บทความพิเศษ

การรักษาด้วยแร่กัมมันตภาพรังสีระยะใกล้ แบบ 3 มิติ

ชลเกียรติ ขอประเสริฐ*
โชติกา จำปาเงิน** วิชัย ทศพรทรงชัย**

Khorprasert C, Jampangern C, Tosaporntrongchai V. 3D conformal rachytherapy. Chula Med J 1998 Apr; 42(4): 249-54

Three-dimensional (3D) conformal brachytherapy shapes the high dose volume to conform the target volume while minimizing the dose to surrounding normal tissues in the treatment of tumor by radioisotope implantation. 3D treatment planning systems provide a complete 3D representation of the volume to be treated and the dose distribution. The treatment processes which include 2D brachytherapy planning, combination of 2D brachytherapy planning into 3D images, localization of the target volume and critical structures, 3D treatment planning, plan evaluation and plan verification by Plato planning system at Chulalongkorn hospital will be discussed.

Key words : *Three-demension, Brachytherapy, Chulalongkorn Hospital.*

Reprint request: Khorprasert C, Department of Radiology, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand.

Received for publication. February 5,1998.

* ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
** แผนกรังสีวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

ในปัจจุบัน การวางแผนการรักษาด้วยรังสีโดยการใช้คอมพิวเตอร์ได้ก้าวหน้าไปมาก โดยเฉพาะในการวางแผนการรักษาด้วยรังสีระยะไกล (Teletherapy) การวางแผนแบบ 3 มิติ (Three-dimensional (3D) treatment planning) สามารถทำได้ในหลาย ๆ โรงพยาบาลในประเทศไทย แต่การวางแผนการรักษาแบบ 3 มิติ ในการรักษารังสีระยะใกล้ (Brachytherapy) ด้วยแร่กัมมันตภาพรังสี ยังอยู่ในช่วงของการเริ่มต้นพัฒนาและมีหลายวิธีต่าง ๆ กันไป

3D Conformal Brachytherapy คือ การรักษาโดยรังสีระยะใกล้ (Brachytherapy) ด้วยแร่กัมมันตภาพรังสี ที่พยายามให้รังสีครอบคลุมเฉพาะตำแหน่งที่ต้องการรักษาทั้งหมด โดยสามารถคำนวณปริมาณรังสี และประเมินการวางแผนแบบ 3 มิติได้ เนื่องจากความก้าวหน้าทางรังสีวินิจฉัยและการพัฒนาคอมพิวเตอร์สมัยใหม่ จึงทำให้คอมพิวเตอร์สามารถสร้างภาพจากภาพ Computed Tomography (CT) หรือ Magnetic Resonance Imaging (MRI) ใหม่ให้เป็นแบบ 3 มิติ นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณปริมาณรังสี, ปรับตำแหน่งและเวลาที่ใช้ของแหล่งกำเนิดรังสีและแสดง Isodose line แบบ 3 มิติได้ แพทย์ผู้ทำการรักษาจึงสามารถประเมินปริมาณรังสีครอบคลุมเป้าหมายหรืออวัยวะที่สำคัญได้อย่างละเอียด

การวางแผนการรักษานั้นกระทำได้ 2 แบบ [1,2] คือ

1. แพทย์วางแผนการรักษาก่อนการใส่เครื่องมือรักษา (applicator) แก่ผู้ป่วย วิธีนี้จะให้ผู้ป่วยทำเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT Scan) ก่อนเพื่อดูเป้าหมายที่ต้องการ, อวัยวะสำคัญใกล้เคียงและพยายามจำลองการใส่เครื่องมือที่ให้ปริมาณรังสีครอบคลุมเฉพาะเป้าหมายมากที่สุดด้วยคอมพิวเตอร์ และเมื่อแพทย์ใส่เครื่องมือรักษาแก่ผู้ป่วยต้องพยายามใส่เครื่องมือให้ใกล้เคียงกับที่วางแผนไว้ด้วยคอมพิวเตอร์ให้มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้กระทำได้ยาก เพราะหน่วยรังสีรักษาส่วนใหญ่แล้วจะไม่มีเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ ซึ่งจะต้องใช้ช่วยในการใส่เครื่องมือรักษาแก่ผู้ป่วย

