249044
ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
249044

การเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีดูดกลืนของสารรังสีไอโอดีน-131 ในป่อด จากการคำนวณด้วยวิธีการวัดจากภาพสแกนสองมิติและโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA

จินตนา อุ่นจันทร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาฟิสิกส์การแพทย์

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สิงหาคม 2554

b00254095

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
249044

การเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีดูดกลืนของสารรังสีไอโอดีน-131 ในปอด จากการคำนวณด้วยวิธีการวัดจากภาพสแกนสองมิติและโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA

จินตนา อุ่นจันทร์

วิทยานิพนธ์นี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาฟิสิกส์การแพทย์

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สิงหาคม 2554

การเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีดูดกลืนของสารรังสี ไอโอดีน-131 ในปอด จากการคำนวณด้วยวิธีการวัดจากภาพสแกนสองมิติ และโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA

จินตนา อุ่นจันทร์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาฟิสิกส์การแพทย์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
รศ. มลุลี ตัณฑวิรุฬห์

.....กรรมการ
รศ. นงลักษณ์ วิลาสเดชานนท์

.....กรรมการ
รศ. พญ.มลฤดี เอกมหาชัย

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
รศ. นงลักษณ์ วิลาสเดชานนท์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
รศ. พญ.มลฤดี เอกมหาชัย

8 สิงหาคม 2554

© ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและการสนับสนุนอย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์นงลักษณ์ วิลาสเดชานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งกรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษาและตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิงมลฤดี เอกมหาชัย อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ มลุลี ตัณฑวิรุฬห์ ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่ามาเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ สาขาวิชาฟิสิกส์การแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทุกท่าน ที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ต่าง ๆ ทางด้านฟิสิกส์การแพทย์ และให้คำแนะนำในการศึกษาที่ดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่หน่วยเวชศาสตร์นิวเคลียร์ หน่วยรังสีรักษาและมะเร็งวิทยา ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อนๆ น้องๆ นักศึกษาปริญญาโทฟิสิกส์การแพทย์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนในการดำเนินการเก็บข้อมูลในการวิจัยเป็นอย่างดีตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงสำหรับ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่สาว ตลอดจนญาติพี่น้องและเพื่อนๆ ทุกคนที่ได้ให้การสนับสนุนส่งเสริมและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา จนทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ หากมีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขออภัยเป็นอย่างสูง มา ณ ที่นี้ด้วย และผู้เขียนหวังว่าวิทยานิพนธ์นี้คงมีประโยชน์บ้างไม่มากก็น้อยสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนผู้ที่สนใจจะศึกษางานวิจัยด้านนี้ต่อไป

จินตนา อุ่นจันทร์

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีดูดกลืนของสารรังสีไอโอดีน-131 ในปอด จากการคำนวณด้วยวิธีการวัดจากภาพสแกนสองมิติและโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA
ผู้เขียน	นางสาวจินตนา อุ่นจันทร์
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ฟิสิกส์การแพทย์)
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ. นงลักษณ์ วิลาสเดชานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รศ. พญ.มลฤดี เอกมหาชัย อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

249044

บทนำ ความถูกต้องในการคำนวณปริมาณรังสีดูดกลืนของสารรังสีไอโอดีน – 131 ในปอดมีความสำคัญในการกำหนดปริมาณรังสีที่เหมาะสมให้กับผู้ป่วย เพื่อรักษาผู้ป่วยให้หายจากโรคหรือสามารถควบคุมการดำเนินของโรคได้ โดยมีความเสี่ยงต่อรังสีน้อยที่สุด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีดูดกลืนในปอดด้วยวิธีคำนวณด้วยมือจากภาพสแกนสองมิติและจากโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA และศึกษาอิทธิพลของมวลปอดต่อการคำนวณค่าปริมาณรังสีดูดกลืน

