การปรับ Radiation beam และ Light beam บนเครื่องเร่งอนุภาค Clinac 600C

ของบริษัทวาเรียนโดยใช้ front pointer ของเครื่อง

ถวัลย์ สุขทะเล หน่วยรังสีรักษา ภาควิชารังสีวิทยา
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
E-mail address: tawal@kku.ac.th

วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบและปรับตำแหน่งของ Light beam indicator ของเครื่องเร่งอนุภาค Clinac 600C ให้ตรงกับ Radiation beam ของเครื่อง

อุปกรณ์ และวิธีการ

ในการปรับตำแหน่งของ Light beam indicator ซึ่งใช้ในการบอกตำแหน่งของ Radiation beam ที่จะฉายให้กับผู้ป่วยประการสำคัญต้องทราบตำแหน่งและแนวของลำรังสี (Radiation beam axis) ที่ชัดเจน ซึ่งในการทดลองนี้ได้ใช้หลักการส่องผ่านของลำแสงผ่านวัตถุทรงกระบอกที่ได้รับการจัดทำพิเศษให้มีความตรงและผนังที่มีความหนาเท่ากันสม่ำเสมอโดยจัดตำแหน่งให้วัตถุนี้วางตัวอยู่ในแนว axis ของ radiation beam เสมอหนึ่งเป็น radiation beam pointer จากนั้นจึงอาศัยตำแหน่งและแนวทางของ pointer ตัวนี้เพื่อหาตำแหน่งของ center beam mark บนแผ่นพลาสติกหน้า collimator และตำแหน่งของ Light beam ต่อไปในการหาตำแหน่งของ Light beam จะใช้หลักการดูเงาที่ทอดลงมาของผนัง pointer และลำแสงที่ส่องผ่านแกนกลางลงมาแบบเดียวกับการดู Radiation beam โดยหลักการที่ว่าถ้าจุดกำเนิดแสงอยู่แนวแกนกลางของทรงกระบองแล้วเราจะเห็นผนังโดยรอบของทรงกระบอกมีความหนาเท่ากันไม่เช่นนั้นความหนาจะเอียงเพิ่มขึ้นในทางตรงข้ามกับทิศทางของต้นกำเนิดที่เคลื่อนออกไปผลการปรับสามารถตรวจสอบได้โดยการใช้วิธี collimator rotation (1,2)

ผลการทดลอง

ทำให้สามารถตรวจสอบตำแหน่งทิศทางของ Radiation source position ได้อย่างรวดเร็วแม่นยำและสะดวกต่อการบอกแนวที่เปลี่ยนไปรวมทั้งการปรับตำแหน่งของ Light beam indicator และ beam center ทำได้ง่ายและถูกต้องเหมือนเดิมทุกครั้งและให้ star pattern (2) ที่มีเส้นผ่าศูนย์การน้อยกว่า 2 ม.ม. ตามข้อแนะนำของ IAEA (1)

บทสรุป

วิธีการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ดังกล่าว ทำให้สะดวกต่อการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งทิศทางของ radiation beam ได้ดีและรวดเร็ว นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ได้กับเครื่องฉายรังสีประเภทอื่นเช่น เครื่องฉายรังสีแบบใช้ต้นกำเนิดโคบอลท์ 60 ได้ด้วยการปรับปรุงอุปกรณ์ font pointer หรือทำขึ้นให้ได้

Calibration of Radiation beam and Light beam indicator on linear accelerator, Clinac 600c, *of varian product using its front pointer*

T. Sooktalay. Department of Radiology, Faculty of Medicine,
Khon Kean University, Khon Kean, Thailand
E-mail : tawal@kku.ac.th

Objectives :

to check and calibrate of light beam indicator according to the radiation beam on linear accelerator, Clinac 600c, using its calibration front pointer.

