

การป้องกันอันตรายจากรังสี

การป้องกันอันตรายจากรังสี

ในปัจจุบันนี้ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันและการพัฒนาประเทศในทุก ๆ ด้าน แต่ในแง่หนึ่งที่ไม่ควรมองข้ามเลยคือ ความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเทคโนโลยี อย่างแท้จริง ทำให้การนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ ขาดการควบคุมดูแลให้ถูกต้องและเหมาะสม จึงเป็นผลให้เกิดอันตรายได้ เช่นเดียวกันกับการนำเอาสารกัมมันตรังสีมาใช้ก็เช่นกันเพราะสารกัมมันตรังสีนั้นมีประโยชน์มากมาย แต่โทษที่อาจเกิดขึ้นจากรังสีนั้นก็ยังมีมากและหลายระดับทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณ ชนิดและระยะเวลาที่ได้รับรังสี เช่น ถ้าได้รับรังสีปริมาณสูงแบบเฉียบพลันอาจทำให้ถึงแก่ชีวิตได้ หรือการรับรังสีที่อวัยวะสืบพันธุ์แล้วทำให้เป็นหมัน ก็ยังไม่มากนักเท่ากับการเปลี่ยนแปลงอันเป็นผลให้ลูกหลานที่เกิดมาผิดปกติ

ดังนั้น เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานทางด้านรังสีจึงควรมีความรู้ ความเข้าใจในการป้องกันอันตรายจากรังสีเป็นอย่างดี จึงจะสามารถใช้ประโยชน์จากรังสีได้อย่างคุ้มค่าและปลอดภัยที่สุด

ที่มาของรังสี สารกัมมันตรังสี คือสารที่สลายตัวปลดปล่อยรังสีออกมา รังสี คืออนุภาคหรือคลื่นที่ปลดปล่อยออกมาจากอะตอมของกัมมันตรังสี สารกัมมันตรังสี จำแนกตามลักษณะการเกิดได้จาก 2 แหล่ง คือ

1. **จากธรรมชาติ** โดยสารกัมมันตรังสีจากธรรมชาติ เช่น ยูเรเนียม 235 , ยูเรเนียม 238,คาร์บอน 14 ซึ่งเกิดขึ้นพร้อมกับการเกิดของโลก
2. **จากมนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นมาเอง** เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู (Nuclear reactor) หรือในเครื่องเร่งอนุภาค เช่น เครื่องเร่งอนุภาคนิวตรอน (Neutron generator) และซิลโคตรอน(Cyclotron generator) เป็นต้น สารกัมมันตรังสีที่ได้จากการผลิต เช่น โคบอลต์ 60, ไอโอดีน 131 , ซีเซียม 137, นิวตรอน สารกัมมันตรังสีทั้ง 2 กลุ่ม จะให้รังสีออกมา ได้แก่ รังสีแอลฟา , รังสีเบตา , รังสีแกมมา นิวตรอน นอกจากนี้รังสีที่เป็นที่รู้จักกันดีและใช้กันอย่างกว้างขวางมีประโยชน์มากมาย ได้แก่ รังสีเอกซ์(X-ray) ซึ่งเกิดจากเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ ซึ่งใช้ระบบไฟฟ้าแรงสูงเร่งให้อิเล็กตรอนวิ่งด้วยความเร็วสูงเข้าชนเป้าที่ทำด้วยโลหะหนักและเกิดเป็นรังสีขึ้น มีความสามารถทะลุทะลวงผ่านวัตถุต่าง ๆ ได้มากบ้าง น้อยบ้าง ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของวัตถุนั้น ๆ

ประโยชน์ของรังสี

รังสีที่กล่าวมาข้างต้น สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งทางการแพทย์ อุตสาหกรรม การเกษตรและงานวิจัยต่าง ๆ ดังนี้

รังสีแอลฟา ใช้เป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์สายล่อฟ้า (Am-241 , Ra-226) ,อุปกรณ์กำจัดฝุ่นละอองในผลิตภัณฑ์ (Po-210) , เป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์ตรวจสอบควีนไฟ (Am-241)

