ผลของรังสีต่อสิ่งมีชีวิต

สุนทร โกมลศุภร์*
ประสงค์ เกษราธิคุณ**

บทนำ

เมื่อเอ่ยคำว่า "รังสี" ออกมา ผู้ที่ร่วมสนทนาด้วยหรือบุคคลทั่วไปที่ร่วมงานกันมีความรู้สึกต่อคำที่ได้ยินนี้ในแง่ที่ติดลบเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลหลายประการ เช่น การเริ่มต้นเข้ามามีบทบาทในสังคมของรังสีโดยส่วนใหญ่ที่ชาวโลกรู้จักจะเป็นไปในแง่ร้ายเสมอ โดยเฉพาะระเบิดนิวเคลียร์ทั้ง 2 ลูกซึ่งทิ้งลงเมืองฮิโรชิมา และนางาซากิ ก่อให้เกิดแต่ความหายนะกันไปทั่วบริเวณดังกล่าวเป็นที่ติดตาตรึงใจแก่ผู้ที่ได้รับฟังและรับชมด้วยสื่อสารและโทรคมนาคมต่าง ๆ อย่างแพร่หลายทั่วทุกมุมโลกตราบจนกระทั่งปัจจุบันนี้ โดยแท้จริงแล้ว สิ่งใดที่มีโทษมหันต์ ก็ย่อมมีคุณอนันต์ด้วย ถ้ารู้จักใช้ในแง่ให้ก่อประโยชน์ รังสีก็เช่นกัน ถ้านำไปใช้ในทางสันติก็จะมีประโยชน์ในหลายวงการ เช่น การแพทย์ อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี รวมทั้งด้านสิ่งแวดล้อมด้วย เป็นต้น บทความนี้ได้เขียนถึงผลของรังสีที่มีต่อสิ่งมีชีวิต โดยเขียนถึงรายละเอียดในทางลึกว่า รังสีเข้าไปทำปฏิกิริยาต่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอย่างไรบ้าง จะมีผลดีผลเสียอย่างไร ต่อสิ่งมีชีวิตโดยรวม เมื่อได้รับ รังสีไปแล้ว เมื่อเรารู้ถึงผลของรังสีต่อร่างกายของเราแล้ว ทำให้รู้และเข้าใจถึงโทษและอันตรายของรังสี จะได้ทำการป้องกันอันตรายจากรังสีที่เคยพบเห็นกันมาแล้วในอดีต ทำให้เกิดความหวาดกลัวเพิ่มขึ้นไปอีก แต่พยายามชี้ให้เห็นถึงธรรมชาติของรังสีในแง่กายภาพ (Physical) ที่ไปกระทำต่อสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นชีวภาพ (Biological) แล้วให้ผลออกมาเป็นอย่างไร เพื่อให้ตัวเราเองซึ่งเป็นทรัพยากรที่สำคัญที่สุดในโลกนั้น ได้รู้จักระมัดระวังและใช้รังสีให้เป็นประโยชน์ในทางสร้างสรรค์ให้มากที่สุดและปลอดภัยที่สุดต่อไปในอนาคต

1. รังสีคืออะไร ?

