

کاربرد یُد پایدار در رخدادهای هسته‌ای

دکتر ایرج نبی پور

دکتر مجید اسدی



بنیاد رشد و اندیشه سازندگی
استان بوشهر



مرکز تحقیقات
پزشکی هسته‌ای خلیج فارس



مرکز تحقیقات
طب گرمسیری و عفونی خلیج فارس



دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

به نام خداوند جان و خرد

سرشناسه	: نبی پور، ایرج، ۱۳۴۲ -
عنوان و نام پدیدآور	: کاربرد یَد پایدار در رخدادهای هسته‌ای / ایرج نبی پور، مجید اسدی ؛ [برای] دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر ... [و دیگران].
مشخصات نشر	: بوشهر: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری	: ۱۱۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-600-5032-16-1 ۹۷۸-۶۰۰-۵۰۳۲-۱۶-۱
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: [برای] دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر، مرکز تحقیقات طب گرمسیری و عفونی خلیج فارس، مرکز تحقیقات پزشکی هسته‌ای خلیج فارس، بنیاد رشد و اندیشه سازندگی استان بوشهر.
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۱۰۷ - ۱۱۰.
موضوع	: تیروئید -- تشعشع -- آسیب‌ها -- پیشگیری
موضوع	: تیروئید -- سرطان -- پیشگیری
موضوع	: دید پتاسیم -- مصارف درمانی
موضوع	: حوادث هسته‌ای -- بهداشت
شناسه افزوده	: اسدی، مجید، ۱۳۵۶ -
شناسه افزوده	: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان بوشهر
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۰ ن ۲ ت ۹ / RC۲۸۰
رده بندی دیویی	: ۶۱۶/۹۹۴۴۴

کاربرد یَد پایدار

در رخدادهای هسته‌ای

دکتر ایرج نبی پور - دکتر مجید اسدی

چاپ اول: پاییز ۱۳۹۰

حروفچینی: فاطمه مرزوقی

ویراستاری: دکتر کتابیون وحدت

گرافیک و صفحه آرایی: دارا جوکار

ناشر: انتشارات دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

چاپ: نزهت

شمارگان: ۲۰۰۰ جلد



بنیاد رشد و اندیشه سازندگی
استان بوشهر



مرکز تحقیقات
پزشکی هسته‌ای خلیج فارس



مرکز تحقیقات
طب گرمسیری و عفونی خلیج فارس



دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

بوشهر، خیابان معلم، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

تقدیم به

دکتر عباس نصرتی

پیشگام در آموزش «آمادگی و پاسخ پزشکی در خدادای هسته‌ای»

فهرست مطالب

۹	.....	سرآغاز
۱۹	.....	فیزیولوژی و کینتیک یُد
۲۱	.....	نیاز فیزیولوژیک یُد
۲۴	.....	توکسیکوکینتیک
۲۴	.....	جذب
۲۴	.....	انتشار
۲۵	.....	دفع
۲۷	.....	خطر پرتوگیری با یُد رادیواکتیو
۳۰	.....	یُد رادیواکتیو
۳۰	.....	کاربردهای پزشکی
۳۱	.....	اثرات زیان آور
۳۳	.....	تجربه‌ی رخداد چرنوبیل
۳۷	.....	تخمین خطر سرطان تیروئید
۳۹	.....	منطق تجویز یُد پایدار
۴۴	.....	مکانیسم اثر یُد پایدار
۴۵	.....	دوزاژ یُد پایدار
۴۷	.....	الف/ کاربرد قرص‌های یدید پتاسیم در کودکان و نوجوانان (یک ماهه تا ۱۸ ساله)
۴۷	.....	ب) نوزادان (کمتر از یک ماه)
۴۹	.....	ج) زنان باردار



- ۵۰..... د/ مادران شیرده
- ۵۰..... هـ/ بزرگسالان زیر ۴۰ سال
- ۵۱..... و/ بزرگسالان بالاتر از ۴۰ سال
- ۵۲..... کارایی یُد پایدار
- ۵۳..... اثرات زیان آور یُد پایدار
- ۵۶..... هیپرتیروئیدی برخاسته از یُد
- ۵۶..... هیپوتیروئیدی برخاسته از یُد
- ۵۹..... اثرات زیان آور غیر تیروئیدی
- ۶۰..... موارد منع مصرف KI
- ۶۱..... تجربه ی لهستان
- ۶۵..... برنامه ی پیاده سازی پیشگیری با یُد پایدار
- ۶۷..... سطوح تداخلی سازمان جهانی بهداشت (WHO)
- ۷۰..... مقایسه سازمان جهانی بهداشت (WHO) با مدیریت غذا و داروی آمریکا (FDA)
- ۷۰..... دوزاژ برای نوجوانان بالای ۱۲ سال
- ۷۱..... سطوح تداخلی برای برنامه ی پیشگیری با یُد پایدار
- ۷۳..... کنش های حفاظتی پرشتاب و کنش های رویاروی
- ۷۶..... تخیله
- ۷۷..... پناه گیری
- ۷۹..... کنترل مواد غذایی
- ۸۳..... نکاتی پیرامون پشتیبانی و مدیریت پخش قرص های یُد
- ۸۵..... شکل شیمیایی
- ۸۶..... فرمولاسیون، انباشت و بسته بندی
- ۸۸..... دوزاژ و منع مصرف قرص KI
- ۸۸..... زمان تجویز و طول مدت پیشگیری
- ۹۱..... انبارسازی، پیش پخش و پخش قرص یُد پایدار
- ۹۳..... سطح اول (صفر تا ۵۰ میلی):

۹۴.....سطح دوم (۵۰ تا ۲۰۰ مایلی):.....

۹۴.....سطح سوم (بالتر از ۲۰۰ مایلی):.....

۹۷.....اطلاع رسانی / ارتباطات.....

۹۹.....پیوست.....

۱۰۱.....سازمان جهانی بهداشت.....

۱۰۱.....کاربرد یَدید پتاسیم برای حفاظت تیروئید هنگام رخدادهای هسته‌ای یا پرتویی.....

۱۰۱.....پیش درآمد.....

۱۰۲.....یَدید پتاسیم انجام نمی‌دهد.....

۱۰۲.....یَد پایدار در غذای طبیعی.....

۱۰۲.....اطلاعات اضافی پیرامون کمبود یَد.....

۱۰۳.....چگونه KI عمل می‌کند؟.....

۱۰۳.....چه هنگامی می‌بایست KI را دریافت کرد؟.....

۱۰۳.....چند عدد قرص KI را می‌بایست دریافت کرد؟.....

۱۰۴.....کاربرد قرص‌های KI در کودکان.....

۱۰۴.....قرص‌های KI در زنان باردار.....

۱۰۵.....قرص‌های KI در زنان شیرده.....

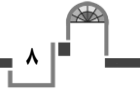
۱۰۵.....قرص‌های KI در بزرگسالان.....

۱۰۵.....اثرات جانبی.....

۱۰۶.....موارد بالینی که قرص‌های KI منع مصرف دارند.....

۱۰۹.....منابع.....





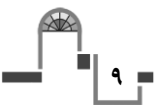
سر آغاز

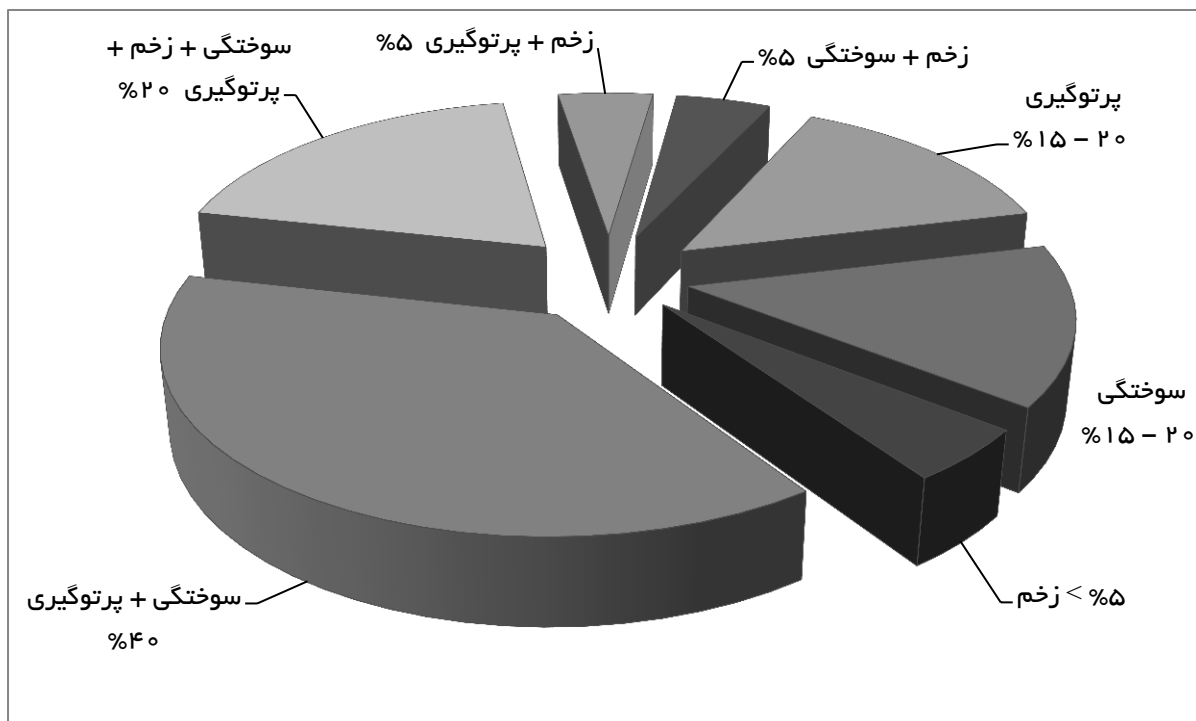
امروزه از انرژی هسته‌ای و مواد رادیواکتیو در پزشکی، صنعت، کشاورزی و تحقیقات استفاده می‌شود. با تمام تدابیر ایمنی و رعایت استانداردهای بین‌المللی، تاکنون جهان شاهد ده‌ها مورد سانحه پرتوی بوده است.

جمهوری اسلامی ایران، پرشتاب به سوی تکنولوژی هسته‌ای گام بر می‌دارد و از این رو، آشنایی با ابعاد یک حادثه‌ی هسته‌ای و آمادگی و پاسخ پزشکی به فوریت‌های یک رخداد هسته‌ای، از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است.

تأثیرات انفجار هسته‌ای شامل تخریب

ساختمان‌ها و از بین رفتن ساکنین، ایجاد حرارت (تخریب و آسیب در نتیجه درجه حرارت بالا و آتش)، نور شدید (آسیب بینایی) و پرتوهای یونیزاسیون که تولید سندرم حاد پرتویی می‌کنند، می‌باشد. افرادی که در نزدیکی حادثه هستند و از تأثیرات انفجار هسته‌ای و تأثیرات حرارتی جان سالم به در می‌برند در معرض سطح بالایی از پرتوها قرار گرفته و دچار سندرم حاد پرتویی شامل تهوع، استفراغ، اسهال، خستگی و سردرد می‌شوند. درحالی‌که سوختگی حرارتی ممکن است طی چندین دقیقه روی دهد ولی آسیب پوستی پرتویی و دیگر علائم طی چند روز و



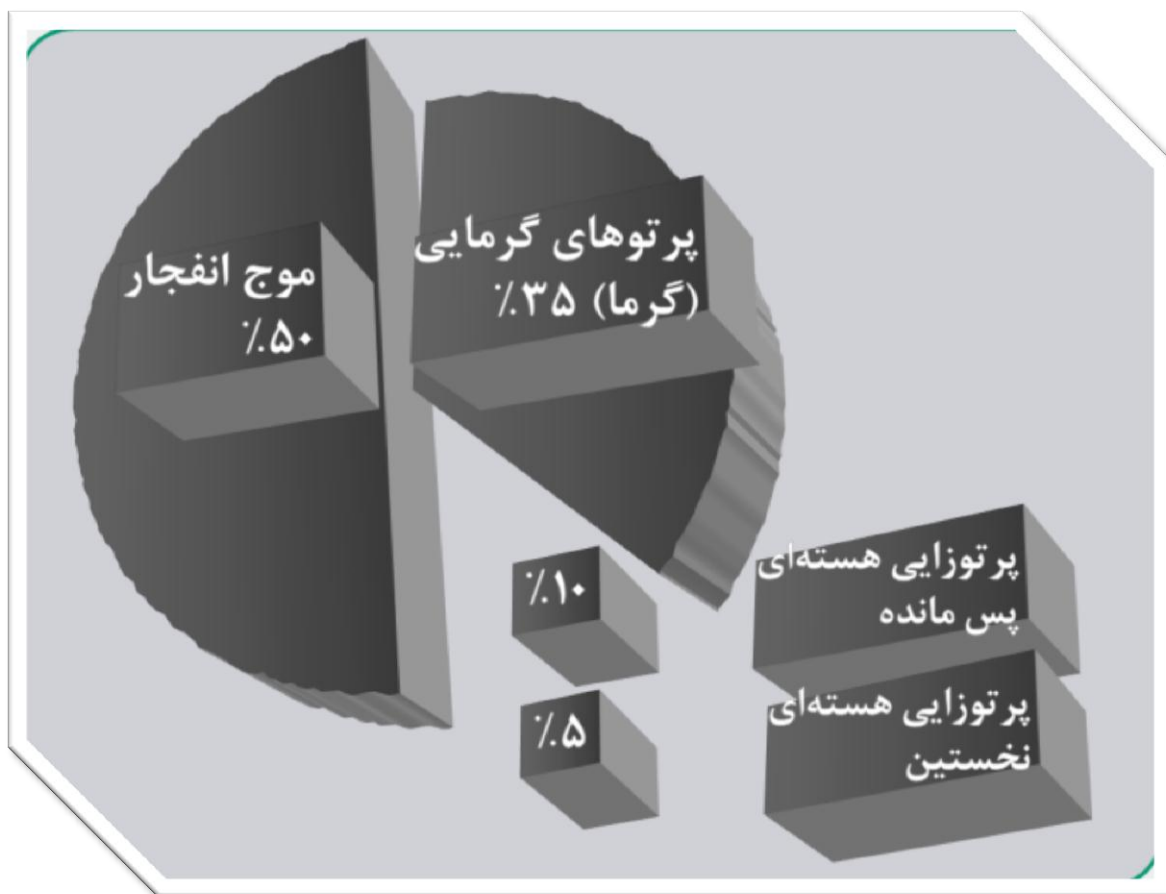


نمودار (۱) فراوانی آسیب‌های پرتویی در رخدادهای هسته‌ای؛ در اکثر رخدادهای هسته‌ای، آسیب‌های پرتویی همراه با دیگر آسیب‌ها می‌باشند.

از دیدگاه استراتژیک، توجه به پیامدهای سلامت در گستره‌ی عموم مردم که پس از رخداد هسته‌ای در راکتورهای نیروگاه هسته‌ای ممکن است روی دهند، فوق‌العاده مهم می‌باشند. رخدادهای ناگوار در راکتورهای هسته‌ای، در چند دهه‌ی گذشته در جهان روی داده‌اند و این رخدادها با آزادسازی مقادیر عظیمی از گازهای بی‌اثر، ید رادیواکتیو و دیگر ایزوتوپ‌ها توأم بوده‌اند.

از این دیدگاه، ایزوتوپ‌های ید در کانون توجه قرار می‌گیرند، زیرا پس از انفجار در یک راکتور

هفته‌های بعدی روی می‌دهد. بسته به شدت تشعشع، ممکن است قربانیان علائم گوناگونی بروز دهند و در نتیجه سطوح مراقبتی پزشکی مختلفی نیز مورد نیاز است و هدف این نوشتار نیز پرداختن به این فوریت‌های هسته‌ای نیست و امیدواریم که در مجموعه نوشتارهایی که از سوی مرکز تحقیقات پزشکی هسته‌ای دانشگاه علوم پزشکی بوشهر انتشار می‌یابند، به ابعاد گوناگون پزشکی و راه‌های رویارویی با این رخدادها، در سیمایی جزئی‌تر و کاربردی، بپردازیم.



نمودار ۲) انرژی‌های آزاد شده از یک رخداد هسته‌ای

(Deterministic) مانند هیپوتیروئیدی در نتیجه‌ی برخورد با مقادیر بالای تابش پرتویی و نیز کاهش اثرات احتمالی (Stochastic) مانند سرطان تیروئید و ندول‌های تیروئید برآمده از برخورد با مقادیر کمتر یُد رادیواکتیو می‌باشد. از آنجا که سلول‌های تیروئیدی کودکان بیشتر از بزرگسالان، در حالت تقسیم سلولی می‌باشند، شانس جهش‌های ژنی و سرطان تیروئیدی

هسته‌ای، نه تنها این ایزوتوپ‌ها در مقادیر بسیار عظیمی آزاد می‌گردند بلکه برخورد با آن‌ها می‌تواند پیامدهای بسیار مهمی بر سلامت انسان بر جای گذارد.

بدین سان، اقدامات حفاظتی برای رویارویی با پیامدهای سلامت بر انسان ایزوتوپ‌های یُد رادیواکتیو شامل جلوگیری از اثرات قطعی

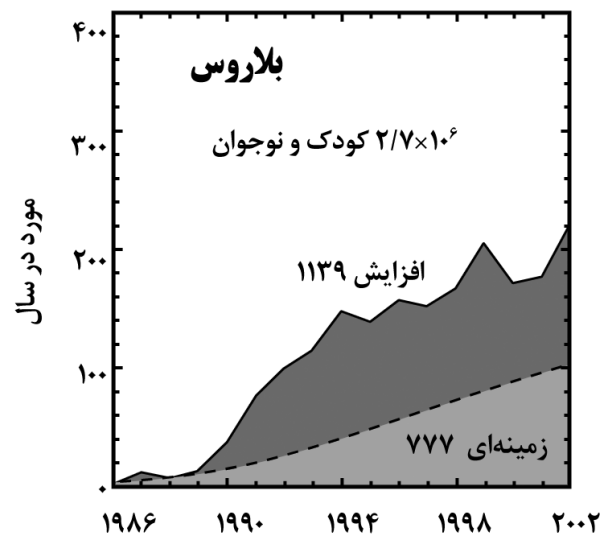
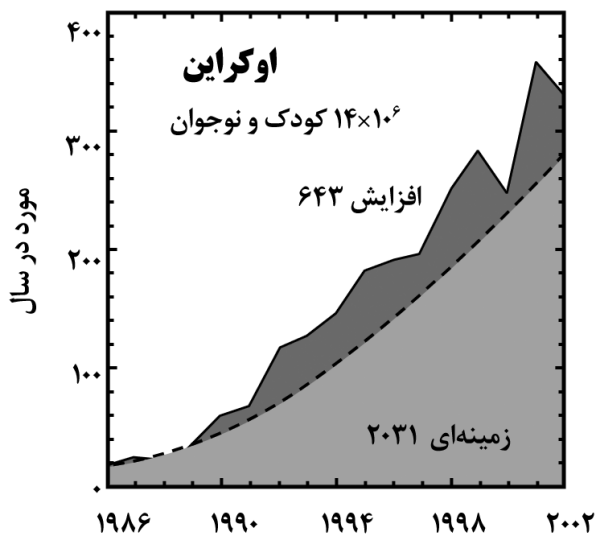
بلا روس، بخش کوچکی از فدراسیون روسیه و بخش شمالی اوکراین، همراه بود. حتی در سال‌های پس از حادثه‌ی چرنوبیل، رخداد سرطان تیروئید در مناطقی که بیشتر آسیب دیده بودند، تا میزان ۱۰۰ برابر زمان پیش از حادثه فزونی یافت.

هر چند که پس از یک رخداد هسته‌ای، آلودگی با یُد رادیواکتیو، از راه بیرونی و درونی امکان‌پذیر است ولی عمده‌ی راه انتقال ایزوتوپ‌های

را بیشتر از خود، نسبت به بزرگسالان، نشان می‌دهند. در رخداد هسته‌ای ۱۹۸۶ نیروگاه اتمی چرنوبیل، بیش از پنج میلیون نفر در معرض تابش‌های هسته‌ای قرار گرفتند. عمده‌ی مواد رادیواکتیو آزاد شده شامل یُد ۱۳۱ و ایزوتوپ‌های سزیوم بود. هر چند که این تابش هسته‌ای، موجب سندرم حاد پرتویی در جمعیت در معرض برخورد با پرتوها نگردید، اما با افزایش خطر سرطان در کودکان



تصویر (۱) راکتور آسیب دیده‌ی نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل



نمودار ۳) تعداد جراحی‌های سرطان تیروئید در اوکراین و بلاروس، در میان کسانی که در زمان رخداد هسته‌ای چرنوبیل کودک یا نوجوان بوده‌اند. تقریباً یک چهارم موارد سرطان تیروئید مشاهده شده در اوکراین و تقریباً سه پنجم موارد مشاهده شده در بلاروس، مربوط به پرتوگیری رخداد چرنوبیل می‌باشند.



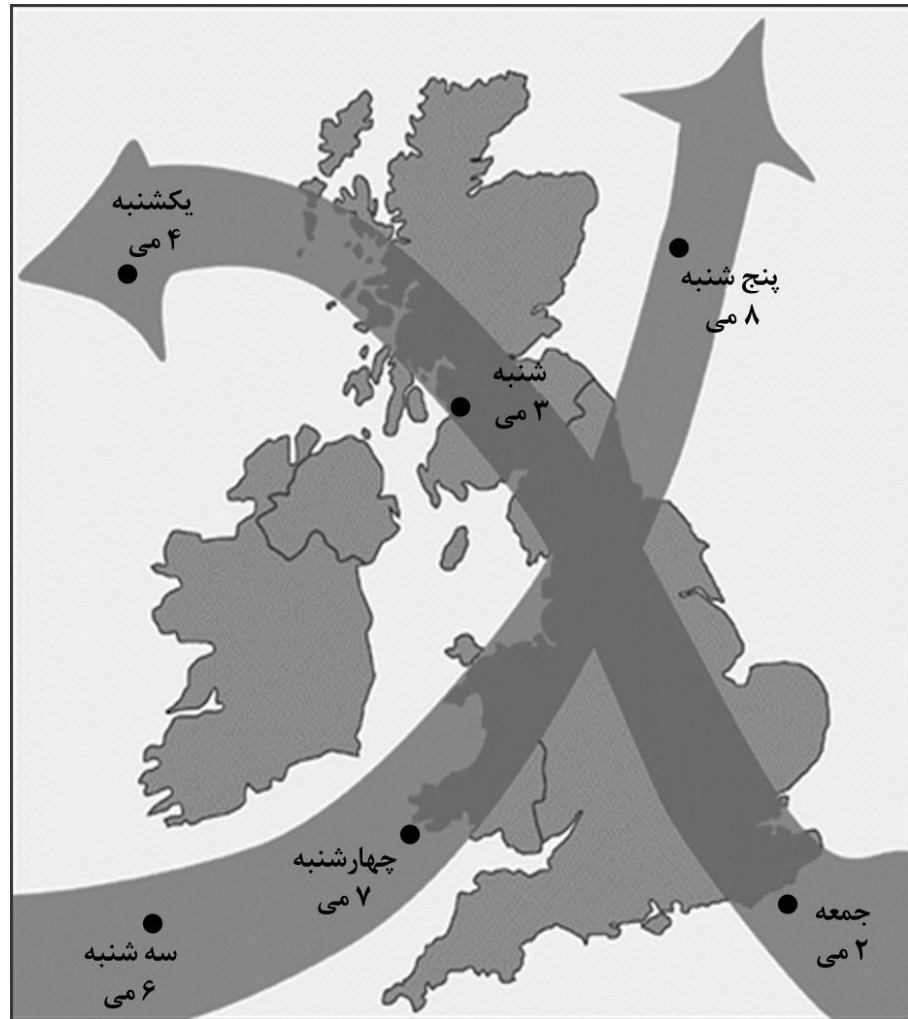
غیر رادیواکتیو در هنگام بروز حادثه در راکتور هسته‌ای و گذر ابر اتمی برخاسته از این حادثه، بهترین شیوه‌ی منطقی برای اشباع غده‌ی تیروئید با ید غیر رادیواکتیو و ممانعت این غده از برداشت ید رادیواکتیو می‌باشد. میزان دوز پیشنهادی سازمان جهانی بهداشت (WHO) برای ید پتاسیم، ۱۳۰ میلی گرم برای بزرگسالان، ۶۵ میلی گرم برای کودکان ۳ تا ۱۲ سال، ۳۲ میلی گرم برای کودکان ۱ ماهه تا ۳ ساله و ۱۶ میلی گرم برای نوزدان کمتر از یک ماه است. قرص‌های یدید پتاسیم باید بلافاصله بعد از

رادیواکتیو ید، به ویژه ید ۱۳۱، از طریق درونی می‌باشد که این آلودگی از طریق تنفس ابر اتمی که پس از یک رخداد هسته‌ای در گذر است و یا از طریق مصرف غذاهای آلوده به ید رادیواکتیو، به ویژه فرآورده‌های لبنیاتی و سبزیجات برگ‌دار، روی می‌دهد.

از آنجا که در شرایط طبیعی فیزیولوژیک بدن، انتقال دهنده‌ی سدیم - ید که بر روی سطح سلول‌های تیروئیدی هستند را می‌توان با مصرف ید فراوان کاهش داد، تجویز یدید پتاسیم به عنوان ید

پیرامون اثر و عوارض تجویز
 یُد غیر رادیواکتیو، در پس از
 حوادث هسته‌ای می‌باشد. در
 این کشور، پس از رخداد
 هسته‌ای چرنوبیل، جمعاً
 تعداد ۱۰/۵ میلیون دوزاژ
 محلول KI به کودکان و ۷
 میلیون دوزاژ به بزرگسالان
 داده شد. تجربه‌ی کشور
 لهستان نشان داد که کاربرد
 یُدید پتاسیم در رخدادهای
 هسته‌ای بسیار ایمن می‌باشد.
 پس از رخداد هسته‌ای
 چرنوبیل در لهستان، هیچ
 افزایش بروز سرطان
 تیروئیدی گزارش نشد و
 عوارض جانبی نسبت به
 یُدیدپتاسیم نیز بسیار نادر
 بوده است. بدین سان،
 تجربه‌ی لهستان، موفقیت

برنامه‌ی پیشگیری با یُد پایدار را در رخدادهای
 هسته‌ای به نمایش می‌گذارد. بر همین اساس، در
 رخداد هسته‌ای فوکوشیمای ژاپن در سال ۲۰۱۱ نیز
 ۲۳۰ هزار واحد یُد پایدار در سطح جمعیت اطراف



تصویر ۲) رخداد هسته‌ای چرنوبیل این را به ما آموخت که مقادیر چشمگیری از یُد
 رادیواکتیو می‌توانند تا صدها کیلومتر دورتر از مکان رخداد سیر کنند.

