# บทที่ 3
# วิธีการศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงประวัติและความเป็นมาของเครื่องเร่งอนุภาคทางการแพทย์ เพื่อศึกษาส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องเร่งอนุภาค LINAC รวมไปถึงการนำไปชนิด LINAC ยี่ห้อ Varian รุ่น Novalis พลังงาน 6 MeV ใช้ประโยชน์ และการบำรุงรักษาของเครื่องเร่งอนุภาค LINAC

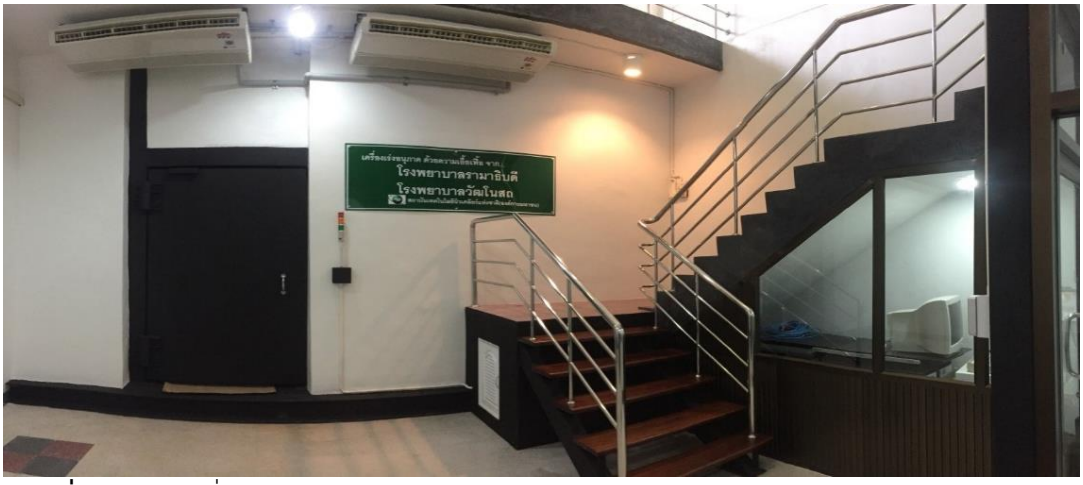
## 3.1 ประวัติและความเป็นมาเกี่ยวกับเครื่องเร่งอนุภาคทางการแพทย์

ฝ่ายวิศวกรรมนิวเคลียร์ (เดิม) ศูนย์เครื่องปฏิกรณ์ ทราบว่าโรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล จะจำหน่ายเครื่องเร่งอนุภาค LINAC Varian รุ่น 600-SR พลังงาน 6 MeV (อายุการใช้งานประมาณ 20 ปี) ที่ยังใช้งานได้ดี จึงขอรับบริจาคพร้อมอุปกรณ์กำบังรังสี ขณะดำเนินการอยู่นั้นทราบว่าโรงพยาบาลวัฒโนสถ (รพ.กรุงเทพฯ) จะจำหน่ายเครื่องเร่งอนุภาค LINAC Varian รุ่น Novalis พลังงาน 6 MeV (อายุการใช้งานประมาณ 10 ปี) ซึ่งสามารถสับเปลี่ยนอุปกรณ์กันได้ สทน. จึงขอรับบริจาคและด้วยอายุการใช้งานน้อยกว่าจึงติดตั้งใช้งานรุ่น Novalis ณ ห้องใต้ดินอาคาร 14 สทน. สำนักงานใหญ่ (องครักษ์) นครนายก ส่วนรุ่น 600-SR ใช้แสดงส่วนประกอบของเครื่องเร่งอนุภาค เพื่อการศึกษาดูงานและเป็นการสำรองอะไหล่ ณ หน้าห้องใต้ดินอาคาร 14 สทน.สำนักงานใหญ่ (องครักษ์) นครนายก เช่นกัน โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อการพัฒนาบุคลากรให้มีองค์ความรู้ด้านเครื่องเร่งอนุภาค LINAC พลังงาน 6 MeV โดยเริ่มตั้งแต่การรื้อถอน การติดตั้ง และการทดสอบใช้งาน