ถ้าจะถามถึงความหมายของคำว่า "รังสี" พอจะตอบได้อย่างกว้างๆ ได้ต่อไปนี้ คือ รังสีเป็น "สิ่งที่ออกมาจากสารรังสี" ซึ่งสารรังสีนั้นหมายถึง สสารใด 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 ให้กับอิเลคตรอนต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ นิวเคลียสของอะตอมต่าง ๆ ของตัวกลางนั้น ๆ ให้เกิดสภาวะตื่นตัว (excited state) แต่ไม่สามารถทำให้อิเลคตรอนที่ได้รับพลังงานเหล่านั้นหลุดออกจากวงโคจรรอบนิวเคลียสของอะตอมนั้น ๆ ได้ แสดงว่าไม่สามารถทำให้อะตอมนั้น มีการสูญเสียอิเลคตรอนตัวใด ๆ ที่วิ่งวนรอบนิวเคลียสนั้นได้เลย อะตอมจึงยังคงสภาพความเป็นกลางไว้ได้ ไม่เกิดประจุบวกและประจุลบขึ้นมา รังสีประเภทนี้มีหลายชนิดได้แก่ รังสีความร้อน รังสีแสงแดด คลื่นวิทยุ รังสีพวกไมโครเวฟ (microwave) คลื่นเรดาห์ และรังสีอุลตร้าไวโอเลต (ultraviolet) เป็นต้น รังสีเหล่านี้มีอยู่ในธรรมชาติรอบตัวมนุษย์เรานั่นเอง โดยมีแหล่งที่มาจากดวงอาทิตย์และผิวพื้นโลกที่เราอาศัยอยู่ อันตรายจากรังสีประเภทนี้ จะมีน้อยกว่าอีกประเภทหนึ่ง แต่ก็มีอันตรายอยู่บ้าง เช่นรังสีอุลตร้าไวโอเลตจะทำอันตรายต่อผิวหนังมนุษย์ก่อให้เกิดมะเร็งผิวหนัง (Skin cancer) ได้ทำให้เกิดต้อกระจก (Cateract) และมีผลต่อกรรมพันธุ์ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ (Mutation) ได้

2.2 *ประเภทที่ก่อให้เกิดการแตกตัว (ionizing radiation)*

เป็นรังสีประเภทที่กระทบกับวัตถุโดยที่ตัวกลางใด ๆ แล้วสามารถทำให้อิเลคตรอนใด ๆ ที่รับรังสีดังกล่าวนี้หลุดกระเด็นออกนอกวงโคจรของนิวเคลียสของอะตอมนั้น ๆ ทำให้อะตอมขาดสภาพความเป็นกลาง มีประจุบวกขึ้นมา ส่วนอิเลคตรอนที่หลุดกระเด็นออกไปนั้น ก็จะมีสภาพเป็นประจุลบ รังสีประเภทนี้จะมีทั้งที่อยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อนุภาคที่มีทั้งประจุบวก ประจุลบ หรืออาจเป็นอนุภาคที่ไม่มีประจุ ตัวอย่างเช่น รังสีที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้แก่ รังสีเอ็กซ์ (x-ray) รังสีแกมมา (gamma ray) และรังสีคอสมิก (cosmic ray) รังสีคอสมิกมีอยู่ในธรรมชาติ มนุษย์เราได้รับรังสีคอสมิกจากดวงอาทิตย์ รังสีเป็นอนุภาคที่มีประจุบวก ได้แก่ รังสีเบตา (beta) รังสีแอลฟา (alpha) รังสีโปรตอนและรังสีอิเลคตรอน เป็นต้น ส่วนรังสีที่เป็นอนุภาคที่ไม่มีประจุไฟฟ้า ได้แก่รังสีนิวตรอน (neutron) เป็นต้น รังสีประเภทนี้ทั้งที่อยู่ในธรรมชาติ คือมาจากดวงอาทิตย์และที่มีอยู่ในโลก โดยเฉพาะในมหาสมุทร ในพื้นดิน และ เกิดจากน้ำมือของมนุษย์ที่ประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมาเอง

สำหรับเนื้อหาต่อไปนี้ จะกล่าวถึงแต่เฉพาะผลของรังสีต่อสิ่งมีชีวิต โดยเน้นถึงรังสีประเภทที่ก่อให้เกิดการแตกตัวเท่านั้น เนื่องจากรังสีประเภทนี้ เมื่อกระทบกับเซลล์ของสิ่งมีชีวิตใด ๆ แล้ว จะก่อให้เกิดการแตกตัวของอะตอมขึ้น เป็นประจุบวกและลบ ซึ่งจะมีความไวต่อปฏิกิริยาเคมีใด ๆ ได้สูงมาก ซึ่งในร่างกายของคนเรามีสารประกอบที่อยู่ในเซลล์และมีผลกระทบต่อเซลล์มากที่สุด เมื่อได้รับพลังงานจากรังสีเข้าไป สารประกอบดังกล่าวคือ น้ำที่อยู่ในเซลล์ ซึ่งเซลล์ของมนุษย์เราหนึ่งเซลล์จะประกอบไปด้วยน้ำประมาณ 70% ที่เหลือ 30% จะเป็นสารประกอบอื่น ๆ ที่เป็นพวกโปรตีนและไขมัน

