

放射性醫藥品 ^{131}I 과 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 에서 window幅變化에 따른 計數의變化比較에 관한檢討

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}I and $^{99\text{m}}\text{Tc}$

Soung Ock Park

Dept. of Radiotechnology, Dong Nam Health Junior College

Kyung Ki-Do, Korea

It is an experimental report about optimum window-width on radionuclides $^{99\text{m}}\text{Tc}$ and ^{131}I and obtained results as follows;

1. In case of $^{99\text{m}}\text{Tc}$,
 - a) The difference of counting rate in each window-width is greater at the below 20% window than above 20% window-width.
 - b) BKG counting is proportionated to the window-width.
2. In case of ^{131}I ,
 - a) The counting rate increased according to the window-width but the increasing course is not equal in all window. The difference of counting rate is greater at the below of 20% window-width than above 20% window.
 - b) BKG counting is proportionated to the window-width.

* 이 論文은 본 學會의 1986年度 學術研究費의 지원으로 研究되었음.

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

核醫學 診斷에서 近來 螢光카메라의 使用 增加로 因하여 從來에 使用하던 放射性 核種의 使用樣相도 變化되어 에너지가 낮은 核種이 많이 利用되고 있다.¹⁾ 그 中 ^{99m}Tc 은 짧은 半減期, γ -線단의 放出, 그리고 γ 線의 낮은 energy를 가지는 등 長點을 갖추고 있어 많은 장기의 診斷에 利用되고 있다.^{2,3)} 또한 좋은 影像의 質로 많은 診斷情報을 얻을 수 있어 그 使用은 더욱 增加되고 있다. 比較的 높은 energy의 核種인 ^{131}I 이나 ^{198}Au 등은 scintiscanner를 利用한 감상선이나 간 診斷에 많이 利用되었지만 camera를 利用한 診斷에서는 ^{99m}Tc 과 같은 核種으로 交替되어 利用되고 있다.^{5,6)} 이와 같은 放射性 核種을 利用한 診斷技術에서 核種의 peak energy를 포함한 window幅의 設定은 影像의 質의 向上을 위해서, 또는 效率의 計數測定을 위해 重要的 機能을 담당하고 있다. 放射性 核種의 固有 spectrum에서 photopeak energy를 포함한 window幅의 設定과 計數效率에 關한 理論의 根據보다 實驗的 比較檢討는 드문 實情이다.

著者は 比較的 高 energy이며 甲狀腺檢査에 많이 利用되는 ^{131}I 과 scinticamera와 함께 그 利用이 增加되고 있고^{5,6,7)} 比較的 낮은 energy 核種인 ^{99m}Tc 에 對하여 peak energy를 포함한 window幅의 變化에 따라 計數測定을 比較檢討한 바 있어 報告한다.

II. 實驗材料 및 方法

1) 放射性 核種

低 energy의 核種으로 scinticamera에 많이 利用되고 있는 ^{99m}Tc 1mCi와 高 energy의 核種으로는 甲狀腺 檢査에 많이 利用되고 있는 ^{131}I 100 uCi를 選定하였다.

2) 測定裝置

ㄱ) Technicare Gemini 700의 gamma camera의 計數測定 裝置

- ㄴ) Pin hole collimator
- ㄷ) Thyroid phantom

3) 實驗方法

ㄱ) 計數測定

放射性 核種 ^{99m}Tc 의 경우 그림 1에서와 같이 peak energy 140 keV를 포함하여 window幅을 2%씩 넓혀가며 1mCi를 1분씩 計數測定하였다. 그림 2는 ^{131}I 의 경우 364 keV의 peak energy를 포함하여 window幅을 2%씩 증가시키며 測定한 例이다. 表 1은 計數測定한 window幅別 energy를 나타내고 있다.

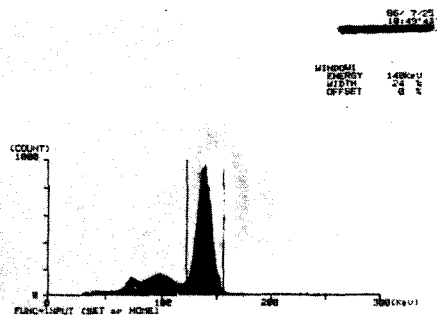


그림 1. ^{99m}Tc 의 경우, 24% window幅의 例 (2% 간격으로 그 幅을 증가시켰다)

