

韓國에서의 放射性沃素(¹³¹I)의 甲狀腺 攝取率 檢査의 標準化에 關한 研究

大韓核醫學會 學術部

= Abstracts =

Standardization of Thyroidal Radioiodine (¹³¹I) Uptake Study in Korea

Scientific Division

The Korean Society of Nuclear Medicine

7 laboratories located in Seoul were surveyed for the standardization of radioiodine thyroid uptake test in Korea. The result revealed that the currently utilized methods are almost standardized now, when the reference standard is IAEA recommendation method, 1962. Mean 24 hour uptake of thyroidal ¹³¹I in Korean euthyroids is 31.6±8.80%, and no significant interlaboratory differences are noticed.

These results were caused probably by the late introduction of detector facilities into Korea after the appearance of publication of IAEA recommendations.

I. 緒 論

放射性 同位元素의 醫學的 利用面에서 ¹³¹I의 使用은 特히 顯저하며, 이중 ¹³¹I의 甲狀腺 機能檢査에의 利用은 커다란 비중을 차지하고 있다. ¹³¹I을 이용한 甲狀腺機能檢査法은 多様하나, ¹³¹I의 甲狀腺 攝取率은 歷史的으로 가장 오래된 것일 뿐 아니라, 아직 診斷과 研究目的으로 큰 위치를 차지하고 있다.

이 檢査法의 原理는 單純하여 沃素를 포함하는 ホルモン을 生成 分泌하는 甲狀腺의 代謝過程을 自然型의 沃素 대신 γ -線을 放出하는 同位元素를 使用하여 추적하고 이로써 甲狀腺의 機能을 評價하는 것이다. 즉 미량의 ¹³¹I을 經口 또는 非經口의 投與하고 甲狀腺에 攝取된 ¹³¹I의 量을 體外計測하여 經時的인 攝取率을 관찰하며, 나아가서는 甲狀腺 ホルモン으로 轉化되어 血中에 流出되는 量을 測定할 수 있고, 尿에 나타나는 ¹³¹I의 測定으로 間接的인 甲狀腺機能評價의 手段으로 使用할

수도 있는 것이다.

알려져 있는 여러가지 方法들 중 甲狀腺의 ¹³¹I 攝取率은 그 測定이 體外計測이므로 患者의 取及이 편할 뿐 아니라, 診斷 및 治療目的과 研究의 意味로 거의 必須的인 甲狀腺 機能檢査法이다.

그러나 實際 測定은 單純한 것만은 아니어서 甲狀腺에 모여있는 ¹³¹I을 特定的으로 測定하는 것은 거의 不可能하다.

가장 가까운 近似值를 얻으려는 努力이 여러 가지로 考案되고 있고, 各 室驗室사이의 誤差를 없애기 위하여 國際原子力機構(IAEA)는 甲狀腺의 ¹³¹I 攝取率에 對한 專門家의 諮問委員會를 通하여 計測器의 特性, 測定方法 및 기타 誤差의 補正등에 對한 標準方法을 作成 報告한 바 있다¹⁾.

이러한 標準化의 要求는 어떤 方法의 標準化가 그 方法의 發展을 阻害하는 短點을 지니고 있음에도 여러가지 다른 條件에 處한 實驗室들 사이에서 거의 必然的

으로 생기는 差異를 없이하여 서로 比較할 수 있는 結果를 얻자는데 그 근거를 지닌다.

美國은 1950年 中半에 ORINS計劃에 依하여 獨自의 標準化作業을 施行한 바 있고^{2,3)} IAEA는 諮門委員會의 推薦方法을 근거로 41個國의 199實驗室의 檢定과 標準化를 施行하였다⁴⁾.

韓國에서의 標準化作業은 各實驗室의 年輪이 짧고, 測定器械의 導入이 1960年代에서야 始作되어 IAEA計劃에서 除外되었고, 이번의 作業은 조금 遲 늦은 감이 없지 않다.