น้ำเมื่อได้รับพลังงานจากรังสีประเภทที่ก่อให้เกิดการแตกตัว จะสามารถทำให้โมเลกุลของน้ำแยกตัวออกมาเป็นเรดิคอล (radical) สองชนิด คือ ไฮโดรเจน เรดิคอล (Hydrogen radical) (H°) และไฮดรอกซิล เรดิคอล (Hydroxyl radical) (OH°) ซึ่งเรดิคอลดังกล่าวนี้มีความไวในปฏิกิริยาเคมีกับสารประกอบรอบๆ ตัวมันสูงมาก รวมทั้งกับเรดิคอลด้วยกันเอง ดังนั้นน้ำในเซลล์ของเนื้อเยื่อหรือของอวัยวะใด ๆ ถูกรังสีเข้าไปก็จะเกิดเป็นเรดิคอลขึ้น และจะทำปฏิกิริยากับสารประกอบรอบ ๆ ตัวของมันเอง ส่วนสารประกอบใด ๆ ในเซลล์เมื่อถูกรังสีจะทำให้เกิดแตกตัวออกไปเป็นสารประกอบย่อย ๆ สารประกอบย่อย ๆ ที่เกิดขึ้นเหล่านี้อาจจะรวมตัวกลับไปเป็นสารประกอบตัวเดิมที่เคยเป็นอยู่ได้ แต่เมื่อเกิดมีเรดิคอลขึ้นมาแล้ว ตัวเรดิคอลเหล่านี้ จะไปรวมตัวกับสารประกอบย่อยที่แตกตัวจากสารประกอบเดิม (เมื่อได้รับรังสี) ทำให้ได้สารประกอบใหม่ที่ผิดปกติและไม่มีความจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของเซลล์นั้น กลับเป็นอันตรายต่อเซลล์นั้น ๆ และสารประกอบเดิมที่สูญเสียไปซึ่งมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของเซลล์บางชนิดก็ไม่สามารถสร้างขึ้นมาได้ 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 "ดีออกซีไรโบนิวคลีอิค เอซิด" (Deoxyribonucleic acid) หรือ DNA สำหรับโครโมโซมนี้ถ้าได้รับความเสียหายไม่ว่าจะทำให้โครงสร้างของโครโมโซมผิดไปจากเดิม หรือทำให้จำนวนโครโมโซม ซึ่งมีอยู่ในจำนวนที่คงที่ในเซลล์ของมนุษย์ลดจำนวนลงจากเดิมที่ควรจะเป็น จะเป็นผลทำให้ลักษณะของเซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งตัวของเซลล์เดิมก็จะมีลักษณะที่มีจำนวนโครโมโซมผิดไปจากเดิม ซึ่งจะทำให้เซลล์ที่ได้จากการแบ่งตัวในครั้งต่อ ๆ ไปมีลักษณะผิดไปจากเดิมหมด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลักษณะของเซลล์ลูกหลานนี้มีลักษณะผิดไปจากเซลล์ดั้งเดิม ซึ่งก็คือ "การกลายพันธุ์" (Mutation) นั่นเอง อนึ่ง ร่างกายของมนุษย์เราสามารถแบ่งประเภทของเซลล์ออกเป็น 2 ชนิดคือ เซลล์โซมาติค (Somatic cell) ซึ่งเป็นเซลล์ของเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกาย ยกเว้นส่วนของอวัยวะที่ทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ออกลูกออกหลาน ซึ่งจะเป็นหน้าที่ของเซลล์อีกพวกหนึ่งก็คือ เซลล์เจิร์ม (Germ cell)

