Archive of SID

طب نظامی
بهار ۱۳۸۱، شماره ٤(۱)
صفحات: ۵۵-٤۷

در مواجهه گسترده با پرتوهای رادیواکتیو چه وقایعی را باید انتظار داشت و چه اقداماتی را باید انجام داد

غلامرضا پورحیدری .Ph.D ، سید محمدمهدی مدرس مصلی .M.D

آدرس مترجمان: دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله(عج) - پژوهشکده طب رزمی - مرکز تحقیقات مصدومین جنگ نوین (NBC) ـ تهران-ایران

مقدمه

مواجهه گسترده و کنترل نشده با پرتوها بدنبال انفجار بمبهای اتمی در ژاپن، ریزش‌های رادیواکتیو ناشی از آزمایشهای اتمی، حوادث راکتورهای هسته‌ای و انتشار مواد رادیواکتیو از دستگاههای رادیوتراپی روی داده است. بنابراین، آگاهی از سناریوهای بالقوه مواجهه عمده با پرتوهای رادیواکتیو، مبانی مربوط به این مواجهه و نحوه پاسخ‌دهی کادر پزشکی اهمیت بسیاری دارد. مداوای این مصدومین با مشکلاتی همراه است که بخشی از آن بعلت اطلاعات نادرست افراد پرتو دیده، اعضای خانواده آنها و کادر پزشکی در مورد تأثیرات این مواجهه است. از بعضی جهات مداوای مصدومین مورد مواجهه عمده با اشعه ناشی از حملات رادیواکتیو اعم از تروریستی و غیر تروریستی باید از حملات بیولوژی یا شیمیایی آسانتر باشد. روزانه دهها هزار نفر در بیمارستانها، دانشگاهها، واحدهای نظامی، آزمایشگاهها و ادارات دولتی با اشعه سروکار دارند که منابع مهمی برای مطالعه و تحقیق هستند. آلودگی رادیواکتیو را می‌توان به سرعت به وسیله شمارشگرهای گایگر یا ابزارهای سنجش میزان دوز که در بسیاری از بیمارستانها در دسترس و معمولاً در اختیار کارکنان اورژانس هستند، شناسایی کرد. به علاوه، اثرات بالینی حاد مقادیر بالای اشعه به خوبی شناخته شده‌اند و می‌توان آنها را با استفاده از تستهای ساده آزمایشگاهی مانند شمارش سلولهای خون ارزیابی کرد. با ارزیابی سریع محل و گستردگی حادثه، بحران حاصله را می‌توان به گونه نسبتاً قطعی اداره کرد و مردم را به سرعت و با دقت آگاه نمود.

سناریوهای محتمل

تاکنون فرض بر آن بوده است که تروریستها یا بکارگیرندگان این نوع سلاحها در یک زمان تنها از یک نوع عامل استفاده می‌کنند، در حالیکه ترکیبی از عوامل نیز ممکن است مورد استفاده قرار گیرند. اما احتمالاً سینرژی میان اشعه و سایر عوامل وجود ندارد. بیشتر عوامل شیمیایی اثرات سریعی دارند که باید پیش از توجه به اثرات ناشی از پرتو که بعداً ظاهر می‌شوند، مداوا شوند. مواجهه با پرتوهای ناشی از منابع غیر از سلاحهای هسته‌ای نسبتاً قابل کنترل است؛ چرا که به سختی ممکن است تعداد زیادی از مردم در معرض مقادیر زیاد پرتو قرار گیرند و مقادیر کم تا سالهای زیادی سلامت افراد را تحت تأثیر قرار نمی‌دهند.

انتشار مواد رادیواکتیو بدون استفاده از مواد منفجره

منابعی که رادیواکتیویته اندکی دارند ممکن است برای ایجاد ترس و وحشت مورد استفاده قرار گیرند. این منابع شامل منابع رادیواکتیو سطح پایین قابل اغماض[1] (مانند شناساگرهای دود[2])، رادیو داروهای مورد استفاده در پزشکی هسته‌ای و ایزوتوپهای مورد مصرف در تحقیقات هستند. مواجهه با این منابع اثر فوری بر سلامت ندارد و احتمال اثرات دراز مدت بسیار کم است.

منابعی که رادیواکتیویته بالایی دارند مانند کبالت ۶۰ و سزیوم ۱۳۷ که سابقاً در دستگاههای رادیوتراپی مصرف می‌شدند و سزیم ۱۳۷ و ایریدیوم ۱۹۲ که در دستگاههای رادیوگرافی صنعتی کاربرد دارند، نیز در دسترس هستند. به علت میزان زیاد رادیواکتیویته موجود در این دستگاهها و ماهیت نافذ اشعه حاصل، به سادگی می‌توان حمل آنها را در پستهای بازرسی شناسایی کرد. این منابع معمولاً فلزی هستند، اگر چه در بعضی دستگاهها به صورت پودر داخل کپسول مورد استفاده قرار می‌گیرند. اگر منبع فلزی باشد، فرد در معرض پرتو قرار می‌گیرد ولی آلودگی وجود نخواهد داشت. تنها عده کمی در معرض پرتو زیاد قرار می‌گیرند. کسانی که در تماس نزدیک با چنین منابعی قرار داشته یا با آنها کار کرده اند، ممکن است دچار آسیبهای موضعی پوستی و یا پرتوگیری حاد شده باشند و نیاز به ارزیابی پزشکی و احتمالاً بستری بیمارستانی داشته باشند.

