

## 분화 갑상선암의 추적 관찰에서 진단적 I-123 전신 스캔의 최적 영상 시점: 동일 환자에서 6시간과 24시간 영상의 비교

경북대학교 의학전문대학원 핵의학교실  
이홍제 · 이상우 · 송봉일 · 강성민 · 서지형 · 유정수 · 안병철 · 이재태

### Optimal Imaging Time for Diagnostic I-123 Whole Body Scan in the Follow-up of Patients with Differentiated Thyroid Cancer: Comparison between 6- and 24-Hour Images of the Same Subjects

Hong Je Lee, M.D., Sang-Woo Lee, M.D., Bong Il Song, M.D., Sung-Min Kang, M.D., Ji-Hyoung Seo, M.D., Jeongsoo Yoo, Ph.D., Byeong-Cheol Ahn, M.D., and Jaetae Lee, M.D.

Department of Nuclear Medicine, Kyungpook National University School of Medicine, Daegu, Korea.

**Purpose:** To determine optimal imaging time for diagnostic I-123 whole body scan in the follow-up of patients with differentiated thyroid cancer (DTC), we compared the image quality of 6- and 24-hour images of the same subjects. **Materials and Methods:** Four hundred ninety-eight patients (M:F=55:443, Age  $47.6 \pm 12.9$  years) with DTC who had undergone total thyroidectomy and I-131 ablation therapy underwent diagnostic whole body scanning 6 hour and 24 hour after oral ingestion of 185 MBq (5 mCi) of I-123. Serum thyroglobulin measurement and ultrasonography of the neck were performed at the time of imaging. In 40 patients underwent additional I-131 therapy, post-therapy I-131 images were obtained and compared with diagnostic I-123 images. **Results:** In 440 patients (88.4%), 6- and 24-hour diagnostic I-123 images were concordant, and 58 patients (11.6%) showed discordant findings. Among 58 discordant patients, 31 patients showed abnormal tracer uptake on only 6-hour image, which turned out false-positive findings in all cases. In 12 patients with positive findings on only 24-hour image, remnant thyroid tissue (4 patients) and cervical lymph node metastasis (3 patients) were presented. Among 40 patients underwent additional I-131 therapy, 6-hour and 24-hour images were discordant in 13 patients. All 5 patients with abnormal uptake on only 6-hour image revealed false-positive results, whereas most of 24-hour images were concordant with post-therapy I-131 images. **Conclusion:** I-123 imaging at 24-hour could reduce false-positive findings and improve diagnostic accuracy, compared with 6-hour image in the follow-up of patient with DTC. (Nucl Med Mol Imaging 2009;43(2):129-136)

**Key Words:** Differentiated thyroid cancer, diagnostic I-123 scan, post-therapy I-131 scan

## 서 론

분화 갑상선암의 치료는 근치적 갑상선 절제술, 방사성  
옥소 치료, 이후의 갑상선 호르몬 보충요법이 근간을 이룬

다. 근치적 갑상선 절제술과 방사성옥소 치료로 갑상선 조  
직이 제거된 분화 갑상선암 환자의 추적 관찰에서 혈청 갑  
상선글로불린과 진단적 방사성옥소 전신 스캔이 주요한 역  
할을 하고 있다.<sup>1)</sup>

진단적 방사성옥소 스캔에는 전통적으로 I-131이 사용되  
어 왔으나, 물리적 특성상 비교적 영상의 질이 떨어질 뿐  
아니라 베타선을 방출하여 진단적 스캔 후 추가적인 방사  
성옥소 치료가 필요한 경우에 기절효과를 일으킬 수 있는  
단점이 있다. 이에 비해 I-123은 순수 감마선 방출체로서  
갑상선세포에 전달되는 방사선량이 I-131에 비해 훨씬 낮  
아 기절효과를 피할 수 있으며 영상의 질이 우수하여 진단

- Received: 2008. 10. 9. • Revised: 2008. 12. 1.
- Accepted: 2009. 2. 19.
- Address for reprints: Sang-Woo Lee, M.D., Department of Nuclear Medicine, Kyungpook National University Hospital, 50 Samduck-dong 2-ga, Jung-gu, Daegu 700-721, Korea  
Tel: 82-53-420-5585, Fax: 82-53-422-0864  
E-mail: swleenm@knu.ac.kr

목적의 이용에 적합한 방사성핵종으로 생각되어 왔다.

최근 수년 동안 진단적 또는 치료 후 I-131 스캔과 비교하여 I-123을 이용한 진단 스캔의 임상적 역할에 대한 연구가 이루어져 왔으며, 일부 다른 결과를 보고한 연구도 있었으나, 많은 연구에서 I-123 전신 스캔이 분화 갑상선암의 재발이나 전이를 찾는 데 우수한 결과를 보여 진단적 I-131 스캔을 대체할 수 있을 것으로 제안되었다.<sup>2-7)</sup>

그러나 아직 해결되지 않은 몇 가지 논란거리가 있는데, 그 중 하나가 I-123 투여 후 스캔을 언제 할지에 대한 문제이다.<sup>1)</sup> Gerard 등<sup>8)</sup>은 6시간과 24시간 영상에 비해 48시간 후에 얻은 I-123 영상이 병변의 발견율을 증가시킬 수 있을 것으로 보고하였으나 그 대상군이 10명에 불과하였다. Shankar 등<sup>9)</sup>은 24시간 영상이 5시간 영상보다 더 우수한 결과를 보였다고 보고하였으나, 대상환자의 대부분이 첫 방사성옥소 치료 전 환자였으며 추적 관찰 중인 29명 중에서도 스캔에서 양성소견을 보인 경우는 6명뿐이어서 좀 더 많은 환자를 대상으로 한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

