เอกสารอ้างอิง

1. Chiang Mai cancer registry Maharaj Nakorn Chiang Mai Hospital. *Annual report 2004*. Srisukho S, Sumitsawan Y, editors. Academic Publishing Unit, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand, 2008; 40.

2. Chiang Mai cancer registry Maharaj Nakorn Chiang Mai Hospital. *Annual report 2005*. Srisukho S, Sumitsawan Y, editors. Academic Publishing Unit, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand, 2009; 58.

3. Chiang Mai cancer registry Maharaj Nakorn Chiang Mai Hospital. *Cancer incidence and morality in Chiang Mai 2006*.Srisukho S,Sumitsawan Y, editors. Academic Publishing Unit, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand, 2009; 58.

4. Chiang Mai cancer registry Maharaj Nakorn Chiang Mai Hospital. *Cancer incidence and morality in Chiang Mai 2007*. Srisukho S, Sumitsawan Y, editors. Academic Publishing Unit, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand, 2010; 58.

5. มาคุ้มครอง โปษยะจินดา. "การรักษาโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ด้วยสารกัมมันตรังสีไอโอดีน" ใน*การตรวจและรักษาโรคต่อมไทรอยด์ด้วยสารกัมมันตรังสี*. หน้า 230-339. กรุงเทพฯ : จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์, 2551.

6. Seidlin S, Oshry E, Yallow AA. Spontaneous and experimentally induced uptake of radioactive iodine in metastases from thyroid carcinoma. *J Clin Endocrimol Metab* 1948; 8 : 423-5.

7. Rall JE, Alpers JB, Lewallen CG, Sonenberg M, Berman M, Rawson RW. Radiation pneumonitis and fibrosis : a complication of radioiodine treatment of pulmonary metastases from cancer of the thyroid. *J Clin Endocrinol & Metabol* 1957; 17(11) : 1263-75.

8. Benua RS, Cicale NR, Sonenberg M. The relation of radioiodine dosimetry to results and complications in the treatment of metastatic thyroid cancer . *AJR* 1962; 87(1) : 171–82.

9. Maxon HR, Thomas SR, Hertzberg VS, Kereiakes JG, Chen IW, Sperling MI, Saenger AE. Relation between effective radiation dose and outcome of radioiodine therapy for thyroid cancer. *Engl J Med* 1983;303(16) : 937-41.

10. Maxon HR, Englaro EE, Thomas SR, Hertzberg VS, Hinnefeld JD, Chen LS, Smith H, Cummungs D, Aden MD. Radioiodine – 131 treatment for differentiated thyroid cancer : a quantitative radiation dosimetric approach : outcome and validation in 85 patients. *J Nucl Med* 1992; 33(6) : 1132-6.

11. Samuel AM, Rajashekharrao B, Shah DH. Pulmonary metastases in children and adolescents with well differentiated thyroid cancer. *J Nucl Med* 1998; 39(9) : 1531-6.

12. Dorn R, Kopp J, Vogt H, Heidenreich P,Carroll RG, Gulec SA. Dosimetry guided radioactiveiodine treatment in patients with metastatic differentiated thyroid cancer : largest safe dose using a risk-adapted approach. *J Nucl Med* 2003; 44(3) : 451-6.

13. Sgouros G, Song H, Ladenson PW, Wahl RL. Lung toxicity in radioiodine therapy of thyroid carcinoma : development of a dose-rate method and dosimetric implications of the 80-mCi rule. *J Nucl Med* 2006; 47(12) :1977-84.

14. Song H, He B, Prideaux A, Du Y, Frey E, Kasecamp W, Ladenson PW, Wahl RL, Sgouros G. Lung dosimetry for radioiodine treatment planning in the case of diffuse lung metastases. *J Nucl Med* 2006; 47(12) : 1985-94.

15. Medknow Publications and Staff Society of Seth GS Medical College and KEM Hospital, Mumbai, India. Double pyramidalthyroid lobe. *Journal of Post- graduate Medicine* 2009; 55(1) : 41-2.

16. *Anatomy of the Thyroid Gland.* 2011.[Online].Available : http://www. Health-hype. com/thyroid-gland-location-anatomy-parts-and-pictures.html. (26 June 2011).

17. "*ต่อมไทรอยด์.*" 2010. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter4/hormone_from_thyroid.htm . (25 มีนาคม 2554)

18. "*ระบบต่อมไร้ท่อ.*" 2007. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://evoliuop.blogspot.com/2007/05/blog-post_29.html. (29 มีนาคม 2554).

