การศึกษาปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ชะคนไข้ได้รับการวินิจฉัยโรคด้วยรังสีเอกซ์

นายวิวัฒน์ จันทราพรชัย

004840

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

แผนกวิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2514

ว 17393061

A STUDY OF RADIATION DOSES TO THE GONADS OF PATIENTS UNDERGOING DIAGNOSTIC X-RAY EXAMINATIONS

Mr. Vivat Chantrapornchai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1971

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ..... ประธานกรรมการ

..... กรรมการ

..... กรรมการ

..... กรรมการ

อาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัย แพทย์หญิงลักษณา สามเสน

อาจารย์วิชัย หโยคม

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ขณะคนไข้ได้รับการวินิจฉัยโรคด้วยรังสีเอกซ์

ชื่อ นายวิวัฒน์ จันทราพรชัย แผนกวิชา ฟิสิกส์

ปีการศึกษา 2513

บทคัดย่อ

การวัดปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ของคนไข้ขณะที่รับการวินิจฉัยโรคด้วยรังสีเอกซ์นั้น ได้กระทำมาแล้วในหลายประเทศ แต่มีเพียงสองประเทศในเอเชียเท่านั้นที่ทำการวัดมาแล้ว สำหรับประเทศไทยยังไม่เคยทำการวัดและศึกษามาก่อน ทำให้เป็นที่คาดว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ของคนไข้ในประเทศไทย อาจสูงกว่าในประเทศอื่นที่ทำการวัดไว้ ในการศึกษาและวัดผลในครั้งนี้ก็เพื่อที่จะประมาณค่าปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ของคนไข้ที่ผ่านการวินิจฉัยโรคด้วยรังสีเอกซ์ในประเทศไทย

เนื่องจากค่าปริมาณรังสีที่ให้ผลทางกรรมพันธุ์กว่า 90% เป็นผลจากการใช้รังสีเอกซ์วินิจฉัยโรคเพียง 5 หรือ 6 ประเภทเท่านั้น ดังนั้นในการศึกษาและวัดผลในครั้งนี้จึงมุ่งเฉพาะประเภทสำคัญดังกล่าว อีกประเภทหนึ่งการศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการเริ่มต้น จึงเพียงแต่ทำการวัดในโรงพยาบาลใหญ่ ๆ ในกรุงเทพ ฯ 3 แห่ง ซึ่งมีปริมาณคนไข้ผ่านการวินิจฉัยโรคด้วยรังสีเอกซ์ 14.6% ของจำนวนคนไข้ทั้งหมดในประเทศไทย หรือ 139,000 คน

ในการศึกษาและวัดผลปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ของคนไข้ครั้งนี้ได้ดำเนินการวัดโดย 3 วิธี คือ :-

วิธีแรกได้แก่การวัดโดยตรง ขณะที่คนไข้ได้รับการวินิจฉัยโรคด้วยรังสีเอกซ์ด้วยเครื่องมือ Thermoluminescence dosimeters (T.L.D.) โดยใช้หลอด TLD เล็ก ๆ ติดที่ตำแหน่ง Scrota ของเพศชาย และสอดเข้าไปใน Vagina ของเพศหญิง

วิธีที่สองวัดโดยใช้หุ่นจำลองแทนคนไข้โดยใช้เทคนิคการถ่ายตามที่ปฏิบัติจริง

และวิธีที่สาม โดยใช้ผลการทดลองกับหุ่นจำลองเพื่อหาอัตราส่วนของปริมาณรังสีในรังไข่ต่อปริมาณรังสีในอากาศ และปริมาณรังสีในรังไข่ต่อปริมาณรังสีที่ผิวหนัง แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ของคนไข้

