การวัดรังสีสะท้อนจากคนไข้ที่รับการรักษาโดย โคบอลท์-๖๐ ด้วยเครื่องมือเทอร์โมลูมิเนสเซนท์

นายสุรัตน์ วินิจสร

006085

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
แผนกวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. ๒๕๒๐

i 18063640

MEASUREMENT OF SCATTERED RADIATION FROM COBALT-60 TREATED PATIENTS BY THERMOLUMINESCENT DOSIMETER

Mr. Suratana Vinissorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1977

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.วิศิษฐ์ ประจวบเหมาะ)

คณบดี

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ..... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์สุวรรณ์ แสงเพ็ชร์)

..... กรรมการ

(ศาสตราจารย์ นพ.ร่มไทร สุวรรณิก)

..... กรรมการ

(นายวิวัฒน์ จันทราพรชัย)

..... กรรมการ

(นายวิทิต เกษกุปต์)

อาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัย : ศาสตราจารย์ นพ.ร่มไทร สุวรรณิก

: นายวิวัฒน์ จันทราพรชัย

วิทยานิพนธ์เรื่อง การวัดรังสีสะท้อนจากคนไข้ที่รับการรักษา โดย โคบอลท์-๖๐ ด้วยเครื่องมือเทอร์โมลูมิเนสเซนต์

โดย นายสุรัตน์ วินิจสร

แผนกวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
รายการตารางประกอบ	ฉ
รายการภาพประกอบ	ช
บทที่	
๑. บทนำ	๑
๑.๑ วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย	๒
๑.๒ ประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัย	๓
๑.๓ วิธีดำเนินงานวิจัย	๔
๑.๔ หน่วยที่ใช้วัดรังสี	๔
๒. ทฤษฎีทั่วไปเกี่ยวกับ Thermoluminescent Dosimeter (TLD.)	๘
๒.๑ ประวัติของ TLD.	๘
๒.๒ รูปแบบจำลองอย่างง่ายของ TL.	๘
๒.๓ Glow curve	๑๑
๒.๔ การเปลี่ยนแปลงของ Glow curve	๑๒
๒.๕ ชนิดของผลึก TL.	๑๕
๒.๖ คุณสมบัติของผลึก LiF	๑๖
๒.๗ ปฏิกริยาตอบสนองต่อพลังงานของรังสี	๑๙
๒.๘ ความคงสภาพในการเก็บพลังงานของผลึก TL.	๒๐

บทที่ หน้า

๒.๙ การจางหายของพลังงานหลังจากนำผลึก TL. ไปอาบรังสี ๒๑

๒.๑๐ ความสมดุลย์ทางอีเล็คทรอนิคส์ ๒๒

๒.๑๑ การ Anneal TLD. เพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ ๒๔

๓. วิธีดำเนินการทดลองและผลการทดลอง ๒๖

๓.๑ การจับคู่ TLD-๑๐๐ ๒๖

๓.๒ การนำเอา TLD -๑๐๐ ไปใช้วัดรังสีแกมมาจากโคบอลท์-๖๐ ๓๒

๓.๓ การนำเอา TLD -๑๐๐ ไปติดในห้องโคบอลท์-๖๐ เพื่อวัดรังสีสะท้อน ๓๒

๓.๔ การทำ TLD. มาตรฐาน ๓๔

๔. ผลการทดลอง ๓๙

๔.๑ การคำนวณเพื่อหาความหนาของผนังห้องโคบอลท์-๖๐ ๕๐

๔.๒ ผลการคำนวณความหนาของคอนกรีตของผนังห้องโคบอลท์-๖๐ ๕๔

๔.๓ การหาปริมาณรังสีสะท้อนบริเวณประตูด้านในของห้องโคบอลท์-๖๐ โดยวิธีคำนวณ ๕๗

๔.๔ ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณรังสีที่สะท้อนมายังประตูด้านในของห้องโคบอลท์-๖๐ ของห้องที่ ๒ ๕๘

๔.๕ การสอบเทียบเครื่องมือ Survey meter โดยใช้เรเดียม-๒๒๖ เป็นมาตรฐาน ๖๒

๔.๖ วิธีคำนวณความหนาของแผ่นตะกั่วที่ใช้บุประตูห้องโคบอลท์-๖๐ ๖๕

บทที่ หน้า

๕. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ ๗๐

หนังสืออ้างอิง ---------- ๗๕

ประวัติการศึกษา ---------- ๗๗

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : การวัดรังสีสะท้อนจากคนไข้ที่รับการรักษาโดย โคบอลท์-๖๐ ด้วยเครื่องมือ เทอร์โมลูมิเนสเซนต์