2. เพื่อการศึกษาวิจัยด้านวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้เครื่องเร่งอนุภาค LINAC พลังงาน 6 MeV รวมถึงการให้บุคคลภายนอกเข้ามาศึกษาดูงาน

เนื่องจากเครื่องเร่งอนุภาคฯ รุ่น Novalis มีอายุการใช้งานน้อยกว่า รุ่น 600-SR ประมาณ 10 ปี ที่ปรึกษาศูนย์ซ่อมเครื่องมือทางนิวเคลียร์ฯ มีข้อเสนอว่าให้ปรับเปลี่ยนเป็นติดตั้งเครื่องที่มีอายุการใช้งานน้อยกว่าและสภาพใหม่กว่า ทีมงานฯ นำเสนอผู้บริหาร สทน. และผ่านความเห็นชอบให้ติดตั้งเครื่องเร่งอนุภาคฯ รุ่น Novalis ของ รพ.วัฒโนสถ และต่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ของ รพ.รามาธิบดี ณ ห้องใต้ดินอาคาร 14 ส่วนเครื่องเร่งอนุภาคฯ รุ่น 600-SR ตั้งไว้แสดงส่วนประกอบของเครื่องเพื่อการศึกษาดูงานและสำรองอะไหล่ ณ บริเวณห้องใต้ดินอาคาร 14 สทน.องครักษ์ นครนายก




**ภาพที่ 3.1** ห้องเครื่องเร่งอนุภาค LINAC

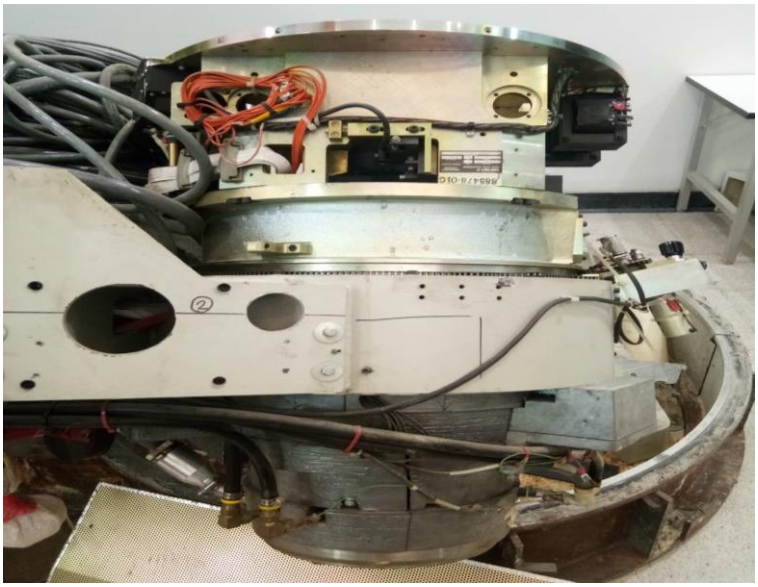
## 3.2 ส่วนประกอบของเครื่องเร่งอนุภาคทางการแพทย์

1. แหล่งกำเนิดอนุภาค (Particle source, Electron gun) ทำหน้าที่ผลิตอนุภาคอิเล็กตรอน จากนั้นอิเล็กตรอนถูกเร่งพลังงานภายในท่อเร่งพลังงาน (Accelerating tube) ของเครื่องเร่งอนุภาคทางตรงจนมีพลังงาน 6 MeV

**ภาพที่ 3.2** แหล่งกำเนิดอนุภาค (Particle source, Electron gun)

2. ท่อเร่งอนุภาค (Accelerating tube) ทำหน้าที่รับอิเล็กตรอนและรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Radio Frequency) เพื่อให้เกิดกระบวนการเร่งอิเล็กตรอน โดยอนุภาคอิเล็กตรอนจะถูกเร่งความเร็วในท่อสุญญากาศนี้ วัสดุหลักที่ใช้สร้างท่อเร่งอนุภาคคือ ทองแดง