1-"Exempt" Low-Level Eadioactive Sources
2- Smoke Detector

www.SID.ir

Archive of SID

انتشار مواد رادیواکتیو با استفاده از مواد منفجره

استفاده از مواد منفجره برای پخش مواد رادیواکتیو مورد توجه بیشتری قرار دارد چرا که انفجار، منجر به پخش مواد و آلودگی تعداد بیشتری از مردم می شود و همچنین امکان آسیب تروماتیک را نیز به همراه دارد. هدف از بکارگیری مواد رادیواکتیو توأم با مواد منفجره، ایجاد ترس و وحشت بیشتر است. مواد رادیواکتیو احتمالاً بصورت جامد یا پودر هستند. میزان پخش، به حالت فیزیکی منبع، مواد منفجره و شرایط جوی بستگی خواهد داشت. خطر بهداشتی عمده احتمالاً به یک منطقه از شهر محدود می‌شود. هدف آن است که منطقه آلوده تحت مراقبت و کنترل قرار گیرد.

حمله به راکتورهای هسته‌ای

احتمال حملات تروریستی به تأسیسات نیروگاههای اتمی در رسانه‌ها بیان شده است. در تمامی نیروگاههای اتمی تجاری در ایالات متحده، هسته مرکزی رآکتور توسط یک غلاف ضخیم فولادی پوشیده شده که خود توسط ساختمانی بتونی احاطه شده است. رآکتور به نحوی طراحی شده که در صورت بروز حادثه، واکنش‌ها کند و متوقف شوند. سیستم خنک کننده رآکتور مقداری رادیواکتیویتی در خود دارد که در صورت آسیب دیدن، آزاد می‌شوند. مواد آزاد شده احتمالاً شامل ید رادیواکتیو و گازهای نجیب (Noble Gas) هستند. ستون غبار مواد رادیواکتیو که از شکاف هسته مرکزی رآکتور خارج می‌شود، ممکن است مشکلات بهداشتی فوری در اطراف ایجاد کند. علاوه بر آن، آزاد شدن مقادیر زیاد ید رادیواکتیو نیز ممکن است اثرات طولانی مدت (مانند سرطان تیروئید در اطفال) را در فواصل طولانی‌تر ایجاد کند. بسیاری از بخشهای مهندسی هسته‌ای در دانشگاهها، رآکتورهای آزمایشی کوچکی دارند که در مناطق پرجمعیت شهری، بدون امنیت چندانی قرار گرفته‌اند. این رآکتورها مواد رادیواکتیو بسیار کمتری دارند ولی ممکن است هدفهای وسوسه انگیزی برای حملات تروریستی باشند. بعلاوه، میله‌های سوخت اتمی مصرف شده که هنوز خاصیت رادیواکتیو دارند معمولاً در تأسیساتی نگهداری می‌شوند که امنیت کمتری دارند. با این وجود مشکل است که بتوان جمعیت زیادی را با استفاده از چنین منابع جامدی در معرض اشعه قرار دارد.

انفجار سلاحهای هسته‌ای

برای تولید و بکارگیری سلاح هسته‌ای به مهارت فنی و امکانات مالی بیشتری در مقایسه با سلاحهای بیولوژی یا شیمیایی نیاز است و بنابراین استفاده تروریستها از سلاح هسته‌ای، نامحتملتر بنظر می‌رسد. با این وجود، امکان تولید سلاح هسته‌ای کم قدرت (کمتر از ۱۰ کیلوتن) وجود دارد. یک سلاح هسته‌ای کوچک که به سرقت رفته باشد ممکن است قدرت بیشتری نیز داشته باشد. بعنوان مثال قدرت تقریبی بمب بکار رفته در شهر هیروشیما حدود ۱۳ کیلوتن بود. بهرحال حتی انفجار هسته‌ای که توأم با فش‌فش کردن، فس‌فس کردن (fizzling) باشد ممکن است علیرغم قدرت پایین (در حد ۰/۰۱ کیلوتن) اثرات انفجاری قابل توجهی داشته باشد.

اثرات مخرب سلاحهای هسته‌ای به علت موج انفجار و نیز تابش حرارتی است. افزایش فشار در حد یک psi موجب شکستن شیشه می‌شود. در psi ۱۲، میزان مرگ و میر برای افرادی که نزدیک به پنجره قرار داشته باشند پنجاه درصد پیش بینی می‌شود. گوی آتش منجر به سوختگی‌های تابشی و سوختگی حاصل از توفان آتش متعاقب آن می‌شود. نگاه کردن به گوی آتش حتی از فاصله چند کیلومتری ممکن است به کوری موقت یا دائم منجر شود. اشعه یونیزان بصورت پالس شدیدی در اولین دقیقه (تابش آنی رادیواکتیو) و بصورت محصولات شکست و فعال‌سازی پس از دقیقه اول (تابش رادیواکتیو باقیمانده) منتشر می‌شود. انفجار در سطح زمین، مقدار زیادی خاک و سایر مواد رادیواکتیو را وارد جو می‌کند که سبب ریزش اتمی رادیواکتیو در ناحیه‌ای به ابعاد چندین کیلومتر می‌شود. اگر منطقه تخلیه نشده باشد و افراد در پناهگاهها مستقر نشوند، بارش اتمی در مقایسه با موج انفجار یا گوی آتش، مرگبارتر خواهد بود. خلاصه ای از اثرات تقریبی ناشی از انفجار هسته‌ای در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. فاصله تقریبی از محل انفجار (برحسب متر) که در آن میزان مرگ و میر ۵۰ ٪ مورد انتظار است براساس قدرت سلاح هسته‌ای*

بازده	موج انفجار	تابش حرارتی	تابش یونیزان	
			آنی	باقیمانده +
۰/۰۱ کیلوتن	۶۰	۶۰	۲۵۰	۱۲۷۰
۰/۱ کیلوتن	۱۳۰	۲۰۰	۴۶۰	۲۷۵۰
۱ کیلوتن	۲۷۵	۶۱۰	۷۹۰	۵۵۰۰
۱۰ کیلوتن ++	۵۹۰	۱۸۰۰	۱۲۰۰	۹۶۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

*منبع داده‌های فوق انجمن ملی حفاظت و اقدامات در برابر پرتو ایالات متحده است.

