

การผลิตไอโซโทปรังสีทางการแพทย์ด้วยรังสีเอกซ์

Producing medical isotopes using X-Rays

โกมล อังกรรัตน์
ศูนย์ไอโซโทปรังสี
สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

เมื่อวันที่ 2 มิถุนายน 2010 รัฐบาลแคนาดาได้ประกาศโครงการมูลค่า 35 ล้านดอลลาร์อเมริกัน ภายใต้ชื่อ Non-reactor Isotope Supply Contribution Program (NISP) เพื่อสนับสนุนการวิจัยทางเลือกวิธีการต่าง ๆ สำหรับการผลิตไอโซโทปรังสีเพื่อใช้ในการแพทย์ อันเป็นผลมาจากการขาดแคลนเทคนิคซีสม-99 เอ็ม (Tc-99m) ในแคนาดา ซึ่งสืบเนื่องมาจากปัญหาที่ยากที่เกิดขึ้น ที่จะดำเนินการเดินเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์อเนกประสงค์ NRU (National Research Universal reactor) ที่ถูกระงับการดำเนินการชั่วคราว มีข้อเสนอของ Canadian Light Source Inc (CLS) ภายใต้ NISP เพื่อศึกษาตรวจสอบความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค และด้านเศรษฐกิจ ของการใช้ เครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนเชิงเส้น ในการผลิตโมลิบดีนัม-99 (Mo-99) ไอโซโทปแม่ (นิวไคลด์แม่) ของ Tc-99m จากไอโซโทปเสถียรโมลิบดีนัม-100 (Mo-100)

ไอโซโทปคืออะตอมของธาตุเดียวกันแต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน ในอะตอม ไอโซโทปเสถียรของธาตุจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้นในอะตอมเมื่อเวลาผ่านไป อะตอมของไอโซโทปที่ไม่เสถียรหรือเรียกว่า ไอโซโทปรังสี จะมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นธาตุอื่นโดยการสลายทางรังสีตลอดเวลา ไอโซโทปรังสีใช้ในการถ่ายภาพรังสีทางคลินิก โดยการนำ Tc-99m เพื่อทดสอบตรวจวินิจฉัยทางการแพทย์ถึง 80% ของการใช้ไอโซโทปรังสีทั้งหมด ทางทางการแพทย์ทั่วโลก เฉพาะในแคนาดา จะมีการใช้ Tc-99m เพื่อการถ่ายภาพรังสีประมาณ 5500 กรณีต่อวัน

ในวันนี้ไอโซโทปรังสีส่วนมากที่ใช้ในการแพทย์ ผลิตมาจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่มีอายุใช้งานมานาน และมีจำนวนเพียงไม่กี่แห่งทั่วโลก โดยผลิตมาจากผลพลอยได้จากการแบ่งแยกนิวเคลียส (ปฏิกิริยาฟิชชัน) ของยูเรเนียมเสริมสมรรถนะสูงที่มาจากอาวุธนิวเคลียร์ ในกรณีของ Tc-99m นิวไคลด์แม่คือ Mo-99 จะถูกแยกออกมาจากปฏิกิริยาฟิชชันของอะตอมยูเรเนียม แล้วนำมาเตรียมอยู่ในรูปของตัวกำเนิด Mo-99/Tc-99m ส่งไปให้โรงพยาบาลทั่วโลกใช้งาน Mo-99 มีครึ่งชีวิต 66 ชั่วโมง สลายเป็น Tc-99m ซึ่งมีครึ่งชีวิต 6 ชั่วโมง

