

# 放射性核種 $^{131}\text{I}$ 과 $^{198}\text{Au}$ 에서 Window 幅에 따른 計數測定에 關한 研究

東南保健專門大學 放射線科

朴 成 玉

## Abstract

### A Study of Counting Efficiency according to the Window-width on Radionuclides $^{131}\text{I}$ and $^{198}\text{Au}$ .

Soung Ock Park

*Dept. of Radiotechnology, Dong Nam Health Junior College,  
Kyungki-do, Korea*

It is a experimental report to investigation for optimum window-width on radionuclides  $^{131}\text{I}$  and  $^{198}\text{Au}$

The obtained results were as follow;

1. In case of  $^{131}\text{I}$ ,
  - 1) The lowest counts produced at the window-width of 10KeV and 20KeV.
  - 2) The count rate, more increased, when the window-width more opened, but the counting efficiency is very good between 70KeV and 130KeV window-width (19.23% - 35.71% about the peak energy).
  - 3) The heighest counting rate per KeV of window appeared at 130KeV window-width.
  - 4) BKG counts increased proportionally to the wider window as  $5.473 + 0.016$  cpm.
2. In case of  $^{198}\text{Au}$ 
  - 1) The lowest counts appeared at 10KeV and 20KeV window.
  - 2) Count rate more increased, when window-width more opened, but the counting efficiency is very good between 80KeV and 140KeV window (19.46% - 34.06% about the peak energy).
  - 3) The heighest counting rate per KeV of the window appeared at 140KeV window.
  - 4) BKG counts increased proportionally to the wider window-width as  $4.74 + 1.09$  cpm.

## 目 次

- I. 緒 論
- II. 實驗材料 및 方法
- III. 結 果
- IV. 考 察
- V. 結 論
- 參考文獻

### I. 緒 論

放射性核種을 이용한 診斷 및 治療過程에서 體內投入 後 目的臟器로부터 放出되는 放射線을 體外에서 計測하여 計數處理하는 方法은 거의 必需的으로 利用되고 있다. 目的臟器로부터 放出된 放射線이 螢光체 (scintillator)에 入射되면 그 入射 Energy에 依해 螢光이 發生되며 다시 이것은 光電子增倍管 (photo multiplier tube)에서 電流로 變換되어 管內 Anode에 集束된다<sup>1)</sup>. 微弱한 Energy로 集束된 電流를 增幅하여 波高分析器 (pulse height analyzer)를 거쳐 有效한 pulse 만 計數 또는 影像化過程으로 記錄되어 診斷的인 情報를 提供받게 되는 것이다. 記錄되는 波高 (pulse)에 對한 計數效率를 增加시키기 위해 波高分析器의 window 幅 設定은 重要な 영향을 미치고 있다. 즉 利用된 核種의 photopeak energy에 依해 設定한 window 幅 範圍內의 energy를 가진 pulse 만 入力되어 測定되므로 window 幅의 設定은 診斷的 效果에 많은 影響을 준다. 放射性核種의 peak energy를 包含하여 upper level discriminator (ULD)와 lower level discriminator (LLD)를 設定하여 이 幅을 window라 하는데 이 window 幅의 크기에 따라 計數效率는 상당한 差異를 나타낸다<sup>1,2)</sup>. 著者는 比較的 흔히 使用되고 있는 核種인 <sup>131</sup>I 과 <sup>198</sup>Au 에서 photo peak energy를 包含한 window 幅에 따른 計數率의 變化를 實驗測定하여 報告하는 바이다.

## II. 實驗材料 및 方法

### 1) 放射性 核種

甲狀腺 診斷 및 治療에 많이 利用되는 核種인 <sup>131</sup>I 100  $\mu$ ci 와 肝檢査에 比較的 많이 利用되는 <sup>198</sup>Au 150  $\mu$ ci 를 各各 Source로 擇하여 測定하였다.

### 2) 測定裝置

SELO super scanner Ds 7의 read out system (Counter)을 利用하였으며 使用된 collimator는 scan 用 multihole focusing type collimator였다. (Table 1 參照).