رخداد هسته‌ای یا طی چند ساعت اولیه (تا ۴ ساعت)
 مصرف شود تا مؤثر واقع شود.

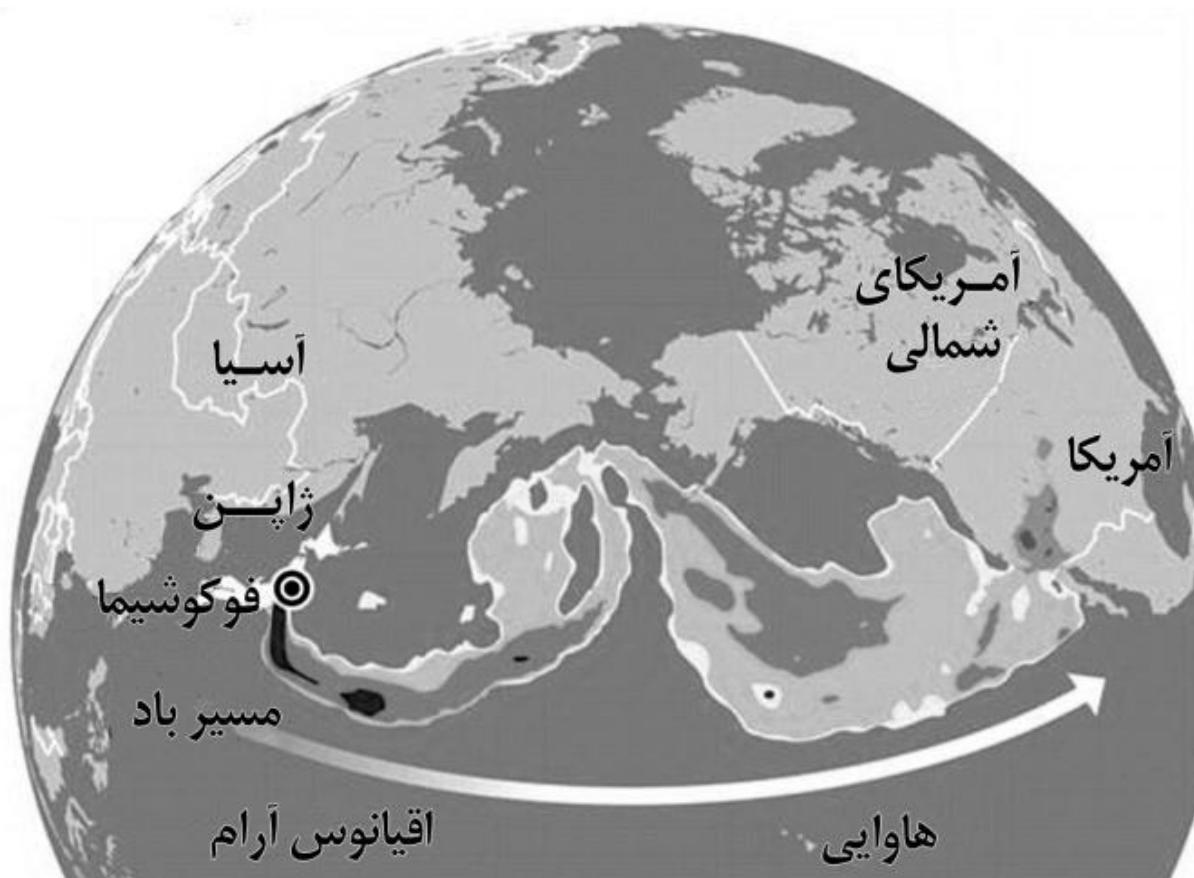
تجربه‌ی کشور لهستان در زمینه‌ی تجویز
 یُدید پتاسیم، بزرگترین و بهترین تجربه‌ی جهانی

راکتورهای آسیب دیده، پخش گردید.

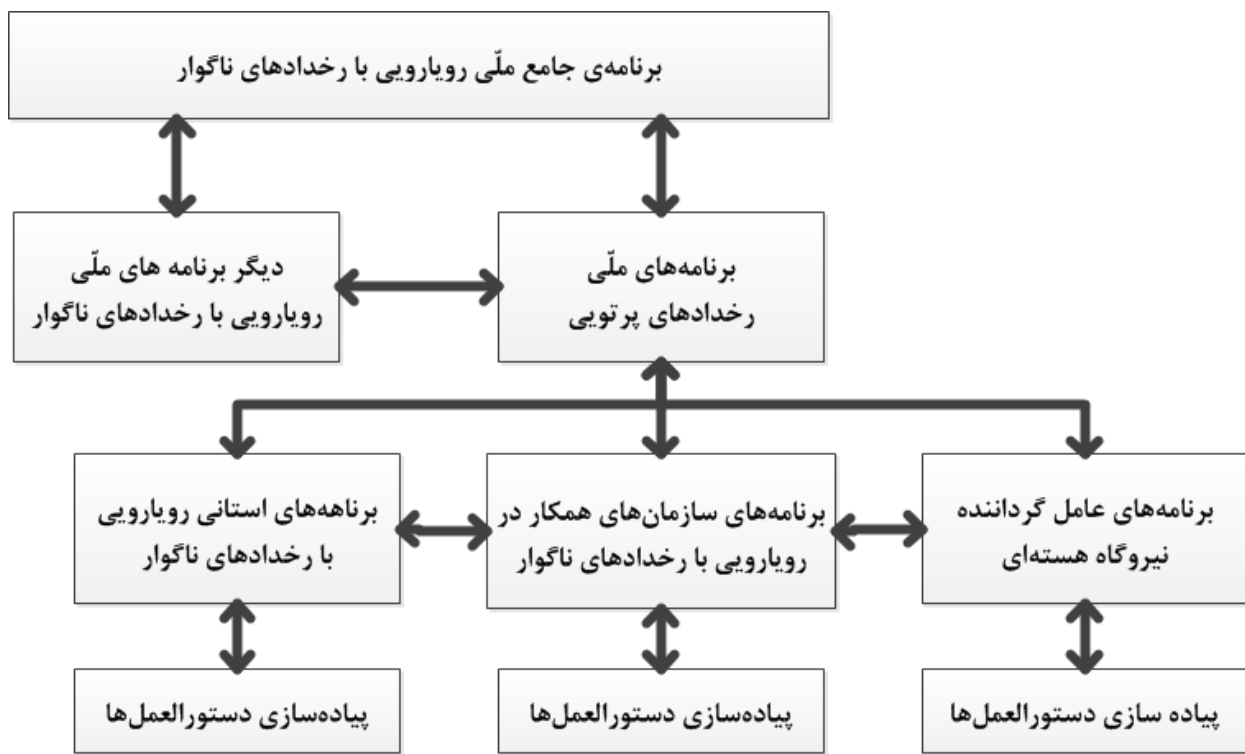
از این رو، پس از یک رخداد هسته‌ای، توجه به ساز و کار پخش یُد پایدار و مسائل و مشکلات نوپدید، نگرش ژرفی را می‌طلبد. با توجه به نزدیک بودن زمان آغاز به کار نیروگاه هسته‌ای بوشهر، وجود یک دستورالعمل پایه برای کنش‌های پیشگیرانه با یُد

پایدار در پس از رخدادهای هسته‌ای، بسیار فراوان احساس می‌شود.

نوشتار کنونی در پی آن است که اصول پایه و سامانه‌های منطقی برای پیش پخش قرص یُدید پتاسیم در پیش از رخداد هسته‌ای و نیز راهکارهای پخش و شیوه‌ی تجویز این قرص‌ها را در هنگامه‌ی



تصویر ۳) پیش‌بینی حرکت ابر هسته‌ای برخاسته از رخداد هسته‌ای در نیروگاه‌های هسته‌ای ژاپن در سال ۲۰۱۱ و گذر آن بر فراز اقیانوس آرام؛ شرایط آب و هوایی و اقلیمی، در گسترش ابر هسته‌ای بسیار مؤثر است.



نمودار ۴) مفهوم برنامه‌ریزی یک پارچه در هنگام رخدادهای در یک نیروگاه هسته‌ای

شده‌اند، اما همه‌ی این دستورالعمل‌ها، در نهاد خود، اصول و شیوه‌ی تجویز یُد پایدار را که در دستورالعمل سازمان جهانی بهداشت نمایان است، به نمایش می‌گذارند. از این رو، ما در این نوشتار، از چهارچوب پیشنهادی سازمان جهانی بهداشت در سال ۱۹۹۹ پیروی جسته‌ایم ولی افزون بر آن دست‌آوردهای پژوهش‌های نوین و نکات قابل تعمق دستورالعمل‌های جدید را نیز گنجانده‌ایم. خوشبختانه، در مارس ۲۰۱۱ دستورالعمل ۱۹۹۹

رخدادهای هسته‌ای نمایان کند. دستورالعمل راهنمای کاربرد یُدید پتاسیم در رخدادهای هسته‌ای مورد پذیرش همه‌ی کشورهایی که دارای راکتورهای هسته‌ای هستند، "دستورالعمل برای پیشگیری با یُد پس از رخدادهای هسته‌ای"، می‌باشد که در سال ۱۹۹۹ توسط سازمان جهانی بهداشت (WHO) ارائه شده است. هر چند دستورالعمل‌های دیگری توسط مدیریت غذا و داروی آمریکا (FDA) و دیگر مجامع بین‌المللی ارائه

سازمان جهانی بهداشت، توسط خود این نهاد بین‌المللی مورد بازنگری فنی قرار گرفته است و ما نیز موارد بازنگری شده‌ی دستورالعمل ۱۹۹۹ را به دقت در توالی و بطن متن این نوشتار لحاظ نموده‌ایم. از آن جا که دستورالعمل بازنگری مارس ۲۰۱۱ (آخرین نسخه‌ی این دستورالعمل)، خود به عنوان یک رفرانس قابل قبول حتماً مورد استفاده قرار خواهد گرفت، ترجمه‌ی متن کامل آن نیز در پیوست آمده است.

در یک فراگرد کلی، نوشتار کنونی، نه تنها

دستورالعمل‌های سازمان جهانی بهداشت را نمود می‌دهد بلکه از تجربیات دیگر کشورها، به ویژه کشورهای عضو اتحادیه‌ی اروپا نیز مدد جسته است. رخدادهای هسته‌ای در نیروگاه‌های چرنوبیل و فوکوشیمای ژاپن نشان دادند که رخدادهای هسته‌ای فقط یک مسئله‌ی بومی نبوده و پیامدهای بر سلامت آن می‌تواند براساس شرایط اقلیمی تا صدها کیلومتر گسترش یابد. بدین سان طراحی مدیریت بحران یک رخداد هسته‌ای در سطح ملی و آموزش "پاسخ و آمادگی پزشکی در رخداد‌های هسته‌ای" از اولویت‌های

جدول ۱) میانگین نمرات دریافتی پزشکان استان بوشهر به تفکیک مباحث اورژانس‌های حوادث هسته‌ای

میانگین نمرات دریافتی			حداکثر نمره	میزان آشنایی
عمومی و متخصص	متخصص	عمومی		
۱/۶۷	۱/۵۹	۱/۷۵	۵	فیزیک پرتوها
۱/۶۳	۲/۱۰	۱/۱۶	۵	سندرم حاد پرتویی، علائم بالینی و تشخیص
۰/۶۹	۰/۵۹	۰/۷۹	۳	تریاژ و درمان
۳/۹۹	۴/۲۸	۳/۷	۱۳	مجموع نمرات

مطرح در گستره‌ی سلامت می‌باشند.

متأسفانه در دروس آکادمیک گروه پزشکی و پیراپزشکی، هیچگونه برنامه‌ی آموزشی برای رویارویی با رخدادهای هسته‌ای تدارک دیده نشده است.

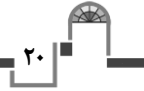
به منظور سنجش آشنایی و سطح آگاهی پزشکان استان بوشهر در مورد آمادگی و پاسخ پزشکی در حوادث هسته‌ای، پرسشنامه‌ای بر اساس پروتکل آژانس بین‌المللی انرژی اتمی و سازمان جهانی بهداشت تدوین شد و ۲۳۳ نفر پزشک (عمومی و متخصص) استان بوشهر در یک مطالعه مقطعی مورد مطالعه قرار گرفتند. نمره کل پزشکان ۳/۹۹ از نمره کل ۱۳ بود (میانگین نمره ۳/۷ برای

پزشکان عمومی و ۴/۲۸ برای متخصصین). پزشکان عمومی و متخصص در بخش‌های فیزیک پرتوها، علائم بالینی و تشخیص سندرم حاد پرتویی، تریاژ و مدیریت بحران و درمان‌های اولیه رفع آلودگی داخلی، نمرات قابل قبول را به دست نیاوردند.

امید است نوشتار کنونی بتواند به عنوان حلقه‌ای از زنجیره‌ی مواد آموزشی، نه تنها در میان گروه پزشکی بلکه به عنوان ماده‌ای خام در نگارش پیش نویس دستورالعمل ملی "رویارویی با رخدادهای هسته‌ای" به کار آید.

بی شک، دانش، نگرش ژرف و تفکر نقادانه‌ی پژوهشگران و دانشمندان کشور عزیزمان بر غنای دانستنی‌های کنونی خواهد افزود.

فيزيولوژی و کینتیک يُد





نیاز فیزیولوژیک یُد

بیش از ۵۰ سال است که یُد به عنوان یک جزء ضروری هورمون‌های تیروئیدی (T3 و T4) شناخته شده است. کمبود شدید یُد (کمتر از ۵۰ میکروگرم دریافت روزانه) عامل عمده‌ی عقب‌افتادگی ذهنی، گواتراندیمیک و کریتنیسم در سراسر جهان می‌باشد. تلاش‌های گسترده‌ای برای ریشه‌کنی

کمبود یُد انجام گردیده و نتایج شگرفی نیز حاصل آمده است. با این وجود، هنوز کارهای بسیاری به جا مانده است که انجام شود و پایش مداوم جمعیت برای اطمینان از دریافت یُد کافی می‌بایست انجام گیرد.

در ایران، برنامه کنترل و پیشگیری از بروز اختلالات ناشی از کمبود یُد و نیز تولید و توزیع نمک یُد دار از سال ۱۳۶۸ به مرحله‌ی اجرا در آمد. از نتایج این فعالیت‌ها آن بود که ایران در سال

۲۰۰۰ از سوی دفتر مدیران‌های شرقی سازمان جهانی بهداشت (WHO/EMRO)، به عنوان کشوری عاری از کمبود یُد، اعلام گردید.

بررسی کشوری سال ۱۳۸۰ نشان داد که درصد گواتر دانش آموزان استان بوشهر (مکان احداث اولین نیروگاه هسته‌ای کشور) کاهش یافته و یُد ادرار دانش آموزان نیز در حد مطلوب سازمان جهانی بهداشت بوده و از این رو استان بوشهر در زمره‌ی مناطق «عاری از کمبود یُد» محسوب می‌گردد.

مطالعه‌ی سال ۱۳۸۶ بخش اندوکراین و متابولیک مرکز تحقیقات طب گرمسیری و عفونی خلیج فارس دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، در میان

کودکان ۷-۱۰ ساله‌ی شهرستان بوشهر نیز نشان داد که بر اساس برآورد میزان شیوع گواتر به شیوه‌ی اولتراسونوگرافی، شهر بوشهر «منطقه‌ی عاری از کمبود یُد» محسوب می‌گردد (جدول ۲).

” مطالعه‌ی چهارم بررسی وضعیت تغذیه و سلامت ملّی آمریکا (NHANES) “ نشان داد که میزان دریافت یُد روزانه در این کشور ۱۵۰ میکروگرم است و این میزان یُد برای فعالیت تیروئید افراد بالغ کافی است (به جز برای زنان حامله و شیرده که ممکن است نیاز آن‌ها به یُد به ترتیب تا ۲۲۰ میکروگرم و ۲۹۰ میکروگرم فزونی یابد).

جدول (۳) میزان یُد مورد نیاز روزانه افراد

جدول (۲) صدک ۹۷ حجم تیروئید (میلی‌لیتر) دانش آموزان ابتدایی بندر بوشهر براساس سن در مقایسه با مقادیر جدید تصحیح شده‌ی سازمان جهانی بهداشت (WHO) و مقادیر پیشنهادی جدید بین‌المللی

پسر		دختر				
سن	بندر بوشهر	WHO	بین المللی	بندر بوشهر	WHO	بین المللی
۷	۳/۷۳	۴/۰	۳/۲۹	۳/۸۸	۴/۱۸	۳/۲۶
۸	۴/۰۶	۴/۳۰	۳/۷۱	۳/۹۶	۴/۸۹	۳/۷۶
۹	۴/۹۷	۴/۸۰	۴/۱۹	۵/۲۵	۵/۶۸	۴/۳۲

جدول ۳) میزان یُد مورد نیاز بدن (WHO/UNICEF/ICCIDD)

میزان دریافت یُد مورد نیاز (میکروگرم در روز)	زیرگروه جمعیتی
۹۰*	شیرخواران (زیر ۱ سال)
۹۰	کودکان (۶ - ۱ سال)
۱۲۰	کودکان مدرسه‌ای (۷ - ۱۲ سال)
۱۵۰	بزرگسالان (۱۲+ سال)
۲۰۰	زنان باردار و شیرده

* در بازنگری به ۹۰ میکروگرم تغییر داده شد؛ دوز پیشنهادی پیشین ۵۰ میکروگرم بود.

پدیده “سازگاری” یا “فرار از اثر وُلَف - چایکوف” می‌گویند.

احتمالاً منع اولیه‌ی گذرا در سنتز هورمون‌های تیروئیدی، به دلیل تولید لیپیدهای یُددار شده و یا یُد لاکتونی است که موجب منع فعالیت پراکسیداز تیروئیدی شده و در نتیجه، اکسیداسیون یُد، یُد دار شدن تیروزین‌ها و پدیده‌ی جفت شدن تیروزین‌های یُددار MIT و DIT، جهت تولید هورمون‌های تیروئیدی T3 و T4، اختلال می‌یابند. به نظر می‌رسد پدیده‌ی فرار از اثر حاد وُلَف - چایکوف، در نتیجه‌ی کاهش انتقال فعال یُد از خون به تیروئید است. در نتیجه یُد درون تیروئیدی کاهش یافته و در این شرایط

در سنن گوناگون را نشان می‌دهد. غده‌ی تیروئید در شرایط کمبود تغذیه‌ای یُد، با افزایش حجم و نیز افزایش انتقال یُد به صورت فعال از خون، خود را نشان می‌دهد. با چنین فعالیتی است که غده‌ی تیروئید با افزایش غلظت یُد، نگهداشت طبیعی هورمون‌های تیروئیدی را موجب می‌شود. برعکس، زمانی که یُد دریافتی افزایش می‌یابد، غده‌ی تیروئید، انتقال یُد را از خون به درون خود کاهش می‌دهد. پس از دریافت یُد اضافی، کاهش گذرا در سنتز هورمون‌های تیروئیدی برای ۴۸ ساعت، در دهه‌ی ۱۹۴۰ پدیده‌ای شناخته شده بود و آن را اثر وُلَف - چایکوف نام دادند. سنتز طبیعی هورمون‌های تیروئیدی با وجود دریافت اضافی یُد، دوباره آغاز می‌گردد و به این

سنتز هورمون‌های تیروئیدی به حالت طبیعی بازمی‌گردد.

بررسی‌های مولکولی و کلون سازی "انتقال دهنده‌ی یُد" از خون به تیروئید یعنی "انتقال دهنده‌ی همزمان سدیم- یُد (NIS)" نشان می‌دهند که کاهش NIS و به دام اندازی یُد و سپس کاهش یُد درون تیروئیدی، فرار از اثر وُلَف- چایکوف را پدید می‌آورند.

از این رو، بسیاری از مطالعات گزارش کرده‌اند که تجویز مقادیر فارماکولوژیک یُد به افراد سالم (بدون بیماری تیروئیدی)، موجب کاهش ناچیز در سطح سرمی T4 و افزایش جبرانی ناچیزی در TSH می‌شود (البته هر دوی این هورمون‌ها در محدوده‌ی طبیعی می‌مانند). این یافته‌ها، بیانگر آن است که افراد سالم، می‌توانند مقادیر زیادی یُد را برای زمانی طولانی مصرف کنند (یعنی فرار از اثر وُلَف - چایکوف و نگهداشت تیروئید در حالت طبیعی (Euthyroid)).

توکسیکوکینتیک

جذب: بیشترین مقدار یُد که وارد بدن می‌شود از مصرف غذا و مقدار کمتری نیز از آب آشامیدنی بدست می‌آید. همچنین یُد می‌تواند از راه تنفس (چنانچه در هوای تنفسی موجود باشد) و یا از طریق تزریق درون وریدی (جهت آزمون‌های ویژه

تشخیصی و یا درمانی) وارد بدن شود. بعضی از اشکال یُد نیز هنگامی که در روی پوست قرار داده می‌شوند، می‌توانند وارد بدن شوند. هنگامی که یُد بلع می‌شود، از راه معده و روده‌ی کوچک به شکل شیمیایی احیاء شده، یعنی یُدید (I⁻)، جذب می‌شود. میزان جذب گوارشی یُد تقریباً بعد از مصرف نمک‌های یُدید محلول مانند یُدید پتاسیم (KI)، صددرصد می‌باشد. جذب در هنگامی که یُد وارد معده می‌شود آغاز می‌گردد. با در نظر گرفتن تأخیر جذبی حدوداً ۱۰ تا ۱۵ دقیقه‌ای مواد غذایی در معده، جذب یُد در تمامی افراد حداکثر ۱ تا ۲ ساعت بعد از بلع، به صورت کامل، انجام می‌شود.

به نظر می‌رسد جذب گوارشی یُد در بچه‌ها، نوجوانان و بالغین یکسان باشد؛ هر چند که جذب آن در کودکان ممکن است کمتر از بچه‌های با سن بالا و بزرگسالان باشد.

انتشار: یُد در جریان گردش خون، سریعاً در سطح سرمی منتشر شده و سطح غلظت سرمی آن در حد طبیعی ۵ تا ۱۵ میکروگرم در لیتر در نوسان است.

با در نظر گرفتن حجم مایع خارج سلولی که تقریباً ۲۰ لیتر است، می‌توان بر این اساس، مقدار محتوای یُد خارج سلولی (منهای یُدی که در غده‌ی تیروئید، غدد بزاقی، مخاط معده، شبکه‌ی کروئیدی،

غدد شیری، جفت و غدد عرقی موجود است) را محاسبه کرد که به صورت کلی، حدوداً ۵۰ تا ۱۰۰ میکروگرم می‌باشد.

از منبع ید خارج سلولی، ید توسط تیروئید برداشت شده و در ساخت هورمون‌های تیروئیدی به کار برده می‌شود و از این رو، مقدار غلظت ید تیروئید معمولاً بین ۲۰ تا ۵۰ برابر سطح سرمی است.

برداشت ید توسط تیروئید، سریعاً آغاز می‌گردد. ید بلع شده شیب هموار خود را پس از ۲۴ تا ۴۸ ساعت بعد از بلع ۱۰ تا ۴۰ درصدی ید بدست می‌آورد. به صورت یک قاعده، برداشت ید توسط تیروئید یک مکانیسم سازش پذیر بسیار حساس و وابسته به دریافت ید می‌باشد.

• در سطوح دریافتی پایین ید که در شرایط کمبود ید روی می‌دهد (حدوداً ۲۰ میکروگروم در روز)، برداشت ید توسط تیروئید افزایش می‌یابد. این مکانیسم سازشی، می‌تواند این پدیده را تفسیر کند که چرا مردم در شرایط کمبود ید، پس از در معرض قرار گرفتن با ید رادیواکتیو، شانس بیشتری برای ایجاد سرطان تیروئید از خود نشان می‌دهند. زیرا در این شرایط میزان برداشت ید رادیواکتیو توسط تیروئید فزونی می‌یابد.

• مکانیسم‌هایی که این اجازه را به تیروئید می‌دهند تا با افزایش ناگهانی یا مزمن فزونی

ید سازش یابد، در نوزدان و بعضی اوقات در بزرگسالان، نارس می‌باشند. از این رو، سطح برداشت تیروئید در نوزدان ۳ تا ۴ برابر بیشتر از بزرگسالان در ۱۰ روز اول زندگی بوده و در حدود ۱۰ تا ۱۴ روز از زندگی نیز تقریباً به سطح بزرگسالان می‌رسد.

• به نظر می‌رسد برداشت ید توسط تیروئید در نوجوانان بیشتر از بزرگسالان بوده و با افزایش سن نیز به آهستگی کاهش می‌یابد.

• در زنان حامله، از آنجا که ید از مرز جفت عبور می‌کند، بخشی از ید بلع شده نیز توسط جفت و جنین از ۱۰ تا ۱۲ هفتگی برداشت می‌شود که تا حدود ۲۲ هفتگی سطح این مقدار برداشت ید، پایین می‌باشد. اما پس از ۲۲ هفتگی حاملگی، سطح برداشت ید سریعاً تا زمان بلوغ جنین افزایش می‌یابد. بنابراین، چنانچه مادر در معرض ید رادیواکتیو در نیمه‌ی دوم حاملگی قرار گیرد، سطح ید رادیواکتیو در تیروئید جنین بیش از تیروئید مادر خواهد بود. به زبان دیگر، هدف از تجویز ید پایدار در هنگامه‌ی نیمه‌ی دوم حاملگی، نخست حفاظت از جنین است.

دفع: ید جذب شده عمدتاً از طریق ادرار و مدفوع دفع می‌گردد. به صورت طبیعی، ترشح ادراری بالاتر از ۹۷ درصد از این مورد را شامل شده و دفع مدفوعی نیز تقریباً ۱ تا ۲ درصد از ید جذب شده را به خود اختصاص می‌دهد.

