی و سوابق کلینیکی باشد.

جدول ۱- برنامه تضمین کیفیت

مورد	عوامل موثر در کیفیت کار
درخواست	ثبت سابقه بیمار - انتخاب مناسب آزمایش - مغایرت‌ها - تجربه و شایستگی متخصص معالج
برنامه زمان بندی	کارهای معمول اداری - حجم کاری بخش
مراقبت از بیمار	هویت بیمار - آماده سازی بیمار - دستورات و اطلاعات تهیه شده برای بیمار - زمان انتظار
تشخیص / درمان بیمار	تهیه مطمئن رادیوداروها - کیفیت رادیوداروها - ذخیره سازی رادیودارو - آماده سازی رادیودارو تجویز رادیوداروها - کارکرد و نگهداری دستگاه - پروتکل کسب اطلاعات - بهینه سازی روش آزمایش / درمان - دزیمتری کلینیکی - کتابچه‌های دستورالعمل کاری - آموزش و تجربه کارکنان
گزارش	کارکرد دستگاه - پروتکل‌های اجرائی روش‌های آماده سازی - تهیه تفاهم نامه‌ها - آموزش و تجربه کاربران - تجارب متخصصین پزشکی هسته‌ای
حفاظت در برابر اشعه	طراحی مرکز - دریافت و نگهداری ایمن چشمه‌های باز - کار ایمن با چشمه‌های باز - مدیریت پسمان پرتوزا - تجهیزات ایمنی - مونیتورینگ فردی - معاینات پزشکی - مونیتورینگ محل کار - دستورالعمل‌های اورژانس - قوانین داخلی - آموزش و تجربه کارکنان

صفحه: ۳۸ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

کنترل کیفی رادیوداروها

رادیوداروها جهت اطمینان و استفاده ایمن و موثر باید با استانداردهای پرتوی و دارویی معتبر مطابقت داشته باشند. عملکرد *invivo* رادیودارو بستگی به کیفیت آن دارد، لذا نیاز به مطابقت با یک استاندارد بالا، خلوص رادیوشیمیایی و شیمیایی دارد. در مورد مواد معلق، اندازه ذرات و همگونی آن‌ها حائز اهمیت است. در مورد تزریق‌ها باید استانداردهای لازم از حیث استریل بودن، بیماری‌زایی و غیره وجود داشته باشد.

خلوص رادیونوکلئیدی

خلوص رادیونوکلئیدی درصد پرتوزایی رادیونوکلئید مورد نیاز به کل پرتوزایی چشمه تعریف می‌گردد. استانداردهای خلوص رادیونوکلئیدی در کتاب راهنمای دارویی اروپا، راهنمای دارویی بریتانیا و راهنمای دارویی ایالات متحده ذکر شده است. اهمیت آگاهی از خلوص پرتوزایی در یک رادیودارو عمدتاً به منظور اجتناب از پرتودهی غیرضروری به بیمار، اجتناب از کاهش کیفیت تصویر، و محدود ساختن خطا در اندازه‌گیری‌های *INVIVO* است. باید توجه داشت که خلوص پرتوزایی اندازه‌گیری شده ثابت نیست و بستگی به نیمه‌عمر رادیونوکلئید مورد استفاده دارد. آلودگی به رادیونوکلئیدهای با نیمه عمر طولانی زیان بیشتری دارد، چون دائماً باعث کاهش خلوص می‌شود و می‌تواند روی پرتوگیری بیمار اثر مهمی داشته باشند. این رادیونوکلئیدها همچنین می‌توانند روی آشکارسازی و فرآیند پردازش تصویر تاثیر بگذارند. بنابراین کنترل شدید مقادیر ناخالصی رادیونوکلئیدها در رادیوداروها بسیار حائز اهمیت است.

این وظیفه کارخانه سازنده است که به‌طور کامل محصولات خود را آزمایش کند و به‌خصوص در مرحله آماده‌سازی رادیونوکلئیدهای با نیمه عمر کوتاه، ناخالصی‌های با نیمه عمر طولانی را پس از گذشت زمان مناسب مشخص نماید. در صورت استفاده از ژنراتورهای مادر-دختر، باید هر دوشیدن از نظر زمینه وجود مادر در محلول دوشیده شده زیر حد اختصاص یافته در راهنمای دارویی در زمان تجویز به بیمار باشد. وقتی نیمه عمر فیزیکی ناخالصی رادیونوکلئید مشخص باشد و خلوص پرتوزایی رادیودارو در زمان داده شده اندازه‌گیری شده باشد، خلوص پرتوزایی در زمان بعد یعنی زمان تجویز به بیماران را می‌توان محاسبه کرد.