2. แพทย์ใส่เครื่องมือรักษาแก่ผู้ป่วยก่อน แล้วจึงให้ผู้ป่วยทำเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ เมื่อคอมพิวเตอร์สร้างภาพ 3 มิติ แสดงเป้าหมายอวัยวะที่สำคัญและเครื่องมือรักษาแล้ว แพทย์จะจำลองตำแหน่งและเวลาของแร่กัมมันตภาพรังสีที่จะอยู่ในเครื่องมือรักษาแบบต่าง ๆ เพื่อให้ปริมาณรังสีครอบคลุมเฉพาะเป้าหมายที่ต้องการซึ่งวิธีนี้จะง่ายกว่าวิธีแรก แต่ก็จะมีข้อจำกัดตรงที่สามารถปรับได้เฉพาะตำแหน่งและเวลาของแร่กัมมันตภาพรังสีในเครื่องมือรักษาเท่านั้น แต่ไม่สามารถปรับตำแหน่งของเครื่องมือได้ เว้นแต่จะเริ่มทำใหม่ทั้งหมดอีกครั้งหนึ่ง สำหรับการวางแผนการรักษาระยะใกล้แบบ 3 มิติ ที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์นั้น เลือกใช้วิธีที่ 2 โดยใช้ Plato Planning System ซึ่งมีลักษณะเด่นต่อไปนี้ คือ

1. ความสามารถที่จะรวม World Coordinate System ที่ใช้ในการวางแผนการรักษาระยะใกล้ด้วยแร่กัมมันตภาพรังสีแบบ 2 มิติ รวมเข้ากับ Coordinate System ที่ใช้ในเอกซเรย์คอมพิวเตอร์

2. สามารถแสดงเป้าหมาย, อวัยวะที่สำคัญ, Isodose Line แบบ 3 มิติ

3. สามารถรวมปริมาณรังสีจากการรักษาแบบ Teletherapy และ Brachytherapy เข้าด้วยกัน

4. สามารถแสดง Dose-Volume Histograms ของเป้าหมายและอวัยวะที่สำคัญ

Module ที่ใช้เรียกว่า EVAL Module การวางแผนการรักษาใน Module นี้ จะต้องมีภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของผู้ป่วยรายนั้น และ 3D Radiation Treatment Planning System (RTS) Dose Grid Files สำหรับ Teletherapy หรือ 3D Brachytherapy Planning System (BPS) Dose Grid Files สำหรับ Brachytherapy สำหรับการรวม World Coordinate Systemที่ใช้ใน Brachytherapy Planning เข้ากับ CT Coordinate System ที่ใช้ใน Teletherapy planning มีหลักคือ ต้องมีตำแหน่ง (Marker) อย่างน้อย 3 ตำแหน่งที่เหมือนกัน ในภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์และในภาพถ่ายเอกซเรย์ธรรมดาใน Brachytherapy Plan-

ning โดยที่คอมพิวเตอร์จะคำนวนตำแหน่ง (marker) ที่กำหนดให้ออกมาเป็น coordinate x, y, z และคำนวนหา origin ตำแหน่งที่ x = 0, y = 0 และ z = 0 ทั้งของ World Coordinate System และ CT Coordinate System จากนั้นคอมพิวเตอร์ก็จะรวม Origin ทั้ง 2 เข้าด้วยกัน

วิธีการทำ 3D Conformal Brachytherapy Planning ที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

1. การใส่เครื่องมือรักษาแก่ผู้ป่วย วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือนั้นจะต้องให้ภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ที่ดี เช่น Flexible Plastic Catheter, Nasopharyngeal Applicator, Esophageal Applicator, Gynecologic Applicator ที่สร้างขึ้นจากวัสดุพิเศษสามารถให้ภาพที่ดีเมื่อเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ได้ ดังรูปที่ 1

2. Brachytherapy Planning โดยใช้ BPS module ในการวางแผนประกอบด้วย

2.1 การถ่ายภาพเอกซเรย์บริเวณที่รักษาในแนว Antero-Posterior และแนว Lateral หลังจากที่ใส่เครื่องมือรักษาแก่ผู้ป่วยแล้ว โดยจะต้องวางตะกั่วเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 3 มิลลิเมตร และเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-2 มิลลิเมตร อย่างน้อย 3 ตำแหน่ง เพื่อเป็นตำแหน่งอ้างอิง (Marker)

2.2 Reconstruction เมื่อได้ภาพถ่ายเอกซเรย์แล้วต้องใส่ข้อมูลตำแหน่งต่าง ๆ ของ Dummy ในเครื่องมือ และตำแหน่งอ้างอิง จากภาพเอกซเรย์เข้าไปในคอมพิวเตอร์โดยใช้ Film scanner จากนั้นคอมพิวเตอร์จะสร้างภาพเครื่องมือและตำแหน่งต่าง ๆ มาเป็นรูป 3 มิติ ดังรูปที่ 2

