

各種 甲狀腺疾患의 ^{99m}Tc -pertechnetate 甲狀腺攝取에 關한 研究^{*,**}

서울대학교 醫科大學 內科學教室

崔 成 在 · 閔 惠 淑 · 高 昌 舜 · 李 文 鎬

=Abstract=

—A Study on ^{99m}Tc -pertechnetate thyroid uptake in various thyroid diseases—

Sung Jae Choi, M.D., Hae Sook Min, M.D., Chang-Soon Koh, M.D.
and Munho Lee, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Seoul National University

The ^{99m}Tc -pertechnetate thyroid uptake rates(20 min) were measured in 24 healthy normal subjects, 140 patients with nontoxic goiter and 98 patients with thyrotoxicosis who were treated at the Thyroid Clinic, Seoul National University Hospital, from August 1972 to August 1973.

Diagnostic reliabilities and correlations between $^{99m}\text{TcO}_4^-$ thyroid uptake rate (20 min) and other thyroid function tests were evaluated.

The observed results were as follows

1. The $^{99m}\text{TcO}_4^-$ thyroid uptake rates (20 min) in normal subjects, euthyroid group and hyperthyroid group were $4.1 \pm 0.9\%$, $5.2 \pm 1.8\%$ and $29.7 \pm 10.6\%$. There was a significant difference between the mean of the euthyroid group and the mean of the hyperthyroid group and so differentiation between them can be easy.

2. In the diagnosis of hyperthyroidism, the reliabilities of $^{99m}\text{TcO}_4^-$ thyroid uptake rate(20 min), ^{131}I thyroid uptake rate(24hrs), serum T_3 resin uptake rate, serum T_4 and T_7 were 87.9~97.9%, 81.2~94.4%, 87.9~97.9%, 90.5~99.3% and 93.7~100%. $^{99m}\text{TcO}_4^-$ thyroid uptake rate(20 min) is more accurate than ^{131}I thyroid uptake rate (24 hrs) in the diagnosis of hyperthyroidism.

3. $^{99m}\text{TcO}_4^-$ thyroid uptake rate (20 min) was well correlated with ^{131}I thyroid uptake rate (24 hrs), serum T_3 resin uptake rate, serum T_4 and T_7 .

Points in favor of ^{99m}Tc are that it gives a small radiation dose to the thyroid, that tests can be repeated at the short interval, the study can be completed at a single patient visit and it is particularly well suited for the assessment of thyroid function in patients being treated with an antithyroid drug.

緒 論

^{99m}Tc -pertechnetate($^{99m}\text{TcO}_4^-$)는 沃素와 마찬가지로 甲狀腺에 濃縮되나 有機的으로는 結合되지 아니하며 thiouracil로 抑制된 甲狀腺에서 perchlorate에 의해 放出될 수 있다^{1,2)}. 한편 이의 甲狀腺攝取率は 甲狀腺機能의 한 指標로 使用될 수 있으며 아울러 甲狀腺走査에는 特히 價値있는 것으로 立證되었다³⁻⁷⁾.

* 本 論文의 要旨는 1973年 10月 6日 第25次 大韓內科學會 學術大會에서 發表 하였습니다.

**本 研究論文은 1974年 臨床研究費의 補助를 받은 것임.

많은 著者들은 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 가 ^{131}I 보다 甲狀腺攝取率을 檢査하는데 더 좋은 것으로 認定하였다. 그 理由로서는 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 는 적은 비용으로 甲狀腺走査 및 甲狀腺攝取率을 同時에 施行하여 甲狀腺의 構造 및 機能을 正確히 알 수 있으며, 半減期가 짧고 甲狀腺에 매우 적은 放射量만 주기 때문에 짧은 間隔으로 反復하여 檢査를 할 수 있고, 抗甲狀腺劑로 治療받는 동안에도 檢査에 별다른 影響을 미치지 않으며, 그리고 單一患者來訪으로 完全히 檢査를 마칠 수 있기 때문이다⁴⁻¹⁰⁾.

이러한 長點이 있는 反面 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 는 甲狀腺 以外의 頸部 background에 대한 放射能이 比較的 높을 뿐 아

나라 甲狀腺機能의 差異에 따라 甲狀腺과 頸部 background에 대한 放射能의 相對的 比率도 有意하게 달라짐으로 正確한 甲狀腺攝取율을 算出하는 方法이 多少 複雜하므로 日常 甲狀腺機能檢査方法으로는 缺點이라고 할 수 있다^{3,4)}.

著者等은 위의 여러 長短點을 檢討하여 各種 甲狀腺疾患에서 簡便하고 正確한 方法에 의한 ^{99m}TcO₄-의 甲狀腺攝取율을 檢査하고 24時間 ¹³¹I 甲狀腺攝取率 및 그外 各種 甲狀腺機能檢査 結果와 比較한 바 所期의 診斷的 價値를 얻었기에 이에 報告하는 바이다.

對象 및 方法

1. 對象

著者等은 1972年 8月부터 1973年 8月사이에 本 서울 大學校 醫科大學 附屬病院 內科에 來訪한 238名의 各種 甲狀腺疾患 患者 및 24名의 正常對照群을 對象으로 觀察하였다.