19. สันต์ ใจยอดศิลป์. "*การสร้างฮอร์โมนไทรอยด์*" 2008. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.health.co.th/HealthEducationArticle4/ThyroidPhysiology.html . (2 เมษายน 2551)

20. *Thyroid function*.2011.[Online]. Available : http://people.upei.ca/bate/html/ notesonthyroidfunction.html.(2 July 2011).

21. The American Thyroid Association. *Cancer of the thyroid*.2005. [Online]. Available : http://www. thyroid.org/patients/brochures/ Thyroid Cancer_ brochure.pdf.(5 August 2010).

22. หน่วยเวชศาสตร์นิวเคลียร์. 2550. *สถิติหน่วยเวชศาสตร์นิวเคลียร์* โรงพยาบาลมหาราชนคร เชียงใหม่. เอกสารภายใน.

23. Robbins RJ, Schlumberger MJ. The evolving role of I-131 for the treatment of differentiated thyroid carcinoma. *J Nucl Med* 2005; 46(1) : 28s-36s.

24. Stabin MG, da Luz CQPL. New decay data for internal and external dose assessment. *Health Phys*. 2002; 83(4):471-5.

25. Stabin MG, Tagesson M, Thomas SR, Ljungberg M, Strand SD. Radiation dosimetry in nuclear medicine. *Appl Radiat Isotopes*. 1999; 50: 311-25.

26. Bevelacqua JJ. Internal dosimetry primer. *Radiation Protection Management* 2005; 22: 7-17.

27. Snyder WS, Ford MR, Warner GG. *MIRD pamphlet no.5, revised : estimate of specific absorbed fraction for photon sources uniformly distributed in various organs of a heterogeneous phantom.* Health Physics Division, Oak ridge National Laboratory,Oak ridge 1978; 1-70.

28. Siegel JA,Thomas SR, Stubbs JB, Stabin MG, Hays MT, Koral KF, Robertson JS, Howell RW, Wessels BW, Fisher DR, Weber DA , Brill AB. MIRD pamphlet no.16 : techniques for quantitative radiopharmaceutical biodistribution data acquisition and analysis for use in human radiation dose estimates. *J Nucl Med* 1999; 40 (2) : 37s-61s.

29. Stabin MG. *Documentation package of OLINDA 1.0*. Department of radiology and Radiological Sciences, Vanderbilt University, 2009 ;1-36.

30. Cristy M. and Eckerman K. *Specific absorbed fractions of energy at various ages from internal photon source*. ORNL/TM-8381. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, 1987.

31. Stabin M, Watson E, Cristy M, Ryman J, Eckerman K, Davis J, Marshall D, Gehlen K. *Mathematical model and specific absorbed fractions of photon energy in the nonpregmant adult female and at the end of each trimester of pregnancy.* ORNL/TM-12907,Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, 1995.

32. The Radiation Dose Assessment Resource. "*Available Phantoms*" [Online]. Available : http://www.doseinfo-radar.com/RADARphan.html.(10 March 2009).

33. Narongchai P, Narongchai S. Study of the normal internal organ weights in Thai population. *J Med Assoc Thai*. 2008 ;91(5):747-53.

34. The International Commission on Radiological Protection .*ICRP Publication 53, Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals*. Oxford: Pergamon Press, 1987.

35. Brown S, Bailey DL, Willowson K, Baldock C.Investigation of the relationship between linear attenuation coefficients and CT Hounsfield units using radionuclides for SPECT.*Applied Radiation and Isotopes*.2008;66:1206-12.

36. Stabin MG. Uncertainties in internal dose calculations for radiopharmaceuticals. *J Nucl Med* 2008; 49(5):853–60.

37. Division of Medical Imaging Physics,Johns Hopkins Medical Institutions. 2009. *Quantitative imaging methods for targeted radionuclide therapy (TRT).* [Online].Availble : http://www.dmip.rad.jhmi.edu/research/QSPECT.htm. (6 september 2009).

ภาคผนวก

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย

ภาคผนวก ก

เอกสารรับรองโครงการวิจัยในมนุษย์

เอกสารเลขที่ 304/2553

เอกสารรับรองโครงการวิจัยในมนุษย์

ชื่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย : คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย ชุดที่ 3
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ที่อยู่ : 110 ถนนอินทวโรรส ตำบลศรีภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวจินตนา อุ่นจันทร์

สังกัด : ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ชื่อเรื่องโครงการวิจัย : การเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีดูดกลืนของสารรังสีไอโอดีน-131 ในปอด จาก
การคำนวณด้วยวิธีการวัดจากภาพสแกนฟองมิลและโปรแกรมรังสีคณิต OLINDA : ศึกษาในผู้ป่วย
โรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ที่มีการแพร่กระจายของไอโอดีน