การใช้เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ในการผลิตไอโซโทปรังสีในทางการแพทย์ต้องเผชิญกับความท้าทาย ทั้งนี้เพราะ อายุของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่ใช้งานมานาน มีความไม่น่าเชื่อถือเพิ่มขึ้นและการถูกระงับการดำเนินการชั่วคราว ดังเช่นกรณีของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ NRU ที่ Chalk River ที่ต้องหยุดเดินเครื่องเพื่อซ่อมบำรุงที่ยาวนาน ไม่เป็นไปตามแผน ด้วยเหตุผลทางด้านความปลอดภัย และอายุใช้งานอันยาวนาน ทำให้มีผลกระทบต่อขาดแคลน ไอโซโทปรังสี ทางทางการแพทย์ คือ Tc-99m การใช้ยูเรเนียมเสริมสมรรถนะสูงจะถูกควบคุมทางด้านความปลอดภัย ที่เข้มงวด และความกังวลที่มุ่งเน้นทางด้านความปลอดภัย ขยายอาวุธนิวเคลียร์ ซึ่งหลาย ๆ ประเทศ รวมทั้งสหรัฐอเมริกาได้ร่วมมือกันอย่างแข็งขัน ที่จะกำจัดการใช้ประโยชน์ทางด้านพลเรือน ด้วยปริมาณครึ่งหนึ่งของ Mo-99 จะสลายไปทุก ๆ 66 ชั่วโมง ไปเป็น Tc-99m โดยระหว่างการขนส่งจากส่วนผลิตจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ไปยังบริษัทผลิตประกอบเครื่องกำเนิด Mo-99/Tc-99m และสุดท้ายปลายทางที่โรงพยาบาล ก็จะมีการสูญเสียปริมาณรังสีไปจากการสลายอย่าง

มาก การผลิตไอโซโทปรังสีด้วยเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ จากยูเรเนียมเสริมสมรรถนะสูง จะต้องเผชิญกับปัญหาที่ตามมาคือ ผลผลิตพืชชั้นอื่น ๆ นอกจาก Mo-99 ที่มีอายุยาวนานและเป็นกากกัมมันตรังสี

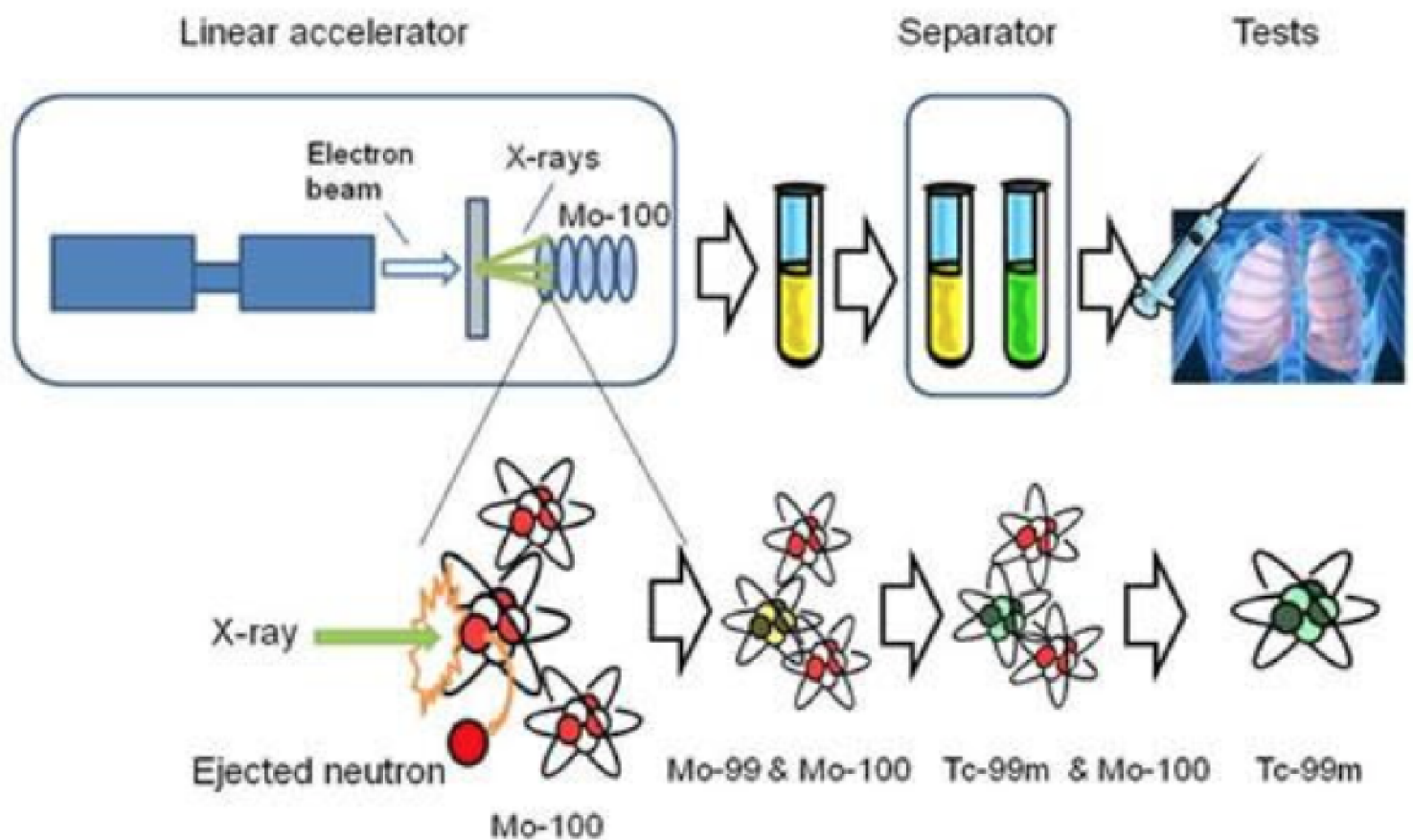
การดำเนินงานเป็นอย่างไร ?

