

갑상선암 환자에서 방사성옥소 진단스캔과 치료 후 스캔의 비교 및 임상경과

고신대학교 의과대학 의학부 핵의학교실

이석모 · 배상균 · 영하용

Comparison of Diagnostic and Post-therapy Radioiodine Scan in Well-Differentiated Thyroid Cancer and the Clinical Outcome

Seok-Mo Lee, M.D., Sang Kyun Bae, M.D. and Ha Yong Yum, M.D.

Department of Nuclear Medicine, Kosin University Medical College, Pusan, Korea

Abstract

Purpose: We compared the first postoperative diagnostic and post-therapy scans of patients who received therapeutic doses of I-131, to investigate the difference in clinical outcomes between patients with concordant findings of diagnostic and post-therapy scans and patients with discrepant (more lesions in post-therapy scan) findings. **Materials and Methods:** The first postoperative diagnostic and post-therapy radioiodine scans of one hundred forty three patients with well differentiated thyroid carcinoma were reviewed. Diagnostic scans were obtained following ingestion of 185 MBq of I-131 and post-therapy scans were obtained after therapeutic dose of 3.7~9.3 GBq of I-131. Successful ablation was defined as no radioiodine uptake on diagnostic radioiodine scan and normal range of serum thyroglobulin level (<10 ng/ml) during serum TSH elevation. **Results:** Discrepant scan findings were noted in 25 (17.5%) patients. Twenty-two patients (15.4%) showed more lesions in post-therapy scan and 3 patients (2.1%) showed stunning effect. Nine (64.3%) of 14 patients with distant metastasis revealed metastatic lesion(s) only on post-therapy scan. Stunning effect was considered as sublethal damage in 1 patient and treatment by a diagnostic dose in 2 patients. Ablation was achieved in 52.4% (75/143) of all patients. Ablation rate and mean cumulative radioiodine dose were not different statistically between concordant and discrepant groups. **Conclusion:** There were 17.5% difference between diagnostic and post-therapy scan findings when using 185 MBq of I-131 as a diagnostic dose. However, 64.3% of distant metastases were revealed only on post-therapy scan. Ablation rate and mean cumulative radioiodine dose were not different statistically between concordant and discrepant groups. The stunning effect was considered as not only sublethal damage but also treatment by a small diagnostic dose of radioiodine. (*Korean J Nucl Med* 2000;34: 22-9)

Key Words: Iodine-131, Whole-body scan, Well-differentiated thyroid cancer, Post-therapy scan, Stunning

Received Jun. 1, 1999; revision accepted Feb. 1, 2000
 Corresponding Author: Sang Kyun Bae, M.D., Department
 of Nuclear Medicine, Kosin University Medical College, 34
 Amnam-Dong, Suh-Ku, Pusan 602-702, Korea
 Tel: 82-51-240-6384, Fax: 82-51-244-5100
 E-mail: sbae@ns.kosinmed.or.kr

※ 이 연구는 1998년도 고신의료원 핵의학연구소 연구비의 보조로 이루어졌음.

서 론

방사성옥소 치료는 분화된 갑상선암 환자의 장기적인 추적관찰에서 재발률을 낮추고 생존율을 높이

는 방법으로 사용되어지고 있다.^{1,2)} 방사성옥소 치료용량은 방사선량측정(dosimetry)을 하거나, 잔여 갑상선 조직이나 경부 림프절 또는 원격전이의 유무에 따라 경험적으로 결정된다.^{3,4)} 방사성옥소 진단 스캔은 대개 37~74 MBq의 방사성옥소를 사용하여 얻지만 용량을 증가시키면 진단 스캔에서 병소의 발견율을 높일 수 있다.⁵⁻⁷⁾ 하지만 많은 양의 방사성옥소를 사용하여 진단 스캔을 얻으면 진단 스캔에서 보이던 병소가 방사성옥소 치료때 방사성옥소의 섭취가 감소하거나 없어져서 치료 후 스캔에서는 나타나지 않는 소위 '기절효과(stunning effect)'를 유발함으로써 치료효과가 낮아진다고 보고 되고 있다.^{8,9)}