รังสีเบตา ใช้รักษาโรคต่อเนื้อ (Sr-90) , สารพรายน้ำ (H-3) , สารสะท้อนแสง/เรืองแสง (Pm-147) , ใช้ระงับอาการปวดของมะเร็งที่ลามไปกระดูก(Sm-153)

รังสีแกมมา ใช้รักษาโรคมะเร็ง (Co-60) , การฆ่าเชื้อโรคในเวชภัณฑ์ (Co-60) ,การวินิจฉัยโรคและรักษาโรคต่อมไทรอยด์ (Co-60)(I-125 , I-131) , ตรวจสอบการทำงานของไต (I-131) , การตรวจสอบการทำงานของตับ/ทางเดินน้ำดี/ กล้ามเนื้อหัวใจ (Tc-99m) , ศึกษาการไหลเวียนของเลือดที่ปอด/สมอง (Tc-99m)

รังสีเอกซ์ ใช้ในการถ่ายภาพอวัยวะต่าง ๆ , ตรวจจับวัตถุแปลกปลอม และสารกัมมันตรังสีที่มีบทบาทสำคัญตัวหนึ่งที่จะกล่าวถึงก็คือ โคบอลต์-60 ซึ่งเมื่อกัมมาพันธ์ 2543 ที่ผ่านมาได้ก่อให้เกิดกรณีตัวอย่างที่ทำให้เราเห็นโทษมหันต์ของรังสีที่เราไม่ควรมองข้ามเลย โคบอลต์-60 (Co-60) เป็นสารกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งที่ไม่ได้อยู่ในธรรมชาติ เกิดขึ้นได้จากการนำโคบอลต์-59 ซึ่งเป็นโลหะในธรรมชาติอบอนุภาคนิวตรอน ในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูเกิดเป็นโคบอลต์-60 ซึ่งมีค่าครึ่งชีวิต 5.26 ปี และสลายตัวให้รังสีแกมมาและเบตา แต่รังสีที่นำมาใช้ประโยชน์มาก คือ รังสีแกมมา ซึ่งใช้

ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ทางเกษตร

1.1 การปรับปรุงพันธุ์พืช (Mutation Breeding) เช่น พันธุ์ข้าว กข 6 , กข 10 , กข 15 , ถั่วเหลืองพันธุ์ดอยคำ , กล้ายหอมทอง KU1

1.2 การกำจัดแมลงศัตรูพืชโดยการทำให้หมัน (Sterile Insect technique) เช่น กำจัดแมลงวันผลไม้บนดอยอ่างขาง จ.เชียงใหม่

1.3 การถนอมอาหาร (Food Preservation) โดยศูนย์ฉายรังสีอาหารและผลิตผลการเกษตรของสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ได้ให้บริการ ดังนี้

- ก. ยับยั้งการงอก : มันฝรั่ง , หอมใหญ่ , กระเทียม , ขิง
- ข. ชะลอการสุก : มะม่วง , มะละกอ

ค. ขะลอกการบาน : เห็ด

ง. ทำลายพยาธิ : เนื้อหมู , แหนม

จ. ลดแบคทีเรียและเชื้อรา : พลาสติก , เนื้อสด , กุ้งแช่แข็ง , เครื่องเทศ

ฉ. ควบคุมแมลง : ข้าว, ถั่วเขียว , ผลไม้แห้ง , ปลาแห้ง , มะขามหวาน

ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ผ่านการฉายรังสีมาแล้วนั้นจะไม่มีรังสีตกค้างอยู่เลย ทั้งนี้เนื่องจากรังสีแกมมาที่นำมาใช้ จะไม่แตกตัวและไม่ทำให้ตัวกลางกลายเป็นรังสีแต่อย่างใด ดังนั้นอาหารที่ผ่านการฉายรังสี จึงปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

2. ทางอุตสาหกรรม ในประเทศไทยมีโรงงานอุตสาหกรรมประมาณ 165 แห่ง ที่นำสารกัมมันตรังสี โคบอลต์-60 มาใช้ ดังนี้