โครงการที่ Canadian Light Source Inc (CLS) เสนอ เพื่อผลิต Mo-99 ใช้กระบวนการที่เรียกว่า Photoneutron Reaction เป็นการแสดงให้เห็นโดยการทำงานร่วมกันที่ National research Council Canada (NRC) :

- เครื่องเร่งอนุภาคเชิงเส้นเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนจนใกล้เคียงกับความเร็วของแสง อิเล็กตรอนพลังงานสูงนี้ไปชนกับโลหะที่เป็นตัวกรอง (metal filter) ทำให้เกิดรังสีเอกซ์ที่มีความเข้มอย่างมาก
- รังสีเอกซ์จะไปชนกับตัวเป้าหมายโลหะ Mo-100 ทำให้นิวตรอนหลุดออกมาหนึ่งอนุภาค จากอะตอมสองหรือสามอะตอม ทำให้เกิดเป็น Mo-99
- ตัวเป้าหมายโมลิบดีนัม ซึ่งมีทั้ง Mo-100 และ Mo-99 จะถูกทำให้เป็นของเหลว เพื่อที่จะจัดส่งไปที่โรงพยาบาลที่ใช้งาน Mo-99 จะสลายเป็น Tc-99m ผสมอยู่ในของเหลวนี้
- ด้วยเครื่องมือที่เป็นตัวแยกไอโซโทป จะแยกเอาเฉพาะ Tc-99m ออกมาจากของเหลวนี้ เพื่อที่จะนำไปประกอบเป็นยาฉีดให้คนไข้ เพื่อการทดสอบถ่ายภาพในการวินิจฉัยโรค
- หลังจากปล่อยให้ Mo-99 สลายไปแล้ว Mo-100 ที่ยังเหลืออยู่ในของเหลวนี้ ก็จะถูกนำไปเข้ากระบวนการ หมุนเวียนเป็นตัวสารเป้าหมายใช้ได้ต่อไป

ใครคือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการนี้ ?