Study code : 100CT0100R

ผู้ให้ทุนวิจัย : -

เอกสารที่รับรอง	ฉบับที่รับรอง
โครงการวิจัย	- ฉบับที่ 1.0 วันที่ 9 กันยายน 2553
อัตประวัติส่วนตัวหัวหน้าโครงการ	- ฉบับวันที่ 9 กันยายน 2553

กระบวนการพิจารณาโครงการวิจัย : เร่งพิเศษ (Expedited Review)

ผลการพิจารณา คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย ได้พิจารณาแล้ว มีมติ

[√] เห็นชอบให้ดำเนินการวิจัยในขอบเขตที่เสนอได้

[ ] เห็นชอบให้ดำเนินการวิจัยได้ภายใต้เงื่อนไขข้างท้าย

.....

อนุมัติ ณ วันที่ 5 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2553 มีผลถึง วันที่ 4 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2554

คณะกรรมการฯ ชุดนี้ปฏิบัติตามแนวทางปฏิบัติการวิจัยทางคลินิก (GCPs) และแนวทางจริยธรรมสากล กฎหมายและข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง

ลงชื่อ : .....

(ศาสตราจารย์เกียรติคุณ นายแพทย์ปัญจะ กุลพงษ์)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย

ลงชื่อ : .....

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์นิเวศน์ นันทจิต)
คณบดีคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภาคผนวก ข

ข้อมูลผู้ป่วยโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ชนิด well differentiated cell ที่เข้าเกณฑ์สำหรับการศึกษานี้จำนวน 10 ราย

ตาราง ข.1 เวลาที่ทำการสแกนภาพแบบ WBS หลังได้รับการรักษาด้วยสารรังสีไอโอดีน-131 ปริมาณสารรังสีไอโอดีน-131 ที่ให้ผู้ป่วย (Days of post treatment WBS) ความยาวของปอด (Chest length) และเวลาในการสแกนภาพปอด (scan time)

Case	Days of post	Admin. dose	Chest length (cm)		scan time (sec)	
no.	treatment WBS	(mCi)	Lt	Rt	Lt chest	Rt chest
1	7	150	16	17	96	102
2	5	100	17	16.5	102	99
3	7	100	18	18	108	108
4	6	150	18	18.5	108	111
5	6	150	21	21	126	126
6	8	150	19	19.5	114	117
7	7	150	16.5	17	99	102
8	5	150	18	18	108	108
9	7	150	18	18	108	108
10	6	150	16	16	96	96

ตาราง ข.2 ค่านับวัด (C_A) และจำนวนพิกเซลในROI จากภาพสแกนปอดด้านหน้า (Anterior view)

Case no.	C_A in Lungs				จำนวนพิกเซล			
	Lt	Bg	Rt	Bg	Lt	Bg	Rt	Bg
1	133,566	4,792	169,248	5,481	1,985	139	2,036	137
2	41,648	1,913	50,785	1,647	2,219	212	2,267	150
3	15,600	774	17,856	830	2,725	226	2,747	247
4	20,872	548	37,065	748	2,328	105	2,452	118
5	17,654	1,407	21,044	1,171	3,100	259	3,277	249
6	67,347	4,175	85,894	6,776	2,708	191	2,985	266
7	20,394	497	31,503	581	2,301	129	2,467	130
8	104,591	4,287	109,355	4,084	2,607	212	2,723	212
9	45,834	1,721	68,193	2,394	2,532	248	2,532	255
10	521,658	18,267	591,830	17,650	1,931	199	2,246	105

ตาราง ข.3 ค่านับวัด (C_p) และจำนวนพิกเซลใน ROI จากภาพสแกนปอดด้านหลัง (Posterior view)

Case no.	Cp in Lungs				จำนวนพิกเซล			
	Lt	Bg	Rt	Bg	Lt	Bg	Rt	Bg
1	153,290	4,340	174,956	4,412	1,985	139	2,036	137
2	42,692	1,694	44,358	1,076	2,219	212	2,267	150
3	13,020	735	14,373	744	2,725	226	2,747	247
4	19,718	488	20,811	570	2,328	105	2,452	118
5	13,099	878	15,739	721	3,100	259	3,277	259
6	55,619	3,775	65,707	4,405	2,708	191	2,985	266
7	23,763	480	40,117	546	2,301	129	2,467	130
8	130,215	3,903	121,912	3,202	2,607	212	2,723	212
9	52,076	1,472	66,957	1,750	2,532	248	2,532	255
10	668,139	10,067	584,657	14,200	1,931	199	2,246	105

