

ผลของรังสีต่อสิ่งมีชีวิต

สุนทร ภิเศก*
ประสมค์ เกษราธิกุล**

บทนำ

เมื่อเอ่ยคำว่า “รังสี” ออกมา ผู้ที่ร่วมสนทนากับหรือบุคคลทั่วไปที่ร่วมงานกันมีความรู้สึกต่อคำที่ได้ยินนี้ในแง่ที่ติดลบเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลหลายประการ เช่น การเริ่มต้นเข้ามามีบทบาทในสังคมของรังสีโดยส่วนใหญ่ที่ชาวโลกรู้จักจะเป็นไปในแง่ร้ายเสมอ โดยเฉพาะระเบิดนิวเคลียร์ทั้ง 2 ลูกซึ่งทั้งลงเมืองฮิโรชิมา และนางาซากิ ก่อให้เกิดแต่ความหายนะกันไปทั่วบริเวณดังกล่าวเป็นที่ติดตาตรึงใจแก่ผู้ที่ได้รับฟังและรับชมด้วยสื่อสารและโทรคมนาคมต่าง ๆ อย่างแพร่หลายทั่วทุกมุมโลก ทราบจนกระทั่งปัจจุบันนี้ โดยแท้จริงแล้ว สิ่งใดที่มีโทษมหันต์ ก็ย่อมมีคุณอนันต์ด้วย ถ้ารู้จักใช้ในแง่ให้ก่อประโยชน์ รังสีก็เช่นกัน ถ้านำไปใช้ในทางสันติก็มีประโยชน์ในหลายวงการ เช่น การแพทย์ อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี รวมทั้งด้านสิ่งแวดล้อมด้วย เป็นต้น บทความนี้ได้เขียนถึงผลของรังสีที่มีต่อสิ่งมีชีวิต โดยเขียนถึงรายละเอียดในทางลึกกว่า รังสีเข้าไปทำปฏิกิริยาต่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอย่างไรบ้าง จะมีผลดีผลเสียอย่างไร ต่อสิ่งมีชีวิตโดยรวม เมื่อได้รับ รังสีไปแล้ว เมื่อเรารู้ถึงผลของรังสีต่อร่างกายของเราแล้ว ทำให้รู้และเข้าใจถึงโทษและอันตรายของรังสี จะได้ทำการป้องกันอันตรายจากรังสีที่เคยพบเห็นกันมาแล้วในอดีต ทำให้เกิดความหวาดกลัวเพิ่มขึ้นไปอีก แต่พยายามชี้ให้เห็นถึงธรรมชาติของรังสีในแง่กายภาพ (Physical) ที่ไปกระทำต่อสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นชีวภาพ (Biological) แล้วให้ผลออกมาเป็นอย่างไร เพื่อให้ตัวเราเองซึ่งเป็นทรัพยากรที่สำคัญที่สุดในโลกนั้น ได้รู้จักระมัดระวังและใช้รังสีให้เป็นประโยชน์ในทางสร้างสรรค์ให้มากที่สุดและปลอดภัยที่สุดต่อไปในอนาคต

1. รังสีคืออะไร ?

ถ้าจะถามถึงความหมายของคำว่า “รังสี” พอดีตอบได้อย่างกว้างๆ ได้ต่อไปนี้ คือ รังสีเป็น “สิ่งที่ออกมาจากสารรังสี” ซึ่งสารรังสีนั้นหมายถึง สารใด ๆ ที่ไม่เสถียรจะมีการสลายตัวไปได้เรื่อย ๆ การสลายตัวของสารรังสีในธรรมชาตินั้น จะทำให้ได้รังสีออกมา แล้วตัวเองจะมีปริมาณลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งหมดไปในที่สุด สำหรับ สิ่งที่ออกมาจากสารรังสี ซึ่งหมายถึง รังสีนั้น จะอยู่ในรูปพลังงานที่อาจอยู่ในลักษณะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรืออยู่ในรูปของอนุภาคทั้งที่มีประจุและไม่มีประจุ อนุภาคดังกล่าวนี้จะมีพลังงานสะสมอยู่ขณะที่หลุดออกมาจากสารรังสี สามารถเดินทางผ่านสุญญากาศได้โดยการแผ่รังสี (radiation)

* กองสุขภาพ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

** ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ภาคใต้

2. ประเภทของรังสี

แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ประเภทที่ไม่ก่อให้เกิดการแตกตัว (non - ionizing radiation)

เป็นรังสีที่กระทบกับวัตถุใดหรือตัวกลางใด ๆ แล้ว เพียงแต่ถ่ายทอดพลังงานของรังสีนั้น ๆ ให้กับอิเล็กตรอนต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ นิวเคลียสของอะตอมต่าง ๆ ของตัวกลางนั้น ๆ ให้เกิดสถานะตื่นตัว (excited state) แต่ไม่สามารถทำให้อิเล็กตรอนที่ได้รับพลังงานเหล่านั้นหลุดออกจากวงโคจรรอบนิวเคลียสของอะตอมนั้น ๆ ได้ แสดงว่าไม่สามารถทำให้อะตอมนั้น มีการสูญเสียอิเล็กตรอนตัวใด ๆ ที่วิ่งวนรอบนิวเคลียสนั้นได้เลย อะตอมจึงยังคงสภาพความเป็นกลางไว้ได้ ไม่เกิดประจุบวกและประจุลบขึ้นมา รังสีประเภทนี้มีหลายชนิดได้แก่ รังสีความร้อน รังสีแสงแดด คลื่นวิทยุ รังสีพวกไมโครเวฟ (microwave) คลื่นเรดาร์ และรังสีอัลตราไวโอเลต (ultraviolet) เป็นต้น รังสีเหล่านี้มีอยู่ในธรรมชาติรอบตัวมนุษย์เรานั่นเอง โดยมีแหล่งที่มาจากดวงอาทิตย์และผิวพื้นโลกที่เราอาศัยอยู่ อันตรายจากรังสีประเภทนี้ จะมีน้อยกว่าอีกประเภทหนึ่ง แต่ก็มีอันตรายอยู่บ้าง เช่น รังสีอัลตราไวโอเลตจะทำอันตรายต่อผิวหนังมนุษย์ก่อให้เกิดมะเร็งผิวหนัง (Skin cancer) ได้ ทำให้เกิดต้อกระจก (Cataract) และมีผลต่อกรรมพันธุ์ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ (Mutation) ได้