+ داده‌ها مربوط به پرتوزایی باقیمانده در ساعت اول است (اکثراً از طریق ریزش)

++ در مقادیر بیشتر از ۱۰ کیلوتن، محدودهٔ کشنده گوی آتش چندین برابر بیشتر از محدودهٔ کشندگی تابش آنی رادیواکتیو یا موج انفجار است.

مبانی

اصول فیزیکی

چندین نوع شایع از پرتوهای یونیزان وجود دارند. پرتوهای گاما و ایکس براحتی به بافتهای بدن نفوذ می‌کنند و انرژی خود را در عمق بافتها بجای می‌گذارند. رادیونوکلئیدهای گسیل‌کننده آلفا تنها بصورت استنشاقی، خوراکی و یا وقتی که در یک زخم باز وارد شوند، خطر ساز هستند، چرا که نفوذ ذرات آلفا در بافت، کمتر از ۰/۱ میلی متر است. ذرات بتا (الکترونها) می‌توانند تا عمق چند سانتی‌متری نفوذ کنند.

در ارزیابی اثرات اشعه بر سلامت افراد، دوز اشعه همان مقدار جذب شده توسط بافتهای خاص است، که با واحد راد (rad) سنجیده می‌شود. واحد بین المللی اندازه‌گیری دوز جذبی اشعه، گری (Gy) و معادل صد راد است. از آنجا که انواع گوناگون پرتوها (مثلاً پرتوهای گاما و ذرات آلفا) در دوز جذبی یکسان، اثرات بیولوژی متفاوتی دارند، برای مقایسه آنها باید از دوز مؤثر استفاده شود. واحد اندازه‌گیری مرسوم برای دوز مؤثر، رم (rem) می‌باشد. واحد بین المللی برای دوز مؤثر سیورت (Sievert) معادل صد رم است. برای مقاصد عملی، یک گری و یک سیورت از پرتوهای گاما و بتا معادل هستند.

عوامل مهم در به حداقل رساندن اثرات پرتوها عبارتند از زمان، فاصله و پوشش. از آنجا که دوز جذبی بطور مستقیم با زمان ارتباط دارد، باید حداقل زمان لازم را در مجاورت منبع رادیواکتیو صرف کرد. دوز جذبی با نسبت مجذور فاصله از منبع سریعاً کاهش یابد. اگر فاصله تا منبع سه برابر شود، میزان دوز به یک نهم کاهش می‌یابد. پوشش سربی در برابر منابع کوچک رادیواکتیو محافظت‌کننده است. برای محافظت در برابر ریزش اتمی رادیواکتیو ممکن است ماندن در محیطهای سربسته لازم باشد.

با گذشت زمان مواد رادیواکتیو متلاشی می‌شوند. بعضی از رادیونوکلئیدها (مانند ید) عمر کوتاهی دارند در حالی که سایر آنها (مانند سزیوم، استرونسیوم، کبالت) نیمه عمرهای فیزیکی طولانی‌تری (چندین سال) دارند. دوز تجمعی نه تنها به میزان دوزی که در یک مقطع زمانی سنجیده می‌شود، بستگی دارد بلکه به مدت تماس و میزان تلاشی ماده رادیواکتیو نیز وابسته است. سرعت تلاشی ممکن است بر تصمیم‌گیری در مورد نحوه برخورد با حادثه مؤثر باشد مثلاً اینکه آیا باید آلودگی زدایی از منطقه درگیر انجام شود و یا تنها منتظر تلاشی ماده رادیونوکلئید بمانیم.

اصول بیولوژی

در دوزهای بالای اشعه، بعضی از سلولهای پارانشیمی از بین می‌روند ولی در صورتیکه این سلولها برای بقا حیاتی نباشند، اثرات بالینی ممکن است ناچیز باشند. با وجود این اگر تعداد زیادی از سلولها از بین بروند یا آنهایی که دچار آسیب شده‌اند برای بقا حیاتی باشند، علائم بالینی بروز خواهند کرد. بطور کلی سلولهایی که سرعت تقسیم زیادی دارند (مثلاً سلولهای مخاط روده و مغز استخوان) دارای بیشترین حساسیت نسبت به اشعه هستند. در دوزهای کمتر از یک گری آسیب حاصله چندان شدید نیست و بیشتر سلولها زنده می‌مانند ولی ممکن است مستعد تغییر شکل به صورت بدخیمی در آینده باشند. در این نوشتار، ما اثرات درازمدت ناشی از پرتو (سرطانزایی) را بررسی نمی‌کنیم و تنها به این نکته اشاره داریم که احتمال سرطان ناشی از پرتو با دوز اشعه ارتباط دارد. لوسمی ممکن است در کمتر از دو سال پس از تماس ایجاد شود در حالیکه تومورهای تو پر ناشی از پرتو ممکن است پس از یک دوره ۵ تا۱۰ ساله یا حتی چندین دهه پس از تماس ایجاد شوند.

انواع پرتوگیری

حوادث رادیواکتیو می‌توانند به مواجهه یک موضع یا تمام بدن با پرتو منجر شوند و به آلودگی داخلی یا خارجی با مواد رادیواکتیو بیانجامند.

تظاهرات بالینی پرتوگیری به میزان نفوذ و دوز جذبی پرتوها در بافتهای مختلف بستگی دارند. تشخیص آسیبهای ناشی از

www.SID.ir

Archive of SID

پرتوگیری حاد به شرح حال و یافته‌های بالینی بستگی دارد. بیشتر این آسیبها حالت اورژانس ندارند و مداوا شامل درمان علائم و مراقبت حمایتی است.