เมื่อได้ค่าปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ของคนไข้โดยวิธีการเหล่านี้แล้ว โดยอาศัยสถิติจำนวนคนไข้ที่ผ่านการวินิจฉัยโรคด้วยรังสีเอกซ์ในประเภทต่าง ๆ และสถิติจำนวนประชากรทั้งหมดในประเทศไทย ได้ทำการคำนวณหาค่าปริมาณรังสีที่ให้ผลทางกรรมพันธุ์ของประชากรในประเทศไทย ได้ค่า 2.3 มิลลิเรินท์เกน/คน/ปี ซึ่งตัวเลขนี้ได้จากการวัดกับคนไข้ 775 คน ตัวเลขนี้ยังน้อยกว่าของประเทศอื่นมาก ทั้งนี้เนื่องจากการใช้รังสีเอกซ์ในประเทศไทยยังมีปริมาณน้อยมากเพื่อเทียบกับประเทศในยุโรปหรืออเมริกา

จากผลการวัดปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ของคนไข้ในครั้งนี้ มีข้อเสนอว่ายังมีทางที่จะลดปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ของคนไข้ให้น้อยลงได้อีก ที่สำคัญพอสรุปได้คือ :-

1) การถ่ายรังสีเอกซ์ทุกครั้งควรใช้ระบบจำกัดขนาดของลำแสงโดยจำกัดให้มีขนาดเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

2) ควรใช้เครื่องป้องกันรังสีให้แก่บริเวณระบบสืบพันธุ์ในกรณีที่ไม่จำเป็นต้องทำการถ่ายบริเวณระบบสืบพันธุ์

3) ควรใช้ปริมาณรังสีให้น้อยที่สุดเท่าที่จำเป็นในการให้ภาพชัดที่สุด

4) การล้างฟิล์มควรทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

5) ในกรณีสตรีมีครรภ์ควรหลีกเลี่ยงการถ่ายรังสีเอกซ์ให้มากที่สุด ถ้าหากจำเป็นควรมีเครื่องป้องกันให้กับเด็กในครรภ์เพื่อไม่ให้ถูกรังสี

Thesis Title A Study of Radiation Doses to the Gonads of Patients Undergoing Diagnostic X-ray Examinations.

Name Mr. Vivat Chantrapornchai Department Physics

Academic Year 1970

ABSTRACT

The genetic dose of radiation to the population is a numerical indication of the genetically-significant burden to that population resulting from a given class or classes of radiation exposure of some or all members.

Of all the sources of gonadal radiation exposure, diagnostic X-ray examinations are the most important. Consequently, estimates of the genetic dose to the population due to diagnostic X-rays were made in many countries including two Asian countries. The study has never been made in Thailand.

The parameters included in the formulation of genetic dose are the average gonad doses resulting from various classes of X-ray examinations, the numbers of exposed individuals, and the future child expectancy (i.e. fertility) of the exposed individuals.

This Thesis is concerned with the first of these parameters viz. estimates of gonadal doses for various types of X-ray examinations in Thailand.

Since at least 90% of the genetic dose results from only a few types (five or six) of X-ray examinations, efforts were concentrated on these. Measurements of gonad doses were confined to three large hospitals in Bangkok where 14.6% of all X-ray examinations in Thailand are made.

Three different methods were used to estimate gonad doses. In the direct measurement, small thermoluminescence dosimeters were attached to the scrota of male patients (in both radiography and fluoroscopy), and inserted vaginally in female patients (in fluoroscopy only). Secondly, X-ray examinations were reproduced in situ using a "Mix D" phantom patient and appropriate dosimetry. Thirdly, details of many examinations were noted, and ovary/air ratios or ovary/skin dose ratios derived from the phantom ovary doses were used in calculation.

Using the gonad doses obtained in this work and aided by statistical data on the numbers and types of X-ray examinations being performed in Thailand, and by demographic data, it is possible to speculate on the likely value of the genetic dose to the population due to diagnostic radiology. This is calculated to be 2.3 mR/person/year, based on data obtained from 775 examinations.