2.2 ประเภทที่ก่อให้เกิดการแตกตัว (ionizing radiation)

เป็นรังสีประเภทที่กระทบกับวัตถุโดยที่ตัวกลางใด ๆ แล้วสามารถทำให้อิเล็กตรอนใด ๆ ที่รับรังสีดังกล่าวนี้หลุดกระเด็นออกนอกวงโคจรของนิวเคลียสของอะตอมนั้น ๆ ทำให้อะตอมขาดสภาพความเป็นกลาง มีประจุบวกขึ้นมา ส่วนอิเล็กตรอนที่หลุดกระเด็นออกไปนั้น ก็จะมีสภาพเป็นประจุลบ รังสีประเภทนี้จะมีทั้งที่อยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อนุภาคที่มีทั้งประจุบวก ประจุลบ หรืออาจเป็นอนุภาคที่ไม่มีประจุ ตัวอย่างเช่น รังสีที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้แก่ รังสีเอ็กซ์ (x-ray) รังสีแกมมา (gamma ray) และรังสีคอสมิก (cosmic ray) รังสีคอสมิกมีอยู่ในธรรมชาติ มนุษย์เราได้รับรังสีคอสมิกจากดวงอาทิตย์ รังสีเป็นอนุภาคที่มีประจุบวก ได้แก่ รังสีเบตา (beta) รังสีแอลฟา (alpha) รังสีโปรตอนและรังสีนิวตรอน เป็นต้น ส่วนรังสีที่เป็นอนุภาคที่ไม่มีประจุไฟฟ้า ได้แก่ รังสีนิวตรอน (neutron) เป็นต้น รังสีประเภทนี้ทั้งที่อยู่ในธรรมชาติก็มาจากดวงอาทิตย์และที่มีอยู่ในโลก โดยเฉพาะในมหาสมุทร ในพื้นดิน และ เกิดจากน้ำมือของมนุษย์ที่ประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมาเอง

สำหรับเนื้อหาต่อไปนี้จะกล่าวถึงแต่เฉพาะผลของรังสีต่อสิ่งมีชีวิต โดยเน้นถึงรังสีประเภทที่ก่อให้เกิดการแตกตัวเท่านั้น เนื่องจากรังสีประเภทนี้ เมื่อกระทบกับเซลล์ของสิ่งมีชีวิตใด ๆ แล้ว จะก่อให้เกิดการแตกตัวของอะตอมขึ้น เป็นประจุบวกและลบ ซึ่งจะมีความไวต่อปฏิกิริยาเคมีใด ๆ ได้สูงมาก ซึ่งในร่างกายของคนเรามีสารประกอบที่อยู่ในเซลล์และมีผลกระทบต่อเซลล์มากที่สุด เมื่อได้รับพลังงานจากรังสีเข้าไป สารประกอบดังกล่าวคือ น้ำที่อยู่ในเซลล์ ซึ่งเซลล์ของมนุษย์เราหนึ่งเซลล์ จะประกอบไปด้วยน้ำประมาณ 70% ที่เหลือ 30% จะเป็นสารประกอบอื่น ๆ ที่เป็นพวกโปรตีนและไขมัน

น้ำเมื่อได้รับพลังงานจากรังสีประเภทที่ก่อให้เกิดการแตกตัว จะสามารถทำให้โมเลกุลของน้ำแยกตัวออกมาเป็นเรดิคอล (radical) สองชนิด คือ ไฮโดรเจน เรดิคอล (Hydrogen radical) ($H^\cdot$) และไฮดรอกซิล เรดิคอล (Hydroxyl radical) ($OH^\cdot$) ซึ่งเรดิคอลดังกล่าวนี้มีความไวในปฏิกิริยาเคมีกับสารประกอบรอบๆ ตัวมันสูงมาก รวมทั้งกับเรดิคอลด้วยกันเอง ดังนั้นน้ำในเซลล์ของเนื้อเยื่อหรือของอวัยวะใด ๆ ถูกรังสีเข้าไปก็จะเกิดเป็นเรดิคอลขึ้น และจะทำปฏิกิริยากับสารประกอบรอบ ๆ ตัวของมันเอง ส่วนสารประกอบใด ๆ ในเซลล์เมื่อถูกรังสีจะทำให้เกิดแตกตัวออกไปเป็นสารประกอบย่อย ๆ สารประกอบย่อย ๆ ที่เกิดขึ้นเหล่านี้อาจจะรวมตัวกลับไปเป็นสารประกอบตัวเดิมที่เคยเป็นอยู่ได้ แต่เมื่อเกิดมีเรดิคอลขึ้นมาแล้ว ตัวเรดิคอลเหล่านี้ จะไปรวมตัวกับสารประกอบย่อยที่แตกตัวจากสารประกอบเดิม (เมื่อได้รับรังสี) ทำให้ได้สารประกอบใหม่ที่ผิดปกติและไม่มีผลจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของเซลล์นั้น กลับเป็นอันตรายต่อเซลล์นั้น ๆ และสารประกอบเดิมที่สูญเสียไปซึ่งมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของเซลล์บางชนิดก็ไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้ ทำให้เกิดสารประกอบที่มีอันตรายต่อเซลล์นั้นในภายหลัง ตัวเรดิคอลเองก็สามารถรวมตัวกันได้ ทำให้เกิดสารประกอบที่มีอันตรายต่อเซลล์นั้น ๆ ได้ เช่น ทำให้เกิดสารประกอบพวกเปอร์ออกไซด์ เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxides) ซึ่งสามารถไปทำลายสารประกอบที่สำคัญ ๆ ของเซลล์นั้น ทำให้เซลล์นั้นได้รับผลเสียหายได้ ซึ่งเป็นผลกระทบโดยทางอ้อมจากน้ำซึ่งแตกตัวออกเป็นเรดิคอลเมื่อได้รับรังสี

