



**การวิเคราะห์เพื่อประเมินความปลอดภัยต่อบุคลากรด้านการแพทย์ที่ใช้
ไอโอดีน-131 ที่สาขาเวชศาสตร์นิวเคลียร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
เพ็ญทิพย์ คุณารักษ์ อุณ สุทศศิริ วารุณี เตยโพธิ์ *นัท อัสวชาติโรจน์ *ประจักษ์ ธนาพิบูลย์ผล
กองสุขภาพ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ
16 ถ. วิภาวดีรังสิต เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร โทรศัพท์: 562-0088, โทรสาร: 562-3013**

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์และประเมินความปลอดภัยจากรังสีต่อบุคลากรทางการแพทย์ในการใช้ไอโอดีน-131 ที่สาขาเวชศาสตร์นิวเคลียร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ได้ทำการวิเคราะห์โดยเก็บตัวอย่างอากาศ (air sampling) เพื่อวัดความเข้มข้นของไอโอดีน-131 ที่ฟุ้งกระจายในอากาศภายในห้องปฏิบัติการที่ให้ยาไอโอดีน-131 แก่ผู้ป่วยจำนวน 169 ราย พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของไอโอดีน-131 ในอากาศแต่ละวัน มีค่าตั้งแต่ 0.94 - 262.66 เบ็กเคอเรล/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งต่ำกว่าค่า Derived Air Concentration (DAC) ของไอโอดีน-131 (700 เบ็กเคอเรล/ลูกบาศก์เมตร) แสดงว่าสามารถทำงานบริเวณนี้ได้อย่างปลอดภัยจากไอโอดีน-131

Radiation Safety Assessment of I-131 for Medical Personnel at Department of Nuclear Medicine, Siriraj Hospital

Pentip Khunarak Kun Suttsiri Warunee Tueypo

*Nut Asawachatrode *Prajuk Tanapiboonpon

Health Physics Div., Office of Atomic Energy for Peace

16 Vibhavadi Rangsit Rd., Chatuchak, Bangkok TEL. 562-0088, FAX. 562-3013

ABSTRACT

Radiation safety for medical personnel in using I-131 were assessed and carried out at the Department of Nuclear Medicine, Siriraj Hospital. Air sample were employed to determine concentrations of I-131 in laboratory environment. The air sampling was performed on a daily basis in front of a fume hood using for treatment of 169 hyperthyroid patients. The daily concentrations of I-131 in air were found at range of 0.94 to 262.66 Bq/m³. All values were well below the Derived Air Concentration (DAC) of Iodine-131 (700 Bq/m³). The place is safe for working with I-131.

* นิสิตชั้นปีที่ 4 ภาควิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล

1. บทนำ

ปัจจุบันได้มีการนำสารรังสีไอโอดีน-131 มาตรวจและรักษาผู้ป่วยในรายที่ต่อมไทรอยด์ผิดปกติ ในการนำสารไอโอดีน-131 มาใช้ ก่อนที่จะให้ผู้ป่วยรักษา จำเป็นจะต้องมีการแบ่งไอโอดีน-131 ให้ได้ปริมาณที่พอเหมาะกับผู้ป่วยทั้งในการตรวจและรักษาบ่อยครั้ง เนื่องจากไอโอดีน-131 สามารถระเหิดได้ ดังนั้นบุคลากรทางการแพทย์จึงมีโอกาสนี้จะสูดอากาศที่มีไอโอดีน-131 ปนเปื้อนอยู่เข้าไป ซึ่งในการเตรียมการก่อนที่จะให้ผู้ป่วยพบว่าบุคลากรได้รับสารรังสีไอโอดีน-131 เข้าไปในร่างกายโดยไม่ตั้งใจ เพื่อความปลอดภัยของบุคลากรด้านการแพทย์ จึงได้มีการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีน-131 โดยการดูอากาศในบริเวณห้องปฏิบัติการเพื่อจะได้ทราบถึงค่าความเข้มข้นของไอโอดีน-131 ในบรรยากาศ เพื่อจะได้ทราบว่าบุคลากรเหล่านั้นทำงานด้วยความปลอดภัยหรือไม่ หรือเมื่อพบว่าความเข้มข้นของไอโอดีน-131 ในบรรยากาศมีค่าสูงกว่าค่า DAC (Derived Air Concentration) จะได้ตรวจหาสาเหตุทำให้สารรังสีสูงและทำการแก้ไขได้ทันที เพื่อให้ผู้ที่ทำงานมีความปลอดภัยสูงสุด