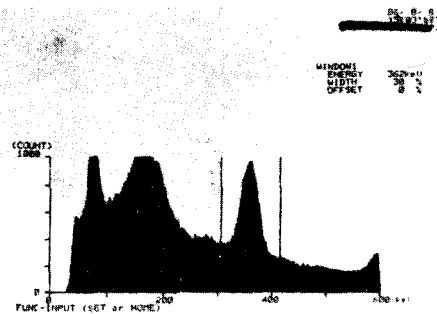


그림 2. ^{131}I 의 경우, 30% window幅의 例

ㄴ) 計數測定값의 分析

Window幅變化에 대한 計數測定값의 變化의 過程을 分析하고 效率的 計數가 可能한 範圍의 window幅을 알기 위하여 反對數 graph를 利用하였고 最高로 計數되는 window幅에 對한 各 window에서의 計數값을 백분율(%)로 나타내어 그 계수값의 크기를 검토하였다.

表 1. 計數測定한 window 幅別 energy

Window 幅% 核種		4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
^{99m} Tc	keV	5.6	8.4	11.2	14.0	16.8	19.6	22.4	25.2	28.0	30.8	33.6	36.4
¹³¹ I	keV	14.6	21.8	29.1	36.4	43.7	51.0	58.2	65.5	72.8	80.1	87.4	94.6
Window 幅% 核種		28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
^{99m} Tc	keV	39.2	42.0	44.8	47.6	50.4	53.2	56.0	58.8	61.6	64.4	67.2	70.0
¹³¹ I	keV	101.9	109.2	116.5	123.8	131.0	138.3	145.6	152.9	160.2	167.4	174.7	182.0

ㄷ 臨床實驗

效率의 計數가 可能한 window 幅을 確認하기 위하여 thyroid phantom을 利用하여 測定한 window 幅中 임의로 選定한 window 幅別로 scan하여 그 影像을 比較檢討하였다.

Ⅲ. 結 果

表 2에서 ^{99m}Tc의 경우 2% window는 거의 peak energy에 近接한 gamma線만 計測되어 153 Kcpm으로 最高計數된 50% window 幅의 16% 정도가 count되었다. 6%의 window에서는 478 Kcpm, 그리

고 12%의 window 幅에서는 最高計數의 82.03%인 785 Kcpm으로 증가되었다. Window 幅을 增加함에 따라서 計數는 繼續增加하여 20% window에서는 920 Kcpm, 30%에서는 944 Kcpm, 40%에서는 50% window의 最高計數의 99.1%에 해당하는 948 Kcpm이 測定되었다. 最高計數에 對한 各 window 幅에서의 對計數率의 크기와 window別 變化過程을 알기 위한 그림 3에서 ^{99m}Tc의 計數를 보면 photopeak 140 keV의 20%에 해당하는 window 幅보다 큰 window에서 計數增加는 거의 포화상태로 나타났다. 그러나 20% 以下の window 幅 範圍에서는 window 幅의 增加에 따라 計數는 急激한 變化로 增加되고 있다.

表 2. 各 window 幅에서 計數의 變化(測定單位 Kcpm)

Window 幅%		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
^{99m} Tc	Kcpm	153	328	478	599	707	785	846	886	914	920	930	938	
	%	(15.98)	(34.27)	(49.95)	(62.59)	(73.88)	(82.03)	(88.40)	(92.58)	(95.51)	(96.13)	(97.18)	(98.01)	
¹³¹ I	Kcpm	3	7	11	15	17	21	23	26	29	32	33	34	
	%	(6)	(14)	(22)	(30)	(34)	(42)	(46)	(52)	(58)	(64)	(66)	(68)	
Window 幅% 核種		26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
^{99m} Tc	Kcpm	940	942	944	946	946	948	948	948	951	953	955	957	957
	%	(98.22)	(98.43)	(98.64)	(98.85)	(98.85)	(99.06)	(99.06)	(99.06)	(99.37)	(99.58)	(99.79)	(99.79)	(100)
¹³¹ I	Kcpm	36	38	38	40	41	41	43	45	46	46	48	49	50
	%	(72)	(76)	(76)	(80)	(82)	(82)	(86)	(90)	(92)	(92)	(96)	(98)	(100)