II. 現 況

1970年 10月부터 12月에 걸쳐 서울에 位置한 7個所의 同位元素診療室 및 室實驗을 對象으로 現況을 조사하고, 檢定을 實施하였다. 앞에서 말한 IAEA의 標準方法은 大韓核醫學會 集談會에서 討論되었고, 寫本을 미리 各實驗室에 배부하였다. 이번 研究의 目的은 各實驗室間의 差異를 없애려는 努力-標準化-가 主目的이었으므로 IAEA의 標準을 圓용하게 된 것이며 方法上的 見解差異는 論議하지 않기로 하였다.

1. 放射性 沃素의 使用

모든 實驗室이 追跡子로서 ^{131}I 을 經口投與하고 있으며 그 量은 $30\sim 50\mu\text{Ci}$ 로서 多樣하였다. IAEA는 ^{131}I 을 經口投與하고, 좋은 計測器를 使用할 때, $10\mu\text{Ci}$ 로서 충분하다고 報告⁴⁾하고 있으며, 다른 부수적인 檢査-PB ^{131}I , 甲狀腺 스캔-들을 同時에 할 때는 各各 $25\mu\text{Ci}$ 및 $50\mu\text{Ci}$ 가 必要하며, 이런 檢査들은 診斷의 正確性을 기하기 위하여 오히려 推薦되고 있다. 國內의 實驗室들中 一部에서 이런 부수적인 方法을 使用하지 않으면서 전통적으로 $30\sim 50\mu\text{Ci}$ 의 量을 使用하는 것은 不必要한 放射線量을 使用하는 뜻에서 改善되어야 마땅할 것이다.

2. 追跡子(投與量)의 計測

投與된 量과 同一한 量을 甲狀腺과 거의 同一한 條件에서 計測하는 것은 甲狀腺에 모인 ^{131}I 이 全體의 몇 %인가를 計算하기 위하여 절대 必要하다. 이런 同一한 量의 同一 條件에서의 計測을 爲하여 IAEA의 前記 報告書는 γ 線의 散亂效果가 人體組織과 類似한 Leucite[®]나 Perspex[®]로 製造된 neck-phantom(15 cm 直徑×15 cm 높이)의 使用를 추천하고 있다. 이 원주형의 phantom은 甲狀腺크기의 흉통을 갖고 있으며, 位置 및 다른 幾何學的 條件이 人體甲狀腺과 類似하다. 물론 이런 phantom에서의 計測은 그 條件이 一定하므로 사람에서 일어나는 個體變化를 정확히 代辯한다고

말할 수 없으나, 各實驗室間의 比較를 爲하여 거의 必須의으로 생각되고 있으며 시행하기 위한 長點이 있는 外에 여기에서 생기는 誤差는 身體 백그라운드, collimator가 보는 面積등의 誤差要因들과 서로 겹쳐서 相殺되어 큰 誤謬를 범하지 않는다 다고 한다.

調査對象의 7個 實驗室中 5個의 實驗室이 이 추천된 方法에 依하여 生産販賣된 phantom을 使用하고 있었거나, 직접 만들어 使用하고 있었으며, 한 實驗室은 paraffin으로 만든 manequin을 使用하였다. (paraffin의 散亂度는 人體組織과 類似한 것으로 알려져 있다.) 나머지 한 實驗室은 甲狀腺模型(走査의 test用)을 使用하였는데, 이 實驗室은 collimator 身體 백그라운드의 測定등에서도 特殊한 方法을 利用하고 있어서 評價하기 곤란하였다.

3. Collimator

collimator는 甲狀腺外의 放射線影響을 最小限으로 하기 위하여 考案된 것이며, 두터운 납으로 甲狀腺을 “보는” field外에서 나오는 γ 線의 除去가 特定的이도 록 考案되었다. IAEA는 ^{131}I 甲狀腺 攝取率의 測定을 위한 特定 collimator가 가져야 할 特性을 報告한 바⁵⁾ 있으며, 그 “보는” field가 甲狀腺만을 포함되도록 하였 고, 甲狀腺의 크기에 따라 거리의 變更으로 field의 증대를 허용하고 있다.