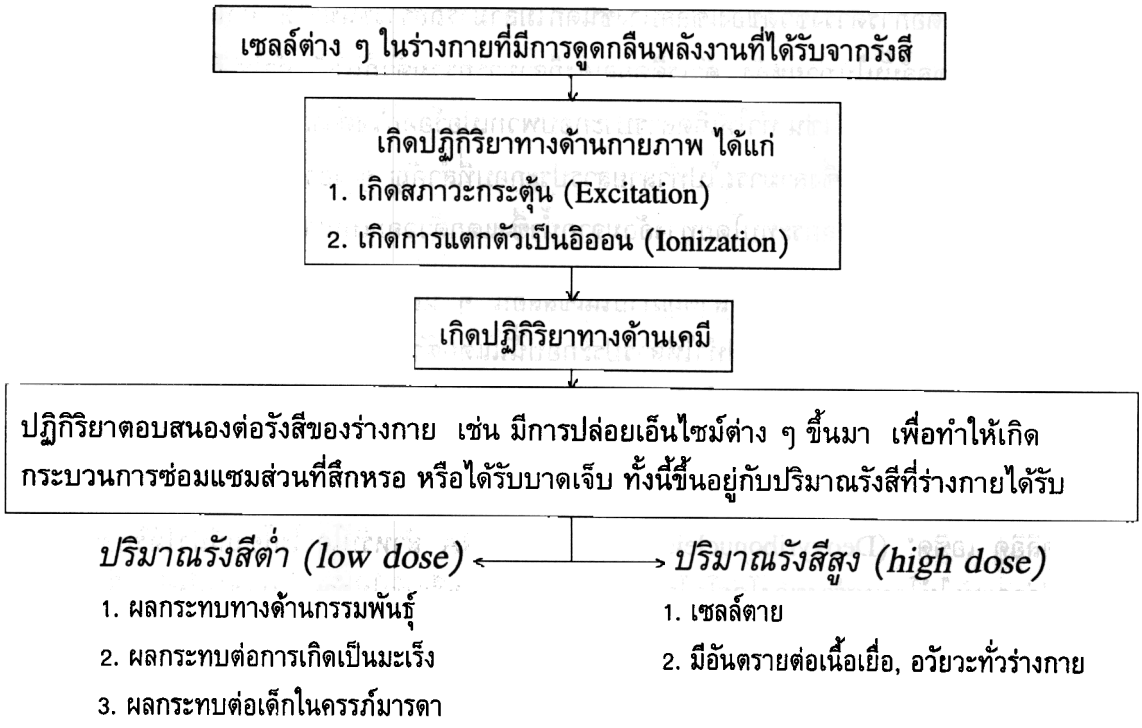
ซึ่งถ้าเป็นกรณีที่เซลล์โซมาติคเกิดการกลายพันธุ์เมื่อได้รับรังสีก็จะทำให้มีโอกาสเกิดเป็นเซลล์ทูมอร์ (Tumor cell) ซึ่งถ้าเกิดขึ้นที่เนื้อเยื่อหรืออวัยวะส่วนใด ก็จะทำให้เกิดเป็นมะเร็ง (Cancer) ได้ในภายหลัง แต่อันตรายแบบนี้จะเกิดขึ้นกับอวัยวะของบุคคลนั้นแต่เพียงผู้เดียว จะไม่มีผลไปถึงลูกหลานเลยแม้แต่น้อย แต่ถ้าเกิดกับเซลล์เจิร์มของบุคคลนั้น ไม่ว่าจะได้รับผลกระทบจากการไปถูกรังสี