پرتوگیری موضعی

به هنگام کار کردن با منابع دارای فعالیت زیاد رادیواکتیو، تماس موضعی و عمیق با پرتو اتفاق می‌افتد. بیمار حتی در صورتیکه دوز جذب شده پرتو خیلی زیاد باشد معمولاً زنده می‌ماند. از آنجایی که میزان دوز با افزایش فاصله از منابع رادیواکتیو به سرعت کاهش می‌یابد، تظاهرات بالینی عمومی به شدت آسیب موضعی نخواهند بود.

نشانه‌های سوختگی ناشی از پرتو به سوختگی حرارتی شبیه هستند و عبارتند از : قرمزی و پوسته‌ریزی یا ایجاد تاول. با این حال نشانه‌های سوختگی ناشی از پرتو، بعد از یک دوره چند روزه ظاهر می‌شوند (جدول۲).

نارسایی عروقی ممکن است چندین ماه یا سال بعد ایجاد شود و منجر به زخم شدن یا نکروز بافتهایی شود که قبلاً بهبود یافته بودند. درمان آسیبهای موضعی ناشی از پرتو غالباً شامل پیشگیری از عفونت، کنترل درد و درمان با داروهای گشادکننده

جدول ۲. تغییرات پوستی پس از مواجهه موضعی حاد منفرد

دوز جذبی	تغییرات
۳-۴ گری	ریزش مو در ۳-۲ هفته اول پس از مواجهه
۱۵-۱۰ گری	آستانه قرمزی پوست : در دوزهای کمتر ۲۰-۱۸ روز بعداز مواجهه ظاهر می شود؛ در دوزهای بیشتر ممکن است در عرض چند ساعت ظاهر شود
۲۰ گری	پوسته ریزی مرطوب، احتمال ایجاد زخم
۲۵ گری	ایجاد زخم با بهبود کند
۵۰-۳۰ گری	تاول زدن، نکروز در هفته سوم
۱۰۰ گری	تاول زدن، نکروز در هفته اول تا دوم

عروق هستند؛ در بعضی موارد احتیاج به جراحی پلاستیک، پیوند یا قطع عضو وجود خواهد داشت. میزان نفوذ پرتو عامل مهمی در پیامد آسیب موضعی است. در ریزش های اتمی سنگین، پرتوهای بتا باعث سوختگی جلدی سطحی، بویژه در مناطقی از بدن که با لباس پوشیده نشده‌اند، می‌شود.

پرتوگیری کلی بدن

اختلالات بیشتر بافتهای حساس در روزها و هفته های اول پس از تماس کلی بدن با اشعه پدیدار می‌شوند. تماس وسیع و منفرد با اشعه نافذ ممکن است به انواع گوناگونی از نشانگان پرتوگیری حاد منجر شود (جدول۳).

در دوازده ساعت نخست پس از تماس، یک مرحله مقدماتی وجود دارد که شامل تهوع و استفراغ است و تا ۴۸ ساعت بطول می‌انجامد.

در تماس کلی با پرتو نافذ با دوز بیش از ۳۰ گری، آسیب دستگاه قلبی عروقی و اعصاب مرکزی رخ می‌دهد که به علت افت فشار خون و ادم مغزی است. در همان لحظات اولیه تهوع، استفراغ، بیحالی، افت فشار خون، آتاکسی و تشنج وجود دارد. بیمار معمولاً در عرض چند روز فوت می‌کند.

در دوزهای حاد (در حدود ۱۰تا۳۰ گری) ابتدا بدنبال مرگ سلولهای پایه‌ای مخاط روده نشانگان گوارشی ایجاد می‌شوند. این نشانگان عبارتند از: شروع زودرس تهوع، استفراغ و اسهال که بدنبال آن یک دوره نهفته تقریباً یک هفته‌ای و سپس علائم گوارشی راجعه، سپسیس، اختلال الکترولیتی و نهایتاً مرگ بوقوع می‌پیوندند.

جدول ۳. رابطه میان دوز و پاسخ بدن پس از پرتوگیری کلی ناشی از پرتوهای گاما یا ایکس

دوز جذبی کل بدن	اثر
۰/۰۵ گری	بدون علامت
۰/۱۵ گری	بدون علامت، ولی احتمال اختلالات کروموزومی در کشت لنفوسیتهای خون محیطی وجود دارد
۰/۵گری	بدون علامت (در تعداد کمی از افراد منجر به کاهش خفیف در تعداد گویچه های سفید و پلاکتها می شود)
۱گری	تهوع و استفراغ در تقریباً ۱۰ ٪ افراد در عرض ۴۸ ساعت از مواجهه
۲ گری	تهوع و استفراغ در تقریباً ۵۰٪ افراد در عرض ۲۴ ساعت از مواجهه، همراه با کاهش شدید در تعداد گویچه های سفید و پلاکتها
۴ گری	تهوع و استفراغ در ۹۰٪ افراد در عرض ۱۲ ساعت و اسهال در ۱۰٪ افراد در عرض ۸ ساعت؛ ۵۰٪ مرگ و میر در غیاب درمان طبی
۶ گری	۱۰۰٪ مرگ و میر در عرض ۳۰ روز به علت نارسایی مغز استخوان در غیاب درمان طبی

www.SID.ir

Archive of SID

۱۰گری	تقریباً دوزی است که در صورت در دسترس بودن بهترین درمانهای طبی، امکان زنده ماندن بیمار وجود دارد.
۳۰-۱۰ گری <	تهوع و استفراغ در همه افراد در کمتر از ۵ دقیقه، آسیب گوارشی شدید؛ احتمال مرگ در عرض ۲تا۳ هفته در غیاب درمان
۳۰ گری <	کلاپس قلبی – عروقی، آسیب دستگاه عصبی مرکزی و مرگ در عرض ۲۴تا۷۲ ساعت

نشانگان بالینی مهم بافت خونساز، بدنبال پرتو گیری کلی بدن با دوزهای ۲ گری یا بیشتر و در نتیجه سرکوب مغز استخوان ایجاد می‌شود. پس از علائم مقدماتی، یک دوره نهفته ۲تا۳ هفته ای وجود دارد که طی آن ممکن است بیمار حال خوبی داشته باشد. ممکن است کاهشی در تعداد لنفوسیتها در عرض ۴۸ ساعت پس از تماس رخ دهد و میزان این کاهش شاخص مفیدی برای برآورد دوز پرتو است (جدول ۴).

