

갑상선암 전이의 방사성요오드 치료

서울대학교 의과대학 핵의학교실¹, 서울대학교 암연구소²

강건욱^{1,2}

RAI Treatment of Distant Metastasis of Thyroid Cancer

Keon Wook Kang^{1,2}

Department of Nuclear Medicine, Seoul National University College of Medicine¹, Cancer Research Institute, Seoul National University², Seoul, Korea

For the distant metastasis of differentiated thyroid cancers, such as papillary thyroid carcinoma, follicular thyroid carcinoma, and Hürthle cell carcinoma, radioiodine therapy is one of the standard treatment methods after total thyroidectomy. Radioiodine is accumulated in thyroid cells and thyroid cancer cells through sodium iodide symporter which is located in the membrane of cells. This molecular target specific therapy renders a better prognosis and less adverse effects. Radioiodine ¹³¹I emits gamma ray for imaging and beta ray for treatment at the same time, we can monitor patients' specific distribution of radioiodine, which let us know unexpected metastasis lesions or differentiated status of thyroid cancer cells. In this article, I reviewed practical points of view about radioiodine therapy for distant metastasis of thyroid cancers such as methods for administration of radioiodine, patients' preparation before radioiodine treatment, follow up of patients, adverse effects, and radiation safety issues.

Key Words: Thyroid cancer, Radioiodine, Metastasis

분화갑상선암의 수술 후 핵의학적 치료는 1) 수술 후 잔여 갑상선의 방사성요오드 제거(radioiodine ablation)와 2) 이미 알려진 전이에 대한 방사성요오드 치료(radioiodine treatment)로 나뉜다.¹⁾ 방사성요오드 ¹³¹I이 갑상선 및 분화된 갑상선암에 섭취되는 특성을 이용함으로써 갑상선유두암, 갑상선여포암, 허틀세포암(Hürthle cell carcinoma)을 대상으로 한다.²⁾ 요오드가 나트륨-요오드 공동운반체(sodium iodide symporter, NIS)에 의해 갑상선조직 및 갑상선암에 모이는 특징을 이용한 분자추적치료(molecular targeted therapy)로 다른 장기에 미치는 영향이 적어 부작용이 적은 것이 특징이다.

갑상선전절제술은 부갑상선의 기능저하가 우려되어

일부 잔여 갑상선조직이 남게 되는 근전 또는 아전절제술(near total or subtotal thyroidectomy)을 주로 하는데 정상 갑상선조직이 잔존해 있으면 치료목적으로 투여된 방사성요오드 ¹³¹I이 정상 조직에 대부분 섭취되어 재발 또는 전이 병변에 섭취가 잘 되지 않는다(Fig. 1).³⁾ 이는 정상 갑상선의 경우 갑상선 세포막에 있는 NIS에 의해 세포 내로 들어간 방사성요오드가 여포(follicle) 내부의 갑상선글로불린(thyroglobulin)에 결합하여 조직 내에 오래 머물게 되나 갑상선암 조직은 여포를 형성하지 않아 세포 내에 들어갔어도 다시 빠져 나오기 때문이다.

Received August 21, 2012 / Revised April 2, 2013 / Accepted April 3, 2013

Correspondence: Keon Wook Kang, MD, PhD, Department of Nuclear Medicine, Seoul National University College of Medicine, 101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 110-744, Korea

Tel: 82-2-2072-2803, Fax: 82-2-745-7690, E-mail: kangkw@snu.ac.kr

Supported by research grant from Cancer Research Institute, Seoul National University (2011).

Copyright © 2013, the Korean Thyroid Association. All rights reserved.