خلوص رادیوشیمیایی

خلوص رادیوشیمیایی عبارت از درصد حضور رادیونوکلئید در شکل شیمیایی مورد نظر است. ناخالصی‌های رادیوشیمیایی پس از جداسازی اجزاء شیمیایی رادیواکتیو، آشکارسازی و اندازه‌گیری می‌شوند. معمول‌ترین تکنیک جداسازی کروماتوگرافی است. در یک بخش پزشکی هسته‌ای بسیاری از روش‌های معمول یا از طریق استفاده از رادیوداروی تجویزی آماده از کارخانه سازنده و یا با آماده‌سازی رادیودارو از طریق بازسازی از کیت‌هایی با مواد غیرپرتوزا ساخته شده، با افزودن یک رادیونوکلئید (پرتکتات سدیم ^{99m}Tc ، ایندیوم ^{111}In) انجام می‌گیرد. ساخت رادیوداروی آماده تزریق و کیت‌های غیرپرتوزا باید کنترل کیفی شوند. بنابراین لازم نیست آنالیز شیمیایی رادیودارو درست قبل از تزریق به بیمار انجام گیرد. نبود تضمین کیفی رادیوشیمیایی لازم موجب تشخیص ضعیف بافت به وسیله رادیودارو و در نتیجه کاهش کیفی تصویر و پرتوگیری ارگان‌های غیرهدف می‌گردد.

خلوص شیمیایی

خلوص شیمیایی عبارت از نسبتی از فرم خاص شیمیایی دارو، صرف‌نظر از وجود پرتوزایی، می‌باشد. خلوص شیمیایی را می‌توان با روش‌های عادی آنالیز شیمیایی تعیین نمود. به‌طور کلی ناخالصی شیمیایی در آماده‌سازی رادیوداروها تنها در صورتی که سمی باشد، یا موجب تغییر مراحل فیزیولوژیکی بافت مورد مطالعه گردد، ایراد دارد.

pH

pH رادیوداروهای تزریقی و محلول‌ها باید در محدوده‌ای معین و مشخص باشد.

صفحه: ۳۹ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

اکتیویته ویژه

اکتیویته ویژه به عنوان اکتیویته در واحد جرم (مثلاً MBq/mg) یک رادیونوکلئید خاص با در نظر گرفتن فرم باند شده یا باند نشده آن تعریف می‌گردد. اکتیویته ویژه بر حسب میلی‌کوری بر میلی‌مول یا میلی‌کوری بر میلی‌گرم نیز بیان می‌گردد.

جنبه‌های دارویی

کلیه مراحل اجرایی فراهم‌سازی رادیوداروها باید از جنبه استریل بودن مطابق با آزمون‌های دارویی تضمین گردند. مسئولیت اجرای فرآیند به عهده کارخانه سازنده است که باید روش‌های معتبر شامل کالیبراسیون دقیق و دوره‌ای دستگاه‌های استریل و استفاده از معرف‌های بیولوژیکی و شیمیایی موثر در پروسه استریل کردن را انجام دهد.

به علت نیمه عمر کوتاه رادیوداروها از جمله تمام مواد تهیه شده با ^{99m}Tc ، انجام این آزمون امکان پذیر نیست، بنابراین باید روی مراحل کنترل کیفی و دستورالعمل‌های کاری تکیه نمود، لذا تمام دستورالعمل‌های اجرایی باید ثبت شوند و به‌طور جدی بر اجرای آن‌ها نظارت شود. سوابق باید طبق مقررات برنامه تضمین کیفیت به‌طور دقیق ثبت گردد. باید مونیتورینگ محیط تولید به‌طور منظم و دوره‌ای به‌منظور بررسی آلودگی‌های میکروبیولوژیکی، ذره‌ای و رادیواکتیو انجام شود. تمام دستگاه‌های به‌کار رفته در مراحل استفاده از رادیودارو باید به‌طور مرتب طبق برنامه نگهداری بررسی و در بازه‌های زمانی معین کالیبره شوند.

تمام رادیوداروهای آماده شده باید با برچسب درست بسته بندی گردند، برچسب باید نشانگر موارد زیر باشد:

- رادیونوکلئید و فرم شیمیایی دارو؛
 - مجموع اکتیویته موجود؛
 - زمان اندازه‌گیری شده اکتیویته اولیه؛
 - نتایج آنالیز ناخالصی رادیوشیمیایی؛
 - نام و محل کارخانه سازنده؛
 - تاریخ انقضاء؛
 - شماره و دیگر اطلاعاتی که به‌وسیله آن تاریخ تولید را بتوان پیدا کرد، مثلاً عدد bach؛
 - در مورد محلول‌ها، حجم کل محلول؛
 - هر پارامتر لازم دیگر مثل وجود یا عدم وجود عامل ضد میکروبی مواد یا نگهدارنده.
- مستندسازی رادیودارویی باید دربرگیرنده جنبه‌های دارویی، فیزیکی و ایمنی باشد. این سند باید شامل سوابق مواد اولیه و آزمون‌های پذیرش، ماده اولیه رادیودارو، پروسه آماده‌سازی، پخش محصول و دفع پسمان‌های پرتوزا باشد. این سوابق همچنین برای مونیتورینگ ذرات محیط، مونیتورینگ پرتو، انجام کار ایستگاهی، کالیبراسیون مونیتورهای پرتو و دز کارکنان مورد نیاز است.