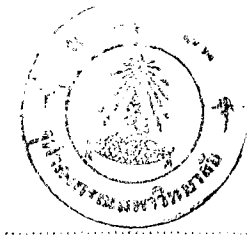
กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือและแนะนำทั้งในด้านวิชาการและการทดลอง จากแพทย์หญิงลักษณา สามเสน หัวหน้าโครงการป้องกันอันตรายจากรังสี กรม – วิทยาศาสตร์การแพทย์ และอาจารย์วิชัย หโยดม อาจารย์แผนกวิชาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัยทั้งสองท่าน รวมทั้ง Mr. B.D.P. Williamson ผู้เชี่ยวชาญจากองค์การอนามัยโลก ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำและแสดงความคิดเห็นตลอดการทดลองครั้งนี้ และ Mr. M.K. Roberson เจ้าหน้าที่อาวุโสแห่งสถาบันห้องปฏิบัติการทางรังสีแห่งชาติ ประเทศนิวซีแลนด์ ซึ่งได้กรุณาส่งหลอด TLD มาให้ใช้ในการวัดปริมาณรังสีและทำการอ่านผลให้ ซึ่งผู้เขียนขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ ผู้เขียนขอขอบพระคุณ นายแพทย์พิศิษฐ์ พันธุมจินดา หัวหน้าแผนกรังสี สถาบันมะเร็งแห่งชาติ ที่ได้กรุณาอนุญาตให้ใช้เครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ในการทดลอง รวมทั้งหัวหน้าภาควิชารังสีวิทยา โรงพยาบาลศิริราช หัวหน้ากองรังสีกรรม โรงพยาบาลพระมงกุฎฯ และหัวหน้าแผนกรังสี โรงพยาบาลหญิง ที่ได้กรุณาอนุญาตให้ทำการวัดปริมาณรังสีที่คนไข้ได้ พร้อมทั้งเจ้าหน้าที่รังสีทุกท่านที่ได้กรุณาให้ความร่วมมือช่วยเหลือ

สุดท้ายนี้ ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณจิรศักดิ์ ประทีปะเสน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านการทดลองและวัดผล ตลอดจนเจ้าหน้าที่โครงการป้องกันอันตรายจากรังสี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้ความร่วมมือช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่ง.

สารบาญ



หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ช
รายการตารางประกอบ ..... ฎ
รายการภาพประกอบ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอันตรายจากรังสี 1
1.1.1 ผลของรังสีต่อร่างกาย 1
1.1.2 ผลของรังสีต่อกรรมพันธุ์ 1
1.2 ความมุ่งหมายหลัก 2
1.3 ความมุ่งหมายเฉพาะ 3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย 4
1.5 รังสีเอกซ์ที่ใช้ในทางวินิจฉัยโรค 4
1.5.1 เรดิโอกราฟฟี่ 5
1.5.2 ฟลูออโรสโคปี้ 5
1.6 หน่วยที่ใช้ในการวัดรังสี 5
1.6.1 เรินท์เกน 6
1.6.2 แรด 6
1.6.3 เรม 6

บทที่ 2 ทฤษฎีทั่วไปของการดูดกลืนรังสีเอกซ์เมื่อผ่านวัตถุ 8
2.1 การชนแบบโฟโตอิเล็คตริก 8
2.2 การชนแบบคอมพ์ตัน 9
2.3 การชนแบบที่ทำให้เกิดอิเล็คตรอนคู่ 11

หน้า

2.4 การดูดกลืนรังสีเอกซ์ 12
2.4.1 ตัวเลขอะตอมของวัตถุที่กั้นรังสี 14
2.4.2 ความหนาแน่นของสาร 14
2.4.3 ความหนาของวัตถุที่กั้นรังสี 15
2.4.4 ความแรงของรังสี 16
2.5 สรุปผลเมื่อรังสีเอกซ์ตกกระทบวัตถุ 17
2.6 การวัดค่าพลังงานของรังสีเอกซ์ 17
2.7 ค่าก็โลโวลท์ของเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ 20

บทที่ 3 เครื่องมือที่ใช้วัดรังสี 21
3.1 ไอออนไนเซชั่นแชมเบอร์ 21
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 23
3.3 เครื่องมือวัดรังสีแบบเทอร์โมลูมิเนสเซ็นท์ (TLD) 25
3.4 หลอด TLD ที่ใช้ในการวัดรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ 27