ترشح کلیوی در ساعات اولیه سریع بوده و در انتهای ۲۴ تا ۴۸ ساعت بعد، به شیب هموار می‌رسد. نیمه‌ی عمر دفعی یُد جذبی در بدن در حدود ۳۱ روز در افراد مذکر سالم بالغ تخمین زده شده است. البته باید توجه نشان داد که این نیمه‌ی عمر در میان افراد بسیار متغیر است.

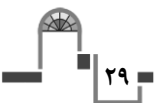
برعکس پدیده‌ی برداشت یُد توسط تیروئید، دفع یُد پدیده‌ای غیرسازشی و غیرحساس به دریافت یُد است.

- پالایش یُد کلیوی اشباع پذیر نیست.
- دفع ادراری در زنان باردار افزایش می‌یابد.
- در شرایط با فعالیت فیزیکی بالا، مقدار دفع یُد در هوای بازدمی، اشک و عرق افزایش می‌یابد.

• یُد در بزاق انسان ترشح می‌شود. ترشح بزاقی یُد ممکن است مسیری مهم برای باز چرخ یُد در بدن باشد؛ تاکنون مقدار کمی مسیر بزاقی برای دفع یُد محاسبه نشده است؛ ولی احتمالاً این مقدار باید ناچیز باشد.

• اما از همه مهمتر آن که، یُد در شیر انسان نیز دفع می‌گردد. بیشترین مقدار یُد در شیر انسان طی ۴۸ ساعت اولیه‌ی بعد از بلع، دفع می‌گردد. بخش یُد جذبی که از طریق شیر دفع می‌گردد، با شرایط عملکردی تیروئید و میزان یُد دریافتی، متغیر است. از این رو، دفع شیری یُد در شرایط هیپوتیروئیدی (حدوداً ۱۰ برابر) در مقایسه با هیپرتیروئیدی، بسیار بیشتر است.

خطر ٱرتوٱیری با ٱد رادیواکتیو



با رادیونوکلئیدهای دیگر، موجب پرتوگیری برونی با مواد رادیواکتیو موجود در ابر رادیواکتیو برآمده از انفجار اتمی گردیده و بر روی زمین، پوست و لباس‌ها نیز فرود می‌آیند. اما در مورد ایزوتوپ‌های رادیواکتیو، توجه بیشتر بر روی تماس با پرتوها به صورت درونی است که پس از اتصال و برداشت ایزوتوپ‌های رادیواکتیو توسط تیروئید، روی می‌دهد. این پدیده، پس از استنشاق هوای آلوده و نیز بلع مایعات و غذای آلوده، صورت می‌پذیرد.

هر چند که جذب از طریق پوست نیز روی می‌دهد، اما مقدار آن در مقایسه با راه استنشاقی، ناچیز جلوه می‌کند.

از ۲۵ ایزوتوپ یُد با جرم ۱۱۷ تا ۱۴۱، همگی به جز ^{127}I ، رادیواکتیو می‌باشند. از دیدگاه آلودگی محیط زیست و آسیب به انسان، ایزوتوپ‌های ^{131}I و ^{139}I ، مهمترین ایزوتوپ‌ها هستند. این ایزوتوپ‌ها، تنها ایزوتوپ‌های یُد رادیواکتیوی هستند که در نتیجه‌ی شکافت هسته‌ای، با نیمه عمر بالاتر از یک روز، تولید می‌شوند.

ایزوتوپ ^{131}I یک تابنده‌ی بتا با نیمه‌ی عمر ۸/۰۶ روز بوده که حداکثر انرژی بتای آن ۰/۸۱ MeV می‌باشد. ایزوتوپ‌های یُد (جدول ۴) به ویژه ^{131}I ، از مهمترین اجزای آزاد شده پس از یک رخداد هسته‌ای هستند. ایزوتوپ‌های رادیواکتیو یُد، همراه

جدول (۴) نیمه عمر رادیوایزوتوپ‌های وابسته به ^{131}I رادیواکتیو که در فرآورده‌های شکافت هسته‌ای یافت می‌شوند.

نوکلائید	نیمه عمر
^{131}I	۸/۰۴ روز
^{132}I	۲/۳ ساعت
^{133}I	۲۰/۸ ساعت
^{135}I	۶/۶۱ ساعت
^{132}Te	۳/۲۶ روز

یُد رادیواکتیو

کاربردهای پزشکی

یُد رادیواکتیو نقش مهمی را در تشخیص و درمان بیماری‌های گوناگون تیروئید بازی می‌کند. دو ایزوتوپ مهم ^{131}I که عمدتاً تابنده‌ی گاما با نیمه عمر کوتاه ۱۳ ساعت است و نیز ^{123}I که تابنده‌ی بتا با نیمه عمر ۸ روز می‌باشد. از آن جا که انرژی بالای تابشی بتا برآمده از ^{131}I بیشتر از تابش‌های گامای این ایزوتوپ باعث آسیب سلولی و یا مرگ سلولی می‌شود، بنابراین ^{123}I انتخاب اول برای موارد تشخیصی بیماری‌های تیروئید می‌باشد. به زبان

دیگر، نیمه عمر کوتاه و نیز تابش گامای این ایزوتوپ، آسیب‌های احتمالی پرتویی به غده‌ی تیروئید را کاهش می‌دهد.

توانایی تیروئید به انباشت یُد در خود، این امکان را فراهم می‌آورد که از یُد رادیواکتیو در تشخیص و درمان استفاده کرد. زیرا این ایزوتوپ‌های رادیواکتیو با میزان سطح یُد در گردش خون، حالت تعادلی می‌یابند و میزان برداشت یُد پایدار (غیر رادیواکتیو) به درون تیروئید را منعکس می‌کنند.

برداشت یُد رادیواکتیو توسط تیروئید در بیماران هیپرتیروئیدی افزایش یافته ولی معمولاً در بیماران هیپوتیروئیدی کاهش می‌یابد و این میزان برداشت نیز با میزان یُد دریافتی فرد به صورت

است. همچنین به دلیل انباشت یُد در غدد بزاقی نیز مزه‌ی دهان از بین می‌رود.

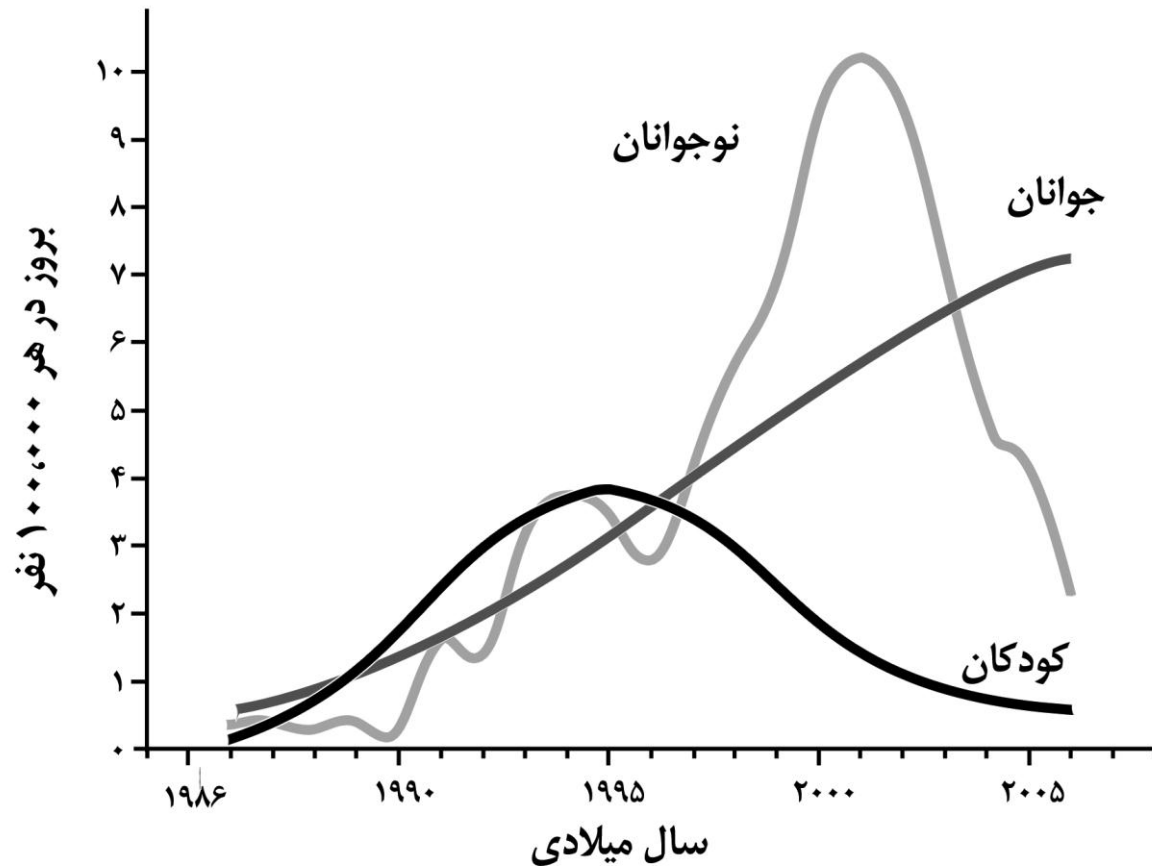
اثرات زیان‌آور

مقدار بالای تابش ایزوتوپ ^{131}I به تیروئید، تقریباً همیشه با کم‌کاری تیروئید، در نتیجه‌ی پرتوگیری و تخریب همیشگی سلول‌های تیروئیدی توأم است. از این رو، با دوزاژ پرتوگیری بالا با یُد ۱۳۱، جمعیتی بسیار ناچیز از سلول‌های تیروئیدی پا برجا مانده و شانس ایجاد سرطان تیروئید بسیار کاهش می‌یابد. برعکس، تعداد قابل توجه‌ای از کودکان، با دوزاژ کمتری از یُد ۱۳۱ و دیگر ایزوتوپ‌های با عمر کوتاه‌تر یُد، پس از رخداد ۱۹۸۶ چرنوبیل، روبرو گردیدند و چند سال پس از این رویداد، دچار سرطان تیروئید شدند. چند دلیل احتمالی برای وجود تفاوت میان کاربرد پزشکی یُد رادیواکتیو و پرتوگیری با ایزوتوپ‌های یُد رادیواکتیو طی رخداد هسته‌ای و ریزش این مواد و ایجاد سرطان تیروئید وجود دارد:

- همانگونه که در بالا اشاره شد، مقادیر بالای ^{131}I می‌تواند موجب مرگ سلول‌های تیروئیدی شود. برعکس، پرتوگیری با دوزاژ پایین، موجب ایجاد آسیب شده و به سلول‌های تیروئیدی آسیب می‌زند ولی آن‌ها را نمی‌کشد و از این رو آسیب هسته‌ای را

معکوس متغیر است. بنابراین، برداشت یُد رادیواکتیو در افراد با دریافت یُد کم، بالاتر از حد طبیعی و در افراد با دریافت یُد بالا، کمتر از حد طبیعی می‌باشد. این پدیده در رخداد هسته‌ای چرنوبیل نمود یافت. مردم چرنوبیل دچار کمبود یُد بودند و در نتیجه مقدار برداشت یُد رادیواکتیو آن‌ها افزایش یافت، برعکس در ژاپن که دریافت یُد بالا است، با دریافت کمتر یُد رادیواکتیو روبرو بودیم. توانایی تیروئید به انباشت یُد رادیواکتیو این اجازه را برای تصویربرداری تیروئید با تجهیزات مناسب تصویربرداری جهت نشان دادن مکان، سیما و وضعیت عملکردی ندول‌های تیروئیدی فراهم می‌آورد.

انباشت بیش از حد یُد رادیواکتیو در تیروئید موجب مرگ سلولی (در نتیجه‌ی تابش‌های بتای یُد رادیواکتیو ^{131}I) می‌شود. از این رو، ^{131}I برای درمان بیماران با پرکاری تیروئید و نیز بیمارانی که دارای گواترهای ندولی بزرگ هستند و دچار نشانگان فشاری بر روی نای و مری بوده و یا در کسانی که نمی‌توانند جراحی تیروئید را تحمل کنند و نیز برای نابودی باقیمانده‌ی طبیعی و یا بافت تیروئیدی بدخیم بعد از درمان جراحی سرطان تیروئید، کاربرد دارد. کاربرد مقادیر بالای یُد رادیواکتیو برای درمان سرطان تیروئید، گاهی با التهاب غدد بزاقی (در نتیجه‌ی پرتوگیری) همراه



نمودار ۵) میزان بروز سرطان تیروئید در کودکان، نوجوانان و جوانان بلاروسی، پس از رخداد هسته‌ای چرنوبیل

• از آنجا که سلول‌های تیروئیدی کودکان بیشتر از بزرگسالان، در حالت تقسیم سلولی می‌باشد، شانس بیشتری در جهش‌های ژنی و سرطان تیروئیدی را در هنگامی که پرتوگیری با مقادیر کمتری از ید رادیواکتیو روی می‌دهد، از خود نشان می‌دهند.

القاء کرده و با ایجاد موتاسیون، موجب سرطان تیروئید می‌شود.

• ید رادیواکتیو آزاد شده به اتمسفر، احتمالاً شامل ایزوتوپ‌های با عمر کوتاه‌تر ید، (افزون بر ید ۱۳۱) بوده و این ایزوتوپ‌ها توان سرطان‌زایی دارند.

در جمعیت در معرض برخورد با پرتوها، موجب سندرم حاد پرتویی نشد، اما با افزایش خطر سرطان در دراز مدت توأم بود. بدین سان، پس از حادثه نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل در سال ۱۹۸۶، افزایش چشمگیری در سرطان‌های تیروئیدی در کودکان بلاروس، بخش کوچکی از فدراسیون روسیه و بخش شمالی اوکراین مشاهده گردید.

به صورت طبیعی، سرطان تیروئید در کودکان نادر است و تقریباً شکی نیست که افزایش سرطان تیروئید در کودکان این مناطق، به دلیل قرارگیری در معرض رادیوایزوتوپ‌های یُد که در بارش اتمی موجود بوده‌اند، روی داده است.

حدود ۱۸۰۰ مورد سرطان تیروئید تا سال ۱۹۹۸ در افرادی که در زمان حادثه کودک و یا نوجوان بودند، گزارش شده است. میزان رخداد سرطان تیروئید در کودکان ۱-۰ ساله، تقریباً دو برابر کودکانی بود که در موقع پرتوگیری ۳-۲ سال سن داشتند. داده‌ها برای بررسی میزان رخداد سرطان تیروئید در بزرگسالان، کمتر آشکار است. اما افزایشی ۳ تا ۴ برابری در میزان سرطان تیروئید بزرگسالان، در بلاروس، گزارش شده است ولی افزایش ۳ برابری که در بخش‌هایی از فدراسیون روسیه دیده شده است را به برنامه‌های غربالگری اطلاق کرده‌اند.

در یک فراگرد کلی، اثرات زیان‌بار یُد رادیواکتیو را می‌توان به دو صورت نگریست:

۱/ اثرات قطعی زیان‌بار (Deterministic)

۲/ اثرات احتمالی زیان‌بار (Stochastic)

اثرات قطعی پس از در معرض قرار گرفتن تیروئید با یُد رادیواکتیو شامل هیپوتیروئیدی و تیروئیدیت حاد است. اما اثرات احتمالی شامل سرطان تیروئید و ندول‌های تیروئیدی خوش خیم می‌باشد.

هیپوتیروئیدی در نتیجه‌ی دوزاژ بالای پرتو، با مقادیر بالاتر از چند گری (Gy) به تیروئید، ایجاد می‌شود. این دوزاژ بالا، عملاً تنها از راه تنفس در نزدیکی نقطه‌ی رخداد هسته‌ای، روی می‌دهد.

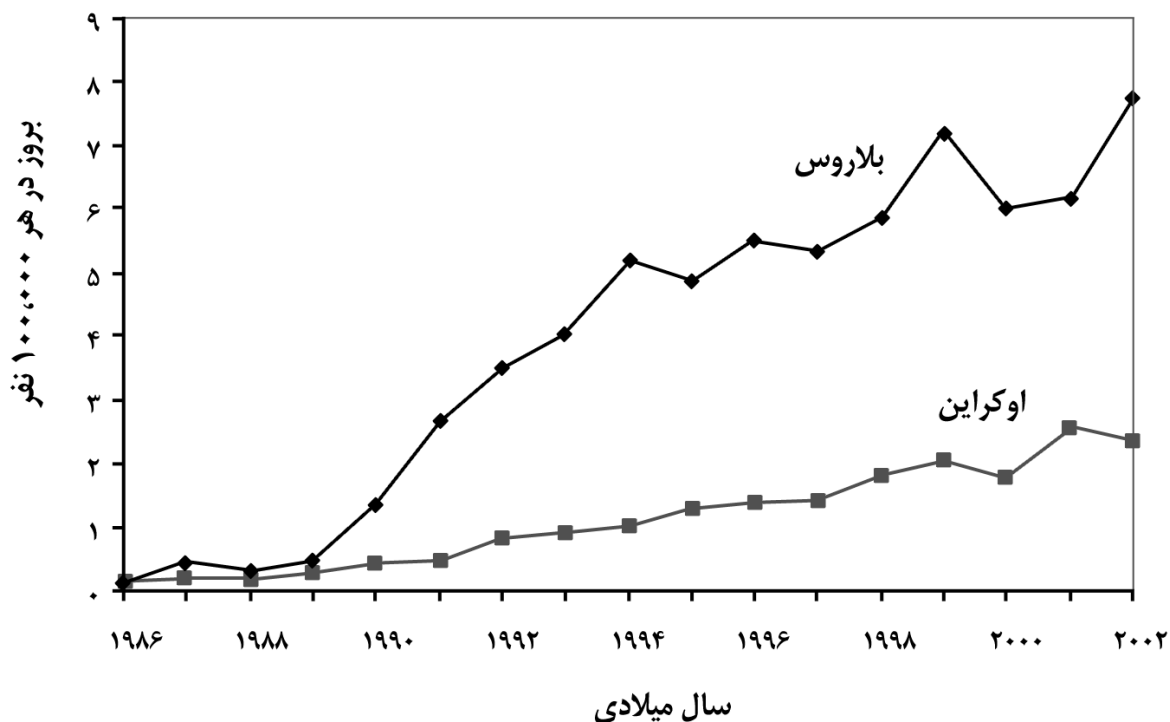
انباشت انتخابی سریع یُد رادیواکتیو در غده‌ی تیروئید نیز موجب پرتوگیری درونی این غده شده و میزان شانس سرطان تیروئید و ندول‌های خوش خیم نیز افزایش می‌یابد و در دوزاژ بالا نیز هیپوتیروئیدی ایجاد می‌کند.

تجربه‌ی رخداد چرنوبیل

در منطقه‌ی اطراف چرنوبیل، بیش از پنج میلیون نفر در معرض پرتوگیری قرار گرفتند که عمده‌ی مواد رادیواکتیو شامل یُد ۱۳۱ و ایزوتوپ‌های سزیوم بود. هر چند که این پرتوگیری،

به طور کلی، با داده‌های کنونی، نمی‌توان افزایش در سرطان تیروئید در هنگامی که فرد در زمان پرتوگیری در سنین بزرگسالی بوده است را کنار گذاشت ولی باید گفت که این خطر به نسبت ناچیز است. با این وجود، مطالعات بیشتری نیاز است تا انجام شود. زیرا احتمال رخداد تومورهایی با دوران نهفتگی طولانی وجود دارد که می‌بایست گذشت

زمان آن‌ها را نشان دهد. براساس مطالعات پس از رخداد هسته‌ای چرنوبیل، کاملاً آشکار است که خطر سرطان تیروئید در واحد دوزاژ برای کودکان زیر ده سال، بالاتر از بزرگسالان بوده و بر پایه‌ی این یافته‌ها، فاکتور ۳ برای کودکان زیر ده سال، در مقایسه با کودکانی که در زمان پرتوگیری بالای ده سال هستند، پیشنهاد شده است. مقدار بالاتر



نمودار ۶) میزان بروز سرطان تیروئید در کودکان و نوجوانان اوکراینی و بلاروسی که با ۱۳۱ پس از رخداد هسته‌ای چرنوبیل برخورد داشته‌اند.



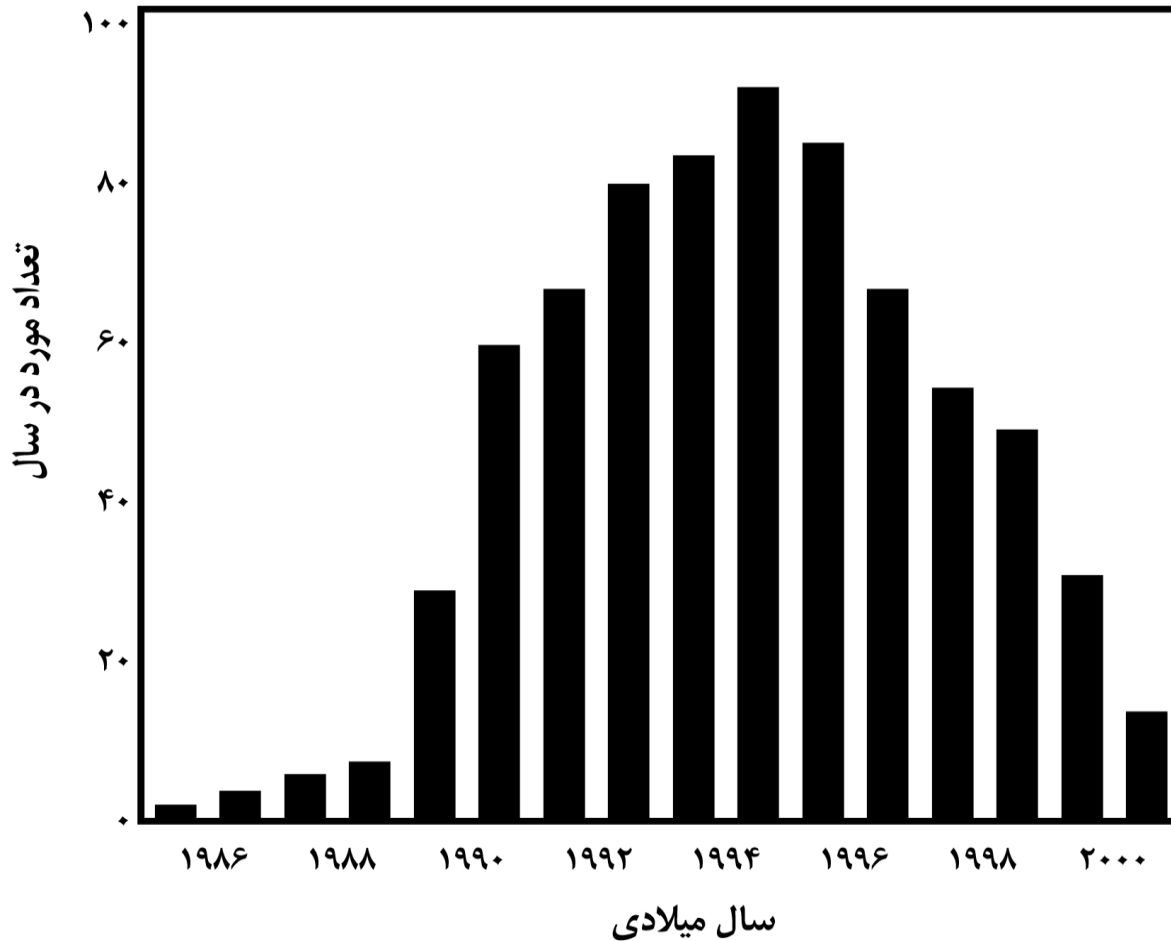
تصویر ۴) پس از رخداد هسته‌ای نیروگاه چرنوبیل، کودکانی که بین صفر تا چهار سال در زمان حادثه سن داشته‌اند، ۳۰ تا ۶۰ برابر میزان انتظار، افزایش سرطان تیروئید از خود نشان دادند.

چرنوبیل، رخداد سرطان تیروئید در مناطقی که بیشتر آسیب دیده بودند، تا میزان ۱۰۰ برابر زمان پیش از حادثه فزونی یافت.

در هر صورت، پس از حادثه‌ی چرنوبیل، به هزاران کودک تا چند گری (Gy) پرتو تابیده بود. اکثر موارد سرطان تیروئید در کودکانی روی داد که تا ۳۰۰ میلی گری (mGy) پرتو دریافت کرده بودند. اما باید توجه نشان داد که در مناطقی که میانگین دوز دریافتی به کودکان زیر ۱۰۰ میلی گری بوده نیز افزایش رخداد سرطان تیروئید مشاهده شده است. افزایش بروز سرطان‌های تیروئید تا شعاع

خطر نسبی برای کودکان با سن کمتر در مقایسه با بزرگسالان، احتمالاً به دلیل وابستگی این کودکان به شیر آلوده و مصرف بیشتر شیر توسط آن‌ها در زمان حادثه بوده است.