کنترل کیفی تجهیزات

دارنده پروانه باید تمهیداتی بیندیشد که از صحت عملکرد دستگاه‌های موثر در پرتوگیری بیماران و کارکنان اطمینان حاصل نماید.

شاید مهمترین گام برای حفظ کیفیت، انجام آزمون‌های پذیرش ترجیحاً قبل از پرداخت کامل هزینه دستگاه باشد. تنها این کار موجب اطمینان از عملکرد دستگاه مطابق با ویژگی‌های مورد نظر اولیه می‌گردد. ضمناً نتایج آزمایش‌ها را که طبق روال ثبت می‌شود، می‌توان به عنوان مرجعی برای مقایسه کارایی دستگاه مورد استفاده قرار داد. آزمون‌ها باید براساس یکی از استانداردهای بین‌المللی و مورد تأیید واحد قانونی و توسط افراد واجد صلاحیت انجام پذیرد.

صفحه: ۴۰ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

پیوست ۲

قطع شیردهی

توصیه‌های قطع شیردهی مادران به‌دنبال تجویز کلاس‌های مختلف رادیودارو در جداول ۲ الی ۴ آمده است.

جدول ۲ - توصیه‌هایی جهت قطع شیردهی برای رادیوداروهای کلاس A

توصیه	نیاز به مشورت	مقدار دز تجویزی (mCi) MBq	رادیودارو
قطع کامل	دارد	۱۸۵ (۵)	Ga-67 citrate
	ندارد	۷۴۰ (۲۰)	Tc-99m DTPA ^a
قطع به‌مدت ۱۲ ساعت	دارد	۱۴۸ (۴)	Tc-99m MAA ^b
قطع به‌مدت ۴ ساعت	دارد	۱۸۵ (۵)	Tc-99m pertechnetate
قطع کامل	دارد	۵۵۵۰ (۱۵۰)	I-131 NaI

a) DTPA, diethylen-triamine-penta-acetic acid.

b) MAA, macro-aggregatealbumin

صفحه: ۴۱ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	---	---

جدول ۳ - توصیه‌هایی جهت قطع شیردهی برای رادیوداروهای کلاس B

توصیه	نیاز به مشورت	مقدار دز تجویزی (mCi) MBq	رادیودارو
	ندارد	۱/۸۵ (۰/۰۵)	Cr-51 EDTA
	ندارد	۳۰۰ (۸)	Tc-99m DISIDA
	ندارد	۷۴۰ (۲۰)	Tc-99m glucoheptonate
	ندارد	۳۰۰ (۸)	Tc-99m HAM
	ندارد	۱۱۱۰ (۳۰)	Tc-99m MIBI
	ندارد	۷۴۰ (۲۰)	Tc-99m MDP
	ندارد	۷۴۰ (۲۰)	Tc-99m PYP
قطع بمدت ۱۲ ساعت	دارد	۷۴۰ (۲۰)	Tc-99m RBCs in vivo labelling
	ندارد	۷۴۰ (۲۰)	Tc-99m RBCs in vitro labelling
	ندارد	۴۴۴ (۱۲)	Tc-99m sulphur colloid
	ندارد	۰/۵ (۱۸/۵)	In-111 WBCs
قطع کامل	دارد	۱۴/۸ (۰/۴)	I-123 NaI
	ندارد	۷۴ (۲)	I-123 OIH
قطع به مدت ۴۸ ساعت	دارد	۳۷۰ (۱۰)	I-123 mIBG
	ندارد	۰/۳۷ (۰/۰۱)	I-125 OIH
	ندارد	۱۱/۱ (۰/۳)	I-131 OIH
قطع به مدت ۹۶ ساعت	دارد	۱۱۱ (۳)	Tl-201
	ندارد	۳۷ (۱)	Tc-99m DTPA aerosol

توجه: عبارات اختصاری به کار رفته به شرح زیر می‌باشند:

EDTA, ethylene-diamine-tetra-acetic acid
DISIDA, di-isopropyl-iminodiacetic acid
HAM, human albumin microspher
MIBI, methoxy-isobutyl-isonitric
MDP, methylene diphosphonate
PYP, pyrophosphate
RBCs, red blood cells
WBCs, white blood cells
OIH, ortho-iodo-hyppurate
MIBG, meta-iodo-benzyl-guanidine
DTPA, diethylen-triamine-penta-acetic acid.

صفحه: ۴۲ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	--

جدول ۴ - توصیه‌هایی برای توقف شیردهی برای رادیوداروهای کلاس C

توصیه	نیاز به مشورت	مقدار دز تجویزی (mCi) MBq	رادیودارو
قطع به مدت ۴۸ ساعت	دارد	۱۸۵ (۵)	Tc – 99m WBCs ^a
	ندارد	۳۷۰ (۱۰)	Tc- 99m MAG3 ^b
	ندارد		Xe – 133 gas

a) WBCs, white blood cells

b) MAG3, mercapto-acetyl-triglycine

صفحه: ۴۳ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

پیوست ۳

زمان پیشنهادی برای جلوگیری از بارداری در جدول ۵ آمده است. (حتی در صورتی که اکتیویته تزریقی کمتر از مقدار تعیین شده در ستون سوم است، برای مدت زمان مشخص شده در ستون چهارم باید از بارداری خودداری شود).