ชื่อ : นายสุรัตน์ วินิจสร แผนกวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

ปีการศึกษา : ๒๕๒๐

บทคัดย่อ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ต้องการที่จะศึกษาถึงปริมาณ และทิศทางการสะท้อนของรังสี ขณะทำการรักษาผู้ป่วยที่เป็นมะเร็ง โดยใช้รังสีแกมมา จากเครื่องโคบอลท์-๖๐ ว่าจะมีรังสีสะท้อนไปในทิศทาง, มุม และระยะทางต่าง ๆ เป็นปริมาณเท่าใด เมื่อรังสีสะท้อนผ่านผนังห้องที่ใช้กั้นรังสีออกมาแล้ว จะเป็นอันตรายแก่เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสี และบุคคลที่ทำงานอยู่บริเวณข้างเคียงที่ห้องโคบอลท์-๖๐ ตั้งอยู่หรือไม่ พร้อมทั้งศึกษาถึงความหนาของผนังห้อง ซึ่งทำด้วยคอนกรีต ว่าความหนาที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ในแต่ละห้องของแต่ละโรงพยาบาล จะมีความหนาที่เพียงพอหรือมากเกินพอ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการออกแบบและการคำนวณ ความหนาของผนังห้อง, ลักษณะของห้อง ที่จะติดตั้งเครื่องโคบอลท์-๖๐ ในที่ ๆ เหมาะสม เพื่อให้มีประสิทธิภาพและประหยัดในทางเศรษฐกิจต่อไปในอนาคต

การวิจัยทำโดยนำ TLD-๑๐๐ ซึ่งเป็นผลึกใช้วัดปริมาณของรังสีไปติดตามผนังของห้องโคบอลท์-๖๐ เป็นมุม ๔๕° ๙๐° และ ๑๒๐° โดยให้รังสีปฐมภูมิตกลงบนหุ่นจำลอง ซึ่งจะใช้แทนตัวผู้ป่วย เมื่อได้ปริมาณรังสีสะท้อนตามต้องการ แล้วนำเอา TLD-๑๐๐ ไปเข้าเครื่องอ่านปริมาณของรังสี ซึ่งมีชื่อว่า TLR-๕ นอกจากการวัดแล้ว ยังจะหาปริมาณรังสีสะท้อน โดยวิธีการคำนวณ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณรังสีสะท้อนที่วัดได้จริง ๆ จาก TLD-๑๐๐ ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้

มาหาความหนาของผนังคอนกรีต เพื่อที่จะเปรียบเทียบระหว่างความหนาของผนังที่คำนวณได้จากการวัดปริมาณรังสีสะท้อนจาก TLD-๑๐๐, ความหนาของผนังที่ได้จากการคำนวณและความหนาของผนังจริง ๆ ของห้องโคบอลท์-๖๐ ที่สร้างขึ้นและคำนวณความหนาของแผ่นตะกั่วที่ใช้บุประตู เปรียบเทียบกับผลการวัดจริง ว่าควรเป็นความหนาเท่าใด

ผลการวิจัยทราบว่าห้องโคบอลท์-๖๐ ทุกห้องที่ทำการทดลองมีการป้องกันที่มากเกินพอ โดยความหนาของผนังห้องที่ใช้จะมีความหนามากกว่าที่ทดลองได้ประมาณ ๑ เท่า ในทุกโรงพยาบาล ในแง่ของความปลอดภัย ถือว่ามีความปลอดภัยสูงมาก แต่ในแง่ของเศรษฐกิจ ในแต่ละโรงพยาบาลจะเสียเงินเพิ่มขึ้นอีกเท่าตัว โดยที่การสร้างห้อง - โคบอลท์-๖๐ เจ้าหน้าที่ผู้คำนวณแบบแปลน และความหนาของผนังคอนกรีตได้คำนวณโดยใช้แฟคเตอร์ต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น เพื่อที่จะให้ความปลอดภัยสูงอยู่แล้ว เพราะฉนั้นในกรณีที่โรงพยาบาลใด ๆ ที่ต้องการสร้างห้องโคบอลท์-๖๐ ขึ้นใหม่ ไม่จำเป็นต้องบวกความหนาของผนังเพิ่มขึ้นจากเจ้าหน้าที่ผู้คำนวณแบบแปลน ซึ่งจะทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณเพิ่มขึ้นอีก

Thesis Title : Measurement of scattered radiation from Cobalt-60 treated patients by Thermoluminescent Dosimeter

Name : Mr. Suratana Vinissorn

Department : Nuclear Technology

Academic Year : 1977

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to study the quantity and direction of scattered radiation while a patient suffering from cancer being treated by γ-rays from a Cobalt-60 unit, to determine the quantity, direction and angle of the scattered rays and to see whether the radiation workers and people in the near surroundings get any harm from the scattered rays penetrating through the wall of the Cobalt-60 room. At the same time to study whether the concrete walls in use in each hospital are thick enough or more than enough to confine the scattered rays. This will be useful in terms of designing, and calculating the thickness of the walls and the structure of the room in which the Cobalt-60 unit will be installed. In the future, efficiency and reasonable investment depend much on this study.