2.3 Dose Prescription and Evaluation แพทย์จะกำหนดตำแหน่งของแร่กัมมันตภาพรังสีในเครื่องมือ, ตำแหน่งอ้างอิงที่ใช้ในการคำนวณปริมาณรังสี และปริมาณรังสีที่ต้องการที่ตำแหน่งอ้างอิง คอมพิวเตอร์จะคำนวณเวลาของแร่ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ให้ ดังรูปที่ 3

2.4 3D Dose Grid Calculation ใน BPS module จะมีคำสั่งให้คำนวณ 3D Dose Grids ทั้งหมดเก็บไว้ใน Hard disk เพื่อที่ให้ EVAL Module ใช้ต่อไปได้

3. Computerized Tomography คือการทำเอกซเรย์คอมพิวเตอร์โดยที่ผู้ป่วยมีเครื่องมือรักษา (Applicator) อยู่และตะกั่วที่ใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิงอย่างน้อย 3 ตำแหน่ง เพื่อใช้ในการทำ Brachytherapy Planning ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับการวางแผน โดย Magneto-Optical Disk

4. Image Processing เมื่อได้ภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์อยู่ในเครื่องวางแผนการรักษาแล้วจึงกำหนด Contour, Target Volume, Critical Organ ใน Image Processing System (IPS) module รวมถึงกำหนดตำแหน่งอ้างอิงทั้งหมด ดังรูปที่ 4

5. EVAL module ใน module นี้ จะมีคำสั่งให้นำภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จากข้อ 4 และ 3D Dose Grid File จากข้อ 2.4 มารวมกัน โดยใช้ตำแหน่งอ้างอิงอย่างน้อย 3 จุดเป็นตัวเชื่อม

6. Evaluation แพทย์สามารถประเมินผลของการวางแผนได้หลายวิธี ได้แก่

6.1 Light Box Window ซึ่งสามารถแสดงภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์, ตำแหน่งแร่กัมมันตภาพรังสีและ Isodose Lines ได้ถึง 16 ภาพต่อ 1 หน้าจอ

6.2 Reformatting Images คือการสร้างภาพใหม่ในระนาบ Sagittal หรือระนาบที่ขนานกับ Sagittal และในแนว Coronal หรือระนาบที่ขนานกับ Coronal ซึ่งภาพใหม่นี้สามารถแสดงตำแหน่งของแร่กัมมันตภาพรังสีและ Isodose Lines ได้

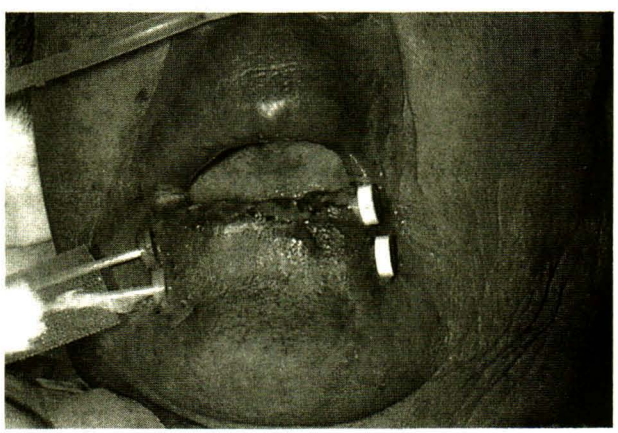
6.3 Dose Volume Histograms เป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของปริมาตรของเป้าหมายหรืออวัยวะที่สำคัญต่อปริมาณรังสีที่ได้รับ ดังรูปที่ 5

6.4 3D Window เป็นการที่คอมพิวเตอร์สร้างภาพขึ้นมาใหม่เป็นรูป 3 มิติ โดยสามารถแสดงเป้าหมาย, รูปร่างคนไข้, อวัยวะที่สำคัญ, ตำแหน่งแร่

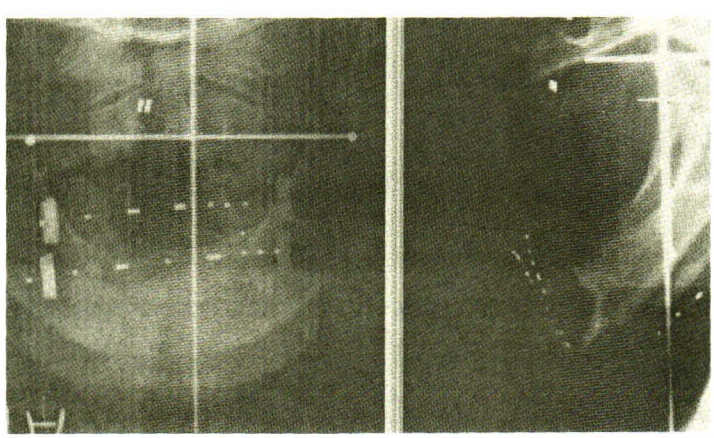
Isodose Lines โดยใช้สีต่าง ๆ ที่สามารถกำหนดความเข้ม ลักษณะของเส้นสีได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์มาแสดงพร้อมกับภาพ 3 มิติได้ ดังรูปที่ 6