치료용량의 방사성옥소를 투여한 후 얻는 치료 후 스캔은 병소부위에서 방사성옥소의 섭취여부를 확인할 뿐 아니라, 진단 스캔에서는 보이지 않던 병소를 확인하여 다음 치료에 치료용량을 결정할 때 도움을 줄 수 있다.¹⁰⁾ 하지만 진단 스캔과 치료 후 스캔 사이에 차이를 보이는 경우, 그 임상적인 의미에 대해서는 잘 알려져 있지 않다. 저자들은 갑상선 절제술 후 첫 진단 스캔과 방사성옥소 치료 후 스캔을 비교하고, 두 스캔에서 차이를 보이는 경우와 일치하는 경우 사이에 임상경과에서 다른 차이가 있는지를 분석하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

1990년 2월부터 1998년 7월 사이에 분화된 갑상선암으로 진단 후 갑상선절제술을 시행받고 방사성옥소 치료를 받은 환자 중 1999년 8월 현재까지 한 차례 이상 추적 방사성옥소 전신 스캔을 시행하고 추적관찰이 가능했던 환자 143명을 대상으로 하였다. 평균 추적관찰 기간은 804 ± 565 일이었다. 환자의 평균 나이는 43 ± 12 (19~73)세였고 여자가 120명, 남자가 23명이었다. 조직학적으로는 유두상암이 130명, 여포상암이 8명, 혼합형이 5명이었다. 이들 143명의 환자에서 얻은 수술 후 첫 진단 스캔과 치료 후 스캔을 비교하였다.

2. 영상획득 및 분석

환자들은 수술 후 T3 (triiodothyronine)제제를 4주간 복용한 후 2주간 약을 끊고 식이 중의 옥소 섭취를 제한한 상태에서 방사성옥소를 복용하고 전신스캔을 얻었다. 동시에 혈청 갑상선자극호르몬(TSH)치와 갑상선글로불린(thyroglobulin, Tg)치를 측정하였다.

진단 스캔은 방사성옥소 185 MBq을 투여하고 48시간 후에 경부 및 흉부 영상과 전신스캔을 얻었으며 72시간 후에 경부 및 흉부 영상을 얻었다. 48시간의 경부 및 흉부 영상은 전면과 후면 각각 20분간 얻었고 전신스캔은 카메라의 이동속도를 분당 6 cm로 하였으며, 72시간 영상은 전후면 각각 7만 계수가 되도록 얻었다. 치료 후 스캔은 치료용량 (3.7~9.3 GBq)을 투여 한 후 3~5일 째 전면과 후면 각각 10분간 경부 및 흉부 영상을 얻었다. 전신스캔은 감마카메라를 분당 10 cm의 속도로 이동하면서 얻었다. 진단 스캔과 치료 후 스캔의 평균 간격은 19.2일이었다.

방사성옥소 치료 약 6개월 후에 같은 방법으로 방사성옥소 진단 스캔을 얻어 방사성옥소 섭취가 있으면 재치료하였고, 방사성옥소 섭취를 보이지 않고 혈청 갑상선자극호르몬치가 상승한 상태에서 혈청 갑상선글로불린치가 10 ng/ml 이하인 경우에 일단 갑상선 조직이 제거된 것으로 판단하였다.¹¹⁾

통계적인 유의성은 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 진단 스캔과 치료 후 스캔 소견의 차이 여부와 제거율과의 관계를 χ^2 검정을 통해서, 평균 추적 방사성옥소 용량과의 관계를 Mann-Whitney 검정을 통해서 각각 비교하였다.

결 과

총 143명의 환자 중 진단 스캔과 치료 후 스캔 소견이 다른 경우는 모두 25명(17.5%)으로, 진단 스캔보다 치료 후 스캔에서 더 많은 병소를 나타낸 경우는 22명(15.4%)이었고(Fig. 1), 진단 스캔에서 보이던 병소가 치료 후 스캔에서는 보이지 않았던 소위 기절효과를 나타낸 경우는 3명(2.1%)이었다

(Table 1). 방사성옥소 치료 후 스캔에서 원격전이
가 확인된 환자는 14명으로 폐, 종격동, 흉벽, 뼈,
비강에 전이가 있었다. 이들 중 9명(64.3%)은 진단
스캔에서 원격전이병소가 보이지 않았었다. 원격전
이가 있던 14명은 관찰기간동안 관해된 환자가 없
어 진단스캔과 치료 후 스캔의 차이에 따른 제거율
등을 비교할 때는 제외하였다.