The research was done by installing TLD-100 crystal on the walls of the room accommondating Cobalt-60 unit at the angle of 45°, 90° and 120° to measure the scattered rays. A phantom was used instead of a human being for the primary beam to fall upon.

After a calculated period of time during which the crystal were supposed to absorb sufficient radiations, they were then put into the TLR-5 to determine the radiation. The results obtained from the TLR-5 were used in calculating the wall thickness and the thickness of the lead-door. Besides using TLD-100 crystals and TLR-5 method a pure calculation was also done. The figures from experimenting and calculating were compared with the actual thichness of the wall and lead-door to figure out if the walls and lead-door in use are of correct thickness or if they should be rectified. This study will be the guideline in the future construction.

The research shows that all Cobalt-60 rooms in all the hospitals, in which the experiments were carried out, possess walls about one fold thicker than needed. In terms of safety it is fantastically good, but in terms of economy the hospitals lose an amount of money on this unnecessary thickness. Normally a specialist who designs the room structure has already added safety factors to the calculated figures to make sure that the wall is absolutely safe. Therefore, there is no need for any hospital, wanting to have a Cobalt-60 room built, to put more thickness in addition to the one advised by the specialist. More than enough thickness means higher budget from the government.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความร่วมมือ ช่วยเหลือ และแนะนำ ทั้งในด้านการทดลองและวิชาการจาก อาจารย์ วิวัฒน์ จันทราพรชัย อาจารย์ แผนกวิชา - ฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร และศาสตราจารย์นายแพทย์ รมไทร สุวรรณิก รองคณบดี คณะแพทยศาสตร์ และ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล และเป็นหัวหน้าภาควิชารังสีวิทยา โรงพยาบาลศิริราชด้วย ซึ่งทั้งสองท่านที่กล่าว เป็นอาจารย์ควบคุมการวิจัยนี้

นอกจากนั้น ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ท่านที่มีรายชื่อดังต่อไปนี้

ศจ.นพ.ประเสริฐ นิลประภัสสร	หัวหน้าสาขาวิชารังสีรักษา รพ.ศิริราช
พอ.นพ.จิตติ ปาละวัฒน์	หัวหน้ากองรังสึกรรม รพ.พระมงกุฎเกล้า
พอ.นพ.วัฒนา ปุษปะวรรณ	หัวหน้าแผนกรังสีบำบัด รพ.พระมงกุฎเกล้า
นพ.ประเทือง อ่างแก้ว	หัวหน้าหน่วยรังสีบำบัด รพ.ราชวิถี
นพ.สมชาย สมบูรณ์เจริญ	ผู้อำนวยการสถาบันมะเร็งแห่งชาติ

ที่ได้กรุณาอนุญาตให้ใช้เครื่องโคบอลท์-๖๐ ในการทดลอง และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ - ประจำห้องโคบอลท์-๖๐ ในแต่ละโรงพยาบาล ที่อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ฉะนั้น หากเกิดประโยชน์อันใดแก่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่านดังกล่าวมาแล้วข้างต้น

สุดท้าย ผู้เขียนขอขอบคุณสภาวิจัยแห่งชาติ ที่ได้กรุณาให้ทุนอุดหนุนการวิจัย เป็นจำนวนเงิน ๒,๕๐๐ บาท ไว้ ณ ที่นี้ด้วย.

