

ไอโซโทปรังสี กับ Nuclear Medicine (1) Medical Isotope

จตุพล แสงสุริยัน

ศูนย์ไอโซโทปรังสี

สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

ไอโซโทปรังสี (radioisotope/radioactive isotope) เป็นชื่อเรียกธาตุต่าง ๆ ที่มีรังสีทั้งที่มีอยู่ในธรรมชาติ และที่เกิดขึ้นจาก กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คำว่า radioisotope/radioactive isotope บางครั้งจะถูกเรียกสั้น ๆ ว่า isotope ก็มี ธาตุบางชนิด อาจจะมีไอโซโทปรังสีย่อย ๆ หลายไอโซโทป เช่น ไอโซโทปรังสี I-123, I-125 หรือ I-131 ของธาตุ ไอโอดีน (iodine) ส่วนไอโอดีนที่เรารู้จักกันในรูปของเกลือไอโอดีน (เช่น Potassium iodide, KI) ซึ่งไม่มีรังสีนั้น คือไอโซโทป I-127 ตัวเลขที่ เราเขียนกำกับอักษรย่อของธาตุเป็นจำนวนเลขมวล (mass number) ของ ไอโซโทปรังสีนั้น ซึ่งจะเห็นว่า mass หรือมวล ของมันแต่ละไอโซโทปแตกต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น แต่สิ่งที่น่าทึ่งก็คือ สมบัติทาง ฟิสิกส์นิวเคลียร์หรือพูดง่าย ๆ คือลักษณะการแผ่รังสีของแต่ละไอโซโทปนั้นแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง ขอยกตัวอย่าง สมบัติทางฟิสิกส์นิวเคลียร์ของไอโซโทปรังสีของ ไอโอดีน 3 ไอโซโทปแรก ที่กล่าวมาดังแสดงใน



ไอโซโทปรังสี (radioisotope)	ให้รังสี -พลังงานหลัก (radiation/energy)	ครึ่งชีวิต (half-life)
I-123	gamma / 159 keV	13 hours
I-125	gamma / 35 keV +Auger electron / 18 keV	60.25 days
I-131	beta / 0.6 MeV + gamma / 364 keV	8.04 days

ตารางที่ 1 คุณลักษณะที่สำคัญของไอโซโทปรังสี ของไอโอดีนบางชนิด

จากสมบัติเฉพาะตัวของไอโซโทปรังสีดังที่เห็นในตัวอย่างและของธาตุชนิดอื่น ๆ อีกหลายไอโซโทป ทำให้วงการแพทย์ให้ความสนใจนำมาประยุกต์ในทางการแพทย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนำมาใช้ในการตรวจวิเคราะห์ทางการแพทย์ การตรวจ วินิจฉัยโรค และใช้เพื่อการบำบัดรักษาโรคหลายชนิด ซึ่งเราเรียกกิจกรรมทางการแพทย์สาขานี้ ว่า Nuclear Medicine หรือ ชื่อเรียกในภาษาไทยว่า สาขาเวชศาสตร์นิวเคลียร์

Nuclear Medicine ต้องใช้ไอโซโทปรังสีอย่างแน่นนอน แต่ลักษณะการนำไอโซโทปรังสีแต่ละชนิดมาใช้งาน จะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของไอโซโทปรังสีแต่ละชนิด และวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เราอาจแบ่งไอโซโทปรังสีตาม ลักษณะการใช้งานทางด้านการแพทย์ (medical isotopes) ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มที่ 1 จะเป็นกลุ่มที่ถูกนำมาใช้เป็น radiation source สำหรับ teletherapy และ brachytherapy สำหรับการบำบัดรักษาเนื้องอกและมะเร็ง หลายประเภท ไอโซโทปรังสีพวกนี้มักจะให้รังสีแกมมาพลังงานสูงและมีครึ่งชีวิตยาว เช่น Co-60 Cs-137 ส่วนกลุ่มที่ 2 จะนำมาใช้ในรูปแบบ ของสารเภสัชรังสี (radiopharmaceutical) ชนิดต่าง ๆ ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะตัวที่สำคัญของ ไอโซโทปรังสีกลุ่มที่ 1 ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