- 2.1 การวัดระดับ เช่น โรงงานทอผ้า , โรงงานพลาสติก
- 2.2 การวัดความหนา เช่น โรงงานโลหะ
- 2.3 การวัดความหนาแน่น เช่น โรงงานพลาสติก , โรงงานกระเบื้อง
- 2.4 การสำรวจหลุมเจาะ เพื่อเสาะหาแหล่งแร่
- 2.5 การฉายรังสีเวชภัณฑ์ เช่น เข็มฉีดยา , ถุงมือ , มีดผ่าตัด และยารักษาโรค

3. ทางการแพทย์

ในประเทศไทยมีสถาบันทางการแพทย์และโรงพยาบาลที่มีเครื่องโคบอลต์-60 อยู่ 39 เครื่อง ใช้สำหรับผู้ป่วยโรคมะเร็ง และในการตรวจต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

การจัดเก็บต้นกำเนิดรังสี

ในทางปฏิบัติคนทั่วไปมักไม่ได้รับรังสีมากเกินไปจนเป็นอันตรายเพราะเนื่องจากการปฏิบัติงานทางรังสีนั้น จำเป็นต้องใช้วัสดุมาหุ้มหรือกั้น เช่น คอนกรีต , โลหะหรือตะกั่ว เพื่อกำบังรังสีในทิศทางที่ไม่ได้ใช้งาน หรือในการเก็บรักษา เพื่อให้อัตราของรังสีลดลง และป้องกันการรั่วไหลของรังสี สารกัมมันตรังสี โคบอลต์-60 ที่ใช้อยู่ทั่วไปเป็นแบบปิดผนึก (Sealed Source) เมื่อนำมาใช้ในทางการแพทย์ต้นกำเนิดรังสีจะอยู่ในวัสดุกำบังรังสี เช่น ยูเรเนียม , ตะกั่ว เวลาใช้งานต้นกำเนิดรังสีจะถูกเคลื่อนออกมาทางช่องฉายรังสีด้วยระบบลม (Pneumatic) รังสีจะถูกฉายไปยังอวัยวะเป้าหมาย

สำหรับในทางอุตสาหกรรมหรือการถ่ายภาพด้วยรังสี สารกัมมันตรังสีจะบรรจุอยู่ในโปรเจคเตอร์ ตัวต้นกำเนิดรังสีจะถูกขับเคลื่อนไปยังจุดที่ต้องการ ด้วยอุปกรณ์ควบคุมระยะไกลเพื่อฉายรังสี หน่วยวัดปริมาณรังสี ปริมาณรังสีมีหน่วยวัดเป็น เกรย์ (Gray), แรด (Rad), ซีเวิร์ต (Sievert), แรม (Rem) โดย ปริมาณรังสี 1 เกรย์ = 1 ซีเวิร์ต = 100 แรด และ 1 แรด = 1 แรม

อันตรายหรือโทษจากรังสี

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่ารังสี คือ อนุภาคหรือคลื่นที่ปลดปล่อยออกมาจากอะตอมจึงไม่มีสี กลิ่น หรือสิ่งที่ทำให้สังเกตเห็นได้ ทำให้ผู้ที่ได้รับไม่ทราบตัวตนเองได้รับรังสี ดังนั้นผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องวัดรังสีที่ได้รับจากภายนอก มีประจำติดตัวไว้ทั้งนี้เพื่อวัดรังสีที่ได้รับว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใด และในการตรวจวินิจฉัย รักษาผู้ป่วยด้วยรังสีเอกซ์ ผู้ป่วยและเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานทางรังสี จะได้รับรังสีได้ ดังนี้

