

Two Measurement Considerations for Counting of Background Radioactivity using the Thigh during Thyroid Uptake Rate Test

Yongho Do¹, Youngkwon Cho^{2,*}

¹Department of Nuclear Medicine, Seoul National University Boramae Medical Center

²Department of Radiological Science, Cheongju University

Received: July 16 2021. Revised: August 20, 2021. Accepted: August 31, 2021.

ABSTRACT

^{99m}TcO₄⁻ is used to measure thyroid uptake. When measuring background radioactivity of the thigh, the distance between the detector and the thigh was 20 cm at a position 10 cm above the knee from the knee to the pelvis. At 25 cm, many hospitals are measuring at different distances. The purpose of this study was to study the difference in effectiveness in obtaining the thyroid uptake rate by quantitatively analyzing the uptake rate measurement at two distances. As a result, the average thyroid uptake rate measured at 20 cm in the thigh of 50 patients was 3.532±4.312%, and the average thyroid uptake rate measured at 25 cm was 3.680±4.304%. As a result of the thyroid uptake rate test result, the femoral background radioactivity value measured at a distance of 20 cm was relatively higher than the background radioactivity value measured at a distance of 25 cm, and as a result, the thyroid uptake rate was 0.148% lower.

Keywords: Pertechnetate, Thyroid Uptake, Background Radioactivity, Thigh

I. INTRODUCTION

갑상샘 질환을 찾기 위한 핵의학 검사법으로는 크게 갑상샘의 크기와 육안 병변을 확인하기 위한 갑상샘 스캔이 있고, 갑상샘 기능을 확인하기 위한 방법으로 갑상샘 섭취율 검사로 나눌 수가 있다^[1]. 검사법으로 ¹³¹I을 이용하는 방법과 과산화테크네슘 (^{99m}TcO₄⁻)을 이용하는데 과산화테크네슘 갑상샘 섭취율 검사는 방사성 옥소 검사보다 피폭선량이 적고 1일 이내 반복 검사가 가능하다. 또한 항갑상샘제 투여에 의한 영향이 없는 장점이 있다^[2]. 과산화테크네슘 185 MBq를 정맥주사 후 측정된 갑상샘 섭취율을 25 cm 거리와 20 cm 거리에서 측정 시 과산화테크네슘의 장점은 0.035 rad/kBq로 조사량이 적으며 반감기는 6시간으로 아주 짧아서 소아 및 임신부의 갑상샘 검사에 유용하며 185-370MBq를 정맥주사 후 10분 이내에 스캔이 가능하므로 검

사 시간이 짧고 해상력이 우수하여 갑상샘 스캔에 많이 이용되고 있다^[3]. 기존의 사용 중인 갑상샘 섭취율 장비는 방사성동위원소의 최대 허용선량이 55.5 MBq이하로 제한되어 있다. 이것은 계수 획득 시간 중 일어나는 측정 장비의 불감시간과 관계되며 측정시스템의 최대 계수량이 100 kcps로써 갑상샘 섭취율과 스캔을 동시에 검사하는 방사선량은 74-370 MBq정도로써 동시 측정이 불가능하였다. 최근 측정 시스템의 불감시간이 짧은 장비의 사용으로 동시 측정이 가능하며 지금의 장비에 조사되는 감마선량을 1/10로 줄일 수 있는 감쇠필터를 장착하여 기존의 55.5 MBq 미만의 방사성 동위원소량을 10배 이상 측정 가능하게 되었다^[4]. 현재 대부분의 병원에서 과산화테크네슘을 이용한 갑상샘 스캔과 갑상샘 섭취율 검사를 한 번의 주사로 동시에 수행할 수 있는 과산화테크네슘을 많이 이용하고 있다. 과산화테크네슘은 방사성옥소와 같이 갑

* Corresponding Author: Youngkwon Cho E-mail: petmen@daum.net

Tel*** - **** - ****

상샘에 포획되거나 결합되지 않으며 과염소산염에 의해서 방출된다^{15,6)}. 많은 병원에서 과산화테크네슘을 방사성 옥소보다 갑상샘 섭취율 검사에 더 많이 이용하는데 적은 비용으로 갑상샘 섭취율과 스캔을 동시에 검사하여 갑상샘의 구조와 기능을 알 수 있기 때문이다. 과산화테크네슘은 갑상샘 주변의 목의 배후 방사능에 대한 방사능이 높아서 갑상샘과 경부 방사능에 대한 방사능의 상대적 비율도 달라짐으로 정확한 갑상샘 섭취율을 산출하기 위한 측정값에 영향을 주는 요인들이 고려되어야 할 것이다^{17,8)}. 갑상샘 섭취율 측정을 위해 과산화테크네슘 18.5 MBq 정도의 선량을 사용하고 있다. 병원들마다 대퇴부의 배후방사능 측정 시 무릎에서 골반 쪽으로 10 cm 위의 위치에서 검출기와 대퇴부의 거리를 서로 다른 거리에서 측정하고 있다.