โดยปกติบุคลากรทางการแพทย์ที่ทำงานเกี่ยวกับสารรังสีจะมีเครื่องวัดรังสีประจำตัวบุคคล (film badge) ซึ่งเป็นการวัดปริมาณรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกายเท่านั้น แต่ไอโอดีน-131 ที่ใช้เป็น unsealed source ซึ่งสามารถระเหิดได้ทำให้ฟุ้งกระจายและปนเปื้อนในบรรยากาศในห้องปฏิบัติการและสามารถเข้าไปในร่างกายของผู้ปฏิบัติงานได้ ดังนั้น การวัดรังสีภายนอกร่างกายจึงไม่เพียงพอ จำเป็นจะต้องมีการวัดความเข้มข้นของไอโอดีน-131 ในบรรยากาศ และปริมาณรังสีที่เข้าสู่ร่างกายด้วย

มีการศึกษาจากผู้ที่ได้รับไอโอดีนรังสีในการรักษาโรค โดยการดื่มหรือฉีดเข้าไปในร่างกาย เมื่อไอโอดีนรังสีเข้าสู่ร่างกายไม่ว่าจะกินหรือหายใจเข้าไป สารตัวนี้จะไปสะสมอยู่ที่ต่อมไทรอยด์ซึ่งเป็นอวัยวะวิกฤต (critical organ) ที่สารตัวนี้จะไปสะสมอยู่ 0.3 ส่วน อีก 0.7 ส่วนจะถูกขับถ่ายออกทางปัสสาวะในช่วงเวลา 16 ชั่วโมงหลังจากการรับไอโอดีน-131 เข้าสู่ร่างกาย ซึ่ง 0.3 ส่วนจะคงอยู่ในร่างกาย ส่วนที่ขับถ่ายออกมารั้งแรกนี้เป็น fast component clearance มี effective half life 0.35 - 0.6 วัน (~8.4 - 14.4 ชั่วโมง) ส่วนที่ขับถ่ายออกมาภายหลังเป็น slow component clearance มี effective half life 6 - 7.8 วัน

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วัสดุอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการดักจับไอโอดีน-131 ในบรรยากาศ

1. ไอโอดีน-131 activated charcoal มาตรฐาน
2. Activated charcoal (TEDA impregnated charcoal)
3. Glass microfibre filter, 4.7 cm
4. เครื่องดูดอากาศ Model 0522-V138-G21DX No. 0575
5. Multichannel analyser (MCA)
6. PCA-II Program พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
7. HPGe Detector Model CPVD 330-15190 No. 2491

2.2 วิธีการ

1. การเก็บตัวอย่าง

1.1. เปิดเครื่องดูดอากาศเพื่อเก็บตัวอย่างอากาศบริเวณปฏิบัติงานกับไอโอดีน-131 บันทึกเวลาเปิดเครื่องดูดอากาศ โดยอัตราการดูดอากาศ $0.025 \text{ m}^3/\text{min}$ มีกระดวยกรองอากาศและใช้ activated charcoal เป็นตัวดักจับไอโอดีน-131 เปิดเครื่องดูดอากาศตลอดเวลาที่มีการปฏิบัติงานกับไอโอดีน-131

1.2. ปิดเครื่องดูดอากาศ พร้อมบันทึกเวลาปิดเครื่องดูดอากาศแล้วเก็บตัวอย่างกระดวยกรองและ activated charcoal นำไปวิเคราะห์ต่อไป

2. การคำนวณความเข้มข้นของไอโอดีน-131

$$\text{ตามสมการ} \quad P = \frac{\text{cps } \lambda e^{\lambda T}}{V \cdot E_i \cdot f_i (1 - e^{-\lambda t})} \quad (\text{Bq/m}^3)$$

เมื่อ cps = คำนับวัดสุทธิ (count per second) ที่พลังงาน 365 keV

λ = ค่าคงที่การสลายตัวสำหรับไอโอดีน-131; $5.97 \times 10^{-5} \text{ นาที}^{-1}$

T = เวลาที่ใช้ก่อนการนับวัดภายหลังจากปิดเครื่องดูดอากาศ (นาที)

t = เวลาที่ใช้ดักจับไอโอดีน-131 (นาที)