목부위에 방사성옥소 섭취를 보인 환자 중 추적
관찰기간동안 잔여 갑상선이 제거된 환자의 수는
75명(58.1%)으로 이들의 방사성옥소 치료횟수는
1.6±0.6회, 축적 용량은 8.4±3.4 GBq이었다. 치료
후 스캔에서 목부위에 더 많은 병소를 보인 환자
(불일치군)에서 잔여 갑상선이 제거된 경우는 13명
중 9명(69.2%)으로 진단 스캔과 치료 후 스캔의 소

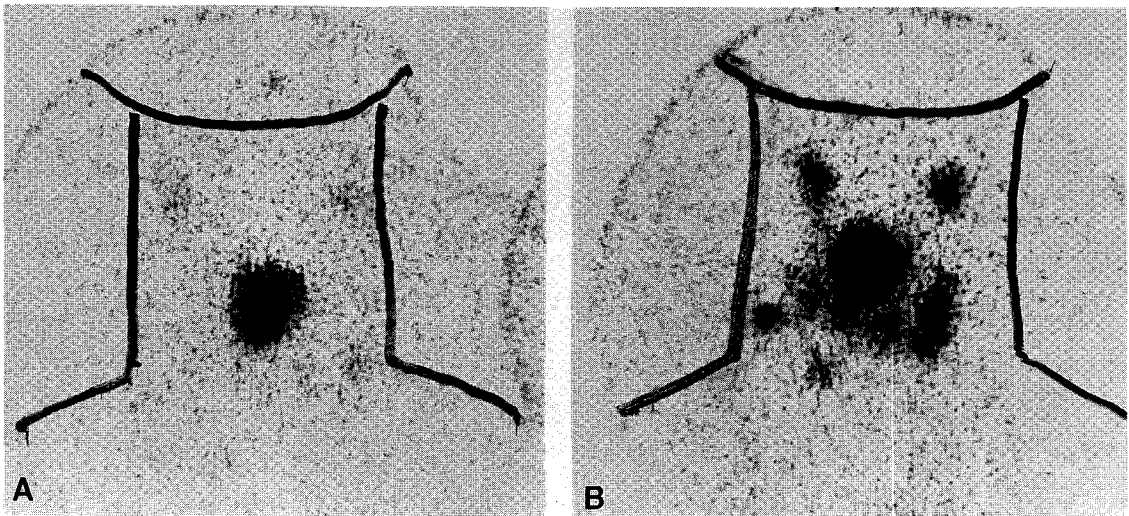


Fig. 1. (A) Diagnostic scan of neck (185 MBq) shows several radioiodine uptake lesions at the anterior neck.
(B) Post-therapy scan of neck (5.55 GBq) reveals more lesions than diagnostic scan.

Table 1. Remission Rate after Radioiodine Therapy Depending on Diagnostic and Post-therapy Scan Findings

	No. of total patients	No. of successful ablation (%)	Mean cumulative dose (GBq)
Residual uptake on thyroid bed	129	75 (58.1)	9.5±4.7
Concordance	113	63 (55.8)*	9.3±4.7 (8.3±3.4) [†]
More lesions in post-therapy scan	13	9 (69.2)*	10.9±5.0 (9.5±3.3) [†]
Stunning effect in post-therapy scan	3	3 (100)	
Distant metastases	14		
Lung/mediastinum	7	0	
Chest wall	2	0	
Bone	4	0	
Nasal cavity	1	0	
Total	143	75 (52.4%)	

*, †: p>0.05 between concordant and discrepant groups.

[†] (): mean±S.D. of successfully ablated patients.

견이 같은 환자(일치군)의 잔여 갑상선이 제거된 경우(63/113명, 55.8%)에 비해 통계학적으로는 유의한 차이는 없었다(Table 1, $p>0.05$). 불일치군 환자 중 갑상선이 제거된 환자의 방사성옥소 평균 축적 용량은 9.5 ± 3.3 GBq로 일치군의 8.3 ± 3.4 GBq에 비해 유의한 차이는 없었다(Table 1, $p>0.05$).