본 연구는 무릎 위 10 cm 위치에 검출기와 대퇴부를 밀착시킨 20 cm 거리에서 배후방사능 측정을 위한 계수와 또 다른 방식인 대퇴부와 5 cm 떨어뜨려 검출기와 25 cm 거리를 둔 갑상샘 섭취율 측정을 정량 분석하여 갑상샘 섭취율을 구함에 있어서 유효성의 차이에 관해 연구하였다.

II. MATERIALS AND METHODS

1. 실험대상

2021년 4월 1일부터 7월 17일까지 서울의 S대학 병원에서 갑상샘 섭취율과 스캔을 시행한 환자 50명 (남:14명, 여: 36명, 평균 나이: 47.7±15.8세)을 대상으로 하였다.

2. 실험방법

갑상샘 섭취율 검사를 위해 한 번의 주사를 통해 갑상샘 섭취율 측정과 갑상샘 스캔을 동시에 시행할 수 있도록 과산화테크네슘 18.5 MBq을 주사에 담아 일반적으로 알려진 갑상샘 섭취율 측정 방법으로 Fig. 1과 같이 갑상샘 섭취율 측정기(USA, Capintec, Captus 3000)를 이용하여 Fig. 2와 같이 1분간 측정한다. 측정 후 환자의 정맥에 주입하고 빈 주사기에 남은 과산화테크네슘을 측정한다. 과산화테크네슘 18.5 MBq를 정맥주사 후 감쇠필터를 이용하여

과산화테크네슘이 갑상샘에 최대 섭취가 일어나는 주사 20분 후 Fig. 3과 같이 환자의 목젖을 기준으로 하여 검출기와 25 cm 거리에서 갑상샘 섭취율 측정 장비로 측정을 한 다음 환자의 허벅지를 1분간 두 번 측정한다. Fig. 4와 같이 먼저 무릎 위 10 cm 위치에 검출기와 대퇴부를 밀착시킨 20 cm거리에서 배후방사능 1분간 측정한다. 두 번째 방법으로 Fig. 5와 같이 대퇴부와 5 cm 떨어뜨려 검출기와의 거리 25 cm 배후방사능을 1분간 측정한다. 측정된 감마계수를 다음의 Eq. (1)을 이용하여 섭취율을 구하였다.

$$\begin{aligned} & \text{갑상샘섭취율(\%)} \\ & = \frac{\text{목의분당계수} - \text{대퇴부의분당계수}}{\text{표준분당계수}} \times 100 \quad (1) \end{aligned}$$



Fig. 1. Thyroid uptake system (CAPINTEC, Captus 3000).



Fig. 2. $^{99m}\text{TcO}_4^-$ is placed in a syringe and measured for 1 minute using a thyroid uptaker.



Fig. 3. 20 minutes after injection, measured with a thyroid uptake measuring device at a distance of 25 cm from neck.

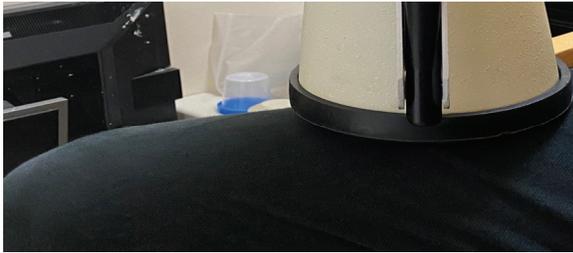


Fig. 4. Background radioactivity was measured for 1 minute at a distance of 20 cm where the detector and the thigh were closely attached to a position 10 cm above the knee.

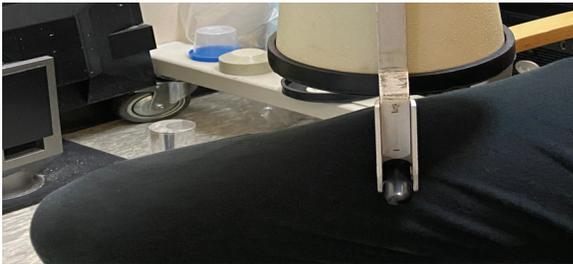


Fig. 5. Background radioactivity was measured for 1 minute at a distance of 25 cm where the detector and the thigh were closely attached to a position 10 cm above the knee.

3. 통계분석

측정된 값은 평균 ± 표준오차로 나타내었고 두 실험에서 20 cm, 25 cm 거리의 갑상샘 섭취율의 차이는 대응표본 t-검정을 시행하였다. 결과의 유의수준은 P<0.05로 하였으며, 통계분석은 SPSS 프로그램(version 25.0)을 사용하였다.