- จากลำแสงเอกซเรย์จากหลอดเอกซเรย์โดยตรง
- จากรังสีที่รั่ว (leakage) จากหลอด
- จากรังสีกระเจิง (scatter radiation) ที่ไปกระทบผู้ป่วยนอกจากนี้สาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยได้รับรังสีเพิ่มขึ้นเกินความจำเป็น ประกอบด้วย
- การส่งตรวจทางรังสีโดยไม่จำเป็น
- การถ่ายภาพรังสีซ้ำ
- ใช้เทคนิคการถ่ายภาพที่ไม่เหมาะสม
- เจ้าหน้าที่ไม่เข้าใจ หรือไม่ตระหนักถึงหลักการป้องกันอันตรายจากรังสีและองค์ประกอบต่างๆ ที่สามารถลดปริมาณรังสีได้

การเกิดอันตรายจากรังสีต่อมนุษย์ อาจแบ่งได้ 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1. การได้รับรังสีจากแหล่งกำเนิดรังสีจากภายนอก (External exposure) ความรุนแรงของการบาดเจ็บ ขึ้นอยู่กับความแรงของแหล่งกำเนิดและระยะเวลาที่ได้รับรังสี แต่ตัวผู้ที่ได้รับอันตรายไม่ได้สารกัมมันตรังสีเข้าไปในร่างกาย จึงไม่มีผลแผ่รังสีไปทำอันตรายผู้อื่น

2. การได้รับสารกัมมันตรังสีเข้าสู่ร่างกาย (Internal exposure) มักพบในกรณีมีการรั่วไหลของสารกัมมันตรังสีที่เป็นก๊าซ ของเหลว หรือฝุ่นละอองจากแหล่งเก็บสารกัมมันตรังสี หรือที่เก็บกากสารกัมมันตรังสีจากการระเบิดของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เช่น ที่เชอร์โนบีล ประเทศรัสเซีย การระเบิดของอาวุธนิวเคลียร์ ที่อิโรชิม่าและนางาซากิ ประเทศ

ญี่ปุ่น การกระจายของสารกัมมันตรังสีจะฟุ้งไปในอากาศ น้ำ มนุษย์อาจได้รับรังสีเข้าสู่ร่างกาย ทางหายใจฝุ่น ละอองของรังสีเข้าไป , กินของที่เปื้อนหรือปนเข้าไป หรือการกิน, การฝังสารกัมมันตรังสีเพื่อการรักษา สารกัมมันตรังสีที่อยู่ในร่างกายจะแผ่รังสีออกมา ทำอันตรายต่อร่างกายเป็นระยะเวลานาน จนกว่าจะถูกกำจัดออกไปจากร่างกายจนหมด และยังสามารถแผ่รังสีไปทำอันตรายคนที่อยู่ใกล้เคียงได้ การได้รับรังสีอาจมีผลต่อร่างกายได้เป็น 2 แบบ คือ

1. เกิดการเปลี่ยนแปลงและมีอาการป่วยทางรังสี (Acute หรือ Deterministic Effect) เมื่อได้รับรังสีเป็นปริมาณมาก(สูงกว่า 10 แรต ในครั้งเดียว) ทำให้เซลล์จำนวนมากบาดเจ็บ เสียหาย หรือตาย จะมีผลให้อวัยวะต่าง ๆ ที่ได้รับรังสี ไม่สามารถทำหน้าที่ของตนได้ อวัยวะสำคัญของร่างกายที่จะเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับรังสี คือ

- **ไขกระดูก** เป็นอวัยวะที่ไวที่สุดและเปลี่ยนแปลงให้เห็นเร็วที่สุด เพราะเป็นอวัยวะที่มีการสร้างใหม่อยู่ตลอดเวลา

- **ทางเดินอาหาร** นับเป็นอวัยวะที่มีความไวต่อรังสีรองลงมาจากไขกระดูก

- **ผิวหนัง** ซึ่งจะพบได้ตั้งแต่ไม่มีแผล แต่รู้สึกแสบร้อน ผิวดำคล้ำ เหมือนตากแดด หรือได้รับปริมาณมาก ผิวหนังจะค่อย ๆ แดงขึ้น ต่อมาพองออกเป็นถุงน้ำใส เมื่อถุงน้ำแตกออกจะเห็นเป็นเนื้อแดงเหมือนถูกไฟไหม้