7. Re-Brachytherapy Planning ในกรณีที่แพทย์ประเมินแล้ว ถ้าการวางแผนอันนั้นยังไม่เหมาะสม ก็สามารถกลับไปที่ BPS Module เปลี่ยนตำแหน่งแร่กัมมันตภาพรังสี หรือตำแหน่งอ้างอิงสำหรับคำนวนปริมาณรังสีได้ คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณ 3D Dose Grids ใหม่ เมื่อกลับมา EVAL Module ก็สามารถประเมินการวางแผนใหม่อันนั้นได้

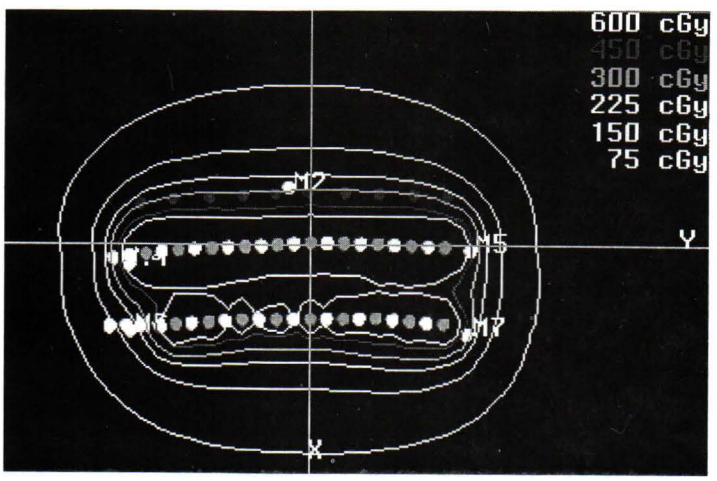
ในปัจจุบันถึงแม้ว่าจะมีการใช้ 3D Conformal Brachytherapy Planning มากขึ้น แต่ผลที่จะมีต่อการรักษามะเร็งด้วย Brachytherapy มากน้อยเพียงใดนั้นยากที่จะประเมินได้ แต่อย่างไรก็ตามการใช้ 3D Conformal Brachytherapy Planning สำหรับ Brachytherapy ในบางอวัยวะก็สามารถทำให้แพทย์เข้าใจถึงปริมาณรังสีในเป้าหมาย, อวัยวะที่สำคัญและสามารถกำหนดปริมาณรังสีในตำแหน่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้น ซึ่งอาจจะมีผลต่อการเพิ่มอัตราการควบคุมโรคและการลดผลข้างเคียงจาก Brachytherapy ได้



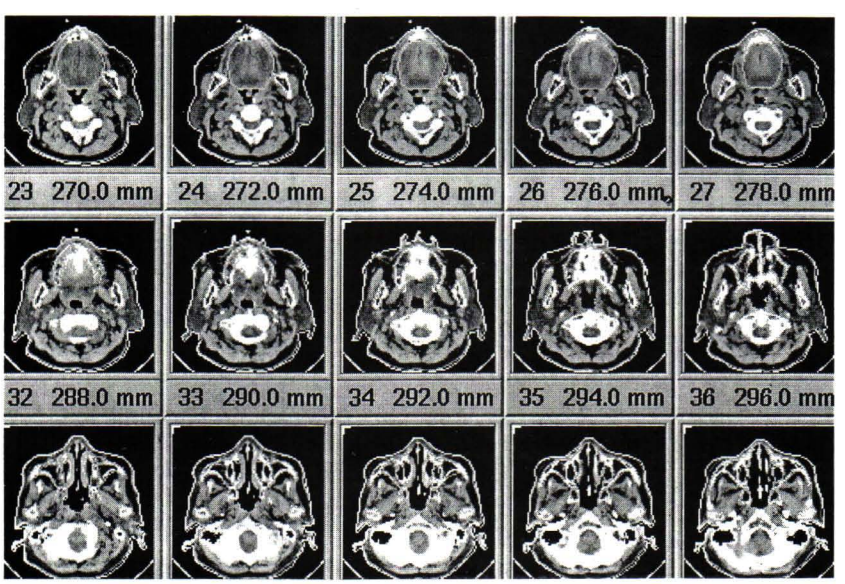
รูปที่ 1. แสดงตัวอย่างผู้ป่วย squamous cell carcinoma of lower lip ที่รักการรักษาด้วย brachytherapy โดย flexible catheters implantation