물론 이러한 collimator의 使用이 ^{131}I 攝取率 測定誤差를 減少시키는 데 도움을 주나, 攝取率測定時間, 에너지 선별기 使用與何에 따라 같은 collimator에서도 變動要因이 생겨나므로⁶⁾ 즉 早期攝取率에서 身體 백그라운드의 增加로 일어나는 過大測定등 IAEA의 專門家 諮門委員會는 이 Collimator의 使用를 絕對的인 것으로 생각하지 않고 있으며, 실제에 있어 各實驗室의 調査를 通하여 Collimator 없이도 좋은 結果를 얻고 있음 을 確認하고 있다⁴⁾. 이 collimator의 使用은 測定距離, 測定時間, 에너지 선별기의 使用, 身體 백그라운드의 測定등과 밀접한 關係에 있어서, 甲狀腺 自體內의 ^{131}I 의 測定을 우선 念頭에 두고 그 條件의 變更을 령하는 것이 原則이다. 즉 IAEA가 이 collimator를 推薦하는 것은 다른 추천된 標準條件下에서 攝取率의 測定을 實施할 때, 여러 要因이 서로 影向을 미쳐 比較할 수 있는 data를 얻고, 信賴性을 增進시킨다는 事實에 根據하는 것이다.

이번 調査對象의 7個 實驗室中 한 곳만이 走査用 collimator를 使用하고 있었고, 다른 實驗室은 IAEA의 要求條件과 同一한 特性을 지닌 collimator를 使用하고 있었는데 前記 走査用 collimator는 甲狀腺外의

放射線을 除去하는 意味에서 IAEA의 要求條件을 넘는 것이어서 나쁠 이유가 없다.

4. 計測器 및 crystal

모든 實驗室이 NaI(Tl) 結晶을 利用한 檢光計測器를 使用하였고, 選別器는 5 個곳에서 利用되고 있었다. 結晶의 크기는 直徑 1 cm의 것이 最小였으며, 이 크기는 비록 IAEA의 추천크기보다 적으나 近來 學者들은 1 cm의 것으로 충분하다고 주장하고 있다⁶⁾.

計測器의 使用實際에 있어 造作的 미숙한 점들이 흔히 發見되었고, 특히 身體 및 自然백그라운드의 測定과 計器의 使用方法등에서 많았다. 이런 적은 오류들은 實驗室의 要員들과 論議하여 교정하였다.

5. 測定距離

前에 論議된 바와 같이 甲狀腺과 NaI(Tl) 結晶間의 距離는 甲狀腺의 크기, 에너지 선별기의 使用 및 身體 백그라운드의 測定方法에 따라 달라질 수 있으며, 使用되는 collimator와도 關聯되어 있다.

이러한 要因들은 서로 연관성이 있기 때문에 IAEA가 추천한 collimator를 使用할 때 20~30 cm의 測定距離를 維持하는 것이 좋으며, 結果적으로 誤差의 크기를 無視할 정도로 줄일 수 있다⁶⁾고 한다.

이 거리는 IAEA의 標準距離이며, 국내의 모든 實驗室이 이 거리를 택하고 있다.

6. 身體 백그라운드의 測定

身體 백그라운드의 測定은 흔히 甲狀腺 前面에 1.5 cm 두께의 납 filter(20×20 cm)를 두고 計測하여 身體 백그라운드로 생각한다. 이것은 甲狀腺의 ¹³¹I 攝取率이 보통 24 시간에 最高值에 도달하며, 血中에 남은 ¹³¹I의 量은 미량으로 無視할 정도에 이르기 때문에 납 filter로 가려지지 않은 곳의 放射能을 身體 백그라운드로 생각할 수 있다. 그러나 血中 ¹³¹I의 量이 많은 早期攝取率의 測定時 誤差가 커질 수 있음을 알아야 한다.