จะเห็นว่ากลุ่มแรกเกือบทั้งหมดจะใช้งานในลักษณะการแผ่รังสีขนาดที่เหมาะสม เข้าไปทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโต ของเนื้องอกหรือมะเร็งเป็นส่วนใหญ่ และมักจะเป็นการฉายรังสีจากภายนอกร่างกาย และถึงแม้จะมีบางชนิดที่นำไปสอด หรือฝัง (ในรูปแบบ seed/wire) ไว้ในอวัยวะบางตำแหน่งในร่างกาย แต่ตัวไอโซโทปรังสีจะไม่เกี่ยวข้องกับระบบ metabolism ระบบการหมุนเวียนเลือดหรือระบบอื่นใดภายในร่างกายแต่อย่างใด แตกต่างจากไอโซโทปรังสีกลุ่มที่ 2 ที่จะถูกเปลี่ยนสภาพ ให้อยู่ในรูปแบบของ radiopharmaceutical เพื่อบริหารยาเข้าสู่ร่างกายผู้ป่วยเข้าสู่ระบบ metabolism หรือระบบการหมุนเวียน เลือด หรือโดยกลไกหรือเทคนิคการบริหารยาอื่น ๆ เข้าสู่ร่างกายก่อนที่จะเดินทางไปสู่อวัยวะ เป้าหมายไอโซโทปรังสี กลุ่มหลังนี้บางชนิดมีสภาพทางเคมี (chemical form) ง่าย ๆ เช่น sodium iodide (NaI-131) ¹³¹I-Hippuran ⁸⁹SrCl₂ แต่มีหลายชนิดที่อยู่ในรูปของสารประกอบทางเคมีที่ซับซ้อน เช่น Tc-99m medronate (^{99m}Tc-MDP) Tc-99m sestamibi (^{99m}Tc-MIBI) ^{99m}Tc-Hynic-TOC การใช้ไอโซโทปรังสีในรูปแบบของ radiopharmaceutical ในงาน Nuclear

Medicine ในปัจจุบันนั้นจะนำมาใช้เพื่อการตรวจวินิจฉัย (diagnosis) เป็นส่วนใหญ่ ที่เหลือก็เป็นการใช้เพื่อการ



ไอโซโทปรังสี	ระยะเวลาครึ่งชีวิต	ให้รังสี และพลังงานหลัก	สภาพทางเคมี และวิธีการใช้	ใช้เพื่อ
Cs-137	30 y	gamma 0.66 MeV beta max 1.18 MeV	Cesium chloride, or Cesium sulphate, teletherapy source	บำบัดรักษา ยับยั้งการเจริญเติบโตเนื้องอก (antineoplastic)
Cs-60	5.27 y	gamma 1.33 MeV beta 0.31 MeV	Metallic cobalt, sealed source	บำบัดรักษา antineoplastic
Ir-192	73.83 d	gamma 0.296-0.612 MeV	Ir wires, seed encased in nylon ribbon	บำบัดรักษา antineoplastic
Sr-90	28.78 y	gamma 0.546 MeV	Beta ray applicator, external irradiation	บำบัดรักษา treatment of benign condition of eye เช่น pterygia, corneal

ตารางที่ 2 แสดงคุณลักษณะที่สำคัญของไอโซโทปรังสีที่ใช้เป็น radiation source

บำบัดรักษา (radionuclide therapy) และการตรวจวิเคราะห์ทางการแพทย์ (laboratory tests) เฉพาะในส่วนของการตรวจวินิจฉัยทาง ด้าน Nuclear Medicine นั้น ไอโซโทปรังสีที่ใช้มากที่สุดคือ ประมาณ 80% ของการตรวจวินิจฉัยจะใช้ไอโซโทปรังสี Technetium-99m (Tc-99m) ในหลายรูปแบบ ที่เหลือ นอกจากนั้นก็จะใช้ไอโซโทปรังสีอื่น ๆ เช่น I-123 In-111 Tl-201 F-18 บางชนิดสามารถใช้ได้ทั้งเพื่อการตรวจวินิจฉัย และใช้บำบัดรักษาได้

ด้วยเช่น I-131 ในตารางที่ 3 จะแสดง ไอโซโทปรังสีที่สำคัญ ๆ ที่นำมาใช้ในรูปของ radiopharmaceutical ชนิดต่าง ๆ และรูปแบบทางเคมีที่นำมาใช้งานนั้น จะแตกต่างกันออกไป โดยจะนำมาเป็นตัวอย่าง เฉพาะไอโซโทปรังสีที่มีใช้กันอยู่ในหน่วยงาน Nuclear Medicine ทั่ว ๆ ไปทั้งในประเทศไทยและในต่างประเทศ โดยแต่ละไอโซโทปจะแสดงรายละเอียดการใช้งานที่สำคัญ ๆ เท่านั้น