สำหรับส่วนประกอบที่สำคัญภายในเซลล์อื่น ๆ นอกจากน้ำ ก็สามารถได้รับผลกระทบจากรังสีโดยตรงเลย คือ รังสีจะไปทำให้สารประกอบนั้นแตกตัวออกไป โดยเฉพาะสารประกอบที่มีส่วนสำคัญในการดำเนินชีวิตของเซลล์ ส่วนใหญ่จะอยู่ในนิวเคลียสของเซลล์ โดยเฉพาะในส่วนของนิวเคลียสที่มีความสำคัญต่อการควบคุม การแบ่งตัวของเซลล์ การถ่ายทอดกรรมพันธุ์ของเซลล์นั้น ซึ่งเราเรียกว่า “โครโมโซม” (Cromosome) ซึ่งจะมีสารประกอบพวกโปรตีนซึ่งเราเรียกว่า “ดีออกซีไรโบนิวคลีอิก เอซิด” (Deoxyribonucleic acid) หรือ DNA สำหรับโครโมโซมนี้ถ้าได้รับความเสียหายไม่ว่าจะทำให้โครงสร้างของโครโมโซมผิดไปจากเดิม หรือทำให้จำนวนโครโมโซม ซึ่งมีอยู่ในจำนวนที่คงที่ในเซลล์ของมนุษย์ลดจำนวนลงจากเดิมที่ควรจะเป็น จะเป็นผลทำให้ลักษณะของเซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งตัวของเซลล์เดิมก็จะมีลักษณะที่มีจำนวนโครโมโซมผิดไปจากเดิม ซึ่งจะทำให้เซลล์ที่ได้จากการแบ่งตัวในครั้งต่อ ๆ ไปมีลักษณะผิดไปจากเดิมหมด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลักษณะของเซลล์ลูกหลานนี้มีลักษณะผิดไปจากเซลล์ดั้งเดิม ซึ่งก็คือ “การกลายพันธุ์” (Mutation) นั่นเอง อนึ่ง ร่างกายของมนุษย์เราสามารถแบ่งประเภทของเซลล์ออกเป็น 2 ชนิดคือ เซลล์โซมาติก (Somatic cell) ซึ่งเป็นเซลล์ของเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกาย ยกเว้นส่วนของอวัยวะที่ทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ออกลูกหลาน ซึ่งจะเป็นหน้าที่ของเซลล์อีกพวกหนึ่งก็คือ เซลล์เจอร์ม (Germ cell)

ซึ่งถ้าเป็นกรณีที่เซลล์โซมาติกเกิดการกลายพันธุ์เมื่อได้รับรังสีก็จะทำให้มีโอกาสเกิดเป็นเซลล์ทิวเมอร์ (Tumor cell) ซึ่งถ้าเกิดขึ้นที่เนื้อเยื่อหรืออวัยวะส่วนใด ก็จะทำให้เกิดเป็นมะเร็ง (Cancer) ได้ในภายหลัง แต่อันตรายแบบนี้จะเกิดขึ้นกับอวัยวะของบุคคลนั้นแต่เพียงผู้เดียว จะไม่มีผลไปถึงลูกหลานเลยแม้แต่น้อย แต่ถ้าเกิดกับเซลล์เจอร์มของบุคคลนั้น ไม่ว่าจะได้รับผลกระทบจากการไปถูกรังสี

ปริมาณมากหรือน้อยก็ตาม แต่มีผลทำให้โครมาโซมของเซลล์จีเอ็มมีลักษณะผิดปกติไปจากเดิม ก็จะทำให้เซลล์จีเอ็มผิดปกติไปจากเดิม ซึ่งถ้าเซลล์จีเอ็มนี้ไปปฏิสนธิกับเซลล์จีเอ็มของเพศตรงกันข้ามเกิดเป็นการเจริญเติบโตของทารกขึ้นมา ก็จะทำให้ทารกนั้นมีลักษณะการเจริญเติบโตผิดปกติไป มีโอกาสพิการได้หรือเจริญเติบโตไม่เต็มที่และอาจมีโอกาสมะเร็งได้ค่อนข้างสูงกว่าทารกปกติทั่วไปโดยสรุปแล้วเซลล์จีเอ็ม เมื่อได้รับรังสีแล้วก่อให้เกิดความผิดปกติขึ้นภายใน จะส่งผลไปถึงรุ่นลูกหลานได้

ต่อไปจะกล่าวถึงขั้นตอนต่าง ๆ ของการที่ร่างกายได้รับรังสีเข้าไป ตั้งแต่เริ่มแรกจนทำให้เกิดผลกระทบขึ้นมาโดยจะแบ่งผลกระทบของรังสีออกมาเป็น 2 กรณีคือกรณีที่ได้รับรังสีปริมาณต่ำ และกรณีที่ได้รับรังสีปริมาณสูง ดังนี้

ผลกระทบของรังสีทางด้านชีวภาพ

ปฏิกิริยาต่าง ๆ เมื่อร่างกายได้รับรังสี แบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