بیشترین سرکوب مغز استخوان توأم با لکوپنی و ترومبوسیتوپنی چندین هفته پس از تماس رخ می‌دهد. در این هنگام خونریزی و عفونت مشکلات اصلی هستند. در ادامه اگر مغز استخوان کاملاً تخریب نشده باشد، فاز بهبود وجود خواهد داشت که ممکن است روند آن را با استفاده از عوامل رشد خونسازی تقویت کرد. در صورت وجود آسیب گسترده پوست، اختلال عملکردی پوست ممکن است با آسیب سایر اعضاء تداخل کند. بعضی از مؤلفین به چنین حالتی اصطلاح "سندرم جلدی" را اطلاق کرده‌اند.

تعدادی از داروها که در برابر اشعه محافظت ایجاد می‌کنند، جهت استفاده در حملات تروریستی پیشنهاد شده‌اند. بیشتر این داروها برای آنکه مؤثر باشند باید قبل از تماس مصرف شوند. آمیفوستین (Amifostine) توسط اداره دارو و غذا (FDA) برای بعضی از بیمارانی که تحت رادیوتراپی قرار می‌گیرند تأیید شده است، ولی این دارو عوارض جدی از جمله افت فشار خون دارد که استفاده آن را برای کارکنان بخش اورژانس (که باید توانایی جسمی لازم را جهت ارائه خدمات داشته باشند) بشدت محدود کرده است. اخیراً آندروستندیول بعنوان یک داروی پروفیلاکسی مطرح است ولی این دارو تنها در حیوانات مورد بررسی قرار گرفته است. بعلاوه آندروستندیول سیستم ایمنی را تقویت می‌کند، که تنها در صورتیکه دوز اشعه به سطوح کشنده نزدیک باشد، مورد نیاز خواهد بود. پیوند مغز استخوان که در بیماران با دوز کلی بدنی بیشتر از ۱۲ گری انجام شده، کمک‌کننده نبوده است. تجربه حاصل از تماس اتفاقی با اشعه نشان داده است که حتی در صورت درمان موفقیت‌آمیز علائم بافت خونساز، بیمار به دلایل پنومونی ناشی از پرتوگیری، ریزش مخاط روده‌ها و اختلال عملکرد کبد و کلیه‌ها فوت خواهد کرد.

آلودگی داخلی

آلودگی داخلی ممکن است بدنبال پخش مواد رادیواکتیو در اشکال پودر، مایع و گاز ایجاد شود. مواد مزبور ممکن است از راههای استنشاقی، خوراکی، پوست سالم، جراحتها و سوختگیها وارد بدن شوند. درمان مؤثر مستلزم آگاهی از نوع رادیونوکلئید و حالت شیمیایی آن می‌باشد. اگر درمان بسرعت انجام نشود، تأثیر آن محدود خواهد بود. چندین رویکرد کلی برای درمان آلودگی داخلی وجود دارد که عبارتند از: کاستن از جذب، رقیق کردن، بلوکه زدن (Blockage) جابجاسازی (Displacement) با مواد غیررادیواکتیو، به حرکت‌اندازی (Mobilization) بعنوان راهی برای دفع از بافت، و بدام اندازی (Chelation) (جدول ۵).

بدنبال انفجار سلاح هسته‌ای یا آزاد شدن ماده رادیواکتیو

جدول ٤. پیش آگهی بر اساس شمارش لنفوسیت، در عرض ۴۸ ساعت اول پس از مواجهه کلی بدن با پرتو نافذ

شمارش لنفوسیت حداقل (میلی متر مکعب)	دوز جذبی تقریبی (گری)	وسعت آسیب	پیش آگهی
۳۰۰۰-۱۵۰۰ (محدوده طبیعی)	۰-۰/۴	آسیب قابل توجه از نظر بالینی وجود ندارد	عالی
۱۴۹۹-۱۰۰۰	۰/۵-۱/۹	قابل توجه از نظر بالینی ولی احتمالاً غیر کشنده	خوب
۹۹۹-۵۰۰	۲/۰-۳/۹	شدید	نسبتاً خوب

www.SID.ir

Archive of SID

۱۰۰-۴۹۹	۴/۰-۷/۹	بسیار شدید	بد
<۱۰۰	≥ ۸/۰	شدید ترین	شیوع زیاد مرگ علیرغم تحریک سیستم خونساز

جدول ۵. درمان اختصاصی آلودگی داخلی

رادیونوکلئید	رویکرد درمانی
تری تیوم	رقیق کردن (مایعات فراوان)
ید۱۲۵ یا ید ۱۳۱	بلوکه کردن (یدید پتاسیم یا *SSKI)، به حرکت اندازی (داروهای ضد تیروئید)
سزیم ۱۳۴ یا سزیم ۱۳۷	کاستن از جذب گوارشی (آبی پروس)
استرونسیوم ۸۹ یا استرونسیوم ۹۰	کاستن از جذب (آنتی اسیدهای فسفات آلومینیوم به صورت ژل)، بلوکه کردن (لاکتات استرونسیوم) جابجا سازی (فسفات خوراکی)، به حرکت اندازی (کلرید آمونیوم یا عصارهٔ پاراتیروئید)
پلوتونیوم و سایر عناصر مشتق از اورانیوم (transuranic)	به دام اندازی با روی یا کلسیم دی اتیلن تری آمین پنتااستیک اسید (عوامل در دست تحقیق)
شناخته نشده	کاستن از جذب (داروهای استفراغ آور، لاواژ، زغال یا داروهای مسهل) در مواردی که رادیونوکلئید خورده شده است.