جدول ۵ - زمان پیشنهادی جهت جلوگیری از بارداری پس از درمان با رادیونوکلیدها

نوکلیید و شکل شیمیایی	بیماری	حداکثر اکتیویته (MBq)	زمان جلوگیری از بارداری (ماه)
^{198}Au - colloid	Cancer	۱۰۰۰۰	۲
^{131}I - Iodide	Thyrotoxicosis	۸۰۰	۴
^{131}I - Iodide	Thyroid cancer	۵۰۰۰	۴
I-131 MIBG ^a	Phaeochromocytoma	۵۰۰۰	۴
^{32}P - Phosphat	Polycythemia	۲۰۰	۳
^{89}Sr - colloid	Bone metastases	۱۵۰	۲۴
^{90}Y - colloid	Arthritic joints	۴۰۰	۰
^{90}Y - colloid	Cancer	۴۰۰۰	۱
^{169}Er - colloid	Arthritic joints	۴۰۰	۰

a) MIBG, meta-iodo-benzyl-guanidine

صفحه: ۴۴ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

پیوست ۴

سطوح راهنما برای آزمایش‌های تشخیصی

در جدول ۶ استانداردهای پایه ایمنی آمده است. این مقادیر مربوط به اوایل ۱۹۹۰ می‌باشد. از آن زمان تاکنون پزشکی هسته‌ای پیشرفت داشته و آزمایش‌های جدیدی اضافه شده است. بعضی رادیوداروها در این لیست عوض شده‌اند، یا دیگر استفاده نمی‌شوند و بسیاری رادیوداروهای جدید امروزه به کار می‌روند.

جدول ۶- سطوح راهنمای پرتوزائی در آزمایش‌های پزشکی هسته برای یک بیمار عادی

آزمون	فرم شیمیایی ^a	رادیونوکلئید	حداکثر اکتیویته معمول برای هر آزمون ^b (MBq)
<i>Bone</i>			
Bone imaging	Phosphonate and phosphate compounds	^{99m} Tc	600
Bone imaging by single photon emission computerized tomography (SPECT)	Phosphonate and phosphate compounds	^{99m} Tc	800
Bone marrow imaging	Labelled colloid ^c	^{99m} Tc	400
<i>Brain</i>			
Brain imaging (static)	TcO ₄ –	^{99m} Tc	500
	Diethylene-triaminepenta-acetic acid(DTPA) or glucoheptonate	^{99m} Tc	500
Brain imaging (SPECT)	TcO ₄ –	^{99m} Tc	800
	DTPA, gluconate and glucoheptonate	^{99m} Tc	800
Cerebral blood flow	Exametazime	^{99m} Tc	500
	In isotonic sodium chloride solution	¹³³ Xe	400
	Hexamethyl propylene amine oxime (HM-PAO)	^{99m} Tc	500
Cisternography	DTPA	¹¹¹ In	40

صفحه: ۴۵ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

آزمون	فرم شیمیایی ^a	رادیونوکلئید	حداکثر اکتیویته معمول برای هر آزمون (MBq) ^b
<i>Lacrimal</i>			
Lacrimal drainage	TcO ₄ –	^{99m} Tc	4
	Labelled colloid	^{99m} Tc	4
<i>Thyroid</i>			
Thyroid imaging	TcO ₄ –	^{99m} Tc	200
	I–	¹²³ I	20
Thyroid metastases (after ablation)	I–	¹³¹ I	400
Parathyroid imaging	Tl+ chloride ^d	²⁰¹ Tl	80
<i>Lungs</i>			
Lung ventilation imaging	Gas	^{81m} Kr	6000
	DTPA aerosol	^{99m} Tc	80
Lung ventilation study	Gas	¹³³ Xe	400
	Gas	¹²⁷ Xe	200
Lung perfusion imaging	Aqueous solution	^{84m} Kr	6000
	Human albumin (macroaggregates or microspheres)		100
Lung perfusion imaging (with venography)	Human albumin (macroaggregates or microspheres)	^{99m} Tc	160
Lung perfusion studies	Isotonic solution	¹³³ Xe	200
	Isotonic chloride solution	¹²⁷ Xe	200
Lung imaging (SPECT)	Macroaggregated albumin (MAA)	^{99m} Tc	200
<i>Liver and spleen</i>			
Liver and spleen imaging	Labelled colloid	^{99m} Tc	80