이러한 오류를 제거하기 위하여 목과 비슷한 條件에 있는 신체의 다른 一部—대퇴부에서 同一한 collimator

로 放射能을 計測하여 身體 백그라운드로 計算하는 方法이 있다. 그러나 대퇴부는 根本적으로 목의 條件을 代表하는 것으로 생각해서는 안되며, 소변으로 나온 ¹³¹I이 膀胱에서 미치는 影響을 除外하기 어려운 점이 있어서 淸부로 使用하는 것은 金물이다. 그러나 여기서 얻어지는 data를 목에서 정확히 얻은 data와 相關關係를 얻고 이 係數를 利用하여 補正을 行하는 등의 조심스러운 造作을 할 때, 좋은 結果를 얻을 수 있다고 생각되고 있다⁶⁾. IAEA는 前記한 납 filter를 使用하는 方法을 標準方法으로 추천하고 있는 데, 이 原因은 攝取率 測定誤差가 身體 백그라운드에서 일어나는 것의 校正만으로 補正하기에는 너무 크며, 全體적으로 볼 때 20~30 cm의 測定距離, 標準 collimator의 使用, 에너지 선별기의 使用 및 追跡量의 phantom에서의 測定등 標準方法을 使用할 때, 不可避한 오차가 서로 相殺되어 減小하는 데 있으며, 다른 하나는 이 標準化가 淸극적으로 實驗室間의 結果比較를 可能하게 하자는 데 있기 때문이다.

7 個의 實驗室中 6 實驗室이 납 filter를 使用하고 있었으며, 한 곳에서는 대퇴부의 放射能의 計測을 身體 백그라운드로 使用하였다. 이 實驗室의 結果는 그 好, 不好를 論하기에 앞서 相互間의 比較를 가능케하는 根據가 缺如된 것으로 評價되었다.

以上的 結果를 綜合하면 Table 1과 같다.

8. 評價

이와 같은 豫備調査는 美國의 ORINS 計劃이나 IAEA의 標準化作業時의 現況과 比較하면 [極히 進展된 計測機器와 方法들을 使用하여 좁은 變動要因만을 나타낼을 發見할 수 있다. 이것은 計測器의 導入이 IAEA의 標準化作業中 이루어진 後, 이 標準方法으로 製造된 商品들로 되었기 때문이다.

그러나 前에 言及된 바와 같이 身體백그라운드 및 追跡量의 計測등의 문제에서 약간의 混亂이 있고, 이 報告에서 言及되지 못한 程度의 計測器 使用上의 적은 誤

Table 1. Present status of 7 R-I laboratories surveyed

Hospital	Collimator	Dose	Working Dist.	Phantom	B Filter
C. M. C. H.	N-C Scanner	40 uCi	20 cm	Thyroid Model	None
K. H.	Picker Magna-Probe	50 uCi	25 cm	I. A. E. A. type	(+) Picker
N. M. C.	N-C DS-301	30 uCi	25 cm	I. A. E. A. type	(+) N-C
R. R. I.	N-C DS-301	50 uCi	30 cm	Paraffin Model	(+) Picker
U. S. U. H.	I. A. E. A. type	50 uCi	30 cm	I. A. E. A. type	(+) N-C
Y. S. U. H.	I. A. E. A. type	50 uCi	25 cm	I. A. E. A. type	(+) N-C
S. N. U. H.	I. A. E. A. type	50 uCi	30 cm	I. A. E. A. type	(+) N-C

謬등이 各 實驗室에서 흔히 發見된 것은 아직 同位元素 取及技術이 一般化되지 못하고 있음을 나타낸 것으로 볼 수 있다. 그러나 이러한 적은 短點에도 불구하고 各 實驗室이 많은 標準化 내지 規格化를 이루고 있다고 評價할 수 있다.