- SSKI : محلول اشباع یدیدپتاسیم

از رآکتور هسته‌ای، محتمل‌ترین درمان آلودگی داخلی استفاده از یدید یا یدات پتاسیم است که برای جلوگیری از تجمع ید رادیواکتیو در تیروئید تجویز می‌شود. دوز روزانه توصیه شده یدید پتاسیم ۱۳۰mg برای بالغین، ۶۵mg برای کودکان ۳ تا ۱۸ ساله، ۳۲mg برای کودکان یک ماهه تا سه ساله و ۱۶mg برای شیرخواران کمتر از یک ماه است. برای مؤثر واقع شدن درمان، یدید پتاسیم باید در زمان کوتاهی پیش از تماس یا در طی چند ساعت اول پس از تماس مصرف شود. کمیسیون قوانین هسته‌ای Nuclear Regulatory Commission (NRC) و اداره دارو و غذا (FDA)، هر دو استفاده از یدید پتاسیم را در موارد اورژانس تأیید کرده اند. یدید پتاسیم بطور گسترده‌ای از طریق پست و اینترنت قابل دسترسی است. دوزهای خیلی بالا ایجاد یدیسم می‌کنند، ولی خطر عوارض جدی با دوز توصیه شده بسیار کم است. عوامل به دام اندازنده از جمله Calcium or Zine Diethylenetriamine Pentaacetic Acid، داروهای در دست تحقیق هستند و تنها در صورت پخش مستقیم پلوتونیم یا آمریکیوم مفید خواهند بود. چنین عواملی برای درمان آلودگی با سایر رادیونوکلئیدها خیلی مفید نمی‌باشند همچنین پس از انفجار سلاح هسته‌ای نیز مفید نیستند.

آلودگی خارجی

آلودگی رادیواکتیو لباسها و پوست در معرض تماس، یک اورژانس پزشکی نیست. رفع چنین مواردی بسادگی شامل برداشت و مهار انتشار مواد رادیواکتیو است. با خارج کردن لباسها معمولاً ۹۰ درصد از آلودگی رفع می‌شود. آلودگی سطحی حتی اگر شدید باشد، کادر پزشکی را در معرض خطر پرتوگیری چندانی قرار نمی‌دهد. به هنگام آلودگی زدایی از کارگرانی که در حادثه هسته‌ای چرنوبیل در محوطه رآکتور حضور داشتند، کارکنان پزشکی حاضر در محل کمتر از ۱۰ میلی گری، اشعه دریافت کرده بودند. کادر پزشکی باید لباس و دستکش محافظ را مطابق اصول "احتیاطات معمول Universal Precaution" بپوشند. ماسک تنفسی در بیمارستان لازم نیست ولی کارکنان امدادگر که به مناطق شدیداً آلوده وارد می‌شوند باید از آن استفاده کنند.

اگر بیمار آلودگی سطحی دارد و دچار آسیب جسمی نشده است، آلودگی‌زدایی را می‌توان با استفاده از آب و مواد شوینده بطور مؤثر انجام داد. در صورت وجود آسیبهای جسمی قابل توجه یا تهدیدکنندهٔ حیات علاوه بر آلودگی سطحی، باید قبل از انجام آلودگی زدایی وضعیت بیمار از لحاظ فیزیولوژی پایدار شده باشد. پوست، سد و مانع مهمی در برابر آلودگی است و هنگام آلودگی زدایی نباید خراشیده شود. تمامی مواد آلوده باید در کیسه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

پلاستیکی بزرگ و برچسب دار قرار داده شوند و به طرز مناسبی دور ریخته شوند.

جراحات و سوختگی‌های آلوده

اگر بیماری دچار آلودگی سطحی است و جراحتی دارد که آلوده نشده است، باید تا برطرف شدن ماده رادیواکتیو جراحت را پوشیده نگاه داشت.

اگر جراحت آلوده شده است باید آن را با نرمال سالین شستشو و با روشهای آسپتیک مرسوم تحت درمان قرار داد. برداشت بافت آلوده معمولاً در مورد رادیونوکلئیدهای با عمر طولانی (بویژه رادیونوکلئیدهای گسیل‌کننده آلفا) کاربرد دارد. اگر بیمار دوز کلی بدنی بیشتر از یک گری دریافت کرده است، جراحت را باید هر چه زودتر بست تا راه ورودی برای عفونت کشنده نباشد. سوختگی‌های آلوده را باید با ملایمت شستشو داد و با شیوه مرسوم درمان کرد. ماده رادیواکتیو معمولاً همراه با اگزودا یا Eschar خارج می‌شود.

اصول کلی درمان

کنترل حوادث دربرگیرنده انتشار مواد رادیواکتیو را می‌توان به سه مرحله تقسیم کرد: آماده‌سازی، مدیریت حین بحران و اداره موارد متعاقب. مراحل آماده‌سازی خود عبارتند از : برنامه‌ریزی اورژانسی، روشن ساختن مسائل مربوط به فرماندهی و حفاظت، مشخص کردن مسئولیت‌های سازمانی، ایجاد معیارهای اعلام خطر و سیستم‌های ارتباطی، ارزیابی نوع و مقدار تجهیزات لازم و مشخص کردن سطوح اقدامات محافظتی که در موارد خاص بکار گرفته خواهند شد. در تمامی سطوح، مشارکت مراکز بهداشتی – درمانی ضروری است. هنوز بیشتر بیمارستانها از آمادگی کافی برخوردار نیستند.