ปริมาณมากหรือน้อยก็ตาม แต่มีผลทำให้โครมาโซมของเซลล์เจิร์มมีลักษณะผิดปกติไปจากเดิม ก็จะทำให้เซลล์เจิร์มผิดปกติไปจากเดิม ซึ่งถ้าเซลล์เจิร์มนี้ไปปฏิสนธิกับเซลล์เจิร์มของเพศตรงกันข้ามเกิดเป็นการเจริญเติบโตของทารกขึ้นมา ก็จะทำให้ทารกนั้นมีลักษณะการเจริญเติบโตผิดปกติไป มีโอกาสพิการได้หรือเจริญเติบโตไม่เต็มที่และอาจมีโอกาสเป็นมะเร็งได้ค่อนข้างสูงกว่าทารกปกติทั่ว ๆไปโดยสรุปแล้วเซลล์เจิร์ม เมื่อได้รับรังสีแล้วก่อให้เกิดความผิดปกติขึ้นภายใน จะส่งผลไปถึงรุ่นลูกหลานได้

ต่อไปจะกล่าวถึงขั้นตอนต่าง ๆ ของการที่ร่างกายได้รับรังสีเข้าไป ตั้งแต่เริ่มแรกจนทำให้เกิดผลกระทบขึ้นมาโดยจะแบ่งผลกระทบของรังสีออกมาเป็น 2 กรณีคือ กรณีที่ได้รับรังสีปริมาณต่ำและกรณีที่ได้รับรังสีปริมาณสูง ดังนี้

ผลกระทบของรังสีทางด้านชีวภาพ

ปฏิกิริยาต่าง ๆ เมื่อร่างกายได้รับรังสี แบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้



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

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า ผลกระทบของรังสีที่มีต่อเซลล์เจิร์มนั้น จะมีอันตรายมากกว่าที่มีต่อเซลล์โซมาติค และมีข้อแตกต่างกันอีกในเรื่องของเซลล์เจิร์มของเพศชายและของเพศหญิง กล่าวคือเซลล์เจิร์มของเพศหญิงมีโครงสร้างและลักษณะที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดกับของเพศชาย อีกทั้งมีช่วงระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน นอกจากนี้เซลล์เจิร์มของเพศหญิง จะมีการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนเกิดขึ้นด้วย เมื่อได้รับรังสี ส่วนของเพศชายนั้นจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนเกิดขึ้น

สำหรับอันตรายที่เซลล์เจิร์ม จะได้รับเมื่อถูกกัมมันตภาพรังสี ไม่ว่าจะเป็นเพศชายหรือเพศหญิง โดยมีผลกระทบทำให้บุคคลนั้นได้รับอันตรายได้ในตลอดชีวิตของเขา มีความเป็นไปได้ดังนี้ คือ

1. การเป็นหมัน อาจจะเป็นหมันในระยะชั่วคราว (-2 ปี) หรือเป็นหมันตลอดชีวิต ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ได้รับ

2. การกลายพันธุ์หรือการผ่าเหล่า

ดังนั้น เพื่อเป็นการลดอันตรายที่จะมีผลกระทบไปถึงบุตรที่เกิดมาหลังจากการที่พ่อหรือแม่ไปได้รับรังสีมา แล้วต้องการมีลูก ซึ่งควรกำหนดให้บุคคลใดไม่ว่าหญิงหรือชายที่ได้รับรังสีและต้องการมีลูก ทิ้งระยะการร่วมหลับนอนอย่างน้อย 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 แต่ขณะนี้ยังเป็นที่ถกเถียงกันในหมู่นักวิทยาศาสตร์ด้านรังสีว่า ปริมาณรังสีที่ระดับเท่าไร จึงจะทำให้เกิดเป็นมะเร็งได้

กัมมันตภาพรังสี ทำให้มนุษย์มีโอกาสเกิดเป็นมะเร็งได้หลายชนิด ในบุคคลในหลาย ๆ อาชีพที่ทำงานเกี่ยวกับทางด้านรังสี หรือถูกกัมมันตภาพรังสี เช่น

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

ทั้งนี้โอกาสที่จะทำให้เกิดเป็นมะเร็งได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างแบ่งได้ดังนี้ คือ

ปริมาณรังสีที่บุคคลนั้น ๆ ได้รับปริมาณมากน้อยเท่าไร ถ้าได้รับมากโอกาสเกิดเป็นมะเร็งก็มีได้มาก