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

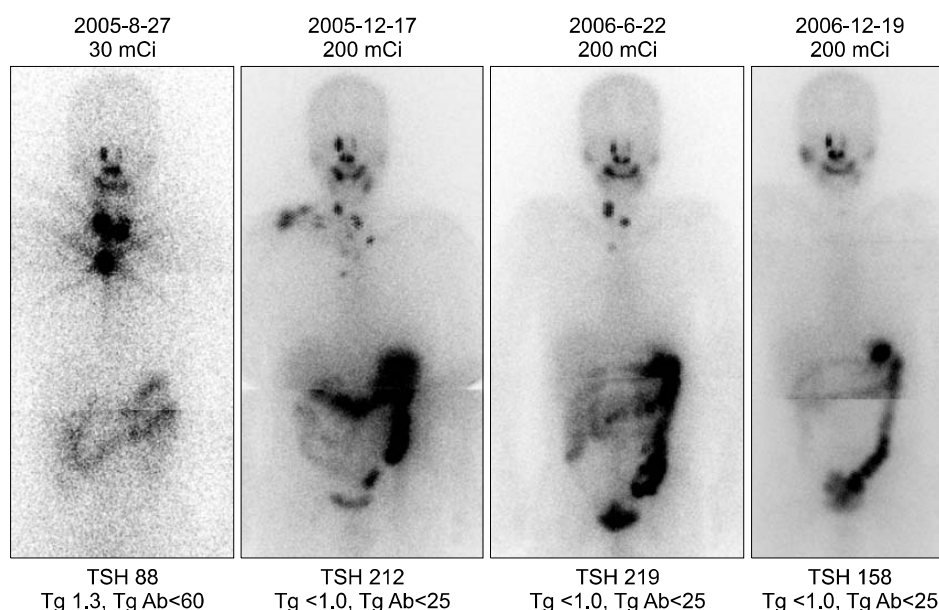


Fig. 1. Whole body scans after serial radioiodine therapies in a patient with papillary thyroid cancer. Initial whole body scan after 1.1 GBq (30 mCi) of radioiodine therapy showed remnant thyroid and mediastinal lymph node metastasis. New lesions were revealed in right supraclavicular lymph nodes on whole body scan after 7.4 GBq (200 mCi) high dose radioiodine therapy about 4 months later. Multiple metastatic lesions were not visualized in initial scan due to higher affinity of radioiodine in normal thyroid tissue than thyroid cancer. After repeated 7.4 GBq of radioiodine therapies, metastatic lesions decreased and finally disappeared.

Table 1. Empirical dose of radioiodine therapy in differentiated thyroid cancer

Status	Dose	
	GBq	mCi
Cervical lymph node metastasis	5.5–6.5	150–175
Distant metastasis	7.4	200

방사성요오드의 투여량과 투여방법

투여량은 경험적인 방법과 원격전이의 경우 결정장기인 골수가 견디는 최대의 용량을 계산하여 투여하는 방법이 있다. 경험적인 방법은 보통 체격의 성인인 경우 1회 투여량으로 목 주위 림프선에 전이 병소가 있는 경우엔 5.5-6.5 GBq (150-175 mCi), 원격전이가 있는 경우는 7.4 GBq (200 mCi)를 투여한다(Table 1). 골 전이 병소의 방사성요오드 치료는 덜 성공적이며, 외부 방사선 조사나 수술이 필요한 경우가 있다. 환자가 견딜 수 있는 최대 용량 투여는 저용량(1 mCi)의 방사성요오드 투여 후 4일까지 시간 별로 전신스캔과 혈액을 채취하여 환자마다 잔류시간을 측정하여 혈액에 조사되는 방사선량을 2 Gy까지 허용하는 최대 용량을 계산한다. 이 방법을 이용하여 최대 22 GBq (600 mCi)까지

투여한 예가 있으며 백혈병의 발생 위험이 높아 잘 시행하고 있지 않다.

1.1 GBq (30 mCi) 이상 투여할 경우 원자력법 시행령에 따라 주변 사람들의 방사선 피폭을 줄이기 위하여 환자의 체내에서 방사성요오드가 상당수 빠져나갈 때까지 1-4일간 격리를 하여야 한다. ^{131}I 투여는 캡슐 또는 용액으로 복용되고 있다. 최근에는 용량 별로 캡슐이 나와 복용 시 실수로 흘리는 오염의 우려가 적어 용액보다 선호되고 있다. 고용량의 방사성요오드를 투여할 때에는 구토를 우려하여 공복 상태에서 복용시키며 한 컵 이상의 물과 함께 복용시키고 그 뒤엔 움직이도록 권장한다. 움직이지 않는 경우 ^{131}I 캡슐이나 용액이 위벽 일부에 부착해서 장시간 머물러 위벽이 받는 선량이 높아질 것을 우려하기 때문이다. 복용 후 병소에 흡수되지 못한 방사성요오드는 24시간 이내에 소변을 통해 가장 많이 배출되는데, 이를 잘 배출시켜 불필요한 방사선 피폭을 줄이기 위해 하루 2리터 이상의 물을 마시는 것을 권장한다. 치료 후에 가장 많은 환자들이 호소하게 되는 부작용은 방사성요오드가 침샘으로 분비되어 침샘의 염증에 의한 증상들인데, 이러한 부작용을 줄이기 위해 사탕, 과일, 비타민 C 등 신 음식을 2-4시간마다 먹거나 물고 있게 하여 침샘에 침이 지속적으로 고여 있지 않도록 배주어야 한다. 신 음식을