صفحه: ۴۶ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

آزمون	فرم شیمیایی ^a	رادیونوکلئید	حداکثر اکتیویته معمول برای هر آزمون (MBq) ^b
Functional biliary system imaging	Iminodiacetates and equivalent agents	^{99m}Tc	150
Spleen imaging	Labelled denaturated red blood cells	^{99m}Tc	100
Liver imaging (SPECT)	Labelled colloid	^{99m}Tc	200
<i>Cardiovascular</i>			
First pass blood flow studies	TcO_4^-	^{99m}Tc	800
	DTPA	^{99m}Tc	800
	Macroaggregated globulin 3	^{99m}Tc	400
Blood pool imaging	Human albumin complex	^{99m}Tc	40
Cardiac and vascular imaging/probe studies	Human albumin complex	^{99m}Tc	800
Myocardial imaging/probe studies	Phosphonate and phosphate compounds	^{99m}Tc	600
Myocardial imaging	Isonitriles	^{99m}Tc	300
	Tl^+ chloride	^{201}Tl	100
Myocardial imaging (SPECT)	phosphate Phosphonate and compounds	^{99m}Tc	800
	Isonitriles	^{99m}Tc	600
<i>Stomach, gastrointestinal tract</i>			
Stomach/salivary gland imaging	TcO_4^-	^{99m}Tc	40
Meckel's diverticulum imaging	TcO_4^-	^{99m}Tc	400
Gastrointestinal bleeding	Labelled colloid	^{99m}Tc	400
	Labelled normal red blood cells	^{99m}Tc	400
Oesophageal transit and reflux	Labelled colloid	^{99m}Tc	40

صفحه: ۴۷ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

آزمون	فرم شیمیایی ^a	رادیونوکلئید	حداکثر اکتیویته معمول برای هر آزمون ^b (MBq)
40	Labelled normal red blood cells		
Gastric emptying	Non-absorbable compounds	^{99m} Tc	12
	Non-absorbable compounds	^{99m} Tc	12
	Non-absorbable compounds	^{99m} Tc	12
<i>Kidney, urinary system and adrenals</i>			
Renal imaging	Dimercaptosuccinic acid (DMSA)	^{99m} Tc	160
Renal imaging/renography	gluconate and glucoheptonate DTPA,	^{99m} Tc	350
	Macroaggregated globulin 3	^{99m} Tc	100
	O – iodohippurate	¹²³ I	20
Adrenal imaging	Selenorcholesterol	⁷⁵ Se	8
<i>Miscellaneous</i>			
Tumour or abscess imaging	Citrate	⁶⁷ Ga	300
	Chloride	²⁰¹ Tl	100
Tumour imaging	DMSA	^{99m} Tc	400
Neuroectodermal tumour imaging	Meta – iodo – benayl guanidine (MIBG)	¹²³ I	400
	MIBG	¹³¹ I	20
Lymph node imaging	Labelled colloid	^{99m} Tc	80
Abscess imaging	Exametazime labelled white cell	^{99m} Tc	400
	Labelled white cells	¹¹¹ In	20
Thrombus imaging	Labelled platelets	¹¹¹ In	20

- (a) – در بعضی کشورها، بعضی ترکیبات را کنار گذاشته‌اند.
- (b) – در بعضی کشورها، مقدار معمول کمتر از آن چیزی است که در جدول ذکر شده‌است.
- (c) – در حال حاضر تصویربرداری مغز استخوان باید به جای استفاده از کلوئیدهای نشاندار با آنتی‌بادی‌های آنتی گرانولوسیت‌ها انجام شود.
- (d) – در حال حاضر اغلب با نشاندارهای پرفیوژن مثل Sestamibi یا tetrofosmine انجام می‌شود.
- (e) – در حال حاضر جایگزین ¹²³I/¹³¹I شده است.
- باید توجه کرد که حداکثر میزان پرتو در هر روش آزمایش بر حسب شرایط کلینیکی بیمار، پرسش کلینیکی و تجهیزات به‌کار رفته می‌تواند متغیر باشد. در مورد کودکان بیمار، مقدار بر حسب سن و وزن تغییر خواهد کرد.

صفحه: ۴۸ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

پیوست ۵

نمونه‌هایی از پرتوگیری‌های ناشی از سانحه در پزشکی هسته‌ای

حادثه شماره ۱: درمان اشتباهی به علت هم‌نامی دو بیمار

جهت درمان یک بیمار هیپرتیروئیدیزم ۱۳۱ به میزان 370 MBq توسط پزشک تجویز گردید. کارشناسی که بیمار را می‌شناخت حضور نداشت و از فرد دیگری خواست تا رادیودارو را تجویز نماید. در جریان نقل و انتقال، مستخدم تذکر داد که بیمار مذکور در تخت دیگری قرار دارد. مستخدم از منشی بخش خواست تا ناهمخوانی تخت و بیمار را کنترل نماید. منشی به لیست بیماران در فایل کامپیوتری مراجعه نمود و جای تخت در نظر گرفته شده را پیدا کرد و فرم درخواست را تغییر داد. منشی اطلاع نداشت که دو بیمار با نام و نام خانوادگی یکسان در بیمارستان بستری هستند که یکی برای تجویز ید و دیگری برای درمان بیماری ریه مراجعه نموده‌اند. همچنین منشی نمی‌دانست که کامپیوتر ورودی‌های تکراری را در لیست ثبت نمی‌کند (در واقع یک نام را حذف می‌کند). بدین ترتیب نام بیماری که تحت درمان هیپرتیروئیدی بود در لیست کامپیوتر ثبت نگردید. کارشناس فرم درخواست و دز مورد نظر ۱۳۱ را برداشت و به اطاق پرستاری در طبقه‌ای که بیمار مبتلا به عارضه ریه قرار داشت رفت. وی از کارکنان پرستاری خواست دز درمانی یکی از بیمارانش را تجویز نمایند و سپس به اتاق بیمار رفت. در آنجا او نام بیمار را پرسید و از روی مچ‌بند نام را پیدا کرد، اما شماره هویت بیمار روی مچ‌بند را با شماره فرم درخواست بررسی نکرد. کارشناس فرم درخواست را تکمیل و به پرونده بیمار در اتاق پرستاری برگرداند. بعد از گذشت پنج دقیقه از تجویز ید ۱۳۱ پرستارها به اشتباه خود پی بردند و به پزشک و مسئول فیزیک بهداشت اطلاع دادند. برای جبران بلافاصله ۱۰۰۰ میلی‌گرم یدورس‌دیم و در سه نوبت متوالی هر ۴ ساعت دز ۱۰۰۰ میلی گرم تجویز شد. دز داده شده به تیروئید بیمار اشتباهی بین ۱/۲ تا ۱/۴ گری تخمین زده شد.