เซลล์ต่าง ๆ ในร่างกายที่มีการดูดกลืนพลังงานที่ได้รับจากรังสี

เกิดปฏิกิริยาทางด้านกายภาพ ได้แก่

1. เกิดสภาวะกระตุ้น (Excitation)
2. เกิดการแตกตัวเป็นไอออน (Ionization)

เกิดปฏิกิริยาทางด้านเคมี

ปฏิกิริยาตอบสนองต่อรังสีของร่างกาย เช่น มีการปล่อยเอ็นไซม์ต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อทำให้เกิดกระบวนการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ หรือได้รับบาดเจ็บ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับ

ปริมาณรังสีต่ำ (low dose)

1. ผลกระทบทางด้านกรรมพันธุ์
2. ผลกระทบต่อการเกิดเป็นมะเร็ง
3. ผลกระทบต่อเด็กในครรภ์มารดา

ปริมาณรังสีสูง (high dose)

1. เซลล์ตาย
2. มีอันตรายต่อเนื้อเยื่อ, อวัยวะทั่วร่างกาย

3. ผลกระทบของรังสีต่อร่างกายมนุษย์

ในที่นี้จะแยกพิจารณาออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

- ผลกระทบที่เกิดจากได้รับปริมาณรังสีระดับต่ำ และ
- ผลกระทบที่เกิดจากได้รับปริมาณรังสีระดับสูง

3.1 ผลกระทบที่เกิดจากได้รับปริมาณรังสีระดับต่ำ

การได้รับปริมาณรังสีในระดับต่ำหรือปริมาณน้อย (Low dose) หมายถึง ในกรณีบุคคลใด ๆ ก็ตาม ที่ได้รับปริมาณรังสีแบบเฉียบพลัน (acute dose) ในปริมาณตั้งแต่ 0-10 cGy (rad) หรือได้รับปริมาณรังสีตลอดทั้งปี 1 cGy (rad) ในปริมาณที่เล็กลง ๆ (Chronic exposure) ซึ่งปริมาณรังสีในระดับต่ำหรือปริมาณน้อยนี้ ทำให้เกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ โดยไม่มีผลอันตรายต่อชีวิตของเซลล์ คือไม่ทำให้เซลล์ตายนั่นเอง

ผลกระทบที่มีผลต่อร่างกายมนุษย์ เมื่อได้รับรังสีปริมาณต่ำแบ่งออกได้

3 รูปแบบคือ

3.1.1 ผลกระทบที่มีผลต่อกรรมพันธุ์ (genetic or mutation effect)

3.1.2 ผลกระทบที่มีผลต่อการมีโอกาสเกิดเป็นโรคมะเร็ง (cancer induction effect)

3.1.3 อันตรายที่จะเกิดขึ้นกับทารกในครรภ์มารดา (in utero effect)

3.1.1 ผลกระทบของรังสีที่มีต่อกรรมพันธุ์

รังสีจะทำให้เกิดการกลายพันธุ์ ซึ่งบางที่เรียกว่า การผ่าเหล่า ขึ้นเมื่อวิ่งผ่านไปกระทบเซลล์สืบพันธุ์ของมนุษย์โดยจะไปเพิ่มอัตราการเกิดการกลายพันธุ์ให้เร็วขึ้นโดยปกติและตามธรรมชาตินั้น การกลายพันธุ์ เกิดขึ้นอยู่แล้วกับเผ่าพันธุ์ของมนุษย์ รวมทั้งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่าง ๆ แต่ยังไม่มีการค้นพบว่า ปริมาณรังสี ที่น้อยที่สุดเป็นเท่าไร ถึงจะเกิดผลกระทบขึ้นทางกรรมพันธุ์ (threshold dose) เพียงแต่สรุปได้ว่า ถ้าได้รับปริมาณรังสีสูงขึ้น อัตราการกลายพันธุ์ก็มีได้เร็วขึ้น

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า ผลกระทบของรังสีที่มีต่อเซลล์จิร์มนั้น จะมีอันตรายมากกว่าที่มีต่อเซลล์โซมาติก และมีข้อแตกต่างกันอีกในเรื่องของเซลล์จิร์มของเพศชายและของเพศหญิง กล่าวคือเซลล์จิร์มของเพศหญิงมีโครงสร้างและลักษณะที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดกับของเพศชาย อีกทั้งมีช่วงระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน นอกจากนี้เซลล์จิร์มของเพศหญิง จะมีการเปลี่ยนแปลงของฮอโมนเกิดขึ้นด้วย เมื่อได้รับรังสี ส่วนของเพศชายนั้นจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงฮอโมนเกิดขึ้น

สำหรับอันตรายที่เซลล์จิร์ม จะได้รับเมื่อถูกกัมมันตภาพรังสี ไม่ว่าจะเป็นเพศชายหรือเพศหญิง โดยมีผลกระทบทำให้บุคคลนั้นได้รับอันตรายได้ในตลอดชีวิตของเขา มีความเป็นไปได้ดังนี้คือ

1. การเป็นหมัน อาจจะเป็นหมันในระยะชั่วคราว (1-2 ปี) หรือเป็นหมันตลอดชีวิต ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ได้รับ

2. การกลายพันธุ์หรือการผ่าเหล่า

ดังนั้น เพื่อเป็นการลดอันตรายที่จะมีผลกระทบไปถึงบุตรที่เกิดมาหลังจากการที่พ่อหรือแม่ไปได้รับรังสีมา แล้วต้องการมีลูก ซึ่งควรกำหนดให้บุคคลใดไม่ว่าหญิงหรือชายที่ได้รับรังสีและต้องการมีลูก ทั้งระยะการร่วมหลับนอนอย่างน้อย 6 เดือน ถึง 1 ปี นับตั้งแต่วันที่ได้รับรังสีมาเพื่อ