III. 檢 定

機器 및 現在 使用中의 方法들이 標準方法에 비해 어떤 誤差를 나타내는 가를 알기 위하여 ^{133}Ba - ^{137}Cs 의 混合物로 된 소위 Mock Iodine 을 ^{131}I 대신 標準線源으로 利用하였다. 이 Mock Iodine 은 ^{131}I 과 그에너지 스펙트럼이 극히 유사하며(Fig 1) ^{131}I 의 半減期 8.2 日에 비해 수년의 長半減期를 가지므로, ORINS 計劃⁹⁾과 IAEA의 檢定에 使用된 바 있다.

이번에 利用된 Mock Iodine 은 日本 放射性 同位元

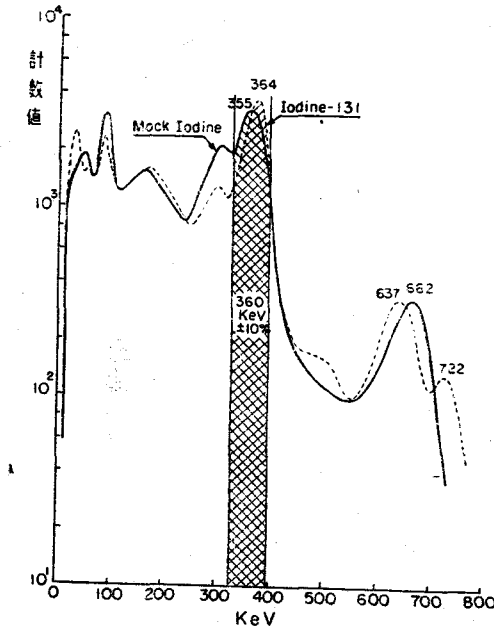


Fig. 1. ^{131}I 과 Mock iodine γ 線 spectrum 의 比較

素協會에서 構入한 2.5, 14, 29 및 $38\ \mu\text{Ci}$ 등 4個의 25 ml 부피를 지닌 甲狀腺型의 것이었다. 이 標準線源을 各 實驗室에서 使用中인 phantom에 넣고, 攝取率測定時와 同一한 方法으로 計測하여 $38\ \mu\text{Ci}$ 의 線量에 對한 百分率을 구하였다. 이 結果는 Table 2와 같다.

가톨릭대학 부속 聖母病院에서의 檢定은 實際적으로 不可能하였다. 이것은 身體 백그라운드 測定 및 追跡量의 計測方法의 特殊性으로 基因한 것이나 標準方法—phantom을 利用한 檢定에서는 다른 實驗室과 差異를 나타내지 않았다.

檢定の 結果는 Table 2에서 보는 것과 같이 좁은 범위 내에 있어, IAEA의 檢定基準인 $\pm 5\%$ 의 誤差限界에 포함되었다.

이 事實은 적은 計測上의 誤謬를 除去한 各 實驗室의 甲狀腺 ^{131}I 攝取率 測定方法이 이미 標準化되어 있다는 根據로 생각된다.

IV. 韓國人의 正常 甲狀腺 ^{131}I 攝取率

이러한 檢定課程後 5個의 實驗室에서 正常韓國人의 ^{131}I 攝取率을 測定하였다. 이 結果는 Table 3 및 Fig

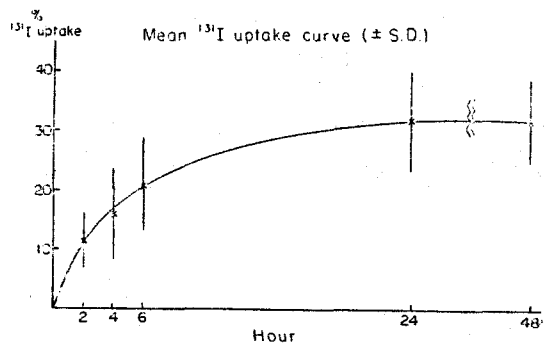


Fig. 2.