2. คุณภาพหรือชนิดของรังสี คือรังสีแต่ละชนิดมีอำนาจการทำลายเซลล์, เนื้อเยื่อตลอดจนอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกายรุนแรงได้ไม่เท่ากัน
3. เพศของบุคคลที่ได้รับรังสี
4. อายุของบุคคลที่ได้รับรังสี โดยทั่วไปแล้ว บุคคลที่อยู่ในวัยร่างกายยังเจริญเติบโตได้อีกย่อมได้รับผลอันตรายมากกว่าบุคคลสูงอายุ เพราะเซลล์ต่าง ๆ ภายในร่างกายของบุคคลเจริญวัยจะมีความไว (sensitivity) ต่อรังสีได้มากกว่า

สำหรับคำถามที่หลายคงสงสัยว่ากัมมันตภาพรังสีนั้นทำให้เกิดเป็นโรคมะเร็งได้อย่างไรนั้น

ได้มีนักวิทยาศาสตร์ตั้งทฤษฎีขึ้นมาหลายทฤษฎีในการที่จะอธิบายถึงกลไกต่าง ๆ ที่รังสีไม่ทำให้เกิดโรคมะเร็งโดยเฉพาะอย่างยิ่งรวมถึงสาเหตุที่มาจากการกลายพันธุ์ของเซลล์โซมาติค (Somatic mutation) ที่ได้รับผลกระทบจากการไปถูกรังสีเข้าไปแล้ว พอกล่าวได้โดยสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. มะเร็งนั้นเป็นผลมาจากการกลายพันธุ์ของเซลล์โซมาติค

2. กัมมันตภาพรังสี น่าจะไปกระตุ้นเชื้อไวรัสที่เป็นตัวการที่ทำให้เกิดเป็นมะเร็งและแอบแฝงอยู่ในเซลล์นั้น ๆ เจริญเติบโตได้ดี และแพร่พันธุ์ได้มากขึ้น กระจายไปทั่วเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกาย

3. กัมมันตภาพรังสี อาจจะมีปฏิกิริยาโดยทางอ้อม คือ อาจจะไปกระตุ้นให้ร่างกายอยู่ในสภาวะที่เนื้อร้าย ในร่างกายที่มีอยู่บ้างแล้วแพร่ขยายไปได้มากยิ่งขึ้น

3.1.3 ผลกระทบของกัมมันตภาพรังสีที่มีต่อทารกในครรภ์มารดา

ทารกที่กำลังเจริญเติบโตอยู่ในครรภ์มารดานั้นมีโอกาสได้รับอันตรายจากหลายเหตุหลายสิ่ง ซึ่งเป็นผลทำให้ทารกเจริญเติบโตช้าลง หรือไม่ก็พิกลพิการได้ แต่ที่ร้ายแรงก็คือ ถึงขั้นทำให้ทารกนั้นเสียชีวิตได้ อาจมีสาเหตุมาจากการที่มารดาซึ่งกำลังตั้งครรภ์อยู่นั้นได้รับรังสี หรือไม่ก็มารดาไปติดเชื้อไวรัสบางชนิด เช่น หัดเยอรมัน ซึ่งเป็นอันตรายต่อเด็กในครรภ์

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

เสียชีวิตตั้งแต่อยู่ในครรภ์มารดา
2. เจริญเติบโตได้ช้ากว่าทารกปกติ
3. มีอวัยวะบางส่วนหรือทั้งหมดพิการตั้งแต่แรกเกิด
4. เมื่อคลอดออกมาแล้วมีโอกาสเป็นโรคมะเร็งตั้งแต่วัยเด็ก

มีปัจจัยบางประการที่มีผลกระทบต่อทารกที่กำลังเจริญเติบโตอันเนื่องมาจากอิทธิพลรังสีดังนี้

1. ปริมาณรังสีที่ทารกได้รับขณะที่กำลังเจริญเติบโตในระยะที่เป็นเอ็มบริโอหรือฟีตัส
2. ขณะที่ทารกถูกรังสีนั้น ทารกกำลังเจริญเติบโตอยู่ในช่วงไหนของการตั้งครรภ์ของมารดา