추적 관찰기간 동안 평균 치료횟수는 1.8 ± 0.9 회(1~5회)였다. 치료 횟수에 따른 일치군과 불일치군의 잔여 갑상선 제거율을 Table 2에 요약하였는데, 양군 사이에 평균 치료횟수(1.8 ± 0.9 vs 2.0 ± 0.9 회)

및 제거율의 유의한 차이는 없었다.

기질효과를 보인 환자 중 1명의 병소는 11개월 후의 추적관찰에서 다시 방사성옥소의 섭취를 보였으나(Fig. 2), 재치료 후에 소실되었다. 다른 2명의 병소는 각각 9, 11개월 후의 진단스캔상 방사성옥소 섭취가 없었으며 이때 갑상선글로불린치는 10 ng/ml 이하였다(Fig. 3).

Table 2. Comparison of Ablation Rate between Concordant and Discrepant Group according to the Number of Radioiodine Therapy

No. of treatment	Concordant group*		Discrepant group†	
	No. of total patients	No. of successful ablation (%)	No. of total patients	No. of successful ablation (%)
1	113	31 (27.4)	13	3 (23.1)
2	63	29 (46.0)	9	5 (55.6)
3	16	2 (12.5)	3	1 (33.3)
4	4	1 (25.0)	1	0
5	2	0		

$p>0.05$ between concordant and discrepant group.

* concordant group: patients who showed concordant findings between diagnostic and post-therapy scan.

† discrepant group: patients who showed more lesions in post-therapy scan.

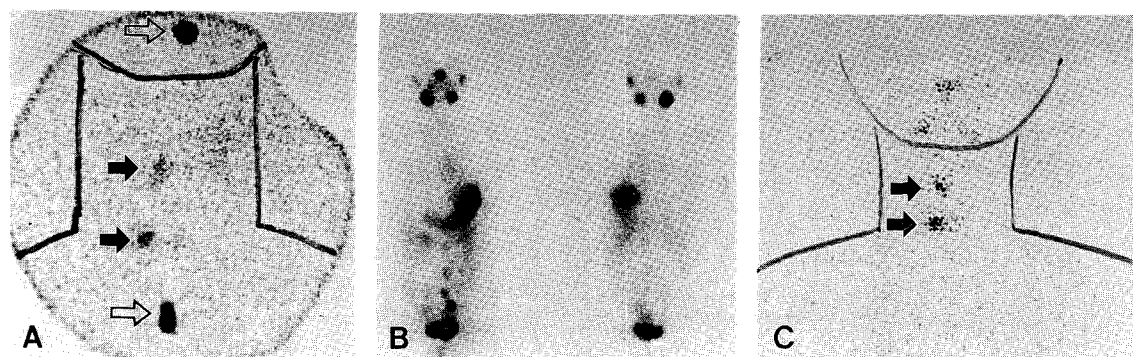


Fig. 2. (A) Diagnostic scan of neck (185 MBq) shows several focal uptakes (➡) in the neck. (⇨; chin and sternal notch marking). (B) Post-therapy scan of whole body (3.7 GBq) reveals no radioiodine uptake in these lesions (stunning effect). There is only physiologic uptakes in the salivary glands, stomach, bowel and urinary bladder. (C) Follow-up diagnostic scan again reveals at least two foci (➡) of previous diagnostic scan. This suggested that the lesion was sublethally damaged by diagnostic dose of radioiodine.