เป็นการป้องกันอันตรายอย่างยิ่ง กับลูกที่จะเกิดมา

โดยสรุปแล้ว ในกรณีที่รังสีซึ่งก่อให้เกิดผลการกลายพันธุ์ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับมนุษย์ รังสีจะไปเร่งอัตราการกลายพันธุ์ ซึ่งมีอยู่แล้วโดยธรรมชาติให้เร็วขึ้นเท่านั้น แต่ยังไม่มีการค้นพบว่า รังสีจะไปทำให้เกิดการกลายพันธุ์ที่ได้พันธุ์ใหม่ ๆ ขึ้นมาในโลกนี้

3.1.2 ผลกระทบของรังสีต่อการเกิดโอกาสเป็นโรคมะเร็ง

โดยทั่วไปมีการสันนิษฐานว่า มีต้นเหตุหลายอย่างที่เป็นสาเหตุที่ทำให้มนุษย์และสัตว์มีโอกาสเกิดเป็นโรคมะเร็งได้ เช่น สารเคมี บุหรี่ และเชื้อไวรัสบางชนิด นับตั้งแต่ที่มีการค้นพบรังสีเอ็กซ์ (X-rays) และสารกัมมันตรังสีเป็นต้นมา ปรากฏว่า รังสีเป็นตัวการที่ทำให้เกิดมีโรคมะเร็งขึ้นหลายชนิด โดยมีการศึกษาค้นคว้า โดยใช้รังสีทดลองกับสัตว์ทดลองพบว่า กัมมันตภาพรังสีทำให้เกิดเป็นมะเร็งได้หลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รังสีทำให้เกิดมะเร็งขึ้นในมนุษย์นั้นมีหลักฐานยืนยันว่าเป็นความจริง จากการศึกษาค้นคว้ากับบุคคลที่รอดชีวิตมาแต่ได้รับผลกระทบจากการถูกรังสีที่มาจากระเบิดปรมาณูที่ประเทศญี่ปุ่นในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 แต่ขณะนี้ยังเป็นที่ยกเถียงกันในหมู่นักวิทยาศาสตร์ด้านรังสีว่า ปริมาณรังสีที่ระดับเท่าไร จึงจะทำให้เกิดเป็นมะเร็งได้

กัมมันตภาพรังสี ทำให้มนุษย์มีโอกาสเกิดเป็นมะเร็งได้หลายชนิด ในบุคคลในหลาย ๆ อาชีพที่ทำงานเกี่ยวกับทางด้านรังสี หรือถูกกัมมันตภาพรังสี เช่น

1. มะเร็งที่ผิวหนังที่เกิดขึ้นกับพวกนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานเกี่ยวกับทางด้านรังสี
2. มะเร็งที่ปอดซึ่งเกิดกับพวกคนงานที่ทำงานในเหมืองแร่ยูเรเนียม แร่เรเดียม
3. มะเร็งในเม็ดเลือดประเภทที่เรียกว่า Leukemia และมะเร็งชนิดอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นกับประชาชนที่รอดชีวิต แต่ได้รับรังสีจากระเบิดปรมาณูที่เมืองฮิโรชิมา และนางาซากิในประเทศญี่ปุ่น
4. มะเร็งในเม็ดเลือด (Leukemia) และมะเร็งชนิดอื่น ๆ ที่เกิดกับทารกที่ถูกรังสีในขณะที่อยู่ในครรภ์มารดา
5. มะเร็งที่ทรวงอก มะเร็งที่ต่อมไทรอยด์ (Thyroid) มะเร็งในกระดูกหรือแม้แต่มะเร็งในเม็ดเลือดที่อาจเกิดขึ้นได้กับบุคคลที่ถูกรังสี

ทั้งนี้โอกาสที่จะทำให้เกิดเป็นมะเร็งได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างแบ่งได้ดังนี้คือ

1. ปริมาณรังสีที่บุคคลนั้น ๆ ได้รับปริมาณมากน้อยเท่าไร ถ้าได้รับมากโอกาสเกิดเป็นมะเร็งก็มีได้มาก
2. คุณภาพหรือชนิดของรังสี คือรังสีแต่ละชนิดมีอำนาจการทำลายเซลล์, เนื้อเยื่อ ตลอดจนอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกายรุนแรงได้ไม่เท่ากัน
3. เพศของบุคคลที่ได้รับรังสี
4. อายุของบุคคลที่ได้รับรังสี โดยทั่วไปแล้ว บุคคลที่อยู่ในวัยร่างกายยังเจริญเติบโตได้อีกย่อมได้รับผลอันตรายมากกว่าบุคคลสูงอายุ เพราะเซลล์ต่าง ๆ ภายในร่างกายของบุคคลเจริญวัยจะมีความไว (sensitivity) ต่อรังสีได้มากกว่า

สำหรับคำถามที่หลายคนสงสัยว่ากัมมันตภาพรังสีนั้นทำให้เกิดเป็นโรคมะเร็งได้อย่างไรนั้น

ได้มีนักวิทยาศาสตร์ตั้งทฤษฎีขึ้นมาหลายทฤษฎีในการที่จะอธิบายถึงกลไกต่าง ๆ ที่รังสีไม่ทำให้เกิดโรคมะเร็งโดยเฉพาะอย่างยิ่งรวมถึงสาเหตุที่มาจาก การกลายพันธุ์ของเซลล์โซมาติก (Somatic mutation) ที่ได้รับผลกระทบจากการไปถูกรังสีเข้าไปแล้ว พอกล่าวได้โดยสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. มะเร็งนั้นเป็นผลมาจากการกลายพันธุ์ของเซลล์โซมาติก
2. กัมมันตภาพรังสี น่าจะไปกระตุ้นเชื้อไวรัสที่เป็นตัวการที่ทำให้เกิดเป็นมะเร็งและแอบแฝงอยู่ในเซลล์นั้น ๆ เจริญเติบโตได้ดี และแพร่พันธุ์ได้มากขึ้น กระจายไปทั่วเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกาย
3. กัมมันตภาพรังสี อาจจะมีปฏิกิริยาโดยทางอ้อม คือ อาจจะไปกระตุ้นให้ร่างกายอยู่ในสภาวะที่เนื้อร้าย ในร่างกายที่มีอยู่บ้างแล้วแพร่ขยายไปได้มากยิ่งขึ้น