วิธีการศึกษา เป็นการศึกษาแบบย้อนหลังในผู้ป่วยโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ที่มีการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งไปปอดจำนวน 10 ราย ที่เข้ารับการรักษาด้วยสารรังสีไอโอดีน-131เป็นครั้งแรก โดยใช้หลักการ เอ็ม ไอ อาร์ ดี คำนวณค่าปริมาณรังสีดูดกลืนในปอดด้วยวิธีคำนวณด้วยมือจากภาพสแกนสองมิติและการใช้โปรแกรมรังสีคณิต OLINDA และนำค่า S-value 2 ชุดที่ปรับปรุงจากข้อมูล SAF และมวลปอดของหุ่นจำลอง คริสตี้-แอกเคอร์แมน-สตาบิน และจากมวลปอดของคนไทยมาใช้ในการคำนวณตามสูตรของ เอ็ม ไอ อาร์ ดี การวิเคราะห์ข้อมูลค่าปริมาณรังสีดูดกลืนในปอดที่ได้จากการคำนวณทั้งสองวิธี ใช้ค่าร้อยละความแตกต่างและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ผลการศึกษา ปริมาณรังสีดูดกลืนในปอดที่คำนวณด้วยค่า S-value จากหุ่นจำลอง คริสตี้ - แอก

249044

เดอร์แมน - สตาบิน และที่คำนวณด้วยค่า S-value จากมวลปอดคนไทย มีความสัมพันธ์ดีเยี่ยม ระหว่างวิธีคำนวณมือและคำนวณจากโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 1.0 ค่าร้อยละความแตกต่างระหว่างวิธีคำนวณมือและโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA จากการคำนวณด้วยค่า S-value จากหุ่นจำลอง คริสตี้ - แอกเคอร์แมน - สตาบิน และที่คำนวณด้วยค่า S-value จากมวลปอดคนไทย มีค่าน้อยกว่า 0.5 และ 0.3 ตามลำดับ และพบว่าค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่คำนวณจาก S-value มวลปอดคนไทยมีค่าสูงกว่าค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่คำนวณได้จาก S-value ของหุ่นจำลอง คริสตี้ - แอกเคอร์แมน - สตาบิน ด้วยค่าร้อยละความแตกต่างอยู่ระหว่าง 20.4 ถึง 38.3

สรุปผลการศึกษา ปริมาณรังสีดูดกลืนที่ปอดจากการคำนวณด้วยวิธีทั้งสองมีค่าไม่แตกต่างกัน เมื่อใช้ S-value ชุดเดียวกัน ดังนั้นการคำนวณทั้งสองวิธีจึงใช้แทนกันได้ นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงมวลของอวัยวะจะมีอิทธิพลโดยตรงต่อค่า S-value และค่าปริมาณรังสีดูดกลืน จึงควรพิจารณาอย่างระมัดระวังในการนำไปใช้กับการคำนวณแบบ เอ็ม ไอ อาร์ดี และเสนอแนะให้หามวลของอวัยวะจากภาพการแพทย์คุณภาพสูงต่าง ๆ เช่น เอ็มอาร์ไอ ซีที อุลตราซาวน์ เพื่อปรับปรุงความถูกต้องแม่นยำของการคำนวณปริมาณรังสีดูดกลืนด้วยวิธีการคำนวณที่ใช้ในการศึกษานี้

Thesis Title	Comparison of Calculated I-131 Lung Absorbed Dose by Quantitative 2 Dimensional Scan Images and OLINDA Dosimetry Program
Author	Miss Jintana Ounchan
Degree	Master of Science (Medical Physics)
Thesis Advisory Committee	Assoc. Prof. Nonglak Vilasdechanon — Advisor Assoc. Prof. Molrudee Ekmahachai, M.D. — Co-advisor

ABSTRACT

219044

Introduction : The accuracy of radioiodine-131 absorbed dose to lungs was important for proper administered dose to the patient. In order to get a curative treatment as well as to control disease progression with the lowest radiation risk. This proposed study aimed to compare radioiodine-131 lung absorbed doses by manual calculation from quantitative two-dimensional scan images and OLINDA dosimetry program and to study the affect of lung mass on calculated absorbed dose.

Materials and Methods : Retrospective study of 10 well differentiated thyroid cancer with lung metastases patients who had first treatment of radioactive iodine-131 were studied. Calculation of radioactive absorbed dose in lungs by manual calculation from two-dimensional scan images and OLINDA dosimetry program did under MIRD principle. Two sets of adjusted S-value from SAF, lungs mass of Cristy-Eckerman-Stabin phantoms and Thai 's lung mass were used for calculation by MIRD formula. The lung absorbed dose data from both calculation methods were analyzed by the percentage of differences and correlation coefficients .