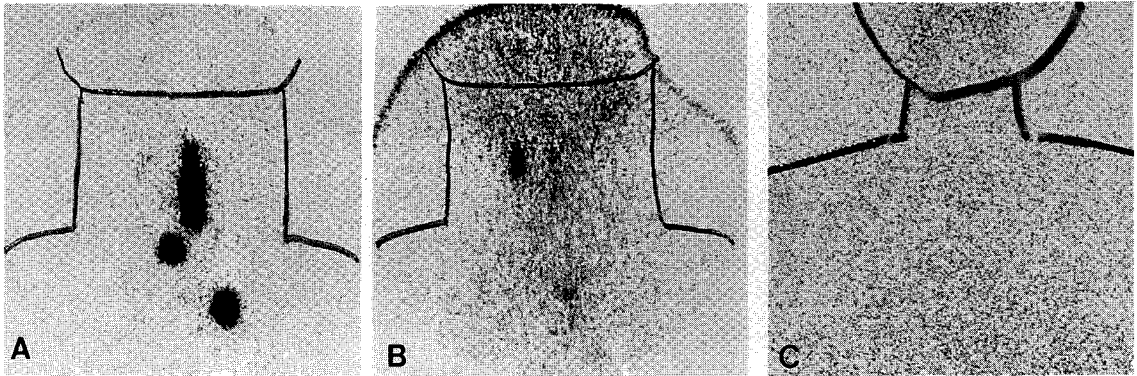


Fig. 3. (A) Diagnostic scan (185 MBq) shows multiple radioiodine uptakes in the neck. (B) Post-therapy scan reveals no radioiodine uptake in some of the neck lesions (stunning effect). (C) Follow-up diagnostic scan (185 MBq) does not show any abnormal radioiodine uptake. The serum thyroglobulin level was 1.0 ng/ml during TSH elevation. This suggested that the lesion was treated by the diagnostic dose of radioiodine.

고 찰

방사성옥소 진단 스캔과 치료 후 스캔 사이에 10~46%의 다양한 빈도로 차이를 보인다는 것은 잘 알려져 있으나, 이러한 차이가 어떤 임상적 의미가 있을 지에 대해서는 잘 알려져 있지 않다. 본 연구에서는 분화된 갑상선암 환자 143명을 대상으로 185 MBq의 방사성옥소를 사용하여 얻은 수술 후 첫 진단 스캔과 치료용량의 방사성옥소를 투여하여 얻은 치료 후 스캔을 비교한 결과 진단 스캔과 치료 후 스캔 소견이 다른 경우는 모두 25명(17.5%)이었으며, 특히 원격전이를 가진 환자 중 64.3%에서 차이를 보였다. 하지만 원격전이 환자를 제외하고 경부에서 잔여 갑상선 조직을 보인 환자 중 치료 후 스캔에서 더 많은 병소를 보인 불일치군과 일치군 사이에 잔여 갑상선의 제거율, 방사성옥소 평균 축적용량 등에는 유의한 차이는 없었다.

방사성옥소 진단 스캔에 사용되는 방사성옥소의 적정한 용량에 대해서는 논란이 많다. 74~370 MBq을 사용하는 것으로는 갑상선암의 전이여부를 정확히 결정하는데 부적절하다는 이 등¹⁰⁾의 보고도 있고, 많은 용량을 사용할수록 기절효과가 증가하므로 74 MBq이 적절하다는 Maxon 등⁵⁾의 보고도 있다. Krishnamurthy 등¹²⁾은 치료 후 스캔에서 발

견되는 병소의 대부분이 185 MBq을 사용한 진단 스캔에서도 관찰되었기 때문에 진단 용량으로 185 MBq이 적당하다고 하였고, 이에 근거하여 저자들도 185 MBq의 방사성옥소를 이용하여 진단 스캔을 얻었다.

방사성옥소의 용량을 증가시킨 치료 후 스캔에서 병소의 발견율이 비례하여 증가되는 것으로 알려져 있다. 이 등¹⁰⁾은 74~370 MBq의 방사성옥소를 이용한 진단 스캔과 1110~5550 MBq을 투여한 치료 후 스캔을 비교하여 35%의 환자에서 치료 후의 전신스캔에서 더 많은 병소가 관찰됨을 보고하였다. Waxman 등⁶⁾은 방사성옥소를 74 MBq 사용한 검사에 비하여 370 MBq을 사용하면 민감도를 400% 향상시키는 것으로 보고하였고, 1110 MBq까지 증가할수록 갑상선 병소의 발견율은 증가한다고 하였다. Spies 등⁷⁾은 185 MBq의 방사성옥소를 사용한 진단 스캔과 2220~4440 MBq을 사용한 치료 후 스캔을 비교하여 39명의 환자 중 18명(46.2%)에서 경부 림프절, 폐전이를 더 발견 할 수 있었으며 더욱 뚜렷이 병소를 찾을 수 있었다고 하였다. 반면 Sherman 등¹³⁾은 74~185 MBq의 방사성옥소를 사용한 진단 스캔과 1.1~7.4 GBq를 사용한 치료 후 스캔을 비교하여 27%에서 차이를 발견하였으나 10%에서만 치료 후 스캔에서 새로운 전이병소를 발견할 수 있어 일부의 환자에서만 중요한 정보를