조기에 음용하는 경우 침샘을 자극하여 오히려 방사성 요오드의 침샘 섭취가 높아질 것을 우려하여 ^{131}I 복용 후 24시간 후에 음용하는 것이 좋다는 보고가 있다. 변비가 심한 경우 장내에 방사성요오드가 오랫동안 체내에 남아있지 않도록 변비치료용 완하제를 사용한다.

방사성요오드 치료 전 준비사항

갑상선자극호르몬(thyroid stimulating hormone, TSH)의 자극

방사성요오드 투여로 잔여 갑상선을 제거할 때, 전신스캔 및 혈청 Tg 농도 측정을 이용한 추후의 경과 관찰 등에는 TSH 자극이 필요하다. 후향적 연구에 의하면 혈청 TSH 농도가 30 mU/L 이상일 경우 중량의 방사성요오드 섭취가 증가함이 관찰되었다. 방사성요오드 잔여 갑상선제거술을 위하여 LT_4 중단이나 rhTSH 자극을 모두 이용할 수 있다. 내인성 TSH 농도는 3-4주간 levothyroxine (LT_4)을 중단하여 증가시킬 수 있다. 갑상선절제술 후 1달 뒤에 방사성요오드 치료를 시행하는 이유는 체내 갑상선호르몬이 낮아져 혈청 TSH를 올리기 위함이다. 이 경우 우울증, 부종, 변비 등 갑상선호르몬 저하증상이 나타나 재치료 시에는 이 기간을 줄이기 위하여 LT_4 보다 혈중 반감기가 짧은 levo-triiodothyronine (LT_3)으로 바꾸어 사용하는 방법이 있다. LT_4 를 LT_3 로 변경하여 2주간 지속한 후 2주간 LT_3 를 중단하고 ^{131}I 을 투여하는 방법이 많이 시행되고 있다. 재발이나 전이 병변에서 재조합 인간 갑상선자극호르몬(recombinant human thyrotropin, rhTSH, ThyrogenTM) 사용은 일부 효과가 있다는 보고도 있으나 효과가 없거나 재발 병소의 갑작스러운 부종이 관찰된 경우도 있다.

저요오드 식이

방사성요오드 투여 전에 방사능 효과의 증강을 위하여 하루 50 μg 미만의 저요오드 식이가 권장된다. 저요오드 식이의 적절한 기간에 대한 연구보고는 국가별로 다르며 이는 식이를 통한 요오드 섭취량이 국가별로 다른데 기인한 것으로 여겨진다. 우리나라는 식이를 통한 요오드 섭취량이 하루 500 μg 으로 미국 200 μg 에 비해 높다. 미국의 경우 1-2주의 저요오드 식이를 권장하며 유럽은 3주를 권장한다. 우리나라의 경우 2-4주의 철저한 저요오드 식이가 권장된다.⁴⁾ 우리나라의 경우 천일염을 섭취할 때 포함된 요오드를 섭취하는 양이 상당하여 요오드 섭취를 엄격하게 제한하려면 천일염 및 천일염이 다량 들어있는 젓갈, 김치, 장류, 장아찌 등을 같이 제한하여야 한다(Table 2). 이는 외식을 할 수 없고 별도로 저요오드 식이를 요리하여 먹어야 하므로 환자들이 가장 어려워하는 부분이기도 하다. 요오드의 섭취원으로서 식이 이외에 비타민 제제나 약물, 소독제(포비돈 요오드)에 포함된 요오드도 있다. 특히 브롬이 포함된 진해용 감기약이 방해가 될 수 있다. 전산화단층촬영(computed tomography, CT)에 사용하는 조영제는 고용량의 요오드를 함유하고 있어 1회 주사량에 함유된 요오드가 15 g으로 하루 식이 권장량 150 μg 의 10만 배에 이른다. 조영제를 주사 맞은 후 방사성요오드의 섭취감소는 3-10개월까지 영향을 주는 것으로 알려져 있어 방사성요오드의 치료는 조영제 사용 후 6개월 후로 시행하는 것을 권장한다. 따라서 방사성요오드 치료가 계획되어 있을 때에는 초음파나 magnetic resonance imaging (MRI)를 이용하거나 CT촬영 시에는 꼭 필요한 경우를 제외하고 조영제 사용 자체를 권장한다. 저요오드 식이를 적절히 수행했는지는 파악하기가 힘들고, 요오드를 포함한 약물은 다양하여