โครงการนี้เป็นการร่วมมือกันของ Canadian Light Source / NRC / U.S.-based North Star Medical Radioisotopes / Heart Institute ของ University of Ottawa และ University Health Network ในเครือมหาวิทยาลัยโทรอนโต โดย CLS จะเป็นผู้ออกแบบ และเป็นเจ้าภาพเกี่ยวกับ อุปกรณ์อำนวยความสะดวกที่ใช้ทดสอบ การออกแบบและข้อมูลด้านเทคนิคจะได้รับการสนับสนุนจาก NRC และ North Star จะจัดหาชุดอุปกรณ์การแยกไอโซโทปรังสี ท้ายที่สุดนักวิจัยร่วมจาก Heart Institute และ Health Network จะรับผิดชอบการศึกษาทางด้านคลินิกการตรวจสอบของ Tc-99m



ไดอะแกรมแสดงข้อเสนอกะบวนการ คือ ลำของอิเล็กตรอนจากเครื่องเร่งอนุภาคเชิงเส้น ใช้เพื่อผลิตรังสีเอกซ์พลังงานสูง รังสีเอกซ์จะไปกระทบเป้าหมายที่ประกอบด้วย โมลิบดีนัม-100 (Mo-100) ลักษณะเป็นแผ่นบางกลม วางเรียงกันตามแนวตั้ง รังสีเอกซ์ชนกับนิวเคลียสของอะตอม Mo-100 ทำให้นิวตรอนกระเด็นออกมาหนึ่งอนุภาค ทำให้เกิดเป็น Mo-99 ซึ่งต่อมาสลายให้ Tc-99m ตัวแยกไอโซโทปรังสีจะแยก Tc-99m

นอกจาก Mo-100 ที่สามารถนำไปประกอบเป็นยาฉีดกับคนไข้เพื่อการวินิจฉัยทดสอบ ทางแพทย์ Mo-100 สามารถที่จะหมุนเวียนนำมาใช้เพื่อเป็นตัวตั้งต้นเป้าหมายได้ใหม่

โครงการอะไรที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ?

โครงการจะเกี่ยวข้องกับการติดตั้ง การขอใบอนุญาต และการทดสอบเครื่องเร่งอนุภาคเชิงเส้นเครื่องใหม่ และอุปกรณ์ในการกู้คืนไอโซโทปที่รวมอยู่ในขั้นใต้ดินของห้องโถงการทดลอง ที่แรกเริ่มเป็นส่วนหนึ่งของ Saskatchewan Accelerator Laboratory ซึ่งเป็นส่วนบุกเบิกของ CLS สถานที่นี้จะใช้ในการทดสอบความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค ของการกำเนิดและการแยกไอโซโทป

โครงการนี้จะแก้ปัญหาคาดแคลนไอโซโทปอย่างไร ?

ถ้าโครงการพิสูจน์ถึงความเป็นไปได้ทางเทคนิคและเศรษฐกิจ ก็จะมีการตั้งเป็นศูนย์รวมเพื่อการผลิต Mo-99 หนึ่งหรือสองแห่งในแคนาดา ที่ซึ่งจะมีการจัดการส่ง Mo-99 ไปที่โรงพยาบาล เพื่อที่จะแยกเอาเฉพาะ Tc-99 ด้วยชุดแยกไอโซโทปรังสีไปใช้งาน คาดการณ์ว่าถ้ามีระบบแบบนี้สามหรือสี่แห่ง ก็จะสนองความต้องการได้เพียงพอ ในแคนาดา

โครงการนี้จะแก้ข้อบกพร่องอื่นๆ ของการใช้เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เพื่อการผลิตไอโซโทปได้อย่างไร ?

Mo-99 เป็นไอโซโทปรังสีแม่ของ Tc-99m จะสามารถผลิตได้โดยตรงจาก Mo-100 โดยการนำเอานิวตรอนหนึ่งอนุภาค ออกมาจากอะตอมของ Mo-100 แทนที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาฟิชชันของยูเรเนียมเสริมสมรรถนะสูง แบ่งแยกนิวเคลียสออกเป็นไอโซโทปต่าง ๆ ที่มี Mo-99 รวมอยู่ด้วย การที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ ยูเรเนียมเสริมสมรรถนะสูง ทำให้ข้อกังวลเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัย การไม่แพร่ขยายอาวุธ นิวเคลียร์ และกากกัมมันตรังสีที่มีอายุยาว ๆ ถูกขจัดออกไปโดยสิ้นเชิง

ถอดความเรียบเรียงจาก <http://www.lightsource.ca/medicalisotopes/>

โพสต์เมื่อ : 16 กันยายน 2554