(copper tube) เนื่องจากทองแดงเป็นตัวนำไฟฟ้าและแม่เหล็กที่ดี ภายใน copper tube จะมีสภาวะที่เป็นสุญญากาศระดับสูง (strong vacuum) เพื่อให้อนุภาคเคลื่อนที่ผ่านได้



**ภาพที่ 3.3** ท่อเร่งอนุภาค (Accelerating tube)

3. ทางออกของลำอิเล็กตรอน (Electron window) ทำหน้าที่รักษาสภาวะสุญญากาศของท่อเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนและเป็นทางออกของอิเล็กตรอนที่ถูกเร่งพลังงานสู่วัตถุที่ต้องการฉายรังสีอิเล็กตรอน โดย Electron window ถูกสร้างจากวัสดุบางอิเล็กตรอนพลังงานสูงสามารถผ่านได้พร้อมทั้งมีคุณสมบัติที่ทนอุณหภูมิสูงได้และทนการกัดกร่อนได้ดีอย่างเช่น โลหะไทเทเนียมชนิดแผ่นบาง

**ภาพที่ 3.4** Electron window

4. Klystrons หรืออุปกรณ์ผลิตคลื่นไมโครเวฟ (microwave generators) ทำหน้าที่ผลิตคลื่นไมโครเวฟแล้วส่งคลื่นผ่านท่อลำเลียงคลื่นไมโครเวฟ (Wave Guide) เข้าสู่ท่อเร่งอนุภาคอิเล็กตรอน โดยการเร่งอิเล็กตรอนใช้คลื่นไมโครเวฟเป็นคลื่นพาหะอิเล็กตรอนทำให้อิเล็กตรอนเกิดการเร่งความเร็วได้

**ภาพที่ 3.5** Klystrons

5. Four port circulator ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ส่งผ่านคลื่นไมโครเวฟเข้าสู่ระบบเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนและเป็นอุปกรณ์รองรับไมโครเวฟที่กลับออกมาจากท่อเร่งอนุภาคอิเล็กตรอน โดยคลื่นไมโครเวฟที่ออกมาจากท่อเร่งฯจะถูกเปลี่ยนจากคลื่นไมโครเวฟเป็นพลังงานความร้อนและระบายทิ้ง ซึ่งป้องกันไม่ให้คลื่นไมโครเวฟจากท่อเร่งฯย้อนกลับไปที่ Klystrons ที่อาจสร้างความเสียหายกับหลอด Klystrons ได้

**ภาพที่ 3.6** Four port circulator

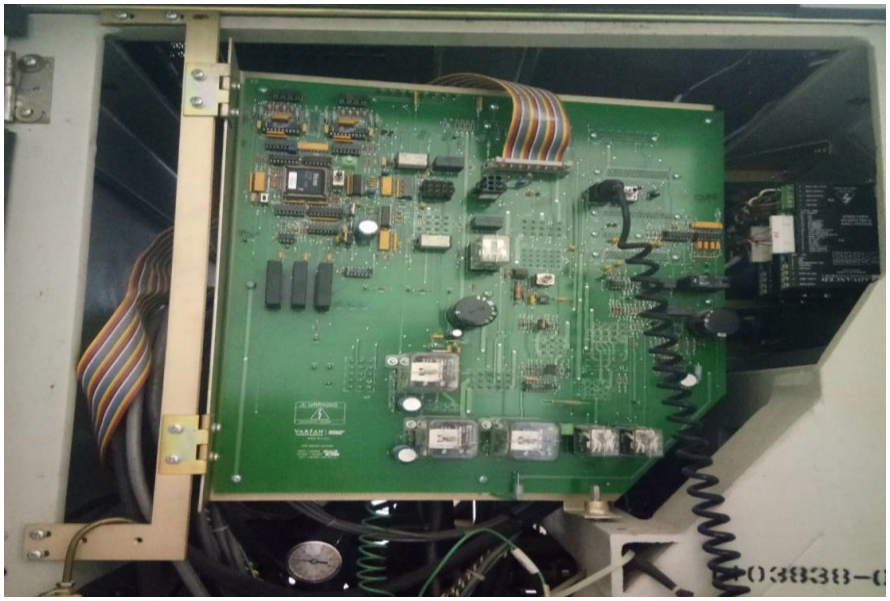
6. Gun Filament เป็นอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่ไส้หลอดอิเล็กตรอนเพื่อสร้างอิเล็กตรอนสำหรับการเร่งอนุภาคอิเล็กตรอน