Results : An excellent correlation between manual calculation and OLINDA dosimetry program was found by using the S-value of Cristy–Eckerman–Stabin phantoms as well as by using the

249044

adjusted S-value with Thai 's lung mass for absorbed dose calculation, r = 1.0. The percentage of difference between manual calculation and OLINDA dosimetry program by Cristy–Eckerman–Stabin S-value and adjusted S-value with Thai 's lung mass was lesser than 0.5 and 0.3, respectively. Furthermore, a higher lung absorbed dose was found in adjusted S-value of Thai 's lung mass than S-value of Cristy-Eckerman-Stabin phantom. The percentage of absorbed dose difference by these two S-value sets laid between 20.4 to 38.3.

Conclusion : The absorbed doses in lungs calculated by these methods were not different when using the same S-value data set. Thus, both calculation methods could be compatible. In addition, changing of organ mass directly affected on S-value and organ absorbed dose that should be carefully consider in MIRD calculation. To define organ mass by a high-quality of medical images such as MRI, CT, US were recommended to improve accuracy and precision of absorbed dose calculation by these studied methods.

สารบาญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบาญตาราง	ฎ
สารบาญภาพ	ฑ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ต
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาที่นำไปสู่งานวิจัย	1
1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	5
1.5 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย	5
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน	
2.1 กายวิภาคของต่อมไทรอยด์ (anatomy of thyroid gland)	7
2.1.1 ลักษณะรูปร่างทั่วไป	7
2.1.2 ตำแหน่งของต่อมไทรอยด์	8
2.1.3 โครงสร้างของต่อมไทรอยด์	9
2.2 การทำงานของต่อมไทรอยด์	11
2.2.1 การสังเคราะห์ไทรอยด์ฮอร์โมน	11
2.2.2 การหลั่งไทรอยด์ฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์	12
2.2.3 การควบคุมการหลั่งไทรอยด์ฮอร์โมน	14

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 โรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ (thyroid carcinoma)	15
2.3.1 พยาธิวิทยาของโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์	15
2.3.2 แนวทางในการรักษาโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์	17
2.4 การรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ด้วยสารรังสีไอโอดีน-131	19
2.4.1 คุณลักษณะของสารรังสีไอโอดีน-131	19
2.4.2 การกำหนดปริมาณสารรังสีไอโอดีน-131 ในการรักษาโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์	20
2.5 การคำนวณปริมาณรังสีภายในร่างกาย (internal radiation dosimetry)	22
2.5.1 การคำนวณปริมาณรังสีภายในด้วยวิธี MIRD	23
2.6 โปรแกรมรังสีคณิต OLINDA /EXM	34
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	36
3.2 วิธีการศึกษา	47
3.2.1 การรวบรวมข้อมูลผู้ป่วย	47
3.2.2 หลักการคำนวณหาค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่ปอด	47
3.2.3 การคำนวณหาค่า cumulated activity ในปอด ($\widetilde{A}_{(L)}$) และในต่อมไทรอยด์ ($\widetilde{A}_{(Thy)}$)	47
3.2.4 วิธีคำนวณหาค่า S-value	57
3.2.5 วิธีคำนวณหาค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่ปอด ($\overline{D}_{(L)}$)	60
3.2.6 การคำนวณปริมาณรังสีดูดกลืนด้วยโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA	61
3.2.7 เปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่ปอดจากการคำนวณจากภาพสแกนสองมิติและโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA	64
3.2.8 หาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการคำนวณจากภาพสแกนสองมิติและโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA	64
3.2.9 ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	64