آموزش را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد آموزش همگانی و آموزش آن دسته از افرادی که مستقیماً با پرتو یا آلودگی سرو کار دارند. اجزای اختصاصی آموزش به سطح بالقوه مواجهه با پرتو و به وظیفه در دست اجرا بستگی دارد. آموزش کارکنان اورژانس باید شامل اطلاعات مربوط به خواص پرتو، سطوح خطر، روشهای حفاظت و اولویت‌بندیهای درمانی باشد. بعلاوه آموزش باید شامل تمرینهای آزمایشی با تأکید بر حوادث تروریستی و وقایع ناگوار در مقیاس بزرگ باشد. علاوه بر آموزش باید میزان در دسترس بودن ابزارهای پایش پرتوهای بتا- گاما و سنجش دوز – میزان، یدید پتاسیم و متون مرجع نیز ارزیابی شوند. همچنین باید برنامه‌ای در مورد اندازه‌گیری و ثبت دوزها، استفاده و نگهداری از ابزارهای سنجش دوز و استفاده از اطلاعات مربوط به مواجهه وجود داشته باشد.

در ایالات متحده به هنگام وقوع یک حادثه تروریستی، FBI سازمان فدرال مسئول کنترل بحران محسوب می‌شود؛ در سایر کشورها سازمان مشابهی باید مشخص شود. مدیریت بحران به فعالیتهایی اطلاق می‌گردد که برای اطمینان از نبودن تهدید بیشتر و کنترل موقعیت مورد حمله همانند یک صحنه وقوع جرم، انجام می‌شوند.

اداره موارد متعاقب به پیشگیری یا محدود کردن آسیب بیشتر، حفاظت از عموم مردم، آلودگی زدایی و بدور ریختن مواد رادیواکتیو اطلاق می‌شود. در زمان اداره موارد متعاقب، سازمان فدرال مداوای اورژانس (Federal Emergency Management Agency) ، سازمان فدرال مسئول در ایالات متحده محسوب می‌شود. در هر دو مرحله، یک مرکز اجرایی مشترک فدرال برای همکاری با سایر سازمانهای فدرال تعیین می‌گردد.

مداخله به اعمالی گفته می‌شود که برای کاهش مواجهه با پرتو و مقدار دوز آن صورت می‌گیرد. این اعمال ممکن است شامل کنترل دستیابی به محل حادثه، راهنمایی مردم برای ماندن در خانه ها یا تخلیه منطقه، دفع البسه آلوده، محافظت تنفسی، تجویز یدید پتاسیم، محدود کردن غذاهای خاص و آلودگی‌زدایی از منطقه باشند. دستورالعمل هایی تهیه شده است که مشخص می‌کنند در صورتیکه احتمال دریافت سطح دوز خاصی وجود داشت، چه اقداماتی باید صورت گیرد.

بر طبق توصیه‌های بین‌المللی، در صورتیکه دوز دریافتی یک رم باشد، مردم باید به مدت ۲ روز در خانه بمانند و اگر دوز محتمل ۵ رم یا بیشتر باشد، تا یک هفته محل را تخلیه کنند. اسکان مجدد موقت در دوز محتمل ۳ رم در ماه نخست یا یک رم در ماه بعد توصیه می‌شود. اقامت مجدد دائم در صورتی توصیه

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود که دوز دریافتی در سراسر زندگی حدود ۱۰۰ رم برآورد شود. اگر دوز تخمینی که به تیروئید رسیده ۱۰۰ میلی گری یا بیشتر باشد، تجویز یدید پتاسیم توصیه می‌شود. معیارهای مشابهی برای محدود کردن مواد غذایی و شیر در صورتیکه فعالیت رادیونوکلئید از حد خاصی تجاوز کند، وجود دارد. تجربیات حاصل از اتفاقات گذشته مبنایی را برای تعیین حدود مواجهه و سطوح رادیواکتیویته در غذا و آب که بنظر بی‌خطر هستند، ارائه داده است. (سطوح بی خطر معمولاً بگونه ای تعیین می‌شود که با خطر مرگ ۴-۱۰ تا ۶-۱۰ در سال همراه باشد).

با توجه به وظایف کارکنان اورژانس، حد دوز شغلی (۵ رم در سال) قابل کاربرد نیست. بر طبق دستورالعملهای اداره حفاظت محیط، حد دوز برای افرادی که خدمات اورژانس (بجز اقدامات نجات‌دهنده جان بیمار) انجام می‌دهند ۵ رم در هر حادثه است؛ برای اقدامات نجات‌دهنده جان بیمار ممکن است دوز تا ۲۵ رم در هر حادثه افزایش یابد. ناتو، ۱۵۰ رم را بعنوان حد (مجاز) در جریان یک واقعه ناگوار در نظر می‌گیرد.

اندازه گیری دوز تجمعی در کارکنان اورژانس مشکل است و معمولاً معیارهای دوز- میزان مورد استفاده قرار می‌گیرند. در دوز ۰/۱ میلی گری در ساعت، کارکنان اورژانس ممکن است برای انجام وظایف حیاتی و اورژانس وارد منطقه شوند.

در دوز ۰/۱ گری در ساعت، مواجهه ممکن است تهدیدکننده حیات باشد و کارکنان اورژانس باید به مکانهای کنترل شده شان باز گردند و برای چگونگی انجام وظایف منتظر دستورات یک مقام خبره در زمینه پرتوهای رادیواکتیو بمانند.