บทที่ 4 วิธีดำเนินงานและผลของการวัดปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ของคนไข้ 29
4.1 หุ่นจำลอง 29
4.2 การวัดปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ 30
4.3 สถานที่ทำการวัดปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ 32
4.4 สถานที่และเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ที่ใช้ในการทดลอง 32
4.5 ประเภทของการวินิจฉัยโรคที่ทำการวัดปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ 33
4.6 วิธีการวัดปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ 33
4.6.1 การวัดโดยตรงจากคนไข้ 33
4.6.2 การวัดโดยตรงจากหุ่นจำลอง 34

หน้า

4.6.3 การวัดโดยการคำนวณจากผลการทดลองกับหุ่นจำลอง 35
4.6.3.1 การวัดปริมาณรังสีจากเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ 35
4.6.3.2 การหาค่า Ovary/air ratio 37
4.6.3.3 การหาค่า Ovary/skin dose ratio 49
4.6.3.4 การหาข้อมูลประกอบการคำนวณ 53
4.7 ผลของการวัดปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ 55

บทที่ 5 ปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธ์ของประชากร 62
5.1 การคำนวณหาปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ของประชากร 62
5.2 สถิติการวินิจฉัยโรคด้วยรังสีเอกซ์ในประเทศไทย 63
5.3 จำนวนประชากรและค่า Fertility indices ในประเทศไทย 63
5.4 ตัวอย่างการคำนวณค่าปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ของประชากร 63
5.5 ผลของการคำนวณค่าปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ของประชากร 67
5.6 ผลการวัดปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ของประชากรในประเทศต่าง ๆ 67

บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 71

ความหมายของศัพท์บางคำที่ใช้ 76

บรรณานุกรม 77

อัตตชีวประวัติ 79

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
2–1	ความสัมพันธ์ของพลังงานของโฟตอนกับค่า H.V.T.	19
4–1	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า KV, H.V.T. และค่าปริมาณรังสีเอกซ์	37
4–2	ค่าของ Ovary/air ratio เมื่อถ่ายท่า A.P. ที่ H.V.T. และลำแสงขนาดต่าง ๆ	43
4–3	ค่าของ Ovary/air ratio เมื่อถ่ายท่า P.A. ที่ H.V.T. และลำแสงขนาดต่าง ๆ	43
4–4	ค่าของ Ovary/air ratio เมื่อถ่ายท่า Lateral ที่รังไข่อยู่ใกล้จุดกำเนิดรังสีเอกซ์ตาม H.V.T. และลำแสงขนาดต่าง ๆ	44
4–5	ค่าของ Ovary/air ratio เมื่อถ่ายท่า Lateral ที่รังไข่อยู่หางจากจุดกำเนิดรังสีเอกซ์ตาม H.V.T. และลำแสงขนาดต่าง ๆ	44
4–6	ค่าเฉลี่ยของปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ในประเภทการวินิจฉัยโรคต่าง ๆ ที่วัดได้ในประเทศไทย	59
4–7	ค่าเฉลี่ยของปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธุ์ที่วัดได้ในประเทศอังกฤษ	60
4–8	ค่าเฉลี่ยของปริมาณรังสีที่ระบบสืบพันธ์ที่วัดได้ในประเทศนิวซีแลนด์	61
5–1	สถิติจำนวนคนไข้ชายที่ผ่านการวินิจฉัยโรคในประเภทต่าง ๆ ในประเทศไทย ในปี 2512	64
5–2	สถิติจำนวนคนไข้หญิงที่ผ่านการวินิจฉัยโรคในประเภทต่าง ๆ ในประเทศไทย ในปี 2512	65
5–3	แสดงจำนวนประชากรในประเทศไทยในปี 2512 ตามกลุ่มอายุและเพศ	66
5–4	แสดงค่า Fertility indices ของประชากรในประเทศไทยตามกลุ่มอายุและเพศ	66