Table 2. Low-iodine diet food list for radioiodine scan or therapy

Food allowed	Food not allowed
<ul style="list-style-type: none"> • Rice, wheat, corn • Potato and sweet potato without skin • Beef, pork, chicken, lamb, beans, tofu • Vegetables: cabbage, onion, carrot, cucumber, radish, spinach, lettuce, mushroom • Fruits, unsalted nuts • Egg whites • Refined salt, non-iodized salt • Sugar, jam, honey, ketchup, vegetable oil, coffee • Seasoning: sesame, vinegar, ginger, garlic, pepper, red pepper, wasabi, mustard 	<ul style="list-style-type: none"> • Seaweeds and related product: kelp, nori, udon, ramen, soups containing seaweeds • Seafood: fish, crab, shrimp, clams, oysters • Whole egg, egg yolk • Milk products: milk, cheese, yogurt, ice cream, butter, milk chocolate • Artificial red dye: ham, sausage, drinks, cough syrup • Sea salt, iodized salt and related food: Kimchi, soy bean paste, hot pepper paste

사전 점검에서 누락될 수도 있으므로 방사성요오드 치료 전 소변 요오드 배설량을 측정함으로써 체내 요오드량이 치료에 충분할 만큼 감소되었는지 판단하여 치료 일정을 결정하는데 도움을 받을 수도 있다.

방사성요오드 치료 전 전신스캔 촬영

방사성요오드 치료 전 전신스캔이나 갑상선 부위 섭취율의 측정은 수술기록이나 경부 초음파로 잔여 갑상선의 양을 정확하게 확인할 수 없을 때, 검사 결과로 인해 치료 방침이나 방사성요오드 치료 용량이 달라질 때 유용할 수 있다. 그러나 진단용 ^{131}I 에 의한 갑상선암의 기절 효과(stunning)가 나타날 수 있다. 기절 효과는 111 MBq (3 mCi) 이상의 ^{131}I 을 투여하였을 때 두 번째 투여하는 치료용 ^{131}I 의 섭취가 감소하는 효과로 진단용 ^{131}I 투여 후 4-40일 사이에 나타나며 185 MBq (5 mCi)로도 치료용량의 54%까지 섭취의 감소를 초래할 수 있다. 또한, 전신스캔에서 잔여 정상 갑상선조직의 양이 많을 때에는 대부분의 요오드가 정상 갑상선조직에 의해 섭취되기 때문에, 국소 림프절, 상부 종격동 등의 국소적 갑상선암이나 원격전이된 갑상선암을 놓칠 수 있다. 따라서 방사성요오드 치료 전 전신스캔을 시행하지 않거나, 검사를 시행할 경우에는 74 MBq (2 mCi) 전후의 저용량의 ^{131}I 이나 베타선을 방출하지 않는 ^{123}I 를 사용한다.⁵⁾ ^{131}I 전신스캔은 방사성요오드 복용 후 48-72시간 사이 촬영한다. ^{123}I 은 감마선만 방출하고 반감기가 13시간으로 베타선과 감마선을 같이 방출하며 반감기가 8일로 긴 ^{131}I 에 비해 환자가 받는 방사선량이 적어 갑상선의 경우 1/100 정도이다. ^{123}I 은 감마선 피크 에너지가 감마카메라의 조준기에 적절한 159 KeV로 364 KeV의 고에너지를 방출하는 ^{131}I 에 비해 더

선명한 영상을 얻을 수 있다(Fig. 2). 그러나 둘 사이의 비교연구에서 종양 발견에 대한 효과는 비슷함이 밝혀져 있으며 적절한 ^{123}I 의 용량(37-370 MBq, 1-10 mCi)과 투여 이후 전신스캔 촬영의 시간 간격(6, 24, 48 hr)은 알려져 있지 않다. 최근에는 양전자를 방출하는 ^{124}I 를 이용한 PET/CT 영상이 시도되고 있는데 PET의 특징인 고해상도와 CT를 통해 해부학적 위치를 정확히 파악할 수 있는 것이 장점이다.