Table 2. Calibration with mock iodine Standard Source in 7 laboratories (shown in % to $38\ \mu\text{Ci}$ source)

Lab.	방의소	NMC	고려병원	성모병원	서울대학	Sevrance	우석의대	True uptake
M.I. Source								
38	100	100	100	100	100	100	100	100
29	75.01	72.8	77.5	75.91	74.65	76.2	75.04	76.33
14	33.34	32.12	33.6	33.83	33.18	33.52	33.28	35.84
$25\ \mu\text{Ci}$	6.30	5.65	6.34	6.28	6.28	6.31	6.52	6.58

Table 3. Thyroid radioiodine uptake data obtained from 5 different laboratories

Name of Lab.	Case No.	Hour of Uptake Study (±S. D.)				
		2 hr.	4 hr.	6 hr.	24 hr.	48 hr.
R. R. I.	110	12.8±5.86	15.8±7.81		33.8±12.14	31.5±1.35
C. M. C. H.	70				28.8±10.2	
U. S. U. H.	43			13.8±6.2	29.8±12.5	
Y. S. U. H.	102	9.4±4.33			33.8±3.36	
S. N. U. H.	267			23.8±8.5	30.8±9.5	31.5±8.5
K. B. U. H. **	80			19.1±7.7	28.4±8.4	
Mean	592	11.2±4.72	15.8±7.81	20.6±7.85	31.6±8.80	31.5±7.24

** This laboratory was not surveyed in this time, so the result was not included for calculation of mean.

2와 같다.

放射性沃素의 甲狀腺 攝取率은 男女 및 나이에 따른 變化가 극히 적은 것으로 報告되어 있으므로 이 要因들은 考慮되지 아니하였다.

V. 考察 및 結論

¹³¹I의 甲狀腺 攝取率檢査의 重要性은 더 強調할 必要가 없겠다. 同位元素의 醫學的 利用으로 ¹³¹I이 甲狀腺 研究에 導入된 以來 많은 種類의 計測器-GM 計測器에서 섬광計測器에 이르기 까지-가 利用되었고 그 測定方法 및 條件들도 多様하였다. 이런 多様性은 結局 標準化를 要求하게 되었고, 韓國에서도 實驗室의 數가 增加함에 따라 必要하게 된 것이다.

지금까지 많은 學者들이⁸⁻¹⁰⁾ 韓國人에서의 ¹³¹I 甲狀腺 攝取率에 對한 正常值를 報告하고 있으나, 서로 比較할 수 있는 根據은 없다.

이번 調査의 結果, 大部分의 實驗室이 IAEA가 그 諮門委員會를 通하여 提示한 標準方法을 따르고 있어서 檢定結果 許容될 수 있는 誤差 限界內에서 檢査가 進行됨을 確認하였다. 이 結果는 各 實驗室이 報告한 24時間 攝取率이 서로 統計學的 差異를 보이지 않는 데서도 追認할 수 있었으며, 앞으로 提出되는 報告가 서로 比較할 수 있는 根據을 부여하는 것으로 評價하였다.

一部 實驗室이 特殊한 方法을 선택하고 있음에도 불구하고 大部分의 實驗室이 統一된 標準方法을 使用한다고 말할 수 있으며 總 592例의 正常人에서 24時間의 ¹³¹I 甲狀腺 攝取率을 測定하여 31.6±8.80%의 값을 얻었다.

放射性沃素의 甲狀腺 攝取率은 地域에 따라 다르며 24時間에 平均 15%~45%로 알려져 있으나¹¹⁾ 最近食

事中的 沃素含量의 增加에 依해 正常人에서의 攝取率 低下가 큰 관심을 모으고 있다.^{12,13)}

이러한 事實들은 甲狀腺의 ¹³¹I 攝取率 測定이 甲狀腺 機能中 沃素의 甲狀腺 除去機能만을 보기 때문에 當然한 것으로 생각될 수 있으며 이번에 著者들이 얻은 成績도 이러한 立場에서 評價되어야 하며 調査되지 않은 國內 他地方에서 攝取率의 特殊性이 나타날 가능성은 아직 남아 있으며 韓國人의 食事造成的 變化가 일어날 경우도 또한 계속 관심의 對象이 되어야 할 것이다.