**ภาพที่ 3.7** Gun Filament

7. Pulse Modulator เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานการสร้างคลื่นไมโครเวฟให้สัมพันธ์กับจังหวะการเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนในท่อเร่งอิเล็กตรอน

**ภาพที่ 3.8** Pulse Modulator

8. แผงควบคุมการทำงานของเครื่อง ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องเร่งอนุภาคให้สัมพันธ์กัน



**ภาพที่ 3.9** แผงควบคุมการทำงานของเครื่อง

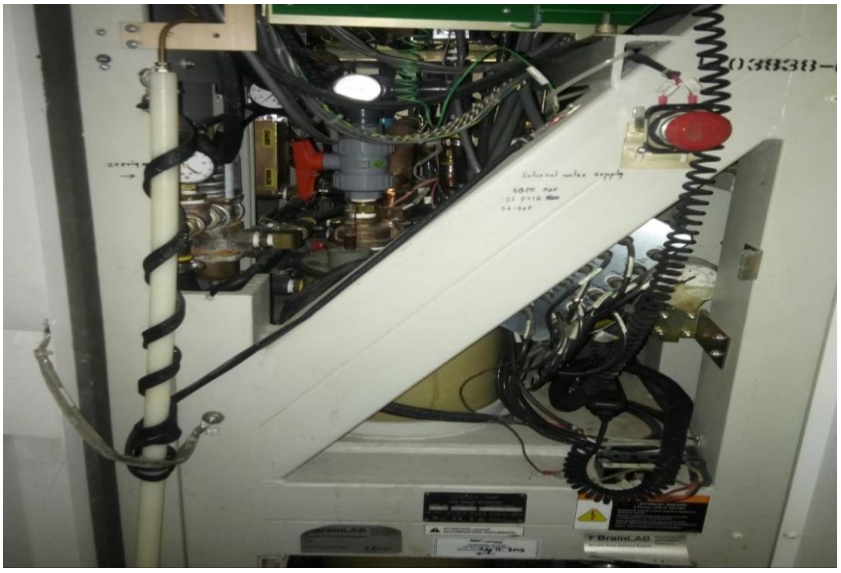
9. ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า (Electrical power system) มีหน้าที่รักษาระดับแรงดันไฟฟ้าที่ถูกต้องเพื่อป้อนไฟฟ้าให้ระบบเครื่องเร่งอนุภาคทั้งหมด

**ภาพที่ 3.10** ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า (Electrical power system)

10. ระบบทำความเย็น (Cooling systems) ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิและระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กตรอน ซึ่งระบบนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1) Primary loop เป็นระบบน้ำไหลเวียนภายในเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กตรอน ใช้น้ำบริสุทธิเป็นสารหล่อเย็น

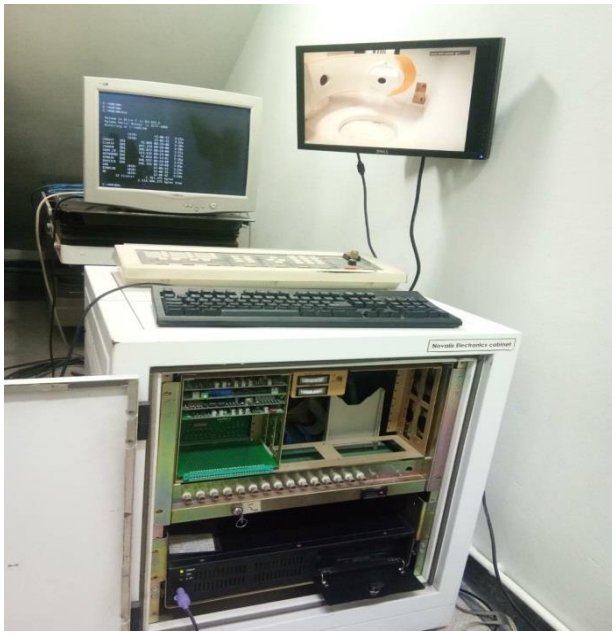
2) Secondary loop เป็นวงจรน้ำเย็นเพื่อมาแลกเปลี่ยนอุณหภูมิกับ Primary loop ผ่านอุปกรณ์ Heat Exchanger โดยใช้น้ำสะอาดเป็นสารหล่อเย็น