III. RESULT

50명 전체의 갑상샘 섭취율에서 Table. 1, Table. 2와 같이 과산화테크네슘 18.5 MBq을 주사 후 대퇴부 20 cm에서 측정된 평균 갑상샘 섭취율은 3.53±4.30%로 나타났으며 25 cm에서 측정된 평균 갑상샘 섭취율은 3.68±4.30%로 측정되었으며 25 cm과 20 cm의 차이는 0.148이었으며(p=.000). Table. 3에서 25 cm과 20 cm거리에서의 상관관은 양상관으로 나타났다(r=1.000, p=.000). 또한 두 집단 간 평균의 차이는 통계적으로 유의하게 나타났다(t=11.809, p=0.000).

Table. 1. Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean	Correlation	Sig.
Pair	25 cm Distance	3.680	50	4.304	.609	1.000	.000
	20 cm Distance	3.532	50	4.312	.610		

Table 2. Paired Samples Test

	Paired Distance					t	df	Sig. (2 tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% CI of the Difference				
				Lower	Upper			
25 cm -20 cm Distance	.148	.089	.125	.123	.173	11.809	49	.000

Table 3. Paired Samples Correlations

Var.	Mean	Std. Deviation	Correlation	
			25 cm Distance	20 cm Distance
25 cm Distance	3.680	4.304	1	
20 cm Distance	3.532	4.312	1.000**	1

** : The correlation is significant at the 0.01 level (two-tailed).

IV. DISCUSSION

전체 50명의 표본을 25 cm거리와 20 cm 거리에서의 갑상샘 섭취율 검사 결과를 통하여 20cm 거리에서 측정된 대퇴부의 배후방사능 값이 상대적으로 25 cm거리에서 측정된 배후방사능 값보다 높게 측정되어 결과적으로 갑상샘 섭취율이 0.148% 낮게 나왔으며 상관계수는 1.000 이었다.

50명 중 40명의 정상 갑상샘 섭취율 환자에서 평균 갑상샘 섭취율은 $3.532 \pm 4.312\%$ 로 나타났으며 25 cm거리에서의 평균 갑상샘 섭취율은 $3.680 \pm 4.304\%$ 로 나타났다. 25 cm과 20 cm 차이는 0.148%이고 유의확률은 .000으로 이에 두 갑상샘 섭취율 사이에서 유의한 차이가 있음을 확인하였으며 상관계수는 0.992이었다. 50명 중 정상 갑상샘 섭취율 보다 높게 나타난 10명의 환자에서 평균 갑상샘 섭취율은 $3.680 \pm 4.304\%$ 로 나타났으며 25 cm에서 측정된 평균 갑상샘 섭취율은 $3.532 \pm 4.312\%$ 로 나타났다. 25 cm과 20 cm 차이는 0.148%이고 유의확률은 .000으로 이에 두 갑상샘 섭취율 사이에서 유의한 차이가 있음을 확인하였으며 상관계수는 0.992이었다.

정상 갑상샘 섭취율에서나 정상보다 높게 나온 갑상샘 섭취율 모두에서 갑상샘 섭취율의 차이와 상관계수 값은 동일하게 나와서 정상 갑상샘 섭취율 값과 정상보다 높게 나온 갑상샘 섭취율 값의 차이는 일정한 섭취율 차이를 나타냄을 알 수 있었다.

정상 갑상샘 섭취율은 1.7-4.0%이다. 대퇴부에 측정기를 밀착시켜서 검사하는 20 cm 거리 두기 방법은 검사실 주변의 다른 검사로 인한 방사능에 의한 영향을 줄이고자 일부 병원에서 채택하는 방법이다. 그러나 이러한 방식은 배후방사능이 높게 측정되어 결과적으로 갑상샘 섭취율이 0.148% 낮게 측정된 값이라는 점을 인식하고 권고하는 정상 갑상샘 섭취율 범위의 상한치인 4.0% 경계 부분에서는 신중을 기해야 한다.

본 연구에서 환자 체내에서 나오는 감마선을 20 cm과 25 cm 두 번 측정하는 방법으로 환자에게 추가적인 피폭이 없고 20초간의 짧은 추가 측정 관계로 별도의 IRB 승인을 받지 않았으나 더욱 많은 데

이터 수집을 위해서는 IRB 승인을 취한 후 더 많은 표본을 가지고 진행된다면 더 객관적인 결과가 기대되며, 여러 다양한 거리에 대한 실험이 진행된다면 갑상샘 섭취율 측정 시 배후방사능이 섭취율에 미치는 영향을 더 많이 알게 될 것이다.