### 3) 實驗方法

#### 가) Window 幅

各 核種에서의 peak energy를 基準으로 ULD, LLD를 5KeV씩 (全體window 幅10KeV) 增加시켜가며 1分間 計數하고 (cpm) 그 計數率의 變化를 조사하고 各各의 window 幅에 대하여 1KeV當의 計數率을 算出하여

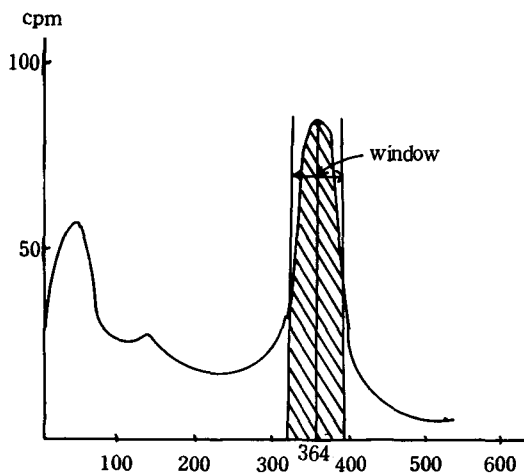


Fig. 1. Window 幅의 設定

Table 1. Classification of collimator

Classification	Diameter of collimator (cm)		Diameter of hole (mm)		Number of holes	Type of hole	Focal length (cm)
	outside	inside	outside	inside			
for <sup>131</sup> I	9	13	3	5	253	hexagonal	10
for <sup>198</sup> Au	9	13	3	5	209	"	12

Table 2. 측정된 핵종에서의 window 폭

Window 幅	10 KeV		20		30		40		50		60		70		80		90		100	
Discriminator	ULD	LLD	UD	LD	UD	LD	UD	LD	UD	LD	UD	LD	UD	LD	UD	LD	UD	LD	UD	LD
Window E / Peak E	2.74 %		5.49%		8.24%		10.98%		13.73%		16.48%		19.23%		21.97%		24.72%		27.47%	
RI <sup>131</sup> I	KeV 369	KeV 359	374	354	379	349	384	344	389	339	394	334	399	329	404	324	409	319	414	314
Window / Peak E	2.43 %		4.86		7.29		9.73		12.16		14.59		17.03		19.46		21.86		24.33	
RI <sup>198</sup> Au	KeV 416	KeV 406	421	401	426	396	431	391	436	386	441	381	446	376	451	371	456	366	461	361

Window 幅	110 KeV		120		130		140		150		160		170		180		190		Peak Energy
Discriminator	UD	LD	UD	LD	UD	LD	UD	LD	UD	LD	UD	LD	UD	LD	UD	LD	UD	LD	
Window E / Peak E	30.21 %		32.96		35.71		38.46		41.20		43.95		46.70		49.45		52.19		
RI <sup>131</sup> I	KeV 419	KeV 309	424	304	429	299	434	294	439	289	444	284	449	279	454	274	459	269	364 KeV
Window / Peak E	26.76		29.19		31.63		34.06		36.49		38.92		41.36		43.79		46.22		
RI <sup>198</sup> Au	KeV 466	KeV 356	ke 471	351	476	346	481	341	486	336	491	331	496	326	501	321	506	316	411 KeV

Table 3. Window 幅別 cpm과 最高計數率에 對한 百分率

Window 幅	10 KeV	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
<sup>131</sup> I	cpm	1,323.0	3,116.0	5,196.0	7,963.5	12,068.5	17,008.5	22,436.5	30,357.6	37,492.0	44,455.0
	%	1.60 %	4.32 %	6.57 %	10.07 %	15.26 %	21.51 %	28.38 %	38.40 %	47.42 %	56.25 %
<sup>198</sup> Au	cpm	3,729.5	7,879.0	13,472.5	20,902.0	30,489.0	44,630.5	61,108.0	81,016.5	101,685.0	126,834.0
	%	1.40 %	3.05 %	5.21 %	8.09 %	11.80 %	17.27 %	23.65 %	31.36 %	39.36 %	49.10 %

Window 幅	110 KeV	120	130	140	150	160	170	180	190	
<sup>131</sup> I	cpm	53,030.5	58,732.5	64,646.5	68,850.0	72,433.5	75,261.0	76,568.0	77,799.0	79,046.5
	%	67.08%	74.29 %	81.77 %	87.09 %	91.63 %	95.20 %	96.86%	98.41 %	100 %
<sup>198</sup> Au	cpm	52,487.5	173,703.0	195,881.5	214,480.5	229,563.5	240,032.5	247,866.5	253,828.0	258,292.0
	%	59.03%	67.25 %	75.83 %	83.03 %	88.87 %	92.93 %	95.96%	98.27 %	100 %

가장 높은 計數 (countor)를 나타내는 window 幅을 조사하였다. 또한 window 幅 增加에 따른 back ground (BKG)도 測定하였다. 各 核種에 對한 window 幅의 設定은 Table 2와 같다.<sup>2)</sup> 이것을 <sup>131</sup>I 核種의 境遇 예를 들면 Fig. 1과 같다.