ตารางที่ หน้า

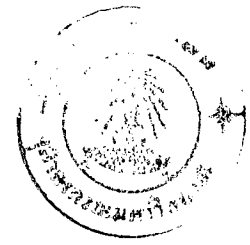
5– 5 แสดงค่า Genetic dose เนื่องจากการใช้รังสีเอกซ์วินิจฉัยโรค ประเภทต่าง ๆ ในประเทศไทย 68

5– 6 แสดงค่า Genetic dose เนื่องจากการใช้รังสีเอกซ์วินิจฉัยโรค ประเภทต่าง ๆ ในประเทศอังกฤษและนิวซีแลนด์ 69

5– 7 แสดงผลการวัด Genetically Significant Dose ในประเทศต่าง ๆ 70

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2– 1	แสดงการชนของโฟตอนและอิเล็คตรอนแบบโฟโตอิเล็คตริค	9
2– 2	แสดงการชนของโฟตอนและอิเล็คตรอนแบบคอมพ์ตัน	10
2– 3	แสดงสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีตามมวลในน้ำเนื่องจากการชนของโฟตอนในแบบต่าง ๆ และที่ค่าพลังงานของโฟตอนต่าง ๆ กัน	13
2– 4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การดูดกลืนตามมวลกับพลังงานของโฟตอน ของน้ำ ไขมัน และกระดูก	18
3– 1	แสดงการทำงานของเครื่องวัดรังสีแบบไอออนไนโซชั่นแชมเบอร์	22
3– 2	แสดงความสัมพันธ์ของ pulse-height กับความต่างศักย์ที่ขั้วแชมเบอร์	23
3– 3	เครื่องมือวัดรังสีแบบไอออนไนเซชั่นแชมเบอร์และแบบเทอร์โมลูมิเนสเซนท์	24
3– 4	แสดงระดับพลังงานของอะตอมในผลึก	26
4– 1	หุ่นจำลองที่ทำขึ้นด้วยสาร Mix-D ที่ใช้ในการทดลอง	31
4– 2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณรังสีเอกซ์, H.V.T. และ KV ของเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์	38
4– 3	การจัดตั้งตำแหน่งของเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์, Monitor หุ่นจำลอง และเครื่องวัดรังสี	41
4– 4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Ovary/air ratio และ H.V.T. ที่ขนาดลำแสงต่าง ๆ เมื่อถ่ายท่า A.P.	45
4– 5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Ovary/air ratio และ H.V.T. ที่ขนาดลำแสงต่าง ๆ เมื่อถ่ายท่า P.A.	46
4– 6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Ovary/air ratio และ H.V.T. ที่ขนาดลำแสงต่าง ๆ เมื่อถ่ายท่า Lateral ด้านที่รังไข่อยู่ใกล้จุดกำเนิดรังสีเอกซ์	47



รูปที่ หน้า

4– 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Ovary/air ratio และ H.V.T. ที่ขนาดลำแสงต่าง ๆ เมื่อถ่ายทา Lateral ด้านที่รังไข่อยู่ห่างไกลจากจุดกำเนิดรังสีเอกซ์ 48

4– 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Ovary/skin dose ratio และ H.V.T. ที่ขนาดของลำแสง 70x80 ตร.ซม. เมื่อถ่ายทา A.P. และทา Lateral ด้านที่รังไข่อยู่ใกล้จุดกำเนิดรังสีเอกซ์ 51

4– 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Ovary/skin dose ratio และค่า H.V.T. ที่ขนาดของลำแสง 70x80 ตร.ซม. เมื่อถ่ายทา P.A. และทา Lateral ด้านที่รังไข่อยู่ห่างจากจุดกำเนิดรังสีเอกซ์ 52

4– 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Ovary/air ratio และ H.V.T. ที่ขนาดลำแสง 25x25 ตร.ซม. เมื่อถ่ายทาต่าง ๆ ในเด็ก เมื่อระบบสืบพันธุ์อยู่ในแนวของลำแสง 57