

การผลิตไอโซโทปรังสีมีอนาคต

โกมล อังกรรัตน์
ศูนย์ไอโซโทปรังสี
สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

หากสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทท. จะมีเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เครื่องใหม่พร้อมด้วยห้องปฏิบัติการผลิตไอโซโทปรังสีในอนาคตแล้ว สารไอโซโทปรังสีที่คาดการณ์ว่าควรจะดำเนินการผลิตเพื่อรองรับความต้องการของโรงพยาบาลและสถาบันต่าง ๆ ของประเทศไทยนั้น พอจะแบ่งกลุ่มได้เป็น 3 ประเภทการใช้งาน คือ

- 1) สารไอโซโทปรังสีที่ใช้เพื่อการบำบัดรักษาโรค (radioisotope for therapy)
- 2) สารไอโซโทปรังสีที่ใช้เพื่อการวินิจฉัยโรค (radioisotope for diagnosis)
- 3) ผลิตภัณฑ์ไอโซโทปรังสีที่ใช้งานทางด้านเทคนิคอื่น ๆ (technical products)

1. สารไอโซโทปรังสีที่ใช้เพื่อการบำบัดรักษา (radioisotope for therapy) ดังเช่น

- 1.1 ไอโอดีน-131 (I-131) ที่ใช้ได้ทั้งในรูปแบบของสารละลายและรูปแบบของแคปซูล นอกจากนั้นที่มีแนวโน้มใช้มากขึ้นก็คือสารประกอบติดฉลากของ ^{131}I -MIBG (metaiodobenzylguanidine) ซึ่งใช้ได้ทั้งรักษาและวินิจฉัยโรคแล้วแต่ระดับความแรงรังสีที่ใช้งานทางด้านวินิจฉัยโรคอื่น ๆ เช่น ^{131}I -Hippuran ก็ยังมีความต้องการอยู่
- 1.2 ไอโซโทปรังสีชนิดต่าง ๆ ที่ให้รังสีบีตา (different β -emitters) ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันและยังจะใช้อีกต่อไปในอนาคต เช่น สารเภสัชภัณฑ์รังสีของ ^{153}Sm (^{153}Sm radiopharmaceutical) ในปัจจุบันสารประกอบเชิงซ้อนของ ^{153}Sm ในรูปของ ^{153}Sm EDTMP ใช้บรรเทาอาการปวดของมะเร็งที่แพร่มายังกระดูก ส่วน ^{153}Sm -HA ใช้รักษาอาการปวดของโรคข้อรูมาตอยด์ ในอดีตนั้นก็จะใช้พวก ^{89}Sr หรือ ^{186}Re ^{188}Re

สารไอโซโทปรังสีอีกชนิดหนึ่งที่มีแนวโน้มใช้มากก็คือ ^{90}Y โดยใช้รูปแบบของสารประกอบติดฉลากของ ^{90}Y -biological compounds โดยเตรียมในรูปแบบคอลลอยด์ของ ^{90}Y -colloid เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการรักษาโรคข้ออักเสบ (treatment of arthritis) นอกจากนั้นสารประกอบ colloids ของไอโซโทปรังสี เช่น ^{186}Re ^{32}P ^{153}Sm ^{166}Ho และ ^{169}Er ก็นำมาใช้ในการรักษาโรคข้ออักเสบได้เช่นกัน

ส่วนการผลิต ^{90}Y ก็อาจจะผลิตได้ในรูปแบบของ generator ชนิดพิเศษของ $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ -generators สำหรับ ^{186}Re ^{32}P ^{153}Sm ^{166}Ho และ ^{169}Er ก็สามารถผลิตได้จากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์โดยวิธีการของ n , gamma-activation

สำหรับ Re แล้วก็มี ^{188}Re ซึ่งได้มาจาก $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ generator โดย ^{188}W นั้นสามารถผลิตได้จากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่มีความเข้มข้นนิวตรอน (นิวตรอนฟลักซ์) มากกว่า 1×10^{14} n/cm².sec โดยใช้ enriched ^{186}W มากกว่า 96 เปอร์เซ็นต์เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการ

ไอโซโทปปรังสี ^{177}Lu ก็เป็น β -emitters อีกชนิดหนึ่งที่ใช้กันมากในปัจจุบันโดยเตรียมจากสารตั้งต้น ^{176}Lu -enriched มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธีการของ n, gamma-activation เช่นกัน ^{177}Lu จึงเป็นสารไอโซโทปปรังสีอีกชนิดหนึ่งที่ไม่ควรจะมีมองข้ามไป