3.1.3 ผลกระทบของกัมมันตภาพรังสีที่มีต่อทารกในครรภ์มารดา

ทารกที่กำลังเจริญเติบโตอยู่ในครรภ์มารดานั้นมีโอกาสได้รับอันตรายจากหลายเหตุหลายสิ่ง ซึ่งเป็นผลทำให้ทารกเจริญเติบโตช้าลง หรือไม่ก็พิการพิการได้ แต่ที่ร้ายแรงก็คือ ถึงขั้นทำให้ทารกนั้นเสียชีวิตได้ อาจมีสาเหตุมาจากการที่มารดาซึ่งกำลังตั้งครรภ์อยู่นั้นได้รับรังสี หรือไม่ก็มารดาไปติดเชื่อไวรัสบางชนิด เช่น หัดเยอรมัน ซึ่งเป็นอันตรายต่อเด็กในครรภ์

ผลกระทบของรังสีที่มีต่อทารกในครรภ์มารดาที่กำลังเจริญเติบโต อยู่ในระยะที่เรียกว่า เอ็มบริโอ (Embryo) และฟิตัส (Fetus) แบ่งออกได้เป็น 4 ประเด็นคือ

1. เสียชีวิตตั้งแต่อยู่ในครรภ์มารดา
2. เจริญเติบโตได้ช้ากว่าทารกปกติ
3. มีอวัยวะบางส่วนหรือทั้งหมดพิการตั้งแต่แรกเกิด
4. เมื่อคลอดออกมาแล้วมีโอกาสเป็นโรคมะเร็งตั้งแต่วัยเด็ก

มีปัจจัยบางประการที่มีผลกระทบต่อทารกที่กำลังเจริญเติบโตอันเนื่องมาจากอิทธิพลรังสีดังนี้

1. ปริมาณรังสีที่ทารกได้รับขณะที่กำลังเจริญเติบโตในระยะที่เป็นเอ็มบริโอหรือฟิตัส
2. ขณะที่ทารกถูกรังสีนั้น ทารกกำลังเจริญเติบโตอยู่ในช่วงไหนของการตั้งครรภ์ของ

มารดา

สำหรับปัจจัยประการแรกนั้น หมายถึงว่า มารดาของทารกในขณะตั้งครรภ์ไปรับการวินิจฉัยโรค หรือรับการรักษาโรคด้วยวิธีการฉายรังสีโดยรังสีไปถูกบริเวณส่วนท้องที่มีทารกอยู่ สำหรับปัจจัยประการหลังนั้นนับว่าสำคัญมาก เพราะแม้กระทั่งในระหว่างการตั้งครรภ์ของมารดาในระยะเพียง 1 อาทิตย์ รังสีก็สามารถทำอันตรายต่อทารกถึงขั้นเสียชีวิตได้ และเป็นที่เชื่อกันว่าปริมาณรังสีที่มากกว่า 10 cGy (rad) ขึ้นไปนั้น สามารถทำให้ทารกเสียชีวิตได้ตั้งแต่วัยอยู่ในครรภ์มารดา แต่อย่างไรก็ตามผลที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้เกือบจะไม่เกิดขึ้นเลยในกรณีที่มารดาไปรับรังสีเพื่อการวินิจฉัยโรค ซึ่งมีปริมาณน้อยมาก

เพราะฉะนั้น ถ้าสตรีใดก็ตามที่ทราบว่า ตนเองได้รับการฉายรังสีด้วยรังสีเอ็กซ์ (X-rays) ในระหว่างตั้งครรภ์แล้ว จะต้องปรึกษาแพทย์เพื่อจะได้วิเคราะห์ถึงปัจจัยหลาย ๆ ด้านเพื่อการตัดสินใจในการหยุดยั้งการตั้งครรภ์ต่อไป เพราะทารกที่เกิดมาอาจได้รับผลกระทบจากการฉายรังสี

และเพื่อเป็นการลดโอกาสให้ทารกได้รับรังสีให้น้อยที่สุด สำหรับผู้หญิงที่อาจมีครรภ์ได้ทางโรงพยาบาลต่าง ๆ จะตั้งกฎเกณฑ์ไว้ ใช้สำหรับคนไข้ผู้หญิงที่ต้องได้รับการวินิจฉัยร่างกายด้วยการฉายรังสีเอ็กซ์หรือด้วยรังสีชนิดอื่น ๆ ที่ใช้ทางการแพทย์จะกระทำได้ในระยะเวลาเพียง 10 วัน หลังจากที่ประจำเดือนมาและขึ้นอยู่กับข้อวินิจฉัยและการตัดสินใจของแพทย์

สำหรับผู้หญิงที่ทำงานด้านรังสีนั้น และอยู่ในระหว่างการตั้งครรภ์ มีข้อกำหนดไว้ว่าให้ถูกได้ไม่เกิน 0.5 cGy (rad) ระหว่างที่ตนเองตั้งครรภ์อยู่