V = อัตราการดูดอากาศ; 0.025 ลบ.ม./นาที

E_i = ประสิทธิภาพการนับวัดของระบบการนับวัดที่พลังงาน 365 keV

f_i = สัดส่วนการสลายตัวที่พลังงาน 365 keV คือ 0.82

3. วิธีการประเมิน

การประเมินความปลอดภัยของบุคลากรด้านการแพทย์ที่ใช้ไอโอดีน-131 ตรวจและรักษาผู้ป่วยมีการประเมินอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1. Monitoring of the working place

เป็นการประเมินความปลอดภัยของสถานที่ทำงาน ในกรณีไอโอดีน-131 เป็นสารรังสีที่ระเหิดได้ จึงมีโอกาที่จะฟุ้งกระจายไปปนเปื้อนอยู่ในบรรยากาศได้ ดังนั้น วิธีที่เหมาะสมที่สุด คือ การวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของไอโอดีน-131 ในบรรยากาศ และนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่า DAC ของไอโอดีน-131 ในบรรยากาศ ซึ่งมีค่า 7×10^2 Bq ถ้าตรวจพบว่าค่าความเข้มข้นมีค่าใกล้เคียงหรือมีค่าเกินกว่าค่า DAC แสดงว่าผู้ที่ทำงานอยู่ในบริเวณนั้นจะไม่ปลอดภัย ในกรณีเช่นนี้ จำเป็นจะต้องทำการวิเคราะห์รังสีภายในร่างกาย

2. Individual Monitoring

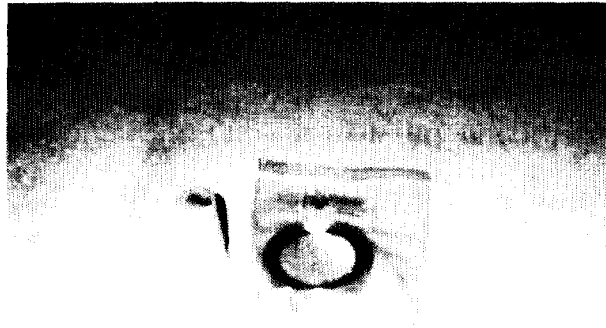
เป็นการประเมินความปลอดภัยจากปริมาณไอโอดีน-131 ภายในร่างกาย (thyroid) สามารถประเมินได้จากการฟุ้งกระจายและความเปราะป้อนสารรังสีในบรรยากาศซึ่งสามารถจะเข้าสู่ภายในร่างกายได้โดยการหายใจ ความเข้มข้นของไอโอดีน-131 ในบรรยากาศและเวลาที่บุคลากรทำงานอยู่ ณ จุดนั้น ทั้งนี้สามารถคำนวณค่าที่ร่างกาย intake เข้าไป จากสมการ

$$\text{Intake} = \text{CIT}$$

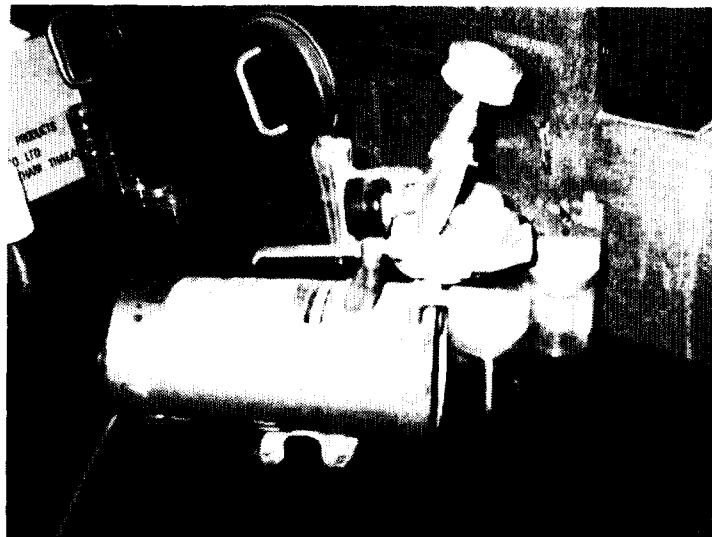
C	=	ความเข้มข้นของไอโอดีน-131 ในบรรยากาศของห้องปฏิบัติการ (Bq/m^3)
I	=	อัตราการเข้าไปในร่างกายโดยการหายใจ คือ $2 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{min}$
T	=	เวลาที่ปฏิบัติงานในบริเวณที่มีไอโอดีน-131 (นาที)