Material and Methods :

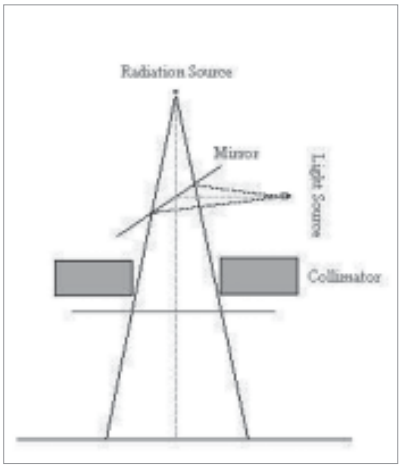
to calibrate position of light bean of irradiation machine, the first importance thing is to know the axact radiation beam axis. These experimental technique was used the conception of radiation projection through hole of cylendrical pin. The calibration front pointer, which is an accessory of the varian's accelerator, is a special designed can be used for this. Its position is mounted at center of beam axis by nature, which can be proved by illustrate of x-ray image. This kind of device make easily to find the center beam marked position on the front perspex film of accelerator head. It can be easily find the light source position by adjust the projection of light through pin hole along the front pointer to see whether the light was shown at the center of cylendrical wall shadow. The result of adjustment can be check by using a call "Collimator Rotation" (1,2) to see a star pattern.

Results :

it can be easily check of radiation beam axis which also be racord on film and give an accuracy on calibration of the light beam indicator. The star pattern was shown less than 2 mm of diameter as recommended by IAEA(1).

Conclusions :

This method is provided a convenience way to check and do calibration of the light beam to radiation beam on the varian linear accelerator, Clinac 600c. It is also the way which can be modified for calibration on other same concept of teletherapy machine, Cobalt-60 machine for example.



รูปที่ 1 แสดงตำแหน่ง radiation source และ light beam indicator

บทนำ

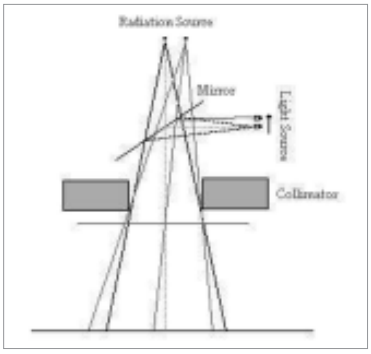
ในการใช้ Light beam แทนตำแหน่ง Radiation point source เพื่อบอกตำแหน่งของ center beam และขนาดของ field size นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องมีการปรับตำแหน่งจุดกำเนิดแสงให้เสมือนหนึ่งเป็นตำแหน่งจุดกำเนิดของลำรังสีที่ใช้ในการรักษาจริง มิเช่นนั้นจะทำให้ตำแหน่งที่จัดให้ผู้ป่วยและตำแหน่งที่ฉายจริงไม่ถูกต้องอัน เป็นผลให้เกิดผลข้างเคียงหรือการกลับเกิดใหม่ของโรค โดยหลักการแล้วตำแหน่งของจุดกำเนิดลำรังสีและจุดกำเนิดแสงบอกตำแหน่งจะอยู่สัมพันธ์กับอุปกรณ์ควบคุมลำแสง (collimator) ดังแสดงในรูปที่ 1

หากมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีผลทำให้จุดกำเนิด Light beam เปลี่ยนไป จะทำให้ทั้งตำแหน่งของ center beam และขอบลำแสงเลื่อนออกไปจากลำรังสีที่ใช้ในการรักษาดังรูปที่ 2

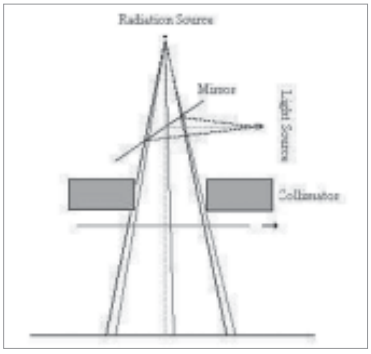
หรืออาจมีกรณีการเลื่อนของแผ่นฟิล์มใสบอกตำแหน่ง center beam ดังในรูปที่ 3