3.2 ผลกระทบที่เกิดจากได้รับปริมาณรังสีระดับสูง

ถ้าเซลล์ได้รับปริมาณรังสีที่สูงขึ้น โดยเฉพาะในบริเวณที่สูงกว่า 100 cGy (rad) แล้ว เซลล์นั้นสามารถตายได้ และถ้าเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อเยื่อในอวัยวะใด ๆ ของสัตว์ที่มีชีวิตก็จะ เป็นผลทำให้เนื้อเยื่อและอวัยวะส่วนดังกล่าวนั้น สูญเสียระบบการทำงาน ซึ่งเป็นผลทำให้สัตว์หรือสิ่งมีชีวิตนั้นดำรงชีวิตอยู่ได้ไม่นานก็จะเสียชีวิตไป ด้วยเหตุนี้ทางการแพทย์จึงได้นำสมบัติของรังสีในแง่นี้ มาใช้ในการฆ่าเซลล์มะเร็งในผู้ป่วยที่เป็นโรคมะเร็งตามอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกาย

ประเด็นสำคัญที่กล่าวในที่นี้ ก็คือ เซลล์ในแต่ละเนื้อเยื่อในแต่ละอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมนั้นมีการตอบสนองต่อรังสีได้ไม่เท่ากัน เช่นเซลล์เม็ดเลือดต่าง ๆ และเซลล์สืบพันธุ์ของเพศชายที่เรียกว่า สเปิร์มาโตโกเนีย (spermatogonia) มีการตอบสนองต่อรังสีได้ไวมากที่สุดเมื่อเทียบกับเซลล์อื่น ๆ ในร่างกายมนุษย์ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกที่สามารถกระตุ้นให้เซลล์ต่าง ๆ มีความไวต่อรังสีได้สูงขึ้น เช่น ปริมาณของออกซิเจนในเซลล์ที่ถูกรังสี ถ้ามีออกซิเจน อยู่มากก็จะมี การตอบสนองต่อปฏิกิริยาที่ได้รับรังสีได้มากกว่าเซลล์ที่มีปริมาณออกซิเจนน้อย เป็นที่ เข้าใจ กันว่า ออกซิเจนอาจไปหยุดยั้งหรือขัดขวางการซ่อมแซมส่วนที่เสียหายภายในเซลล์เนื่องจาก ผลกระทบของรังสี หรือไม่ก็ออกซิเจนมีปฏิกิริยากับรังสี ทำให้มีการสร้างสารประกอบเปอร์ออกไซด์ (peroxides) ขึ้นมา ซึ่งจะไปทำลายสารประกอบต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของเซลล์นั้น ๆ ปัจจัยอื่น ๆ ที่กระตุ้นให้เซลล์มีความไวต่อรังสีได้สูงก็ได้แก่ สารประกอบบางอย่างใน DNA นอกจากนี้ยังขึ้น อยู่กับสมบัติของรังสี ปริมาณรังสี และอุณหภูมิที่มีผลต่อการตอบสนองต่อรังสีของเซลล์ด้วย

เนื่องจากร่างกายมนุษย์มีส่วนประกอบของเซลล์และอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกายอยู่มากมาย แต่ละเซลล์และอวัยวะก็มีความไวต่อรังสีได้ไม่เท่ากัน ซึ่งได้มีการจัดลำดับของเซลล์และอวัยวะต่าง ๆ ที่สำคัญ ๆ ภายในร่างกาย โดยเรียงตามลำดับความไวต่อรังสี (radiosensitivity) สูงมากไปหาน้อย ดังต่อไปนี้

เซลล์ชนิดต่าง ๆ ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ที่มีความไวต่อรังสีสูงมากไปหาน้อย

1. เซลล์เม็ดเลือดขาว
2. เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้
3. เซลล์ที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างเม็ดเลือด
4. เซลล์เยื่อภายใน
5. เซลล์ต่อมน้ำลาย
6. เซลล์เส้นประสาทและเซลล์กล้ามเนื้อ

อวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ที่มีความไวต่อรังสีสูงจากมากไปหาน้อย

1. ระบบน้ำเหลือง, ไชกระดูก, ลำไส้
2. ผิวหนังและเนื้อเยื่ออวัยวะต่าง ๆ
3. หลอดเลือดและหลอดน้ำเหลืองเล็ก ๆ ภายในร่างกาย
4. ตับ, ตับอ่อน, ไต
5. กล้ามเนื้อ, สมอง, เส้นประสาทในไขสันหลัง

โดยรวมแล้วอาการและผลกระทบที่เกิดขึ้นได้กับอวัยวะต่าง ๆ ของมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่าง ๆ นั้น จะแบ่งได้เป็น 2 ระยะ คือ ผลในระยะต้น (early effect) และผลในระยะปลาย (late effect) ผลในระยะต้นนั้นจะเกิดขึ้นในระยะเวลาค่อนข้างสั้น เมื่อได้รับรังสีแล้ว หลังจากนั้นจึงจะเกิดผลในระยะปลายต่อมา ซึ่งใช้เวลานานกว่า เช่น ผิวหนังที่ได้รับรังสี ผลระยะแรกที่เกิดขึ้นคือ อักเสบและผื่นแดง ส่วนผลระยะปลาย คือ ผิวหนังเหี่ยวและผื่นสืบ เป็นต้น

และจากการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ประสบมาจากการเกิดขึ้นจริงในอดีตและการทดลองกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมพบว่า มนุษย์เราโดยทั่วไปถ้าได้รับรังสีปริมาณสูงขนาด 400 cGy (rad) จะมีโอกาสตายได้ถึง 50% ภายในระยะ 60 วัน สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่น ๆ เมื่อเทียบกับมนุษย์แล้วจะมีปฏิกิริยาทนต่อรังสีได้สูงกว่ามนุษย์ เช่น หนู เมื่อได้รับรังสีปริมาณ 700 cGy (rade) จะมีโอกาสตายได้ 50% ภายในระยะเวลา 30 วันโดยที่เราเรียกปริมาณรังสีที่ทำให้สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเสียชีวิตได้นั้นว่า ลีธัล โดส (Lethal Dose ; LD)