- **อวัยวะสืบพันธุ์**

- **ระบบสมองและประสาทส่วนกลาง** เนื่องจากเซลล์ของระบบประสาทค่อนข้างดีต่อรังสี ทำให้การเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่มักเกิดจากการที่หลอดเลือดที่ไปเลี้ยงสมองถูกทำลายมากกว่าเกิดการตายของเซลล์สมอง

- **ปอด**

อาการของผู้ป่วยที่ได้รับรังสี จะแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 (Initial Syndrome) เกิดตั้งแต่เริ่มได้รับรังสีหรือหลังได้รับเป็นชั่วโมง จะมีอาการอ่อนเพลีย เบื่ออาหาร อาเจียน ท้องเสีย มีไข้ มีอาการทางผิวหนัง อาการต่าง ๆ เหล่านี้อาจนานหลายวัน

ระยะที่ 2 (Remission phase) เป็นช่วงที่อาการของระยะที่ 1 หายไป

ระยะที่ 3 (Established acute radiation Syndrome) จะมีอาการและตรวจพบเนื่องจากอวัยวะนั้น ๆ ถูกทำลาย คือ

- **ไขกระดูก** : เม็ดเลือดขาวค่อย ๆ ต่ำลง ทำให้ภูมิคุ้มกันต่ำลง เกิดการติดเชื้อได้ง่าย , เกล็ดเลือดลดลงทำให้มีเลือดออกง่ายและหยุดยาก

- **ทางเดินอาหาร** : คลื่นไส้ , อาเจียน , ท้องเสีย

- **ระบบประสาทส่วนกลางและสมอง** : สูญเสียการควบคุมกล้ามเนื้อของร่างกาย , หายใจลำบาก ซึ่งถ้ามี อาการของระบบนี้ ผู้ป่วยจะเสียชีวิต 100 % • **อาการทางปอด** : เนื้อปอดบวม มักจะเป็นสาเหตุการตายของผู้ป่วยใน สัปดาห์ที่ 3 – 4 และถ้าได้รับรังสีตลอดทั้งร่างกาย (Whole Body Exposure) จะทำให้เกิดอาการดังนี้

1. ได้รับรังสี 3 – 5 เกรย์ ไขกระดูกไม่มีการสร้างเม็ดเลือดอาจเสียชีวิตถึง 50 % โดยอาจเสียชีวิตภายใน 30 – 60 วัน

2. ได้รับรังสี 5 – 15 เกรย์ มีผลต่อระบบทางเดินอาหาร ทำให้มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน อาจเสียชีวิตภายใน 10 –20 วัน

3. ได้รับรังสีมากกว่า 15 เกรย์ มีผลต่อระบบประสาท อาจทำให้เสียชีวิตภายใน 1–5 วัน

2. มีผลระยะยาว (Delayed หรือ Stochastic Effect) การที่ร่างกายได้รับรังสีปริมาณน้อย ๆ ถ้าเซลล์ตาย ร่างกายจะไม่เกิดอาการผิดปกติใด ๆ ถ้าเซลล์ไม่ตายก็อาจเกิดความผิดปกติของเซลล์นั้น ๆ ผลกระทบที่เกิดขึ้นภายหลังจากได้รับรังสี คือ การเป็นโรคมะเร็งและผลกระทบต่อพันธุกรรม ความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับรังสี และความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งนั้นเกี่ยวข้องกับลักษณะการได้รับรังสีและปริมาณของรังสี ส่วนผลกระทบต่อพันธุกรรมของมนุษย์นั้นสรุปได้ดังนี้

- (1) การกลายพันธุ์ (Mutation) ที่เกิดจากรังสีมักจะเป็นอันตราย

- (2) ปริมาณรังสีใด ๆ ก็ตาม (ถึงแม้จะปริมาณน้อย) ก็มีบทบาททำให้เกิดความเสี่ยงทางพันธุกรรมในเซลล์สืบพันธุ์

- (3) ความถี่ของการกลายพันธุ์ที่เกิดจากรังสี เป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณรังสี

- (4) ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากรังสีขึ้นกับอัตราการได้รับรังสีและระยะเวลาที่ได้รับรังสี

- (5) ลักษณะกลายพันธุ์ที่เกิดจากรังสีส่วนใหญ่ จะเป็นลักษณะด้อย ดังนั้นจะยังไม่มีการแสดงออกในหลายชั่วคน ทำให้มีประเด็นที่จะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ เมื่อก้าวถึงอันตรายจากรังสี คือ

- ผลต่ออวัยวะสืบพันธุ์และทารกในครรภ์ อาจทำให้เป็นหมัน หรือส่งผลถึงทารก ทำให้แท้ง , มีความพิการแต่กำเนิดและมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง

ตาราง แสดงผลกระทบของรังสีต่อการเป็นหมัน

ปริมาณรังสีต่อการเป็นหมัน		
เพศ	แรม (Rad)	อาการ
ชาย	500 – 600	เป็นหมันถาวร
ชาย	250	เป็นหมันชั่วคราว 12 เดือน
หญิง	320 – 625	เป็นหมันถาวร
หญิง	125 – 150	ไม่มีประจำเดือนในผู้หญิง 50 %
หญิง	170	เป็นหมันชั่วคราว 1 – 3 ปี

ตาราง แสดงผลกระทบของรังสีต่อทารกในครรภ์

ผลกระทบจากรังสีต่อทารกในครรภ์	
ระยะเวลาหลังปฏิสนธิ	ผล
0 – 1 สัปดาห์ (pre-implantation)	ทารกตายในท้อง
2 – 7 สัปดาห์	พัฒนาผิดปกติหรือไม่ โตขึ้น หรือเป็นมะเร็ง
8 – 4 สัปดาห์	พัฒนาผิดปกติ และอาจทำให้อวัยวะทำงานผิดปกติ

ผลต่อการเกิดมะเร็ง ซึ่งต้องได้รับรังสีปริมาณมากในครั้งเดียว หรือหลาย ๆ ครั้ง ซ้ำ ๆ เป็นเวลานาน โดยจะแสดงผลเมื่อระยะเวลาผ่านไปหลายปี

ตารางแสดงผลกระทบจากรังสีต่อร่างกาย โดย International Commission on Radiological Protection (ICRP) ซึ่งเป็นองค์การสากลในการป้องกันอันตรายจากรังสี ได้รวบรวมผลกระทบจากรังสีต่อร่างกายไว้ดังนี้

ปริมาณรังสี (มิลลิซีเวิร์ต)	อาการ
1	เกณฑ์สูงสุดที่อนุญาตให้สาธารณชนได้รับใน 1 ปี (เป็น ปริมาณรังสีที่มากที่สุด ที่คาดว่าจะไม่ทำให้เกิดอันตราย (Maximum permissible dose : MPD)
20	เกณฑ์สูงสุดที่อนุญาตให้ผู้ปฏิบัติงานทางรังสีได้รับใน 1 ปี
250	ไม่ปรากฏอาการผิดปกติใดๆทั้งระยะสั้นและระยะยาว
500	เมื่อกัดอาหารลดลงเล็กน้อย
1,000	มีอาการคลื่นเหียน และอ่อนเพลีย เมื่อกัดอาหารลดลง
3,000	อ่อนเพลีย อาเจียน ท้องเสีย เมื่อกัดอาหารลดลง ผม่วง เบื่ออาหาร จืด ทอแห้ง มีไข้ อาจเสียชีวิตภายใน 3-6 สัปดาห์
6,000	อ่อนเพลีย อาเจียน ท้องเสียภายใน 1-2 ชั่วโมง เมื่อกัดอาหารลดลงอย่างรวดเร็ว ผม่วง มีไข้ อักเสบในปากและลำคออย่างรุนแรง มีเลือดออก มีโอกาสเสียชีวิต 50 % ภายใน 2-6 สัปดาห์
10,000	มีอาการเหมือนข้างต้น เสียชีวิตภายใน 2 สัปดาห์