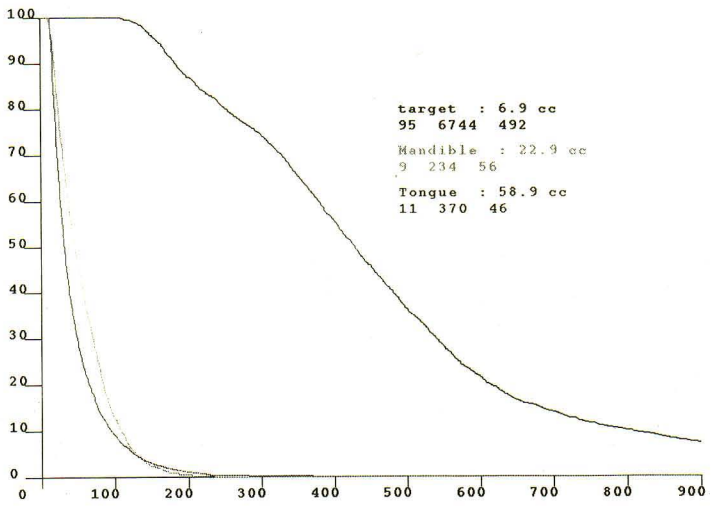
รูปที่ 2. แสดงตัวอย่างผู้ป่วย squamous cell carcinoma of lower lip ที่รักการรักษาด้วย brachytherapy โดย flexible catheters implantation



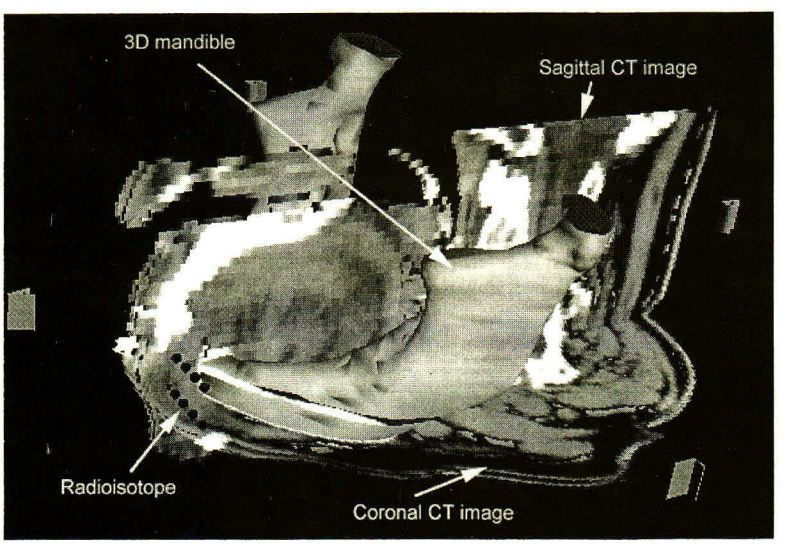
รูปที่ 3. แสดงตำแหน่งแร่กัมมันตภาพรังสี ใน Flexible implant catheters 2 สาย และ Isodose Lines ที่ได้จากการวางแร่กันมันตภาพรังสี



รูปที่ 4. แสดงภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์อยู่ในเครื่องวางแผนการรักษา



รูปที่ 5. Dose Volume Histograms แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของปริฆาตรและปริมาณรังสีของ target, mandible และ tongue โดยแกนแนวตั้งแสดงเปอร์เซ็นต์ของปริมาตรและแกนแนวนอนแสดงปริมาณรังสี (cGy)



รูปที่ 6. 3D Window แสดงภาพ 3 มิติที่ประกอบด้วย trans verse CT slice, sagittal CT slice, reconstructed 3D mandible และ ตำแหน่งของแร่ที่อยู่ในก้อนมะเร็ง

อ้างอิง

1. Potter R, Kovacs G, Haverkamp U. 3D Conformal therapy in brachytherapy. In : Mould RF, ed. 8th International Brachytherapy. Veenendaal : Nucletron-Oldelft, 1995: 13-7

2. Kolkman-Deurloo LKK, Visser AG, Levendag PC. Conformal brachytherapy with an integrated brachytherapy unit. In : Mould RF, ed. 8th International Brachytherapy. Veenendaal : Nucletron-Oldelft, 1995: 180-1