본 연구에서는 근치적 갑상선 절제술과 방사성옥소 치료로 갑상선 조직이 제거된 분화 갑상선암 환자를 추적 관찰함에 있어 동일 환자에서 6시간과 24시간 I-123 전신 스캔을 촬영하고 두 영상을 비교 분석하여 영상의 최적 시점을 찾고자 하였으며, 진단적 전신 스캔 후 추가적인 방사성옥소 치료를 시행한 환자의 경우에는 치료 후 I-131 전신 스캔과의 비교를 통해 6시간과 24시간 I-123 전신 스캔의 진단 성능을 분석하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상 환자

분화 갑상선암으로 진단되어 근치적 갑상선 절제술 및 고용량 방사성옥소(3700-7400 MBq, 100-200 mCi) 치료를 시행한 후 경과를 추적 관찰 중인 환자들 중 2006년 4월부터 2007년 4월 사이의 기간에 I-123을 이용한 진단적 방사성옥소 전신 스캔을 시행한 498명의 환자들을 대상으로 하였다. 이 기간의 진단적 방사성옥소 전신 스캔은 모두 I-123을 이용하였다. 평균 연령은 47.6±12.9 (18-81)세였으며, 여자가 443명, 남자가 55명 이었다. 모든 환자에서 I-123 전신 스캔을 시행하기 4주 전부터 T4 (levothyroxine)제제의 복용을 중단하고 T3 (triiodothyronine)제제를 2주간 복용 후 다시 2주간 모든 갑상선 호르몬 제제를 중단하여, 혈청 갑상선자극호르몬이 30 µIU/ml 이상이 되도록 하였다. 또한 스캔 시행 2주전부터 저요오드 식이를 시행하였다. 모든 환

자에서 I-123을 투여 받기 전 혈액 검사를 시행하여 갑상선 자극호르몬, 갑상선호르몬, 갑상선글로블린, 항갑상선글로블린항체 등을 측정하였으며, 같은 시기에 모든 환자에서 경부 초음파를 시행하였다.

### 2. 진단적 I-123 전신 스캔

185 MBq (5 mCi)의 I-123을 경구 복용한 후 6시간과 24시간에 각각 저에너지 평행구멍 조준기를 장착한 이중헤드 감마카메라(Prism2000, Picker, USA 또는 Infinia, GE, USA)를 이용하여 분당 10-12 cm의 속도로 전 후면의 평면 전신 영상을 획득하였으며 그 외 필요에 따라 두경부 등의 정적 영상을 추가하였다.

영상의 판독은 핵의학 의사 2명의 의견을 종합하여 판단하였으며, 방사성옥소의 생리적인 분포를 보이는 부위, 즉 타액선, 비인두, 위장관, 방광 등의 섭취는 정상적인 것으로 판단하였다. 갑상선 부위(thyroid bed)에 국소적인 섭취가 있는 경우에 잔류 갑상선 조직이 있는 것으로 보았고, 갑상선 부위 이외의 경부와 종격동 등에 국소적인 섭취가 있는 경우에는 경부 또는 종격동 림프절 전이가 있는 것으로 보았으며 흉부에 미만성 섭취를 보이는 경우에는 폐 전이를 의심할 수 있는 소견으로 보았다.

### 3. 최종 진단

I-123 전신 스캔, 혈액 검사, 경부 초음파 소견, F-18 fluorodeoxyglucose-positron emission tomography/computed tomography (F-18 FDG-PET/CT), 그리고 조직학적 진단을 종합하여 재발 또는 전이 병소 유무를 판단하였다. 이상 갑상선글로블린 수치는 갑상선자극호르몬이 30 µIU/ml 이상 상승했을 때 2 ng/ml 이상을 기준으로 하였다. 경부 초음파는 모든 환자에서 시행되었으며 지방 문(fatty hilum)이 소실된 림프절 종대, 림프절 내부의 미세 석회화나 낭성 변화가 관찰되는 경우 등에서 림프절 전이로 판단하였다. 또한, 임상적으로 필요한 경우에 FDG-PET/CT를 추가적으로 시행하였고 경부 또는 스캔된 전신에서 주위 조직보다 높은 국소적 섭취를 보이는 경우를 이상 섭취로 판단하였다. 경부 초음파나 FDG-PET/CT에서 병변이 발견된 경우 수술이나 세침흡인검사를 통해 조직학적 진단을 시도하였다. 추가적인 방사성옥소 치료가 필요한 경우 1110-5550 MBq (30-150 mCi)의 I-131을 경구 투여하여 치료하였고, 5-7일 후 고에너지 평행구멍 조준기를 장착한 이중헤드 감마카메라(Prism2000, Picker, USA)로 전 후면의 평면 전신 영상과 필요에 따라 추가 정적 영상을 획득하였다.

#### 4. 영상의 비교 분석

동일 환자에서 6시간과 24시간 I-123 전신 스캔을 서로 비교하여, 6시간 영상에서는 이상 섭취를 보였으나 24시간 영상에서는 보이지 않는 경우와 그 반대의 경우, 그리고 6시간 영상에 비해 24시간 영상에서 병변의 수가 증가하거나 섭취가 더 뚜렷해지는 경우에 두 영상이 불일치하는 것으로 판단하였다. 영상의 불일치를 보이는 경우에 임상적인 소견을 종합하여 두 영상의 성적을 비교 분석하였으며, 추가적인 방사성옥소 치료를 시행한 경우에는 치료 후 촬영한 I-131 전신 스캔과의 비교 분석도 시행하였다.