อันจะทำให้ลำรังสีไม่เกิดความสมดุลของด้านซ้าย-ขวา ซึ่งกรณีเครื่องเร่งอนุภาคจะสามารถปรับตัวควบคุมลำรังสีด้านซ้าย-ขวาได้อิสระ ทำให้ Light beam สมดุลได้ แต่ลำรังสีจะไม่สมดุล อันจะทำให้ Beam Profile เอียงคล้ายๆ กับตัว flatness filter ไม่อยู่ตำแหน่ง center หรือถ้ามีการเลื่อนทั้งสองอย่าง ซึ่งเมื่อมีการปรับเข้ากันแล้ว อาจบังเอิญ center ของ Light beam ทับกับ Radiation beam ที่ axis ของ Gantry พอดีดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งจะมีผลให้ผลการทดสอบ center of Radiation beam กับ light beam ตรงกัน แต่ขอบของลำรังสีกับลำแสงบอกตำแหน่งขัดแย้งกัน

ในการตรวจสอบ Axis ของลำรังสี และลำแสงบอกตำแหน่งสามารถใช้วิธีการที่ตรวจสอบได้ง่ายโดยวิธี collimator rotation (1,2) ซึ่งเป็นการปิด collimator ด้านแกน X ให้เหลือเพียงแคบๆ ด้านเดียว ถ่ายเอกซเรย์ลงบนฟิล์ม จากนั้นหมุน collimator ไปทีละ 45 แล้วถ่ายเอกซเรย์ทับลงไปบนฟิล์ม ทำจนครบ 360 จะได้ภาพถ่ายเป็น star pattern ซึ่งถ้า collimator มีความสมดุลบน center ของลำรังสีจะได้



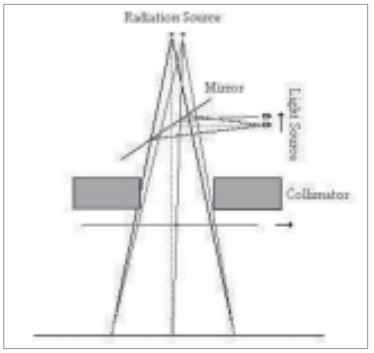
รูปที่ 2 แสดงสมมุติฐานการเลื่อนตำแหน่งของ light beam indicator



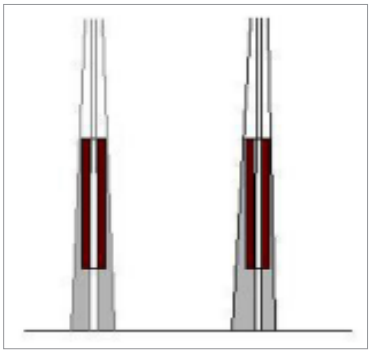
รูปที่ 3 แสดงสมมติฐานการเลื่อนของตำแหน่ง center

จุดตัดแนวเส้นที่มีรัศมีรอบ center of light beam เล็ก IAEA ได้ให้ข้อกำหนดไว้ว่าไม่ควรมีรัศมีเกิน 2 ม.ม. (2) ส่วนการตรวจสอบลำแสงบอกตำแหน่งสามารถใช้วิธีการเดียวกันได้ แต่ทำโดยการลากเส้นตามแนวลำแสงบนกระดาษ แต่ละครั้งที่หมุน collimator โดยปรกติแล้วการตรวจสอบลำแสงบอกตำแหน่งจะไม่มีความผิดปกติมากนัก เนื่องจากเราสามารถปรับเทียบ collimator ให้มีความสมดุลกับ center ของลำแสงได้