درمان اولیه

درمان اولیه شامل تریاژ در محل حادثه و انتقال قربانیان حادثه به بخش اورژانس برای درمان است. اصول برخورد با مواد خطرناک بر این فرض استوارند که محیط آلوده نسبتاً محصور شده است و حداکثر حفاظت برای تعداد کمی از کارکنان که در حال نجات عده اندکی بیمار هستند، تأمین شده است. این رویکرد زمانیکه تعداد زیادی مجروح بدون اخطار قبلی وجود دارند، عملی نیست. بیمارانی که دچار آسیبهای تهدیدکننده حیات هستند، باید آلوده انگاشته شوند و به یک بیمارستان محلی منتقل گردند. کسانی که آسیب ندیده یا دچار آسیب خفیفی شده‌اند را باید از محل دور کرد (در صورت امکان در خلاف جهت باد) و سپس از نظر آلودگی احتمالی مورد بررسی قرار داد. در صورتیکه تعداد بیماران زیاد باشد، رویه معمول برای آلودگی‌زدایی در محل حادثه کافی نخواهد بود. در هنگام وقوع حادثه شیمیایی یا بیولوژی، در درجه اول مراکز بهداشت و درمان مسئول آلودگی‌زدایی هستند، ولی این رویکرد در مورد انتشار گسترده مواد رادیواکتیو لزومی ندارد و حتی ممکن است غیرعاقلانه باشد.

کارکنان آمبولانس باید روپوش و دستکش بپوشند و پوشش بیرونی فرد آسیب دیده را بطرز مناسبی دفع نمایند. باید بیمارستان را از ورود قریب‌الوقوع بیماران با آسیب جدی و احتمالاً آلوده آگاه کرد. افراد آلوده که آسیبی ندیده‌اند یا آسیب خفیفی دارند باید برای ثبت موارد، آلودگی‌زدایی (خارج کردن لباسها و دوش گرفتن) و درمان آسیب خفیف به مرکز تعیین شده انتقال یابند. افرادی که از تهوع، استفراغ یا اسهال شکایت دارند باید برای بررسی از نظر مواجهه کلی بدن به بیمارستان ارجاع شوند. در صورت امکان این بررسی باید در جایی غیر از مراکز ارائه خدمات به بیماران آلوده ای که دچار آسیبهای تروماتیک تهدیدکننده حیات هستند، انجام شود.

در اتاق اورژانس، بیماران باید در محدوده‌ای تحت مراقبت قرار بگیرند که ورود و خروج آنجا با استفاده از طنابها و علائم تحت کنترل باشد تا از پخش آلودگی جلوگیری شود. بکارگیری نیروهای امنیتی برای جلوگیری از ورود بدون اجازه لازم است. کارکنان پزشکی باید احتیاطات همه‌جانبه را رعایت کنند. برای به حداقل رساندن انتشار آلودگی باید بیماران را با ملحفه های پارچه ای پوشاند. مهار پساب حاصله احتمالاً مقدور نیست و رها کردن آن تقریباً در تمامی موارد توجیه پذیر است.

اثرات روانی اجتماعی

پیامدهای روانی اجتماعی حمله تروریستی که منجر به انتشار مواد رادیواکتیو شده است، اهمیت بسیاری خواهند داشت. احتمال مواجهه با پرتو، موجب ترس از خطری ناشناخته می‌شود که ممکن است

www.SID.ir

Archive of SID

آسیبهای مخفی و غیر قابل برگشتی را ایجاد نماید. واکنشهای استرس حاد شایع شامل بیخوابی، اختلال تمرکز و حتی انزوای اجتماعی هستند. از آنجا که علائم روانشناختی متعددی شبیه علائم ناشی از مواجهه با پرتو (تهوع، استفراغ و بثورات) وجود دارند دسترسی به دستورالعملهای تریاژ اهمیت خواهد داشت. برآورد شده است که پس از انفجار یک سلاح هسته‌ای، حدود ۷۵ درصد افراد درجاتی از علائم روانشناختی را نشان خواهند داد.

تجربیات حاصل از اعمال تروریستی نشان می‌دهند که پس از یک مواجهه عمده با پرتو، ممکن است اختلال استرس پس از سانحه (Post-Traumatic Stress Disorder) به میزان بسیار بالایی به ویژه در اعضای خانواده و همکاران قربانیان حادثه وجود داشته باشد. همچنین خطرات طولانی مدت پس از مواجهه با اشعه، فرد را در معرض حالت اضطراب دائم قرار می‌دهد. کسانیکه در معرض اشعه قرار گرفته‌اند ممکن است هم از استرس حاد و هم از استرس مزمن رنج ببرند.

استرس حتی در غیاب تماس واقعی با اشعه ممکن است وجود داشته باشد. گروههای مستعدتر از نظر اثرات روانشناختی عبارتند از : کودکان، زنان باردار، مادرانی که کودکان خردسال دارند، کارکنان بخش اورژانس، کارگران مسئول نظافت و کسانیکه سابقه بیماری روانی دارند. پیشگیری، اصل اساسی در بر خورد با اثرات روانی اجتماعی است. هدف باید برقراری و صیانت از اطمینان مردم از طریق شفاف بودن، ارتباط بیشتر و تصمیم گیریهای منطقی و مبتنی بر مشارکت مردم باشد.

تقدیر و تشکر . از سرکار خانم افسانه خندابی که در ویرایش این ترجمه مشارکت داشته‌اند، صمیمانه قدردانی می‌گردد.

Reference

Mettler FA, et al. Major radiation exposure: what to expect and how to respond. N Eng J Med; May 2002; 346 : 1554-61.

www.SID.ir