درس‌های برگرفته از این سانحه و اقدامات پیشگیرانه انجام شده

- الف - آیداستورالعمل‌هایی برای شناسایی مطمئن بیماران درمانی در بخش پزشکی هسته‌ای نوشته شده است (مثلاً وجود عکس همراه با سایر اطلاعات)؟
- ب - آیا در صورت وجود تداخل در واگذاری تخت، برنامه‌های کامپیوتری برای اخطار واضح وجود دارد؟
- ج - آیا در صورت وجود تداخل بررسی لازم تا تشخیص کامل انجام می‌شود؟
- د - آیا دستورالعمل‌های ارتباطی بین پزشکان و پرستاران برای جلوگیری از اشتباه در شناسایی بیماران وجود دارد؟
- ه - آیا برای بیمارانی که تحت درمان با رادیونوکلئید قرار گرفته‌اند اتاق جداگانه‌ای در نظر گرفته شده است؟

حادثه شماره ۲: درمان اشتباهی یک بیمار با ید ۱۳۱

دز درمانی 333 MBq ید ۱۳۱ به‌طور اشتباه به بیمار A به جای بیمار B داده شد. بیمار A باید 740 MBq تکنسیم mm ۹۹ جهت یک اسکن تشخیصی استخوان دریافت می‌کرد. تکنسیم تجویز شد و بیمار را در اتاق انتظار نشاندهند. با بیمار B که قرار بود ید ۱۳۱ جهت درمان هیپرتیروئید دریافت کند مصاحبه گردید و فرم رضایت‌نامه را امضا کرد و به اتاق انتظار ید درمانی فرستاده شد. تکنولوژیست 333 MBq ید ۱۳۱ را آماده کرد و بیمار B را صدا زد، ولی بیمار A پاسخ داد. تکنولوژیست نحوه درمان با ید ۱۳۱ را به بیمار A توضیح داد و برنامه زمان‌بندی بعدی قرارها را تنظیم و دز را به بیمار A تجویز کرد. بعد بیمار از تکنولوژیست سوال کرد و مشخص شد که بیمار اشتباه درمان شده است. لذا فوراً به بیمار A اطلاع داده شد و معده بیمار را

صفحه: ۴۹ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

پمپ کردند و MBq ۱۱۸ از ماده را بیرون آوردند. به بیمار پرتکتات پتاسیم و محلول لوگل برای آزادسازی ید ۱۳۱ جذب شده در تیروئید و جلوگیری از جذب بیشتر آن داده شد. دز داده شده به تیروئید بیمار A حدود ۸/۲ گری تخمین زده شد.

درس‌های برگرفته از این سانحه و اقدامات پیشگیرانه انجام شده

الف - آیدستورالعمل‌هایی برای شناسایی مطمئن بیماران درمانی در بخش پزشکی هسته‌ای نوشته شده است (مثلا وجود عکس همراه با سایر اطلاعات)؟