**ภาพที่ 3.11** ระบบทำความเย็น Primary loop

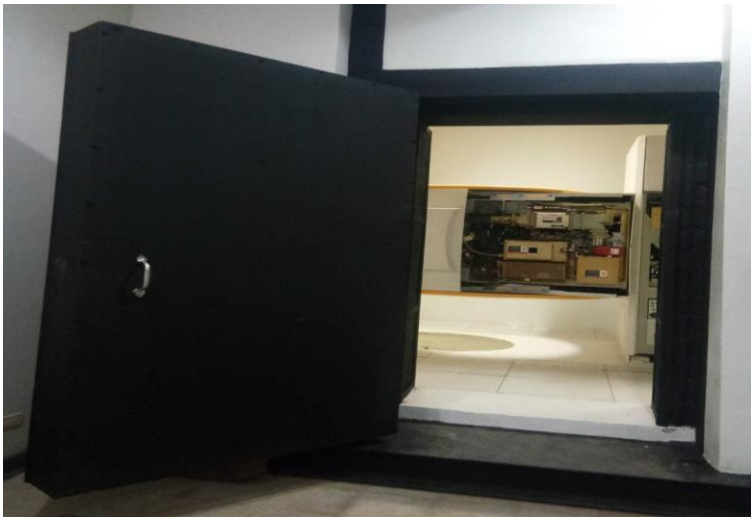
**ภาพที่ 3.12** ระบบทำความเย็น Secondary loop

11. ระบบควบคุมและวิเคราะห์การทำงาน (Control and diagnostic system) ทำหน้าที่ควบคุมและวิเคราะห์การทำงานของเครื่องเร่งอนุภาค โดยใช้คอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์



**ภาพที่ 3.13** ระบบควบคุมและวิเคราะห์การทำงาน (Control and diagnostic system)

12. วัสดุกำบังรังสีและห้องฉายรังสี (Shielding & Accelerator room) เป็นห้องติดตั้งเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนทางการแพทย์ ซึ่งผนังของห้องเป็นวัสดุผสมกันรังสีทำจากคอนกรีตผสมเหล็ก (Ledite, Radiation Shielding System) และประตูทำจากตะกั่วหล่อขึ้นรูปหุ้มด้วยเหล็ก



**ภาพที่ 3.14** วัสดุกำบังรังสีและห้องฉายรังสี (Shielding & Accelerator room)

13. ระบบระบายอากาศ (Air Ventilation System) มีหน้าที่ดูดอากาศภายในห้องฉายรังสีเพราะในกระบวนการฉายรังสีจะเกินโอโซนที่มีความเข้มข้นสูงซึ่งเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจของมนุษย์

**ภาพที่ 3.15** ระบบระบายอากาศ (Air Ventilation System)

## 3.3 การเดินเครื่องและควบคุมพารามิเตอร์ต่างๆของเครื่องเร่งอนุภาคทางการแพทย์

เนื่องจากเครื่องเร่งอนุภาคทางการแพทย์ ชนิด LINAC ยี่ห้อ Varian รุ่น Novalis พลังงาน 6 MeV ที่ติดตั้ง ณ ห้องใต้ดินอาคาร 14 สทน. สำนักงานใหญ่ (องครักษ์) นครนายกอยู่ระหว่างทดลองการเดินเครื่องและทดสอบทำงานของระบบต่างๆ ในเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กตรอน จึงได้สรุปขั้นตอนการควบคุมเครื่องเร่งอนุภาค ดังต่อไปนี้