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 สรุปวิธีการศึกษาวิจัย	65
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ข้อมูลผู้ป่วยโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์	67
4.2 ค่า S-value ของสารรังสีไอโอดีน-131	68
4.2.1 ค่า S-value ของ หุ่นจำลองคริสตี้-แอกเคอร์แมน-สตาบิน	68
4.2.2 ค่า S-value ของคนไทย	71
4.2.3 ความแตกต่างของค่า S-value ระหว่างหุ่นจำลองคริสตี้ – แอกเคอร์แมน-สตาบิน กับคนไทย	72
4.3 ค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่ปอด	74
4.3.1 ปริมาณกัมมันตภาพรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ ค่า $\widetilde{A}_{(s)}$ และ ค่าอัพเทคที่ปอด และต่อมไทรอยด์	74
4.3.2 ค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่ปอด ($\overline{D}_{(L)}$) คำนวณด้วยค่า S-value ของหุ่นจำลองคริสตี้ - แอกเคอร์แมน - สตาบิน โดยวิธีคำนวณด้วยมือและโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA	75
4.3.3 ค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่ปอด ($\overline{D}_{(L)}$) คำนวณด้วยค่า S-value ของคนไทยโดยวิธีคำนวณด้วยมือและโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA	76
4.3.4 ค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่ปอด ($\overline{D}_{(L)}$) คำนวณด้วยค่า S-value ของหุ่นจำลองคริสตี้ - แอกเคอร์แมน – สตาบิน เปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณจาก S-value ของคนไทย	78
บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผลการศึกษา	81
เอกสารอ้างอิง	85
ภาคผนวก	89
ภาคผนวก ก เอกสารรับรองโครงการวิจัยในมนุษย์	90

สารบาญ (ต่อ)

		หน้า
ภาคผนวก ข	ข้อมูลผู้ป่วยโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ชนิด well differentiated cell ที่เข้าเกณฑ์สำหรับการศึกษานี้	91
ภาคผนวก ค	การหาค่า C ที่ตำแหน่งปอด	94
ภาคผนวก ง	ค่า SAF และ $y_i E_i SAF$ จากต่อมไทรอยด์ไปปอด และจากปอดไปปอดสำหรับสารรังสีไอโอดีน-131	95
ประวัติผู้เขียน		99

สารบาญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	สถิติจำนวนผู้ป่วยโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ของหน่วยงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2550 แยกตามชนิดของเซลล์และตำแหน่งที่เซลล์มะเร็งแพร่กระจายไป	17
3.1	แสดงค่า specific absorbed fraction (g^{-1}) ของต่อมไทรอยด์และปอดที่ได้จากการศึกษาในหุ่นจำลองคริสตี้และแอกเคอร์แมน และหุ่นจำลองหญิงตั้งครรภ์ 3 เดือน 6 เดือนและ 9 เดือนของสตาบิน	41
3.2	ข้อมูลน้ำหนักอวัยวะภายใน ของหุ่นจำลอง คริสตี้และแอกเคอร์แมน	42
3.3	ข้อมูลน้ำหนักอวัยวะภายในของหุ่นจำลองหญิงโตเต็มวัย หญิงตั้งครรภ์ 3 เดือน 6 เดือน และ 9 เดือน ของสตาบิน	43
3.4	ชนิดของรังสี พลังงานรังสีขนาดต่าง ๆ ที่เกิดจากการสลายตัวของสารรังสีไอโอดีน- 131	44
3.5	แสดงน้ำหนักต่อมไทรอยด์และปอดของคนไทย	44
4.1	แสดงข้อมูลผู้ป่วยโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ที่เข้าเกณฑ์ในการศึกษาจำนวน 10 ราย	67
4.2	แสดงความแตกต่างระหว่างค่า S - value จากต่อมไทรอยด์ไปปอดที่คำนวณด้วยมือโดยใช้ข้อมูลของหุ่นจำลองคริสตี้ – แอกเคอร์แมน- สตาบิน($S_{(L\leftarrow Thy)}$ Cristy) และค่าที่คำนวณจากโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA	68
4.3	แสดงความแตกต่างระหว่างค่า S - value จากปอดไปปอดที่คำนวณด้วยมือโดยใช้ข้อมูลของหุ่นจำลองคริสตี้ – แอกเคอร์แมน-สตาบิน($S_{(L\leftarrow L)}$ Cristy) และค่าที่คำนวณจากโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA	69
4.4	แสดงความแตกต่างระหว่างค่า S - value จากต่อมไทรอยด์ไปปอดที่คำนวณด้วยมือโดยใช้ข้อมูลของคนไทย ($S_{(L\leftarrow Thy)}$ Thai) และค่าที่คำนวณด้วยโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA	71
4.5	แสดงความแตกต่างระหว่างค่า S - value จากปอดไปปอดที่คำนวณด้วยมือ โดยใช้ข้อมูลของคนไทย ($S_{(L\leftarrow L)}$ Thai) และค่าที่คำนวณด้วยโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA	72