나) 計數處理

各 核種에서 window 幅別로 計數測定하고 各 window 에서 1KeV當의 計數率을 比較檢討하여 window 크기 에 따른 計數의 增加率을 조사 하였다. 또한 window 크기 別 back ground 計數를 檢討하여 window 크기 에 따른 BKG 增加率을 조사하였다.

III. 結 果

1) Window 幅別 計數率의 變化

Table 3에서 <sup>131</sup>I의 경우 window 幅 10 keV 에서 는 photopeak 部分의 pulse 만 入力되므로 그 計數値는 最高計數値의 1.6%인 132.3 cpm, 30 keV의 window 幅에서는 6.57%인 5196.0 cpm, 60 keV에서는 21.51%로 17008.5 cpm을 나타내며 서서히 增加되고, 80 keV의 window 幅에서는 38.40%의 計數인 30357.6 cpm, 110 keV의 경우는 67.08%인 53030.5 cpm, 그

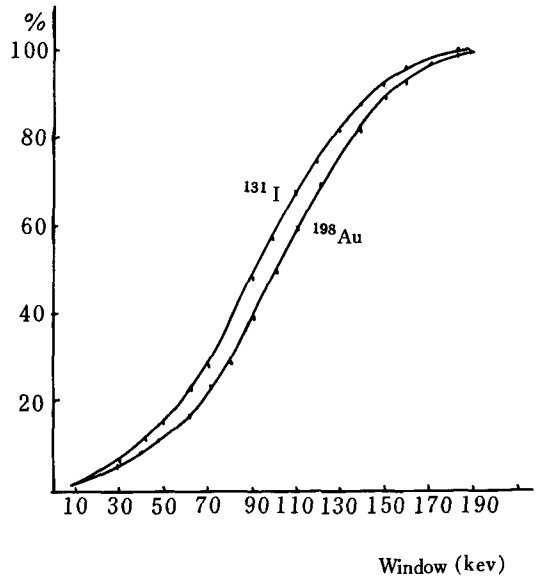


Fig. 2. <sup>131</sup>I과 <sup>198</sup>Au의 window 幅에 따른 計數率

Table 4. Window 幅別 KeV當 計數率의 比較

Window 幅	10 KeV	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
<sup>131</sup> I	$\frac{cpm}{KeV}$	132.3	155.8	173.2	199.0	241.3	283.4	320.5	379.4	416.5	444.5
	%	26.6	31.32	34.82	40.04	48.51	56.94	64.46	76.30	83.77	89.41
<sup>198</sup> Au	$\frac{cpm}{KeV}$	372.9	393.9	449.0	522.5	609.7	743.8	872.9	1,012.7	1,129.8	1,268.3
	%	24.34	25.75	29.31	34.10	39.84	48.55	56.98	66.10	73.75	82.80
Window 幅	110	120	130	140	150	160	170	180	190		
<sup>131</sup> I	$\frac{cpm}{KeV}$	482.0	489.4	497.2	491.7	482.8	470.3	450.4	432.2	416.0	
	%	96.93	98.40	100	98.88	97.10	94.58	90.56	86.90	83.61	
<sup>198</sup> Au	$\frac{cpm}{KeV}$	1,386.2	1,447.5	1,506.7	1,532.0	1,530.4	1,500.2	1,458.0	1,410.1	1,359.4	
	%	90.48	94.49	98.36	100	99.88	97.92	95.18	92.04	88.71	