* () 안은 최고 계수에 대한 백분율(%)임

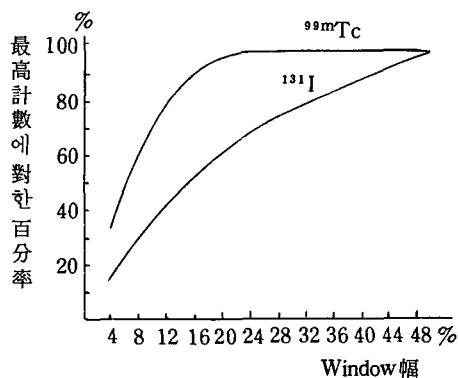


그림 3. Window幅 増加에 따른 計數率의 變化 (各 window別 計數의 크기를 보이고 있다)

核種 ^{131}I 의 경우에는서는 peak를 포함한 2%의 window에서는 가장 적은 計數를 보여 3Kcpm이었고 50% window幅의 最高計數의 6% 정도에 해당된다. 10%의 window幅에서 17Kcpm가, 20% window幅에서는 32 Kcpm가 測定되었고 30% window幅에서는 最高計數의 76%인 38 Kcpm, 40% window幅에서는 45Kcpm으로 90%가 計數測定되었으며 window幅의 増加와 함께 計數도 증가되었다. 그림 3에서 ^{131}I 의 計數變化는 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 의 計數變化와는 다르게 繼續的인 増加를 보였다. 이와같은 window幅別 독립적인 計數의 變化를 反對數 graph로 作成하여 window幅變化에 따른 計數變化 過程을 조사 分析하였다. 그림 4는 反對數 graph로 나타난 window幅變化에 따른 計數變化의 過程과 window別 독립적 크기를 나타낸 것이다. 그림에서 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 는 window幅 12%까지는 그 増加率의 變化가 크게 나타났고 12%幅부터 포화곡선을 이루며 20% 이상의 window幅부터는 増加의 變化를 보이지 않았다. 또 ^{131}I 의 경우 20%의 window幅까지의 増加는 현저하게 나타나고 있지만 20% 이상의 window幅에서부터는 그 増加가 둔한 것을 볼 수 있다. 計數測定을 하기 위한 核種을 치우고 BKG를 測定한 비는 그림 4에서와 같이 γ 線의 peak energy가 큰 ^{131}I 核種에서도 window 폭이 증가할수록 많이 나타났지만 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 도 window幅이 増加할수록 BKG counts가 증가되었다. 測定된 BKG 計數를 보면 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 의 경우 26% window幅에서 1000cpm, 34% window에서 1500 cpm, 40%에서는 2000 cpm 그리고 48%의 window에서는 2400 cpm으로 window의 増加와 함께 증가되었고, ^{131}I 의 경우 10% win-

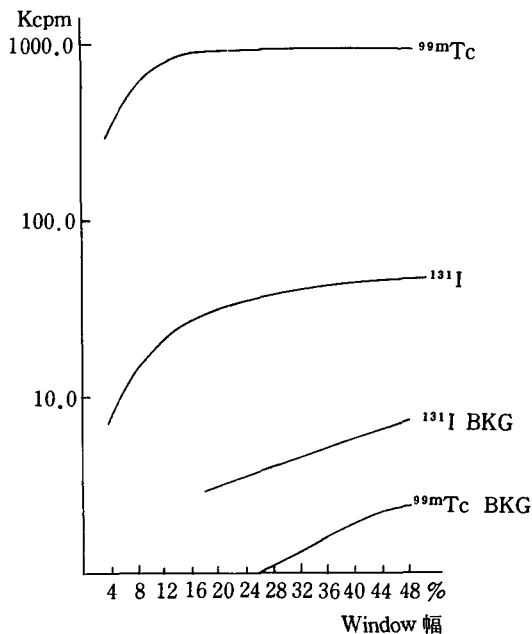


그림 4. Window幅 變化에 따른 計數의 變化過程

do window幅에서 1000 cpm, 18%에서 3000 cpm, 26% window에서는 4000 cpm, 34% window에서 5000cpm이 計數되었고, 48%의 window幅에서는 7000 cpm으로 window幅 증가에 대하여 비례로 BKG 計數의 증가를 함께 보였다.