ب - آیدستورالعمل‌ها حتی اگر بیمار دیگری پاسخ دهد، موثر می‌باشد؟

حادثه شماره ۳: به‌کارگیری دز غلط ید ۱۳۱

یک خانم ۶۰ ساله جهت برداشت تیروئید به‌دنبال یک تیروئیدکتومی سرطان به یک بخش پزشکی هسته‌ای مراجعه نمود. پزشک MBq ۶۴۷۵ ید ۱۳۱ خوراکی تجویز کرد. بیمارستان از توزیع‌کننده مقدار تجویزی ید ۱۳۱ در یک ویال، همراه با ویال دوم شامل MBq ۵۱۸۰ ید ۱۳۱ را دریافت نمود. تکنولوژیست هر دو ویال را بررسی و آن‌ها را پهلوی هم در هود خلاء داروخانه هسته‌ای قرار داد. هر دو ویال در شیار سربی اولیه که محتویات آن‌ها درست برچسب شده بودند قرار گرفت. وقتی کارشناس آماده تجویز ید ۱۳۱ شد، تکنولوژیستی که ویال‌ها را بررسی کرده‌بود حضور نداشت و تکنولوژیست دیگر برای تهیه رادیودارو به داروخانه رفت. تکنولوژیست که مسئول تجویز بود هر دو ویال را برداشت و بدون مرور کردن برچسب‌ها فکر کرد که هر دو ظرف دز لازم را تامین می‌کنند. تکنولوژیست توجه نکرد که استفاده از دو ظرف برای یک تجویز عادی نیست و چنین چیزی سابقه ندارد. پس از مرور سابقه، کارشناس دستور تجویز ید ۱۳۱ را به تکنولوژیست داد. پزشک، بدون مرور برچسب‌های روی ظروف، فکر کرد که استفاده از دو ویال درست است. روز بعد وقتی داروساز هسته‌ای درخواست MBq ۹۲۵ ید ۱۳۱ را دریافت کرد و نتوانست ظرف دوم را پیدا کند، پی به اشتباه بردند. نتیجه تحقیق معلوم کرد که ویال روز گذشته مصرف شده است.

درس‌های برگرفته از این سانحه و اقدامات پیشگیرانه انجام شده

الف - آیدستورالعمل‌هایی برای دریافت، ذخیره‌سازی، آماده‌سازی، و توزیع رادیودارو در بخش پزشکی هسته‌ای نوشته شده است؟

ب - آیا این دستورالعمل‌ها دربرگیرنده تشخیص اکتیویته‌ای که باید تجویز شود بر اساس تجویز انجام شده می‌باشد؟

ج - آیا این دستورالعمل‌ها دربرگیرنده کنترل مجدد و مستقل اکتیویته‌ای که باید تجویز شود، می‌باشد؟

د - آیا این دستورالعمل‌ها دربرگیرنده ارتباط بین پزشک و تکنولوژیست با توجه به تجویز رادیودارو می‌باشد؟

حادثه شماره ۴: اشتباه رادیوداروئی

به بیماری جهت درمان بیماری Graves، MBq ۵۵۵ ید ۱۳۱ تجویز می‌شود. رادیوداروشناس تصور کرد که باید به‌جای MBq ۵۵۵، MBq ۱۰۷۳ تحویل گیرد، چون معمولاً در آن بیمارستان برای بیمار Grave دز MBq ۱۰۷۳ مورد استفاده قرار می‌گرفت. بنابراین از شرکت رادیوداروئی درخواست دز MBq ۱۰۷۳ را نمود. دز دریافتی طبق برچسب MBq ۱۰۵۸ بود. رادیوداروشناس بعد از اینکه دز را به وسیله کالیبراتور اندازه‌گیری کرد، مقدار دز را وارد کامپیوتر کرد. او فراموش کرد که دز MBq ۵۵۰ را که در نسخه تجویز پزشک بود، بنویسد. علاوه بر این پزشکی که ایزوتوپ را تجویز کرد نسخه تجویزی را چک نکرد. در نتیجه تیروئید بیمار حدود Gy ۳۱۹ را به‌جای Gy ۱۶۷ و اضافه دز حدود ۹۱٪ را دریافت کرد.

صفحه: ۵۰ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

درس‌های برگرفته از این سانحه و اقدامات پیشگیرانه انجام شده

الف - آیا دستورالعمل‌هایی برای دریافت، ذخیره‌سازی، آماده‌سازی، و توزیع رادیودارو در بخش پزشکی هسته‌ای نوشته شده است؟

ب - آیا این دستورالعمل‌ها دربرگیرنده تشخیص اکتیویته‌ای که باید تجویز شود بر اساس تجویز انجام شده می‌باشد؟

ج - آیا این دستورالعمل‌ها دربرگیرنده کنترل اکتیویته در دو نوبت و به طور مستقل هستند؟

د - آیا این دستورالعمل‌ها دربرگیرنده ارتباط بین پزشک و تکنولوژیست باتوجه به تجویز رادیودارو هستند؟

حادثه شماره ۵: سردرگمی در رابطه با اکتیویته ۱۳۱

به بیماری جهت درمان تیروئید با ید ۱۳۱ به مقدار 370 MBq تجویز می‌شود. یک کپسول 370 MBq دستور داده شد، اما عامل توزیع یک کپسول حاوی 444 MBq را فرستاد. پرسنل دریافت کننده توجهی به تناقض موجود نکردند. قبل از تزریق، کپسول داخل دز کالیبراتور اندازه‌گیری شد. با این وجود، تکنولوژیست که انتظار خواندن 370 MBq را داشت 444 را به جای 370 خواند. تجویز 444 MBq باعث پرتوگیری اضافی به اندازه ۲۰٪ شد.