리고 130 keV의 window幅에서는 最高計數値의 81.77%에 해당되는 64646.5 cpm으로 직선적인 증가추세를 나타내었으나, Fig. 2에서와 같이 140 keV의 window幅에서부터는 window幅增加에 따른計數의增加率은 서서히 포화곡선을 이루어 190 keV의 window 경우 最高計數인 79046.5 cpm을 나타내었다.  $^{198}\text{Au}$ 核種도  $^{131}\text{I}$ 의計數曲線과 비슷한增加曲線을 나타내어 window幅 10 keV의 경우 最高計數値의 1.4%에 해당되는 3729.5 cpm을 나타내었고, 30KeV의 경우 5.21%인 13472.5 cpm, 50KeV의 window에서는 11.8%인 30489.0 cpm을 나타내어 서서히增加되는 추세를 보이고 있다. 80KeV의 window幅의 경우는 31.36%인 81016.5 cpm, 100KeV는 49.10%의 126834.0 cpm, 130KeV에서는 最高計數値의 75.83%인 195881.5 cpm으로 window幅增加에 對한計數의增加는 더욱增加하였고 150KeV부터는 그增加曲線이 포화상태의曲線을 나타내어 190KeV에서 最高計數인 258292 cpm을 나타내었다.

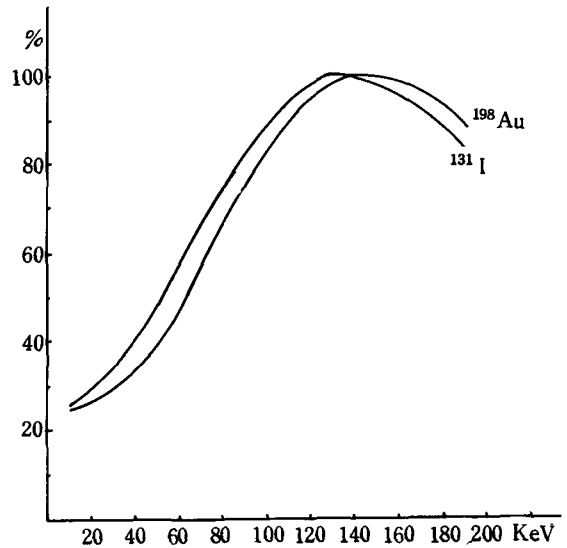


Fig. 3. Window 1KeV當의計數率의比較

2) Window幅增加에 따른 window 1 KeV當計數率의變化

Table 4에서  $^{131}\text{I}$ 核種의 경우에 10 keV window에서 window 1 keV當 132.3 cpm 이, 30 keV window에서

Table 5. Window幅에 따른 BKG計數

Window幅	10 KeV	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
$^{131}\text{I}$	BKG cpm	55	117	160	214	272	342	408	443	491	572
	%	5.27	11.22	15.35	20.53	26.10	32.82	39.15	42.51	47.1	54.89
$^{198}\text{Au}$	BKG cpm	41	94	150	191	242	289	341	388	440	497
	%	4.40	10.20	16.30	20.76	26.30	31.40	37.0	42.1	47.8	54.0

Window幅	110 KeV	120	130	140	150	160	170	180	190	
$^{131}\text{I}$	BKG cpm	600	659	702	718	820	882	939	991	1,042
	%	57.58	63.24	67.37	68.90	78.69	84.64	90.11	95.10	100
$^{198}\text{Au}$	BKG cpm	540	580	640	652	739	780	820	890	920
	%	58.6	63.0	69.56	70.8	80.32	84.78	89.13	96.73	100

는 173.2 cpm, 50 keV는 241.3 cpm, 70 keV는 320 cpm, 그리고 90 keV는 416.5 cpm의 計數率을 나타내었고 110 keV는 482.0 cpm, 130 keV의 window에서 최고인 497.2 cpm을 나타내었으며, 140 keV에서는 491.7 cpm으로 그 計數率이 감소되어 170 KeV는 450.4 cpm, 그리고 190 keV의 window幅에서 416.0 cpm의 計數值를 나타내었다. 核種  $^{198}\text{Au}$ 의 경우, 10 keV는 window幅 1 keV當 372.95 cpm, 30 keV는 449.08 cpm, 60 keV에서는 743.84 cpm, 90 keV는 1129.83 cpm으로 증가되어 140 keV의 window幅에서 최고의 계수치인 1532.00 cpm을 나타내었으며, 150 keV의 window는 1530.42 cpm으로 감소되어 190 keV에서는 1359.43 cpm으로 감소되는 경향을 나타내었다.

window幅의 變化에 따른 1 keV當의 計數率을 Graph로 나타내면 Fig. 3과 같다.