ตาราง ข.4 ค่านับวัด จำนวนพิกเซลในROI จากภาพสแกนต่อมไทรอยด์ทั้งด้านหน้า (Anterior view) และด้านหลัง (Posterior view) ความยาวของต่อมไทรอยด์ (Thyroid length) และเวลาในการสแกนภาพต่อมไทรอยด์

Case no.	C_A in Anterior view		Cp in Posterior view		จำนวนพิกเซล (Anterior view)		จำนวนพิกเซล (Posterior view)		Thyroid length	Scan time
	Thyroid	Bg	Thyroid	Bg	Thyroid	Bg	Thyroid	Bg	(cm)	(sec)
1	74,051	4,598	30,916	2,903	214	71	213	71	4	24
2	55,087	2,454	25,447	2,040	281	90	283	90	5	30
3	3,028	404	1,530	340	168	103	168	103	4	21
4	19,284	1,410	6,752	992	170	103	170	103	3	18
5	58,314	2,258	18,858	896	418	189	422	189	7	42
6	136,792	7,162	81,377	5,293	334	142	347	148	7	42
7	2,041	292	1,102	205	172	63	172	63	3	18
8	80,055	3,423	42,438	2,248	307	85	310	85	6	33
9	11,089	1,282	5,087	701	219	93	217	93	5	27
10	58,939	11,379	33,163	7,901	264	96	264	96	5	27

ภาคผนวก ค

การหาค่า C ที่ตำแหน่งปอด

เวลาที่ใช้ในการเก็บภาพเพื่อหาค่า C ที่ตำแหน่งปอดเท่ากับ 600 วินาที ปริมาณกัมมันตภาพรังสีไอโอดีน-131 ใน point source เท่ากับ 18.5 เมกกะเบคเคอเรล

		ค่านับวัด	จำนวนพิกเซล
หัววัดรังสีที่ 1	ภาพ ROI ของ point source	147,848	181
	ภาพ ROI ของ background	3,089	40
หัววัดรังสีที่ 2	ภาพ ROI ของ point source	144,416	181
	ภาพ ROI ของ background	3,336	40

ภาคผนวก ง

ค่า SAF และ y_iE_iSAF จากต่อมไทรอยด์ไปปอด และจากปอดไปปอดสำหรับสารรังสีไอโอดีน-131

ตาราง ง.1 แสดงค่า SAF และ y_iE_iSAF จากต่อมไทรอยด์ไปปอด สำหรับสารรังสีไอโอดีน-131 ของผู้ใหญ่เพศชาย ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือโดยใช้มวลปอดของหุ่นจำลอง คริสตี้-แฮ็กเคอร์-สตาบิน และมวลปอดคนไทย

Emission	y_i	E_i (MeV)	SAF (g -1)	$y_iE_iSAF_{Cristy}$ (MeV / g)	$y_iE_iSAF_{Thai}$ (MeV / g)
K α -2 X-ray	1.380×10^{-2}	2.950×10^{-2}	1.6168×10^{-6}	6.5818×10^{-10}	1.0667×10^{-9}
K α -1 X-ray	2.560×10^{-2}	2.980×10^{-2}	1.6667×10^{-6}	1.2715×10^{-9}	2.0608×10^{-9}
K β X-ray	9.100×10^{-3}	3.360×10^{-2}	2.2220×10^{-6}	6.7940×10^{-10}	1.1011×10^{-9}
γ -1	2.620×10^{-2}	8.020×10^{-2}	4.6000×10^{-6}	9.6657×10^{-9}	1.5666×10^{-8}
γ -2	2.700×10^{-3}	1.772×10^{-1}	4.2140×10^{-6}	2.0161×10^{-9}	3.2677×10^{-9}
γ -3	6.000×10^{-4}	2.725×10^{-1}	4.1242×10^{-6}	6.7430×10^{-10}	1.0929×10^{-9}
γ -4	6.140×10^{-2}	2.843×10^{-1}	4.1281×10^{-6}	7.2060×10^{-8}	1.1679×10^{-7}
γ -5	8.000×10^{-4}	3.181×10^{-1}	4.1394×10^{-6}	1.0534×10^{-9}	1.7073×10^{-9}
γ -6	2.000×10^{-4}	3.247×10^{-1}	4.1416×10^{-6}	2.6895×10^{-10}	4.3590×10^{-10}
γ -7	2.700×10^{-3}	3.258×10^{-1}	4.1419×10^{-6}	3.6435×10^{-9}	5.9052×10^{-9}
γ -8	2.000×10^{-4}	3.584×10^{-1}	4.1528×10^{-6}	2.9767×10^{-10}	4.8245×10^{-10}
γ -9	8.170×10^{-1}	3.645×10^{-1}	4.1548×10^{-6}	1.2373×10^{-6}	2.0053×10^{-6}
γ -10	5.000×10^{-4}	4.048×10^{-1}	4.1683×10^{-6}	8.4366×10^{-10}	1.3674×10^{-9}
γ -11	3.600×10^{-3}	5.030×10^{-1}	4.1988×10^{-6}	7.6032×10^{-9}	1.2323×10^{-8}
γ -12	7.170×10^{-2}	6.370×10^{-1}	4.1452×10^{-6}	1.8932×10^{-7}	3.0684×10^{-7}
γ -13	2.200×10^{-3}	6.427×10^{-1}	4.1429×10^{-6}	5.8578×10^{-9}	9.4941×10^{-9}
γ -14	1.770×10^{-2}	7.229×10^{-1}	4.1108×10^{-6}	5.2600×10^{-8}	8.5250×10^{-8}
Total				1.5858×10^{-6}	2.5702×10^{-6}
S-value				2.5373×10^{-7}	4.1123×10^{-7}