제공한다고 하였다. 진단 용량을 185 MBq 단일용량으로 하고 수술 후 첫 검사만을 대상으로 한 본 연구에서는 3.7~9.3 GBq을 투여한 치료 후 스캔에서 15.4% (22/143명)의 환자에서 더 많은 병소를 나타내었다. 특히, 원격전이 병소를 가진 14예 중 9예(64.3%)는 진단 스캔에 원격전이 병소가 나타나지 않아 치료 후 스캔의 필요성을 확인할 수 있었다. 이번 연구에서 치료 후 스캔에서 더 많은 병소를 보인 경우가 15.4%로 다른 연구에 비해 다소 낮은 것은 진단용량을 비교적 많은 185 MBq의 단일용량을 사용한 것이 한 원인으로 생각된다. 또 수술 후 첫 번째 방사성옥소 스캔만을 대상으로 한 것도 이유가 될 수 있을 것으로 보인다. 방사성옥소 치료의 과거력이 있으면 진단 스캔과 치료 후 스캔 사이에 불일치를 더 많이 일으킬 수 있다는 점¹³⁾에서 수술 후 첫 방사성옥소 전신 스캔과 치료 후 스캔만을 대상으로 한 본 연구에서는 두 스캔간 차이점이 적었을 것으로 보인다.

방사성옥소 진단 스캔과 치료 후 스캔사이의 차이가 방사성옥소 치료 후 제거율에 영향을 주는지에 대해서는 잘 알려져 있지 않다. 본 연구에서 치료 후 스캔에서 더 많은 병소를 보인 불일치군과 일치군 사이에 잔여 갑상선 제거율 및 방사성옥소 평균 축적용량의 유의한 차이는 없었다. 다만 본 연구에서 일치군과 불일치군의 수의 차이가 많았으므로 더 많은 환자에서 더 오랜 기간의 추적관찰을 통해 연구해 보아야 할 것으로 생각된다. 본 연구에서 갑상선 제거율은 다른 보고자들¹⁴⁻¹⁶⁾에 비해 낮은데, 이는 흡수선량, 초기 방사선량, 잔여 갑상선 조직의 양이 갑상선 제거에 중요한 요소임을 생각할 때 진단용 방사성옥소의 용량이 185 MBq로 다른 보고에 많아 뚜렷한 기절효과는 아니더라도 치료효과를 저하시켰을 가능성과 본원의 특성상 타 병원에서 의뢰되어 온 환자의 경우 수술 후 잔여 갑상선 조직이 많았을 가능성이 있는 것으로 판단된다.¹⁶⁾

본 연구에서는 3명(2.1%)에서 진단 스캔에서 보이던 병소가 치료 후 스캔에서 그 섭취정도가 감소되어 있거나 보이지 않는 경우를 관찰 할 수 있었는데, Jeevanram 등⁸⁾은 비교적 많은 진단용량은 병

소의 아치사손상(sublethal damage)을 유발 할 수 있음을 보고하였고, 박 등¹⁷⁾은 370 MBq을 사용한 진단 스캔상 보이던 병소가 3.7 GBq을 사용한 치료 후 스캔에서는 나타나지 않는 것을 보고 이를 기절효과(stunning effect)라 하고 이는 진단용량으로 인하여 발생한 잔여 갑상선의 방사성옥소 섭취 기능 손상이 원인이라 하였다.^{9,12)} 이러한 기절효과의 기전에 대해서는 아직 정확한 기전이나 지속시간이 밝혀지지 않았지만 일부 연구자에 의하면 2~4주 또는 수 개월까지 지속되는 것으로 보고되고 있는데 본 연구에서는 2명의 환자에서 9개월 및 11개월 후의 진단 스캔에서 여전히 보이지 않으며 혈청 갑상선글로불린치도 10 ng/ml 이하여서 185 MBq의 진단 용량에 의해 일단 제거된 것으로 생각되었다.¹⁸⁾ 따라서 소위 기절효과는 잔여 갑상선이나 갑상선암 병소가 방사성옥소를 섭취할 능력에 일시적 장애를 입는 것 뿐 아니라 소량의 진단용량으로 인한 치료도 한 원인일 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 방사성옥소 전신 스캔에서 섭취를 보이지 않고 혈청 갑상선자극호르몬치가 상승한 상태에서 혈청 갑상선글로불린치가 10 ng/ml 이하인 경우에 잔여 갑상선이 일단 제거된 것으로 판단하였다.¹¹⁾ 하지만, 최근 양전자방출단층촬영을 이용한 연구결과에 의하면 방사성옥소 전신 스캔이 음성이고 혈청 갑상선글로불린치가 낮다고 하더라도 전이성 갑상선암이 존재할 수 있음이 밝혀지고 있다.¹⁹⁾ 따라서 본 연구의 환자군에서 완전관해 여부에 대해서는 확인할 수 없으며 전이암이 잠재되어 있을 가능성을 완전히 배제할 수 없는 제한점이 있다. 또 진행이 느린 갑상선암에 비추어 본 연구에서는 비교적 짧은 기간의 추적관찰이어서 재발로 판명된 환자는 없었다. 따라서 앞으로 더 오랜 기간의 추적관찰을 통한 관해 및 재발 여부의 확인과 방사성옥소 스캔을 보완할 검사를 이용한 연구가 계속되어야 할 것으로 생각된다.