درس‌های برگرفته از این سانحه و اقدامات پیشگیرانه انجام شده

الف - آیا دستورالعمل‌هایی برای دریافت، تشخیص و توزیع رادیودارو در بخش پزشکی هسته‌ای نوشته شده است؟

ب - آیا دستورالعمل‌هایی شامل تمهیدات برای اعلام خطر در روند کار، مثل خواندن درست اکتیویته در صورت بیشتر بودن اکتیویته وجود دارد؟

ج - آیا این دستورالعمل‌ها دربرگیرنده کنترل اکتیویته در دو نوبت و به طور مستقل هستند؟

حادثه شماره ۶: دادن دز به بیمار غیر واجد شرایط

به بیماری جهت اسکن تمام بدن ید ۱۳۱ به مقدار 180 MBq تجویز شد. اسکن انجام شده، جذب زیاد و غیرمعمول ید ۱۳۱ سینه را نشان داد و مشخص گردید که بیمار یک مادر شیرده است. قبل از تجویز دز، پزشک و تکنولوژیست پزشکی هسته‌ای فراموش کردند که شیر دادن بیمار را بررسی کنند. در نتیجه تیروئید بچه حدود ۳۰۰ گری و تمام بدن او ۰/۱۷ گری پرتو دریافت کرد و بچه نیاز به درمان با هورمون تیرون برای تمام عمر را دارد تا رشد طبیعی نماید. در آن روز کمبود کارمند در مرکز وجود داشت.

درس‌های برگرفته از این سانحه و اقدامات پیشگیرانه انجام شده

الف - آیا دستورالعمل‌هایی در بخش پزشکی هسته‌ای برای پرسش از شیردهی بیماران زن نوشته شده است؟

ب - آیا تمهیداتی برای جلوگیری از کمبود پرسنل، و اطمینان از به روز بودن آگاهی آن‌ها و عدم بی‌تفاوتی نسبت به رعایت دستورالعمل‌ها انجام گردیده است؟

صفحه: ۵۱ کل صفحات: ۵۱	شماره شناسه: INRA-RP-RE-123-00/29-0-Aba.1389 بازنگری: صفر	ضوابط کار با پرتو در مراکز پزشکی هسته‌ای
--------------------------	--	---

حادثه شماره ۷: پاشیدن مواد پرتوزا از بیمار هنگام بهوش آوردن

در تلاشی برای تسکین فشردگی مری در اثر متاستاز سرطان تیروئید، 7400 MBq ید 131 به بیماری ۸۷ ساله تجویز گردید. در داخل بدن بیمار لوله معدی و یک کاتتر Foley جاگذاری شده بود. حدود ۳۴ ساعت بعد از دریافت دز، بیمار دچار یک ایست قلبی^۱ شد. ۱۶ نفر از کارکنان تلاش برای بهوش آوردن بیمار از جمله سعی در گذاشتن ضربان ساز^۲ کردند. خون و ادرار آلوده به مواد پرتوزا پخش شد، ولی لباس کارکنان از نظر آلودگی پرتو کنترل نشد. با وجود این که آلودگی گسترده بود بیوپسی تیروئید بعدی هیچگونه جذب توسط کارکنان درگیر را نشان نداد. مونیتورینگ پرسنل نشان دهنده حداکثر گرفتن ۰.۳ میلی گری اشعه در مورد یکی از پرستاران بود.

درس‌های برگرفته از این سانحه و اقدامات پیشگیرانه انجام شده

- الف - آیا دربخش پزشکی هسته‌ای دستورالعمل‌هایی برای وضعیت‌های احتمالی اورژانس درباره بیماران درمانی با رادیونوکلئیدها وجود دارد؟
- ب - آیا این دستورالعمل‌ها دربرگیرنده آموزش تمرینات حالات مشابه اورژانس برای تمام کارکنانی که درگیر این کار هستند می‌باشد؟
- ج - آیا بیمارانی که با رادیونوکلئیدها تحت درمان هستند، کاملاً شناخته شده هستند؟

حادثه شماره ۸: تجویز با دز غلط از ید 131

به بیماری قرار بود 259 MBq ید 131 تجویز شود. ایزوتوپ داخل دو کپسول بود که هر یک با اکتیویته 130 MBq و به درستی نشان‌گذاری شده بودند. این مقدار دز قبلاً به شکل یک کپسول تجویز شده بود. وقتی تکنولوژیست ویال را برگرداند، تنها یکی از دو کپسول بیرون افتاد و او فکر کرد که این کل دز مورد نظر است. بعداً وقتی حفاظ ویال برداشته شد تکنولوژیست کپسول دیگر را پیدا کرد. در نتیجه بیمار تنها ۵۰٪ از دز تجویز را دریافت کرد.

درس‌های برگرفته از این سانحه و اقدامات پیشگیرانه انجام شده

- الف - آیا دستورالعمل‌هایی دربخش پزشکی هسته‌ای برای کنترل برچسب ویال برای انطباق اکتیویته ویال با دز تجویزی نوشته شده است؟
- ب - آیا این دستورالعمل‌ها دربرگیرنده اندازه‌گیری ویال‌ها قبل از تجویز می‌باشد؟
- ج - آیا این دستورالعمل‌ها دربرگیرنده کنترل‌های دوباره و مستقل اکتیویته مطابق دز تجویزی می‌باشد؟