ตาราง ง.2 แสดงค่า SAF และ y_iE_iSAF จากต่อมไทรอยด์ไปปอด สำหรับสารรังสีไอโอดีน-131 ของผู้ใหญ่เพศหญิง ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือโดยใช้มวลปอดของหุ่นจำลอง คริสตี้-แอกเคอร์-สตาบิน และมวลปอดคนไทย

Emission	y_i	E_i (MeV)	SAF (g -1)	$y_iE_iSAF_{Cristy}$ (MeV / g)	$y_iE_iSAF_{Thai}$ (MeV / g)
K α -2 X-ray	1.380×10^{-2}	2.950×10^{-2}	2.26×10^{-6}	9.2180×10^{-10}	1.4127×10^{-9}
K α -1 X-ray	2.560×10^{-2}	2.980×10^{-2}	2.33×10^{-6}	1.7803×10^{-9}	2.7285×10^{-9}
K β X-ray	9.100×10^{-3}	3.360×10^{-2}	3.14×10^{-6}	9.6106×10^{-10}	1.4729×10^{-9}
γ -1	2.620×10^{-2}	8.020×10^{-2}	6.29×10^{-6}	1.3212×10^{-8}	2.0249×10^{-8}
γ -2	2.700×10^{-3}	1.772×10^{-1}	5.58×10^{-6}	2.6714×10^{-9}	4.0942×10^{-9}
γ -3	6.000×10^{-3}	2.725×10^{-1}	5.39×10^{-6}	8.8114×10^{-10}	1.3504×10^{-9}
γ -4	6.140×10^{-2}	2.843×10^{-1}	5.38×10^{-6}	9.3931×10^{-8}	1.4396×10^{-7}
γ -5	8.000×10^{-4}	3.181×10^{-1}	5.36×10^{-6}	1.3633×10^{-9}	2.0894×10^{-9}
γ -6	2.000×10^{-4}	3.247×10^{-1}	5.35×10^{-6}	3.4760×10^{-10}	5.327310^{-10}
γ -7	2.700×10^{-3}	3.258×10^{-1}	5.35×10^{-6}	4.7079×10^{-9}	7.2152×10^{-9}
γ -8	2.000×10^{-4}	3.584×10^{-1}	5.33×10^{-6}	3.8199×10^{-10}	5.854310^{-10}
γ -9	8.170×10^{-1}	3.645×10^{-1}	5.32×10^{-6}	1.5857×10^{-6}	2.4302×10^{-6}
γ -10	5.000×10^{-4}	4.048×10^{-1}	5.30×10^{-6}	1.0720×10^{-9}	1.6430×10^{-9}
γ -11	3.600×10^{-3}	5.030×10^{-1}	5.23×10^{-6}	9.4685×10^{-9}	1.4511×10^{-8}
γ -12	7.170×10^{-2}	6.370×10^{-1}	5.18×10^{-6}	2.3662×10^{-7}	3.6263×10^{-7}
γ -13	2.200×10^{-3}	6.427×10^{-1}	5.18×10^{-6}	7.3223×10^{-9}	1.1222×10^{-8}
γ -14	1.770×10^{-2}	7.229×10^{-1}	5.15×10^{-6}	6.5893×10^{-8}	1.0099×10^{-7}
			Total	2.0273×10^{-6}	3.1069×10^{-6}
			S-value	3.2436×10^{-7}	4.9710×10^{-7}

