บทที่ 2

อันตรายจากรังสีและการป้องกัน

การนำสารกัมมันตรังสีมาใช้ทางการแพทย์ เพื่อการวินิจฉัยและการรักษาโรค ควรคำนึงถึงอันตรายอันอาจเกิดขึ้นจากการได้รับกัมมันตภาพรังสีจากภายนอก หรือจากการที่สารกัมมันตรังสีเข้าสู่ร่างกาย การใช้ต้นกำเนิดกัมมันตรังสีชนิดปิดและชนิดแบ่งออกใช้ มีข้อควรระวังอันตรายคล้ายคลึงกัน โดยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของรังสีที่ปล่อยออกมาและครึ่งชีวิต (half - life) ของราดิโอนิวไคลด์ แต่สำหรับสารกัมมันตรังสีชนิดแบ่งออกใช้จะต้องระมัดระวังเพิ่มขึ้นไม่ให้ได้รับกัมมันตภาพรังสีจากการเปรอะเปื้อน

เมื่อสารกัมมันตรังสีชนิดแบ่งออกใช้เข้าสู่ร่างกาย ผลของรังสีที่มีต่อร่างกายหรืออวัยวะใดอวัยวะหนึ่ง จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของราดิโอนิวไคลด์ที่เกี่ยวข้อง และกระบวนการเมตาบอลิสมของสารนั้นในร่างกาย (2)

2.1 ผลของรังสีที่มีต่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ผลของรังสีต่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอาจแบ่งได้เป็นสองประการคือ

1. ผลของรังสีต่อร่างกาย (Somatic effects) เป็นอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อร่างกายของผู้รับรังสีเท่านั้น โดยขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ได้รับ เช่น ถ้าได้รับรังสีขนาด 600เรม (6 Sv) ทั่วร่างกาย อาจเป็นอันตรายแก่ชีวิตได้ในช่วงเวลาเพียงวันหรือสัปดาห์ หรือถ้าได้รับรังสีปริมาณน้อยกว่านี้ อันตรายที่จะเกิดขึ้นอาจใช้เวลานานกว่า นอกจากนั้นการได้รับรังสีอาจทำให้เกิดโรคในระยะเวลาต่อมาได้เช่น เป็นต้อกระจก มะเร็งที่ผิวหนัง หรือมะเร็งในเม็ดเลือด เป็นต้น

2. ผลของรังสีต่อกรรมพันธุ์ (Genetic effects) ระบบสืบพันธุ์เป็นอวัยวะส่วนที่มีความไวต่อรังสีมาก โดยรังสีสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในเซลล์สืบพันธุ์ (mutation) ได้ ซึ่งเป็นสาเหตุของการถ่ายทอดทางกรรมพันธุ์ ผลของรังสีจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณรังสีที่ได้รับ และถือว่ามีปริมาณรังสี

สะสมด้วย (3)

ปริมาณรังสีสูงสุดที่กำหนดให้รับได้ ถูกกำหนดขึ้นโดยกรรมาธิการว่าด้วยการป้องกันอันตรายจากรังสีระหว่างประเทศ (ICRP) ซึ่งแบ่งไว้สำหรับผู้ประกอบอาชีพทางรังสีโดยตรง และประชาชนทั่วไป

สำหรับผู้ประกอบอาชีพทางรังสีโดยตรง ปริมาณรังสีที่สะสมในร่างกายทั้งหมดยอมให้รับได้ไม่เกิน

$$D = 5 (N - 18)$$

เมื่อ D เป็นปริมาณรังสีมีหน่วยเป็น เรม (rem)

N เป็นอายุ (ปี) (4,5,6,7)

สำหรับปริมาณรังสีซึ่งอวัยวะหรือเนื้อเยื่อของผู้ประกอบอาชีพทางรังสีสามารถรับได้ระหว่างปฏิบัติงานซึ่งเป็นรังสีที่มาจากภายนอก และรังสีที่สามารถเข้าสู่ภายในร่างกาย โดยไม่รวมปริมาณรังสีที่ได้รับจากทางการแพทย์ เช่น จากการวินิจฉัยหรือรักษาโรค และไม่รวมปริมาณรังสีที่มาจากธรรมชาติกำหนดไว้ในตารางที่ 2.1 (2,4,5)

ตารางที่ 2.1 ปริมาณรังสีสูงสุดที่กำหนดให้ผู้มีอาชีพทางรังสีโดยตรงรับได้เป็นเรม (1 เรม = 0.01 Sv)

ส่วนของร่างกาย	ปริมาณรังสีที่รับได้ตลอดปี	ปริมาณรังสีที่รับได้ภายในสามเดือน
อวัยวะสืบพันธุ์, ไขกระดูกส่วนที่สร้างเม็ดเลือดแดงทั่วตัว	5	3
กระดูก, ต่อมธัยรอยด์, ผิวหนังทั่วตัว	30	15
มือ แขน ขา และเท้า ข้อเท้า และหัวเข่า	75	40
อวัยวะใดอวัยวะหนึ่งนอกเหนือจากที่กล่าวไว้	15	8

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนปริมาณรังสีสำหรับประชาชนทั่วไป ซึ่งอาจรับได้จากภายนอกและภายในร่างกายโดยไม่รวมปริมาณรังสีจากทางการแพทย์ และปริมาณรังสีจากธรรมชาติกำหนดไว้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ปริมาณรังสีจำกัดสำหรับประชาชนทั่วไปให้รับได้เป็นเรม