결론적으로 185 MBq의 단일 용량의 방사성옥소를 이용하여 진단 스캔을 얻었을 때, 진단 스캔과 치료 후 스캔이 다른 경우는 17.5%에서 관찰되었으며, 특히 원격전이가 확인된 환자의 64.3%는 치

료 후 스캔에서만 병소가 확인되었다. 진단 스캔과 치료 후 스캔 사이에 차이를 보인 환자군과 일치한 환자군에서 잔여 갑상선 제거율 및 방사성옥소 평균 축적용량은 유의한 차이가 없었다. 기절효과를 보인 병소는 추적검사에서 모두 제거되어 방사성옥소를 섭취할 능력의 일시적 장애뿐 아니라 진단용량에 의한 치료효과도 있었던 것으로 생각된다.

요 약

목적: 방사성옥소 치료를 받은 갑상선암 환자의 수술 후 첫 진단 스캔과 치료 후 스캔을 비교하고 치료 후 스캔에서 더 많은 병소를 보이는 경우(불일치군)와 같은 경우(일치군) 사이에 임상경과에 차이가 있는지를 알아보았다. **대상 및 방법:** 방사성옥소 치료를 받은 분화된 갑상선암 환자 143명의 수술 후 첫 진단 스캔과 치료 후 스캔을 비교하였다. 진단 스캔은 방사성옥소 185 MBq를, 치료후 스캔은 3.7~9.3 GBq를 투여한 후 얻었다. 추적 진단 스캔에서 비정상 섭취가 없으며 혈청 갑상선글로불린치가 정상이면 잔여 갑상선조직이 제거된 것으로 판정하였다. **결과:** 두 스캔사이에 차이를 보인 경우는 143명 중 25명(17.5%)으로, 진단 스캔보다 치료 후 스캔에서 더 많은 병소를 보인 경우가 22명(15.4%), 기절효과를 보인 경우가 3명(2.1%)이었다. 원격전이가 확인된 환자 14명 중 9명(64.3%)은 치료 후 스캔에서만 병소를 확인할 수 있었다. 기절효과를 보인 3명 중 1명은 아치사손상에 의한 것으로 생각되나, 나머지 2명에서는 다음 진단 스캔에서도 보이지 않아 진단 스캔 용량에 의한 제거의 가능성을 보였다. 관해는 75명(58.1%)의 환자에서 이루어졌다. 잔여 갑상선의 제거율, 평균 방사성옥소 축적 용량은 불일치군과 일치군 사이에서 유의한 차이가 없었다. **결론:** 185 MBq의 단일 용량의 방사성옥소를 이용하여 진단 스캔을 얻었을 때, 진단 스캔과 치료 후 스캔이 다른 경우는 17.5%에서 관찰되었으며, 특히 원격전이가 확인된 환자의 64.3%는 치료 후 스캔에서만 병소가 확인되었다. 진단 스캔과 치료 후 스캔 사이에 차이를 보인 환자군과 일치한 환자군에서 잔여 갑상선 제거율 및