V. CONCLUSION

갑상샘 섭취율 검사 시 배후방사능 측정을 위해 시행하는 대퇴부에서 20 cm 거리 측정법과 25 cm 거리 측정법에서, 갑상샘 섭취율 검사 결과를 통하여 20 cm 거리에서 측정된 대퇴부의 배후방사능 값이 상대적으로 25 cm 거리에서 측정된 배후방사능 값보다 높게 측정되어 결과적으로 갑상샘 섭취율이 0.148% 낮게 나왔다. 일정하지 않은 배후방사능의 측정은 결과의 오류가 생기므로 측정하는 방사선사의 일관된 거리에서의 검사가 필요하다고 판단된다.

Reference

- [1] H. Y. Lee, J. E. Kim, I. C. Im, "The Research on the Simultaneous Examination of Thyroid Uptake Measurement and Thyroid Scan using Attenuation Filter", Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 5, No. 6, pp. 309-313, 2011.
<http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2011.5.6.309>
- [2] C. W. Lee, K. C. Won, H. D. Yoon, I. H. Cho, T. N. Kim, D. G. Shin, H. W. Lee, B. S. Shim, H. W. Lee, "Correlation between 5-Minute ^{99m}Tc -Pertechnetate uptake and 24-Hour ^{131}I uptake in Patients with Thyroid Disease", The Korean Journal of Nuclear Medicine, Vol. 26, No. 2, pp. 280-289, 1992.
- [3] G. Andros, P. Harper, K. Lathrop, R. McCardle, "Pertechnetate ^{99m}Tc localization in man with applications to thyroid scanning and the study of thyroid physiology", Journal of Clinical Endocrine, Vol. 25, No. 8, pp. 1067-1076, 1965.
<http://dx.doi.org/10.1210/jcem-25-8-1067>
- [4] E. M. Smith, "Internal dose calculation for ^{99m}Tc ", Journal of Nuclear Medicine, Vol. 6, No. 23, pp. 231-251, 1965.
- [5] W. H. Wong, H. Li, "A scintillation detector signal

processing technique with active pile-up prevention for extending scintillation count rate", Institute of Electrical and Electronics Engineers, Vol. 45, No. 3, pp. 838-842, 1998. <http://dx.doi.org/10.1109/23.682647>

- [6] J. Shimmins, T. Hilditch, R. M. Harden, W. D. Alexander, "Thyroidal uptake and turnover of the pertechnetate ion in normal and hyperthyroid subjects", *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, Vol. 28, No. 4, pp. 575-581, 1968. <http://dx.doi.org/10.1210/jcem-28-4-575>
- [7] S. H. Kim, J. W. Kim, Y. W. Bahk, "Effect of Cimetidine and Gastric Acidity on the Gastric Mucosal Retention of ^{99m}Tc -Pertechnetate in Rats", *The Korean Journal of Nuclear Medicine*, Vol. 23, No. 1, pp. 41-48, 1989.
- [8] A. W. G. Goolden, H. I. Glass, E. D. Williams, "Use of ^{99m}Tc for the routine assessment of thyroid function", *British Medical Journal*, Vol. 4, No. 5784, pp. 396-399, 1971. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.4.5784.396>

갑상샘 섭취율 검사 시 대퇴부를 이용한 배후방사능 계측을 위한 2가지 측정 고찰

도용호¹, 조영권^{2,*}

¹서울특별시 보라매병원 핵의학과

²청주대학교 방사선학과

요 약

갑상샘 섭취율 측정을 위해 과산화테크네슘을 사용하고 있다. 대퇴부의 배후방사능 측정 시 무릎에서 골반 쪽으로 10 cm 위의 위치에서 검출기와 대퇴부의 거리를 20 cm, 25 cm 위치에서 병원들마다 서로 다른 거리에서 측정하고 있다. 두 거리에서 갑상샘 섭취율 측정을 정량 분석하여 갑상샘 섭취율을 구함에 있어서 유효성의 차이를 연구 하고자 하였다. 결과로써 50명의 대퇴부 20 cm에서 측정한 평균 갑상샘 섭취율은 $3.532 \pm 4.312\%$ 로 나타났으며 25 cm에서 측정한 평균 갑상샘 섭취율은 $3.680 \pm 4.304\%$ 로 나타났다. 갑상샘 섭취율 검사 결과를 통하여 20 cm 거리에서 측정된 대퇴부의 배후방사능 값이 상대적으로 25 cm 거리에서 측정된 배후방사능 값 보다 높게 측정되어 결과적으로 갑상샘 섭취율이 0.148% 낮게 나왔으며 배후방사능 측정을 위한 일정한 거리에서의 측정이 중요하다고 판단된다.

중심단어: 과산화테크네슘, 갑상샘 섭취율, 배후방사능, 대퇴부

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	도용호	서울특별시 보라매병원 핵의학과	방사선사
(교신저자)	조영권	청주대학교 방사선학과	교수