ตาราง ง.3 แสดงค่า SAF และ y_iE_iSAF จากปอดไปปอด สำหรับสารรังสีไอโอดีน-131 ของผู้ใหญ่เพศชายจากการคำนวณด้วยมือโดยใช้มวลปอดของหุ่นจำลอง คริสตี้-แอกเคอร์-สตาบิน และมวลปอดคนไทย

Emission	y_i	E_i (MeV)	SAF (g -1)	$y_iE_iSAF_{Cristy}$	$y_iE_iSAF_{Thai}$
β -1	2.100×10^{-2}	6.940×10^{-2}	1.00×10^{-3}	1.4574×10^{-6}	2.3621×10^{-6}
β -2	6.500×10^{-3}	8.690×10^{-2}	1.00×10^{-3}	5.6485×10^{-7}	9.1548×10^{-7}
β -3	7.270×10^{-2}	9.660×10^{-2}	1.00×10^{-3}	7.0228×10^{-6}	1.1382E-05
β -4	8.990×10^{-1}	1.916×10^{-1}	1.00×10^{-3}	1.7225×10^{-4}	2.7917E-04
β -5	5.000×10^{-4}	2.002×10^{-1}	1.00×10^{-3}	1.0010×10^{-7}	1.6224×10^{-7}
β -6	4.800×10^{-3}	2.832×10^{-1}	1.00×10^{-3}	1.3594×10^{-6}	2.2032×10^{-6}
Auger-L e-	5.100×10^{-2}	3.400×10^{-3}	1.00×10^{-3}	1.7340×10^{-7}	2.8104×10^{-7}
Auger-K e-	6.000×10^{-3}	2.460×10^{-2}	1.00×10^{-3}	1.4760×10^{-7}	2.3922×10^{-7}
ce-K e-	3.540×10^{-2}	4.560×10^{-2}	1.00×10^{-3}	1.6142×10^{-6}	2.6163×10^{-6}
ce-L e-	4.600×10^{-3}	7.470×10^{-2}	1.00×10^{-3}	3.4362×10^{-7}	5.5692×10^{-7}
ce-M e-	9.000×10^{-4}	7.900×10^{-2}	1.00×10^{-3}	7.1100×10^{-8}	1.1524×10^{-7}
ce-N+ e-	2.000×10^{-4}	8.000×10^{-2}	1.00×10^{-3}	1.6000×10^{-8}	2.5932×10^{-8}
ce-K e-	5.000×10^{-4}	1.427×10^{-1}	1.00×10^{-3}	7.1350×10^{-8}	1.1564×10^{-7}
ce-L e-	1.000×10^{-4}	1.718×10^{-1}	1.00×10^{-3}	1.7180×10^{-8}	2.7844×10^{-8}
ce-K e-	2.500×10^{-3}	2.497×10^{-1}	1.00×10^{-3}	6.2425×10^{-7}	1.0118×10^{-6}
ce-L e-	4.000×10^{-4}	2.789×10^{-1}	1.00×10^{-3}	1.1156×10^{-7}	1.8081×10^{-7}
ce-K e-	1.550×10^{-2}	3.299×10^{-1}	1.00×10^{-3}	5.1135E-06	8.2876×10^{-6}
ce-L e-	2.500×10^{-3}	3.590×10^{-1}	1.00×10^{-3}	8.9750×10^{-7}	1.4546×10^{-6}
ce-M e-	5.000×10^{-4}	3.633×10^{-1}	1.00×10^{-3}	1.8165×10^{-7}	2.9441×10^{-7}
ce-N+ e-	1.000×10^{-4}	3.643×10^{-1}	1.00×10^{-3}	3.6430×10^{-8}	5.9044×10^{-8}
ce-K e-	3.000×10^{-4}	6.024×10^{-1}	1.00×10^{-3}	1.8072×10^{-7}	2.9290×10^{-7}
K α -2 X-ray	1.380×10^{-2}	2.950×10^{-2}	2.5300×10^{-4}	1.0300×10^{-7}	1.6693×10^{-7}
K α -1 X-ray	2.560×10^{-2}	2.980×10^{-2}	2.4520×10^{-4}	1.8706×10^{-7}	3.0317×10^{-7}
K β X-ray	9.100×10^{-3}	3.360×10^{-2}	2.1372×10^{-4}	6.5347×10^{-8}	1.0591×10^{-7}
γ -1	2.620×10^{-2}	8.020×10^{-2}	6.9236×10^{-5}	1.4548×10^{-7}	2.3579×10^{-7}
γ -2	2.700×10^{-3}	1.772×10^{-1}	5.0684×10^{-5}	2.4249×10^{-8}	3.9302×10^{-8}
γ -3	6.000×10^{-4}	2.725×10^{-1}	5.0483×10^{-5}	8.2540×10^{-9}	1.3378×10^{-8}
γ -4	6.140×10^{-2}	2.843×10^{-1}	5.0562×10^{-5}	8.8261×10^{-7}	1.4305×10^{-6}
γ -5	8.000×10^{-4}	3.181×10^{-1}	5.0787×10^{-5}	1.2924×10^{-8}	2.0947×10^{-8}
γ -6	2.000×10^{-4}	3.247×10^{-1}	5.0831×10^{-5}	3.3010×10^{-9}	5.3501E-09
γ -7	2.700×10^{-3}	3.258×10^{-1}	5.0839×10^{-5}	4.4721×10^{-8}	7.2481×10^{-8}
γ -8	2.000×10^{-4}	3.584×10^{-1}	5.1056×10^{-5}	3.6597×10^{-9}	5.9314×10^{-9}
γ -9	8.170×10^{-1}	3.645×10^{-1}	5.1097×10^{-5}	1.5216×10^{-5}	2.4662×10^{-5}
γ -10	5.000×10^{-4}	4.048×10^{-1}	5.1365×10^{-5}	1.0396×10^{-8}	1.6850×10^{-8}
γ -11	3.600×10^{-3}	5.030×10^{-1}	5.197×10^{-5}	9.4107×10^{-8}	1.5252×10^{-7}
γ -12	7.170×10^{-2}	6.370×10^{-1}	5.063×10^{-5}	2.3124×10^{-6}	3.7478×10^{-6}
γ -13	2.200×10^{-3}	6.427×10^{-1}	5.057×10^{-5}	7.1507×10^{-8}	1.1589×10^{-7}
γ -14	1.770×10^{-2}	7.229×10^{-1}	4.977×10^{-5}	6.3684×10^{-7}	1.0321×10^{-6}
Total				2.1218×10^{-4}	3.4388×10^{-4}
S-value				3.3948×10^{-5}	5.5021×10^{-5}