ตาราง แสดง ปริมาณรังสีที่จำกัดให้ประชาชนทั่วไปและผู้ปฏิบัติงานทางรังสีได้รับ ต่อปีตามเกณฑ์ ของ ICRP

หมายเหตุ มิลลิซีเวิร์ตเป็นหน่วยวัดปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับ และโดยปกติใน 1 ปี แต่ละคนจะได้รับรังสีจากธรรมชาติ ประมาณ 2.23 มิลลิซีเวิร์ต ดังนี้

ที่มาของรังสี	มิลลิซีเวิร์ต
รังสีคอสมิก	0.3
พื้นดิน	0.4
บ้านเรือน	1.2
อาหารและเครื่องดื่ม	0.2
เวชภัณฑ์ทางการแพทย์	0.1
ฝุ่นกัมมันตรังสี	0.01
เครื่องใช้ในบ้าน	0.01
ชิ้นเครื่องบิน	0.01
รวม	2.23

การป้องกันอันตรายจากรังสี

สำหรับผู้ปฏิบัติงานทางรังสี ควรปฏิบัติดังนี้

- ใช้เวลาปฏิบัติงานให้สั้นที่สุด เนื่องจากปริมาณรังสีที่ได้รับนั้นจะขึ้นกับเวลาของการได้รับรังสี และควรหลีกเลี่ยงการได้รับรังสีโดยไม่จำเป็น
- รักษาระยะทางให้ห่างจากต้นกำเนิดรังสีให้มากที่สุด การอยู่ห่างเท่ากับเป็นการอาศัยอากาศ เป็นกำแพงกำบังรังสีได้ ถ้าอยู่ที่ห่างจากเดิม 2 เท่า ปริมาณรังสีจะลดลงเหลือ 1 ใน 4
- จัดให้มีเครื่องกำบังรังสี ให้เหมาะสมตามคุณสมบัติของรังสีแต่ละชนิด ได้แก่
 - รังสีแอลฟาสามารถกันได้ด้วยแผ่นกระดาษแข็ง
 - รังสีเบตาสามารถกันได้ด้วยวัสดุที่มีเลขมวลต่ำ เช่น แผ่นพลาสติกหนาๆ
 - รังสีแกมมาหรือรังสีเอกซ์สามารถกันได้ด้วยวัสดุที่มีเลขมวลสูง เช่น ตะกั่ว , เหล็ก
 - รังสีนิวตรอน สามารถกันได้ด้วย คอนกรีต , ซีเมนต์ หรือพาราฟิน
- การจำกัดขอบเขตของลำรังสีจะมีประโยชน์มากในการป้องกันการได้รับรังสีมากเกินไป นั่นคือการเปิดขนาดของขอบเขตของลำรังสีตามขนาดของอวัยวะที่ต้องการตรวจ ที่ทำให้ได้รับรังสีน้อยที่สุดและภาพออกมาชัดเจน
- ขณะถ่ายภาพรังสี เจ้าหน้าที่จะต้องมีฉากกันรังสีทุกครั้ง และไม่ยืนสวนไตออกมาจาก โดยไม่จำเป็น
- ถ้ามีความจำเป็นต้องจับตัวผู้ป่วยขณะถ่ายภาพรังสี ควรให้ญาติหรือผู้อื่นที่ไม่ได้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีเป็นผู้จับ และต้องสวมเสื้อและใส่ถุงมือกันรังสีทุกครั้ง
- สภาพเครื่องมือ เครื่องใช้เกี่ยวกับรังสี ต้องได้รับการดูแลอย่างสม่ำเสมอให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัยและใช้งานได้ตลอดเวลา
- ควรติดเครื่องมือวัดรังสีไว้ติดตัวตลอดเวลาขณะปฏิบัติงาน เพื่อตรวจสอบปริมาณ รังสีที่เราได้รับ
- ผู้ปฏิบัติงานทางรังสีควรระมัดระวังการปนเปื้อนของสารกัมมันตรังสี เข้าสู่ร่างกายไม่ว่าจะเป็นทางการหายใจ การกิน หรือการสัมผัสทางผิวหนังหรือแผล
- สารกัมมันตรังสีควรมีป้ายบอกชัดเจน ทั้งในเรื่องของ ชนิด ประเภท วันที่ ความแรงของสารกัมมันตรังสี