調査中 發見된 機械 및 그 取及上의 적은 誤謬들이 쉽게 較正될 수 있는 정도의 것이 大部分이었으나 同位元素 取及技術의 向上이 必要하다는 인상을 얻었다. 이 事實은 PB¹³¹I나 甲狀腺 走查등 附加의인 檢査를 하지 않는 實驗室이 아직 傳統的인 30 μCi 以上の ¹³¹I을 使用하고 있는 데서 端的으로 指摘할 수 있다.

<이 研究는 原子力廳의 研究補助에 部分的으로 힘입은 바 컸으며, 調査期間과 正常值의 測定에 協助해 주신 서울醫大(李文鎔, 高昌舜), 放醫所(李章圭), 고려病院(金煥), 友石醫大(李民載), 延世醫大(崔瑤奎), 慶北醫大(黃基錫). 實驗室의 要員들의 努力은 이 研究에 絕對的인 것이었다.>

參考文獻

- 1) I. A. E. A.: *Consultant meeting on the calibration of thyroid radioiodine uptake Brit. J. Radiol.* 35:205, 1962.
- 2) Brucer, M., Oddie, T.H., and Eldridge, J.S.: *Thyroid uptake calibration 1. Mock iodine-A radioactive iodine γ-ray standard. U.S.A. E.C. Report ORINS-14, 1956.*
- 3) Brucer, M.: *Thyroid radioiodine uptake me-*

- asurement. *A standard system for universal intercalibration. U.S.A. E. C. Report. ORINS-19, 1959.*
- 4) Gomez-Crespo, C., and H. Vetter: *The calibration and standardization of thyroid radioiodine uptake measurement. Internat. J. Appl. Radiol. Radiol. Isotope. 17:531, 1966.*
 - 5) Belcher, E. H., Gomez-Crespo, C. Trott, N. G., and H. Vetter: *A standard collimator for thyroid radioiodine uptake measurement. Nucl. Med. 4:78, 1964.*
 - 6) Feitelberg, S. and W. Gross: *Quantitative measurements in vivo. in "radioactive nuclides in medicine and biology. Part I. (ed Quimby et al.) 3rd. ed. Lea and Feabiger. Philadelphia, 1970.*
 - 7) Quimby, E. H., Werner, S. C., and C. Schmidt: *Influence of age, sex and season upon radioiodine uptake by human thyroid. Proc. Soc. Exper. Biol. Med. 75:537, 1950.*
 - 8) 李泰實, 李章圭, 金遇榮, 車榮敏, 李文鎬: 放射性同位元素 沃素에 依한 甲狀腺疾患의 臨床的 研究. 서울大學校論文集 醫藥係 第16集 1965.
 - 9) 都相禧: 甲狀腺과 放射性 同位元素 沃素. 大韓醫學協會誌 第四卷 72, 1961.
 - 10) 金載麟: 甲狀腺 機能亢進症의 臨床 및 實驗的 研究. 카톨릭大學醫學部論文集 第15集 167, 1968.
 - 11) Ingbar, S. H., and Woeber, K. A.: *Thyroid gland, Willams, R. H. (ed.) Textbook of Endocrinology. ed. 4. Philadelphia, W. B. Saunders Co. 1968.*
 - 12) Pittman, J. A., Dailey, G. E., and Beschi, R. J.: *Changing normal values for thyroidal radioiodine uptake. New Engl. J. Med. 280:1431, 1969.*
 - 13) Caplan, R. H., and Kujak, R.: *Thyroid uptake of radioactive iodine—A reevaluation. J. A.M. A. 215:916, 1971.*