ไอโซโทปรังสี	ระยะเวลา ครึ่งชีวิต	ให้รังสี และพลังงานหลัก	สภาพทางเคมี และวิธีการใช้	ใช้เพื่อ
Chromium-51 (Cr-51)	27.7 d	gamma 320 keV	Sodium chromate labeled red blood cell, i.v.	ตรวจหา cell volume or mass ตรวจหา cell survival time
Iodine-125 (I-125)	60.25 d	gamma 35 keV	Iodinated Iiothronine, in vitro	ตรวจหาปริมาณ thyroid hormone
Iodine-131 (I-131)	8.04 d	beta 0.6 MeV gamma 364 keV	Sodium iodide, orally 131I-MIBG, i.v. Sodium Iodohippurate (131I-Hippuran) i.v. Iodinated tositumomab i.v. Iodinated human serum albumin (microaggregated)	ตรวจ thyroid function นำไปรักษา thyroid cancer ตรวจและนำปัสสาวะออกมาตรวจหา tumor ตรวจ renal function, renal blood flow, renal imaging ตรวจ renal function, renal blood flow, renal imaging Hepatic blood pool imaging
Indium-111 (In-111)	2.8 d	gamma 247 keV	Indium bleomycin, i.v. Indium pentetreotide, i.v. Indium oxyquinoline (oxine) labeled leukocytes, i.v.	ตรวจ Tumor detection ตรวจ Neuroendocrine tumor ตรวจ infection/ inflammation
Lutetium-177 (Lu-177)	6.71 d	beta max 497keV gamma 113 keV, 208 keV,	Lu-DOTATATE ,i.v.	นำปัสสาวะ treatment of neuroendocrine tumor
Technetium-99m (Tc-99m)	6 h	gamma 140 keV	Sodium pertechnetate, i.v. Tc-albumin (aggregated), i.v. Tc-disofinin (DISIDA), i.v. Tc-medronate (MDP), i.v. Tc-mertiatide (MAG3),i.v. Tc-pentetate (DTPA), i.v. Tc-Hynic-TOC, i.v.	ตรวจ Brain imaging, thyroid imaging, blood pool imaging, etc. ตรวจ Liver imaging ตรวจ Hepatobiliary imaging ตรวจ bone imaging ตรวจ renal imaging ตรวจ brain imaging, renal imaging, Lung ventilation Studies ตรวจ neuroendocrine tumor
Rhenium-188 (Re-188)	16.9 h	beta max 2.12 MeV gamma 155 keV	Re-HEDP,i.v. Re- labeled Mab, i.v.	นำปัสสาวะ pain relief in bone cancer นำปัสสาวะ radioimmunotherapy
Samarium-153 (Sm-153)	46.27h	beta max 0.81 MeV gamma 103 keV	Sm- EDTMP	นำปัสสาวะ pain relief in bone cancer
Strontium-89 (Sr-89)	50.53 d	beta 1.49 MeV	Strontium chloride, i.v.	นำปัสสาวะ pain relief in bone cancer
Thallium-201 (Tl-201)	72.9h	gamma 135 keV, 167keV	Thallous chloride, i.v.	ตรวจ Myocardial perfusion imaging
Yttrium-90 (Y-90)	64.1h	beta max 2.2 MeV	Y-Iblitumomab tiuxetan Y-citrate	นำปัสสาวะ treatment of non- Hodgkin's lymphoma นำปัสสาวะ treating rheumatoid arthritis

จากตัวอย่างการนำไอโซโทปรังสีใช้งานทางด้าน Nuclear Medicine จะเห็นว่าไอโซโทปรังสีเหล่านี้ได้ถูกนำมาประยุกต์ ใช้งานได้หลากหลายมาก เท่าที่เคยมีการรวบรวมไว้พบว่า ในจำนวนไอโซโทปรังสี กว่า 3,000 ชนิดที่มีอยู่นั้น จะมี ไอโซโทปรังสีที่ถูกนำมาใช้ในงาน Nuclear Medicine จำนวนประมาณ 140 ชนิด และในจำนวนนี้มีเพียงประมาณ 10 ชนิดเท่านั้น ที่ถูกนำมาใช้ในรูปแบบของ radiopharmaceuticals หากมาดูภาพรวมของการใช้ ไอโซโทปรังสี ในงาน Nuclear Medicine ในประเทศไทยพบว่าไอโซโทปรังสีที่ใช้มากที่สุดคือ Tc-99m และ I-131 ตามลำดับ ส่วนไอโซโทปอื่น ๆ นั้นเช่น F-18 I-125 In-111 Tl-201 Sr-89 Y-90 Sm-153 หรือ Re-188 มีการใช้บ้างเป็นส่วนน้อย และเกิน 50% ของ ความต้องการใช้ไอโซโทปรังสี ในงาน Nuclear Medicine ในประเทศเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศ จะมีเพียงบางชนิด ที่ผลิตได้เองภายในประเทศ (ต้องนำเข้าเครื่องจักร วัตถุดิบ และเทคโนโลยีจากต่างประเทศอยู่ดี) เช่น I-131 Sm-153 หรือ F-18

จากข้อมูลสรุปของการใช้ไอโซโทปรังสีในงาน Nuclear Medicine ก็คงจะพอมองเห็นภาพรวมของการใช้ไอโซโทปรังสี ประเภทน้ในวงการแพทย์บ้านเราและในต่างประเทศกันพอสมควร โดยเฉพาะสำหรับประเทศไทยแล้ว ถือว่างานทาง ด้านนี้มีความสำคัญในระดับต้น ๆ ของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนิวเคลียร์ของประเทศ

Reference

1. IAEA Technical Report Series no.458, iaea, vianna, 2007
2. Handbook of Radioactivity Analysis, ACADEMIC PRESS USA , copyright 1998
3. Carey L.Larsson; Availability and Use of Medical Isotopes in Canada, Technical Memorandum DRDC – Ottawa,2004