เมื่อได้ค่า intake ของไอโอดีน-131 แล้ว นำค่าที่ได้ไปคำนวณค่า committed effective dose equivalent ได้จาก ICRP 54 :committed dose equivalent per unit intake for thyroid = $2.9 \times 10^{-7} \text{ Sv/Bq}$

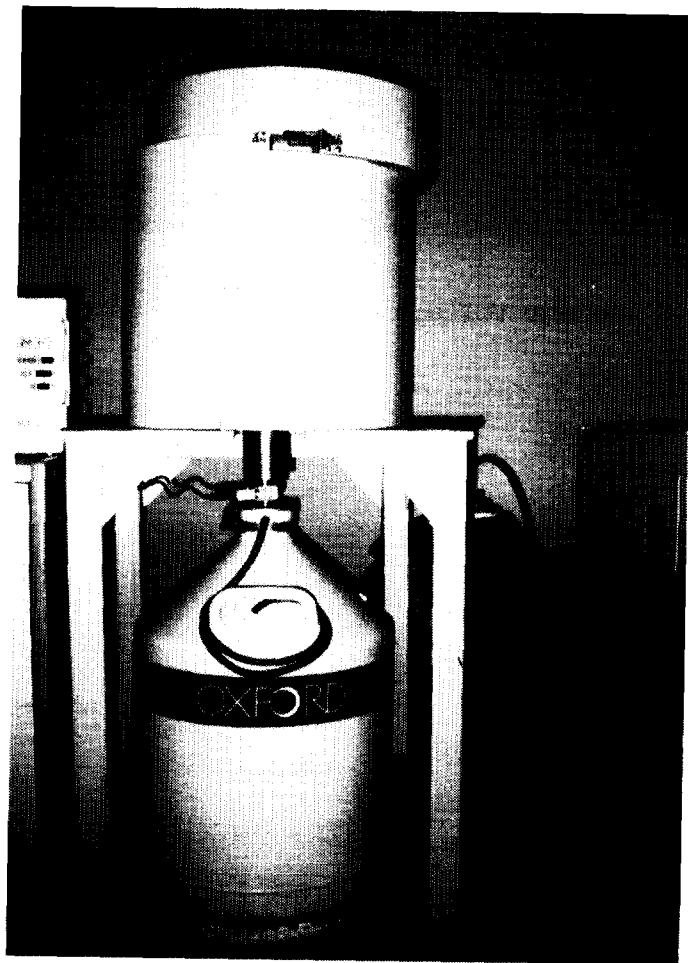
นำค่าปริมาณไอโอดีน-131 ที่ต่อมไทรอยด์ไปเปรียบเทียบกับค่า dose limit ที่ต่อมไทรอยด์ คือ 300 mSv/y หรือ 6 mSv/week หรือ 1.2 mSv/วัน



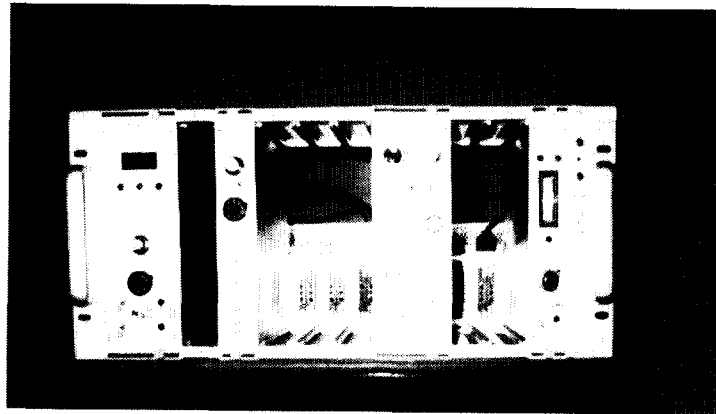
รูปที่ 1 แสดง Charcoal filter (ขวามือ) และสารกัมมันตรังสีมาตรฐาน Na-22 (ซ้ายมือ)