ตาราง ง.4 แสดง ค่า SAF และ y_iE_iSAF จากปอดไปปอด สำหรับสารรังสีไอโอดีน-131 ของผู้ใหญ่เพศหญิงคำนวณด้วยมือโดยใช้มวลปอดของหุ่นจำลอง คริสตี้-แอกเคอร์-สตาบิน และมวลปอดคนไทย

Emission	Yi	Ei (MeV)	SAF (g -1)	$YiEi*SAF_{ref}$	$YiEi*SAF_{Viet}$
β -1	2.100×10^{-2}	6.940×10^{-2}	1.2500×10^{-3}	1.8218×10^{-6}	2.7920×10^{-6}
β -2	6.500×10^{-3}	8.690×10^{-2}	1.2500×10^{-3}	7.0606×10^{-7}	1.0821×10^{-6}
β -3	7.270×10^{-2}	9.660×10^{-2}	1.2500×10^{-3}	8.7785×10^{-6}	1.3454E-05
β -4	8.990×10^{-1}	1.916×10^{-1}	1.2500×10^{-3}	2.1531×10^{-4}	3.2998×10^{-4}
β -5	5.000×10^{-4}	2.002×10^{-1}	1.2500×10^{-3}	1.2513×10^{-7}	1.9176×10^{-7}
β -6	4.800×10^{-3}	2.832×10^{-1}	1.2500×10^{-3}	1.6992×10^{-6}	2.6041×10^{-6}
Auger-L e-	5.100×10^{-2}	3.400×10^{-3}	1.2500×10^{-3}	2.1675×10^{-7}	3.3218×10^{-7}
Auger-K e-	6.000×10^{-3}	2.460×10^{-2}	1.2500×10^{-3}	1.8450×10^{-7}	2.8276×10^{-7}
ce-K e-	3.540×10^{-2}	4.560×10^{-2}	1.2500×10^{-3}	2.0178×10^{-6}	3.0924×10^{-6}
ce-L e-	4.600×10^{-3}	7.470×10^{-2}	1.2500×10^{-3}	4.2953×10^{-7}	6.5828×10^{-7}
ce-M e-	9.000×10^{-4}	7.900×10^{-2}	1.2500×10^{-3}	8.8875×10^{-8}	1.3621×10^{-7}
ce-N+ e-	2.000×10^{-4}	8.000×10^{-2}	1.2500×10^{-3}	2.0000×10^{-8}	3.0651×10^{-8}
ce-K e-	5.000×10^{-4}	1.427×10^{-1}	1.2500×10^{-3}	8.9188×10^{-8}	1.3669×10^{-7}
ce-L e-	1.000×10^{-4}	1.718×10^{-1}	1.2500×10^{-3}	2.1475×10^{-8}	3.2912×10^{-8}
ce-K e-	2.500×10^{-3}	2.497×10^{-1}	1.2500×10^{-3}	7.8031×10^{-7}	1.1959×10^{-6}
ce-L e-	4.000×10^{-4}	2.789×10^{-1}	1.2500×10^{-3}	1.3945×10^{-7}	2.1372×10^{-7}
ce-K e-	1.550×10^{-2}	3.299×10^{-1}	1.2500×10^{-3}	6.3918×10^{-6}	9.7959×10^{-6}
ce-L e-	2.500×10^{-3}	3.590×10^{-1}	1.2500×10^{-3}	1.1219×10^{-6}	1.7193×10^{-6}
ce-M e-	5.000×10^{-4}	3.633×10^{-1}	1.2500×10^{-3}	2.2706×10^{-7}	3.4799×10^{-7}
ce-N+ e-	1.000×10^{-4}	3.643×10^{-1}	1.2500×10^{-3}	4.5538×10^{-8}	6.9789×10^{-8}
ce-K e-	3.000×10^{-4}	6.024×10^{-1}	1.2500×10^{-3}	2.2590×10^{-7}	3.4621×10^{-7}