1. เปิด Main Breaker ควบคุมระบบไฟฟ้าทั้งหมดของเครื่องเร่งอนุภาค
2. เปิดการทำงานระบบทำความเย็น Secondary loop โดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 10 ถึง 12 องศาเซลเซียส
3. เปิดคอมพิวเตอร์และตู้ Control ระบบควบคุม ในห้องควบคุมด้านนอกห้องฉายรังสี
4. Switch On อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Sterilizer)
5. รอเวลาให้น้ำเย็นมีอุณหภูมิคงที่ประมาณ 30 นาที
6. เปิดการทำงานเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนตำแหน่ง On

7. สังเกตการณ์ทำงานของน้ำในระบบ Primary loop จะมีแรงดันขึ้นที่ Pressure gauge

8. ทำการปิดประตูห้องเครื่องทั้งสองฝั่งซึ่งจะตรวจการปิดด้วยระบบ Interlock

9. ปิดประตูตะกั่วห้องฉายรังสีซึ่งจะตรวจการปิดด้วยระบบ Interlock

10. ทำการควบคุมการฉายรังสีผ่านระบบคอมพิวเตอร์ในห้องควบคุมซึ่งสามารถดูค่าต่างๆของเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนได้ และดูภาพแบบ Real Time ผ่านระบบกล้อง CCTV ที่ติดตั้งภายในห้องฉายรังสี

(ก)

(ข)

**ภาพที่ 3.16** (ก) และ (ข) เครื่องเร่งอนุภาคทางการแพทย์ ชนิด LINAC ยี่ห้อ Varian รุ่น Novalis พลังงาน 6 MeV

## 3.4 การนำไปใช้ประโยชน์

### 3.4.1 ด้านทางการแพทย์

การใช้รังสีรักษาในการรักษามะเร็งกระทำได้โดยการฉายรังสีไปยังตำแหน่งที่เป็นโรค ซึ่งสามารถฉายรังสี คลุมก้อนมะเร็งทั้งหมด และต่อมน้ำเหลืองบริเวณใกล้เคียงได้ เครื่องฉายรังสีในปัจจุบัน มีด้วยกันหลายแบบขึ้นกับพลังงานทะลุทะลวง ซึ่งสามารถกำหนดความลึกของปริมาณรังสีสูงสุดได้ จึงทำให้ปริมาณรังสีสูงสุดอยู่ลึกไปจากผิวหนัง ดังนั้นเมื่อฉายรังสีอย่างระมัดระวังจะพบอาการแทรกซ้อนน้อยลง หรือในขนาดที่ยอมรับได้ เครื่องฉายรังสีที่นิยมใช้คือ เครื่องโคบอลต์ และเครื่องเร่งอนุภาค ประโยชน์จากรังสีในทางการแพทย์มีหลายด้าน ดังต่อไปนี้

1. การตรวจวินิจฉัยโรคด้วยรังสี

การตรวจการวินิจฉัยโรคด้วยรังสี เป็นการตรวจหาความผิดปกติได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำวิธีหนึ่ง ซึ่งส่งผลให้แผนการรักษามีประสิทธิภาพสูง ผู้ป่วยได้รับการดูแลรักษาได้ทันท่วงที ปัจจุบันมีผู้มารับบริการจำนวนมากที่ได้รับประโยชน์จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทางรังสีวินิจฉัย การตรวจโดยมีต้นกำเนิดรังสีภายนอกร่างกาย (รังสีวินิจฉัย) เป็นการตรวจความผิดปกติของร่างกายที่เป็นผลให้รูปร่างอวัยวะผิดปกติ ได้แก่ การทำ X-rays และ X-rays CT เป็นต้น

2. การบำบัดรักษาโรคด้วยรังสี

1) รังสีรักษาระยะไกล (external beam radiation therapy) หรือที่เรียกว่าการฉายรังสีจากภายนอก โดยลำรังสีพลังงานสูงจากเครื่องเร่งอนุภาคมุ่งเข้าไปทำลายเซลล์มะเร็งภายในร่างกาย โดยมุ่งให้ปริมาณรังสีสูงสุดที่เซลล์มะเร็ง และเนื้อเยื่อปกติได้รับรังสีน้อยที่สุด