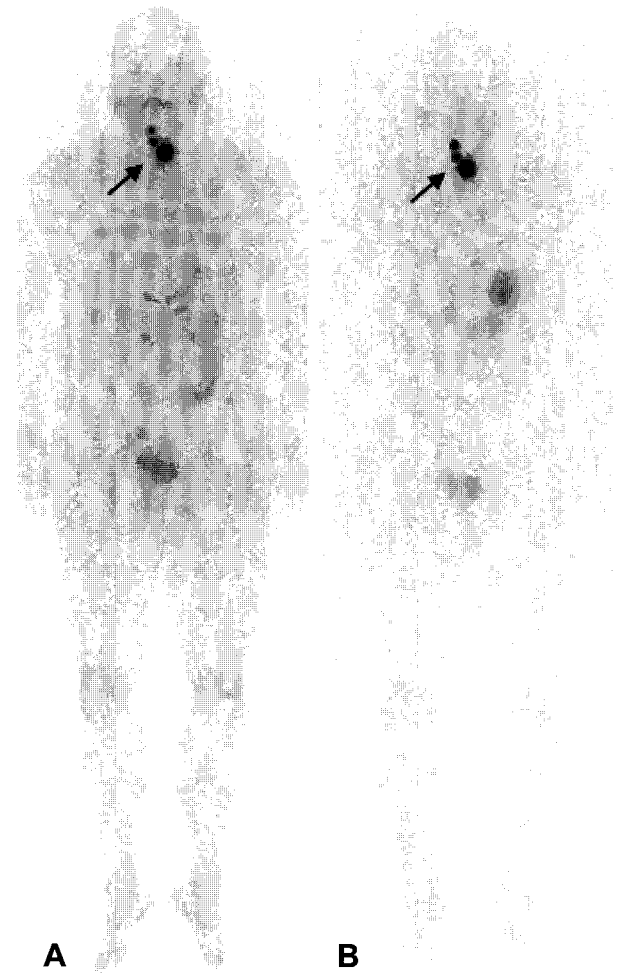
### 결 과

#### 1. 6시간과 24시간 I-123 전신 스캔의 비교

총 498명의 환자들 중 440명(88.4%)에서 6시간과 24시간 영상이 일치하는 결과를 보였으며, 58명(11.6%)에서는 두 영상의 결과가 일치하지 않았다. 440명의 일치하는 환자들 중에서 6시간 영상과 24시간 영상 모두에서 이상 섭취가 보인 환자는 14명이었으며(Fig. 1), 모두에서 이상 섭취가 보이지 않은 환자는 426명이었다. I-123 6시간 영상과 24시간 영상이 불일치를 보이는 58명의 환자들 중에서 6시간 영상에서만 이상 섭취를 보이는 환자는 31명, 24시간 영상에서만 이상 섭취를 보이는 환자는 12명, 6시간 영상에서 이상 섭취를 보이고 24시간 영상에서 이상 섭취가 더 뚜렷해지거나 섭취의 수가 증가한 환자가 15명이었다(Table 1,2).

6시간 영상에서만 이상 섭취를 보이는 31명의 환자들 중에서 흉부 섭취를 보이는 환자가 24명으로 가장 많았으며 그 외 갑상선 부위 또는 종격동에 섭취를 보이는 환자가 7명이었다. 흉부 섭취를 보이는 24명의 환자들 중에서 실제 폐 전이를 보인 환자는 없었으며(Fig. 2), 이들 중 5명은 I-123 전신 스캔에서 발견되지 않은 경부 림프절 전이가 발견되었고 4명은 갑상선글로불린이 상승되어 있었으나 PET/CT를 포함한 다른 영상 검사에서 뚜렷한 병소를 발견할 수 없었다. 갑상선 부위 또는 종격동에 섭취를 보이는 7명 중 해당 부위에 병변이 확인된 경우는 없어서 모두 식도의 생리적인 섭취가 오인된 것으로 판단되었고, 종격동에 섭취를 보이는 1명에서는 I-123 스캔의 이상 섭취 부위와 다른 곳의 경부 림프절 전이가 PET/CT에서 보였고 수술로 확진되었다.

24시간 영상에서만 이상 섭취를 보이는 12명의 환자들은 모두 갑상선 부위, 경부 또는 종격동에 섭취를 보였는데, 갑상선 부위의 섭취를 보인 7명 중 4명에서 1110 MBq (30 mCi)의 I-131 치료를 시행하여 잔류 갑상선 조직이 확인되



**Figure 1.** A 52-year-old woman with papillary thyroid cancer underwent I-123 whole body scan. There showed concordant tracer uptake in thyroid bed and cervical lymph node on both 6-hour image (A) and 24-hour image (B) (arrow). This patient was diagnosed as remnant thyroid tissue and cervical lymph node metastasis.

었고 경부 또는 종격동 섭취를 보인 5명 중 3명에서 경부 림프절 전이가 발견되었다(Fig. 3).

6시간 영상에서 이상 섭취를 보이고 24시간 영상에서 이상 섭취가 더 뚜렷해지거나 섭취의 수가 증가한 15명의 환자들의 경우, 갑상선 부위에만 섭취를 보인 13명 중에서 2명이 잔류 갑상선 조직으로 확인되었고 갑상선 부위와 경부 림프절에 섭취를 보인 1명은 잔류 갑상선 조직과 경부 림프절 전이가 확인되었다(Fig. 4).