臨床症勢 및 症候와 各種 甲狀腺機能檢査로 診斷이

Table 1. Number of normal control and patients in various thyroid diseases

Group	No
normal control	24
nontoxic goiter	140
thyrototoxicosis	98

確認된 正常甲狀腺機能群은 140名으로 非中毒性 甲狀腺腫이었고 甲狀腺機能亢進群은 98名으로 中毒性 甲狀腺腫이었으며 甲狀腺機能低下群은 없었다(Table 1).

II. 檢査方法

1. ^{99m}TcO₄-甲狀腺攝取率

1 mCi의 ^{99m}TcO₄-를 靜脈注射한 20分後 甲狀腺으로부터 25 cm의 距離에서 IAEA type의 collimator를 使用하여 甲狀腺部位 및 身體 background로서 膝蓋骨 上方 10 cm의 大腿部에서 放射能을 測定하였다. 이에 投與된 ^{99m}TcO₄-의 全放射能 測定은 亦是 IAEA type의 neck phantom을 使用하여 같은 距離(25cm)에서 測定

Table 2. ^{99m}Tc-pertechnetate thyroid uptake rate (20 min) in normal subjects

No	Mediastinum(%)	thigh(%)	thyroid-mediastinum (%)	thyroid-thigh(%)
1	2.5	2.2	3.5	3.8
2	2.7	2.8	4.3	4.2
3	2.8	2.3	3.8	4.3
4	2.9	2.6	3.5	3.8
5	3.4	2.6	3.5	4.3
6	3.0	2.3	5.0	5.7
7	3.8	2.3	2.6	4.1
8	2.8	2.3	3.1	3.6
9	1.8	2.2	3.2	2.8
10	1.8	2.0	3.3	3.1
11	2.5	2.4	3.6	3.7
12	2.0	2.2	5.4	5.2
13	2.4	2.1	4.2	4.5
14	2.6	1.9	4.0	4.7
15	2.9	2.3	4.2	4.8
16	2.2	2.9	4.4	3.7
17	2.6	2.6	5.4	5.4
18	2.2	2.1	3.3	3.4
19	2.3	2.0	3.0	3.3
20	3.4	2.1	3.7	5.0
21	3.1	2.3	3.8	4.6
22	1.8	1.9	2.6	2.5
23	2.2	2.6	3.1	2.7
24	2.9	2.4	5.2	5.7
Mean±S.D.	2.6±0.5	2.3±0.3	3.8±0.8	4.1±0.9

Table 3. Mean values and ranges of ^{99m}Tc-pertechnetate (20 min), and ¹³¹I (24hrs) thyroid uptake rate in euthyroid and hyperthyroid group

	^{99m} Tc uptake % (20 min)		¹³¹ I uptake % (24 hrs)	
	Mean±S.D.	Range	Mean±S.D.	Range
Euthyrid	5.2± 1.8	1.2~14.0	30.8± 9.5	11.0~61.6
Hyperthyroid	29.7±10.6	7.5~61.6	66.2±10.5	35.5~83.7

하였으며 注射한 後 注射器의 殘餘放射能 測定値를 뺀 數値로 하였다. 攝取率의 算出은 다음과 같이 하였다.

$$\% \text{ uptake} = \frac{\text{thyroid area counts} - \text{thigh counts}}{\text{counts of the administered dose (corrected for decay)}}$$

2. ¹³¹I 甲狀腺攝取率

50 μCi의 ¹³¹I을 經口投與한 24時間後에 甲狀腺으로 부터 25 cm의 거리에서 IAEA type의 collimator를 使用하여 甲狀腺攝取率을 測定하였고 이때 投與된 ¹³¹I의 全放射能 測定은 亦是 IAEA type의 neck phantom을 使用하여 같은 거리(25 cm)에서 測定하였으며 身體 background 測定은 甲狀腺 前面에 鉛板(20 cm×20 cm×1.5 cm) filter를 두고 計測하였다.

3. 血清 T₃ resin 攝取率

Abott 社의 Trisorb-125 kit를 使用하여 測定하였다.

4. 血清 T₄值

Abott 社의 Tetrasorb-125 kit를 使用하여 測定하였다.

5. T₇值

血清 T₃ Resin 攝取率과 血清 T₄值의 相乘積을 T₇으로 하였다.

檢 查 成 績

1. 正常對照群의 ^{99m}TcO₄-甲狀腺攝取率

Table 2에서와 같이 甲狀腺下部 縱隔洞部位의 放射能은 2.6±0.5%로 大腿部의 2.3±0.3%와 別 差異가 없었고, 身體 background를 縱隔部位와 大腿部로 定하여 測定한 甲狀腺攝取率은 各各 3.8±0.8% 및 4.1±0.9%로 兩者사이에는 有意한 差異가 없었다(P>0.05).

2. 甲狀腺疾患群의 ^{99m}TcO₄-甲狀腺攝取率

正常甲狀腺機能群은 5.2±1.8%로 正常對照群의 4.1±0.9%에 비해 약간 높은 數値를 보였고 甲狀腺機能亢進群에서는 29.7±10.6%로 正常對照群 및 正常甲狀腺機能群에 비해 平均値가 6倍以上의 높은 攝取率을 보여 이들과는 뚜렷히 구별되었다(Table 3, Fig. 1).

甲狀腺機能亢進群은 攝取率이 正常範圍의 上限値보

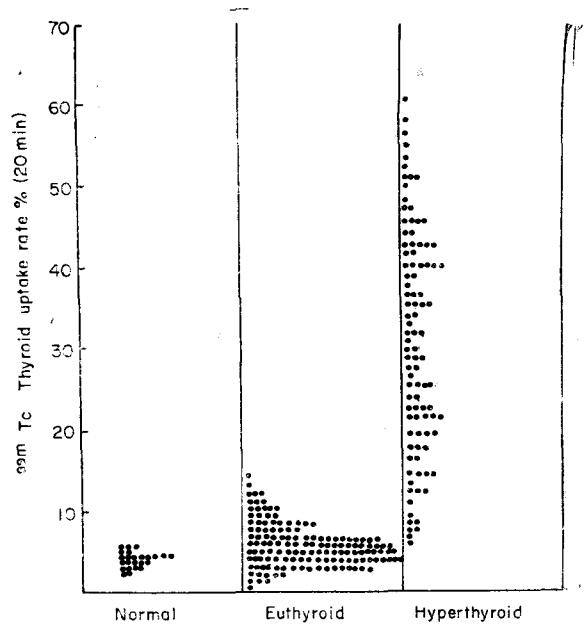


Fig. 1. Values for ^{99m}Tc thyroid uptake in normal subjects (24), patients with non-toxic goiter (140), and patients with thyrotoxicosis(84).

다 낮게 나타나는 患者는 없었으며, 正常甲狀腺機能群의 上限値(平均値+2 S.D.)보다 낮은 攝取率을 나타내는 患者는 7.1%(7/98例)에 不過하였다. 그 反面 正常甲狀腺機能群에서는 正常範圍의 上限値보다 높은 攝取率을 가지는 患者는 30.8%(33/140例)이었으나, 甲狀腺機能亢進症의 下限値(平均値-2 S.D.)보다도 높은 攝取率을 나타내는 患者는 不過 12.1%(17/140例)이었다(Fig. 1).

3. 各種 甲狀腺機能檢査의 診斷의 信賴度

甲狀腺機能亢進群에서 診斷의 信賴度는 ¹³¹I 甲狀腺攝取率(24時間)은 81.2~94.4%인데 反해 ^{99m}TcO₄-甲狀腺攝取率(20分)은 87.9~97.9%로 약간 높은 正確性을 보였고, 血清 T₃ resin 攝取率의 경우 87.9~97.9%, 血清 T₄值는 90.5~99.3% 및 T₇值는 93.7~100%를 보였다(Table 4).

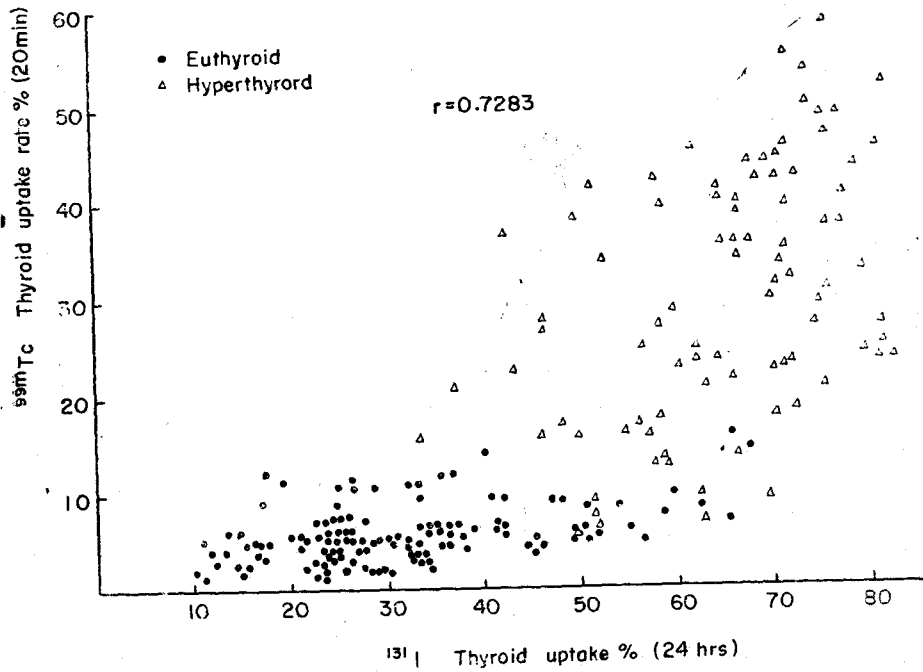


Fig. 2. Correlation between ¹³¹I(24hrs) and ^{99m}Tc(20min) thyroid uptake rate%

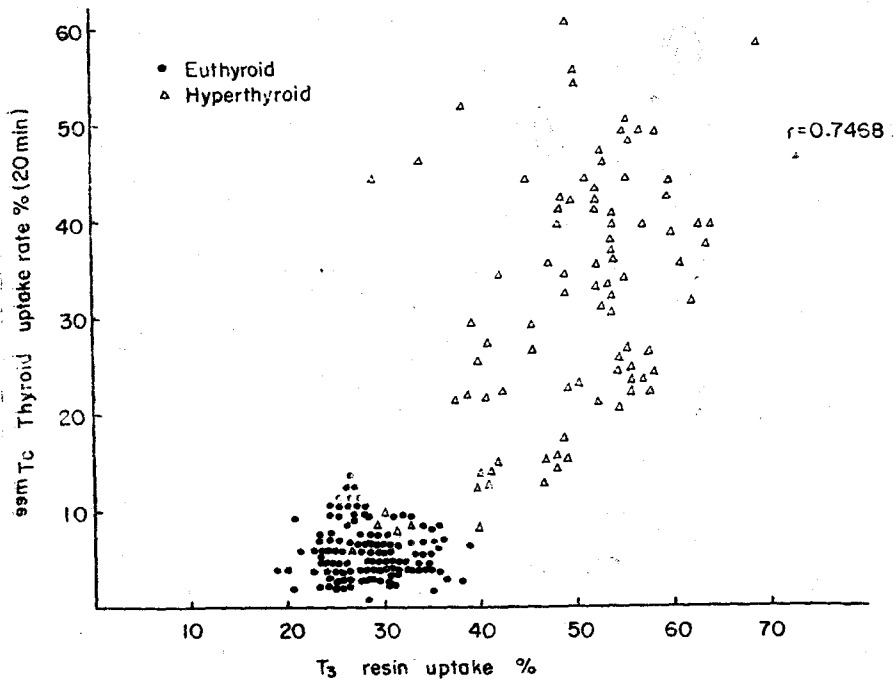


Fig. 3. Correlation between T₃ resin uptake and ^{99m}Tc thyroid uptake rate%(20 min)

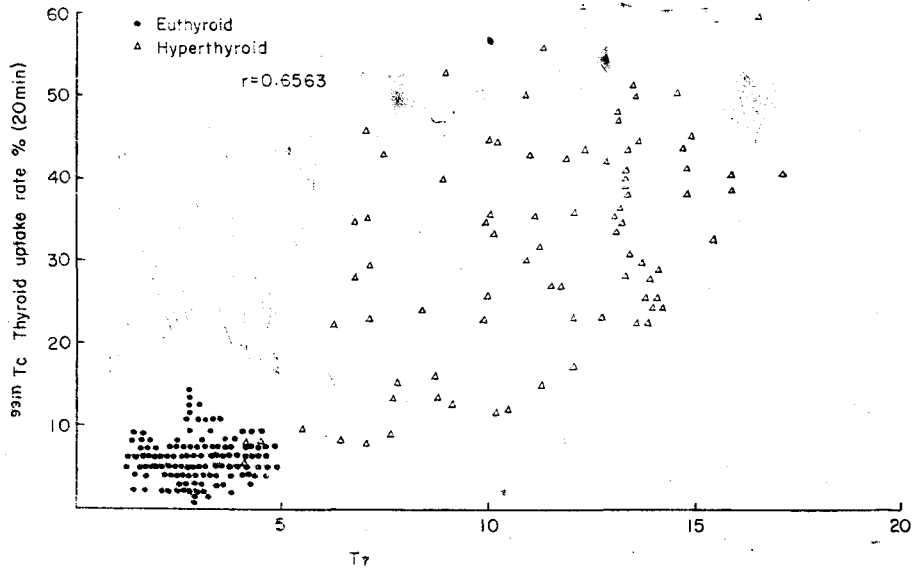


Fig. 5. Correlation between T_7 and ^{99m}Tc thyroid uptake rate%(20 min)

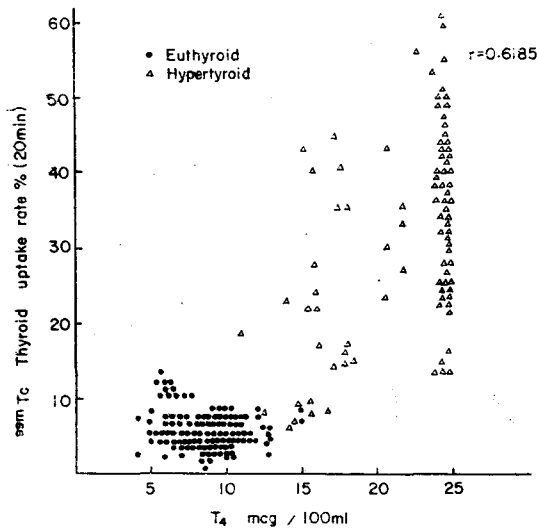


Fig. 4. Correlation between T_4 and ^{99m}Tc thyroid uptake rate%(20 min)

4. $^{99m}\text{TcO}_4$ -甲狀腺攝取率과 外 各種 甲狀腺機能 檢査와의 相關關係

$^{99m}\text{TcO}_4$ -甲狀腺攝取率과 ^{131}I 甲狀腺攝取率($r=0.728$

Table 4. Reliability of thyroid function tests in the diagnosis of hyperthyroidism.

Test	Reliability(%)
20 min ^{99m}Tc thyroid uptake rate	87.9~97.9
24 hrs ^{131}I thyroid uptake rate	81.2~94.4
Serum T_3 resin uptake rate	87.9~97.9
Serum T_4	90.5~99.3
T_7	93.7~100

3), 血清 T_3 resin 攝取率($r=0.7468$), 血清 T_4 值($r=0.6185$) 및 T_7 值($r=0.6563$)와는 좋은 相關關係를 보였다(Fig. 2~5).

考 按

早期甲狀腺攝取率測定의 主難點은 甲狀腺의 放射能과 周圍組織의 放射能의 差가 현저하게 크지 않기 때문에 甲狀腺以外的 放射能을 矯正하는 簡便하고 正確한 方法을 찾는 데 있다^{5,11,12}. 여러 著者들은^{2-4,12,13} scanning equipment를 利用하여 甲狀腺以外的 頸部 放射能을 測定하여 ^{99m}Tc 의 攝取率을 檢査하였으나 이

런 방법들은 너무 複雜하여 日常 甲狀腺機能檢査方法으로는 널리 通用되지 못하였다. Higglins 등은¹¹⁾ 縱隔洞部位를 body background로 定하여 攝取率을 測定하는 方法을 考안하였다.

$$(\% \text{ uptake}) = \frac{\text{thyroid area counts} - \text{mediastinal counts}}{\text{counts of the dose (corrected for decay)}}$$

이에 Burke 등은¹⁴⁾ 反對하였으나, perchlorate를 미리 投與하여 甲狀腺을 抑制(block)한 48名의 腦走査患者에서 縱隔洞部位의 放射能은 甲狀腺以外的 頸部放射能 $\pm 10\%$ 와 같았으므로 實用성이 있으며 臨床的目的으로 簡便하여 適當하고, 또 以前에 소개되어 왔던 여러 方法에 비해 攝取率의 平均値 및 正確度에 有意한 差異가 없었으므로 甲狀腺機能檢査로 널리 使用될 수 있다고 하였다.

한편 著者 등의 檢査方法은 Hay 등의¹⁵⁾ 주장을 참고로 하여 縱隔洞部位나 大腿部位의 放射能이 別로 差異가 없는 點에 着하여 甲狀腺以外的 頸部放射能 대신에 大腿部位의 放射能을 測定하여 攝取率을 檢査하였다.

著者 등의 ^{99m}Tc 甲狀腺攝取率(20分)의 正常範圍는 2.3~5.9%로, Hurley 등의⁶⁾ 0.24~3.4%, Maisey 등의⁷⁾ 0.2~3.6%, Goolden 등의⁵⁾ 0.4~3%, Higgin 등의¹¹⁾ 0.16~2.2%에 비해 약간 높은 數値를 나타냈지만 여러 著者들과^{2-5, 11)} 마찬가지로 正常甲狀腺機能群과 機能亢進群의 平均値는 현저히 差異가 있어 이 兩者를 判別하는데는 높은 正確度를 나타내었다. 放射性沃素나 ^{99m}Tc 의 甲狀腺濃縮能力 즉 早期攝取率으로는 正常과 機能低下群의 鑑別은 할 수 없었다¹¹⁾.

Maisey 등의⁷⁾ 報告에 의하면 ^{99m}Tc pertechnetate 甲狀腺攝取率의 診斷的 不正確性은 7.5% 정도이었다. 즉 臨床적으로 正常인 患者의 8%, 甲狀腺腫이 있는 正常甲狀腺機能群의 9% 및 甲狀腺機能亢進群의 5%에게 不正確한 診斷을 나타내었다. 이에 反해 ^{131}I 攝取率(2時間)은 10.3%에서, ^{131}I 攝取率(24時間)은 6.9%에서 不正確한 診斷率을 나타내었다.

著者 등의 成績에 의하면 甲狀腺機能亢進群에서 ^{99m}Tc 攝取率의 信賴度는 87.9~97.9%로 Maisey 등의⁷⁾ 95%와 비슷하며, ^{131}I 攝取率(24時間)은 信賴도가 81.2~94.4%로, 高등의¹⁶⁾ 84.7%, 具 등의¹⁷⁾ 89.4%, Bauer의¹⁸⁾ 80~90%와 비슷한 値들이었고, 血清 T_3 resin攝取率의 信賴度는 87.9~97.9%로, 具 등의¹⁷⁾ 91.6% 張 등의¹⁹⁾ 85.5% Quimby 등의²⁰⁾ 96%등과 비슷하고, 血清 T_4 值의 信賴度는 40.5~99.3%로 具 등의¹⁷⁾ 85.9% Murphy 등의²¹⁾ 97%, 金 등의²²⁾ 95.8%와 비슷한 成績을 보였고 T_4 值의 信賴度는 93.7~100%로 具 등의¹⁷⁾ 92.4%

와 類以한 値를 보였다. ^{99m}Tc 甲狀腺攝取率法의 長點은 ^{131}I 에 비해(100 rad/50 μCi , $\text{T}_{1/2}=8\text{days}$) 甲狀腺에 대한 被照量이 小量이고(0.1 rad/mCi), 特히 半減期($\text{T}_{1/2}=6\text{hrs}$)가 짧고, 抗甲狀腺劑의 影響을 받지 않으므로 小兒나 妊娠婦의 生體內 檢査 및 抗甲狀腺劑로 治療받는 患者의 反復의인 遠隔調査에 有用하다는데 있다.^{5, 9, 23, 24)} ^{99m}Tc 에 비하여 適當한 放射量을 주고 早期攝取率測定에 알맞는 다른 放射性同位元素로는 ^{132}I 및 ^{123}I 등이 있으나²⁵⁾ ^{132}I 는 高 energy γ 線을 放出하기 때문에 走査에 使用하기 適當하지 못하고 甲狀腺以外的 放射能을 矯正하는 難點이 있다. ^{123}I 는 走査나 放射量은 適當하나 아직 널리 利用되지 못하고 있고, 또 이 放射性同位元素는 沃素의 有機的 結合이 일어나므로 攝取率이 점차 增加되고 오랜 時間동안 維持되므로 早期攝取率을 測定하는데는 誤差가 있다. 이에 反해 ^{99m}Tc 은 有機的 結合이 일어나지 않으며 보통 攝取率이 15~20분에 最高에 도달하여 대략 한 時間동안은 平衡을 維持하며 그 후 점차 減少하므로 이러한 誤差는 별로 重要하지 않다.^{5, 10, 15)}

沃素의 有機的 結合을 防害하는 藥劑(抗甲狀腺劑)로 治療받는 患者의 放射性沃素의 攝取率을 判讀하는데는 難點이 있다. Thomas 등²⁶⁾, Koutras 및 Sfontouris는²⁷⁾ 早期甲狀腺攝取率은 抗甲狀腺劑의 影響을 받지 않으며 甲狀腺沃素 trapping을 測定할 수 있다고 主張하였으나 하여튼 甲狀腺攝取率은 trapping 되는 沃素가 有機的으로 結合되는 率, 測定하는 時間 및 沃素의 有機的 結合이 抗甲狀腺劑에 의해 抑制되는 정도에 따라 다르게 된다. Berson과 Yalow의²⁸⁾ trapping 및 結合의 力動에 대해 자세히 研究한 바에 의하면 結合은 매우 빨리 일어나 沃素가 trapping 되는 거의 同時에 일어난다 하였다. 이러한 主張의 뒷받침으로 perchlorate는 甲狀腺에 더 이상 沃素의 縮積을 防害하며 靜注射로 준 경우일찌라도 甲狀腺으로부터 뚜렷한 放射能의 損失을 보이지 않는다는 점이다. 이러한 觀察들은 抗甲狀腺劑로 遮斷(block)되지 않은 甲狀腺에서 早期攝取率測定은 더욱 早期에 할수록 甲狀腺 trapping에 가까울 찌라도 本質적으로는 이미 結合된 沃素를 測定하는 것임을 제시한다.

放射性沃素는 有機的 結合이 完全히 抑制되었다면 甲狀腺 trapping 測定으로 使用할 수 있으나 完全한 抑制는 抗甲狀腺劑로 治療받는 患者의 治療의 調節로는 필요하지 않다. 그러므로 放射性沃素攝取率(20分)測定은 有機的으로 結合한 沃素의 一部 및 trapping된 沃素의 一部를 나타내므로 放射性沃素를 利用하여 治療

前後의攝取率을比較하는것은正確치않으며 ^{99m}Tc-pertechnetate 경우에는이러한問題들이생기지않는다⁶⁾. 20分 ^{99m}Tc攝取率은4時間 ¹³¹I攝取率과密接한相關關係를보이며특히抗甲狀腺劑로治療받는患者의有用한甲狀腺機能의指標로使用된다²⁹⁾.

Ibberton 등의³⁰⁾放射性沃素를靜脈注射後 20分동안여러간격으로thyroid clearance를測定하고 carbimazole로2週治療後같은測定을한實驗에의하면제일早期clearance는0~5分사이에일어나며 carbimazole로治療한後에도별로떨어지지않으나測定時間이늦어질수록治療後值가현저히떨어진다. thyroid clearance의測定時間에대한이러한差異는 carbimazole의有機的結合에대한作用과一致한다. 즉測定時間이늦어질수록沃素의有機的結合이影響을더많이받게된다. 이것은 carbimazole로治療하는동안20分放射性沃素攝取率의減少는部分的으로有機的結合의損傷에의함을의미하고甲狀腺抑制가이測定에基準을두려면이런효과를고려하지않으면안된다.

甲狀腺機能亢進症治療의有益한指針으로甲狀腺抑制能(suppressibility)에대한抗甲狀腺劑治療의結果를豫見하는실험은 Alexander 등³¹⁾, Goolden 등^{32,33)} 및 Shimmins 등³⁴⁾에의해報告하고있고完全한抑制는長期間治療의必須條件은아니고完全히抑制못한患者들이治療가中斷될때항상再發되는것은아니나이런制限에도불구하고治療동안甲狀腺攝取率檢査는도움이되며이러한目的으로는^{99m}Tc-pertechnetate攝取率이가장適當한方法으로證明되었다^{5,33)}.

結 論

著者等은1972年8월부터1973年8月사이에本서울大學校醫科大學附屬病院內科를來訪한140名의正常甲狀腺機能患者, 98名의甲狀腺機能亢進患者및24名의正常對照群의^{99m}TcO₄-甲狀腺攝取率(20分)을測定하고¹³¹I甲狀腺攝取率(24時間), 血清T₃ resin攝取率, 血清T₄值및T₇值와比較하여다음과같은結果를얻었다.

1. 正常對照群, 正常甲狀腺機能群 및 甲狀腺機能亢進群의^{99m}TcO₄-甲狀腺攝取率(20分)은4.1±0.9%, 5.2±1.8% 및29.7±10.6%이었고甲狀腺機能亢進群은正常甲狀腺機能群에比較平均值가6倍以上의上昇을보여이兩者の鑑別은容易하였다.

2. 甲狀腺機能亢進群에서各種甲狀腺機能檢査의診

斷的信賴度는^{99m}TcO₄-甲狀腺攝取率(20分)은87.9~97.9%, ¹³¹I甲狀腺攝取率(24時間)은81.2~94.4%, 血清T₃ resin攝取率은87.9~97.9%, 血清T₄值는90.5~99.3% 및T₇值는93.7~100%이었고¹³¹I甲狀腺攝取率(24時間)에比較^{99m}TcO₄-甲狀腺攝取率(20分)이약간높은正確度を보였다.

3. ^{99m}TcO₄-甲狀腺攝取率(20分)은¹³¹I甲狀腺攝取率(24時間), 血清T₃ resin攝取率, 血清T₄值및T₇值와좋은相關關係를나타내었다.

^{99m}Tc甲狀腺攝取率法의長點들은甲狀腺에매우적은放射量만주고, 짧은間隔으로反復하여檢査를할수있고, 單一患者來訪으로完全히檢査를마칠수있으며, 그리고특히抗甲狀腺劑로治療받는患者의甲狀腺機能平價에適當한點들이다.

(本研究에시중수고하여주신서울대학병원동위원소실의신승훈, 장덕상, 서일택씨에게깊은감사를드린다.)

REFERENCES

- 1) Harper, P.V., G. Andros, and K.A. Lathrop, Argonne: *Semi-annual report to the atomic energy commission No. 18, Office of technical services, Department of Commerce, Washington 25, D.C., p. 76. 1962.*
- 2) Shimmins, J., T. Hilditch., R.M. Harden. and W.D. Alexander.: *Thyroidal uptake and turnover of the pertechnetate ion in normal and hyperthyroid subjects. J. Clin. Endocr. Metab. 28:575-581, 1968.*
- 3) Andros, G., Harper, P.V., Lathrop, K.A., et al.: *Pertechnetate-99m localization in man with applications to thyroid scanning and the study of thyroid physiology. J. Clin. Endocr. Metab 25:1067-1076, 1965.*
- 4) Atkin, H.L.: *Tchnetium 99m pertechnetate uptake and scanning in the evaluation of thyroid. Sem. Nucl. Med 1:345-355, 1971.*
- 5) Goolden, A.W.G., Glass, H.I., Williams, E.C.: *Use of ^{99m}Tc for the routine assessment of thyroid function. Br. Med. J. 4:396-399, 1971.*
- 6) Hurley, P.J., Maisy, M.N., Natarajan, T.K., et al.: *A computerized system for rapid evaluation of thyroid function. J. Clin. Endocr. Metab.*

- 34:354-362, 1972.
- 7) Maisey, M.N., Natarajan, T.K., Hurley, P.J., et al.: *Validation of a rapid computerized method of measuring 99m pertechnetate uptake for routine assessment of thyroid structure and function. J. Clin. Endocr. Metab.* 36:317-322, 1973.
 - 8) Fuad, S., Ashkar, and Edward M., Smith.: *The dynamic thyroid Study—a rapid evaluation of thyroid function and anatomy using 99mTc as pertechnetate. J.A.M.A.* 217:441-446, 1971.
 - 9) H.I. Glass, F. Inst. P., Williams, and A.W.G. Goolden.: *A simple, rapid method for measuring the thyroid uptake of 99mTc by profile scanning. Br. J. Radiol.* 45:680-683, 1972.
 - 10) A.C. de Garreta, Lie. CS. Fisas, H.I. Glass, A. Inst. P. and A.W.G. Goolden.: *Measurement of the uptake of 99mTc by the thyroid. Br. J. Radiol.* 41:896-898, 1968.
 - 11) Higglins, Ball and Eastham.: *20 min 99mTc thyroid uptake: a simplified method using the gamma camera. J. Nucl. Med* 14:907-911, 1973.
 - 12) William, Glass, Goolden and Satyavanich.: *Comparison of two methods of measuring the thyroidal uptake of 99mTc. J. Nucl. Med.* 13:159-162, 1972.
 - 13) Shimmins, J., Hilditch, T.E., Harden, McG.R. and Alexander, W.D.: *Neck extrathyroidal activity of 99mTc-pertechnetate. J. Nucl. Med* 10:483-486, 1969.
 - 14) Burke, G., Halko, A., Silverstein, G.E., et al.: *Comparative thyroid uptake studies with 131I and 99mTcO₄⁻. J. Clin. Endocr.* 34:630-637, 1972.
 - 15) Marguerite, T. Hays, and Betty Wesselosky.: *Simultaneous measurement of thyroidal trapping (99mTcO₄⁻) and binding (131I): Clinical and experimental studies in man. J. Nucl. Med.* 14:785-792, 1973.
 - 16) 高昌舜: ¹³¹I triiodothyronine 赤血球攝取率 測定法을 中心으로 한 甲狀腺機能檢査의 比較觀察. 大韓內科學會雜誌, 第5卷 第8號 1962.
 - 17) 具寅書, 高昌舜, 李文鎬: 甲狀腺機能亢進症의 臨床的診斷에 관한 研究. 大韓核醫學會雜誌, 第7卷 第1號 1973.
 - 18) Bauer, R.E.: *The present status of the diagnosis of hyperthyroidism. Ann. Int. Med.* 44:207, 1956.
 - 19) 張高昌, 李章圭: 各種 甲狀腺疾患에서의 kit 法에 의한 ¹²⁵I T₃ 및 ¹²⁵I T₄檢査(豫報), 大韓內科學會雜誌, 第3卷 第11號 1970.
 - 20) Quimby, E.M. and Hiza, E.: *Evaluation of resin uptake of 131I triiodothyromine as a test of thyroid function. J. Nucl. Med* 5:489, 1964.
 - 21) Murphy, B.E.P. and Pattee, C.I.: *Determination of thyroxine utilizing the property of protein binding. J. Clin Endocr*, 24:187, 1965.
 - 22) 金東集, 閔炳奭, 朴龍輝 金富成: 정상인 및 각종 갑상선 질환 환자의 혈청 thyroxine, 大韓核醫學會雜誌, 第3卷, 第2號. 1969.
 - 23) George Andros, Paul. V. Harper., Katherine. A. Lathrop. and Robert. J. McCardle.: *Pertechnetate 99m localization in man with applications to thyroid scanning and the study of thyroid physiology. J. Clin. Endocr.* 25:1067, 1965.
 - 24) Smith, E.M.: *Internal dose calculation for 99mTc. J. Nucl. Med.* 6:231-251, 1965.
 - 25) Goolden, A.W.G., Glass, H.I. and Silvester, D.J.: *The Choice of a radioactive isotope for the investigation of thyroid disorders. Br. J. Radiol* 41:20-24, 1968.
 - 26) Thomas, I.D., Oddie, T.H. and Myhill, J.: *A diagnostic radioiodine uptake test in patients receiving antithyroid drugs J. Clin. Endocr.* 20:1601-1607, 1960.
 - 27) Koutras, D.A. and Sfontouris, J.: *J. Endocr.* 35:135, 1966.
 - 28) Berson, S.A. and Yalow, R.S.: *The iodine trapping and binding functions of the thyroid. J. Clin. Investig* 34:186-204, 1955.
 - 29) Höschl, R. and Gimlette, T.: *Diagnostic value of 20 minute 99mTc-pertechnetate thyroid uptake. Nucl. Med.* 10:305, 1971.
 - 30) Ibberton, H.K., Hunton, R.B., White, B. Mcl. and Gluckman, P.D.: *In further advances in thyroid research. ed. K. Fellingner and R. Höfer. Vienna, Wiener. Medizinischen Akade-*

- mie*, 1971.
- 31) Alexander, W.D., et al.: *Prediction of the long-term results of antithyroid drug therapy for thyrotoxicosis. J. Clin. Endocr. Metab.* 30:540-543, 1970.
- 32) Goolden, A.W.G., Brown, M. and Williams, E. D.: *In further advances in thyroid research, ed. K. Fellingner and R. Höfer Vienna, Wiener, Medizinischen Akademie*, 1971.
- 33) Goolden, A.W.G., William, E.D. and Thalassinou, N. C.: *Studies of thyroid function using ^{99m}Tc in thyrotoxic patients during treatment with antithyroid drugs. Clin. Endocr* 2:65-73, 1973,
- 34) Shimmins, J., Alexander, W.D., Mcharty, D.G., Robertson, J.W.K. and Diane, J.P. Sloane.: *^{99m}Tc -pertechnetate for measuring thyroid suppressibility. J. Nucl. Med* 12:51-54, 1971.
-