### 3) Window幅 增加에 對한 BKG測定

Table 5에서 보면  $^{131}\text{I}$ 과  $^{198}\text{Au}$ 核種에서 모두 window幅 增加에 따라 BKG는 增加되어 나타난다. 즉  $^{131}\text{I}$ 의 境遇 10 keV window에서 55 cpm, 40 keV는 214 cpm, 70 keV는 408 cpm, 120 keV는 659 cpm, 그리고 190 keV의 window에서는 1042 cpm을 나타내었으며,  $^{198}\text{Au}$ 核種에서 10 keV는 41 cpm, 50 keV window幅에서는 242 cpm, 100 keV는 497 cpm, 150 keV는 739 cpm, 그리고 190 keV의 window는 920 cpm으로 各各 增加되었다. 各各의 window幅에 對한

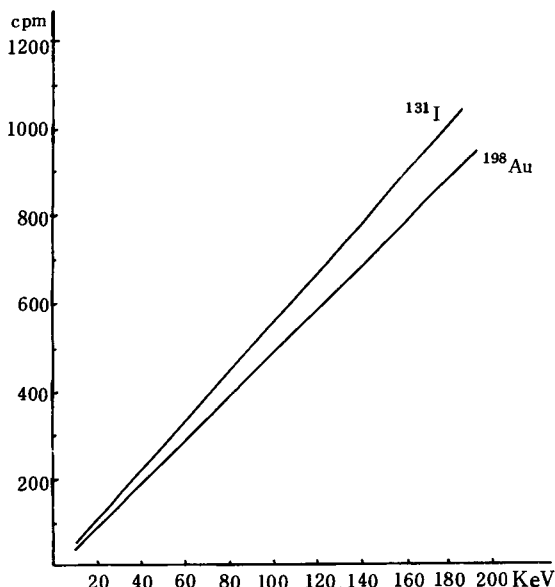


Fig. 4. Window幅에 따른 BKG測定率

BKG count率을 Graph로 나타내면 Fig. 4와 같다. 各 window幅에서 1 keV當의 平均 BKG 增加率은  $^{131}\text{I}$ 의 경우는  $5.46 \pm 0.01$  cpm이고,  $^{198}\text{Au}$ 의 경우는  $4.74 \pm 0.109$  cpm을 나타내 比較的 BKG는 window幅의 크기에 대해 比較하는 것으로 나타났다.

## IV. 考 察

적절한 window幅의 設定은 有效한 pulse를 計數記錄되게 하여 診斷的 價値를 높여준다. 波高分析器(pulse analyzer)는 一定한 수준의 energy를 가진 pulse를 選定하고 그 外的 것은 入力되지 않도록 하는 기능을 가진 電氣的裝置이다<sup>1,2,3,4</sup>. 入力될 수 있는 下限 energy를 lower level discriminator (LLD)로 上限 energy를 upper level discriminator (ULD)를 定한 사이의 幅을 window로 定하여 計數測定하거나 scan寫眞으로 診斷的 情報를 얻게되는 것이다. 즉 LLD의 energy를 E로 하고  $E + \Delta E$ 를 ULD energy로 하면  $\Delta E$ 의 Energy를 window幅이라 할 수 있다<sup>2</sup>. 普通 window幅을 적당히 넓게하면 計數效率이 增加되지만 과하게 넓힌 경우는 높은 BKG測定率은 무시할 수 없게 되고 너무 좁은 window幅의 設定은 낮은 計數를 나타내어 診斷的 效率은 감소되는 것이다<sup>6</sup>. 本實驗에서도 window幅을 核種의 photopeak energy의 15~16%에 해당하는 60 keV程度以下로 選定時와 또 peak energy의 40%以上에 해당하는 70 keV以上の window幅에서는 그 計數率의 增加 즉 計數效率은 比較的 낮게 나타났다. peak energy의 20%程度로부터 35%程度에 해당하는 70 keV부터 140 keV 사이의 window幅에서는 window幅增加에 따른 計數의 증가율이 직선적으로 나타나, 그 計數效率이 좋음을 나타내었다. 또한 window幅의 변화과정中 1 keV當의 計數效率을 보면  $^{131}\text{I}$ 은 130 keV (peak energy의 35%)에서  $^{198}\text{Au}$ 의 경우는 140 keV (peak energy의 34%)에서 각각 최고를 나타내고 있다.