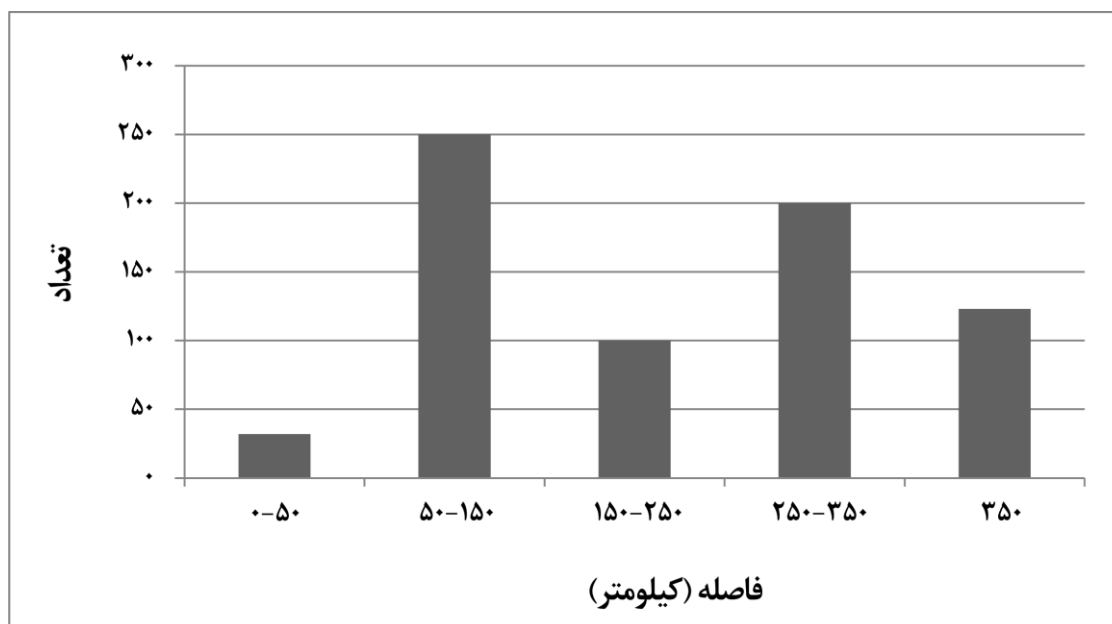
چنین بوده است که ۴ سال پس از حادثه نیروگاه چرنوبیل، در کودکان و نوجوانان، ما با یک افزایش رخداد سرطان تیروئید روبرو می‌شویم که میزان مشاهده شده سرطان تیروئید در میان کودکانی که بین صفر تا ۴ سال در زمان حادثه سن داشته‌اند، ۳۰ تا ۶۰ برابر میزان مورد انتظار، افزایش از خود نشان می‌دهد. در سال‌های پس از حادثه



(نمودار ۷) سرطان تیروئید در کودکان بلاروسی (سن بین صفر تا ۱۴ سال در هنگام جراحی)

در یک دید جامع، حادثه چرنوبیل به ما آموخت که این امکان وجود دارد که مقادیر بالایی از ید رادیواکتیو در گستره‌ای وسیع انتشار یافته و اثرات زیان آور خود را نمایان سازد.

۵۰۰ کیلومتری حادثه نیز مشاهده گردید. گستره‌ی آلودگی با ید رادیواکتیو و نیز تعداد زیاد کودکانی که در معرض این ایزوتوپ‌ها قرار گرفتند، این افزایش را قابل درک می‌نماید.



نمودار ۸) میزان فاصله مکانی از رخدادهای هسته‌ای و خطر سرطان؛ پس از رخدادهای هسته‌ای چرنوبیل به تعداد فزاینده‌ای سرطان تیروئید حتی در مکان‌هایی که دوزهای میانگین به تیروئید، به کودکان در حد ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌گری برآورد گردید، مشاهده شد. افزایش بروز سرطان تا فاصله‌ی ۵۰۰ کیلومتری این رخداد نیز گزارش شده است.

تخمین خطر سرطان تیروئید

براساس داده‌های مطالعاتی که از در معرض قرار گرفتن بیرونی (external exposure) با ید رادیواکتیو، طی ده سال گذشته بدست آمده‌اند و همچنین اطلاعات قابل دسترس حادثه چرنوبیل، سازمان جهانی بهداشت (WHO) موارد زیر را برای تخمین خطر سرطان تیروئید ارائه داده است:

۱/ خطر در طول عمر برای سرطان تیروئید در نتیجه‌ی پرتوگیری بیرونی به کودکان حدود 10^{-2} Gy^{-1} است.

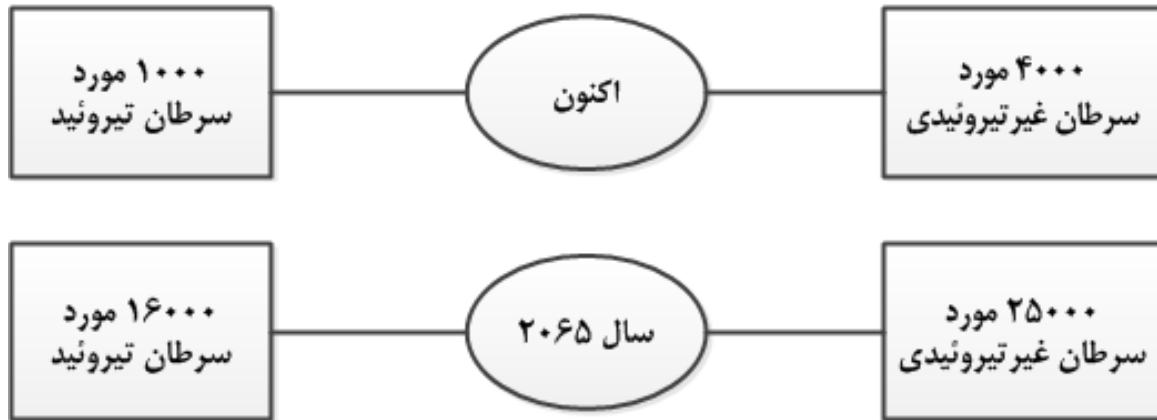
۲/ خطر در طول عمر برای سرطان تیروئید در نتیجه‌ی پرتوگیری درونی به تیروئید کودکان، ممکن است با خطر پرتوگیری بیرونی یکسان باشد.

۳/ خطر برای بزرگسالان در سنین زیر چهل سال اندک است.

۴/ خطر برای افرادی که در زمان پرتوگیری بالای ۴۰ سال داشته باشند، بسیار ناچیز است.

هر چند که WHO خطر در طول عمر (life time risk) را براساس سن و نوع پرتوگیری تقسیم‌بندی نموده است، اما باید این را به یاد داشت

برآورد بار سرطان در اروپا پس از ریزش مواد رادیواکتیو از رخدادهای چرنوبیل



نمودار ۹) برآورد بار سرطان در اروپا براساس مدل‌های ریاضی نشانگر آن است که در سال ۲۰۶۵ حدود ۱۶ هزار مورد سرطان تیروئید در نتیجه تابش هسته‌ای چرنوبیل، می‌توان انتظار داشت.



بیماری زایی چشمگیری را ایجاد کرده و طول درمان آن، تمام زندگی فرد را شامل شده و بر نظام سلامت نیز فشار فراوانی ایجاد می‌کند.

که خطر سرطان تیروئید پس از پرتوگیری با یُد رادیواکتیو عمدتاً ناچیز نیست و هر چند سرطان تیروئید در صورت درمان مناسب، مرگ و میر بسیار اندکی دارد ولی در هر صورت سرطان تیروئید

منطق تجویز یُد پایدار

سیستم تیروئید



تصویر (۵) فیزیولوژی سیستم تیروئیدی

تجویز یُد پایدار پیش از دریافت، یا سریعاً پس از دریافت یُد رادیواکتیو، می‌تواند موجب منع یا کاهش انباشت یُد رادیواکتیو در تیروئید شود.

در شرایط طبیعی، افزایش یُد موجب کاهش انتقال دهنده‌ی میزان سدیم - یُد (NIS) در سطح سلول‌های تیروئید گردیده و از این طریق، موجب منع بیشتر ورود یُد به تیروئید می‌شود. تجویز فراوان در زمان مناسب، موجب کاهش برداشت یُد رادیواکتیو در تیروئید (RAIU) گردیده که این عملکرد از طریق کاهش NIS و افزایش میزان یُد غیر رادیواکتیو قابل دسترس برای اتصال به سلول‌های تیروئیدی روی می‌دهد. در موقع آزاد شدن یُد رادیواکتیو در یک حادثه‌ی هسته‌ای، می‌توان با تجویز درست و به موقع یُد رادیواکتیو، کاهش چشمگیری را در RAIU تیروئید ایجاد نمود و بدین سان، می‌توان اثرات بسیار سودمندی را از کاهش پرتو گیری درونی تیروئید با ایزوتوپ‌های

حداقل برای ۲۴ ساعت با تجویز ۳۰ تا ۲۰۰ میلی گرم از ید پایدار، به صورت یدید پتاسیم (KI) درست قبل یا دقایقی بعد از در معرض قرار گرفتن با ید رادیواکتیو، منع کرد.

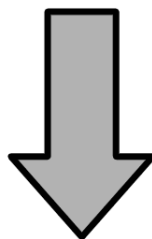
چنانچه KI یک تا سه ساعت بعد از در معرض قرار گرفتن با ید رادیواکتیو تجویز شود،

رادیواکتیو ید که از راه تنفسی و یا مصرف غذاهای آلوده به ید رادیواکتیو، به ویژه شیر و دیگر فرآورده های لبنیاتی و سبزیجات برگ دار بوجود می آید، مشاهده کرد.

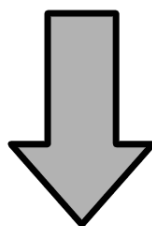
در افراد سالم، نشان داده شده است که برداشت ید رادیواکتیو توسط تیروئید را می توان

ید غیررادیواکتیو در قرص یدید پتاسیم توسط سلول های غده ی

تیروئید طبیعی، پس از مصرف آن ها، جذب خواهند شد.

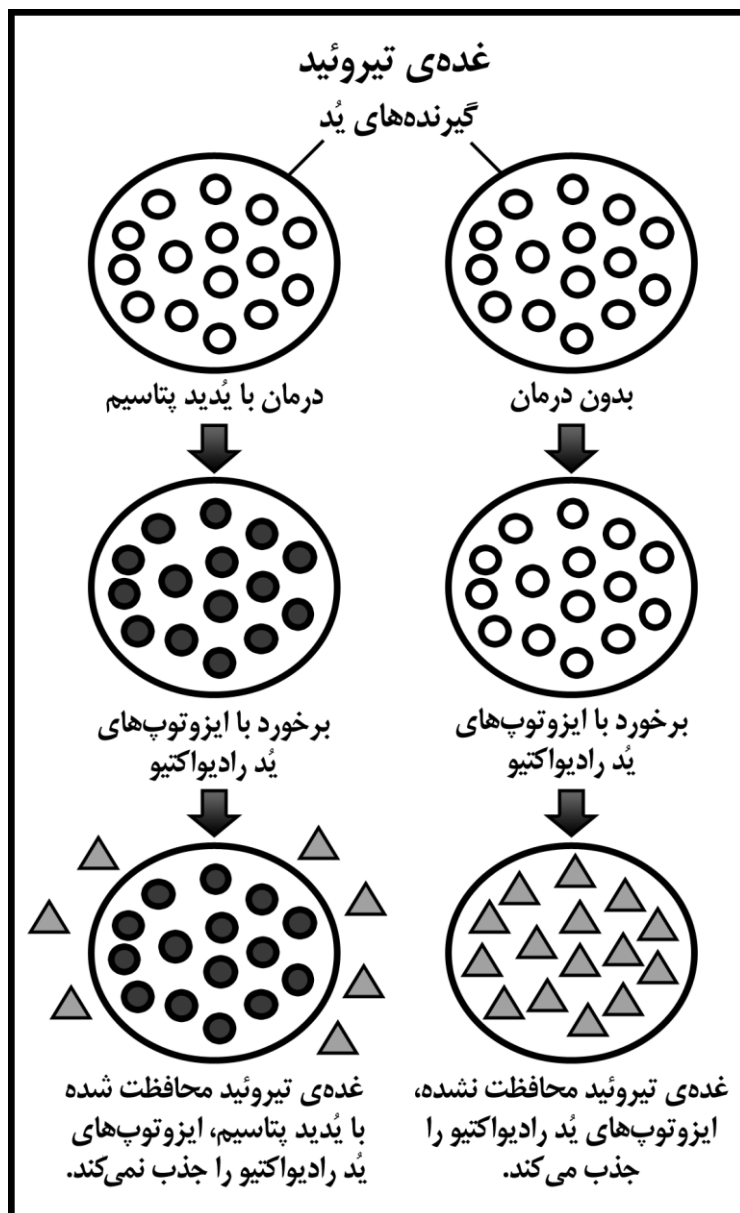


غده ی تیروئید با ید اشباع می شود.



غده ی تیروئید اشباع شده، دیگر نمی تواند ید رادیواکتیو آزاد شده از رخدادهای را برداشت کند.

نمودار ۱۰) مکانیسم اثر یدید پتاسیم در پیشگیری از برداشت ید رادیواکتیو توسط غده ی تیروئید



نمودار ۱۱) اشباع گدهی تیروئید با یدید پتاسیم، مانع برداشت ایزوتوپ‌های ید رادیواکتیو توسط سلول‌های تیروئیدی می‌شود.

می‌توان برای ۲۴ ساعت، از برداشت بیشتر ید رادیواکتیو، تیروئید را بلاک کرد. اثر منعی یک دوزاژ واحد ۱۳۰ میلی گرمی ید به صورت KI حداقل برای ۴۸ ساعت پابرجا می‌ماند. حتی ۸ ساعت بعد از در معرض قرار دادن با ید رادیواکتیو، KI به فرد داده شود، میزان برداشت طبیعی ۲۸ درصد ید رادیواکتیو را می‌توان تا ۴۰ درصد کاهش داد و به میزان برداشت ۱۶ درصد رساند. با این وجود، می‌بایست به این نکته توجه کرد که اگر KI بعد از ۲ تا ۳ روز بعد از ید ۱۳۱ به فرد داده شود، این احتمال وجود دارد که نگهداشت ید ۱۳۱ می‌تواند طولانی تر شده و به صورت تثوریک، اثر پرتوگیری با ید ۱۳۱ موجود را افزایش دهد. به دلیل زمان نگهداشت طولانی ید رادیواکتیو به صورت طبیعی (نیمه عمر ۸۰ تا ۱۲۰ روز) اثر کاهندگی KI بر آزادسازی از تیروئید احتمال دارد کم باشد. چنانچه ید ۱۳۱ در اتمسفر به مقادیری بود که بتواند در تیروئید به دوزاژ ۵ گری (۵۰۰ راد) یا بیشتر برسد، می‌بایست KI تجویز نمود.

در شرایطی که داده‌های قابل اعتماد برای محاسبه‌ی دوزاژ احتمالی به

تیروئید در دسترس نیست، می‌بایست تصمیمی منطقی اتخاذ شود؛ زیرا جذب یُد رادیواکتیو از طریق تنفسی بعد از اینکه ابر رادیواکتیو به یک مکان می‌رسد آغاز شده و تا زمانی که این ابر در گذر است، ادامه می‌یابد.

تلاش برای پیاده‌سازی برنامه‌ی پیشگیری با یُد پایدار و کاهش دوزاژ دریافتی یُد رادیواکتیو به تیروئید، می‌بایست پرشتاب آغاز شود.

همچنین یُد پایدار را می‌توان به عنوان پیشگیری بر علیه یُد رادیواکتیو که از طریق غذای آلوده وارد بدن شده است به کار برد. از آنجا که خطر برخورد با یُد بلع شده برای زمان طولانی پابرجا خواهد بود، پیشگیری برای زمان طولانی تری مورد نیاز است و از این رو دوز آن را می‌بایست تکرار نمود. اثرات جانبی دوزاژ تکرار شونده‌ی قرص یُدید پتاسیم نیز فزونی می‌یابد، هر چند که میزان فراوانی این عوارض هنوز ناشناخته می‌باشد. اما احتمال دارد فراوانی این عوارض در کودکان کم بوده ولی در بزرگسالان، به ویژه در مکان‌هایی با کمبود تغذیه‌ای یُد، بالا است. از این رو، به صورت عمومی، اقدامات کنترلی برای غذا مانند اقدامات در گستره‌ی کشاورزی همچون منع حیوانات از چرا در مراتع آلوده یا اقدامات مناسب برای محصولات کشاورزی، بسیار ساده‌تر بوده و در طولانی مدت نیز برای کاهش دوز دریافتی یُد

رادیواکتیو در مقایسه با تجویز یُد پایدار مؤثرتر است. بدین سان، اقدامات کنترلی بر غذا و گستره‌ی کشاورزی در مقایسه با تجویز تکرار شونده‌ی یُد پایدار، برتری دارد.

مکانیسم اثر یُد پایدار

هر شکل شیمیایی یُد که به کار برده شود، بخش فعال شیمیایی، یون یُد (I) خواهد بود. یون یُد بر روی تیروئید عمل کرده و از اتصال یُد رادیواکتیو به شیوه‌ی پنج مکانیسم، ممانعت می‌کند.

- به عنوان یک ماده، موجب کاهش رقت یُد رادیواکتیو در گردش بدن شده و از این رو، میزان برداشت یُد رادیواکتیو توسط تیروئید را کاهش می‌دهد.

- مکانیسم انتقال فعال یُد توسط انتقال دهنده‌های سدیم - یُد (NIS) را که در روی سطح سلول‌های تیروئیدی هستند، اشباع می‌کند.

- موجب منع آلی شدن یُد (پدیده‌ی ولف - چایکوف) گردیده و از این طریق، سنتز هورمون‌های تیروئید را کاهش می‌دهد و احتمالاً یک کم کاری تیروئیدی را ایجاد می‌کند. این اثر معمولاً کوتاه مدت است ولی جنین و نوزادان بیشتر مورد تأثیر این پدیده قرار می‌گیرند.

- تولید یک ترکیب یُد دار آلی کرده که از

اتصال یُد ۱۳۱ جلوگیری می‌کند.

• ترشح یُد آلی شده توسط تیروئید را منع می‌کند.

از مکانیسم‌های اصلی عمل محافظت کنندگی KI، ایجاد رقت و اشباع است. به زبان دیگر، یُدید پتاسیم با یُد رادیواکتیو برای اتصال به یک سیستم انتقال دهنده‌ی یُد که به صورت فعال کار می‌کند، رقابت می‌نماید.

بدین سان، در شرایط طبیعی، یُد فراوان موجب کاهش انتقال دهنده‌ی همزمان سدیم - یُد (NIS) بر روی سطح سلول‌های تیروئیدی شده و از ورود بیشتر یُد به درون تیروئید جلوگیری می‌کند. تجویز یُد فراوان در زمان مناسب، موجب کاهش برداشت یُد رادیواکتیو توسط تیروئید از طریق کاهش NIS شده و نیز میزان یُد غیر رادیواکتیو قابل دسترس را برای اتصال به سلول‌های تیروئیدی، افزایش می‌دهد.

در زمانی که مکانیسم انتقال فعال یُد اشباع می‌شود، نفوذ یُد رادیواکتیو هنوز امکان دارد. زیرا انتشار غیر فعال (Passive) همچنان ادامه می‌یابد.

دانستن آن که یُد پایدار چه عملی را نمی‌تواند انجام دهد نیز مهم است. از آنجا که یُد پایدار نمی‌تواند مانع ورود یُد رادیواکتیو به بدن شود، پس نمی‌تواند بخش‌های دیگری به جز تیروئید را،

مورد محافظت قرار دهد.

از این رو، یُد پایدار نمی‌تواند اثرات بر سلامت یُد رادیواکتیو را پس از آسیب به تیروئید، برگشت دهد و نیز یُد پایدار نمی‌تواند بدن را از عناصر رادیواکتیو دیگر (به جز یُد رادیواکتیو) مورد محافظت قرار دهد.

دوزاژ یُد پایدار

براساس دستورالعمل سازمان جهانی بهداشت (WHO)، برای پیشگیری با یُد پایدار پس از حوادث هسته‌ای (سال ۱۹۹۹ و نیز بازنگری مارس ۲۰۱۱)، برداشت یُد رادیواکتیو توسط تیروئید را می‌توان به صورت مؤثر با تجویز ۱۰۰ میلی‌گرم یُد پایدار (معادل ۱۳۰ میلی‌گرم KI یا ۱۷۰ میلی‌گرم KIO_3) در بزرگسالان و نوجوانان منع کرد. برای کودکان می‌بایست دوزاژ تجویزی KI را کاهش داد. این پیشنهاد WHO در اکثر کشورهای جهان به جز ایالات متحده‌ی آمریکا پذیرفته شده است؛ که در ایالات متحده‌ی آمریکا اختلاف ناچیزی میان دوزاژ برای نوجوانان بالای ۱۲ سال وجود دارد. همچنین در آمریکا اختلافی نیز با WHO برای سطح آستانه آغاز عملیات پیاده‌سازی برنامه‌ی پیشگیری با یُد پایدار در افراد تا سن ۱۸ سال و زنان باردار یا شیرده

وجود دارد که در جای خود به آن خواهیم پرداخت.

جدول شماره‌ی (۵) دوزاژ واحد پیشنهادی WHO برای یُد پایدار بر اساس گروه سنی افراد را نمایان می‌کند. دوز درست KI براساس سن متغیر می‌باشد. در صورت عدم وجود دستور آشکار در مواقع مورد بحث، فقط یک دوز KI را می‌بایست استفاده کرد. برای حفاظت، معمولاً یک تک دوز KI تا ۲۴ ساعت کافی است.

در زمانی که در معرض قرار گرفتن با یُد

رادیواکتیو به طول کشیده و یا تکرار می‌شود، کارگزاران سلامت مردم، ممکن است دستور استفاده بیش از یک بار قرص‌های KI را صادر کنند. در چنین شرایطی، براساس بازنگری مارس ۲۰۱۱ سازمان جهانی بهداشت (WHO)، نوزادان (کمتر از یک ماه) و زنان باردار و شیرده نمی‌بایست دوزهای تکرار شونده‌ی KI را دریافت کنند و از این رو، می‌بایست فعالیت‌های محافظتی دیگر را برای این گروه‌های ویژه، مورد به مورد، تحت نظر گروه پزشکی، انجام داد.

جدول (۵) تک دوزاژ پیشنهادی برای یُد پایدار بر پایه‌ی گروه سنی (پیشنهادی WHO, 1999)

گروه سنی	میزان ید (mg)	میزان KI (mg)	میزان KIO_3 (mg)	بخش قرص ۱۰۰ میلی‌گرمی
بزرگسالان و نوجوانان (بالای ۱۲ سال)	۱۰۰	۱۳۰	۱۷۰	۱
کودکان (۱۲ - ۳ سال)	۵۰	۶۵	۸۵	$\frac{1}{2}$
شیرخواران (یک ماهه تا ۳ ساله)	۲۵	۳۲	۴۲	$\frac{1}{4}$
نوزادان (تولد تا یک ماهه)	۱۲/۵	۱۶	۲۱	$\frac{1}{8}$

الف/ کاربرد قرص های یدید پتاسیم در کودکان و نوجوانان (یک ماهه تا ۱۸ ساله)

خطر سرطان تیروئید در کودکان پس از در معرض قرار گرفتن با ید رادیواکتیو، در مقایسه با بزرگسالان بالاتر است؛ به این صورت که گروه های با سن جوان تر در خطر بالاتری قرار دارند. در نتیجه، حفاظت از کودکان در زمانی که کارگزاران سلامت مردم KI را در میان افراد پخش و تجویز می کنند، می بایست به عنوان یک اولویت در نظر گرفت. قرص یدید پتاسیم می بایست به تمام کودکان، بر اساس دوزاژ پیشنهادی داده شود. تنها استثناء، کودکانی هستند که موارد منع مصرف به صورت مطلق را دارند (به بحث موارد منع مصرف مراجعه کنید).

از لحاظ فیزیولوژیک، مقدار دوزاژ ید رادیواکتیو دریافتی در این گروه بالاتر از بزرگسالان می باشد؛ زیرا غده تیروئید این گروه کوچکتر است. هر چند این گروه، حجم تنفس کمتری دارند ولی این حجم تنفسی نمی تواند از لحاظ کمی، کوچک بودن غده تیروئید آن ها را جبران نماید. بالاترین میزان جذب ید رادیواکتیو از طریق تنفسی (تا ۳ برابر در مقایسه با بزرگسالان) در سنین ۳ سالگی اتفاق می افتد. همچنین دوزاژ دریافتی از طریق گوارشی نیز ممکن است به چندین برابر در مقایسه

با بزرگسالان افزایش یابد. زیرا عموماً مصرف بالای شیر، در مقایسه با توده تیروئید، در این گروه مشاهده می شود.

چنانچه دریافت ید رادیواکتیو از طریق تنفسی به طول انجامد، دوزاژ پیشنهادی مربوط به KI را می توان روزانه تکرار کرد و چنانچه نتوان کنترل مناسب مواد غذایی را برای جلوگیری از مصرف موارد آلوده به ید رادیواکتیو به مرحله اجرا گذاشت، پیشگیری قرص ید پایدار به صورت تجویز روزانه را می توان به مدت چندین روز و یا حتی هفته ها در این گروه (چنانچه مورد نیاز باشد) ادامه داد.

ب) نوزادان (کمتر از یک ماه)

نوزادان کمتر از یک ماه فقط یک تک دوز KI را می بایست دریافت کنند. آزمون های هورمون های تیروئیدی این نوزادان را می بایست بعد از تجویز KI ارزیابی نمود و ظرف یک هفته بعد از تجویز KI، مشورت با پزشک متخصص اطفال، توصیه می شود.

باید توجه کرد که نوزادان، در هنگام تصمیم گیری جهت اجراء برنامه پیاده سازی پیشگیری با ید پایدار به عنوان گروه بحرانی، محسوب می شوند. زیرا آن ها به ویژه در چند روز اول زندگی به صورت ویژه در خطر ید رادیواکتیو و نیز اثر منع کننده فعالیت تیروئیدی با ید پایدار هستند.

باشد. از سوی دیگر، در همین هنگامه، به ویژه تیروئید، نسبت به عملکرد منع کنندگی یُد پایدار حساس است. این هنگامه‌ی بسیار بحرانی اثر منع کنندگی عملکرد تیروئیدی، برای کمتر از یک هفته (حتی در نوزادان نارس) پابرجا می‌ماند. همین

بعد از تولد، یک افزایش قابل ملاحظه در فعالیت تیروئیدی مشاهده می‌شود که دو روز پابرجا می‌ماند. بخشی از یُد رادیواکتیو دریافتی در این هنگامه‌ی بحرانی، به درون تیروئید، نفوذ می‌کند و این میزان می‌تواند چهار برابر گروه‌های سنی دیگر



تصویر ۶) محلول ThyroShield که مورد تأیید FDA بوده و حاوی ۶۵ میلی‌گرم KI در هر سی‌سی می‌باشد.

طریق جفت تحت معرض یُد رادیواکتیو قرار گیرد ولی همین سیستم نیز در محافظت جنین در زمانی که مادر KI دریافت می‌کند نیز عمل می‌کند.

مانند دیگر افراد، زنان باردار نیز می‌بایست در زمانی که کارگزاران سلامت عمومی، دستور تجویز قرص‌های KI را صادر کردند، بر اساس دوزاژ پیشنهادی برای بزرگسالان، این قرص‌ها را دریافت نمایند.