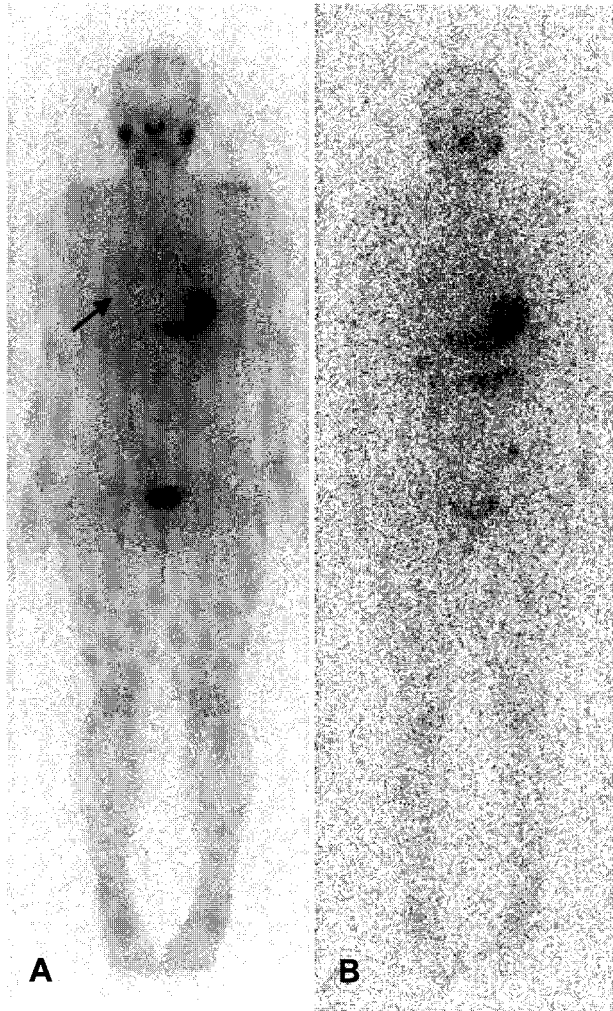
#### 2. I-123 전신 스캔과 치료 후 I-131 전신 스캔과의 비교

총 498명의 환자 중 40명의 환자들에서 추가적인 방사성 옥소 치료가 시행되었는데, 이들 중 31명은 입원하여 5550

**Table 1.** Classification of 498 Patients Underwent I-123 Whole Body Scan

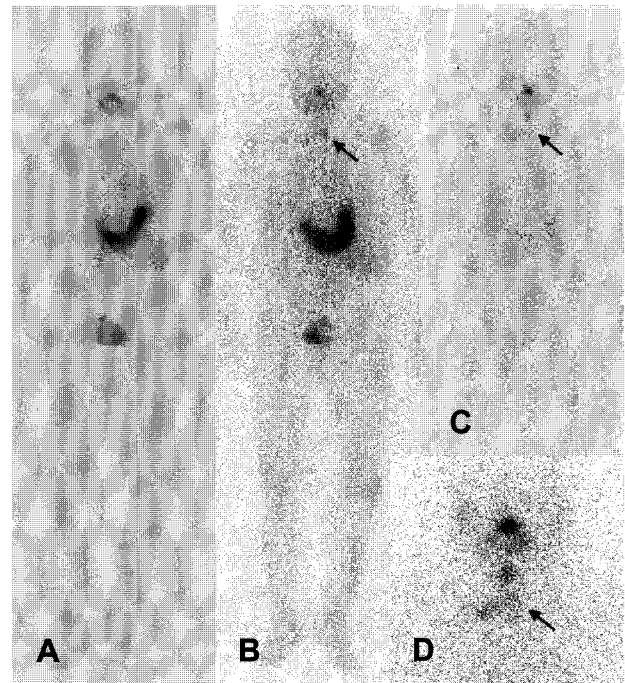
	6hr	24hr	N	%
Concordant (440, 88.4%)	(+)	(+)	14	2.8%
	(-)	(-)	426	85.5%
Discordant (58, 11.6%)	(+)	(-)	31	6.2%
	(-)	(+)	12	2.4%
	(+)	(++) <sup>o)</sup>	15	3.0%

<sup>o)</sup>Further increase in intensity or number of lesion in I-123 24-hour images than 6-hour images.



**Figure 2.** A 29-year-old woman with papillary thyroid cancer underwent I-123 whole body scan. On 6-hour image (A), there showed diffuse tracer uptake in thorax (arrow). But there was no abnormal tracer uptake on 24-hour image (B). Her serum thyroglobulin and chest radiography were negative, and there was no evidence of lung metastasis during a follow-up period of 23 months.

MBq (150 mCi)의 고용량 방사성옥소 치료를 받았고 나머지 9명은 외래에서 1110 MBq (30 mCi)의 방사성옥소 치료를 받았다. 40명 중 18명(45.0%)은 치료 후 I-131 전신



**Figure 3.** A 64-year-old woman with papillary thyroid cancer underwent I-123 diagnostic whole body scan and post-therapy I-131 whole body scan. On I-123 6-hour image (A), there showed no abnormal tracer uptake. But there was abnormal tracer uptake in the neck, suggesting cervical lymph node metastasis, on both I-123 24-hour image (B) and post-therapy I-131 image (C) (arrow). I-131 spot image of the neck (D) clearly demonstrated abnormal neck uptake (arrow). After excisional biopsy for this lymph node, it was diagnosed as metastatic lymphadenopathy by histology.

스캔에서 이상 섭취를 보였으나 22명에서는 이상 섭취가 관찰되지 않았다.

추가적인 방사성옥소 치료를 받은 40명의 환자들 중 27명(67.5%)은 I-123 6시간 영상과 24시간 영상이 일치하였고 나머지 13명(32.5%)은 결과가 일치하지 않았다(Table 2). 일치하는 결과를 보인 27명 중에서 6시간 영상과 24시간 영상 모두에서 이상 섭취가 보인 환자는 6명이었고, 두 영상 모두에서 이상 섭취가 보이지 않은 환자는 21명이었는데 치료 후 I-131 영상에서는 각각 갑상선 부위에 3명, 중