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
4.6	แสดงค่ามวลปอดของหุ่นจำลองคริสตี้ - แอกเคอร์แมน - สตาบิน มวลปอดของคนไทย ค่าร้อยละความแตกต่างของมวลปอดและค่า S-value ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือโดยใช้ข้อมูลมวลปอดทั้งสอง	73
4.7	ปริมาณสารรังสีไอโอดีน-131 ที่ให้กับผู้ป่วย 10 ราย ค่า $\widetilde{A}_{(s)}$ ค่าร้อยละของการอัพเทคที่ต่อมไทรอยด์และปอด	74
4.8	แสดงความแตกต่างระหว่างปริมาณรังสีดูดกลืนที่ปอด ($\overline{D}_{(L)}$) ของผู้ป่วย 10 ราย ที่คำนวณด้วยมือและโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA โดยใช้ค่า S - value ของหุ่นจำลองคริสตี้-แอกเคอร์แมน-สตาบิน	75
4.9	แสดงความแตกต่างระหว่างปริมาณรังสีดูดกลืนที่ปอด ($\overline{D}_{(L)}$) ของผู้ป่วย 10 ราย ที่คำนวณด้วยมือและด้วยโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA โดยใช้ค่า S - value ของคนไทย	77
4.10	แสดงความแตกต่างระหว่างปริมาณรังสีดูดกลืนที่ปอด($\overline{D}_{(L)}$) ในผู้ป่วย 10 ราย ที่คำนวณจากด้วยมือเมื่อใช้ค่า S - value ของหุ่นจำลองคริสตี้ - แอกเคอร์แมน - สตาบินและ S - value ของคนไทย	78
4.11	แสดงความแตกต่างระหว่างปริมาณรังสีดูดกลืนที่ปอดในผู้ป่วย 10 ราย ที่คำนวณด้วยโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA เมื่อใช้ค่า S - value ของหุ่นจำลองคริสตี้ – แอกเคอร์แมน – สตาบินและของคนไทย	80

สารบาญภาพ

รูป		หน้า
2.1	กายวิภาคของต่อมไทรอยด์ด้านหน้า แสดงตำแหน่งที่ตั้ง รูปร่าง เส้นเลือดที่เข้ามาเลี้ยงต่อมไทรอยด์ พิรามิดอลโลป และอวัยวะใกล้เคียง	7
2.2	กายวิภาคของต่อมไทรอยด์ด้านหลัง แสดงตำแหน่งของต่อมพาราไทรอยด์ จำนวน 4 ต่อม ที่อยู่ค่อนไปด้านหลังของกลีบต่อมไทรอยด์ทั้งซ้ายและขวา	8
2.3	กายวิภาคของเส้นเลือดแดง เส้นเลือดดำ และเส้นประสาท ของต่อมไทรอยด์	9
2.4	โครงสร้างของเซลล์ต่อมไทรอยด์ ซึ่งประกอบด้วย แคปซูลของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ไทรอยด์ฟอลลิเคิล ซีเซลล์ สารคอลลอยด์ และเส้นเลือดแดงฝอย	10
2.5	สูตรโครงสร้างโมเลกุลของผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาจับคู่ของโมเลกุลไทโรซีน เป็น ไทรอกซีน (T4) ไตรไอโอโดไทโรนิน (T3) และรีเวอร์สไตรไอโอโดไทโรนิน (rT3)	12
2.6	การหลั่งไทรอยด์ฮอร์โมนของต่อมไทรอยด์ ผ่านขบวนการเอนโดไซโตซีส ฟาโกไซโตซีส และ โปรติโอไลซีส ของไทรอยด์เซลล์	13
2.7	แกนควบคุมการหลั่งไทรอยด์ฮอร์โมน ประกอบด้วย ฮอร์โมนทีอาร์เอช จากไฮโปทาลามัส ฮอร์โมนทีเอสเอช จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า และระดับฮอร์โมน ที 3 ที 4 ในเลือด ที่ส่งสัญญาณกลับไปกระตุ้นหรือยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน	14
2.8	สถิติผู้ป่วยโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ของโรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ 4 ปีย้อนหลัง (พ.ศ. 2547 – 2550)	15
2.9	การสลายตัวของสารรังสีไอโอดีน- 131 ให้รังสีบีตาและรังสีแกมมาหลากหลายพลังงาน เพื่อกลายเป็นธาตุเสถียร ซีนอน-131	20
2.10	แสดงอวัยวะต้นกำเนิดรังสี (source organ) และอวัยวะเป้าหมาย (target organ) จากการใช้ สารเภสัชรังสี I-131 ไอโอดายน์ ^{99m}Tc คอลลอยด์ และ Xe-133 ซาลายน์	23