이것은 核種  $^{131}\text{I}$ 과  $^{198}\text{Au}$ 에서 window幅의 energy가 最大로 photopeak energy의 34%보다 클 경우 그 計數效率의 低下를 意味하고 적은 window幅에서는 勿論, 그 計數率이 적어  $^{131}\text{I}$ 의 경우 10 keV의 window幅에서는 最高計數率의 5.27%인 55 cpm程度였으나 window幅의 增加와 함께 190 keV의 window에서 最高 1042 cpm이 되었다.  $^{198}\text{Au}$ 의 경우도 마찬가지로 window幅이 增加할수록 BKG計數值도 增加되고 있다. BKG는 普通 檢査組織外的 장기에서 放出되는 放射線이나 自然放射線 그리고 室內오염된 場所로부터 放出되는 放射線 등으로 構成돼 있어 넓은 win-

indow 幅일수록 BKG의 차단이 곤란해질 것이다<sup>8,9,10)</sup>. 본 실험에서도 window 幅의 증가에 따른 kev當의 BKG 測定値는 <sup>131</sup>I의 경우와 <sup>198</sup>Au의 경우 모두 그 증가率이  $5.46 \pm 0.01$  cpm, 그리고  $4.74 \pm 0.109$  cpm으로 거의 一定한 증가率로 증가되었다.

## V. 結 論

甲狀腺과 肝의 檢査에 比較的 흔히 利用되는 核種인 <sup>131</sup>I과 <sup>198</sup>Au를 利用하여 window 幅에 따른 그 計數率을 測定實驗한 바, 다음과 같은 結果를 얻었다.

### 1) <sup>131</sup>I의 境遇

가) 普通 calibration 目的으로 利用되는 narrow window인 10 kev 또는 20 kev에서 最小의 計數率을 나타내었다.

나) window 幅을 增加시킬수록 counts는 增加되었고 그 增加趨勢는 window 幅 10 kev 부터 70 kev까지 (peak energy의 2.74 %부터 19.23 %까지)의 증가율보다 70 kev에서 130 kev의 window 幅 (peak energy의 19.23 %~35.71 %)까지의 증가率이 더 크고 140 kev의 window 幅以上の window에서 다시 그 증가率이 포화상태의 曲線을 나타냈다.

다) 各 window 幅에 따른 window 幅 1 kev 當의 計數率은 130 kev에서 最高를 나타내었고, 그 以上の window 幅에서 減小되었다.

라) Back grounds (BKG) Counts는 window 幅增加에 따라 增加되었으며, 各 window에서 1 kev 當 BKG 測定計數値는 平均  $5.473 \pm 0.016$  cpm으로 거의 一定하였다.

### 2) <sup>198</sup>Au의 境遇

가) narrow window인 10 kev와 20 kev에서는 그 計數値가 제일 작게 나타났다.

나) window 幅을 增加시킬수록 計數値는 增加되었고 그 증가率을 보면 window 幅 80 kev에서 140 kev까지 (peak energy의 19.46 %~34.06 %) 제일 크게 增加되었고 그 以上の window에서는 포화계수상태를 나타내었다.

다) 各 window 幅에서 window 1 kev 當의 計數率은

140 kev window에서 最高를 나타내었고 그 以上에서는 減少되었다.

라) BKG 計數는 window 增加에 따라 增加되었으며 各 window에서 1 kev 當 BKG counts는 平均  $4.74 \pm 0.109$  cpm으로 거의 一定한 증가率을 나타내었다.

## 參 考 文 獻

1. Paul J. Early, Muhammad Abdel Razzak, D. Bruce Sodee: Textbook of Nuclear Medicine Technology, 2nd Ed., The C.V. Mosby Company, 143-152, 1975.
2. James A. Sorenson, Michael E. Phelps: Physics in Nuclear Medicine, Grune & Stratton, 81-85, 1980.
3. Sheldon Baun, Roland Bramlet; Basic Nuclear Medicine, Appleton-Century-Crofts, New York. 205-208, 1975.
4. 慶光顯: 核醫學檢査技術學, 高文社, 53-55, 1981.
5. 慶光顯·金和坤: 甲狀腺攝取率檢査時 測定條件에 關한 調查研究, 大韓放射線技術學會誌 4(1), 55~61, 1981.
6. Harris C.C.: Nuclear Medicine Physics, Instrumentation & Agents, The C.V. Mosby Co., 111-191, 1977.
7. Prior R.M.; Basic Science Principles of Nuclear Medicine, The C.V. Mosby Co., Chapter 7, 1974.
8. Hine G.J.; Instrumentation in Nuclear Medicine, Vol.1, Academic Press, Chapter 6, 1967.
9. Rollo F.D.; Detection and Measurement of Nuclear Radiation, The C.V. Mosby Co., Chapter 5, 1977.
10. Robert C. Lange: Nuclear Medicine for Technicians, Year Book Med. Publishers Co., 71-72, 1973.