IV. 考 察

放射性 核種을 利用한 診斷時 影像化 또는 計數測定方法에서 適當한 window幅의 設定은 診斷情報의 描出에 重要한 影響을 미친다.⁸⁾ 波高分析器(pulse height analyzer)는 檢體로부터 放出되어 入力되는 많은 γ 線 energy中 peak energy를 包含하여 必要한 範圍內의 gamma線 energy만 選別하도록 하여 記錄장치에 전달하는 電氣的 장치이다.^{9, 9, 10, 11)} 즉 amplifier로부터 入力되는 pulse energy의 下限線(lower level discriminator: LLD) 보다는 크고 上限線(upper level discriminator: ULD) 보다는 낮은 範圍內의 energy를 가진 pulse만 記錄시키도록 하는 장치이다. 그림 5에서와 같이 ULD(E+ Δ E)와 LLD(E) 사이의 間격(幅: Δ E)을 window라 하며⁹⁾ 核種固有의 peak energy에 따른 適當한 window幅의 設定은 患者診斷을 위한 影像(image)과 計數(counts)에 많은 影響을 준다

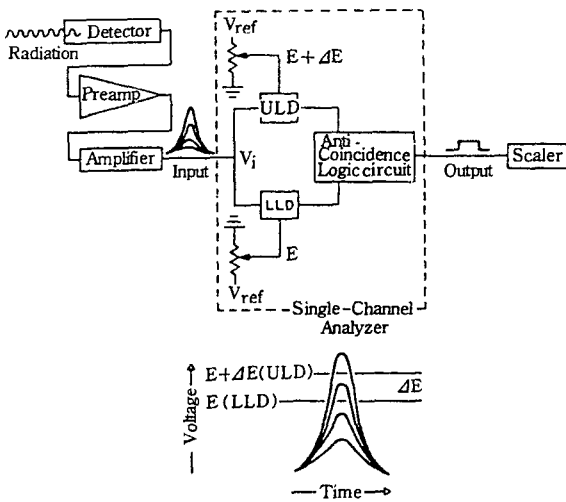


그림 5. Window 설정은 PHA의 ULD와 LLD에 의해 선정된다.

Window幅을 핵種의 peak energy와 近接하여 좁게 하면 BKG의 counts는 감소될지라도 計數效率는 떨어지게 된다. 보통 臨牀診斷에서 影像化하는데 있어 그 感度를 增加시키고 計數效率를 좋게 하기 위해 window幅은 peak energy를 포함하여 比較的 넓은 window를 利用하지만 影像의 解像力 또한 細部 診斷에 重要하므로 알맞은 window幅을 定하는 것은 더욱 重要하다.^{3, 9, 12)} 보통 理論的으로 scinti-camera 특성에 의해 20% window를 文獻上에서는 권하고 있어 ^{99m}Tc의 경우 140 ± 14 keV, ¹³¹I의 경우는 364 ± 36.4 keV의 window 설정을 지적하고 있다.⁵⁾ 本 實驗을 통해 ^{99m}Tc의 경우를 보면 window幅이 4%에서 8%로 增加했을 때 計數의 變化는 271 Kcpm의 差異를 냈고 8%에서 12%로의 window幅 變化에 計數差는 186 Kcpm, 12%에서 16%로 增加할 때는 101 Kcpm의 計數差, 16%의 window에서 20% window로 變化했을 때 計數差는 34 Kcpm으로 나타나 점차 그 計數의 變化는 window幅 變化에 對해 뚜렷한 計數差가 나타났으나 20% window 以上에서는 window 증가별 計數差는 0~4 Kcpm으로 거의 計數의 變化가 적었다. 핵種 ¹³¹I의 경우, window幅을 4%에서 8%로 變化시킨 때에 計數差異는 8000 cpm으로 그 增加폭이 컸고 20%의 window幅까지는 8% window幅을 12%로 하면 6000 cpm의 差, 12%에서 16% window幅 增加時 計數差는 5000 cpm, 그리고 16%에서 20%로의 변경時는 6000 cpm으로

5000~6000 cpm의 計數差異를 나타내어 window幅 增加에 따라 計數증가폭은 큰 편이나 20% 以上の window幅에서는 20%의 window와 24% window에서의 계수치는 2000cpm, 그리고 32%의 window와 36% window間的 計數差는 1000cpm으로 1000~2000 cpm의 計數差로 나타나 점차 그 計數간격이 좁아져 나타났다. ^{99m}Tc과 ¹³¹I의 camera를 利用한 計數測定에서 20%를 中心으로 보면 20% window 以下에서는 window幅의 增加에 따라 計數의 增加는 比較的 컸고, 20% window 以上에서 window幅 增加에 따른 計數의 增加는 큰 差異가 없었다. 그러나 ¹³¹I 핵種에 있어 scintiscanner를 利用한 window幅 變化에 따른 計數測定에 關한 報告⁴⁾에 의하면 window幅이 peak energy(364 keV)의 16.5%까지는 그 計數增加가 크지 않다가 그 以上부터 약 35.7%의 window幅까지는 직선적으로 計數값이 급증되었고 그 以上の window幅에서는 增加曲線이 포화되는 現象을 나타냈다. 여기서 좁은 window幅(16.5%까지)에서 나타나는 現象은 scintiscanner의 scintillator(螢光體)가 scinticamera보다 두꺼우므로 나타나는 物理的 特性(좁은 window에 의한 적은 방사선량에 의해 약하게 발생된 형광이 자체內 흡수에 의해 감도가 낮아지는 현상 등)에 基因되는 現象이라 한다면 本 實驗의 計數增加 範圍의 window幅이 20%以內로 좁아진 것은 camera의 螢光體가 얇은 이 外의 螢光카메라의 특성에 依한다고 사료된다.