สารบาญภาพ (ต่อ)

รูป		หน้า
2.11	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกัมมันตภาพรังสีและเวลา	25
2.12	ภาพสแกนสองมิติด้านหน้าและด้านหลังแบบทั้งตัวของผู้ป่วยโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ที่มีการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งไปที่ปอด	27
2.13	ภาพสเปก (SPECT) ของปอด	27
2.14	ภาพสเปก (SPECT) และภาพซีที (CT) ปอดของผู้ป่วยโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ที่มีการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งไปที่ปอด	28
2.15	ภาพเพ็ต (PET) ของก้อนมะเร็งในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน	28
2.16	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานและอัตราค่านับวัดที่ใช้แก้ค่ารังสีกระเจิง	30
2.17	การดูดกลืนพลังงานรังสีชนิดต่าง ๆ ในเนื้อเยื่อต้นกำเนิดของสารกัมมันตรังสี I-123 C-11 และ C-14	33
3.1	ผลการ ตรวจสแกนสองมิติแบบทั้งตัว ของหน่วยเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	37
3.2	ภาพสแกนสองมิติด้านหน้าและด้านหลังแบบทั้งตัวของผู้ป่วยโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ที่มีการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งไปที่ปอดที่เวลา 7 วัน หลังจากได้รับสารรังสีไอโอดี-131	37
3.3	เครื่องตรวจสเปกแบบสองหัวตรวจ ยี่ห้อ Philips รุ่น SKYLIGHT	38
3.4	โปรแกรมประมวลผลภาพสแกนสองมิติ รุ่น Philips JETstream workspace เวอร์ชัน 3.0	38
3.5	สารรังสีไอโอดีน-131 แบบ point source ปริมาณกัมมันตภาพรังสี 18.5 เมกกะเบคเคอเรล	39
3.6	Cylinder phantom	39
3.7	เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ยี่ห้อ Acer รุ่น aspire 4520 ผลิตโดยบริษัท Acer	40
3.8	โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft office Excel เวอร์ชั่น 2003	45
3.9	หน้าหลักของโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA / EXM ของ Vanderbilt Universityประเทศสหรัฐอเมริกา	46

สารบาญภาพ (ต่อ)

รูป		หน้า
3.10	ภาพแสดง ROI ของปอด ต่อมไทรอยด์ และ background และการวัดความยาวของ ROI ปอดและต่อมไทรอยด์	49
3.11	ตำแหน่ง point source ใน cylinder phantom ปอด	52
3.12	ตำแหน่งหัววัดรังสีที่วางบนขอบของ cylinder phantom ปอด	52
3.13	หน้าจอเครื่อง SPECT แสดงตำแหน่งของหัววัดรังสีในการวัด point source ใน cylinder phantom ปอด	53
3.14	ภาพแสดง ROI ของ point source และ background ในการทดลองหาค่า C เพื่อปรับเทียบระบบ	53
3.15	แสดงการป้อนข้อมูล ค่าร้อยละของการอัพเทคและค่า T_{eff} ของปอดลงในโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA	62
3.16	แสดงค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA	63
3.17	แสดงค่ามวลของอวัยวะภายในโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA ที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่ามวลของอวัยวะต่าง ๆ ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน	63
4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า S-value จากต่อมไทรอยด์ไปปอด จากการคำนวณด้วยมือและโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA โดยใช้ฐานข้อมูลรังสีของหุ่นจำลองคริสตี้-แอกเคอร์แมน-สตาบิน($S_{(L\leftarrow Thy)\,\mathrm{Cristy}}$)	70
4.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า S-value จากปอดไปปอด จากการคำนวณด้วยมือและโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA โดยใช้ฐานข้อมูลรังสีของหุ่นจำลองคริสตี้-แอกเคอร์แมน-สตาบิน($S_{(L\leftarrow L)\,\mathrm{Cristy}}$)	70
4.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่ปอด ($\overline{D}_{(L)}$) ที่คำนวณด้วยมือและโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA โดยใช้ค่า S - value ของหุ่นจำลองคริสตี้ – แอกเคอร์แมน - สตาบิน	76
4.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่ปอด ($\overline{D}_{(L)}$) คำนวณด้วยมือและโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA โดยใช้ค่า S - value ของคนไทย	77