Table 2. Comparison between 6- and 24-hour Images in the 58 Discordant Patients

6hr	24hr	I-123 6hr	I-123 24hr	Final diagnosis	N
(+)	(-)	Thorax	(-) <sup>a)</sup>	(-) <sup>a)</sup>	24
		Bed	(-)	(-)	2
		MLN	(-)	(-) <sup>b)</sup>	5
(-)	(+)	(-)	Bed	(-)	3
		(-)	Bed	Remnant	4
		(-)	CLN	(-)	1
		(-)	MLN	(-)	1
		(-)	CLN	CLN metastasis	3
(+)	(++)	Bed	Bed	(-)	11
		Bed	Bed	Remnant	2
		Thorax	Bed, MLN & Thorax	(-)	1
		Bed & CLN	Bed & CLN	Remnant & CLN metastasis	1

CLN: cervical lymph node, MLN: mediastinal lymph node

<sup>a)</sup>Cervical LN metastasis (5), undefined (4)

<sup>b)</sup>Cervical LN metastasis (1)

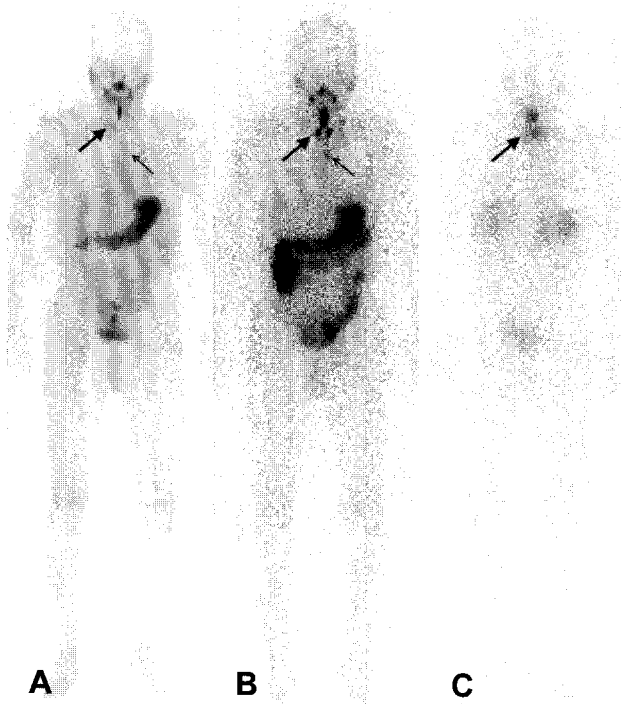


Figure 4. A 65-year-old man with papillary thyroid cancer underwent I-123 diagnostic whole body scan and post-therapy I-131 whole body scan. On I-123 6-hour image (A), there was abnormal tracer uptake in the neck, suggesting remnant thyroid tissue and cervical lymph node metastasis (thick arrow). There showed further increased tracer uptake in the neck on I-123 24-hour image (B) (thick arrow). Post-therapy I-131 images (C) also revealed similar tracer uptake in the neck (thick arrow). Tracer activity in mediastinum was considered as physiologic esophageal uptake (thin arrow).

경동 림프절에 1명, 갑상선 부위와 종격동 림프절에 1명이 섭취를 보였다.

I-123 6시간 영상과 24시간 영상이 일치하지 않는 13명

의 환자들 중에서 6시간 영상에서만 이상 섭취를 보이는 환자는 5명이었고, 이들 모두에서 I-123 영상은 흉부에 섭취를 보였으나 치료 후 I-131 영상에서 흉부 섭취를 보인 경우는 없었으며 1명에서 갑상선 부위 및 경부 림프절에 섭취가 관찰되었다. 24시간 영상에서만 이상 섭취를 보이는 5명은 모두에서 치료 후 I-131 영상과 일치하는 부위의 섭취를 보였으며, 24시간 영상에서 더 뚜렷한 소견을 보이는 3명 역시 모두에서 치료 후 I-131 영상과 일치하는 부위의 섭취를 보였다.

## 고 찰

진단적 방사성옥소 전신 스캔에 사용되는 I-123은 I-131에 비해 우수한 물리적 특성으로 인해 사용이 증가하고 있으나 아직 해결되지 않은 몇 가지 논란거리가 있는데, 첫째, 가격과 방사능 피폭이 크게 증가되지 않는 범위에서 진단 성능을 유지할 수 있는 적절한 용량, 둘째, I-123 투여 후 영상을 얻는 시점, 셋째, I-123 진단 스캔과 I-131 진단 스캔, 치료 후 스캔의 예민도를 비교하는 더 많은 자료가 필요하다는 점이다.<sup>1)</sup>

본 연구에서는 갑상선 제거술을 받은 분화 갑상선암 환자를 추적 관찰함에 있어 동일 환자에서 6시간과 24시간 I-123 전신 스캔을 비교 분석하여 I-123 투여 후 영상을 얻는 최적 시점을 찾고자 하였다. 총 498명의 대상자 중 58명 (11.6%)에서 두 영상이 불일치를 보였으며, 특히 6시간 영상에서만 이상 섭취가 관찰되는 경우는 모두에서 위양성 소견을 보여 6시간 영상을 얻는 것은 부적절할 것으로 생각된다. 반면에 24시간 영상에서 이상 섭취가 관찰되는 경우는 다수에서 동일 부위에 병변이 확인되었고, 또한 추가적

**Table 3.** Comparison between I-123 Whole Body Scan and Post-therapy I-131 Whole Body Scan in 40 Patients Underwent Additional I-131 Therapy

6hr	24hr	I-123 6hr	I-123 24hr	I-131 TxWBS	N
(+)	(+)	CLN Bed Bed, CLN	CLN Bed Bed, CLN	(-) Bed Bed, CLN	2 2 2
(-)	(-)	(-) (-) (-) (-)	(-) (-) (-) (-)	(-) <sup>a)</sup> Bed Bed, MLN MLN	16 3 1 1
(+)	(-)	Thorax Thorax	(-) (-)	Bed, CLN (-) <sup>b)</sup>	1 4
(-)	(+)	(-) (-)	Bed Bed, CLN	Bed Bed, CLN	4 1
(+)	(++)	Bed Bed, CLN	Bed Bed, CLN	Bed Bed, CLN	2 1

CLN: cervical lymph node, MLN: mediastinal lymph node, TxWBS: Post-therapy whole body scan

<sup>a)</sup>3 patients showed diffuse liver uptake.