การปรับข้อผิดพลาดดังกล่าว เป็นเรื่องที่ค่อนข้างใช้เวลาและยุ่งยากมาก เนื่องจากสิ่งแรกคือ ต้องมั่นใจก่อนว่าตำแหน่งของลำรังสีจริงอยู่แนวใดและ center ของลำรังสีอยู่ที่ไหน เพราะเป็นส่วนที่ถูกยึดแน่นติดกับโครงสร้างส่วนหัวของเครื่องฉาย ข้อที่สองคือ เราทราบว่า collimator ยึดติดที่ส่วนหัวเครื่องซึ่งจะหมุนแบบสมดุลรอบแกนของลำรังสี (2) การตรวจสอบหาตำแหน่งดังกล่าวทำสามารถทำได้หลายวิธี แต่วิธีการที่ได้ดำเนินการจะใช้แนวคิดที่ว่าหากเราสามารถหาอุปกรณ์ทรงกระบอกยึดติดส่วนหัวและจัดให้อยู่ที่แนวแกนลำ รังสีได้เราจะทราบทั้งแนวของลำรังสีและ center ได้โดยง่าย ดังแสดงในรูปที่ 5 และสุดท้ายก็สามารถปรับลำแสงบอกตำแหน่งเพื่อให้แนว center ของ filament ทับกับตำแหน่ง center ของ beam ได้โดยง่าย



รูปที่ 4 แสดงสมมติฐานการเลื่อนทั้ง light beam indicator และ center



รูปที่ 5 แสดงหลักการลำแสงผ่านทรงกระบอกตรง

อุปกรณ์ที่ใช้

1. Front Pointer ที่ติดมากับเครื่องเร่งอนุภาค clinac 600C หน่วยรังสีรักษา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2. เครื่องเร่งอนุภาค clinac 600C หน่วยรังสีรักษา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
3. Film x-ray แบบ single coat
4. เข็มหมุด และไม้บรรทัดวัดระยะแบบละเอียด



รูปที่ 6 Pointer ซึ่งถอดหัวออกให้เห็นรู

วิธีดำเนินการ

1. หาตำแหน่งของแนว radiation beam axis โดยการใช้ pointer ของเครื่อง Clinac 600C ซึ่งมีคุณสมบัติที่มีรูให้แสงผ่านได้ตรงกลางและถอดเข็ม (pointer) จากส่วนปลายออกได้ ทำให้สามารถใช้เป็นเสมือน light beam pointer ได้ ดังแสดงในรูปที่ 6 และรูปที่ 7 นอกจากนั้นคุณสมบัติที่เป็นท่อทรงกระบอกซึ่งมีความหนาเท่ากัน ทำให้ง่ายต่อการใช้

ถ่ายภาพเอกซเรย์ผ่านรู โดยมีผนังท่อ pointer โดยรอบขั้นตอนนี้มีการดำเนินการดังนี้

1.1 ตรวจสอบแนวแกน pointer ว่าตรง โดยการหมุน collimator พร้อม pointer โดยใช้อุปกรณ์ตรวจระยะความห่าง ดูความสม่ำเสมอระหว่างหมุน ดังรูปที่ 8

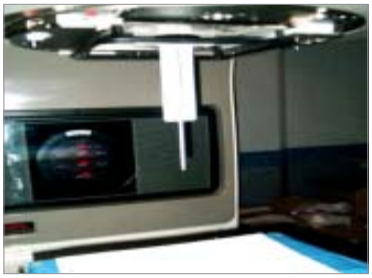
1.2 ถ่ายภาพเอกซเรย์ผ่านรูของ pointer ลงฟิล์ม ซึ่งจะได้รูปดังรูปที่ 9 ทำการตรวจดูความหนาของผนัง pointer โดยรอบว่าสมดุลหรือไม่ ถ้าไม่ แนวแสงไม่อยู่กลางรูของท่อแล้วจะเกิดการเอียง ดังรูปที่ 10

1.3 ทำเครื่องหมายตำแหน่ง center ของลำรังสีบนกระดาษที่ยึดบนเตียงหรือพื้นห้อง

1.4 ปรับ filament ให้ cross hair อยู่ถึงกลางรู pointer โดยการส่องย้อนรู pointer ช่วย