สารบาญภาพ (ต่อ)

รูป		หน้า
4.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่ปอด ($\overline{D}_{(L)}$) ที่คำนวณด้วยมือเมื่อใช้ค่า S-value ของหุ่นจำลอง คริสตี้ – แอกเคอร์แมน– สตาบินและของคนไทย	79
4.6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่ปอด ($\overline{D}_{(L)}$) ที่คำนวณด้วยโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA เมื่อใช้ค่า S-value ของหุ่นจำลองคริสตี้ - แอกเคอร์แมน - สตาบินและของคนไทย	80

อักษรย่อและสัญลักษณ์

A	activity (กัมมันตภาพรังสี)
A_0	administered activity
$\tilde{A}_{(S)}$	cumulated activity ในอวัยวะต้นกำเนิดรังสี
Bq	Becquerel (เบคเคอเรล)
Bg	Background activity (กัมมันตภาพรังสีพื้นหลัง)
C	Source calibration factor (ค่าปรับเทียบอัตรานับวัดกัมมันตรังสีต่อหน่วยความแรงรังสี)
Ci	Curie (คูรี)
C_{LS}	Counts within the lower scatter window
cpm	count per minute
cps	count per second
cGy	Centigray (เซนติเกรย์)
cm	Centimeter (เซนติเมตร)
C_{pp}	Total counts within the photo peak window
CT	computed tomography (เอกซเรย์คอมพิวเตอร์)
C_T	Counts true
C_{US}	Counts within the upper scatter window
C_A	count in anterior
C_P	count in posterior
D	absorbed dose (ปริมาณรังสีดูดกลืน)
d	day
DFs	dose conversion factor

2D	2 dimension
3D	3 dimension
DIT	diiodotyrosine
F_S	scaling factor
GBq	Gigabecquerel (กิกกะเบคเคอเรล)
Gy	Gray (เกรย์)
H_2O_2	hydrogen peroxide
hr	hour (ชั่วโมง)
I-131	Iodine-131
I_A	count rate in anterior
I_P	count rate in posterior
ICRP	International Commission on Radiological Protection
J/kg	Joule per kilogram
keV	Kiloelectron Volt (กิโลอิเล็กตรอนโวลต์)
$KClO_4^-$	Potassium perchlorate
λ_{eff}	effective decay constant (ค่าคงที่การสลายตัวยังผล)
μ_e	effective linear attenuation coefficient (สัมประสิทธิ์การทอนเชิงเส้น)
m	mass (มวล)
MIT	monoiodotyrosine
MBq	megabecquerel (เมกกะเบคเคอเรล)
mCi	millicurie (มิลลิคูรี)
MeV	Megaelectron Volt (เมกกะอิเล็กตรอนโวลต์)
mGy	milligray (มิลลิเกรย์)
MIRD	Medical Internal Radiation Dosimetry

MCNP4b	Monte Carlo Neutral Particle version 4b
PET	Positron emission tomography
ROI	region of interest
rT3	reversed triiodothyronine
S	source organ (อวัยวะต้นกำเนิดรังสี)
$S_{(T \leftarrow S)}$	the mean dose per unit cumulated activity ($S-value$)
SCN^-	Sulfer thiocyanate
sec	second (วินาที)
SPECT	Single photon emission computed tomography
SAF	Specific absorbed fraction
T	target organ (อวัยวะเป้าหมาย)
t	time(เวลา)
T_4	thyroxine หรือ tetraiodothyronine
T_3	triiodothyronine
T_b	biological half - life (ครึ่งชีวิตทางชีวภาพของสารกัมมันตรังสี)
TcO_4	Technetium pertechnetate
Tc-99m	Technetium-99m
T_{eff}	effective half-life (ครึ่งชีวิตยังผล)
T_p	physical half – life (ครึ่งชีวิตทางกายภาพของสารกัมมันตรังสี)
TRH	thyrotropin releasing hormone
TSH	thyroid stimulating hormone
TPO	thyroperoxidase
WBS	whole body scan
ϕ	absorbed fraction