그림 6은 各 window幅에서의 window 설정과 影像의 質的 變化를 比較한 것이다.

그림 7은 ^{99m}Tc lmCi를 使用한 thyroid phantom의 scan 상을 window幅別로 나타낸 것이다.

V. 結 論

比較的 高에너지인 ¹³¹I과 低energy에 속하며 螢光 camera의 보급과 아울러 많은 利用度를 나타내는 ^{99m}Tc에서 window幅의 變化에 따른 計數의 變化를 測定檢討한 바 아래와 같은 結論을 얻었다.

1. ^{99m}Tc의 경우, 20% window幅을 中心으로

1) 20% 以下에서는 window幅의 增加에 따라 計數率의 增加率이 커 16%의 window에서 最高計數의 92.5%, 18%의 window에서 95.5%, 그리고 20%의 window幅에서는 96.1%가 計數되었고,

2) 20% 以上の window幅에서는 24% window에서 98.0%, 30% window에서 98.6%, 그리고 40%

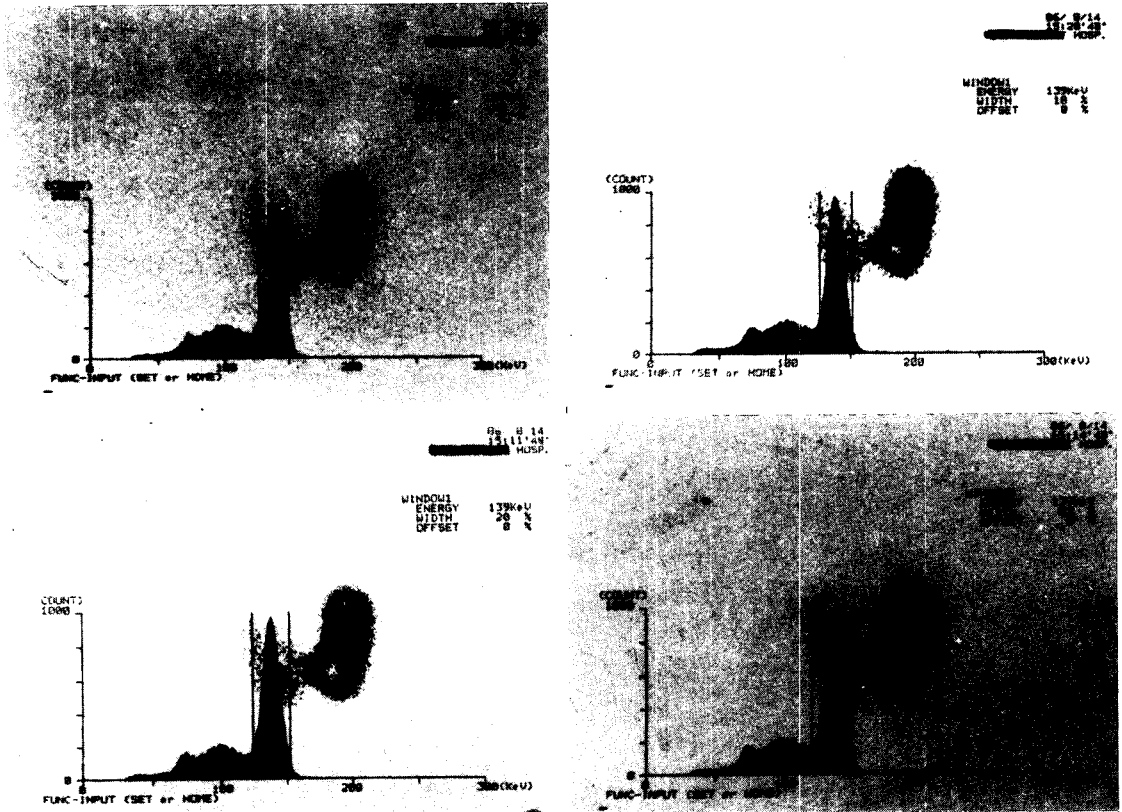


그림 6. Window幅 設定에 따른 影像의 변화

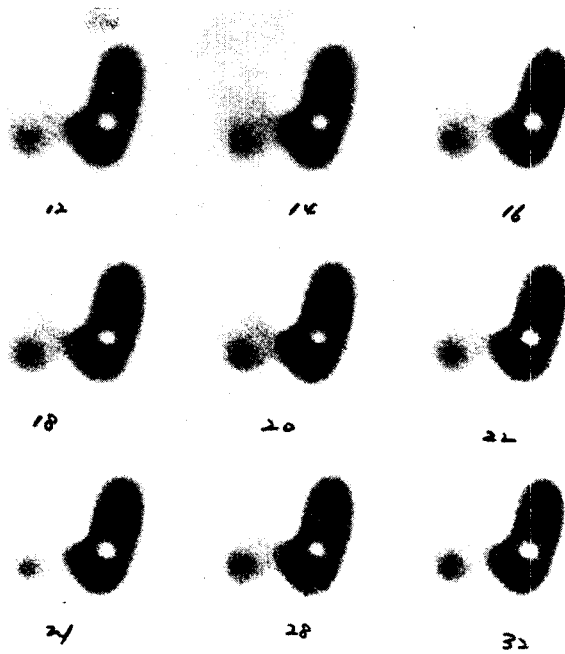


그림 7. ^{99m}Tc ^{111}In 를 사용한 window幅別 scan,像의 比較

window 幅에서 99%가 測定되어 그 增加率은 아주 적게 나타났다.

3) BKG는 아주 적게 測定되었으나 window 幅의 增加와 함께 BKG 計數값은 계속 증가되었다.

2. ^{131}I 의 경우,

1) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 과는 약간 다르게 window 幅 增加에 따라 計數값도 增加되는 경향이나 20% window 幅을 中心으로 4% window 幅에서부터 20% window 幅까지는 window 幅 增加에 따른 計數의 增加幅은 20% window 幅에서부터 50% window 幅까지의 window 增加에 따른 計數의 增加보다 크게 나타났다.

2) BKG는 window 幅의 增加에 의해 그 BKG 計數는 많이 增加되었고 그 計數값도 window 幅 10%에서 1000 cpm, 20% window에서 3000 cpm, 30% window는 5000 cpm, 그리고 50% window에서는 7000 cpm으로 그 計數값이 컸다.