با انجام این عمل، آن‌ها نه تنها تیروئید خود، بلکه تیروئید بچه تولد نیافته خود را مورد محافظت قرار خواهند داد. در هنگامی که شرایط اورژانس هسته‌ای به پایان می‌رسد، این زنان می‌بایست مصرف قرص یُد را به پزشک خود یادآوری کرده تا تاریخچه‌ی پزشکی آنان ثبت شود و فعالیت تیروئیدی نوزادان آن‌ها نیز مورد بررسی قرار گیرد. زنان بارداری نیز می‌بایست به طور معمول فقط یک تک دوز KI را دریافت کنند. به طور کلی، به دلیل تحریک تیروئید در سه ماهه‌ی اول، این گروه از زنان، بسیار پذیرای اثرات یُد رادیواکتیو در این هنگامه هستند. در سه ماهه‌ی دوم و سوم حاملگی، غده‌ی تیروئید جنین نیز تکامل یافته و یُد را برداشت و در مقادیر فزاینده در خود انباشت می‌کند. از آنجا که یُد به راحتی از جفت عبور می‌کند، بعد از سه ماهه‌ی اول، تیروئید جنین در معرض یُد

هیپوتیروئیدی ناپایدار، در زمان فوق العاده حساس رشد و تکامل مغز در نوزادن، می‌تواند موجب از دست رفتن توانایی عقلی (intellectual) آن‌ها گردد.

از تک دوز ۱۲/۵ میلی گرمی یُد (معادل ۱۶ میلی گرم KI) نیز نمی‌بایست فراتر رفت. محلول KI در بیمارستان‌های با تسهیلات مامایی و زایمان می‌بایست قابل دسترس باشد، زیرا می‌توان دوزاژ دقیق را سریعاً به این گروه پرخطر در هنگامی که هنوز در بخش هستند، تجویز کرد. چند روز بعد از تولد، حساسیت منع کنندگی فعالیت تیروئید کاهش می‌یابد و می‌توان دوزاژ را در خانه داد که این کار با تقسیم، خرد کردن و ساخت سوسپانسیون در شیر یا آب با کمک قرص‌های KI انجام می‌شود.

دوباره تأکید می‌گردد که در نوزادانی که طی چند هفته‌ی اول زندگی خود KI دریافت کرده‌اند، سطوح سرمی TSH و چنانچه لازم باشد T4 را می‌بایست تحت پایش قرار داد و درمان‌های جایگزین مناسب را در صورت نیاز فراهم کرد.

ج) زنان باردار

در زمان بارداری، تیروئید مادر از لحاظ متابولیکی، بسیار فعال‌تر از مادران غیر باردار است و میزان یُد رادیواکتیو که می‌تواند توسط تیروئید برداشت شود نیز در مقایسه با دیگر بزرگسالان افزایش می‌یابد. غده‌ی تیروئید جنین ممکن است از

رادیواکتیو قرار می‌گیرد. اما همانگونه که اشاره شد، با همین مکانیسم، یُد پایدار نیز از جفت عبور می‌کند، بدین سان می‌بایست خطر منع کنندگی فعالیت تیروئیدی را با مصرف فزاینده‌ی طولانی یُد پایدار (به ویژه در مناطقی که با کمبود یُد روبرو هستند) در ذهن نگه داشت.

هر چند که تفاوت‌های فیزیولوژیک در سه ماهه‌های حاملگی وجود دارد، نیازی به تغییر سیاست تجویز قرص یُد در شرایط حوادث هسته‌ای برای این گروه از افراد وجود ندارد. همانگونه که اشاره شد، نمی‌بایست در زنان باردار از دوزهای تکرار شونده‌ی KI استفاده کرد، زیرا این دوزهای تکرار شونده موجب منع عملکرد تیروئید مادر و یا جنین گردیده و اثرات احتمالی ناگواری را در رشد و تکامل جنین ایجاد می‌کند. از این رو، برای جلوگیری از رفع نیاز مصرف قرص‌های KI به صورت تکرار شونده، می‌بایست اقدامات مناسب دیگری مانند فراهم نمودن شیر غیر آلوده به این گروه از زنان را در اولویت قرار داد.

نکته دیگر آن که، به زنان باردار با هیپر تیروئیدی فعال نمی‌بایست یُد پایدار تجویز کرد زیرا خطر منع کنندگی تیروئیدی جنین آنان، وجود دارد.

د/ مادران شیرده

مانند دیگر افراد جامعه، زنان شیرده نیز می‌بایست قرص‌های KI را هنگامی که کارگزاران

سلامت مردم دستور مصرف قرص‌های KI را صادر می‌کنند (با مقادیر توصیه شده برای بزرگسالان) مصرف نمایند.

مقدار KI که به یک زن شیرده داده می‌شود به اندازه‌ای نیست که از طریق شیر بتواند تیروئید کودک در معرض یُد رادیواکتیو را محافظت نماید. از این رو، افزون بر قرص KI که توسط مادر شیرده مصرف می‌شود، نوزاد وی نیز می‌بایست براساس مقدار توصیه شده براساس سن خود، KI را دریافت کند. در این شرایط، مادر می‌تواند به شیردهی خود نیز ادامه دهد. تمام زنان شیرده و نوزادان آن‌ها می‌بایست فقط یک تک دوز KI را دریافت کنند مگر در شرایطی که عنوان می‌شود.

ه/ بزرگسالان زیر ۴۰ سال

در بزرگسالان با سن پایین، خطر سرطان برخاسته از پرتوگیری کم است. از سوی دیگر، خطر عوارض جانبی با یک تک دوز یُد پایدار نیز پایین است. از این رو می‌توان یُد پایدار را در صورتی که تصمیم به تجویز قرص یُد اتخاذ شده باشد به صورت تک دوز به این گروه داد. البته باید توجه کرد که در اصل، شاخص‌های دوزاژ تجویزی، در این گروه، به صورت چشمگیری، بالاتر از کودکان است. همچنین بسیار مهم است که موارد عدم مصرف (مانند آلرژی به یُد، سابقه‌ی کنونی یا پیشین بیماری تیروئید از

جدول ۶) درصد حفاظت تیروئید با یُد ۱۳۱ بعد از مصرف یک دوز ۱۳۰ میلی گرمی KI

میزان حفاظت با مصرف KI (کنترل)	زمان KI با توجه به برخورد با یُد ۱۳۱ (ساعت)
خیلی کم	-۹۶
~۸۰	-۴۸
~۱۰۰	-۱
۹۸	۰
۸۰	۲
۶۰	۳
۴۰	۸
۱۶	۲۴

این داده‌ها براساس مشاهدات تجربی در زمان‌های صفر و سه ساعت به دست آمده است و دیگر داده‌ها از مدل‌های متابولیسم یُد استخراج شده‌اند.

برخاسته از پرتوگیری بی نهایت کم و حتی ممکن است صفر باشد. در این گروه، خطر عوارض جانبی مصرف یُد پایدار با افزایش سن به دلیل بروز بیشتر بیماری‌های تیروئید، نیز افزایش می‌یابد. پیشگیری با یُد پایدار در این گروه توصیه نمی‌شود، مگر آن که دوزاژ تیروئیدی در نتیجه‌ی ورود تنفسی به این افراد به آستانه‌ای برسد که موجب تهدید فعالیت تیروئیدی آنان شود که این مقدار حدود ۵ گری می‌باشد. معمولاً این مقدار پرتوگیری در مناطقی که دور از حادثه‌ی هسته‌ای هستند، روی نمی‌دهد.

هر نوع، درمانیت هرپیتیفورم و واسکولیت با هیپوکمپلیمنتیمی) را می‌بایست مدّ نظر قرار داد. تجویز دوزاژ تکرار شونده یُد پایدار، جهت جلوگیری از اثرات یُد رادیواکتیو، توصیه نمی‌شود زیرا خطر عوارض جانبی فزونی می‌یابد. کنترل مناسب مصرف مواد غذایی در این گروه بسیار آسان‌تر از کودکان است زیرا این گروه را می‌توان بدون ترس از عوارض تغذیه‌ای، از مصرف شیر منع کرد.

و/ بزرگسالان بالاتر از ۴۰ سال

احتمالاً، در این گروه، خطر سرطان تیروئید

کارایی یُد پایدار

یُد پایدار ممکن است ۱۰۰ درصد حفاظت بر علیه یُد رادیواکتیو را برای یک فرد ایجاد نکند. زیرا میزان یُد پایدار به میزان تجویزی KI، زمان تجویز و بسیاری دیگر از عوامل بستگی دارد. برای مثال، اگر دوز یُد ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرمی، همزمان با یُد رادیواکتیو به فرد داده شود، می تواند دوز برگردان به تیروئید را در ۲۴ ساعت بعد از مصرف یُد رادیواکتیو، به بالای ۹۵ درصد در اکثر افراد برساند. اما به نظر می رسد که افزایش KI به بالاتر از ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی گرم نتواند دوز برگردان به تیروئید را بهبود بخشد. دریافت یُد غذایی نیز ممکن است کارایی عملکرد منع برداشت تیروئیدی را تغییر دهد. در نتیجه، اثر حفاظتی KI در افراد با کمبود یُد در مقایسه با کسانی که دریافت یُد کافی غذایی دارند، به صورت چشمگیری کمتر می شود.

مدل های شبیه سازی شده براساس مدل فارماکینتیک که در صد دوز برگردانده به تیروئید را

به عنوان تابعی از زمان تجویز KI پس از زمان پرتوگیری برآورد کرده اند، نشان می دهند که در شرایط با دریافت کافی یُد غذایی، در صد دوز یُد برگردانده به تیروئید در زمانی که KI در ۸ ساعت بعد از پرتوگیری تجویز شود، برابر ۴۰ درصد است. مطالعه ای دیگر نیز نتایج مشابه ارائه داده و نشانگر آن بود که بهترین لحظه برای تجویز KI، یک ساعت قبل از پرتوگیری با یُد رادیواکتیو می باشد. در هر صورت، دریافت KI پیش از برخورد و یا بلافاصله پس از برخورد با یُد رادیواکتیو، بیشترین سطح حفاظتی را فراهم می آورد. اگر قرص های KI خیلی زود و یا خیلی دیر استفاده شوند، احتمال مؤثر بودن آن ها بر تیروئید کم بوده و سطح حفاظت کامل را ایجاد نمی کنند. چنانچه قرص ها ۴ ساعت بعد از برخورد با یُد رادیواکتیو مصرف شوند، میزان سطح حفاظت به نصف کاهش می یابد. چنانچه KI بیش از ۲۴ ساعت پس از برخورد مصرف شود، هیچگونه حفاظتی ایجاد نمی کند.

اثرات زیان آور یُد پایدار



بر عکس، از آنجا که برنامه‌های ملی بی‌شماری برای غنی‌سازی یُد در نمک و نان، به منظور اجتناب از رخداد اثرات شدید کمبود یُد وجود دارد، اثرات جانبی احتمالی از تجویز یُد، به صورت گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. همچنین اثرات جانبی یُد از مشاهداتی که پس از درمان با داروهای حاوی

از آنجا که تجربه‌ی تجویز یُدید پتاسیم با هدف حفاظت مردم، در برابر اثرات برخاسته از پرتوگیری با یُد رادیواکتیوی که در نتیجه‌ی یک رخداد هسته‌ای برمی‌خیزد، بسیار نادر است، داده‌های علمی تأیید شده‌ی اندکی در مورد اثرات جانبی کاربرد یُد پایدار در سطح جمعیت وجود دارد.

جدول ۷) کاربردهای پزشکی یُد پایدار

درمان و پیشگیری گواتر با کمبود یُد

طوفان تیروئیدی

آماده‌سازی پیش از عمل گواتر سمّی

بعد از درمان با یُد ۱۳۱ در بیماری گریوز

به عنوان تنها درمان بیماری گریوز (با حساسیت به داروهای تیروئیدی)

یُد بدست آمده‌اند، بسیار کمک کننده می‌باشند. اثرات جانبی احتمالی KI شامل ”پرکاری برخاسته از یُد“، ”کم‌کاری برخاسته از یُد“ و ”اثرات جانبی غیر تیروئیدی“ می‌باشند. شدت این اثرات بستگی به سن، وضعیت و مصرف معمول یُد افراد دارد.

هیپرتیروئیدی برخاسته از یُد

پرکاری تیروئیدی برخاسته از یُد، که پس از درمان با داروهای حاوی یُد که در مدت زمان طولانی استفاده شده‌اند و نیز بعد از برنامه‌های پیشگیری با یُد در مناطقی که کمبود یُد داشته‌اند، مشاهده شده است.

پرکاری برخاسته از یُد شش درصد از موارد تشخیص داده شده پرکاری تیروئید را شامل شده و آمیودارون (amiodarone) به عنوان دارویی ضد آریتمی، شایع ترین علت آن بوده است. البته هیپرتیروئیدی برخاسته از یُد پس از مصرف آمیودارون نیز مکانیسم‌های دیگری به جز مصرف فزاینده یُد (مانند اثر توکسیک آن بر روی سلول‌های تیروئیدی) از خود نشان می‌دهد. بروز این پدیده بین ۲ تا ۱۲ درصد بوده و در مناطقی که کمبود یُد دارند دیده می‌شود. افزون بر آمیودارون، بسیاری از دیگر درمان‌ها و استفاده از داروهای حاجب حاوی یُد در رادیولوژی نیز می‌توانند تولید

هیپرتیروئید برخاسته از یُد در بزرگسالان کنند. هیپرتیروئیدی برخاسته از یُد ممکن است در یک تیروئید کاملاً طبیعی در هنگامی که بدن با شرایط افزایش حاد یا مزمن یُد روبرو می‌شود؛ به ویژه در افرادی که مصرف یُد غذایی آن‌ها پایین می‌باشد، روی دهد. این پدیده بیشتر در تیروئید مولتی ندولر (با و بدون گواتر) و یا در موارد بیماری گریوز یا گواترهای مولتی ندولر توکسیک که به دلیل کمبود یُد نهفته بوده‌اند، نمایان می‌شود.

اثرات قلبی هیپرتیروئیدی برخاسته از یُد به ویژه در افراد پیر و بیماران با نارسایی عروق کرونر، یا نارسایی نهان و یا آشکار قلبی، ممکن است شدید باشد. برای مثال، فیبریلاسیون دهلیزی در ۱۵ تا ۲۰ درصد از بیماران با پرکاری تیروئیدی و کمتر از یک درصد از افراد یو تیروئید روی می‌دهد.

بیماری‌های زمینه‌ای تیروئیدی و دیگر شرایط بالینی که فرد را مستعد هیپرتیروئیدی برخاسته از یُد می‌کنند در جدول (۸) نمایان هستند.

هیپوتیروئیدی برخاسته از یُد

هیپوتیروئیدی برخاسته از یُد در هنگامی روی می‌دهد که تیروئید نمی‌تواند از اثر ولف-چایکوف فرار نماید. در بزرگسالان، این پدیده بیشتر زمانی روی می‌دهد که اختلالات تیروئید

جدول ۸) گروه‌های خطر برای پرکاری تیروئیدی برخاسته از یُد

با بیماری‌های زمینه‌ای تیروئید

غنی‌سازی یُد برای کمبود یُد در گواتر اندمیک
تجویز یُد به بیماران یوتیروئید گریوزی، به ویژه در کسانی که بعد از داروهای ضد تیروئیدی در حالت
طبیعی هستند.
گواتر ندولر غیرسمّی
ندول‌های خودکار
گواتر منتشر غیرسمّی

بدون بیماری‌های زمینه‌ای تیروئید

تجویز یُد به بیمارانی که بیماری زمینه‌ای تیروئید آن‌ها تشخیص داده نشده است، به ویژه در مناطقی با
کمبود خفیف و متوسط یُد

برخاسته از یُد می‌تواند بعد از افزایش یُد در مادر یا
قبل از زایمان یا در زمان شیردهی روی دهد. موارد
هیپوتیروئیدی شدید نوزادی و گاهی گواتر، بعد از
کاربرد پوستی ضد عفونی کننده‌های یُد دار، در زمان
زایمان، مشاهده شده است.

هیپوتیروئیدی برخاسته از یُد نوزادی
تشخیص داده نشده، حتی در زمانی که ناپایدار باشد،
ممکن است رشد و تکامل سیستم عصبی و ذهنی
کودک را در دراز مدت تحت تأثیر قرار دهد.
برعکس، هنگامی که به خوبی تشخیص داده شود،
هیپوتیروئیدی را می‌توان با درمان هورمونی، به

پیشین مانند تیروئیدیت خود ایمن، تیروئیدیت پس
از زایمان، درمان با یُد رادیواکتیو برای پرکاری
تیروئید و یا تیروئیدیت تحت حاد وجود داشته باشد.
اغلب، هیپوتیروئیدی برخاسته از یُد در
نوزادان (به ویژه در نوزادان نارس) دیده می‌شود. در
این نوزادان، افزایش کم یُد به صورت حاد (تنها ۲ تا
۶ برابر دریافت یُد طبیعی) می‌تواند به کم کاری
تیروئیدی منجر شود. حساسیت نوزادان نسبت به
این اثر را می‌توان چنین تفسیر نمود که سطح یُد
تیروئید آن‌ها پایین بوده و سیستم تنظیم کننده‌ی
برداشت یُد آن‌ها نیز نارس می‌باشد. کم کاری

جدول ۹) گروه‌های خطر برای کم‌کاری تیروئیدی برخاسته از ید (iodine-induced)

بدون بیماری‌های زمینه‌ای تیروئید

جنین و نوزاد، به ویژه نارس

ثانویه به گذر ید از جفت یا برخورد نوزاد با مواد غنی از ید به صورت موضعی یا از راه غیر خوراکی

شیرخوار

گاهی در شیرخوارانی که آب غنی از ید مصرف می‌کنند گزارش شده است (چین).

بزرگسال

در افراد ژاپنی با دریافت ید بالا، هنگامی که تیروئیدیت هاشیموتو کنار گذاشته شده باشد.

کهن‌سال

در افراد کهن‌سال با و یا بدون احتمال وجود تیروئیدیت خود ایمن و اختلال در ارگان‌های کاسیون

بیماری غیر تیروئیدی مزمن

فیبروز سیستیک

بیماری مزمن ریوی

درمان با دیالیز به صورت مزمن

تالاسمی ماژور

بی‌اشتهایی عصبی

بیماری‌های زمینه‌ای تیروئید

تیروئیدیت هاشیموتو

بیماران یوتیروئید که قبلاً با ید ۱۳۱ برای بیماری گریوز درمان شده‌اند.

تیروئیدکتومی یا داروهای تیروئیدی

هیپوتیروئیدی تحت بالینی، به ویژه در کهن‌سالی

پس از تیروئیدیت بعد از زایمانی گذرا

پس از تیروئیدیت دردناک تحت حاد

پس از برداشت نیمی از تیروئید برای ندول‌های خوش‌خیم

بیماران یوتیروئید که یک حمله‌ی قبلی پرکاری تیروئید تخریب‌کننده با آمیودارون را داشته‌اند.

بیماران یوتیروئیدی که حمله‌ی قبلی بیماری‌های تیروئیدی برخاسته از آلفا-اینترفرون را داشته‌اند.

بیمارانی که درمان با لیتیموم را دریافت می‌کنند.

جدول ۱۰) عوارض جانبی احتمالی غیر تیروئیدی KI

- دستگاه گوارش
 - تهوع، استفراغ، اسهال، درد شکمی
- وابسته به آلرژی
 - آنژیوادم (تورم عمومی)
 - آرترالژی (درد مفاصل)
 - ائوزینوفیلی
 - آدنوپاتی لنفاوی (بزرگ شدن غدد لنفاوی)
 - کهیر (خارش)
- بثورات پوستی

آسانی درمان کرد.

پس از افزایش دریافت ید مادر، احتمال هیپوتیروئیدی نوزادی را نمی‌توان کنار گذاشت زیرا تشخیص آن دشوار است ولی ممکن است گواتر را در هنگام سونوگرافی مشاهده کرد. درمان مادر، برای تنظیم بیماری لازم است.

اثرات زیان آور غیر تیروئیدی

اثرات جانبی غیر تیروئیدی اندکی پس از تجویز KI در جمعیت‌های انسانی (مانند کودکان لهستانی پس از حادثه چرنوبیل) مشاهده شد. در حقیقت، بسیار دشوار است که اثرات گزارش شده مانند بثورات پوستی و نشانه‌های گوارشی را به

مصرف تک دوز KI وابسته دانست. زیرا چنین مسائلی به ویژه در کودکان شایع می‌باشد. اکثر اثرات جانبی احتمالی گزارش شده و اغلب غیر تأیید شده، در زیر فهرست شده اند؛ اما این نکته را نباید از ذهن دور دانست که این اکثر عوارض بسیار نادر هستند.

• اثرات جانبی گوارشی: تهوع، استفراغ،

اسهال و درد معده

• اثرات وابسته به آلرژی: آنژیوادم (ورم

عمومی، به ویژه در صورت و بدن)، تنگی نفس، درد مفاصل، ائوزینوفیلی، آدنوپاتی (بزرگ شدن غدد لنفاوی)، کهیر (خارش).

• بثورات پوستی

دوزاژ KI را بیش از مقادیر پیشنهاد شده دریافت کنند و یا به آن‌ها دوزاژ تکرار شونده‌ی KI بدهند، احتمال اثرات جانبی در آن‌ها بیشتر خواهد بود.

موارد منع مصرف KI

تعداد اندکی از موارد بالینی موجود می‌باشند که در آن‌ها تجویز KI به صورت مطلق منع شده باشد. کسانی که این شرایط را دارند نمی‌بایست KI دریافت کرده و نیاز به محافظت از ید رادیواکتیو به شیوه‌های دیگر دارند و می‌بایست تصمیم‌گیری مورد به مورد، تحت نظارت گروه پزشکی، برای آنان صورت گیرد.

- حساسیت به ید، این بیماری بسیار نادر است و نمی‌بایست با حساسیت شایع تر نسبت به مواد حاجب که همراه با ید جهت تصویربرداری رادیولوژیک استفاده می‌شوند، اشتباه شود.

- درمانیت هرپتیفورم (به عنوان یک بیماری پوستی مزمن)

- واسکولیت هیپوکمپلیمنتیمی (یک التهاب نادر دیواره‌ی عروق که در بعضی از بیماری‌های ایمنی رخ می‌دهد).

- میوتونی کونجیتا (یک نقص مادرزادی بسیار نادر که شامل سفتی ماهیچه‌ها است).

پاسخ‌های آلرژیک و آنافیلاکتیک به ید نیز توسط چند پژوهشگر توصیف شده اند. این پاسخ‌ها شامل بیماری دستگاه گوارش (تهوع، استفراغ، اسهال و درد شکمی)، تب، تورم صورت و بدن، تنگی نفس و بثورات پوستی گوناگون (به نام ایدودرماس iododermas) می‌باشند.

چنین پیامدهایی استثنایی بوده و نقش ید در این نشانه‌ها نیز هنوز کاملاً آشکار نشده است. بیماری‌های بسیار نادری که با افزایش مصرف ید بدتر می‌شوند شامل درمانیت هرپتیفورم، ایدودرم توبروزوم، واسکولیت هیپوکمپلیمنتیمی و میوتونی کونجیتا می‌باشند.

در یک فراگرد کلی، هنگامی که دوزاژ مناسب به افراد داده شود، عوارض جانبی در کودکان و بزرگسالان در سنین پایین نادر می‌باشند. با این وجود، این عوارض شامل پاسخ‌های آلرژیک خفیف، بثورات پوستی و ناراحتی در دستگاه گوارش می‌باشند. اما اثرات ناخواسته بعد از KI بر روی فعالیت تیروئیدی در افرادی که پیش زمینه بیماری‌های تیروئید دارند، بیشتر دیده می‌شوند. این بیماری‌ها، بیشتر در افراد بزرگسال با سن بالا و در کهنسالان، بیشتر از کودکان یا بزرگسالان با سن پایین دیده می‌شوند. در هر صورت، در افرادی که

تجربه‌ی لهستان

دو روز پس از انفجار راکتور شماره ۴ چرنوبیل در ۲۷ و ۲۸ آوریل ۱۹۸۶، لهستانی‌ها فعالیت چشمگیری از یُد ۱۳۱ را در هوا اندازه گیری کردند. بدین سان، دولت تصمیم گرفت کنش‌های رویاروی را در ۲۹ آوریل پیاده نماید (هر چند که تصور می‌کردند که مقداری یُد رادیواکتیو توسط تیروئید در آن زمان برداشت شده است ولی چنین

اندیشیدند که یُد پایدار هنوز برای حفاظت تیروئید از آلودگی ادامه دار حادثه سودمند خواهد بود). در ۲۹ آوریل ۱۹۸۶، دستور آماده سازی محلول KI در بخش داروسازی که به صورت متمرکز اداره می‌شد، برای پخش در ۱۱ استان بیشتر آسیب دیده، از سوی وزارت بهداشت صادر شد. مراکز سلامت عمومی، بیمارستان‌ها، مدارس، مدارس آمادگی و غیره از مکان‌هایی بودند که برای پخش یُد پایدار انتخاب شدند.



تصویر ۷) کودکانی که در زمان رخداد چرنوبیل زیر ۸ سال سن داشتند، ۸۰ درصد از موارد سرطان تیروئید را پس از رخداد هسته‌ای چرنوبیل به خود اختصاص می‌دهند. سرطان تیروئید در این افراد، به شکل تهاجمی همراه با متاستاز منطقه‌ای، تظاهر می‌کند.



تصویر ۸) در هنگام رخداد هسته‌ای چرنوبیل تقریباً ۱۰/۵ میلیون کودک زیر ۱۶ سال و ۷ میلیون بزرگسال لهستانی، حداقل یک تک دوز KI را دریافت کردند. کاربرد KI در لهستان، این درس را به ما آموخت که کاربرد یَدید پتاسیم در رخدادهای هسته‌ای در سطح جمعیت کاملاً ایمن بوده و با سطح تحمل‌پذیری بالایی توأم است.

- ۷۰ میلی گرم برای دیگر افراد
- ۱۵ میلی گرم برای نوزادان
- ۵۰ میلی گرم برای کودکان ۵ ساله و یا
- زیر ۵ سال
- از آنجا که باور بر این بود که خطر سرطان
- برای بزرگسالان پایین بوده و عوارض در افراد با
- گواترهای ندولر پیش بینی می‌شد، یَد پایداری به

عنوان پیشگیری برای بزرگسالان پیشنهاد نگردید؛ اما زنان باردار و شیرده در برنامه جای گرفتند.