<sup>b)</sup>2 patients showed diffuse liver uptake.

인 방사성옥소 치료를 시행한 군에서 치료 후 I-131 스캔과의 비교에서는 대부분의 환자에서 24시간 영상과 치료 후 I-131 스캔이 일치함을 보였다.

본 연구의 이러한 결과는 이전 연구들과 유사한 양상을 보이는데, Shankar 등<sup>9)</sup>은 총 99명의 환자를 대상으로 56 MBq (1.5 mCi)의 I-123을 경구투여 후 5시간과 24시간 영상을 촬영하였고, 25명의 환자(25%)에서 5시간 영상의 불명확한 경부 섭취와 불명확한 폐 섭취를 24시간 영상을 통해서 명확히 할 수 있었다고 하였다. 또한 추적 관찰 중인 환자군에서는 66%에서 24시간 영상이 더 우수한 결과를 보였다고 보고하였다. 그러나 이 연구가 현재까지 발표된 가장 대규모의 체계적인 비교 연구임에도 불구하고, 총 99명 중에서 70명은 수술 후 방사성옥소 치료를 받기 전에 방사성옥소 스캔이 시행되어 잔류 갑상선 조직이 남아있을 것으로 예상되는 환자였으며, 근치적 갑상선 절제술과 방사성옥소 치료로 갑상선 조직이 제거된 후 추적 관찰 중인 29명의 환자 중에서도 방사성옥소 스캔이 양성을 보인 증례는 6명뿐이어서 갑상선 조직의 제거 후 추적 관찰 중인 환자를 대상으로 한 좀 더 대규모의 연구가 필요할 것으로 생각되었다. 또한, 기존의 연구가 단순히 스캔의 일치도만을 비교한 것에 비해, 본 연구에서는 동일한 시기에 시행된 다른 검사 소견들을 종합하여 임상적인 최종 진단이 스캔에 얼마나 반영되는가를 보고자 하였다. 한편, 우리나라는 하루 평균 요오드 섭취량이 높은 국가로 분류되고 있고 체내 요오드 량과 제거율도 외국과 다를 것으로 추정되어, 방사성옥소를 이용하여 영상을 얻는 시점도 국내 자료가 추가적으로 필요할 것으로 생각된다.<sup>10)</sup> Lee 등<sup>11)</sup>은 76명의 환자를 대상으로 5시간과 24시간 I-123 영상을 비교하여 24시간

영상이 우수하며 치료 후 I-131 스캔과 유사한 진단능을 보였음을 발표한 바 있다. 최근에는 유전자 재조합 인간 갑상선자극호르몬 투여 후에 촬영한 I-123 스캔에서도 4시간 영상에서 보이지 않던 잔류 갑상선 조직이 24시간 영상에서 뚜렷이 보여 24시간 영상의 필요성이 보고되었다.<sup>12)</sup> 이상의 결과를 종합해 볼 때, 여러 가지 상황의 변수가 있음에도 불구하고 I-123 투여 후 24시간 지연 영상이 불명확한 판단을 줄이고 우수한 진단능을 유지할 수 있는 최적 영상 시점이 될 것으로 판단된다.

I-123은 같은 용량의 I-131에 비해 감마카메라를 이용한 검출율이 20배에 달하며 갑상선 조직의 피폭은 5분의 1에 불과해 진단을 목적으로 하는 영상용 방사성핵종으로는 훨씬 유리한 것으로 알려져 있다.<sup>13,14)</sup> 즉, 185 MBq (5 mCi)의 I-123은 3.7 GBq (100 mCi)의 I-131과 유사한 검출율을 보여 기질 효과를 유발하지 않고도 치료효과를 예측할 수 있다.<sup>13)</sup> 이러한 특성에 주목한 다수의 연구에서 분화 갑상선암의 재발이나 전이의 발견에 I-123 전신 스캔이 우수한 결과를 보여 진단적 I-131 스캔을 대체할 수 있을 것이라 보고되었다.<sup>3-7)</sup> 그러나 I-123은 사이클로트론에서 생산되고 가격이 상대적으로 비싸 이용이 제한적이며 반감기가 13시간으로 24시간 이상의 지연영상을 얻기 힘든 단점 또한 갖고 있다. Sarkar 등<sup>2)</sup>은 동일 환자에서 직접 비교를 통해 I-131 전신 스캔이 I-123 스캔보다 분화 갑상선 암의 전이를 찾는 데 더 우수한 성적을 보였다는 유일한 보고를 하였는데, 72-96시간의 I-131 영상이 24시간 I-123 영상보다 더 유리했다고 보고하면서 상대적으로 긴 I-131의 반감기를 이용해 지연영상을 얻음으로써 병소 대 배후 방사능 비(target-to-background ratio)를 높일 수 있었던 것을 그 원