방사성옥소 평균 축적용량은 유의한 차이가 없었다. 기절효과를 보인 병소는 추적검사에서 모두 제거되어 방사성옥소를 섭취할 능력의 일시적 장애뿐 아니라 진단용량에 의한 치료효과도 있었던 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) Freitas JE. Therapy of differentiated thyroid cancer. In: Freeman LM, editor. *Nuclear Medicine Annual*. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1998. p.83-108.
- 2) Mazzaferi EL, Jhiang SM. Long-term impact of initial surgical and medical therapy on papillary and follicular thyroid cancer. *Am J Med* 1994; 97:418-28.
- 3) Hurley JR, Becker DV. Treatment of thyroid cancer with radioiodine (¹³¹I). In: Sandler MP, Coleman RE, Wackers FJT, Patton JA, Gottschalk A, Hoffer PB, editors. *Diagnostic Nuclear Medicine*. 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1996. p. 959-89.
- 4) Harbert JC, Robertson JS, Held KD. *Nuclear medicine therapy*. New York: Thieme Medical Publisher, Inc; 1987. p. 37-89.
- 5) Maxon HR. The role of I-131 in the treatment of thyroid cancer. *Thyroid Today* 1993;16:1-9.
- 6) Waxman A, Ramanna L, Chapman N, Chapman D, Brachman M, Tanasescu D, et al. The significance of I-131 scan dose in patients with thyroid cancer: determination of ablation: concise communication. *J Nucl Med* 1981;22:861-5.
- 7) Spies WG, Wojtowicz CH, Spies SM, Shah AY, Zimmer AM. Value of post-therapy whole-body I-131 imaging in the evaluation of patients with thyroid carcinoma having undergone high-dose I-131 therapy. *Clin Nucl Med* 1989;14:793-800.
- 8) Jeevanram RK, Shah DH, Sharma SM, Ganatra RD. Influence of initial large dose on subsequent uptake of therapeutic radioiodine in thyroid cancer patients. *Nucl Med Biol* 1986;13:277-9.
- 9) Park H-M, Perkins OW, Edmondson JW, Schunuff RB, Manatunga A. Influence of diagnostic radioiodines on the uptake of ablative dose of iodine-131. *Thyroid* 1994;4:49-54.
- 10) Lee BW, Lee DS, Moon DH, Chung J-K, Lee

- MC, Cho BY, et al. Comparison of I-131 diagnostic scan and therapeutic scan in thyroid cancer. *Korean J Nucl Med* 1990;24:80-6.
- 11) Ashcraft MW, Van Herle AJ. The comparative value of serum thyroglobulin measurements and iodine 131 total body scans in the follow-up study of patients with treated differentiated thyroid cancer. *Am J Med* 1981;71:806-14.
 - 12) Krishnamurthy GT, Bland WH. Radioiodine I-131 therapy in the management of thyroid cancer. *Cancer* 1977;40:195-202.
 - 13) Sherman SI, Tielens ET, Sostre S, Wharam MD Jr, Ladenson PW. Clinical utility of posttreatment radioiodine scans in the management of patients with thyroid carcinoma. *J Clin Endocrinol Metab* 1994;78:629-34.
 - 14) Kim YK, Chung J-K, Lee DS, Cho BY, Jeong JM, Lee MC, et al. Ablation of remnant thyroid tissue with I-131 in well differentiated thyroid cancer after surgery. *Korean J Nucl Med* 1997; 31:339-45.
 - 15) Logue JP, Tsang RW, Brierley JD, Simpson WJ. Radioiodine ablation of residual tissue in thyroid cancer: relationship between administered activity, neck uptake and outcome. *Br J Radiol* 1994;67:1127-31.
 - 16) Samuel AM, Rajashekharrao B. Radioiodine therapy for well-differentiated thyroid cancer: a quantitative dosimetric evaluation for remnant thyroid ablation after surgery. *J Nucl Med* 1994; 35:1944-50.
 - 17) Park H-M. Stunned thyroid after high-dose I-131 scanning. *Clin Nucl Med* 1992;17:501-2.
 - 18) Park H-M, Park Y-H, Zhou X-H. Detection of thyroid remnant/metastasis without stunning: an ongoing dilemma. *Thyroid* 1997;7:277-80.
 - 19) Chung J-K, So Y, Lee JS, Choi CW, Lim SM, Lee DS, et al. Value of FDG PET in papillary thyroid carcinoma with negative ¹³¹I whole-body scan. *J Nucl Med* 1999;40:986-92.
-