پخش محلول KI همراه با اقدامات حفاظتی دیگر بود؛ مانند مصرف شیر تازه آلوده با 1000 Bq/L برای مصرف کودکان و زنان باردار و شیرده قدغن شد و برای تمام کودکان زیر ۴ سال شیرخشک فراهم گردید و به کودکان و زنان باردار و شیرده توصیه شد که مصرف سبزیجات برگ دار تازه خود را تا شانزدهم ماه می کاهش دهند.

جمعاً تعداد $10/5$ میلیون دوزاژ محلول KI به کودکان و ۷ میلیون دوزاژ به بزرگسالان داده شد. بدین سان، از چهارمین تا هفتمین روز بعد از آغاز آزادسازی رادیواکتیویته از نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل، محلول KI به بیش از ۹۰ درصد از کودکان جوان تر از ۱۶ سال و یک چهارم بزرگسالان تجویز شد.

سه سال پس از رخداد، پرسشنامه‌ای جهت بررسی عوارض تجویز 1000 Bq/L پایدار به ۵۲ هزار نفر ارسال شد که ۳۵ هزار نفر آن را تکمیل کردند (میزان مشارکت ۶۲ درصد). در این پروژه، کودکان تا سن ۱۶ سال، ۳۷ درصد از گروه را شامل می‌شدند.

همچنین، مطالعات غربالگری هیپوتیروئیدی

مادرزادی در بخش مرکزی لهستان بر روی ۱۲۰ تا ۱۴۰ هزار نفر طی سال‌های ۱۹۸۵، ۱۹۸۶ و ۱۹۸۷ انجام پذیرفت.

برجسته ترین پیام‌های این مطالعات که توسط مسئولین سلامت لهستانی فراهم شد، شامل موارد زیر می‌باشند:

- بیش از ۹۵ درصد از ۱۲۰۴۰ کودک و ۵۰۶۱ بزرگسالی که 1000 Bq/L رادیواکتیو را دریافت کرده و به پرسشنامه پاسخ داده بودند، اثرات جانبی غیر تیروئیدی را بیان نکردند؛ در کسانی نیز که عوارض جانبی را از خود نشان دادند، شایع‌ترین اثرات مشاهده شده شامل استفراغ (۲۸۶ کودک و ۴۳ بزرگسال)، بشورات پوستی (۱۲۹ کودک و ۶۳ بزرگسال)، درد شکمی (۴۳ کودک و ۳۲ بزرگسال)، سردرد (۲۲ کودک و ۳۵ بزرگسال) بودند.

- دو بزرگسال، با بیماری مزمن انسدادی ریوی و حساسیت شناخته شده به 1000 Bq/L ، سریعاً به دیسترس تنفسی حاد، بعد از دریافت KI دچار شدند.
- هیچگونه عارضه‌ی شدیدی در زنان باردار که دوزاژ پیشنهادی KI را دریافت کرده بودند، مشاهده نشد.

- هیچگونه اختلال تیروئیدی پا برجا در میان ۱۲۰۸۴ کودکی که KI دریافت کرده بودند، یافت نشد؛ تنها ۰/۴ درصد از نوزادانی که KI

پیشگیرانه در روز دوم زندگی دریافت کرده بودند، یک افزایش ناپایدار در سطح سرمی TSH، همراه با کاهش T4 آزاد، از خود نشان دادند.

• هیچگونه سرطان تیروئیدی در جمعیت مورد مطالعه یافت نشد؛ مقایسه‌ی شیوع گواتر ندولر و کلی در پیش و پس از رخداد هسته‌ای، تفاوت معنی داری را از خود نشان نداد.

در یک فراگرد کلی، تجربه‌ی لهستان که

بزرگترین برنامه‌ی جمعیتی تجویز KI تاکنون می‌باشد، نشان داد که این برنامه بسیار سودمند و با ایمنی بالا توأم می‌باشد. از آنجا که هیچ افزایش بروز سرطان تیروئیدی پس از رخداد هسته‌ای چرنوبیل در لهستان گزارش نشد و عوارض جانبی نسبت به KI نیز بسیار نادر بوده است، این تجربه، موفقیت برنامه‌ی پیشگیری با یُد پایدار را در رخداد‌های هسته‌ای به نمایش می‌گذارد.

برنامه‌ی پیاده‌سازی پیشگیری با يُد پایدار





پیشگیری با *یُد پایدار* پس از *رخدادهای هسته‌ای*، برداشت *یُد* رادیواکتیو توسط تیروئید را به شکل مؤثری با تجویز ۱۰۰ میلی گرم *یُد* پایدار (مطابق با ۱۳۰ میلی گرم KI یا ۱۷۰ میلی گرم KIO_3) در بزرگسالان و نوجوانان می‌توان منع کرد که البته این دوزاژ در کودکان کاهش می‌یابد.

براساس دیدگاه *”استانداردهای ایمنی پایه‌ی بین‌المللی“* آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (IAEA)، سطح تداخلی قابل قبول ژنریک برای منع برداشت *یُد* در حد ۱۰۰ میلی‌گری (برابر ۱۰۰ راد) دوز برگشت پذیر (avertable) به تیروئید می‌باشد. براساس نظر آژانس بین‌المللی انرژی اتمی، پیشگیری با *یُد* پایدار هنگامی خواهد بود که دوزاژ از این مقدار

سطوح تداخلی سازمان جهانی بهداشت (WHO)

بر اساس اصول پایه‌ی حفاظت در برابر پرتوها چنانچه اثرات قطعی زیان‌بار (deterministic) و یا خطر اثرات احتمالی زیان‌بار (stochastic) برای افراد بالا است، می‌بایست اقدامات تداخلی را برای حفاظت از مردم به مرحله‌ی اجرا در آورد. در کفه‌ی ترازو، وزن سودمندی عملکردهای حفاظتی می‌بایست به زیان‌های آن‌ها چیرگی داشته و این عملیات می‌بایست بتواند خطر اثرات احتمالی را تا حد منطقی قابل انجام کاهش دهند.

همانگونه که اشاره شد بر پایه‌ی *”دستورالعمل سازمان جهانی بهداشت برای“*

جدول (۱۱) سطوح رفرانس برای گروه‌های گوناگون جمعیت جهت تصمیم‌گیری پیرامون برنامه‌ریزی پیشگیرانه با یُد پایدار*

گروه جمعیتی	شیوه برخورد	سطوح رفرانس
نوزادان، شیرخواران، کودکان و نوجوانان تا سن ۱۸ سالگی و زنان باردار و شیرده	تنفسی (و گوارشی) [†]	۱۰ میلی‌گری (mGy) دوز برگشت‌پذیر به تیروئید [‡]
بزرگسالان زیر ۴۰ سال	تنفسی	۱۰۰ میلی‌گری (mGy) دوز برگشت‌پذیر به تیروئید
بزرگسالان بالای ۴۰ سال	تنفسی	۵ گری (Gy) دوز تابیده به تیروئید [§]

نکات مهم:

* این سطوح ایده‌آل به شکل کارآمد در هنگامی که تعداد زیادی از رادیونوکلئیدها در مقادیر ناشناخته در یک حادثه آزاد می‌شوند را در محاسبه ننگ‌جاده‌اند. به همین دلیل، سطح تداخلی ژنریک ۱۰۰ میلی‌گری توسط "استانداردهای ایمنی پایه" مشخص شده است. در هر صورت این موضوع نیاز به ملاحظه‌ی عملی برنامه‌ریزی جهت پیاده‌سازی پیشگیری با یُد برای گروه‌های سنی ویژه را کنار نمی‌گذارد.

[†] مصرف شیر توسط شیرخواران در هنگامی که منبع جایگزین دیگری در دسترس نیست.

[‡] رعایت این مقادیر این اعتماد را ایجاد می‌کند که دوزها برای تمام گروه‌های سنی، کاملاً زیر سطح آستانه اثرات قطعی می‌باشد.

[§] کنش تداخلی برای این گروه برای اطمینان از جلوگیری از اثرات قطعی به تیروئید انجام می‌شود. در حقیقت میزان ۵ گری، حد اثرات قطعی است که "استانداردهای ایمنی پایه" به آن پرداخته است.

فراتر رود. هر گری (۱٪ در هر ۱۰۰ راد) بوده و خطر اثرات

خطر سرطان تیروئید در گذر طول زندگی، جانبی شدید پس از تجویز تک دوز یُد برابر 10^{-7} است. بدین سان، WHO پیشنهاد کرده است که برای این گروه، سطح تداخلی بر پایه‌ی سن، به ۱۰ گرفته‌اند، براساس برآورد WHO، برابر یک درصد در

میلی گری (یک راد) دوز برگشت پذیر به تیروئید (یک دهم سطح تداخلی ژنریک پذیرفته شده توسط IAEA) کاهش یابد.

سازمان جهانی بهداشت بر این میزان سطح تداخلی تأکید می‌ورزد. زیرا بر این باور است که حتی در این سطح تداخلی، ۲ تا ۵ مورد سرطان تیروئیدی در هر سال در هر یک میلیون کودک در معرض پرتو مورد انتظار است که این آمار هنوز چند برابر بیشتر از بروز پس زمینه‌ای است که عموماً دیده می‌شود.

جدول (۱۱) سطوح رفرانس را برای پیاده‌سازی منع برداشت یُد توسط تیروئید، در گروه‌های سنی گوناگون و زنان باردار و شیرده که توسط WHO در سال ۱۹۹۹ پیشنهاد شده است را نمایان می‌سازد.

همانگونه که مشاهده می‌شود، سطح تداخلی برای نوزادان، کودکان، کودکان با سنین بالاتر و نوجوانان تا سن ۱۸ سالگی و نیز برای زنان باردار و زنان شیرده، یک دهم بزرگسالان تا سن ۴۰ سالگی است؛ زیرا این گروه‌های سنی، در گروه پر خطر برای پرتوگیری جای دارند.

از آنجا که خطر سرطان تیروئید برای بزرگسالان بالای ۴۰ سال بسیار کم است، WHO پیشنهاد کرده است که تنها در موردی که میزان

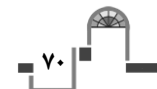
پرتوگیری بسیار بالا است (بیشتر از ۵ گری معادل ۵۰۰ راد) و اثراتی دیگر فراتر از سرطان تیروئید امکان دارد روی دهد (مانند کم کاری تیروئید)، عمل منع برداشت یُد انجام پذیرد.

به طور کلی، حتی اگر دوز برگشت‌پذیر نیز در شرایط اورژانس، بیش از حد برآورد شود، هیچگونه خطر عمده‌ای بر سلامت مصرف کنندگان یُد پایدار بوجود نخواهد آمد. بدین سان، از آنجا که عوارض جانبی پیشگیری با یُد پایدار در کوتاه مدت ناچیز است، تصمیم به برنامه‌ی پیشگیری با یُد را می‌بایست بر اساس برآورد هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی آن سنجید. در صورتی که پخش قرص‌های یُد در مکان‌های استراتژیک صورت گرفته باشد و این قرص‌ها به آسانی قابل دسترس باشند، هزینه‌های اقتصادی آن کم خواهد بود. اما پیامدهای روانی - اجتماعی برنامه‌ی پیشگیری با یُد که شامل ارائه برنامه‌های اطمینان سازی و دادن قوت قلب به جامعه و نیز مدیریت اضطراب احتمالی از اجرای این برنامه در میان مردم می‌باشد را می‌بایست مورد تعمق قرار داد.

از دیدگاه زمینه‌های ارتباطات، براساس مطالعات انجام گرفته، برای دستیابی به اهداف علمی و عملی، پخش قرص‌های یُد نیازمند آموزش چشمگیری می‌باشد. به زبان دیگر، پیش پخش

جدول ۱۲) مقایسه‌ی پیشنهادهای سازمان بهداشت جهانی (WHO) با مدیریت غذا و داروی آمریکا (FDA) پیرامون پیشگیری با ید پایدار در رخدادهای هسته‌ای

سطح رفرانس		میزان KI		میزان ید		دوز برگشت پذیر تیروئید (mGy)	
FDA	WHO	FDA	WHO	(mg)	(mg)		
۵۰۰۰	۵۰۰۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۰۰	۱۰۰	۵۰۰۰	بزرگسالان بالای ۴۰ سال
۱۰۰	۱۰۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	بزرگسالان بالای ۱۸ سال تا ۴۰ سال
۵۰	۱۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۰۰	۱۰۰	۵۰	زنان باردار یا شیرده
۵۰	۱۰	۶۵	۱۳۰	۱۰۰	۱۰۰	۵۰	نوجوانان بالای ۱۲ سال تا ۱۸ سال
۵۰	۱۰	۶۵	۶۵	۵۰	۵۰	۵۰	کودکان بالای ۳ تا ۱۲ سال
۵۰	۱۰	۳۲	۳۲	۲۵	۲۵	۲۵	شیرخواران یک ماهه تا کودکان ۳ ساله
۵۰	۱۰	۱۶	۱۶	۱۲/۵	۱۲/۵	۱۲/۵	نوزادان از تولد تا یک ماهه



قرص‌های ید (پخش ید پیش از رخداد هسته‌ای) در صورتی که توأم با یک برنامه‌ی ارتباطاتی جامع نباشد، نمی‌تواند مؤثر واقع شود.

مقایسه سازمان بهداشت جهانی (WHO) با مدیریت غذا و داروی آمریکا (FDA)

همانگونه که اشاره شد دوزاژ پیشنهادی برای KI و نیز برنامه‌ی تداخلی برای آغاز تجویز ید پایدار

در ایالات متحده‌ی آمریکا با پیشنهادهای سازمان جهانی بهداشت تفاوت‌هایی را از خود نشان می‌دهند. جدول (۱۲) این تفاوت‌ها را نمایان می‌سازد.

دوزاژ برای نوجوانان بالای ۱۲ سال

بر اساس پیشنهاد WHO ، دوزاژ ۱۳۰ میلی‌گرمی KI برای نوجوانان بالای ۱۲ سال توصیه شده است، در حالی که مدیریت غذا و داروی آمریکا

(FDA) برای تمام بچه‌های سنین مدرسه، دوز استاندارد ۶۵ میلی‌گرم را توصیه کرده است. اما اجازه‌ی تجویز دوزاژ بزرگسالان (۱۳۰ میلی‌گرم KI) به نوجوانانی که میل به اندازه‌ی بزرگسالی می‌کنند را نیز داده است.

سطوح تداخلی برای برنامه‌ی پیشگیری

با ید پایدار

همانگونه که اشاره شد WHO سطح رفرانس برای آغاز برنامه‌ی پیشگیری با ید پایدار را ۱۰ میلی‌گرم دوز برگشت پذیر به تیروئید برای نوزادان، کودکان، بچه‌های با سنین پایین، نوجوانان تا سن ۱۸ سالگی و زنان باردار و شیرده برگزیده

است؛ برعکس FDA سطح آستانه‌ی پرتوگیری با ید رادیواکتیو به تیروئید را ۵۰ میلی‌گرم برای نوزادان، کودکان، بچه‌های سنین پایین، نوجوانان تا سن ۱۸ سال و زنان شیرده و باردار پیشنهاد کرده است.

بدین سان، FAD از داده‌های حادثه چرنوبیل نتیجه‌گیری کرده است که شواهد این حادثه حاکی از افزایش چشمگیر خطر سرطان تیروئید در کودکانی است که با مقادیر ۵۰ میلی‌گرم و یا بیشتر برخورد داشته‌اند. هر چند این نهاد به خوبی درک می‌کند که اندک موردی از سرطان‌های تیروئیدی در کودکانی که با کمتر از ۱۰ میلی‌گرم برخورد داشته‌اند نیز روی می‌دهد.

کنش‌های حفاظتی پرشتاب و کنش‌های رویاروی



اثرات بر سلامت پرتوها و در بدترین حالت، از اثرات شدید و قطعی بر سلامت آن‌ها، جلوگیری کرد. این اقدامات براساس دستورالعمل آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (IAEA) شامل موارد زیر می‌باشند:

- ۱/ جداسازی منطقه‌ی آلوده و منبع رادیواکتیو و جلوگیری از مصرف غیر عمدی
 - ۲/ تخلیه
 - ۳/ پناه‌گیری
 - ۴/ حفاظت تنفسی
 - ۵/ رفع آلودگی افراد
 - ۶/ تجویز ید پایدار جهت پیشگیری
- باید یادآور شد که کاربرد ید پایدار به عنوان

این عملیات می‌بایست برای رویارویی با رخداد "اثرات بر سلامت قطعی شدید" و نیز "احتمالی" مربوط به آسیب‌های پرتویی، براساس استانداردهای بین‌المللی انجام گیرد.

عملیات حفاظتی و کنش‌های رویاروی می‌بایست پرشتاب آغاز شوند و گرنه سودمندی این اقدامات اگر با تأخیر صورت پذیرند، به طور چشمگیری کاسته می‌گردد. در زمان رخداد هسته‌ای، هیچ زمانی برای ارزیابی‌های زمان بر گردهمایی‌ها و دیگر فرایندهای زمان بر موجود نیست و تأخیرهای ناخواسته موجب در معرض قرار دادن جمعیت خواهد شد و چنانچه این اقدامات به صورت سامان داده شده انجام گیرند می‌توانند از

پیشگیری، فقط فرد را بر علیه یدِ رادیواکتیو تنفسی و یا بلع شده محافظت می‌کند و از این رو نیاز است که دیگر اقدامات متقابل برای پیشگیری از پرتوگیری بیرونی و مقابله با دیگر رادیو نوکلئایدها صورت گیرد.

اکنون به سه اقدام متقابل برای رویارویی با اثرات یدِ رادیواکتیو، توأم با تجویز قرص KI که شامل تخلیه، پناه‌گیری و کنترل مواد غذایی است می‌پردازیم. باز تأکید می‌گردد که پاسخ ایده آل شامل ترکیبی از این اقدامات متقابل می‌باشد.

تخلیه

تخلیه، جابجایی جمعیت یا بخشی از جمعیت از یک منطقه که آلوده شده یا ممکن است با مواد رادیواکتیو آلوده شود، تعریف می‌گردد. این جمعیت به صورت ساماندهی شده راهنمایی می‌شوند که یک منطقه را به صورت فوری برای یک زمان محدود (تا یک هفته) ترک کند. نمی‌بایست تخلیه بیش از یک هفته به طول بیانجامد. معمولاً تخلیه در زمان گذر ابر هسته‌ای انجام نمی‌پذیرد. در چنین زمانی، پناهگاه سازی به عنوان اقدامی میانه به کار برده می‌شود. در بعضی از موارد، تخلیه را در زمانی که مواد رادیواکتیو آزاد می‌شوند و بخش کمی از جمعیت را دچار می‌سازد، در صورتی که بتوان با

ایمنی آن‌ها را جابجا کرد، انجام می‌شود.

هدف از تخلیه‌ی منطقه، پیشگیری از پرتوگیری بیرونی و تنفس ابر رادیواکتیو و پرتوگیری بیرونی برخاسته از رادیونوکلئایدهای نشسته بر زمین می‌باشد.

تخلیه دارای این توان است که بتواند فرد را از اکثر و یا حتی تمام میزان دوز دریافتی (چنانچه در هنگامی پیش از آزادسازی مواد رادیواکتیو یک رخداد انجام گیرد) رهایی دهد.

تخلیه برای کاستن برخورد با مواد یدِ رادیواکتیو در مواردی که اندازه و زمان آزادسازی این مواد قطعی نیست، سودمند است. همچنین پس از آزادسازی مواد رادیواکتیو، تخلیه می‌تواند برخورد با رادیواکتیویته نوکلئایدهای نشسته بر زمین را نیز کاهش دهد.

براساس استانداردهای بین‌المللی ایمنی پایه IAEA، آستانه‌ی تداخلی بهینه‌ی ژنریک ۵۰ میلی‌گری (معادل ۵ راد) دوز مؤثر برگشت‌پذیر حداکثر طی یک هفته، جهت انجام تخلیه موقت پیشنهاد شده است. به زبان دیگر، تخلیه در هنگامی انجام می‌شود که این عمل بتواند یک دوز بیش از آستانه را برگشت دهد. عملیات تخلیه در مقایسه با پناه‌گیری و منع برداشت یدِ رادیواکتیو، پیامدهای شدیدتر روانی، اجتماعی و اقتصادی را از خود

بر جای می‌گذارد.

بیرونی و تنفسی برخاسته از گذر ابر رادیواکتیو و نیز مواد رادیواکتیو نشسته بر روی زمین است.

پناه‌گیری

پناه‌گیری، کنشی جهت دار برای ماندن در درون خانه با درب‌ها و پنجره‌های بسته و خاموش کردن سیستم‌های تهویه برای زمانی کوتاه (چند ساعت تا دو روز) می‌باشد. هدف پناه‌گیری، کاهش خطر پرتوگیری

پناه‌گیری می‌تواند دوزاژ تنفسی ذرات را تا حدود دو فاکتور کاهش دهد ولی این شیوه به دلیل تبادل آرام هوای بیرون و درون، سودمندی خود را بعد از چند ساعت از دست می‌دهد. پناه‌گیری را ممکن است پیش از آزادسازی مواد رادیواکتیو، به عنوان تنها اقدام یا احتمالاً توأم



تصویر ۹) پس از رخداد هسته‌ای سال ۲۰۱۱ ژاپن، مناطق اطراف نیروگاه‌های هسته‌ای فوکوشیما دای ایشی و فوکوشیما دای اینی، به ترتیب تا شعاع ۲۰ و ۱۰ کیلومتری تخلیه شدند.

• در موقعیت هایی که تخلیه از دیدگاه زمانی و مکانی (مانند شرایط بد آب و هوایی) امکان پذیر نیست.

در هر صورت، به دلیل کم بودن هزینه و خطر پناه گیری، این شیوه در هنگامی که دوزاژ به اندازه ی پایین تر از حد برای تخلیه است، روشی پذیرفته شده می باشد.

براساس استانداردهای بین المللی ایمنی پایه IAEA، آستانه ی تداخل بهینه ژنریک برای

با پیشگیری با یُد پایدار و تخلیه پیشگیرانه به انجام رسانید.

پس از آزادسازی مواد رادیواکتیو، پناه گیری به عنوان تنها اقدام متقابل در موارد زیر بیشتر مؤثر می باشد:

- آزادسازی عمدتاً گازهای بی اثر (مانند رادیوایزوتوپ های کوتاه عمر)
- آزادسازی که با دوزاژ نسبتاً پایین همراه است.



تصویر ۱۰) پس از رخداد هسته ای سال ۲۰۱۱ ژاپن، کمربند تعریف شده برای انجام عملیات پناه گیری در بین شعاع ۲۰ و ۳۰ کیلومتری تعیین شد.

پناه‌گیری، ۱۰ میلی‌گری دوز مؤثر برگشت‌پذیر در یک هنگامه‌ی نه بیشتر از دو روز است. پناه‌گیری نمی‌بایست بیش از دو روز به طول انجامد. اگر سطح پرتو در بیرون از خانه هنوز بعد از دو روز بالا است، عملیات تخلیه را می‌بایست مدّ نظر قرار داد.

هنگامی که دوز تنفسی برگشت‌پذیر مورد انتظار به تیروئید به مقادیر جدول (۱۱) می‌رسد، می‌بایست عملیات پیشگیری با یُد پایدار را به ویژه در زمانی که یُد رادیواکتیو، بخش عمده‌ی مواد رادیواکتیو آزاد شده می‌باشد را آغاز کرد. در هنگامه‌ی پناه‌گیری، افراد را به آسانی می‌توان برای تجویز قرص یُد پیدا کرد. در حقیقت، پناه‌گیری به طور معمول با تجویز KI توأم می‌شود.

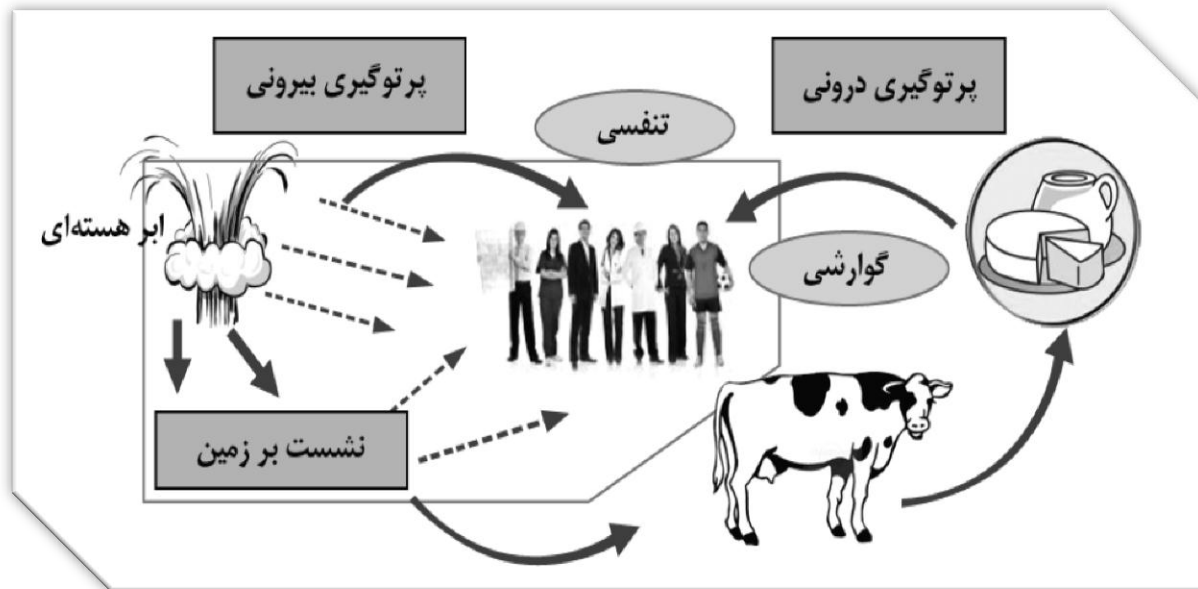
باید در نظر داشت که سودمندی پناه‌گیری بستگی به ویژگی آن و مسیر برخورد با ابر هسته‌ای دارد. برخورد بیرونی با مواد رادیواکتیو را می‌توان تا ضریب ده در ساختمان‌های بزرگ کاهش داد. اما ساختمان‌های سبک تر سطح حفاظت کمی را از پرتوهای گامای بیرونی از خود نشان می‌دهند. به طور کلی، در یک آزادسازی کوتاه، اکثر ساختمان‌ها می‌توانند دوزاژ تنفسی را با ضریب ۲ تا ۳ کاهش دهند. با این وجود، باید خاطر نشان کرد که در آزادسازی ادامه‌دار مواد رادیواکتیو، بعد از چند ساعت به صورت آشکار غلظت، در درون ساختمان

افزایش یافته و از این رو، از توان کاهش دوزاژ تنفسی در هنگام پناه‌گیری کاسته می‌شود. پس از عبور ابر هسته‌ای نیز در اکثر ساختمان‌ها دوزاژ تنفسی می‌تواند حتی بیشتر از بیرون ساختمان باشد. زیرا مقداری از ابر هسته‌ای در درون ساختمان به تله می‌افتد.