# 朴成玉 論文 寫眞附圖

Window 幅에 따른 計數測定에 關한 thyroid phantom을 利用한 寫眞(Scan)

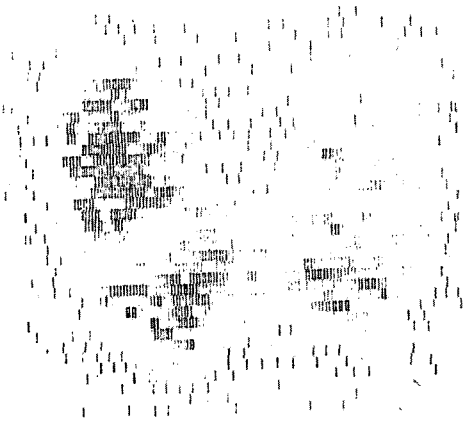


사진 1. Window 幅 40 keV  
Base 344 keV  
ULD 384 keV

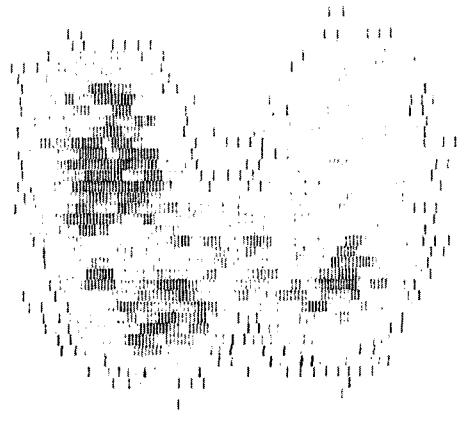


사진 2. Window 幅 70 keV  
Base 329 keV  
ULD 399 keV

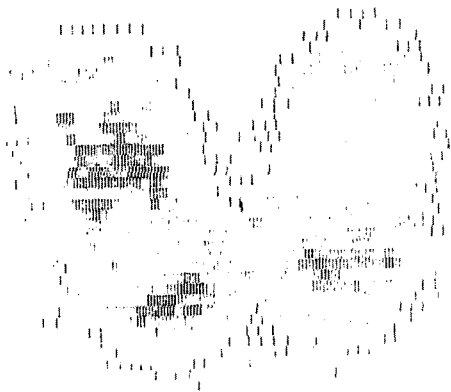


사진 3. Window 幅 100 keV  
Base 314 keV  
ULD 414 keV

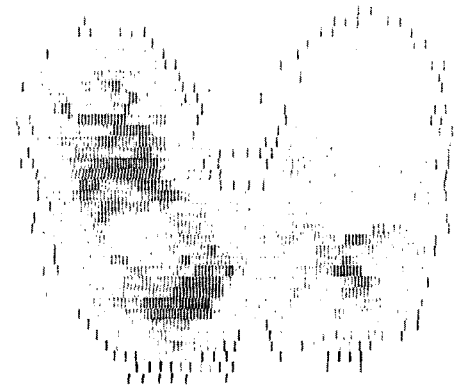


사진 4. Window 幅 130 keV  
Base 299 keV  
ULD 429 keV

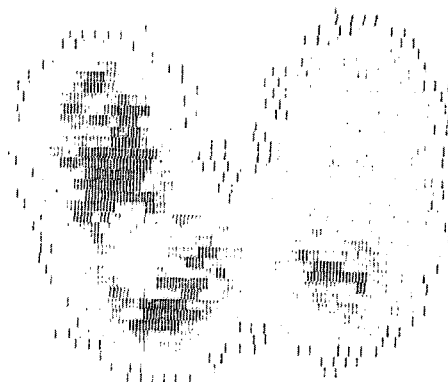


사진 5. Window 幅 170 keV  
Base 279 keV  
ULD 449 keV