- 1.3 ไอโซโทปปรังสีสำหรับรังสีรักษาระยะใกล้ (brachytherapy) ซึ่งในบ้านเราอาจจะยังไม่แพร่หลายมากนัก อาจจะเป็นเพราะบุคลากรทางด้านนี้ยังมีอยู่อย่างจำกัด ตัวอย่างไอโซโทปปรังสีที่พอจะผลิตมาใช้ วิธีการทางด้านบำบัดรักษาโดยวิธี brachytherapy เช่น ^{188}Re ^{192}Ir ^{90}Sr ^{125}I หรือไอโซโทปปรังสีชนิดอื่น ๆ แต่กระบวนการผลิตเพื่อใช้กับเทคนิควิธีการรักษาแบบนี้มีข้อจำกัด คือจะเป็นเทคนิคที่ค่อนข้างซับซ้อนในกระบวนการผลิต เพราะต้องผลิตในรูปแบบของ scale source ต้องอาศัยเทคนิคการเชื่อมปิดสนิท โดยวิธีการของ laser welding และต้องมีการทำงานประสานกันอย่างใกล้ชิดระหว่างผู้ผลิตและบุคลากรผู้ใช้งานของโรงพยาบาล เช่น แพทย์หรือเจ้าหน้าที่เทคนิคอื่น ๆ
- 1.4 นอกจากนั้นก็ยังมีความพิเศษอื่น ๆ ที่จะเตรียม ^{192}Ir ในรูปแบบของ after loading sources เพื่อใช้ในการบำบัดรักษาเนื้อเยื่อเซลล์ที่เป็นมะเร็งจากภายนอก
- 1.5 ถ้าเป็นไปได้และไม่ควรจะมีมองข้ามก็ควรมีแผนรองรับเทคโนโลยีทางด้านการใช้สารไอโซโทปปรังสี ที่ให้รังสีแอลฟา (alpha emitter for medical therapy) ไอโซโทปปรังสีของ alpha emitter เช่น ^{225}Ac ^{211}At ^{212}Bi ^{213}Bi ^{223}Ra และ ^{224}Ra ใช้สำหรับรักษาโรคมะเร็ง โรคติดเชื้อ โรคของพวกเชื้อรา แต่วิธีการผลิตสารไอโซโทปปรังสีของ alpha emitter ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน อาจต้องใช้เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่มีนิวตรอนฟลักซ์สูงหรืออาจผลิตด้วยเครื่องเร่งอนุภาคไซโคลตรอน (cyclotron) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของสารตั้งต้นในการผลิตที่มีอยู่หลายชนิดให้เลือกใช้

2. สารไอโซโทปปรังสีที่ใช้เพื่อการวินิจฉัยโรค (radioisotope for diagnosis)

- 2.1 ถ้าจัดอันดับแล้วสารไอโซโทปปรังสีที่อยู่ในอันดับต้น ๆ ที่ใช้ในการวินิจฉัยแล้วก็คงจะหนีไม่พ้น $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ซึ่งอาจจะผลิตในรูปของ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -instant หรือในรูปของ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sterile generator ซึ่งใช้งานอยู่อย่างแพร่หลายในปัจจุบันมากกว่า $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -instant

การผลิต $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sterile generator นั้นจะเตรียมมาจากไอโซโทปปรังสีของ fission molybdenum (^{99}Mo) ซึ่งเงื่อนไขของการผลิต generator ของ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ขึ้นอยู่กับว่าจะผลิต fission- ^{99}Mo ของตัวเองหรือซื้อ fission- ^{99}Mo มาจากต่างประเทศ เช่น จากประเทศแอฟริกาใต้ แต่จากข้อมูลทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA) พยายามส่งเสริมให้ประเทศสมาชิกมีกระบวนการผลิต fission- ^{99}Mo ของตัวเอง โดยทบวงการฯ จะสนับสนุนทางด้านข้อมูล เทคนิคและสารตั้งต้นของ low enrichment ^{235}U ไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ บางส่วน ซึ่งสามารถผลิต fission- ^{99}Mo ขนาด small scale ได้ครั้งละประมาณ 1000 Ci ^{99}Mo เมื่อสิ้นสุดกระบวนการผลิต ด้วยกำลังผลิตขนาดนี้สามารถจะนำมาผลิต generator ได้ทั้งหมดประมาณ 100 Ci ณ เวลาที่ปรับเทียบความแรงรังสีของ generator (calibration date) โดยประมาณ 6 วันหลังจากวันผลิต ^{99}Mo