در یک فراگرد کلی، از آنجا که پناه‌گیری در زمانی که رادیوایزوتوپ‌های یُد به عنوان عمده‌ترین اجزاء مواد آزاد شده رادیواکتیو هستند، به تنهایی اقدام متقابلی بر علیه خطر سرطان تیروئید نیست و این اقدام را می‌بایست با تجویز یُد پایدار به عنوان پیشگیری توأم کرد. با این کنش، یُد پایدار بر علیه یُد رادیواکتیو تنفسی و پناه‌گیری نیز بر علیه پرتوگیری بیرونی مقابله می‌کنند.

کنترل مواد غذایی

هدف از کنترل مواد غذایی، پیشگیری از مصرف غذاهایی است که در یک رخداد هسته‌ای با مواد رادیواکتیو آلوده می‌شوند. کاملاً آشکار است که مهمترین راه تماس با یُد رادیواکتیو در رخداد چرنوبیل در بلاروس، فدراسیون روسیه و اوکراین مصرف غذای آلوده (به ویژه شیر) بوده است؛ در حالی که رخداد چرنوبیل نشان داد که در صورتی که از آب انبارها استفاده شود، آلودگی منابع آب



نمودار (۱۲) چرخه‌ی ورود مواد رادیواکتیو (ید رادیواکتیو ۱۳۱) و راه‌های ورود آن‌ها به بدن پس از رخداد هسته‌ای و ریزش ابر هسته‌ای

اما باید در نظر داشت که نگهداشتن کودکان و نوزادان از مصرف شیر نیز دارای زیان‌هایی است. از این رو، در بعضی از شرایط، پیش‌بینی می‌شود که امکان پخش شیر غیر آلوده در میان کودکان و در دسترس قراردادن علوفه‌ی انبار شده را نمی‌توان فراهم کرد. از این رو، در این شرایط، پیاده‌سازی برنامه‌ی تجویز ید پایدار به کودکان و شیرخواران از اهمیت به‌سزایی برخوردار می‌شود. برای دیگر گروه‌های جمعیت برداشت شیر از سبد غذایی برای چند روز یک روش بی‌دردسر می‌باشد ولی باید تأکید کرد که

آشامیدنی در هنگام آزادسازی مواد رادیواکتیو از راه هوا چشمگیر نمی‌باشد.

در مرحله‌ی نخست اقدام حفاظتی پایه برای رویارویی با آلودگی داخلی از راه گوارشی، از اقدامات لازم در گستره‌ی کشاورزی می‌باشد (مانند تغییر تغذیه‌ی حیوانات از چرا به مصرف علوفه‌ی انبار شده همراه با قدغن کردن مصرف خواربار آلوده یا فرآورده‌های کشاورزی تولید شده در مکان‌های آلوده). برای پیشگیری از آلودگی از راه گوارش با ید رادیواکتیو، کنترل مواد غذایی بر کاربرد ید پایدار به عنوان پیشگیری، برتری از خود نشان می‌دهد.

جایگزین کنترل مواد غذایی یا اقدامات متقابل در
گستره‌ی کشاورزی استفاده نمود.

جای هیچ بحثی نیست که می‌توان از برنامه‌ی
پیشگیری با یُد پایدار به عنوان یک برنامه‌ی



نکاتی پیرامون پشتیبانی و مدیریت بخش قرص‌های یُد



بسیار مهم است که به مردم در مورد تفاوت قرص‌های ۶۵ میلی گرمی و ۱۳۰ میلی گرمی توضیح داده شود. اما در شرایط اورژانس ممکن است دستورالعمل‌های وجود تفاوت میان قرص‌ها مورد توجه قرار نگیرند. از این رو، شکل‌های دوزاژ عملی تر (مانند قرص‌های ۳۲ میلی گرمی یا فرمولاسیون‌های مایع) برای شیرخواران و کودکان که آسیب‌پذیرترین بخش جامعه هستند، بسیار مناسب تر می‌باشد. باید این نکته را یاد آور شد که بسیاری از فرآورده‌های دارویی حاوی KI، به عنوان منبع تغذیه‌ای یُد ممکن است در دسترس باشند ولی این فرآورده‌ها تنها مقادیر بسیار کمی یُد دارند و انتظار نمی‌رود که این فرآورده‌ها بتوانند سطح حفاظتی چشمگیری را برای

شکل شیمیایی

یُد پایدار را می‌توان به صورت یُدید پتاسیم (KI) یا یُدات پتاسیم (KIO_3) بکار برد. یُدید پتاسیم، انتخاب برتر می‌باشد، زیرا KIO_3 دارای این زیان بوده که تحریک کننده‌ی قوی‌تری است. فرآورده‌های KI مورد تأیید (FDA) برای حفاظت در برابر پرتو شامل این شکل‌های شیمیایی می‌باشند:

قرص ۱۳۰ میلی گرمی (Anbex) $IOSAT^R$

قرص ۶۵ میلی گرمی

$THYROSAFE^R$ (R.R. Registrations)

قرص ۱۳۰ میلی گرمی

$THYROBLOCK^R$ (Wallace Labs)



تصویر (۱۱) قرص ۱۳۰ میلی گرمی *IOSAT* و ۶۵ میلی گرمی *ThyroSafe*

کشورهای اروپایی استفاده می شود ولی FDA آن را برای کاربرد در ایالات متحدهی آمریکا تأیید نکرده است.

فرمولاسیون، انباشت و بسته بندی
هر چند که یُد پایدار را می توان به

تیروئید در برابر پرتوها فراهم آورند.
فراآورده های مورد تأیید FDA می بایست حداقل ۵ سال زمان نگهداری داشته باشند.
تفاوتی قاطع در زمان نگهداری میان KI و KIO_3 وجود ندارد. یُدات پتاسیم KIO_3 به عنوان محافظت کننده ی پرتویی برای تیروئید در بعضی از



تصویر ۱۲) قرص‌های انبار شده‌ی یدید پتاسیم را می‌بایست دور از جریان هوا، گرما، نور و رطوبت نگه داشت.

تمشک و شیر شیرخواران تجویز نمود. نخست می‌بایست قرص‌ها را خرد کرده و به کمک یک قاشق فلزی به شکل پودر ریز در آورد و سپس حجمی از آب افزود تا KI را محلول نماید و آنگاه حجم مساوی از نوشیدنی‌هایی که گفته شد نیز به آن افزود. پیشنهاد شده است که می‌توان این مخلوط را در یخچال تا یک هفته نگه داشت. قرص‌های انبار شده را می‌بایست دور از

صورت قرص یا مایع تجویز کرد، اما قرص این برتری را دارد که می‌توان آن را به آسانی انبار و پخش (حتی پیش پخش) نمود. همچنین ید پایدار به شکل قرص، کمتر موجب تحریک دستگاه گوارش می‌شود. قرص‌ها را می‌توان خرد کرد و با آب، آب میوه، افشیره‌ی میوه، شیر با چربی پایین (سفید یا کاکائویی)، لیموناد و کربنات سدیم‌های صاف مانند کولا، شربت

کریستال‌های KI استفاده کرد. بدین سان، WHO توصیه کرده است که بخش‌های زایمان و مامایی، KI را به شکل کریستال در انبار خود نگهداری نمایند.

شیوه جایگزین دیگر، کاربرد قرص حاوی ۵۰ میلی گرم یُد (۶۵ میلی گرم KI یا ۸۵ میلی گرم KIO_3) است. در هر صورت، توصیه شده است که سازندگان این قرص‌ها آن‌ها را به اندازه‌ای تولید کنند که بتوان برش‌های مورد نیاز را انجام داد. همچنین می‌بایست سازندگان قرص‌های یُد پایدار بر روی برچسب‌های آن‌ها موارد منع مصرف را به روشنی درج نمایند. موارد منع مصرف یُد پایدار شامل موارد زیر است:

- بیماری تیروئید پیشین یا کنونی (برای مثال پرکاری تیروئیدی فعال)
- حساسیت شناخته شده به یُد
- درماتیت هرپتیفورمیس
- واسکولیت هیپوکمپلیمنتیمی

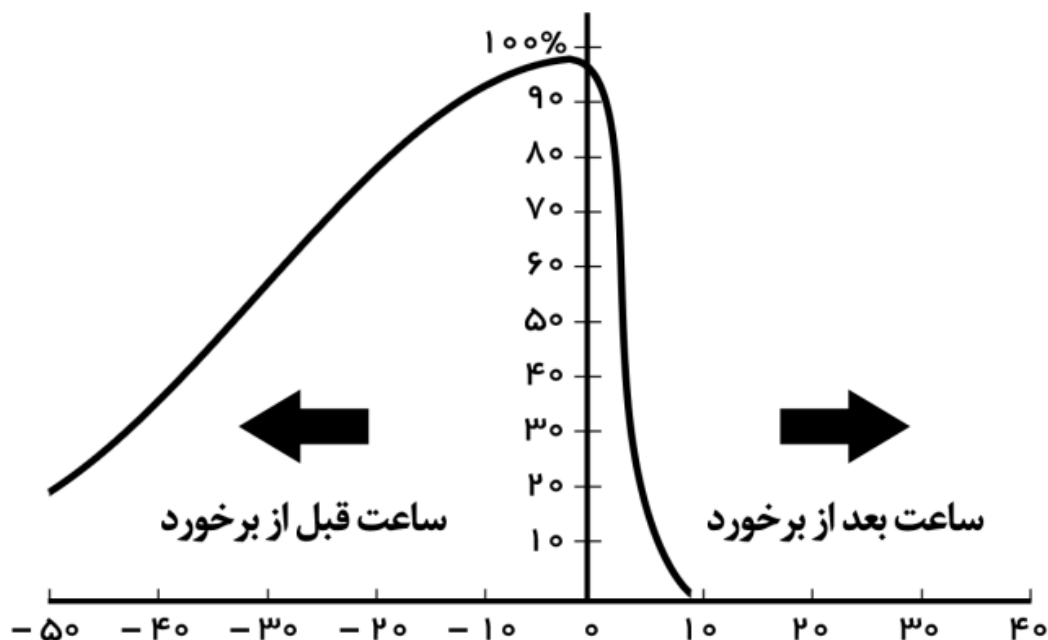
زمان تجویز و طول مدت پیشگیری

برای اینکه یُد پایدار به صورت کامل اثرات سودمند خود را بر منع تیروئیدی نشان دهد، لازم است که آن را در زمان کمی قبل از برخورد و یا بی‌درنگ پس از برخورد با یُد رادیواکتیو تجویز نمود. چنانچه قرص یُد پایدار با تأخیر چند ساعته داده

جریان هوا، گرما، نور و رطوبت نگه داشت. در صورتی که قرص‌های بسته بندی شده در پوشش‌های ورقی آلومینیومی در جایی خنک و خشک نگهداری شوند، محتوی یُد خود را تا ۵ سال نگه می‌دارند. پس از ۵ سال نیز می‌توان محتوای قرص‌های یُد را سنجید و زمان نگهداری آن‌ها را در صورتی که نیاز باشد گسترش داد.

دوزاژ و منع مصرف قرص KI

برای منع کامل برداشت یُد توسط تیروئید، الگوی دوزاژ در جدول (۵) را می‌بایست رعایت نمود، برای مثال، تک دوز ۱۳۰ میلی گرم برای بزرگسالان توصیه می‌شود. نصف ۱۳۰ میلی گرمی برای کودکان ۳ تا ۱۲ سال و ربع قرص نیز می‌بایست برای کودکان یک ماهه تا ۳ ساله تجویز شود. این برش دادن قرص ۱۳۰ میلی گرمی، تا ربع قرص، به سادگی صورت می‌گیرد ولی از آنجا که یک هشتم این قرص را می‌بایست برای نوزادان تا یک ماهه تجویز کرد، برش دادن آن دشوار می‌باشد. با این وجود، می‌توان از همین قرص با برش دادن تقریبی برای نوزادان بالاتر از یک هفته که در خانه نگهداری می‌شوند نیز استفاده کرد. اما گروه حساس، نوزادان کمتر از یک هفته می‌باشند که نیاز به دوزاژ دقیق دارند. می‌توان برای این گروه، از محلول KI تازه آماده شده با



نمودار (۱۳) برای آن که KI حداکثر سودمندی خود را نشان دهد، لازم است که KI را بیش از برخورد با یُد رادیواکتیو تجویز کرد؛ هر چند که ۳ تا ۴ ساعت پس از برخورد با یُد رادیواکتیو، هنوز KI مقداری اثرات حفاظتی در برابر یُد رادیواکتیو از خود نشان می‌دهد.

میزان حفاظت برای یُد رادیواکتیو تنفس شده در ابر هسته‌ای که در گذار است، ممکن است کافی باشد. اما در صورت آزادسازی پر دامنه، دوزهای تکرارشونده ممکن است توصیه شود.

در برخی از شرایط، تجویز یُد پایدار ممکن است برای ایجاد محدودیت در دریافت یُد رادیواکتیو بلع شده (به ویژه در کودکانی که شیر مصرف می‌کنند و منبع جایگزین دیگری ندارند) عملی

شود برداشت یُد تا ۵۰ درصد نیز انجام می‌شود. نمودار (۱۳) سودمندی یُد پایدار تجویز شده برای منع فعالیت تیروئید را در زمان‌های گوناگون در پیش و پس از ۴ ساعت برخورد با یُد رادیواکتیو نشان می‌دهد.

برای حفاظت بر علیه یُد رادیواکتیو تنفسی، عموماً یک تک دوز یُد پایدار کافی است؛ زیرا حفاظت کافی را تا یک روز فراهم می‌آورد. همین

باشد. در این مورد، یک دوز روزانه از یُد پایدار ممکن است در صورتی که عوارض جانبی از خود نشان ندهند، برای گستره‌ای از زمان که مورد نیاز است، تجویز کرد. باز یادآوری می‌شود که می‌بایست از تجویز دوزهای تکرار شونده در نوزادان، زنان باردار و زنان شیرده دوری جست. هر چند که دوز تکرار شونده (درهمان مقدار دوزاژ اولیه و یا کمتر) پس از ۲۴ ساعت در اکثر کشورها پذیرفته شده است (تا حداکثر ۱ گرم) ولی باز تأکید می‌شود که پیشگیری برداشت یُد رادیواکتیو بلع شده توسط تیروئید در هنگامی که ابر هسته‌ای گذر کرده است و کنش‌های رویاروی در دست انجام است، اقدامات کنترلی بر

مصرف مواد غذایی، بهترین شیوه در مقابل تجویز دوزاژ تکرار شونده‌ی KI می‌باشد. در یک فراگرد کلی، چنانچه قرص‌های یُد پایدار بعد از ۴ ساعت از برخورد تجویز شوند، سطح حفاظتی این قرص‌ها به نصف می‌رسد و چنانچه زمان بیش از ۲۴ ساعت پس از برخورد با یُد رادیواکتیو باشد، این قرص‌ها حفاظتی را برابر یُد رادیواکتیو ایجاد نمی‌کنند. بدین سان، تجویز منطقی و پرشتاب این قرص‌ها، درست پیش از برخورد و یا بی‌درنگ بعد از پرتوگیری، بیشترین سطح حفاظت را در برابر یُد رادیواکتیو پدید می‌آورد.

انبار سازی، پیش‌پخش
و پخش قرص یُد پایدار



نیروگاه‌های هسته‌ای هستند، اهدا کنند. اما انجمن تیروئید آمریکا (ATA) یک شعاع بیست برابری را برای پیش پخش قرص KI پیشنهاد کرد (۲۰۰ مایلی). از آنجا که هیچ کس نمی‌تواند پیش بینی کند که تا کجا ممکن است یُد رادیواکتیو برخاسته از ابر پس از رخداد در یک نیروگاه هسته‌ای انتشار یابد، انجمن تیروئید آمریکا سه سطح پوششی را براساس فاصله از نیروگاه هسته‌ای پیشنهاد نمود:

سطح اول (صفر تا ۵۰ مایلی):

پخش KI پیش از رخداد به تمام خانواده‌ها، همراه با انباشت قرص‌های یُد در انبار مراکز پذیرش اورژانس

از آنجا که زمان بسیار محدودی برای پیاده‌سازی برنامه‌ی پیشگیری با یُد پایدار در یک رخداد هسته‌ای وجود دارد، می‌بایست پیش از رخداد هسته‌ای، پخش قرص‌های یُد پایدار را در میان خانواده‌ها به صورت جدی مدّ نظر قرار داد. هم‌اکنون برنامه‌ی پخش پیش از رخداد قرص‌های یُد در ۱۴ کشور اروپایی در مناطق اطراف نیروگاه‌های هسته‌ای به اجرا در آمده است و شعاع این پیش پخش (Pre-distribution) از ۵ تا ۵۰ کیلومتر متغیر است. در دسامبر ۲۰۰۱، کمیسیون مدیریت هسته‌ای آمریکا به ۳۴ ایالت که دارای نیروگاه‌های هسته‌ای و یا در شعاع ۱۰ مایلی این نیروگاه‌ها بودند، نوشت که می‌بایست ۲ قرص KI برای هر فرد که در شعاع ۱۰ مایلی



تصویر ۱۳) براساس دستورالعمل کمیسیون مدیریت هسته‌ای آمریکا در دسامبر ۲۰۰۱، در ۳۴ ایالت دارای نیروگاه هسته‌ای می‌بایست به هر فرد که در شعاع ۱۰ مایلی نیروگاه‌های هسته‌ای زندگی می‌کند، دو قرص KI اهدا شود.

سطح دوم (۵۰ تا ۲۰۰ مایلی):

انباشت KI در مکان‌های عمومی محلی مانند مدارس، بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها، دفاتر پست و پلیس، و ایستگاه‌های آتش‌نشانی، جهت پخش طبق دستور مقامات بهداشت محلی.

سطح سوم (بالا تر از ۲۰۰ مایلی):

امکان دسترسی به انبار دارویی ملی وابسته به بخش سلامت و خدمات انسانی، جهت برداشت قرص‌های KI.

روش‌های گوناگونی برای پخش قرص یُد

پایدار در پیش از رخداد در کشورهای گوناگون و ایالات گوناگون آمریکا انجام شده است. روش پخش داوطلبانه‌ی مردم برای دریافت این قرص‌ها، چنانچه درگیری جامعه در برنامه‌های سلامت بسیار بالا باشد، موجب پخش این قرص‌ها تا حد بالای ۵۰ درصد از جمعیت خواهد شد. از روش‌های دیگر پخش قرص‌ها، ارسال توسط شبکه‌ی پست بوده است ولی بهترین روش برای پخش این قرص‌ها، روش خانه به خانه است؛ هر چند که این روش زمان بر و پرهزینه می‌باشد.

پیش پخش قرص‌های یُد دارای نکاتی

است که می‌بایست در نظر داشت، زیرا مهمترین مشکل پس از پیش پخش این قرص‌ها، گم شدن آن‌ها در طول زمان است. برای مثال در رومانی نه تنها بخش چشمگیری از قرص‌ها که به مردم داده شده بود گم شده بودند، بلکه پاره‌ای از آن‌ها نیز به عنوان داروهای معمولی توسط مردم مورد مصرف قرار گرفته بودند. از سوی دیگر، با توجه به پویایی جمعیت، ممکن است افراد جدید مهاجر به منطقه، دسترسی به این قرص‌ها را نداشته باشند. بدین سان، در کنار برنامه‌های پخش قرص‌های ید پایدار پیش از رخداد هسته‌ای، روش‌های انبار سازی و انباشت قرص‌ها، بسیار حائز اهمیت می‌باشند. زیرا می‌توان با این روش‌ها، قرص‌ها را در مکان‌های مناسب و شرایط خوب نگهداری نمود و در هنگام رخداد در کوتاه ترین زمان ممکن در دسترس مردم قرار داد.

انباشت قرص‌های ید پایدار در مکان‌هایی که قابل دسترس مردم در زمان رخداد باشند، مانند مدارس، بیمارستان‌ها، داروخانه‌ها، ایستگاه‌های آتش نشانی، ایستگاه‌های نیروی انتظامی، مراکز دفاع شهری و مراکزی که در حلقه‌ی تعریف شده‌ی رویدادهای ناگوار شهری و استانی قرار می‌گیرند، از راهبردهای اندیشمندانه برای انبارسازی این قرص‌ها می‌باشد. انباشت در مدارس و بیمارستان‌های اطراف

نیروگاه‌های هسته‌ای بسیار مهم است؛ زیرا چنانچه رخداد هسته‌ای در زمان باز بودن مدارس روی دهد، این مکان‌ها می‌توانند در پیش از اینکه کودکان به خانه برسند، قرص‌ها را در اختیار آن‌ها قرار دهند.

بدین سان، از راهبردهای بسیار سنجیده برای پخش این قرص‌ها، ایجاد انبارهای استراتژیک آن‌ها در مکان‌ها و سازمان‌هایی است که نمایندگی مدیریت رویدادهای ناگوار شهری و یا استانی را به عهده دارند. همچنین اطلاع رسانی به مردم در خصوص علت و اثرات رخداد در نیروگاه هسته‌ای و نیز ارسال پیام‌های اضطراری، توصیه‌های حفاظتی، دستورالعمل مصرف قرص‌ها و نیز دستور شروع به مصرف آن‌ها، می‌بایست از وظایف تعریف شده‌ی سازمان رویدادهای ناگوار استان‌ها باشد.

در هنگام بروز رخداد هسته‌ای، کارکنان بخش سلامت و پزشکی می‌بایست مورد مشاوره‌ی مردم برای ارائه‌ی اطلاعات جزئی تر قرار گیرند. از این رو، آموزش ارائه‌دهندگان خدمات سلامت، پرستاران و پزشکان بسیار حائز اهمیت است.

از نکات مهم دیگر، کنترل دوره‌ای انباشت‌های دارویی در انبارهای قرص ید است که می‌بایست بر اساس دستورالعمل‌های استاندارد انجام پذیرد. هر چند که توصیه شده است چنانچه آزادسازی مواد رادیواکتیو در بیش از یک روز ادامه

جدول ۱۳) مدت زمان نگهداری (Shelf-life) ید پایدار در کشورهای گوناگون

زمان نگهداری (بر اساس سال)		کشور
KIO ₃	KI	
	۵*	استرالیا
	۵	کانادا
	۵	جمهوری چک
	۵	فنلاند
	۱۰ - ۱۵	آلمان
	۵	مجارستان
۵		ایرلند
		ژاپن
	۱۰	لوکزامبورگ
بررسی در هر ۵ سال		هلند
	۵	نروژ
	۵	سوئد
	۸	سوئیس
۳		انگلستان

* بعد از ۵ سال، تمام قرص‌ها مورد سنجش قرار می‌گیرند و براساس این سنجش، طول نگهداری ممکن است گسترده‌تر شود.

داشته باشد، دستور به تخلیه مکان از جمعیت صادر شود ولی در شرایطی ممکن است این اقدام انجام نپذیرد و بدین سان، در این انبارها باید انباشت کافی از قرص‌های ید، برای دوزاژهای تکرار شونده وجود داشته باشد.

از آنجا که مصرف ید پایدار در رخدادهای هسته‌ای دارای سودمندی‌های فراوان با خطرات عموماً ناچیز از دیدگاه عوارض جانبی است. به

مسئولین ملی پیشنهاد می‌شود که می‌بایست دست مردم را برای خرید داوطلبانه قرص‌های یُد باز گذاشت. اما باز تأکید می‌شود که در چهارچوب یک برنامه‌ی اورژانس هسته‌ای، مسئولیت پخش یُد پایدار و چگونگی استفاده از آن در حلقه‌ی مسئولیت‌های افراد و سازمان‌های از پیش تعریف شده‌ای است که مدیریت رویدادهای ناگوار استان را به عهده دارند.

اطلاع رسانی / ارتباطات

فراهم آوری اطلاعات مناسب و حمایت از دریافت کنندگان یُد پایدار، از اجزای یک برنامه‌ی اورژانس هسته‌ای می‌باشند. از این رو، بسیار کارآمد است که در کنار بسته‌های یُد پایدار پخش شده در میان خانواده‌ها، برگه یا پمفلت آموزشی قابل فهم برای عموم نیز گذاشته شود. اطلاعات این پمفلت‌ها می‌بایست جامع، با متن ساده، شکل‌ها و نمودارهای جذاب باشد.

این پمفلت‌های آموزشی می‌بایست دوزاژ

مصرفی قرص‌های KI را به خوبی بیان کرده باشند و در مورد حساسیت نوزادان نسبت به این قرص‌ها، اطلاعات کافی داده و نیز امکان و چگونگی خوردن قرص به یک دوم، یک چهارم یا یک هشتم را نیز بیان کرده باشند.

در متن پمفلت‌های آموزشی، نکات زیر می‌بایست لحاظ شوند:

- ۱/ چرا دریافت قرص‌های یُد پایدار لازم است.
- ۲/ با بیان شیوا مقدار یُد در هر قرص بیان شود.
- ۳/ چه کسانی می‌بایست قرص‌ها را دریافت کنند.
- ۴/ تعداد و یا میزان قرص‌هایی که هر گروه سنی باید دریافت کنند.
- ۵/ شیوه‌ی دریافت قرص‌ها
- ۶/ چه موقع می‌بایست قرص مصرف شود.
- ۷/ اولویت کودکان برای درمان فوری
- ۸/ عوارض جانبی
- ۹/ آیا نیاز است که مورد ویزیت یک پزشک بعد از مصرف قرص‌ها قرار گرفت.