인으로 설명하였다. 그러나 대상 환자 수가 제한적이었고 I-123의 용량이 74-130 MBq (2-3.5 mCi)로 비교적 적었으며 I-131에 의해 발생할 수 있는 기질 효과에 대한 고려가 없었다. Gerard 등<sup>8)</sup>은 I-123을 이용한 전신 스캔을 48시간 영상까지 얻어 10명 중 8명에서 만족할만한 화질의 영상을 얻었고 6시간과 24시간 영상에 비해 병변 발견율을 향상시킬 수 있다고 보고하여, I-123으로도 24시간보다 더 지연영상을 얻을 수 있음을 보고하였다. 본 연구에서는 24시간 이후의 지연영상은 얻지 못하였으며 향후 추가 연구가 더 필요할 것이다. Alzahrani 등<sup>3)</sup>은 185-555 MBq (5-15 mCi)의 I-123을 사용하여 치료 후 I-131 스캔에 필적한 결과를 얻었음을 발표하였고, 185 MBq (5 mCi)의 I-123을 사용했을 때와 370-555 MBq (10-15 mCi)의 I-123을 사용했을 때의 성적이 유사함을 보고하여 I-123의 용량으로 185 MBq (5 mCi)가 적절함을 제시하였다. Britton 등<sup>13)</sup>은 I-123의 적절한 사용량으로 185 MBq (5 mCi) 이상을 권장하였으며, 본 연구에서도 대상 환자 모두에서 185 MBq (5 mCi)를 사용하여 기존의 보고에 따른 진단능을 유지하고자 하였으며, I-123의 용량에 따른 논란을 피하고자 하였다.

I-123 또는 I-131 방사성옥소 전신 스캔을 SPECT/CT로 시행하여 전이와 양성 병변을 효과적으로 판별할 수 있었으며 추가적인 치료를 필요로 하는 환자를 더 잘 감별할 수 있었다는 보고가 있었으며, 객관적인 분석이 시행되지는 않았으나, I-123 SPECT/CT가 I-131 SPECT/CT보다 더 나은 영상의 질을 보였음이 언급되었다.<sup>15)</sup> 최근 고해상도 경부 초음파가 널리 보급되고 혈청 갑상선글로불린의 측정 기술이 향상되어 상대적으로 방사성옥소 전신 스캔의 분화 갑상선암의 추적 관찰에서의 역할이 줄어들고 있으며 특히 저위험군 환자에서는 방사성옥소 전신 스캔의 일상적인 사용이 권장되지 않고 있어 방사성옥소 전신 스캔에도 진단율을 높일 수 있는 변화가 필요할 것으로 생각된다.<sup>16-20)</sup> 향후 SPECT/CT의 보급이 증가하여 진단적 방사성옥소 전신 스캔을 SPECT/CT로 촬영한다면 24시간 I-123 SPECT/CT가 그 대안이 될 수 있을 것이며 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이다. 단, 현실적으로 국내에서는 I-123을 생산할 수 있는 시설이 한 곳뿐이고 짧은 반감기로 인해 국내 생산이 중지되었을 경우 수입 사용이 어려워, 검사가 중단 없이 유지될 수 있도록 I-123의 생산 시설에 대한 지속적인 관리와 투자가 요망된다.

본 연구의 제한점으로는 추적 관찰 기간이 비교적 짧아 갑상선글로불린은 지속적으로 높았으나 최종적으로 병소가 확인되지 않은 경우가 있었고, 갑상선 부위에만 섭취를 보이는 경우 추가적인 방사성옥소 치료를 하지 않은 경우는

잔류 갑상선 조직이 확인되지 않아 스캔 소견이 위양성으로 판정된 경우도 있었다. 또한 불일치를 보이는 군에서 폐 전이로 진단된 경우가 한 예도 없어서 6시간 영상에서만 보이는 흉부의 미만성 섭취는 모두 위양성으로 판정되었는데, 이는 아마도 폐 전이가 의심되는 환자는 진단적 스캔을 생각하고 추가적인 고용량 방사성옥소 치료를 시행함으로 인해 발생하는 선택 편향(selection bias)의 영향 때문으로 추정된다. 그리고, I-123 전신 스캔에서 2명의 핵의학 의사의 의견을 종합하여 갑상선 부위의 국소적인 섭취를 잔류 갑상선 조직으로 판단하였으나 가까운 경부 림프절의 섭취일 가능성도 배제할 수 없었으며, 종격동의 섭취에서도 가슴샘 비대증(thymic hyperplasia)의 가능성을 배제할 수 없었다.

결론적으로, 근치적 갑상선 절제술과 방사성옥소 치료로 갑상선 조직이 제거된 분화 갑상선암 환자를 추적 관찰함에 있어 6시간과 24시간의 I-123 전신 스캔을 비교해 볼 때, 24시간 영상이 6시간 영상에 비해 분화 갑상선암의 재발이나 전이를 진단하는데 있어서 더 우월한 결과를 보였다.

## 요 약

**목적:** I-123 진단 스캔은 분화 갑상선암 환자의 추적 관찰에 주요한 역할을 하고 있다. 이 연구는 분화 갑상선암 환자의 재발과 전이를 발견하는데 있어서 6시간과 24시간 I-123 진단 스캔을 비교하여 최적 영상 시점을 찾고자 하였다. **대상 및 방법:** 분화 갑상선암으로 진단되어 갑상선 절제술과 고용량 방사성옥소 치료를 받은 후 추적 관찰 중에 185 MBq (5 mCi)의 I-123으로 6시간과 24시간 진단적 전신 스캔을 시행한 498명의 환자들(남:녀=55:443, 연령: 47.6±12.9 세)을 대상으로 하였다. 같은 시기에 모든 환자들에서 혈액 검사와 경부 초음파를 시행하였다. 추가적인 방사성옥소 치료를 시행한 40명의 환자에서는 치료 후 I-131 스캔을 얻었으며 I-123 진단 스캔과 비교하였다. **결과:** 총 498명의 환자들 중 440명(88.4%)에서 6시간과 24시간 영상이 일치하는 결과를 보였으며, 58명(11.6%)에서는 두 영상의 결과가 일치하지 않았다. 불일치를 보이는 58명 중 6시간 영상에서만 이상 섭취를 보이는 31명의 환자들은 모두 위양성 소견을 보였으며, 24시간 영상에서만 이상 섭취를 보이는 12명의 환자들에서는 4명의 잔류 갑상선 조직과 3명의 경부 림프절 전이가 확인되었고, 24시간 영상에서 더 뚜렷한 소견을 보이는 15명 중에서는 2명의 잔류 갑상선 조직과 1명의 경부 림프절 전이가 확인되었다. 추가적인 방사성옥소 치료가 시행된 40명 중 13명에서 두 영상이 불일치

를 보였는데, 6시간 영상에서만 이상 섭취가 관찰되는 경우는 모두 위양성 소견을 보였고 24시간 영상은 치료 후 I-131 스캔과 일치하는 결과를 보였다. 결론: 갑상선 환자의 전이 및 재발의 추적 관찰에 있어서 I-123 24시간 영상이 6시간 영상에 비해 진단의 정확도가 더 우수하고 위양성을 줄일 수 있었다.