ส่วนของร่างกาย	ปริมาณรังสีที่รับได้ใน 1 ปี
อวัยวะสืบพันธุ์ ,ไขกระดูกส่วนที่สร้างเม็ดเลือดแดงทั่วตัว	0.5
กระดูก, ต่อมธัยรอยด์ และผิวหนังทั่วตัว	3 (1.5 เรม สำหรับต่อมธัยรอยด์ของเด็กอายุต่ำกว่า 16 ปี)
มือ แขน ขา เท้า ข้อเท้า และหัวเข่า	7.5
อวัยวะใดอวัยวะหนึ่ง นอกจากที่กล่าวไว้ข้างต้น	1.5

2.2 หลักสำคัญในการป้องกันรังสี

หลักสำคัญในการป้องกันรังสีแบ่งเป็นการป้องกันรังสีจากภายนอก และการป้องกันรังสีเข้าสู่ร่างกาย

ในการป้องกันรังสีจากภายนอก ผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีควรพยายามให้ตนเองได้รับรังสีน้อยที่สุด โดยปฏิบัติตามหลัก 3 ข้อ คือ

1. เวลา เนื่องจากปริมาณรังสีที่ได้รับขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ในการทำงาน คือ

ปริมาณรังสีที่ได้รับ = อัตราการแผ่รังสี x เวลา

ดังนั้นในการปฏิบัติงานกับรังสีควรใช้เวลาน้อยที่สุดโดยวางแผนและเตรียมเครื่องใช้ให้พร้อมก่อน และนอกจากนั้นยังมีขีดจำกัดของปริมาณรังสีที่ยอมให้ได้รับซึ่งเกี่ยวข้องกับเวลา เช่น จาก NRC (The Nuclear Regulatory Commission) กำหนดไว้ให้ทำงานในบริเวณที่มีอัตราการแผ่รังสีไม่เกิน 2 มิลลิเรินต์เกนต่อชั่วโมง(mR/h) หรือ 0.518 μC/Kg/h ได้ตลอดโดยคิดเวลา

ทำงาน 50 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ แต่ถ้าบริเวณนั้นมีอัตราการแผ่รังสีสูงกว่าสามารถทำงานได้โดยลดเวลาให้น้อยลง เช่นถ้าบริเวณนั้นมีอัตราการแผ่รังสีเป็น 12 mR/h (3.1 μC /Kg/h) ให้ลดเวลาทำงานในแต่ละชั่วโมงลง จากการคำนวณเป็น

เวลาทำงานในแต่ละชั่วโมง = (60 นาที x 2 mR) / 12 mR

= 10 นาที

2. ระยะทาง ผู้ปฏิบัติงานควรอยู่ห่างต้นกำเนิดรังสีให้มากที่สุด เนื่องจากอัตราการแผ่รังสีที่ระยะใดๆ จากต้นกำเนิดรังสีเป็นไปตามกฎกำลังสองผกผัน คือ

$$I/i = d^2/D^2$$

เมื่อ I เป็นอัตราการแผ่รังสี ที่ระยะทาง D เซนติเมตร (ซม.) และ i เป็นอัตราการแผ่รังสีที่ระยะ d ซม. เช่น ที่ระยะ 10ซม. มีอัตราการแผ่รังสี 40 mR/h (10.36 μC/Kg/h) ถ้าห่างมาที่ระยะ 100 ซม. จะมีอัตราการแผ่รังสีเป็น 0.4 mR/h (0.1 μC/Kg/h) จะเห็นได้ว่าเพียงระยะต่างกัน 10เท่า จะได้รับรังสีต่างกันถึง 100 เท่า ดังนั้นในการทำงานควรใช้ปากคีบหรือคีมยาวๆ จับขวดสารรังสีแทนมือและระวังอย่าให้สารรังสีเปื้อนผิวหนังเพราะระยะทางเป็นศูนย์

3. วัสดุกำบังรังสี วัตถุทุกอย่างมีคุณสมบัติในการกำบังรังสีได้ดีเลวต่างกัน และรังสีต่างชนิดกันก็มีความสามารถในการทะลุทะลวงได้ต่างกัน ในการลดปริมาณรังสีโดยใช้วัสดุกำบังต้องคำนึงถึงวัสดุที่ใช้และชนิดของรังสีนั้นๆ เป็นหลักสำหรับรังสีแกมมาโดยทั่วไปมักจะใช้วัสดุที่มีความหนาแน่นสูง เช่น ตะกั่ว คอนกรีต เป็นต้น วิธีที่เหมาะสมที่สุดคือ ให้วัสดุกำบังอยู่ชิดกับสารรังสีจึงจะได้ขอบเขตของการกำบังรังสีกว้าง รังสีอัลฟาใช้เพียงกระดาษบางๆ กั้นก็เพียงพอ สำหรับรังสีเบตาควรใช้วัตถุที่มีอะตอมมิคนัมเบอร์ต่ำ

การป้องกันรังสีเข้าสู่ร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากสารกัมมันตรังสีชนิดแบ่งออกใช้ที่สามารถแบ่งออกมาใช้ได้ ส่วนมากเป็นของเหลว จะต้องระมัดระวังเพิ่มขึ้นไม่ให้ได้รับกัมมันตภาพรังสีจากการเปรอะเปื้อน สารกัมมันตรังสีสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งทาง จมูก (จากสารกัมมันตรังสีที่ระเหยเป็นไอได้) ปากและผิวหนัง ดังนั้นในการปฏิบัติงานควรมีสิ่งที่ช่วยลดอันตรายเสริมด้วย เช่น ตู้ดูดอากาศ ถุงมือ เสื้อคลุม เป็นต้น ถ้าร่างกายมีการเปรอะเปื้อนสารกัมมันตรังสีควรล้างด้วยสบู่และน้ำทันที