2. ถอด pointer และทำการปรับ Light beam ให้ส่องผ่าน filament เพื่อให้ cross hair ทับกับตำแหน่ง center ที่ mark ไว้

3. ทำการทดสอบถ่ายภาพด้วย technique Collimator Rotation

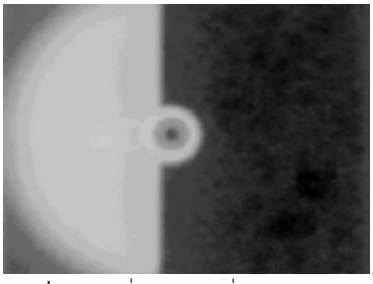


รูปที่ 7 การติดตั้ง pointer บนเครื่อง Clinac 600C

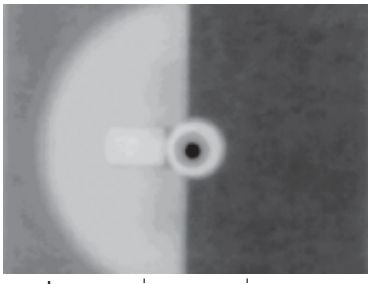


รูปที่ 8 การตรวจสอบความตรงของแกน pointer

ในการปรับอาจใช้วิธีการปรับหาความตรงและตำแหน่งของลำรังสีด้วยวิธีการตรวจตำแหน่ง center of Radiation beam ก่อน จากนั้นทำการปรับลำ Light beam ให้ตรงกับ center mark ของลำรังสีเสมอดังรูปที่ 11 และสุดท้ายจึงทำการปรับ filament center



รูปที่ 9 ภาพถ่าย x-ray ผ่านรู pointer



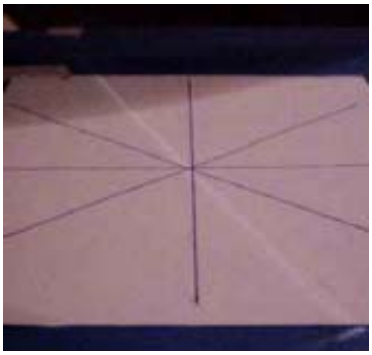
รูปที่ 10 ภาพถ่าย x-ray ที่ center เอียงผ่านรู pointer



รูปที่ 11 แสดงภาพ Light beam ผ่าน pointer

ผลการทดลอง

ผลจากการทดลองด้วยวิธีดังกล่าว และได้ทำการถ่ายภาพตรวจสอบ axis จาก Rotation โดยวิธี Collimator rotation แล้ว ดังแสดงในรูปที่ 12 และรูปที่ 13 ตามลำดับ และผลการวัดได้รัศมีน้อยกว่า 1 ม.ม.



รูปที่ 12 แสดงการทดสอบ light beam ด้วยเทคนิค Collimator Rotation



รูปที่ 13 แสดงการทดสอบ Radiation Beam center ด้วยเทคนิค Collimator Rotation

บทสรุป

จากการทดลองพบว่า หลักการดัดแปลง Pin pointer มาเป็น light pointer นอกจากจะสามารถตรวจสอบ light beam axis ได้แล้ว ยังสามารถตรวจสอบ radiation beam axis ได้อีกด้วย ซึ่งทำให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการปรับตำแหน่ง light beam และ radiation beam ให้ตรงกันได้โดยง่าย อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้กับเครื่องฉายรังสีแบบ teletherapy ได้ทุกเครื่องอีกด้วย

Reference

1. P.Andreo, J.R.Cunningham, K.Hohlfeld, H. Svensson. Technical Reports Series No.277 : Absorbed Dose Determination in Photon and Electron Beams. IAEA, Vienna, 1987:15-19.

2. F.M.Khan. Quality Assurance. in :The Physics of Radiation Therapy, 2ed . Williams & Wilkins. 1994:518-521.