วิธีการอื่น ๆ ในการผลิต $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ก็อาจจะใช้วิธีการของ MEK-extraction หรือผลิตในรูปแบบของ gel generator วิธีการของ gel generator เป็นทางเลือกทางหนึ่งในการผลิต $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ในกรณีที่ไม่สามารถผลิตหรือซื้อ fission- ^{99}Mo ได้เอง แต่วิธีการของ gel generator ก็ยังมีข้อที่ต้องคำนึงถึงมากมาย เช่น ความสม่ำเสมอของการ elute $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ความเข้มข้นทางรังสีของ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ที่ได้ และเทคโนโลยีของ gel generator ก็ยังต้องมีการพัฒนาทางด้านเทคนิคเพิ่มเติม

- 2.2 ถ้ามีกระบวนการผลิต $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ของที่ควบคุมกันก็ต้องมีการเตรียมการห้องปราศจากเชื้อ (clean room) เพื่อเป็นห้องผลิต radiopharmaceutical kits หรือ cold kits ซึ่งจะเป็นส่วนที่สำคัญอันหนึ่งของกระบวนการ isotope production plant
- 2.3 สำหรับการใช้อย่างอื่นไอโซโทปปรังสี สำหรับการวินิจฉัยโรคได้เช่นกัน คือ ^{177}Lu ^{186}Re ^{188}Re

2.4 ไอโซโทปรังสีสำหรับการวินิจฉัยโรคที่สำคัญที่ใช้กันแพร่หลายมากในปัจจุบันคือ สารไอโซโทปรังสีที่มีครึ่งอายุสั้นมาก ๆ และเป็นพวกให้โพซิตรอน (positron emitter thomography (PET)) ในกรณีนี้ ถ้าจะดำเนินการผลิต ก็ต้องอาศัยเครื่องเร่งอนุภาคไซโคลตรอนเป็นเครื่องผลิต ซึ่งต้องตั้งอยู่ในโรงพยาบาล หรืออยู่ใกล้ ๆ กันกับโรงพยาบาลที่ใช้

3. ผลิตภัณฑ์ไอโซโทปรังสีที่ใช้งานทางด้านเทคนิคอื่น ๆ (technical products)

- 3.1 กระบวนการผลิตต้นกำเนิดรังสีชนิดปิดผนึก (sealed radiation sources) เช่น ^{192}Ir หรือ ^{75}Se สำหรับใช้กับ gamma-defectoscopy แต่ทั้งนี้จะต้องดำเนินการผลิตได้ก็ต้องมีเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่มีจำนวนนิวตรอนฟลักซ์มากกว่า 10^{14} neutron/cm².sec.
- 3.2 อีกส่วนหนึ่งถ้ามีกระบวนการผลิต sealed radiation sources แล้วก็ต้องคำนึงถึงการเตรียมการของระบบ hot cell เพื่อรองรับงานบริการสำหรับพวก sealed radiation sources ที่มีความแรงทางรังสีสูง ๆ เพื่อการตรวจสอบ ซ่อมบำรุงต่าง ๆ และส่วนหนึ่งใช้สำหรับกระบวนการจัดการเกี่ยวกับสารตั้งต้นในการผลิต sealed radiation sources หลังจากผ่านการอาบนิวตรอนแล้ว
- 3.3 สารประกอบติดฉลากของ T (^3H) ^{14}C ^{32}P ^{35}S ก็ควรคำนึงถึง เพื่อใช้ในงานวิจัยทางด้าน biological และ pharmaceutical ซึ่งการผลิต ^{32}P ^{35}S สามารถดำเนินการได้ง่าย ๆ โดยเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์
- 3.4 สำหรับความต้องการทางด้านอื่น ๆ ต้องพิจารณาถึงความต้องการทางด้านงานวิจัย หรือการใช้งานของวงการอุตสาหกรรม หรือเกษตรกรรมภายในประเทศ

ทั้งนี้ความเป็นจริงทั้งหลายจะเป็นไปไม่ได้เลยถ้าไม่มีอุปกรณ์หลักในการผลิต เช่น เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เครื่องใหม่หรือเครื่องเร่งอนุภาคไซโคลตรอน ก็หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ความเป็นจริงคงจะเกิดขึ้นได้ในอนาคตอันใกล้ ๆ นี้