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

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

และเพื่อเป็นการลดโอกาสให้ถูกรังสีให้น้อยที่สุด 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 และถ้าเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของเนื้อเยื่อในอวัยวะใด ๆ ของสัตว์ที่มีชีวิตก็จะเป็นผลทำให้เนื้อเยื่อและอวัยวะส่วนดังกล่าวนั้น สูญเสียระบบการทำงาน ซึ่งเป็นผลทำให้สัตว์หรือสิ่งมีชีวิตนั้นดำรงชีวิตอยู่ได้ไม่นานก็จะเสียชีวิตไป ด้วยเหตุนี้ทางการแพทย์จึงได้นำสมบัติของรังสีในแง่นี้มาใช้ในการฆ่าเซลล์มะเร็งในผู้ป่วยที่เป็นโรคมะเร็งตามอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกาย

ประเด็นสำคัญที่กล่าวในที่นี้ ก็คือ เซลล์ในแต่ละเนื้อเยื่อในแต่ละอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมนั้นมีการตอบสนองต่อรังสีได้ไม่เท่ากัน เช่นเซลล์เม็ดเลือดต่าง ๆ และเซลล์สืบพันธุ์ของเพศชายที่เรียกว่า สเปอร์มาโตโกเนีย (spermatogonia) มีการตอบสนองต่อรังสีได้ไวมากที่สุดเมื่อเทียบกับเซลล์อื่น ๆ ในร่างกายมนุษย์ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกที่สามารถกระตุ้นให้เซลล์ต่าง ๆ มีความไวต่อรังสีได้สูงขึ้น เช่น ปริมาณของออกซิเจนในเซลล์ที่ถูกรังสี ถ้ามีออกซิเจนอยู่มากก็จะมีการตอบสนองต่อปฏิกิริยาที่ได้รับรังสีได้มากกว่าเซลล์ที่มีปริมาณออกซิเจนน้อย เป็นที่เข้าใจ กันว่า ออกซิเจนอาจไปหยุดยั้งหรือขัดขวางการซ่อมแซมส่วนที่เสียหายภายในเซลล์เนื่องจากผลกระทบของรังสี หรือไม่ก็ออกซิเจนมีปฏิกิริยากับรังสี ทำให้มีการสร้างสารประกอบเปอร์ออกไซด์ (peroxides) ขึ้นมา ซึ่งจะไปทำลายสารประกอบต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของเซลล์นั้น ๆ ปัจจัยอื่น ๆ ที่กระตุ้นให้เซลล์มีความไวต่อรังสีได้สูงก็ได้แก่ สารประกอบบางอย่างใน DNA นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสมบัติของรังสี ปริมาณรังสี และอุณหภูมิที่มีผลต่อการตอบสนองต่อรังสีของเซลล์ด้วย

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

เซลล์ชนิดต่าง ๆ ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ที่มีความไวต่อรังสีสูงมากไปหาน้อย

เซลล์เม็ดเลือดขาว
2. เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้
3. เซลล์ที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างเม็ดเลือด
4. เซลล์เยื่อบุภายใน
5. เซลล์ต่อมน้ำลาย
6. เซลล์เส้นประสาทและเซลล์กล้ามเนื้อ

อวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ที่มีความไวต่อรังสีสูงจากมากไปหาน้อย

ระบบน้ำเหลือง, ไขกระดูก, ลำไส้
2. ผิวหนังและเนื้อเยื่อบุอวัยวะต่าง 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 ผิวหนังเหี่ยวและฝ่อลีบ เป็นต้น

และจากการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ประสบมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในอดีตและจากการทดลองกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมพบว่า 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)

ส่วนในกรณีที่มนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้รับปริมาณสูงแบบฉับพลันหรือในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ลักษณะของการบาดเจ็บและเจ็บป่วยนั้น จะรุนแรงมากน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ได้รับ โดยมีลักษณะอาการต่าง ๆ ดังนี้