K α -2 X-ray	1.380×10^{-2}	2.950×10^{-2}	3.4005×10^{-4}	1.3843×10^{-7}	2.1216×10^{-7}
K α -1 X-ray	2.560×10^{-2}	2.980×10^{-2}	3.2862×10^{-4}	2.5070×10^{-7}	3.8421×10^{-7}
K β X-ray	9.100×10^{-3}	3.360×10^{-2}	2.8536×10^{-4}	8.7252×10^{-8}	1.3372×10^{-7}
γ -1	2.620×10^{-2}	8.020×10^{-2}	9.0505×10^{-4}	1.9017×10^{-7}	2.9145×10^{-7}
γ -2	2.700×10^{-3}	1.772×10^{-1}	6.7810×10^{-5}	3.2443×10^{-8}	4.9721×10^{-8}
γ -3	6.000×10^{-4}	2.725×10^{-1}	6.7980×10^{-5}	1.1115×10^{-8}	1.7034×10^{-8}
γ -4	6.140×10^{-2}	2.843×10^{-1}	6.8074×10^{-5}	1.1883×10^{-6}	1.8212×10^{-6}
γ -5	8.000×10^{-4}	3.181×10^{-1}	6.8345×10^{-5}	1.7392×10^{-8}	2.6655×10^{-8}
γ -6	2.000×10^{-4}	3.247×10^{-1}	6.8398×10^{-5}	4.4417×10^{-9}	6.8073×10^{-9}
γ -7	2.700×10^{-3}	3.258×10^{-1}	6.8406×10^{-5}	6.0174×10^{-8}	9.2221×10^{-8}
γ -8	2.000×10^{-4}	3.584×10^{-1}	6.8667×10^{-5}	4.9221×10^{-9}	7.5434×10^{-9}
γ -9	8.170×10^{-1}	3.645×10^{-1}	6.8716×10^{-5}	2.0463×10^{-5}	3.1362×10^{-5}
γ -10	5.000×10^{-4}	4.048×10^{-1}	6.9038×10^{-5}	1.3973×10^{-8}	2.1415×10^{-8}
γ -11	3.600×10^{-3}	5.030×10^{-1}	6.9765×10^{-5}	1.2633×10^{-7}	1.9361×10^{-7}
γ -12	7.170×10^{-2}	6.370×10^{-1}	6.8211×10^{-5}	3.1154×10^{-6}	4.7745×10^{-6}
γ -13	2.200×10^{-3}	6.427×10^{-1}	6.8145×10^{-5}	9.6352×10^{-8}	1.4767×10^{-7}
γ -14	1.770×10^{-2}	7.229×10^{-1}	6.7214×10^{-5}	8.6003×10^{-7}	1.3181×10^{-6}
Total				2.6710×10^{-4}	4.0935×10^{-4}
S-value				4.2736×10^{-5}	6.5496E-05

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล	นางสาวจินตนา อุ่นจันทร์
วัน เดือน ปีเกิด	16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2520
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนท่าวังผาพิทยาคม จังหวัดน่าน ปีการศึกษา 2538
	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2542
ประวัติการทำงาน	รับราชการปี 2548 - ปัจจุบัน ตำแหน่งนักรังสีการแพทย์ 4 กลุ่มงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ศูนย์มะเร็งลำปาง กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข