

## 갑상선환자에서의 5분 $^{99m}\text{Tc}$ -Pertechnetate 섭취율과 방사성옥소섭취율의 상관관계

영남대학교 의과대학 내과학교실

이찬우 · 원규장 · 윤현대 · 조인호 · 김태년  
신 동 구 · 이 형 우 · 심 봉 섭 · 이 현 우

= Abstract =

### Correlation between 5-Minute $^{99m}\text{Tc}$ -Pertechnetate Uptake and 24-Hour $^{131}\text{I}$ Uptake in Patients with Thyroid Disease

Chan Woo Lee, M.D., Kyu Chang Won, M.D., Hyun Dae Yoon, M.D., In Ho Cho, M.D.  
Tae Nyeun Kim, M.D., Dong Gu Shin, M.D., Hyoung Woo Lee, M.D.  
Bong Sup Shim, M.D. and Hyun Woo Lee, M.D.

*Department of Internal Medicine, Yeungnam University Medical School, Daegu, Korea*

The 20-minute  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate uptake became readily available for routine use and it replaced  $^{131}\text{I}$  for thyroid imaging.

However measuring thyroid uptake during a 5-minute minimizes pertechnetate uptake by the salivary glands and presence of contaminated saliva from those glands in to the pharynx and esophagus.

A study was carried out to determine the suitability of the utility of a 5-minute and 20-minute interval from administration of  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate to imaging and uptake measurement as a replacement for the 24 hour standard originally established with  $^{131}\text{I}$ , and to evaluate the relationship between 5-minute  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate uptake and other thyroid functions.

A 5-minute and 20-minute uptake of  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate were measured in 70 patients with thyroid disease at Yeungnam University Hospital from March 1, 1991 to Feb. 29, 1992.

The results were as follows.

1) The 5-minute  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate uptake in Graves' disease, Hashimoto's thyroiditis, simple goiter, non toxic nodular goiter, subacute thyroiditis and euthyroid were 18.2%, 14.6%, 2.8%, 3.2%, 1.2% and 1.1%, respectively. There was a significant difference between the mean of the euthyroid group and the mean of the Graves' disease. So differentiation between them can be easily made.

2) The 5 minute  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate thyroid uptake was well correlated with 24 hour  $^{131}\text{I}$  thyroid uptake ( $r=0.75$ ,  $p<0.001$ ).

These data provided an equation for estimating the 24 hour uptake of iodide given the 5 minute pertechnetate uptake: Estimated 24-hour  $^{131}\text{I}$  thyroid Uptake =  $7.188 \times \ln(5 \text{ minute } ^{99m}\text{Tc}\text{-Pertechnetate uptake}) + 16.94$

3) The 20-minute  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate thyroid uptake was well correlated with 24-hour  $^{131}\text{I}$  uptake ( $r=0.72$ ,  $p<0.001$ ) and 5-minute  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate thyroid uptake ( $r=0.96$ ,  $p<0.001$ ).

4) In the Graves' disease, The 5-minute  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate thyroid uptake was well correlated with serum  $\text{T}_3$ -resin uptake ( $r=0.46$ ,  $p<0.01$ ), serum total  $\text{T}_3$  ( $r=0.55$ ,  $p<0.05$ ), serum total  $\text{T}_4$  ( $r=$

0.46,  $p < 0.05$ ).

These results suggest that 5-minute <sup>99m</sup>Tc-perchnetate thyroid uptake has been found at least as useful as 24-hour <sup>131</sup>I uptake for diagnostic confirmation at our hospital, the logistical advantages of completing the diagnosis. The exam in 5-minutes led us to abandon the 24-hour study in the majority of patients, but the 24-hour <sup>131</sup>I uptake is still obtained in patients with planned or potential radioiodine therapy.

## 서 론

24시간 방사성옥소 섭취율은 방사성옥소가 갑상선에 trapping 되고 유기화되는 성질로 인해 갑상선의 기능을 평가하는 표준지침검사로 갑상선 기능 항진증의 방사성옥소 치료시 방사성옥소의 정확한 치료량 결정 그리고 아급성갑상선염의 진단등에 널리 사용되어 왔다<sup>1,2)</sup>. 그러나 이 방법은 검사시간이 많이 소요되며 다소의 피폭선량, 그리고 항갑상선제 및 옥소 복용시에 섭취율의 변화가 초래되므로 모든 갑상선질환 환자에게 시행하기에는 다소 어려운 점이 있다. 이에 비해 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 갑상선 섭취검사는 피폭선량이 적고 1일내 반복검사가 가능하고 항갑상선제 투여에 영향을 받지 않으므로 1972년 IAEA (International Atomic Energy Agency) Panel 에서 인정을 받은 이후로 널리 갑상선질환의 진단에 사용되고 있다<sup>3-4)</sup>. 대개 20분 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 갑상선 섭취검사가 이용되고 있으나 Smith 등<sup>5)</sup>은 갑상선 섭취율 검사시에 5분 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 섭취율이 타액선, 인두 및 식도선의 오염된 침에 의한 perchnetate 섭취를 최소화시킴으로 인해 실제 갑상선섭취율 측정에 있어서 오차를 가장 최소화 시킬 수 있다고 하였다.

저자들은 5분 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 섭취율로 24시간 방사성옥소 섭취율을 대체할 수 있는가를 알아 보고 또한 5분 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 섭취율과 20분 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 섭취율 그리고 다른 갑상선 기능검사와의 관계를 알아보기 위하여 본 연구를 시행하였다.

## 대상 및 방법

관찰대상은 1991년 3월 1일부터 1992년 2월 29일까지 영남대학교 의과대학 부속병원 내과를 내원한 갑상선환자 70명으로 하였으며 이중 남자는 15명, 여자는 55명이었다. 그리고 이들의 평균 연령은 36세이었다.

이중 Graves 병은 25명, Hashimoto 갑상선염은 9명, 아급성 갑상선염이 3명, 비독성 결절성 갑상선종이 12명, 단순성 갑상선종이 9명 그리고 정상인이 12명이었다(Table 1).

Graves 병의 진단은 전형적인 갑상선 기능항진증의 증상을 보이며, 혈청 총 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub>의 상승, 혈청 TSH의 감소 및 TBII (TSH binding inhibitory immunoglobulin, TSH 결합억제면역글로불린)가 15% 이상인 경우로 하였으며, Hashimoto 갑상선염의 진단은 갑상선 비대와 있고 혈청 TSH 상승, 혈청 총 T<sub>4</sub> 및 T<sub>3</sub>의 감소 그리고 항 microsomal 항체 및 항 thyroglobulin 항체가 양성이거나 침생검으로 확인된 경우로 하였으며, 아급성 갑상선염의 진단은 갑상선주위의 동통을 보이며 혈청 총 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub>의 경도의 상승, 혈청 TSH의 감소, ESR의 증가 그리고 24시간 방사성 동위원소 섭취율의 저하가 있는 경우로 하였으며 비독성 결절성 갑상선종의 진단은 갑상선 기능검사상 정상이고 침생검으로 확인된 선종성 갑상선종 및 여포선종으로써 항갑상선 자가항체가 음성인 경우로 하였으며 단순성 갑상선종은 갑상선 기능검사상 정상이고 항갑상선 자가항체 음성 그리고 갑상선 스캔상에서 단순히 갑상선 비대만 있는 경우로 하였다(Table 2).

Table 1. Clinical Characteristics of Patients

Diagnosis	No. of Cases		Age (yrs)
	Total (F/M)		
Graves' disease	25 (17/ 8)		42±12
Hashimoto's thyroiditis	9 ( 9/ 0)		32± 9
Subacute thyroiditis	3 ( 2/ 1)		27± 8
Nontoxic nodular goiter	12 (11/ 1)		42±13
Simple goiter	9 ( 8/ 1)		32±10
Euthyroid	12 ( 8/ 4)		38±10
Total	70 (55/15)		36±10.3

Ages are Mean ± SD.

M : male, F : female

Table 2. Thyroid Function in Various Thyroid Diseases

Diagnosis	T <sub>3</sub> -resin uptake (%)	Total T <sub>4</sub> (ug/dl)	Total T <sub>3</sub> (ng/dl)	TSH (uu/ml)
Graves' disease	37.6 ± 6.9	16.6 ± 6.5	352.7 ± 175.5	0.1 ± 0.2
Hashimoto's thyroiditis	29.1 ± 3.0	4.7 ± 1.7	121.8 ± 36.0	15.3 ± 12.2
Subacute thyroiditis	19.5 ± 9.1	8.3 ± 0.5	81.7 ± 45.0	0.4 ± 0.3
Nontoxic nodular goiter	29.8 ± 1.3	6.9 ± 1.7	115.9 ± 24.5	0.9 ± 0.7
Simple goiter	30.3 ± 2.9	8.2 ± 1.5	109.0 ± 20.5	1.0 ± 0.8
Euthyroid	31.7 ± 3.6	7.5 ± 1.3	120.4 ± 19.1	1.2 ± 0.7

Values are Mean ± SD.

### 1. <sup>99m</sup>Tc-Pertechnetate 갑상선 섭취율

4 mCi의 <sup>99m</sup>Tc-pertechnetate을 정맥주사후 5분 및 20분후 갑상선으로부터 7cm 거리에서 CGR 사의 whole body gamma camera의 pin hole collimator를 이용하여 갑상선 부위에서 방사능을 측정하였다.

### 2. 24시간 <sup>131</sup>I 갑상선 섭취율

20 uCi의 <sup>131</sup>I을 경구투여한 후 24시간 후에 갑상선으로부터 25 cm에서 thyroid uptake system model #187-290와 Flat collimator를 사용하여 갑상선 섭취율을 측정하였고 이때 투여된 <sup>131</sup>I의 전방사능 측정은 neck phantom을 사용하여 25 cm에서 측정하였으며 신체 background 측정은 오른쪽 대퇴부에서 측정한 후 갑상선 섭취율을 구하였다.

% uptake

$$= \frac{\text{patient thyroid count} - \text{patient background}}{\text{standard source} - \text{background}} \times 100$$

### 3. 갑상선 기능검사

혈청 T<sub>3</sub> resin 섭취율, 혈청 총 T<sub>3</sub>, 혈청 총 T<sub>4</sub>는 Du pont RIA kit를 사용하였고, TSH는 DAIN ABOT Kit, 항 thyroglobulin 항체 및 항 microsomal 항체는 BIO COTE Kit를 사용 측정하였으며 TBII는 미국 BIO COTE 사의 TSH Receptor antibody assay Kit를 이용하여 이미 기술된 방법<sup>5)</sup>으로 측정하였으며, 15% 이상을 양성으로 판정하였다. 모든 측정치는 평균±표준편차로 표시하였고 통계처리는 SPSS 및 SAS 통계프로그램을 이용하였다.

### 결 과

갑상선질환군에서의 갑상선기능은 Table 2에서 보는 바와 같이 Graves 군에서는 T<sub>3</sub>-resin uptake, 혈청 총 T<sub>4</sub>, 혈청 총 T<sub>3</sub> 및 TSH가 각각 37.6%, 16.6 ug/dl, 352.7 ng/dl, 0.1 uu/ml이었으며, Hashimoto 갑상선염군에서는 T<sub>3</sub>-resin uptake, 혈청 총 T<sub>4</sub>, 혈청 총 T<sub>3</sub> 및 TSH가 각각 29.1%, 4.7 ug/dl, 121.8 ng/dl, 15.3 uu/ml, 아급성 갑상선염군에서는 T<sub>3</sub>-resin uptake, 혈청 총 T<sub>4</sub>, 혈청 총 T<sub>3</sub> 및 TSH가 각각 19.5%, 8.3 ug/dl, 81.7 ng/dl, 0.4 uug/ml, 비독성 갑상선종군에서는 T<sub>3</sub>-resin uptake, 혈청 총 T<sub>4</sub>, 혈청 총 T<sub>3</sub> 및 TSH가 각각 29.8%, 6.9 ug/dl, 115.9 ng/dl, 0.9 uug/ml, 단순성 갑상선종군에서는 T<sub>3</sub>-resin uptake, 혈청 총 T<sub>4</sub>, 혈청 총 T<sub>3</sub> 및 TSH가 각각 30.3%, 8.2 ug/dl, 109.0 ng/dl, 1.0 uu/ml이었다.

갑상선질환군의 5분 <sup>99m</sup>Tc-pertechnetate 갑상선 섭취율은 Graves 병은 18.2%, Hashimoto 갑상선염은 14.6%, 아급성 갑상선염은 1.2%, 비독성 갑상선종은 3.2%, 단순성 갑상선종은 2.8%, 그리고 정상 갑상선 기능군에서는 1.2%로 나타났으며 정상 갑상선 기능군보다 Graves 병에서 15배 이상의 섭취율의 상승을 나타냈으며 이들 양자간의 감별은 용이하였다. 갑상선질환군의 20분 <sup>99m</sup>Tc-pertechnetate 갑상선 섭취율은 Graves 병은 22.4%, Hashimoto 갑상선염은 14.0%, 아급성 갑상선염은 1.3%, 비독성 갑상선종은 3.6% 그리고 단순성 갑상선종은 3.3%이었으며, 24시간 방사성 요소 섭취율은 Graves병 56.4%, Hashimoto 갑상선염 46.1%, 아급성 갑상선염 3.3%, 비독성 갑상선종 22.8% 그리고 단순성 갑상선종은 26.5%이었다(Table

3). 5분  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate 갑상선 섭취율과 24시간 방사성성숙소 섭취율 사이에서의 상관계수는  $r=0.75$ 로 유의한 상관관계가 있었다( $p<0.001$ ) (Fig. 1). 그리고 5분  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate 갑상선 섭취율로 24시간 방사성성숙소 섭취율을 산정할 수 있는 방정식을 Spearman nonparametric analysis에 의해<sup>6,7)</sup> 구하였다(Fig. 1). Estimated 24-hour  $^{131}\text{I}$  thyroid Uptake =  $7.188 \times \ln(5\text{-minute } ^{99m}\text{Tc-Pertechnetate thyroid Uptake}) + 16.94$

20분  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate 섭취율과 5분  $^{99m}\text{Tc}$ -

pertechnetate ( $r=0.96, p<0.001$ ) 및 24시간 방사성성숙소 섭취율( $r=0.72, p<0.001$ ) 사이에서도 유의한 상관관계가 있었다(Fig. 2, 3). 특히 Graves 병군에서는 5분  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate 섭취율과 갑상선기능검사 즉 혈청  $\text{T}_3$ -resin 섭취율( $r=0.46, p<0.01$ ), 혈청 총  $\text{T}_3$  ( $r=0.55, p<0.05$ ) 그리고 혈청 총  $\text{T}_4$  ( $r=0.46, p<0.05$ ) 사이에 각각 유의한 상관관계가 있었다(Fig. 4, 5, 6, Table 2).

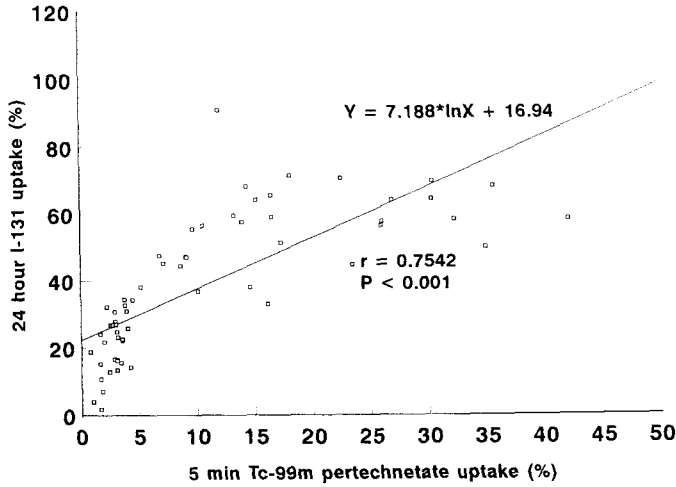


Fig. 1. Correlation between 5 minute  $^{99m}\text{Tc}$  pertechnetate uptake and 24-hour  $^{131}\text{I}$  thyroid uptake.

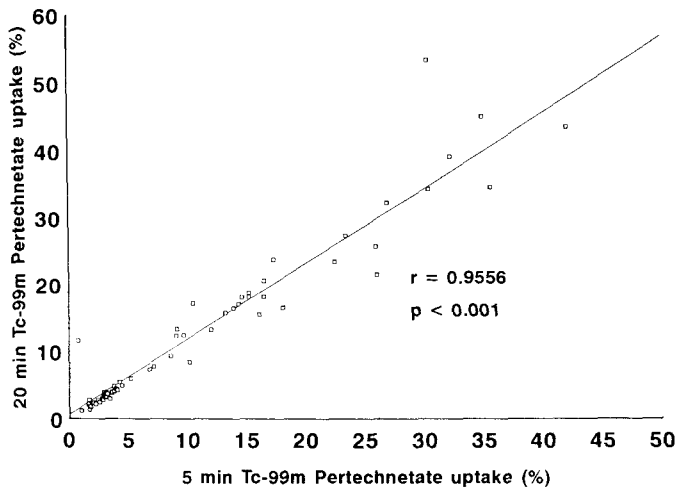


Fig. 2. Correlation between 5 minute and 20 minute  $^{99m}\text{Tc}$  pertechnetate uptake.

Table 3. <sup>99m</sup>Tc—Pertechnetate and 24 Hour <sup>131</sup>I Thyroid Uptake in Various Thyroid Diseases

Disease	<sup>99m</sup> Tc—pertechnetate uptake (%)		24 hour <sup>131</sup> I uptake (%)
	5 minute	20 minute	
Graves' Disease	18.2 ± 10.3	22.4 ± 12.5	56.4 ± 13.6
Hashimoto's thyroiditis	14.6 ± 9.8	14.0 ± 9.1	46.1 ± 13.1
Subacute thyroiditis	1.2 ± 0.3	1.3 ± 0.1	3.3 ± 1.0
Nontoxic nodular goiter	3.2 ± 1.5	3.6 ± 1.5	22.8 ± 8.9
Simple goiter	2.8 ± 0.7	3.3 ± 0.9	26.5 ± 7.8
Euthyroid	1.1 ± 1.0	3.4 ± 3.2	7.3 ± 5.1
Total	10.2 ± 10.1	12.1 ± 11.9	37.8 ± 20.5

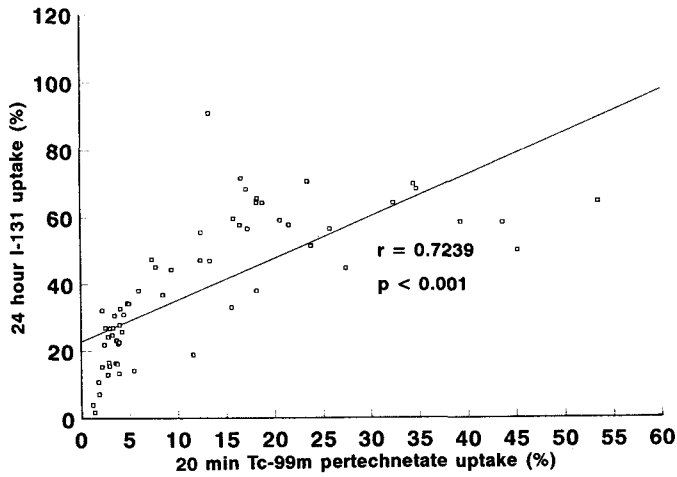


Fig. 3. Correlation between 20 minute <sup>99m</sup>Tc pertechnetate uptake and 24 hour <sup>131</sup>I thyroid uptake.

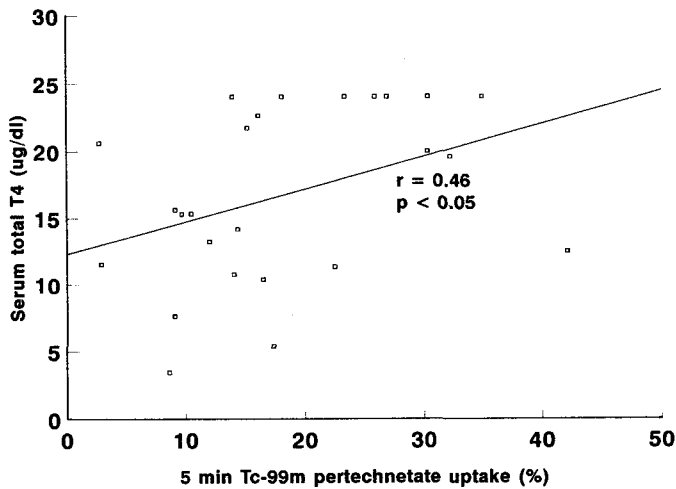


Fig. 4. Correlation between 5 minute <sup>99m</sup>Tc pertechnetate and serum total T<sub>4</sub> in patients with Graves' disease.

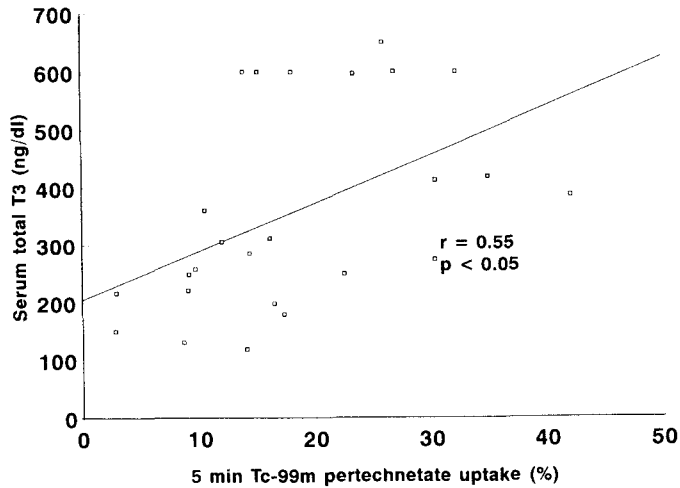


Fig. 5. Correlation between 5 minute <sup>99m</sup>Tc pertechnetate and serum total T<sub>3</sub> in patients with Graves' disease.

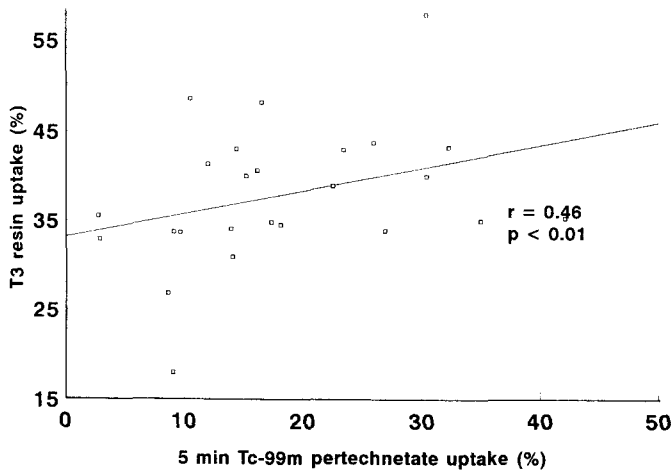


Fig. 6. Correlation between 5 minute <sup>99m</sup>Tc pertechnetate and T<sub>3</sub> resin uptake in patients with Graves' disease.

## 고 찰

갑상선질환을 찾기 위한 갑상선 스캔에 사용되는 핵종은 <sup>131</sup>I 외에도 <sup>125</sup>I, <sup>123</sup>I 등의 방사성옥소와 Technetium이 주로 사용되고 있으며 최근에는 <sup>67</sup>Gallium, <sup>201</sup>Tl 등도 스캔에 일부 사용되고 있다<sup>8,9)</sup>.

방사성옥소 <sup>131</sup>I은 갑상선에 능동적으로 섭취되어 유

기화되고 갑상선 호르몬의 생합성에 이용되기 때문에 갑상선의 해부학적 구조 및 기능상태를 동시에 파악할 수 있고 반감기가 8.1일로 길고 gamma 에너지가 364 KeV로 높기 때문에 종격동이나 흉골하에 위치한 갑상선조직 및 갑상선암의 전이부위를 찾는 데 유리하다. 그러나 이는 반감기가 너무 길고 투여후 스캔하기까지 시간이 길어(24시간) 환자에 대한 피폭선량이 많고 검사기간의 지연이 있고 그리고 β 선을 방출하기 때문에 일상적 갑상선 스캔에는 부적절하다고 알려져 있다<sup>10)</sup>. 이리

한 단점을 보완코져 최근에는  $^{131}\text{I}$  보다는 소량의 피폭선량을 내면서 갑상선 섭취율을 조기에 측정할 수 있는 방사성 동위원소  $^{123}\text{I}$  및  $^{132}\text{I}$ 가 발견되었으며 특히  $^{123}\text{I}$ 은 반감기가 13.3시간으로 투여후 24시간 후에 72%의 감소를 보여<sup>2)</sup> 환자의 피폭선량을 줄여주고 gamma 에너지가 159 KeV 로써 스캔하기에 적절하다고 알려져 있다. 현재  $^{123}\text{I}$ 은 200~400  $\mu\text{Ci}$ 을 경구투여 후 16시간 후에 스캔하는데 Target/non-Target ratio가 높기 때문에 해상력이 좋고 또한 유기화와 Trapping을 동시에 반영하기 때문에 널리 사용되어지고 있다<sup>2,11)</sup>. 그리고 John등<sup>2)</sup>은  $^{123}\text{I}$ 을 이용한 4~5시간 갑상선섭취율이  $^{131}\text{I}$  24시간 갑상선섭취율을 대체할 수 있다고 보고하였다. 그러나 이는 가격이 비싸며 투여량에 제한을 받는 단점이 있다. 그리고  $^{132}\text{I}$ 은 고에너지  $\gamma$ -선을 방출하기 때문에 임상적 사용에 단점이 있으며 이러한 동위원소들은 유기적 결합이 일어나므로 섭취율이 점차 증가한 후 장기간 평형을 이루므로 조기 갑상선 섭취율을 구하는데는 문제점이 있다.

$^{99\text{m}}\text{Tc-pertechnetate}$ 는 주기율표상 7A 족에 속해 있는 방사성 동위원소로써 갑상선내에서 binding은 되지 않지만 trapping 되는 성질을 가지고 있으며 7B 족의 할로겐 원소인  $\text{Cl}^-$ 처럼 위장에서  $\text{H}^+$ 와 같이 분비될 수도 있고<sup>12)</sup>, 뇌<sup>13)</sup>나 다른 장기에도 섭취될 수 있는 동위원소이다.  $^{99\text{m}}\text{Tc-pertechnetate}$ 의 장점은 1.3 rad/ $\mu\text{Ci}$ 로 조사량이 아주 적으며 반감기도 6시간으로 아주 짧아서 소아나 임산부의 갑상선 검사에 다소 유용하며<sup>4,14-16)</sup> 5~10 mCi을 정맥주사후 5~20분내에 스캔이 가능하므로 소요시간이 짧고 상대적으로 해상력이 우수하여 갑상선 스캔에 많이 이용되고 있다. 또한  $^{99\text{m}}\text{Tc-pertechnetate}$ 는 유기적 결합이 일어나지 않으므로 보통 섭취율이 15~20분에 최고에 도달하여 대략 한시간동안 평형을 유지하며 그후 점차 감소하는 곡선을 나타내는 일정한 모양을 나타내며 이  $^{99\text{m}}\text{Tc-pertechnetate}$ 의 감소는 혈청내  $^{99\text{m}}\text{Tc-pertechnetate}$ 의 농도 감소와 일치한다고 알려져 있다<sup>17-21)</sup>.

Graves 병의 관해 여부판정에는 뇌하수체-갑상선축의 평가 및 항갑상선제 치료 종료후의 예후 예측인자로써 치료 종료후 TSH 수용체 항체 측정, TRH 자극시험,  $\text{T}_3$  억제시험등의 방법이 이용되고 있으나 이중 어느 것도 치료 종료후 재발 및 관해를 정확히 예측하지는 못한다.

$^{123}\text{I}$  섭취율이나  $^{99\text{m}}\text{Tc-pertechnetate}$ 의 20분 섭취율은 Trapping 기전을 보는 검사로 갑상선기능을 잘 반영 해주며 특히 항갑상선제의 영향을 받지 않기 때문에  $\text{T}_3$  억제시험대신에 많이 이용되고 있다. 특히 Graves 병군에서의 5분 갑상선 섭취율은 저자의 성적에서도 Stephen등<sup>22)</sup>의 ( $r=0.4-0.6, p<0.01$ ) 보고와 같이 여러가지 갑상선 기능검사 즉  $\text{T}_3$ -resin uptake, 혈청 총  $\text{T}_3$ , 혈청 총  $\text{T}_4$ 와도 유의한 상관관계를 보여 주었다.

항갑상선제 치료 종료후  $^{99\text{m}}\text{Tc-pertechnetate}$ 의 5분 혹은 20분 섭취율 검사가 정상화되면 뇌하수체-갑상선축이 정상으로 회복된 것으로 판단할 수 있으며 섭취율이 증가되어 있으면 뇌하수체-갑상선축이 아직 억제되어 있는 것을 의미하여 그 재발율은 58~76% 정도로 보고 되어 있다<sup>23-25)</sup>.

조기 갑상선 섭취율을 측정하는데 있어서 갑상선 섭취율은 갑상선의 조직농도에 영향을 많이 받으므로 조기에 갑상선에서의 섭취와 주위 조직 혹은 장기에서의 섭취된 방사능의 차이가 현저하지 않기 때문에 갑상선의 조직 방사성 활동력을 정확히 측정하고 이들의 섭취율을 교정할 수 있고, 간편하며 그리고 신뢰도가 높은 방법을 찾는 것이 중요하다<sup>14,19,26)</sup>. 여러 학자들<sup>26-28)</sup>은 scanning equipment를 이용하여 갑상선 이외의 경우 방사능을 측정하여  $^{99\text{m}}\text{Tc-pertechnetate}$ 의 섭취율을 검사하였으나 이런 방법들은 너무 복잡하여 일상 갑상선 기능검사 방법으로 널리 통용되지 못하였다. Higgins등<sup>19)</sup>은 종격동 부위를 body background로 정하여 갑상선 섭취율을 측정하는 방법을 고안하였다.

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

Burke등<sup>29)</sup>은 perchlorate을 미리 투여하여 갑상선의 섭취를 억제한 48명의 뇌주사 환자에서 종격동 부위의 방사능은 갑상선 이외의 경우 방사능  $\pm 10\%$ 와 같다고 보고하여 Higgins등<sup>19)</sup>의 방법이 임상적으로 시행시에 간편하여 적당하고 또 이전에 소개되었던 여러 방법들과 비교시에 섭취율의 평균치 및 정확도에 유의한 차이가 없으므로 갑상선 기능검사로 널리 사용될 수 있다고 하였다<sup>24)</sup>. 최근에는 섭취율 측정기계의 sensitivity가 높기 때문에  $^{99\text{m}}\text{Tc-pertechnetate}$ 의 용량을 100배로 감소하여도 측정할 수 있으며 이 양은 어린이나 임산부에서도 사용할 수 있다<sup>4,11-13)</sup>. 내인성 갑상선자극 호르몬 자극이 계속되는 상태에서는 방사성옥소의 갑상선 섭취가

낮으므로 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate의 갑상선 섭취가 방사성 옥소의 갑상선 섭취보다 더 크다. 이는 artifact 이거나 많은 양의 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 투여에 의한 것일수도 있지만 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate가 활동적으로 trapping 되는 것을 의미할수도 있는데<sup>18)</sup> 이러한 가정을 Wolff & Maukey<sup>30)</sup>가 갑상선 조직을 이용하여 실험 증명하였다.

정상군에서의 갑상선섭취율 검사에서 갑상선 자극호르몬은 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate의 섭취율을 증가시켰으나 내인성 갑상선자극 호르몬을 억제하기 위해 T<sub>3</sub>을 단기간 사용후 시행한 갑상선 섭취율 검사시에는 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 섭취율에 변동이 없었으며 Prophylthiouracil을 단기간 치료한 갑상선 환자에서도 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 갑상선 섭취율에 변동이 없었다<sup>30,32)</sup>.

갑상선 스캔에 사용되는 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate는 갑상선내에서 유기화되지 않기 때문에 정맥주사후 수시간 동안 갑상선 섭취가 증가하는 방사성옥소에 비해 빨리 15~20분에 최고치를 도달한 후 혈중 농도가 떨어진다. 만일 최대 섭취기를 지나서 스캔을 하게 되면 갑상선 섭취율이 낮게 측정될 수 있기 때문에 임상적으로 흔히 20분 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 섭취율을 사용하고 있다. 그리고 이 20분 섭취율은 4시간의 <sup>131</sup>I 방사성옥소 섭취율과 밀접한 관계가 있다고 알려져 있으며 특히 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate의 20분 섭취율 측정시의 ETA (Extrathyroidal activity)도 20분에 4.8%밖에 되지 않아 <sup>131</sup>I에 비해 1.41배나 적은 장점이 있어 20분 섭취율이 주로 흔히 사용되어 지고 있다<sup>28)</sup>.

<sup>99m</sup>Tc-perchnetate의 20분 갑상선 섭취율은 이러한 장점이 있는 반면 갑상선이외의 경부 background에 대한 방사능이 비교적 높을뿐 아니라 갑상선 기능의 차이에 따라 갑상선과 경부 background에 대한 방사능의 상대적 비율이 유의하게 달라진다. Maisey<sup>31)</sup>의 보고에 의하면 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate의 20분 갑상선 섭취율의 진단적 부정확성은 7.5%정도이었다.

즉 임상적으로 정상인 환자의 8%, 갑상선종이 있는 정상 갑상선 기능군의 9% 및 갑상선 기능항진증군의 5%에서 부정확한 진단을 나타내었다. 따라서 정확한 갑상선 섭취율을 산출해 내기 위해서는 이 방법이 다소 복잡하고 정교하고 값비싼 modification을 요구해서 일반 검사실에서는 표준화할 수 없기 때문에 일상 갑상선 검사방법으로 시행하기에는 다소 문제점이 있다<sup>27,32-35)</sup>.

저자들은 좀더 적은 피폭량을 주면서 20분 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 섭취율 측정시 침샘에서의 섭취나 후두나 식도에서 오염된 침의 존재로 나타나는 background에 대한 오차를 줄여 좀더 정확한 갑상선 섭취율을 구하기 위해 5분에서 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 섭취율을 구하였다. 저자들의 5분 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 갑상선 섭취율의 정상 범위는 0.79~4.06%로 John<sup>11)</sup>의 1.7~4.0%와 거의 대동소이했다. 특히 Graves 병군에서 5분 섭취율은 18.2%, Hashimoto 갑상선염은 14.6%, 아급성 갑상선염은 1.02%, 비독성 갑상선종은 3.2%, 단순성 갑상선종은 2.8% 그리고 정상 갑상선 기능군에서는 1.15%로 나타났으며 특히 정상 갑상선 기능군과 Graves 병군 사이에서는 15배 이상의 차이가 있어 쉽게 구별할 수 있었다. 그리고 5분 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 섭취율과 갑상선 기능항진증의 방사성옥소 치료시 방사성 옥소의 정확한 치료량 결정 그리고 아급성 갑상선염의 진단등 표준지침집사로 사용되는 24시간 방사성옥소 섭취율( $r=0.75, p<0.001$ ) 사이에는 유의한 상관관계가 있었다. 그러므로 방사성옥소 섭취율을 시행하기에 문제점이 있는 환자에서는 이 대신에 5분 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 섭취율을 구함으로써 방사성옥소 섭취율을 추정할 수 있으리라 생각된다[Estimated 방사성옥소 섭취율= $7.188 \cdot \ln(5\text{분 } ^{99m}\text{Tc-perchnetate 섭취율}) + 16.94$ ].

결론적으로 저자들은 20분 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 섭취율과 같이 갑상선의 어떤 상황에서도 적용할수 있고 특히 20분 섭취율보다 적은 방사선 조사량으로 background의 영향을 배제한 5분 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 섭취율이 24시간 방사성옥소 섭취율을 대신할 수 있으리라 생각되며 각 갑상선질환별로의 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate의 섭취율에 대해서는 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 결 론

갑상선질환에서 5분 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 섭취율이 24시간 방사성옥소 섭취율을 대치할 수 있는가를 알아보고 또한 이 5분 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 섭취율과 20분 <sup>99m</sup>Tc-perchnetate 섭취율 그리고 다른 갑상선기능검사와의 관계를 알아 보기 위해 저자들은 1991년 3월 1일부터 1992년 2월 29일까지 영남대학교 의과대학 부속병원



내과를 내원한 70명의 갑상선환자를 대상으로 5분 및 20분  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate 섭취율을 측정하고 혈청 총  $\text{T}_3$ ,  $\text{T}_4$  혈청  $\text{T}_3$ -resin 섭취율, TSH, 항 thyroglobulin 항체, 항 microsomal 항체 및 TBII 등 검사와 24시간 방사성옥소 섭취율을 측정후 이들 서로간의 상관관계를 비교분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

갑상선기능항진증(Graves' disease)군에서 5분  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate 섭취율은  $18.2 \pm 10.25\%$ 로 정상 갑상선 기능군( $1.1 \pm 0.96\%$ )에 비해 15배 이상 높은 섭취율을 나타내었으며 양자를 뚜렷이 구별할 수 있었다.

5분  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate 섭취율과 24시간 방사성옥소 섭취율 사이에는 유의한 상관관계가 있었으며( $r=0.75$ ,  $p<0.001$ ), 5분과 20분  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate 섭취율 사이에도 유의한 상관관계가 있었고( $r=0.96$ ,  $p<0.001$ ), 20분  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate 섭취율과 24시간 방사성옥소 섭취율 사이에도 유의한 상관관계가 있었다( $r=0.72$ ,  $p<0.001$ ). 또한 Graves 병군에 있어서는 5분  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate 섭취율과 갑상선 기능검사 즉 혈청  $\text{T}_3$ -resin 섭취율( $r=0.46$ ,  $p<0.01$ ), 혈청 총  $\text{T}_3$  ( $r=0.55$ ,  $p<0.05$ ) 그리고 혈청 총  $\text{T}_4$  ( $r=0.46$ ,  $p<0.05$ ) 사이에도 각각 유의한 상관관계가 있었다.

이상의 결과로 보아 5분  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate 섭취율이 갑상선질환에 있어 24시간 방사성옥소 섭취율을 대치할 수 있을 것으로 생각되며, 20분  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate 섭취율과 함께 5분  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate 섭취율도 임상적으로 이용할 수 있으리라고 생각되며, 각 갑상선 질환별로의  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate 섭취율에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## REFERENCES

- 1) Smith JJ, Barbara BA, Croft Y, Brookeman VA, Teates CD: *Estimation of 24 hour thyroid uptake of  $^{131}\text{I}$  sodium iodide using a 5-minute uptake of technetium-99m pertechnetate.* Clin Nucl Med 15: 80-83, 1990
- 2) Floyd JL, Rosen PR, Borchert RD, Jackson DE, Weiland FL: *Thyroid uptake and imaging with iodine-123 at 4-5 hours; Replacement of the 24 hour iodine-131 standard.* J Nucl Med 26:884-887, 1985
- 3) Garreta AC, Glass HI, Fiskas CS: *Measurement of the uptake of  $^{99m}\text{Tc}$  by thyroid.* Br J Radiol 41:896-898, 1968
- 4) Glass HI, Inst F, Williams P, Goolden AWG: *A simple, rapid method for measuring the thyroid uptake of  $^{99m}\text{Tc}$  by profile scanning.* Br J Radiol 45: 60-683, 1972
- 5) Southgate, K, Creagh F, Teece M, Kingwood C, Smith BR: *A receptor assay of the measurement of TSH receptor antibodies in unextracted serum.* Clin Endocrinol 20:539-548, 1984
- 6) Gustafson TL: *EPISTAT / Version 2.1 Round Rock, TX, 1983*
- 7) Tate MW, Clelland RC: *Nonparametric and short-cut statistic, Danville IL, Interstate Printer and publishers: 93-95, 1957*
- 8) Berman M, Braveman LE, Burke J: *MIRD/Dose Estimate Report No. 5, Summary of current radiation dose estimates to human from I-123, I-124, I-126, I-130, I-131, I-132 as sodium iodide.* J Nucl Med 16:857, 1975
- 9) Saenger IL, Atkins HL, Becker DV: *Task force on short lived radionuclides for medical applications evaluation of disease of the thyroid gland with the in vivo use of radionuclides.* J Nucl Med 19:107, 1978
- 10) Andros G, Harper PV, Lathrop KA:  *$^{99m}\text{Tc}$ -Pertechnetate localization in man with application to thyroid scanning and study of thyroid physiology.* J Clin Endocrinol Metab 25:1067-1077, 1965
- 11) Ryo UY, Vaidy P, Schneider A, Pinsky SM: *Thyroid imaging agents; A comparison of I-123 and Tc-99m pertechnetate.* Radiology 148:819-822, 1983
- 12) 김성훈, 김종우, 박용휘: *Cimetidine*과 위산도 변화가  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate의 흰쥐 위벽 집적에 미치는 영향. 대한핵의학회지 23(1), 1989
- 13) 이상민, 박진영, 이안기, 정주일, 홍창기:  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate를 사용한 뇌 스캔닝. 대한핵의학잡지 2(1), 1968
- 14) Goolden AWG, Glass HI, Williams EC: *Use of  $^{99m}\text{Tc}$  for the routine assessment of thyroid function.* Br Med J 4:396-399, 1971
- 15) Paul GA, Katherine VH, Lathrop A, McCardle RJ: *Pertechnetate  $^{99m}\text{Tc}$  localization in man with applications to thyroid scanning and the study of thyroid physiology.* J Clin Endocrinol 25:1067, 1965
- 16) Smith EM: *Internal dose calculation for  $^{99m}\text{Tc}$ .* J Nucl Med 6:231-251, 1965
- 17) Ashkar FS, Smith EM: *The dynamic thyroid Study-A rapid evaluation of thyroid function and anatomy using  $^{99m}\text{Tc}$  as pertechnetate.* JAMA 217:441-446,

- 1971
- 18) Hays MT, Wesselosky B: *Simultaneous measurement of thyroidal trapping ( $^{99m}\text{TcO}_4^-$ ) and binding ( $^{131}\text{I}$ ): Clinical and experimental studies in man.* *J Nucl Med* 14:785-792, 1973
  - 19) Higgins HP, Ball D, Eastham S: *20 min  $^{99m}\text{Tc}$  thyroid uptake: A simplified method using the gamma camera.* *J Nucl Med* 14:907-911, 1973
  - 20) Goolden AWG, Brown M, Williams ED: *In further advances in thyroid research, ed. Fellinger K, Vienna RH, Wiener, Medizinischen Akademie, 1971*
  - 21) Welch MJ, Adatepe M, Potchen EJ: *An analysis of technetium ( $^{99m}\text{TcO}_4^-$ ) kinetics; The effect of perchlorate and iodide pretreatment.* *Int J Appl Radiat Isot* 20:437-445, 1969
  - 22) Stephen CD, Sty J: *Technetium thyroid uptake ratios in pediatric Graves' ds.* *J Pediatr* 107:905-909, 1985
  - 23) Alexander WD, Merarty DG, Robertson J, Shimmins J, McLarty D, Brownie BCV, Harden R McG, Patel AR: *Reduction of the long term results of antithyroid drug therapy for thyrotoxicosis.* *J Clin Endocrinol Metab* 30:540-543, 1970
  - 24) Lowry RC, Low D, Hadden DR, Montgomery DAD, Weaver JA: *Thyroid suppressibility: Follow-up for two years after antithyroid treatment.* *Br Med J* ii: 19-22, 1971
  - 25) Yamamoto M, Igarashi T, Kimura S, Tsukamoto S, Togawa K, Ogata E: *Thyroid suppression test and outcome of hyperthyroidism treated with antithyroid drugs and triiodothyronine.* *J Clin Endocrinol Metab* 4:72-77, 1979
  - 26) William ED, Glass HI, Goolden AWG, Satyavanich S: *Comparison of two methods of measuring the thyroidal uptake of  $^{99m}\text{Tc}$ .* *J Nucl Med* 13:159-162, 1972
  - 27) Shimmins J, Hilditch T, Harden RM, Alexander WD: *Thyroidal uptake and turn-over of the pertechnetate ion in normal and hyperthyroid subjects.* *J Clin Endocrinol Metab* 28:575-581, 1968
  - 28) Shimmins J, Hilditch TE, Harden McG, Alexander WD: *Neck extrathyroidal activity of  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate.* *J Nucl Med* 10:483-486, 1969
  - 29) Burke G, Halko A, Silverstein GE: *Comparative thyroid uptake studies with  $^{131}\text{I}$  and  $^{99m}\text{TcO}_4^-$ .* *J Clin Endocrinol* 34:630-637, 1972
  - 30) Wolff J: *Transport of iodide and other anions in the thyroid gland.* *Physiol Rev* 44:45-90, 1964
  - 31) Maisey MN, Natarajan TK, Hurley PJ: *Validation of a rapid computerized method of measuring  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate uptake for routine assessment of thyroid structure and function.* *J Clin Endocrinol Metab* 36:317-322, 1973
  - 32) Andros G, Harper PV, Lathrop KA: *Pertechnetate - $^{99m}\text{Tc}$  localization in man with applications to thyroid scanning and the study of thyroid physiology.* *J Clin Endocrinol Metab* 25:1067-1076, 1965
  - 33) Garreta AC, Lie CS, Fiskas HI, Glass A, Inst P, Goolden AWG: *Measurement of the uptake of  $^{99m}\text{Tc}$  by the thyroid.* *Br J Radiol* 41:896-898, 1968
  - 34) Atkins HL: *Technetium  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate uptake and scanning in the evaluation of thyroid function.* *Sem Nucl Med* 1:345-399, 1971
  - 35) Hurley PJ, Maisey MN, Natarajan TK: *A computerized system for rapid evaluation of thyroid function.* *J Clin Endocrinol Metab* 34:354-360, 1972