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

โดยมีก่อนที่จะมีอาการดังกล่าวนี้ จะมีอาการบอกล่วงหน้า (predromal effect) เกิดขึ้นก่อน คือ

เบื่ออาหาร
2. อาเจียน
3. คลื่นไส้
เฉื่อยชา
เซื่องซึม

จากที่ได้กล่าวแล้ว จะเห็นได้ว่า การได้รับปริมาณรังสีระดับสูงนั้นมีอันตรายมากกว่าการได้รับปริมาณรังสีระดับต่ำหลายเท่าตัว โดยอาจจะถึงแก่ชีวิตได้ในระยะเวลาอันสั้น หรือไม่ก็มีผลต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ในระดับที่เป็นอันตรายอย่างยิ่งยวด มีผลสืบเนื่องไปยังระบบอื่น ๆ ต่อไปจนไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ดังนั้นผู้ที่ใช้รังสีในการปฏิบัติงานอยู่เป็นประจำควรตระหนักถึงการป้องกันอันตรายจากรังสีให้ดี เพราะว่า เมื่อเกิดอันตรายจากรังสีขึ้นมาแล้ว โอกาสที่จะหายจากโรคภัยที่เกิดขึ้นจากรังสีเป็นไปได้น้อยมาก

บทสรุป

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า รังสีเป็นสิ่งที่มีทั้งคุณอนันต์ แต่ก็มีโทษอยู่มากมายมหาศาล ผู้ใช้รังสีจำเป็นต้องระมัดระวังเป็นพิเศษต้องรู้จักธรรมชาติของรังสีและรู้จักการป้องกันอันตรายจากรังสีที่ใช้จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้ การป้องกันอันตรายจากรังสีเป็นวิธีการที่ควรจะเรียนรู้อย่างมากสำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานด้านรังสี โดยมีหลักการในการป้องกันการแผ่รังสี เมื่อต้นกำเนิดรังสีอยู่ภายนอกร่างกาย อยู่ 3 ประการ คือ เวลา ระยะทาง และเครื่องกำบังรังสี อีกทั้งมาตรการในการป้องกันสารรังสีเข้าสู่ภายในร่างกาย ทางปาก ทางจมูก และทางผิวหนัง โดยผ่านบาดแผล รวมทั้งมาตรการและวิธีการอื่น ๆ ที่เสริมเข้ามาเพื่อไม่ให้รังสีเข้ามาทำอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีได้ โดยทางสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ (พปส.) สังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้เปิดการฝึกอบรมด้านการป้องกันอันตรายจากรังสี เพื่อให้บุคคลที่ทำงานด้านรังสี ได้เข้าฝึกอบรมดังกล่าวนี้ทำให้ผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีได้รู้และเข้าใจเกี่ยวกับรังสีมากขึ้น ส่งผลทำให้เกิดความปลอดภัยทั้งแก่ผู้ปฏิบัติ งานและบุคคลข้างเคียง โดยทางสำนักงานได้เปิดฝึกอบรมโดยเฉลี่ยประมาณ ปีละ 5 ครั้ง โดยเปิดฝึกอบรมทั้งระดับต้นและระดับสูง ผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีในหน่วยงานราชการ สถาบัน และหน่วยงานของเอกชน ควรจะผ่านการฝึกอบรมดังกล่าวนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของตัวท่านเองและหน่วยงานที่ท่านสังกัดอยู่ในการใช้สารรังสีในงานของท่าน สำหรับการใช้สารรังสีในประเทศไทยนั้นยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก แต่ก็มีแนวโน้มที่สูงขึ้นในอนาคต ดังนั้นอันตรายของรังสีต่อคนไทย ยังมีน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศที่มีการใช้สารรังสีค่อนข้างมาก เพื่อเป็นการไม่ประมาทการเตรียมตัวที่ดีในทุก ๆ ด้านเกี่ยวกับการใช้รังสี จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีมีความปลอดภัย ไร้ภยันตรายทุกประการอันจะเกิดจากรังสีได้อย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพสูงสุด

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