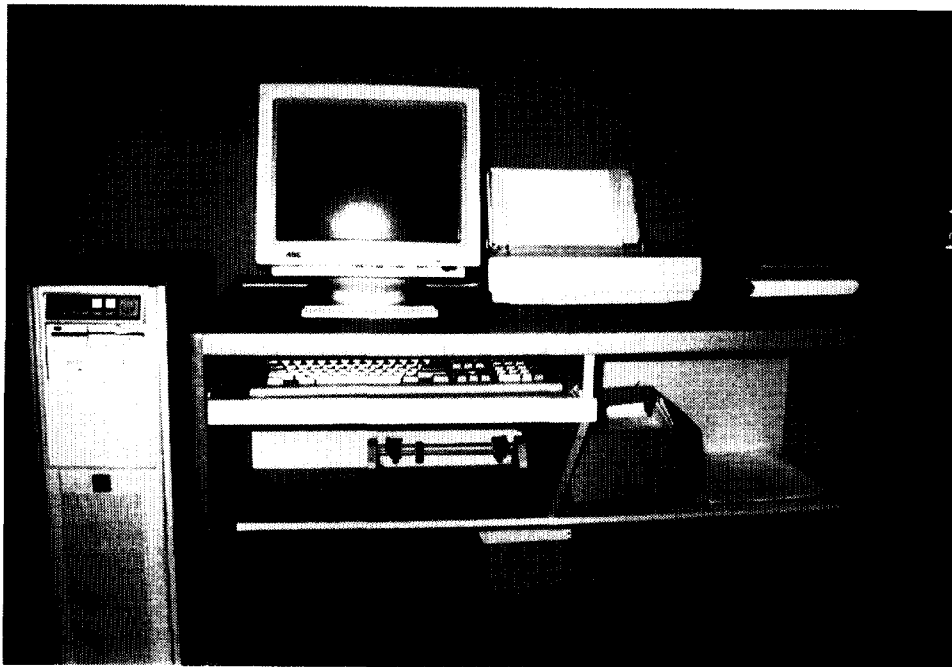
รูปที่ 2 แสดงเครื่องปรับอากาศ General Electric รุ่น A-C Motor Code S



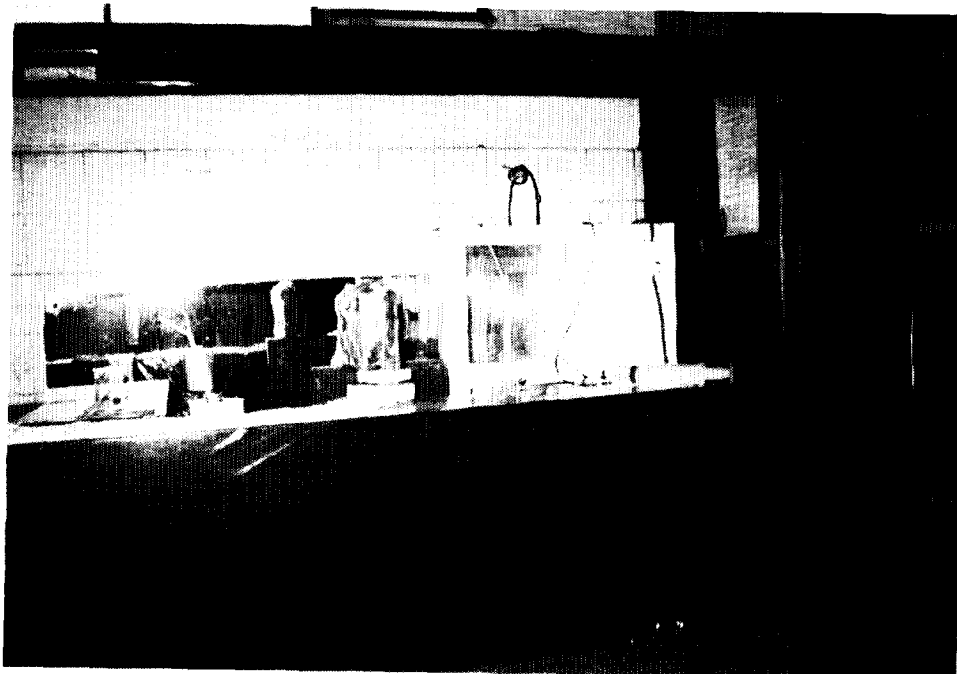
รูปที่ 3 แสดงหัววัดรังสีชนิด High-purity germanium detector



รูปที่ 4 แสดงส่วน Voltage power supply



รูปที่ 5 แสดงส่วนควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์



รูปที่ 6 แสดงบริเวณตู้คั่นให้ยารักษาไอโอดีน-131 แก่ผู้ป่วย



รูปที่ 7 แสดงการให้ยาแก่ผู้ป่วยแบบเปิด

3. ผลการศึกษาวิจัย

ค่าความเข้มข้นของไอโอดีน-131 ในบรรยากาศและค่าไอโอดีน-131 ในต่อมไทรอยด์
ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์เพื่อประเมินความปลอดภัยของบุคลากรทางการแพทย์ที่ใช้ไอโอดีน-131
ของโรงพยาบาลศิริราช