สำหรับประชาชนทั่วไป

- ไม่ควรเข้าไปใกล้บริเวณที่มีสารกัมมันตรังสี หรือในบริเวณที่มีการปฏิบัติงานทางรังสี ซึ่งโดยทั่วไปจะมีป้ายเตือนเป็นรูปใบพัดสามแฉกติดอยู่
- สตรีมีครรภ์ ควรหลีกเลี่ยงการตรวจหรือการรักษาที่ต้องใช้รังสี แต่หากมีความจำเป็น ควรปรึกษาแพทย์และปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัด

3. หลีกเลี่ยงการถ่ายเอกซเรย์หลายครั้ง หรือถ่ายซ้ำโดยไม่จำเป็น
4. สำหรับผู้ป่วยเด็กที่จำเป็นต้องถ่ายเอกซเรย์ ควรมีเครื่องกำบังรังสีให้กับผู้ป่วย โดยเฉพาะบริเวณอวัยวะสืบพันธุ์
5. ห้ามสตรีมีครรภ์และเด็ก เข้าเยี่ยมผู้ป่วยที่ได้รับการฝังหรือสอดใส่สารกัมมันตรังสี
6. ผู้ป่วยที่ได้รับการฝังหรือสอดใส่สารกัมมันตรังสี ไม่ควรกลับบ้าน ก่อนได้รับความยินยอมจากแพทย์

เครื่องวัดรังสีประจำตัวบุคคล คือ อุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูล ปริมาณรังสีจากภายนอกที่บุคคลนั้นได้รับ เพื่อใช้ในการประเมินระดับอันตรายจากการได้รับรังสี มีด้วยกัน 3 ชนิด คือ

1. Pocket dosimeter : ใช้กับผู้ที่ต้องเข้าไปในบริเวณที่มีรังสีค่อนข้างสูงในระยะเวลาสั้นๆ เมื่อออกจากบริเวณนั้นก็อ่านค่าปริมาณรังสีที่ได้รับได้ทันที

2. Film Badge : เป็นฟิล์มที่อยู่ในตลับ วัดได้ทั้งรังสีเอกซ์ , รังสีแกมมา , เบตาและนิวตรอน วัดปริมาณรังสีในช่วงกว้างและสามารถแยกได้ว่า ได้รับจากรังสีชนิดใดเป็นปริมาณเท่าไร ส่วนด้านนอกของกระดาดห่อฟิล์ม จะมีชื่อวันที่ที่เริ่มใช้และเลขประจำตัวของผู้ใช้พิมพ์ไว้

3. TLD (Thermolumine scene dosimeter) : มีหลายชนิด ช่วงของการใช้งานต่างกัน สามารถวัดปริมาณรังสีที่น้อยกว่าและมีความแม่นยำกว่าฟิล์ม นอกจากนี้แล้วยังสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ แต่มีราคาแพงกว่าฟิล์มและเก็บข้อมูลถาวรอย่างฟิล์มไม่ได้

ข้อควรระวังในการใช้เครื่องวัดรังสีประจำตัว

1. ห้ามยืมหรือแลกเปลี่ยนกันใช้งาน
2. ระวังไม่ให้เปียกน้ำ หรือได้รับความชื้น หรือแตกหัก เสียหาย
3. ระวังไม่ให้อยู่ใกล้ความร้อน หรือที่ที่ได้รับแสงแดดโดยตรง เช่น ในรถยนต์
4. ใช้เครื่องวัดรังสีให้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์
5. ส่งคืนเมื่อครบกำหนด เพื่อการประเมินผลการรับรังสี (ฟิล์มและ TLD นำมาประเมิน ทุก 1-3 เดือน)