รายการภาพประกอบ

รูปที่		หน้า
๒.๑	energy diagram ของผลึกที่ใช้เป็น TLD.	๙
๒.๒	แสดง glow curve ของ TLD-๑๐๐	๑๑
๒.๓	ผลการเปลี่ยนแปลงของ glow curve	๑๓
๒.๔	การให้อุณหภูมิแก่ Heating pan	๑๔
๒.๕	glow curve ของ TLD-๑๐๐ ที่ได้รับปริมาณของรังสี-แกมมาต่างกัน	๑๕
๒.๖	แสดง Supralinearity ของ TLD-๑๐๐ ที่นำไปอาบรังสีแกมมา	๑๘
๒.๗	glow curve ของ TLD-๑๐๐ หลังจากนำไป anneal ที่ ๔๐๐ °c	๑๙
๒.๘	ความสมดุลย์ทางอีเล็คทรอนิคส์	๒๒
๓.๑	ลักษณะและขนาดของ TLD -๑๐๐ ที่ใช้ในการทดลอง	๒๖
๓.๒	ภาชนะสำหรับเก็บ TLD -๑๐๐	๒๘
๓.๓	เตาอบสำหรับ anneal TLD -๑๐๐	๒๙
๓.๔	เครื่อง TLR -๕ สำหรับอ่านปริมาณรังสี	๓๐
๓.๕	การนำ TLD -๑๐๐ เข้าเครื่อง TLR -๕	๓๐
๓.๖	แสดงตำแหน่งการติด TLD -๑๐๐ ภายในห้องโคบอลท์-๖๐	๓๓
๔.๑	แผนผังของห้องโคบอลท์-๖๐ ห้องที่ ๑	๓๙
๔.๒	แผนผังของห้องโคบอลท์-๖๐ ห้องที่ ๒	๔๑
๔.๓	แผนผังของห้องโคบอลท์-๖๐ ห้องที่ ๓	๔๓
๔.๔	แผนผังของห้องโคบอลท์-๖๐ ห้องที่ ๔	๔๕

รายการภาพประกอบ

รูปที่		หน้า
๔.๕	Transmission through Concrete (density ๒.๓๕ gm/cm^{๓}) of Cobalt-๖๐ scattered radiation	๕๒
๔.๖	Attenuation in Lead of X-rays ๐.๕ MV.	๕๕
๔.๗	การสะท้อนของรังสีปฐมภูมิไปยังผนังห้อง	๕๙
๔.๘	การสะท้อนของรังสีสะท้อน ครั้งที่ ๑ จากผนังห้องไปยังประตู	๖๐
๔.๙	การสอบเทียบเครื่องมือ Survey meter กับ Ra -๒๒๖	๖๓
๔.๑๐	แสดง Compton's scattering	๖๕

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
๒.๑	แสดงคุณสมบัติของผลึก TL. ชนิดต่าง ๆ	๑๕
๒.๒	สวนผสมของ Li ใน LiF : Mg, Ti	๑๗
๒.๓	Build up region ที่พลังงานต่าง ๆ กัน ของรังสี	๒๓
๓.๑	การวัดรังสีเป็นจำนวนนับ (count)	๒๘
๓.๒	การเรียง TLD -๑๐๐ ที่มีจำนวนนับมากที่สุด ถึงน้อยที่สุด	๓๑
๓.๓	การจับคู่ TLD -๑๐๐ เพื่อนำไปใช้งาน	๓๑
๓.๔	การทำ TLD มาตรฐานและ Control TLD	๓๗
๔.๑	แสดงค่าปริมาณรังสีที่อ่านได้จาก TLD-๑๐๐ ที่ติดตามผนังเป็นมุมต่าง ๆ ภายในห้อง ๑	๔๐
๔.๒	แสดงค่าปริมาณรังสีที่อ่านได้จาก TLD-๑๐๐ ที่ติดตามผนังเป็นมุมต่าง ๆ ภายในห้อง ๒	๔๒
๔.๓	แสดงค่าปริมาณรังสีที่อ่านได้จาก TLD-๑๐๐ ที่ติดตามผนังเป็นมุมต่าง ๆ ภายในห้อง ๓	๔๔
๔.๔	แสดงค่าปริมาณรังสีที่อ่านได้จาก TLD -๑๐๐ ที่ติดตามผนังเป็นมุมต่าง ๆ ภายในห้อง ๔	๔๖
๔.๕	ค่า " a " ห้อง ๑	๔๗
๔.๖	ค่า " a " ห้อง ๒	๔๗
๔.๗	ค่า " a " ห้อง ๓	๔๘
๔.๘	ค่า " a " ห้อง ๔	๔๘
๔.๙	เปรียบเทียบ ค่า " a " จากการทดลอง กับค่า " a " จาก NCRP report No ๓๔	๔๘
๔.๑๐	เปลี่ยนปริมาณรังสีปฐมภูมิของห้องต่าง ๆ ไปที่ - ๖๐,๐๐๐ R	๕๐

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
๔.๑๑	แสดงความหนาของผนังคอนกรีตจากผลการทดลองเทียบกับวิธีคำนวณและที่ก่อสร้างจริง	๕๔
๔.๑๒	เปรียบเทียบปริมาณรังสีสะท้อนบริเวณประตูด้านในของห้องโคบอลท์-๖๐ เมื่อใช้ work load ๖๐,๐๐๐ R	๖๔
๔.๑๓	เปรียบเทียบความหนาของแผ่นตะกั่วที่ใช้บุประตูห้องโคบอลท์-๖๐ ของโรงพยาบาลต่าง ๆ	๖๙