วัน เดือน ปี	Time interval in using I-131 (min)	Concentration of I-131 in air (Bq/m ³)	I-131 intake (Bq)	CED in Thyroid (μ Sv)
1 ส.ค. 2540	3	12.96	0.777	0.227
5 ส.ค. 2540	3	0.94	0.187	0.053
6 ส.ค. 2540	7	8.22	1.150	0.333
7 ส.ค. 2540	-	8.18	-	-
13 ส.ค. 2540	1	9.82	0.167	0.113
14 ส.ค. 2540	18	11.56	4.167	1.207
18 ส.ค. 2540	2	20.72	0.833	0.240
19 ส.ค. 2540	22	6.61	2.900	0.843
20 ส.ค. 2540	2	8.58	0.967	0.097
25 ส.ค. 2540	2	11.92	0.467	0.137
26 ส.ค. 2540	2	68.12	2.733	0.790
27 ส.ค. 2540	2	11.19	0.433	0.130
28 ส.ค. 2540	3	33.66	2.033	0.587
4 ก.ย. 2540	7	106.40	6.400	4.253
5 ก.ย. 2540	8	40.06	6.400	1.860
11 ก.ย. 2540	10	40.66	8.133	2.357
12 ก.ย. 2540	10	16.75	3.367	0.390
16 ก.ย. 2540	7	99.83	13.967	4.053
24 ก.ย. 2540	5	56.34	5.633	1.633
25 ก.ย. 2540	8	23.29	3.733	1.080
26 ก.ย. 2540	9	25.39	4.567	1.327
30 ก.ย. 2540	22	25.85	11.367	3.297

4. บทวิจารณ์และสรุปผล

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของไอโอดีน-131 ในบรรยากาศของห้องปฏิบัติการ ซึ่งบุคลากรทางการแพทย์ที่มีหน้าที่ในการแบ่งและเตรียมสารรังสีเพื่อจะนำไปตรวจและรักษาผู้ป่วย จากการวิเคราะห์ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2540 ถึงเดือนกันยายน 2540 มีค่าความเข้มข้นของไอโอดีน-131 ในบรรยากาศ อยู่ระหว่าง 0.94 - 106.40 Bq/m³ ซึ่งค่าความเข้มข้นของไอโอดีน-131 ในบรรยากาศในห้องปฏิบัติการมีค่าน้อยกว่าค่า DAC ของไอโอดีน-131 (700 Bq/m³)

ผลการได้รับไอโอดีน-131 ที่ต่อมไทรอยด์ของบุคลากรด้านการแพทย์ โดยคำนวณจากความเข้มข้นของไอโอดีน-131 ในบรรยากาศ จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.053 - 4.253 μ Sv ซึ่งมีค่าต่ำมาก เมื่อเทียบกับค่าที่ยอมให้ต่อมไทรอยด์สามารถรับได้ คือ 1.2 mSv/วัน แสดงว่าบุคลากรด้านการแพทย์เหล่านี้มีความปลอดภัยจากการปฏิบัติงานกับไอโอดีน-131

5. กติกรรมประกาศ

คณะผู้ทำการวิจัยขอขอบพระคุณ คุณพลสุข พงษ์พัฒน์ ผู้อำนวยการกองสุขภาพที่ให้การสนับสนุนโครงการนี้ นายรุ่งธรรม ทาคำ ที่ได้จัดเตรียมเอกสาร และ นายสิทธิพัฒน์ ฟื้นมา ที่ได้ถ่ายรูปอุปกรณ์ในการวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

1. ICRP 10. Report of Committee IV on Evaluation of Radiation Dose to Body Tissue from Internal Contamination due to Occupational Exposure., p. 24, 64-66. Pergamon Press, New York, 1968.
2. ICRP 26. Recommendation of the International Commission on Radiological Protection. Pergamon Press, New York, 1977.
3. ICRP 51. Biological Effect of Inhale Radionuclides. Pergamon Press, New York, 1987.
4. ICRP 54. Individual Monitoring for Intake of Radionuclides by Workers Design and Interpretation. Pergamon Press, Oxford, 1988.
5. ICRP 60, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Pergamon Press, Oxford, 1991.