방사성요오드 치료 후 전신스캔 촬영

방사성요오드 투여 후에는 치료 후 전신스캔이 권장된다. 촬영 시기는 일반적으로 투여 후 2-8일 사이에 시행하고 있다. 방사성요오드 치료 후 전신스캔은 치료 전에 알 수 없었던 원격전이를 진단할 수 있는데 새로운 비정상적 요오드 섭취는 경부, 폐, 종격동에서 가장 흔하게 발견되었다(Fig. 3). 새로운 병변은 약 10%의 환자에서 병기에 또는 9-15%에서 치료 방침에 영향을 준 것으로 보고되었다. 원격전이는 43%가 치료 후 1년 이내에 발견되며, 23%에서 1-5년에, 9%에서 10년 이후에 발견된다.

갑상선암에서는 원발 병소와 전이 병소의 조직 소견이 다를 수 있다. 따라서 ^{131}I 을 섭취하는 병소와 섭취하지 않는 병소를 동시에 가지고 있는 증례도 있다. 이러한 경우 섭취가 되지 않는 병소에 대해서는 수술 또는 방사선 조사 등 다른 치료법을 고려하여야 한다.

^{131}I 전신영상에서 비특이적 섭취로는 잔여 갑상선 외에 타액선, 유선, 위, 장관, 간, 방광, 흉선, 염증부위 그 외 금의 장착이나 기타 처치를 받은 치아에 나타난

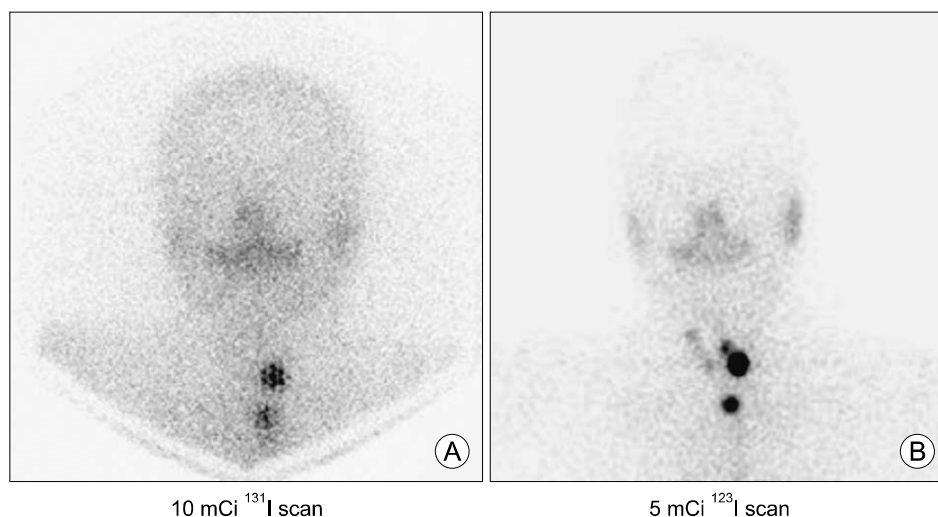


Fig. 2. ^{131}I scan versus ^{123}I scan. ^{123}I scan (B) is clearer than ^{131}I scan (A) and reveals small lesions.