جدول ۱۴) اهداف برنامه‌ی ارزیابی یُد پایدار

الف) کاهش خطر یُد رادیواکتیو به تیروئید

- ۱) افزایش دسترسی به KI (با اندازه‌گیری پوشش کنونی KI، و نیز بعد از هر پخش برنامه‌ریزی شده)
 - برای کودکان و زنان باردار (شامل ساکن در خانه و بیرون از خانه)
 - برای دیگر ساکنین (شامل حاضر در خانه و بیرون از خانه)
 - برای جمعیت متحرک

۲) بهینه سازی توانایی به موقع دریافت KI

- مشخص نمودن تعداد افرادی که می‌دانند KI در کجاست
- زمان بهینه اگر تخلیه انجام نشود (نه خیلی زود؛ KI در زمان رخداد در دسترس باشد)
- زمان بهینه اگر تخلیه انجام شود (نه خیلی زود؛ KI در زمان رخداد در دسترس باشد)
- انبارسازی مطمئن از جهت رعایت اصول پایداری

۳) کاهش زیان از تجویز غیرمنطقی KI

- دوزاژ مناسب برای سن داده (یا دریافت) شود.
- اولین دوزاژ خیلی دیر مصرف نشود (اجتناب از افزایش خطر احتمالی تیروئید)
- اثرات جانبی زیان‌آور (سرطان‌های غیرتیروئید) کاهش یافته باشد (در افراد طبیعی، بیماران تیروئیدی، و کسانی که به یُد آلرژی دارند)

ب) کاهش در زیان‌های دیگر جنبه‌های رخداد

- ۱) عملیات پخش قرص‌های KI مانع از عملیات تخلیه جمعیت نشود.
- ۲) خطر مرگ و میر و بیماری‌زایی (فراتر از خطر تیروئید) در نتیجه‌ی پرتوها یا حوادث هسته‌ای را معکوس نماید.
- ۳) کاهش اضطراب و ترس از عملیات پخش قرص‌های KI
- ۴) اجتناب از استفاده‌ی فزاینده‌ی منابع در عملیات پخش قرص‌های KI
- ۵) عملیات پخش قرص‌های KI را در پیش و پس از رخداد ساده نماید.
- ۶) آموزش عمومی به پاسخ به رخداد‌های هسته‌ای

پیوست



سازمان جهانی بهداشت

کاربرد یدید پتاسیم برای حفاظت تیروئید هنگام رخدادهای هسته‌ای یا پرتویی

چکیده‌ی فنی (سازمان جهانی بهداشت)

بازنگری ۳۱ مارس ۲۰۱۱

پیش‌درآمد

هنگام یک رخداد هسته‌ای، ید رادیواکتیو ممکن است از یک ابر هسته‌ای آزاد گردد و سپس خاک، سطوح، غذا و آب را آلوده کرده و همچنین ممکن است بر روی پوست و لباس‌های افراد نشسته و موجب آلودگی بیرونی شود. ید رادیواکتیو فرونشسته در هنگام آلودگی خارجی را می‌توان با شستشو با آب گرم و صابون برداشت نمود. شکل دیگر برخورد که خطر بیشتری برای سلامت انسان دارد، هنگامی رخ می‌دهد که ید رادیواکتیو یا از راه تنفسی یا گوارشی وارد بدن شده و یا هنگامی که موادی مانند غذا، شیر یا آب آلوده، مصرف شوند. آلودگی داخلی یا پرتوگیری در زمانی که ید رادیواکتیو وارد بدن می‌شود و در درون غده‌ی

تیروئید انباشت می‌گردد، روی می‌دهد.

غده‌ی تیروئید در نتیجه‌ی پرتوگیری از ید رادیواکتیو در خطری ویژه است. زیرا تیروئید، ید را برای تولید هورمون‌های تیروئیدی به کار برده و متابولیسم بدن را تنظیم می‌کند. غده‌ی تیروئید، میان ید غیر رادیواکتیو، و ید رادیواکتیو افتراقی نمی‌یابد و برداشت ید رادیواکتیو ممکن است خطر سرطان تیروئید، به ویژه در کودکان، را افزایش دهد. هر چه سن در زمان برخورد با ید رادیواکتیو کمتر باشد، خطر ایجاد سرطان تیروئید بیشتر می‌شود.

در این وضعیت، یدید پتاسیم برای حفاظت و یا منع تیروئید از پرتوگیری به کار برده می‌شود.



دریافت یُدید پتاسیم (KI)^۱ در پیش یا آغاز برخورد با یُد رادیواکتیو می‌تواند موجب منع دریافت یُد رادیواکتیو توسط غده تیروئید شود و از این رو موجب کاهش برخورد تیروئید با پرتوگیری از راه داخلی گردد. این عملکرد را عموماً به نام منع کردن (بلاک کردن) تیروئید می‌نامند.

یُدید پتاسیم انجام نمی‌دهد:

- حفاظت بر علیه هر ماده‌ی رادیواکتیو دیگر (مانند سزیوم رادیواکتیو). از این رو، یُدید پتاسیم یک ضد پرتوی عمومی نیست.
- حفاظت بر علیه پرتوگیری بیرونی (مانند رادیواکتیو پسته نشسته بر روی زمین، سطوح و یا غذاها).
- پیشگیری از ورود یُد رادیواکتیو به درون بدن (اما می‌تواند از انباشت آن در تیروئید پیشگیری کند).

یُد پایدار در غذای طبیعی

۱ / یُدید پتاسیم یک نمک غیر آلی بوده که پتاسیم (K) و یُد (I)، به نسبت یک به یک، ترکیب شده و آن را می‌سازند. از این رو، فرمول شیمیایی آن KI است. دیگر ترکیبی که ممکن است کارگزاران سلامت ملی تصمیم به استفاده از آن را داشته باشند، یُدات پتاسیم (KIO_3) است و در این مورد، دوزاژ مربوطه به شکل ویژه در دستورالعمل تعیین می‌گردد.

یُد پایدار و یا یُد غیر رادیواکتیو، یک ماده‌ی ضروری است که انسان به آن در مقادیر خیلی کم جهت عملکرد طبیعی تیروئید نیاز دارد. غده تیروئید، با جمع آوری یُد، هورمون‌های تیروئیدی را که برای متابولیسم در تمام گروه‌های سنی ضروری است، تولید می‌کند. این هورمون برای بلوغ مغز، رشد و تکامل جنین و کودکان از ۱۵ هفتگی بارداری تا ۳ سالگی، حیاتی می‌باشند.

هنگامی که دریافت یُد از بعضی از سطوح مورد قبول کاهش می‌یابد، تیروئید دیگر قادر به تولید هورمون‌های تیروئید در مقادیر کافی نبوده و سلامت انسان مورد تهدید قرار می‌گیرد. در پاره‌ای از مناطق، در جاهایی که کمبود یُد در غذا و مواد غذایی وجود دارد، دریافت یُد کافی از طریق استفاده از نمک یُددار انجام می‌پذیرد.

اطلاعات اضافی پیرامون کمبود یُد

هنگامی که نمک یُددار در جیره‌ی غذایی و مصرف روزانه استفاده می‌شود، فاقد مقادیر کافی از یُد می‌باشد تا بتواند دریافت یُد رادیواکتیو را توسط تیروئید منع کند. از این رو، در رخدادهای هسته‌ای، نمک یُددار را نمی‌بایست به عنوان جایگزین (KI) استفاده کرد، زیرا حفاظت بر علیه یُد رادیواکتیو را فراهم نکرده و مصرف مقادیر فزاینده‌ی نمک یُددار

نیز خود با خطرات چشمگیری توأم خواهد بود.

چگونه KI عمل می‌کند؟

در هنگامی که در دوزاژ مناسب و در مقیاس زمانی درست دریافت شود، KI می‌تواند غده‌ی تیروئید را با ید پایدار (غیر رادیواکتیو) اشباع کند. در نتیجه، ید رادیواکتیو برداشت نشده و در تیروئید انبار نمی‌شود. هر نوع یدی (چه ید رادیواکتیو و چه ید غیر رادیواکتیو) که از میزان نیاز تیروئید جهت هورمون سازی فراتر رود، از طریق ادرار طی دو روز دفع می‌شود.

چه هنگامی می‌بایست KI را دریافت کرد؟

هنگامی افراد قرص‌های KI را می‌بایست دریافت کنند که دستور مصرف آن توسط کارگزاران سلامت مردم صادر شده باشد. آمادگی در رخداد‌های هسته‌ای معمولاً شامل برنامه‌هایی است که در آن‌ها در مورد دسترسی آسان مردم به قرص‌های KI تأکید ورزیده شده باشد (مانند برنامه‌های پخش قرص‌های ید در پیش از رخداد هسته‌ای در مکان‌های استراتژیک)^۲.

چنانچه برنامه‌ی پیاده‌سازی بلاک تیروئید

با یدید پتاسیم، مدّ نظر قرار گرفته باشد، کارگزاران سلامت مردم باید مکان‌های جغرافیایی که جمعیت ساکن در این مکان‌ها KI را دریافت دارند را تعریف کرده و اطلاعات لازم پیرامون زمان، چگونگی و کسانی که می‌بایست قرص‌های KI را دریافت کنند فراهم آورند. این دستور العمل‌ها ممکن است از طریق رادیو، تلویزیون، اینترنت، بلندگو و دیگر شیوه‌های قابل دسترس صادر شده و بایستی با دقت فراوان پیگیری شوند.

سودمندی KI جهت منع کردن عملکرد تیروئید، بستگی به زمان تجویز آن دارد. دریافت آن بی‌درنگ پیش از برخورد و یا سریعاً در زمان برخورد با ید رادیواکتیو، بیشترین حفاظت مؤثر را فراهم می‌آورد. چنانچه قرص‌های KI بسیار زود و یا خیلی دیر دریافت شوند، احتمال اینکه تیروئید به خوبی و مؤثر محافظت شود پایین می‌باشد. اگر ۴ ساعت بعد از برخورد دریافت شوند، سطح حفاظت تیروئید به نصف کاهش می‌یابد. دریافت KI بیشتر از ۲۴ ساعت پس از برخورد، هیچ گونه حفاظتی را ایجاد نمی‌کند.

چند عدد قرص KI را می‌بایست

دریافت کرد؟

دستورالعمل‌های صادر شده از سوی

کارگزاران سلامت مردم در مورد چگونگی مصرف KI

۲/ مانند خانوارها، مدارس، بیمارستان‌ها، داروخانه‌ها، ایستگاه‌های آتش نشانی، ایستگاه‌های پلیس و مراکز تخلیه و دفاع شهری

را می‌بایست به خوبی پیگیری کرد. دوزاژ درست KI براساس سن متفاوت خواهد بود. در فقدان دستورالعمل آشکار در برابر عدم توافق، فقط یک دوز KI می‌بایست دریافت گردد. یک تک دوز KI برای ایجاد حفاظت برای ۲۴ ساعت بسنده می‌کند.

در هنگامی که برخورد به درازا کشیده و یا برخورد تکرار شود، کارگزاران سلامت مردم ممکن است توصیه به دریافت بیش از تک دوز KI نمایند. در این شرایط، به نوزادان (کمتر از یک ماه) و زنان باردار و شیرده نمی‌بایست دوزاژ تکرار شونده‌ی KI تجویز نمود؛ عملکردهای حفاظتی دیگر را می‌بایست برای این گروه‌های ویژه، مورد به مورد و تحت توصیه‌های پزشکی به انجام رساند.

کاربرد قرص‌های KI در کودکان

خطر سرطان تیروئید در کودکان، پس از برخورد با ید رادیواکتیو، بالاتر از بزرگسالان می‌باشد. گروه‌های سنی جوان تر در خطر بالاتری هستند و در نتیجه حفاظت از کودکان را می‌بایست در هنگامی که کارگزاران سلامت مردم، KI را میان افراد پخش و تجویز می‌کنند در اولویت قرار داد.

به همه‌ی کودکان می‌بایست، دوزاژ پیشنهادی را تجویز نمود. تنها استثناء کودکانی هستند که موارد منع مصرف مطلق (بخش زیرین در

مورد موارد منع مصرف را بنگرید) را دارند. نوزادان (کمتر از یک ماه) تنها می‌بایست یک تک دوز KI را دریافت کنند. سطوح هورمون‌های تیروئیدی این نوزادان را می‌بایست بعد از تجویز KI پایش نمود. انجام مشاوره با متخصص کودکان طی یک هفته پس از تجویز KI، توصیه می‌شود.

قرص‌های KI در زنان باردار

هنگام بارداری غده‌ی تیروئید مادر از دیدگاه متابولیکی بیشتر از یک زن غیر باردار، فعال می‌باشد و میزان ید رادیواکتیوی که توسط تیروئید این زنان در مقایسه با دیگر بزرگسالان برداشت می‌شود نیز افزایش می‌یابد. غده‌ی تیروئید جنین ممکن است با ید رادیواکتیو از طریق جفت برخورد کند ولی باید این نکته را در نظر داشت که تیروئید همین جنین نیز با دریافت KI توسط مادر مورد محافظت قرار می‌گیرد. مانند دیگر افراد، زنان باردار نیز می‌بایست قرص KI را هنگامی که دستور آن را کارگزاران سلامت مردم صادر کردند دریافت کرده و از دوزاژ پیشنهادی بزرگسالان پیروی کنند. با انجام این عمل، این زنان نه تنها تیروئید خود را بلکه تیروئید کودک متولد نشده شان را محافظت خواهند کرد. هنگامی که فوریت هسته‌ای به انتها رسید،

قرص‌های KI در بزرگسالان

بزرگسالان می‌بایست در هنگامی که کارگزاران سلامت مردم دستور مصرف قرص‌های KI را صادر نمودند، این قرص را دریافت کنند. خطر عوارض جانبی KI با افزایش سن، فزونی می‌یابد و این در حالی است که خطر سرطان تیروئیدی برخاسته از پرتوگیری در افراد بالای ۴۰ سال پایین است. به این دلیل، بلاک عملکرد تیروئید با KI عموماً در بزرگسالان بالای ۴۰ سال توصیه نمی‌شود، مگر آن که میزان پرتوگیری به تیروئید به سطوحی باشد که غده‌ی تیروئید را تهدید کرده و در ستیز با عملکرد آن باشد. این سطح خطرناک معمولاً در مکان‌های جغرافیایی دور از مکان آزادسازی مواد رادیواکتیو ایجاد نمی‌شوند، از این رو، می‌بایست دستورالعمل‌های صادر شده از سوی کارگزاران سلامت مردم را پیگیری نمود.

اثرات جانبی

هنگامی که KI براساس دستورالعمل‌های صادر شده از سوی کارگزاران سلامت مردم مورد استفاده قرار می‌گیرد، سودمندی‌های برآمده از بلاک عملکرد تیروئید در رخدادهای هسته‌ای، بر وزن خطرهای عوارض جانبی آن در تمام گروه‌های سنی چیرگی می‌یابند.

زنان باردار باید پزشک خود را در جریان گذاشته تا سابقه‌ی مصرف KI در تاریخچه‌ی پزشکی آنان ثبت شده و عملکرد تیروئیدی نوزادان شان مورد ارزیابی قرار گیرد. معمولاً زنان باردار می‌بایست یک تک دوز KI را دریافت کنند.

قرص‌های KI در زنان شیرده

همانند دیگر بخش‌های جمعیت، زنان شیرده می‌بایست در هنگامی که کارگزاران سلامت مردم مصرف قرص‌های KI را صادر کردند، براساس دوزاژ پیشنهادی برای بزرگسالان، قرص KI دریافت کنند. میزان KI که یک زن شیرده از طریق شیر به نوزاد خود می‌دهد به اندازه‌ای نیست که بتواند نوزاد در معرض ید رادیواکتیو را مورد محافظت قرار دهد. بدین سان، افزون بر دریافت قرص KI توسط زن شیرده، به نوزاد وی نیز می‌بایست براساس سن، دوزاژ پیشنهادی را تجویز نمود. در این شرایط، شیردهی را می‌توان ادامه داد. زنان شیرده و نوزادان آنها می‌بایست تنها یک تک دوز KI را دریافت کنند مگر آن که دستورالعمل دیگری صادر شود.^۳

^۳ / معمولاً KI به صورت قرص‌های دارای خط برش عرضه می‌شوند و بدین سان خرد کردن آنها برای تجویز دوزاژ پیشنهادی کودکان آسان می‌باشد.

از آنجا که عملکرد تیروئید در نوزادان برای رشد و تکامل مغز حیاتی است، همانگونه که در بخش فوقانی در مورد "کاربرد قرص‌های KI در کودکان" عنوان گردیده، می‌بایست سطوح هورمون‌های تیروئیدی آن‌ها را پس از تجویز KI پایش نمود. هنگامی که دوزاژ مناسب تجویز شود، عوارض جانبی KI در کودکان و بزرگسالان با سن پایین، نادر می‌باشد. با این وجود، این عوارض ممکن است واکنش‌های آلرژیک خفیف، بثورات پوستی و ناراحتی‌های دستگاه گوارشی را شامل شوند.

عوارض جانبی KI بر عملکرد تیروئید در افراد با دیگر بیماری‌های تیروئید زمینه‌ای، بیشتر دیده می‌شود. این بیماری‌ها در بزرگسالان با سن بالا و در افراد کهنسال در مقایسه با کودکان و بزرگسالان جوان‌تر شایع‌تر می‌باشند. احتمال رخداد عوارض جانبی در افرادی که دوزاژ بالاتر از میزان پیشنهادی و یا دوزاژ تکرارشونده‌ی KI را دریافت می‌کنند، بیشتر است. فراوانی این نوع بیماری‌های تیروئید در میان کشورهای گوناگون متفاوت بوده و از این رو، کارگزاران سلامت آن کشور ممکن است رهیافت‌های گوناگونی را جهت تجویز KI برای دوزاژ

و گروه هدف سنی، اتخاذ نمایند.

موارد بالینی که قرص‌های KI منع

مصرف دارند

موارد بالینی کمی وجود دارند که تجویز KI در آن‌ها به صورت مطلق منع مصرف داشته باشند. کسانی که این موارد بالینی را دارند نمی‌بایست KI را دریافت کرده و نیاز به حفاظت به شیوه‌های دیگر داشته و بر اساس مورد به مورد و بر پایه‌ی توصیه‌های پزشکی با این افراد می‌بایست برخورد نمود. این موارد بالینی شامل:

- حساسیت به ید. این بیماری بسیار نادر بوده و نمی‌بایست با دیگر حساسیت بیشتر شایع که نسبت به مواد حاجب توأم با ید که در بعضی از تصویر برداری‌های پزشکی به کار می‌روند، اشتباه کرد.
- درماتیت هرپتیفورمیس (یک بیماری مزمن).
- واسکولیت هیپوکمپلیمنتیمی (یک التهاب ناشایع دیواره‌ی عروق که در بعضی از بیماری‌های ایمنی رخ می‌دهد).
- میوتونی کونجنیتا (یک نقص مادرزادی نادر که شامل سفتی ماهیچه‌ها می‌باشد).

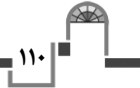
جدول ۱۵) تک دوزاژ پیشنهادی ید پایدار براساس گروه سنی

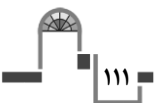
گروه سنی	میزان KI (میلی گرم)	پخش قرص (قرص های ۱۳۰ میلی گرمی KI)
بالتر از ۱۲ سال و بزرگسالان	۱۳۰	۱
۳ تا ۱۲ سال	۶۵	۱ — ۲
یک ماهه تا ۳ ساله	۳۲	۱ — ۴
نوزادان (کمتر از یک ماه)	۱۶	۱ — ۸





منابع





1. Blando J, Robertson C, Pearl K, Dixon C, Valcin M, Bresnitz E. Assessment of potassium iodide (KI) distribution program among communities within the emergency planning zones (EPZ) of two nuclear power plants. *Health Phys* 2007;92:S18-26.
2. Robbins J, Schneider AB. Chernobyl and the KI controversy in the United States. *Nat Clin Pract Endocrinol Metab* 2008;4:117.
3. Normile D. Japan disaster. Citizens find radiation far from Fukushima. *Science* 2011; 332: 1368.
4. Japanese nuclear disaster: Medical bulletin for west coast residents, Wind Turbine Syndrome. (Accessed in 11 Sep; 2011 at <http://www.windturbinesyndrome.com/news/wp-content/uploads/2011/03/WTS-Japan-Alert-fixed.pdf>).
5. Potassium Iodide (KI), Radiation Emergencies. (Accessed in 11 Sep; 2011 at <http://www.bt.cdc.gov/radiation/pdf/ki.pdf>).
6. Saskatchewan Drug Information Services (SDIS), Potassium Iodide for nuclear emergencies. (Accessed in 11 Sep; 2011 at http://druginfo.usask.ca/pdf/Potassium_Iodide_for_Nuclear_Emergencies.pdf).
7. European society of endocrinology statement on iodine prophylaxis, European Society of Endocrinology. (Accessed in 11 Sep; 2011 at <http://www.societaitalianadiendocrinologia.it/file/ESE-iodine-prophylaxis.pdf>).
8. Carney JK, deFlorio F, Erickson N, et al. Enhancing nuclear emergency preparedness: Vermont's distribution program for potassium iodide. *J Public Health Manag Pract* 2003; 9: 361-7.
9. Giovannelli G. Radioiodine and thyroid carcinoma: KI prophylaxis in children. *Acta Biomed* 2004; 75: I-XIII.
10. Becker DV, Zanzonico P. Potassium iodide for thyroid blockade in a reactor accident: administrative policies that govern its use. *Thyroid* 1997; 7: 193-7.

11. Blando J, Robertson C, Pearl K, et al. Evaluation of potassium iodide prophylaxis knowledge and nuclear emergency preparedness: New Jersey 2005. *Am J Public Health* 2007; 97 Suppl 1: S100-2.
12. B Le Guen, Hémidy PY, Garcier Y. French Approach for the distribution of iodine tablets in the vicinity nuclear power plants. *Health Physics* 2002; 83: 293-300.
13. Potassium Iodide (KI), Radiation Emergency Medical Management. (Accessed in 11 Sep; 2011 at <http://www.remm.nlm.gov/potassiumiodide.htm>).
14. Canadian guidelines for intervention during a nuclear emergency, Health Canada. (Accessed in 11 Sep; 2011 at <http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Collection/H46-2-03-326E.pdf>).
15. Short-term countermeasures in case of a nuclear emergency, Nuclear Emergency Agency. (Accessed in 11 Sep; 2011 at <http://www.oecd-nea.org/rp/reports/2003/nea3600-short-term.pdf>).
16. Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency, International Atomic Emergency Agency (IAEA). (Accessed in 11 Sep; 2011 at www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1265_web.pdf).
17. Distribution and administration of potassium iodide in the event of a nuclear incident, National Academies Press. (Accessed in 11 Sep; 2011 at http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=10868).
18. World Health Organization (WHO), Guidelines for Iodine prophylaxis following Nuclear Accidents. (Accessed in 11 Sep; 2011 at http://www.who.int/ionizing_radiation/pub_meet/Iodine_Prophylaxis_guide.pdf).
19. Christodouleas JP, Forrest RD, Ainsley CG, et al. Short-term and long-term health risks of nuclear-power-plant accidents. *N Engl J Med* 2011; 364: 2334-41.
20. Stable Iodine Prophylaxis, Health Protection Agency. (Accessed in 11 Sep; 2011 at http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1194947336017).
21. Use of potassium iodide for thyroid protection during nuclear or radiological emergencies, World Health Organization (WHO). (Accessed in 11 Sep; 2011 at http://www.who.int/ionizing_radiation/pub_meet/tech_briefings/potassium_iodide/en/index.html).
22. Radiological protection basics for the Japanese nuclear emergency situation, Nuclear Energy Agency. (Accessed in 11 Sep; 2011 at <http://www.oecd-nea.org/press/2011/radiological-protection-basics-japan.pdf>).



23. Guidance potassium iodide as a thyroid blocking agent in radiation emergencies, U. S. Food and drug Administration. (Accessed in 11 Sep; 2011 at <http://www.fda.gov/downloads/Drugs/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/Guidances/ucm080542.pdf>).
24. Franic Z. Iodine prophylaxis and nuclear accidents. Arh Hig Rada Toksikol 1999; 50: 223-33.
25. Cardis E, Krewski D, Boniol M, Drozdovitch V, et al. Estimates of the cancer burden in Europe from radioactive fallout from the Chernobyl accident. Int J Cancer. 2006 Sep 15;119:1224-35.
26. Directorate-General for Energy, European Commission. RADIATION PROTECTION NO 165: Medical Effectiveness of Iodine Prophylaxis in a Nuclear Reactor Emergency Situation and Overview of European Practices. Luxembourg: European Union, 2010.

۳۱. مدرس سید مهدی، انواع تهدیدهای پرتویی و آماده‌سازی در اورژانس‌های هسته‌ای. همایش ملی آمادگی و پاسخ پزشکی در حوادث هسته‌ای، ۲۰ اسفند ۱۳۸۳. دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر ۱۳۸۳.

۳۲. عباسی اسحاق، نصرتی عباس، نبی پور ایرج، امامی سید رضا. بررسی سطح آگاهی پزشکان استان بوشهر در مورد آمادگی و پاسخ پزشکی در حوادث هسته‌ای. مجله‌ی علمی پژوهشی طب جنوب. ۱۳۸۳؛ (۲): ۷: ۱۸۹-۱۸۳.

۳۳. مرادحاصلی فرزاد، نبی پور ایرج، اسدی مجید، عباسی سیروس. تعیین حجم تیروئید به وسیله‌ی اولتراسونوگرافی در کودکان ۱۰-۷ ساله‌ی شهرستان بوشهر؛ ۱۳۸۶. مجله‌ی علمی پژوهشی طب جنوب. ۱۳۸۷؛ (۲): ۱۱: ۱۷۶-۱۷۰.

۲۷. عزیزی فریدون. اختلالات ناشی از کمبود ید در منطقه‌ی مدیترانه‌ی شرقی و خاورمیانه. مجله‌ی غدد درون ریز و متابولیسم ایران. ۱۳۸۱؛ (۳): ۴: ۱۵۱-۱۴۹.

۲۸. اسدی مجید. راهنمای بالینی پزشکی هسته‌ای در زمینه‌ی غدد. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بوشهر. ۱۳۸۸.

۲۹. نبی پور ایرج. سندرم حاد پرتویی. همایش ملی آمادگی و پاسخ پزشکی در حوادث هسته‌ای، ۲۰ اسفند ۱۳۸۳. دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ۱۳۸۳.

۳۰. نبی پور ایرج. نقش یدپروپیلاکسی در حوادث هسته‌ای. همایش ملی آمادگی و پاسخ پزشکی در حوادث هسته‌ای، ۲۰ اسفند ۱۳۸۳. دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ۱۳۸۳.