ส่วนในกรณีที่มีมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้รับปริมาณสูงแบบฉับพลันหรือในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ลักษณะของการบาดเจ็บและเจ็บป่วยนั้น จะรุนแรงมากขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ได้รับ โดยมีลักษณะอาการต่าง ๆ ดังนี้

1. อาการที่แสดงออกมาให้เห็นทางระบบเลือด (hematopictic syndrome)
2. อาการที่แสดงออกมาให้เห็นทางระบบย่อยอาหาร (gastrointestinal syndrome)
3. อาการที่แสดงออกมาให้เห็นทางระบบประสาท (central nervous system syndrome)

โดยมีก่อนที่จะมีอาการดังกล่าวนี้ จะมีอาการบอกล่วงหน้า (predromal effect) เกิดขึ้นก่อน คือ

1. เบื่ออาหาร
2. อาเจียน
3. คลื่นไส้
4. เฉื่อยชา
5. เชื่องช้า

จากที่ได้กล่าวแล้ว จะเห็นได้ว่า การได้รับปริมาณรังสีระดับสูงนั้นมีอันตรายมากกว่าการได้รับปริมาณรังสีระดับต่ำหลายเท่าตัว โดยอาจจะถึงแก่ชีวิตได้ในระยะเวลาอันสั้น หรือไม่มีผลต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ในระดับที่เป็นอันตรายอย่างยิ่งยวด มีผลสืบเนื่องไปยังระบบอื่น ๆ ต่อไปจนไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ดังนั้นผู้ที่ใช้รังสีในการปฏิบัติงานอยู่เป็นประจำควรตระหนักถึงการป้องกันอันตรายจากรังสีให้ดี เพราะว่า เมื่อเกิดอันตรายจากรังสีขึ้นมาแล้ว โอกาสที่จะหายจากโรคภัยที่เกิดขึ้นจากรังสีเป็นไปได้ได้น้อยมาก

บทสรุป

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า รังสีเป็นสิ่งที่มีความอันตราย แต่ก็มีโทษอยู่มากมายมหาศาล ผู้ใช้รังสีจำเป็นต้องระมัดระวังเป็นพิเศษต้องรู้จักธรรมชาติของรังสีและรู้จักการป้องกันอันตรายจากรังสีที่ใช้อย่างไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้ การป้องกันอันตรายจากรังสีเป็นวิธีการที่ควรจะเรียนรู้อย่างมากสำหรับผู้ปฏิบัติงานด้านรังสี โดยมีหลักการในการป้องกันการแผ่รังสี เมื่อต้นกำเนิดรังสีอยู่ภายนอก ร่างกาย อยู่ 3 ประการ คือ เวลา ระยะทาง และเครื่องกำบังรังสี อีกทั้งมาตรการในการป้องกันสารรังสีเข้าสู่ภายในร่างกาย ทางปาก ทางจมูก และทางผิวหนัง โดยผ่านบาดแผล รวมทั้งมาตรการและวิธีการอื่น ๆ ที่เสริมเข้ามาเพื่อไม่ให้รังสีเข้ามาทำอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีได้ โดยทางสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ (พปส.) สังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้เปิดการฝึกอบรมด้านการป้องกันอันตรายจากรังสี เพื่อให้บุคคลที่ทำงานด้านรังสี ได้เข้าฝึกอบรมดังกล่าวนี้ ทำให้ผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีได้รู้และเข้าใจเกี่ยวกับรังสีมากขึ้น ส่งผลทำให้เกิดความปลอดภัยทั้งแก่ผู้ปฏิบัติงานและบุคคลข้างเคียง โดยทางสำนักงานได้เปิดฝึกอบรมโดยเฉลี่ยประมาณ ปีละ 5 ครั้ง โดยเปิดฝึกอบรมทั้งระดับต้นและระดับสูง ผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีในหน่วยงานราชการ สถาบัน และหน่วยงานของเอกชน ควรจะผ่านการฝึกอบรมดังกล่าวนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของตัวท่านเองและหน่วยงานที่ท่านสังกัดอยู่ในการใช้สารรังสีในงานของท่าน สำหรับการนำรังสีในประเทศไทยนั้นยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก แต่ก็มีแนวโน้มที่สูงขึ้นในอนาคต ดังนั้นอันตรายของรังสีต่อคนไทย ยังมีน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศที่มีการใช้สารรังสีค่อนข้างมาก เพื่อเป็นการไม่ประมาทการเตรียมตัวที่ดีในทุก ๆ ด้านเกี่ยวกับการใช้รังสี จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีมีความปลอดภัย ไร้ภัยอันตรายทุกประการ อันจะเกิดจากรังสีได้อย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ, สำนักงาน. การฝึกอบรมหลักสูตรการป้องกันอันตรายจากรังสี ระดับ 2.

ฝ่ายส่งเสริมและประสานงานวิชาการ, 2538,

พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ, สำนักงาน, ข่าว พปส. ปีที่ 2 ฉบับที่ 4, กรกฎาคม - สิงหาคม 2530.

พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ, สำนักงาน, ข่าว พปส. ปีที่ 3 ฉบับที่ 4, สิงหาคม - ตุลาคม 2531.

วิทยาศาสตร์การแพทย์, กรม. การป้องกันอันตรายจากรังสี. กระทรวงสาธารณสุข 2529.

สุนทร โกมลสุกร์. ผลของรังสีต่อสิ่งมีชีวิต เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการป้องกันอันตรายจากรังสี ระดับ 2. เล่ม 1, หน้า 7.1-7.23, 2538.