2) รังสีระยะใกล้ (brachytherapy) หรือที่เรียกว่าการใส่แร่ คือ การนำเม็ดแร่รังสีเข้าไปภายในร่างกายของผู้ป่วย ซึ่งต้นกำเนิดรังสีจะอยู่ใกล้กับบริเวณที่จะทำการรักษาโดยตรง เช่น มะเร็งปากมดลูก เมื่อได้ปริมาณรังสีตามแผนการรักษา จะนำเม็ดแร่และเครื่องมือออก เม็ดแร่ที่ใช้ในปัจจุบันคือ แร่อิริเดียม-192 การรักษาโดยเทคนิคนี้ ผู้ป่วยจะได้รับการรักษาเป็นผู้ป่วยนอกไม่ต้องพักค้างในโรงพยาบาล

**ภาพที่ 3.17** การฉายรังสีด้วยเครื่องเร่งอนุภาค LINAC

(ที่มา : สุรพงศ์ อำพันวงษ์, ออนไลน์. 2548)

**3.4.2 ด้านการปรับปรุงพันธุ์พืช**

การปรับปรุงพันธุ์พืชด้านการเกษตรนั้นได้มีการนำรังสีเข้ามาใช้ ช่วยให้การปรับปรุงพันธุ์พืชทำได้สะดวกและรวดเร็วมากขึ้น โดยใช้รังสีแกมมาหรือรังสีเอ็กซ์ฉายผ่านกิ่งตา หน่อ ไหล หรือเมล็ด รังสีจะเข้าไปเหนี่ยวนำภายใน เพื่อเร่งให้เกิดการกลายพันธุ์ได้เร็วขึ้นที่จริงในธรรมชาติพืชก็มีการกลายพันธุ์อยู่แล้ว เพียงแต่การฉายรังสีทำให้กลายพันธุ์ตามลักษณะที่เราต้องการได้ภายในเวลาที่สั้นลง ขั้นตอนการกลายพันธุ์พืชด้วยรังสี ส่วนใหญ่จะคล้ายกับการกลายพันธุ์พืชปกติ แต่มีรายละเอียดแตกต่างกันดังนี้

1. การเพิ่มความแปรปรวนทางพันธุกรรม โดยการใช้รังสีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ ซึ่งปริมาณรังสีที่ใช้นั้นขึ้นกับชนิดของพืช และส่วนของพืชการฉายรังสีอาจเป็นการฉายแบบเฉียบพลัน (acute irradiation) หรือแบบเรื้อรัง (chronic irradiation)

2. การคัดเลือกลักษณะที่ต้องการ ซึ่งมีความสำคัญมากการจะประสบความสำเร็จหรือไม่ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ที่เราต้องการปรับปรุงพันธุ์พืชนั้นๆ ต้องอาศัยประสบการณ์และความละเอียด ตลอดจนการนำเทคนิคอื่นๆมาช่วยในการคัดเลือกลักษณะกลายพันธุ์ (mutants) ขึ้นมาได้

3. การทดสอบเพื่อยืนยันการกลายพันธุ์ที่ได้ เพื่อให้แน่ใจว่าพันธุ์ที่ได้มีลักษณะตามที่ต้องการจริง มีความสม่ำเสมอของสายพันธุ์ สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้

วิธีการก็เพียงแต่นำ ตา หน่อ เนื้อเยื่อ หรือเมล็ดพันธุ์ของพืชที่มีลักษณะดีมาฉายรังสีในปริมาณที่เหมาะสมก่อนนำไปปลูกเพื่อคัดต้นที่มีลักษณะตามต้องการ รังสีจะเข้าไปเหนี่ยวนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในเร็วขึ้น ทำให้พืชกลายพันธุ์ได้พืชลักษณะใหม่ที่ดีขึ้นกว่าเดิม เช่น ทนทานต่อภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และให้ผลผลิตสูง

**ภาพที่ 3.18** การเตรียมตัวอย่างเพื่อปรับปรุงพันธุ์พืช

## 3.5 การบำรุงรักษาเครื่องเร่งอนุภาค

**3.5.1 การบำรุงรักษาเป็นประจำ (Routine Maintenance)** หมายถึง การทำการบำรุงรักษาหรือตรวจสอบเครื่องประจำวัน ประจำสัปดาห์ ประจำเดือน หรือประจำปี เป็นลักษณะงานที่ทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากหรือสลับซับซ้อนมากเกินไป เช่น