## References

1. Bac SK. Recent advances in radioiodine therapy for thyroid cancer. *Nucl Med Mol Imaging* 2006;40:132-40.
2. Sarkar SD, Kalapparambath TP, Palestro CJ. Comparison of <sup>123</sup>I and <sup>131</sup>I for whole-body imaging in thyroid cancer. *J Nucl Med* 2002;43:632-4.
3. Alzaharani AS, Bakheet S, Al Mandil M, Al-Hajjaj A, Almahfouz A, Al Haj A. <sup>123</sup>I isotope as a diagnostic agent in the follow-up of patients with differentiated thyroid cancer: comparison with post <sup>131</sup>I therapy whole body scanning. *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86:5294-300.
4. Siddiqi A, Foley RR, Britton KE, Sibtain A, Plowman PN, Grossman AB, et al. The role of <sup>123</sup>I-diagnostic imaging in the follow-up of patients with differentiated thyroid carcinoma as compared to <sup>131</sup>I-scanning: avoidance of negative therapeutic uptake due to stunning. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2001;55:515-21.
5. Mandel SJ, Shankar LK, Benard F, Yamamoto A, Alavi A. Superiority of iodine-123 compared with iodine-131 scanning for thyroid remnants in patients with differentiated thyroid cancer. *Clin Nucl Med* 2001;26:6-9.
6. Anderson GS, Fish S, Nakhoda K, Zhuang H, Alavi A, Mandel SJ. Comparison of I-123 and I-131 for whole-body imaging after stimulation by recombinant human thyrotropin: a preliminary report. *Clin Nucl Med* 2003;28:93-6.
7. Urhan M, Dadparvar S, Mavi A, Houseni M, Chamroomrat W, Alavi A, et al. Iodine-123 as a diagnostic imaging agent in differentiated thyroid carcinoma: a comparison with iodine-131 post-treatment scanning and serum thyroglobulin measurement. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2007;34:1012-7.
8. Gerard SK, Cavalieri RR. I-123 diagnostic thyroid tumor whole-body scanning with imaging at 6, 24, and 48 hours. *Clin Nucl Med* 2002;27:1-8.
9. Shankar LK, Yamamoto AJ, Alavi A, Mandel SJ. Comparison of <sup>123</sup>I scintigraphy at 5 and 24 hours in patients with differentiated thyroid cancer. *J Nucl Med* 2002;43:72-6.
10. Kim JY, Moon SJ, Kim KR, Sohn CY, Oh JJ. Dietary iodine intake and urinary iodine excretion in normal Korean adults. *Yonsei Medical Journal* 1998;39:355-62.
11. Lee HY, Chung JK, Kang WJ, So Y, Lee DS, Lee MC. Comparing I-123 scan and I-131 scan for evaluate post therapy state in thyroid cancer [abstract]. *Korean J Nucl Med* 2004;38:461.
12. Yan W, Roach PJ, Bautovich GJ, Learoyd DL, Robinson BG. Timing of iodine-123 scintigraphy following use of recombinant human thyrotropin in differentiated thyroid carcinoma. *Clin Nucl Med* 2007;32:375-7.
13. Britton KE, Foley RR, Chew SL. Should high hTg levels in the absence of iodine uptake be treated? *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2003;30:794-5.
14. Britton KE, Granowska M. Radioimmunoscintigraphy in tumour identification. *Cancer Surv* 1987;6:247-67.
15. Lee JW, Lee HY, Oh SW, Kim SK, Jeong KW, Kim SW, et al. Evaluation of usefulness of radio-iodine SPECT/CT in differentiated thyroid cancer. *Nucl Med Mol Imaging* 2007;41:350-8.
16. Mazzaferri EL, Kloos RT. Is diagnostic iodine-131 scanning with recombinant human TSH useful in the follow-up of differentiated thyroid cancer after thyroid ablation? *J Clin Endocrinol Metab* 2002;87:1490-8.
17. Pacini F, Capezzone M, Elisei R, Ceccarelli C, Taddei D, Pinchera A. Diagnostic 131-iodine whole-body scan may be avoided in thyroid cancer patients who have undetectable stimulated serum Tg levels after initial treatment. *J Clin Endocrinol Metab* 2002;87:1499-501.
18. Pacini F, Molinaro E, Castagna MG, Agate L, Elisei R, Ceccarelli C, et al. Recombinant human thyrotropin-stimulated serum thyroglobulin combined with neck ultrasonography has the highest sensitivity in monitoring differentiated thyroid carcinoma. *J Clin Endocrinol Metab* 2003;88:3668-73.
19. Frasoldati A, Pesenti M, Gallo M, Caroggio A, Salvo D, Valcavi R. Diagnosis of neck recurrences in patients with differentiated thyroid carcinoma. *Cancer* 2003;97:90-6.
20. Mazzaferri EL, Robbins RJ, Spencer CA, Braverman LE, Pacini F, Wartofsky L, et al. A consensus report of the role of serum thyroglobulin as a monitoring method for low-risk patients with papillary thyroid carcinoma. *J Clin Endocrinol Metab* 2003;88:1433-41.