參 考 文 獻

1. 이준일 ; 핵의학 기술학, 大學書林, pp.32~33, 1986.
2. 大韓放射線技術學會 編 : 核醫學檢査技術學, 新光出版社, pp.70~74, 1985.
3. 大韓放射線技術學會 編 : 放射線機器學, 新光出版社, pp.474~478, 1985.
4. 朴成玉 : 「放射性核種 ^{131}I 과 ^{198}Au 에서 window 幅에 따른 計數測定에 關한 研究」, 大韓放射線技術學會誌, Vol.7, No.1, pp.85~92, 1984.
5. Donald R. Bernier, James K. Langan, L. David Wells; Nuclear Medicine Technology and Techniques, The C.V. Mosby Company, pp. 96-97, pp. 102-103, 1981.
6. 李文鎬 : 臨床核醫學, 麗文閣, p.37, 1982.
7. Prior R.M.: Basic Science Principles of Nuclear Medicine, The C.V. Mosby Co., Chapter 7, 1974.
8. Sheldom Baum, Roland Bramlet; Basic Nuclear Medicine, Appleton-Century-Crofts, P.207, 1975.
9. Robert C. Lange; Nuclear Medicine for Technicians, Year Book Medical Publishers, Inc., PP.71-72, 1973.
10. Paul J. Early, Muhammad Abdel Razzak, D. Bruce Sodde; Textbook of Nuclear Medicine Technology, 2nd ed. The C.V. Mosby Company, PP.143-153, 1975.
11. Harris C.C.: Nuclear Medicine Physics Instrumentation & Agents, The C.V. Mosby Co., PP.111-191, 1977.
12. 慶光顯 : 核醫學檢査技術學, 高文社, pp.53~55, 1986.