- การสังเกต เช็ดถู ทำความสะอาดเครื่อง
- การตรวจสอบหาสิ่งผิดปกติ
- การหล่อลื่น
- การปรับแต่ง เช่น จังหวะการเดินของเครื่อง และอุปกรณ์ป้องกันอันตราย
- การแก้ไขเล็กๆน้อยๆ เป็นต้น

**3.5.2 การบำรุงรักษาหรือการซ่อมแซมตามแผนกำหนด (Period Scheduled Repair)** หมายถึง การบำรุงรักษาหรือซ่อมแซมตามกำหนดเวลาที่วางไว้ อันเนื่องมาจากสภาพอายุการใช้งานของเครื่อง หรือตามกำหนดวันที่ไม่ได้ใช้เครื่อง แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. การซ่อมแซมเล็กน้อย (Minor Repair) มีลักษณะงาน ดังนี้
   - ซ่อมแซมให้เครื่องสามารถทำงานได้ตามปกติ
   - เป็นการซ่อมแซมง่าย ๆ
   - ทำการซ่อมแซมโดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายเครื่อง
   - ทำการซ่อมแซมขณะที่เครื่องไม่ได้ใช้งาน (Idle time)
   - ทำการซ่อมแซมเพื่อเตรียมที่เริ่มงานใหม่

2. การซ่อมแซมขนาดปานกลาง (Medium Repair) มีลักษณะงาน ดังนี้

- ต้องหยุดเครื่องทำการซ่อมแซม
- ต้องถอดอุปกรณ์บางอย่างออกมาจากตัวเครื่อง เพื่อทำการซ่อมแซม
- ทำการปรับแต่งกลไกอุปกรณ์บางตัวให้เข้าที่
- ตรวจสอบชิ้นส่วนปรับตำแหน่งให้ถูกต้อง
- ตรวจซ่อมชิ้นส่วนที่มีการกำหนดอายุการใช้งาน ซึ่งโดยปกติจะต้องถอดเปลี่ยน
- เวลาหยุดทำการซ่อม (Down time) ต้องไม่เกินระยะเวลาที่กำหนดไว้ในตารางการซ่อมแซม เพื่อให้สามารถใช้เครื่องได้ทันทีหลังซ่อม

3. การซ่อมแซมใหญ่ (Major Overhaul) เป็นงานขนาดใหญ่ซึ่งได้วางแผนไว้ล่วงหน้า

- ถอดชิ้นส่วนของเครื่องออกมาเกือบทุกชิ้นส่วน
- ตรวจสอบสภาพของชิ้นส่วน
- ทำการประกอบชิ้นส่วนเข้าที่
- ทำการทดสอบเดินเครื่อง

**3.5.3 การซ่อมแซมฉุกเฉิน (Emergency Repair)** เป็นงานซ่อมแซมเครื่องเนื่องจากเกิดการชำรุด ขัดข้อง โดยไม่มีการคาดการณ์ล่วงหน้ามาก่อน มีลักษณะงาน ดังนี้

1. ซ่อมแซมเครื่องเมื่อเกิดการชำรุดเสียหาย (Break down Maintenance)
2. ทำการแก้ไขเมื่อเกิดการขัดข้อง (Corrective Maintenance)
3. ทำการยกเครื่องใหม่หมด (Overhaul) เนื่องจากการซ่อมแซมไม่ดีพอ ทำให้เกิดความเสียหายก่อนกำหนดเวลาอันสมควร (ซึ่งอาจจะเป็นการซ่อมแซมเล็กน้อย ขนาดปานกลาง หรือการซ่อมแซมใหญ่ก็ได้)

**3.5.4 การซ่อมแซมเพื่อดัดแปลง (Recovery Overhaul)** เป็นงานซ่อมแซมเครื่องเก่ามากหรือเครื่องที่ต้องทำการซ่อมแซมหลาย ๆ ครั้งแต่ไม่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้องทำการปรับปรุงและดัดแปลง (Modified) ให้เหมาะสมกับการใช้งาน