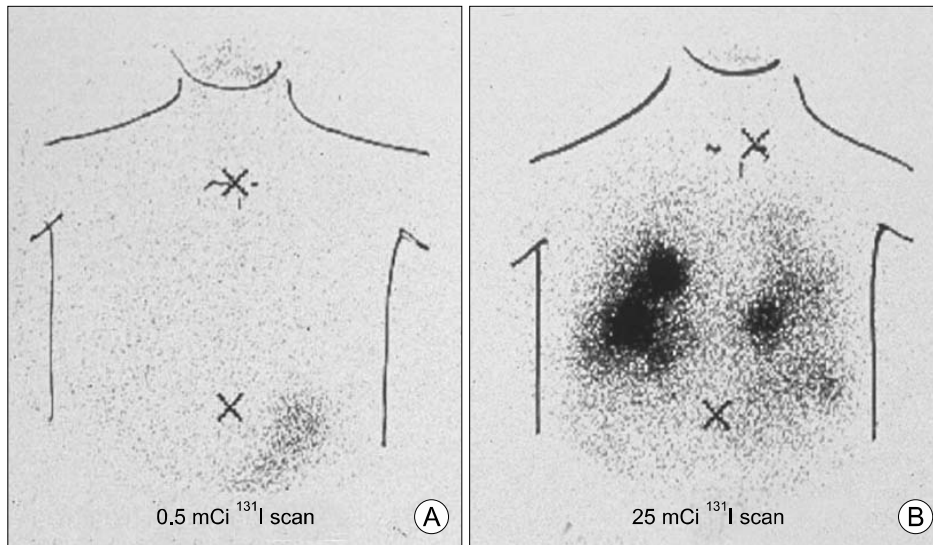


Fig. 3. Diagnostic radioiodine scan (A) versus scan after radioiodine therapy (B). Diffuse lung metastasis was found out on a scan after radioiodine therapy which was not visualized on a small dose of diagnostic scan.

다. 이하선에 비대칭성의 강한 집적이 나타내기도 하고 코감기에 걸려있는 환자에서 콧물의 저류에 의한 코끝, 흉부에서 타액의 일시적인 정체에 의해 배면상에서 식도 중간부에 섭취를 볼 수 있다.

방사성요오드 전신스캔에서 간의 미만성 섭취가 관찰되는 경우가 있다. 간의 갑상선호르몬(LT_4)이나 갑상선글로불린의 대사 기관으로 간의 섭취는 이를 생성하는 갑상선조직이나 갑상선암의 존재가 있음을 의미한다. 전신스캔에서 잔여 갑상선이나 이상 병변 없이 간의 미만성 섭취가 관찰된 15명을 추적하였을 때 7명에서 폐나 목 부위에 재발이 나타난 보고가 있다.⁶⁾

부작용

^{131}I 대량 투여 후 조기에 나타나는 합병증과 장기간 뒤에 나타나는 합병증이 있다. 조기 합병증은 대부분 일시적인 현상이며 장기간 뒤에 나타나는 합병증이 문제이다.

조기에 나타나는 합병증

1) 일과성 타액선염: 고용량 치료 환자의 10-30%에서 나타나며 특히 재투여 환자에서 흔하다. 타액선이 요오드를 농축하기 때문이며 치료 후 첫 3일 이내 동통, 부종이 양측으로 나타나고, 탈수 상태의 환자에서 잘 나타난다. 첫 24시간 동안 물을 많이 마시고 레몬, 신사탕, 비타민 C 등을 입안에 넣어 침샘을 자극하면 증세를 줄일 수 있다.

2) 방사선위염: 고용량 치료환자의 50%에서 구역을 호소한다. 물을 많이 마시게 함으로써 방지할 수 있으

며 방사성요오드 복용 후 캡슐이 위벽에 부착되지 않도록 누워있지 않고 움직이게 한다.

3) 급성 방사선질환: 대량 치료 투여 후 24시간 내 일어날 수 있으며 피로감, 두통, 메스꺼움을 호소한다.

4) 갑상선 중독위기: 매우 드문 현상으로 잔여 갑상선조직이 크거나 기능성 전이 부위의 병소가 아주 클 때 2차적으로 기능항진이 유발되며, ^{131}I 치료 전 항갑상선 제제 및 베타차단제를 투여하면 좋다.

5) 성대마비: 5.5 GBq (150 mCi) 치료한 예에서 보고된 매우 드문 현상으로 기관지 절개가 요구되었다. 방사성요오드 치료 3일 후 부종으로 인한 신경마비(neuropaxia)가 유발되었으나 약 2개월 후 회복되었다.

6) 골수 기능억제: 대량 치료요법 1개월 이내에 나타날 수 있으며 대개는 일시적이다. 방사성요오드의 대량 축적을 받은 경우, 방사성요오드 치료 및 체외방사선치료를 병용한 경우, 기능성 암종에 ^{131}I 의 축적능도가 증가한 경우, 심한 골 전이가 있는 경우에 골수기능이 억제되며 주기적으로 혈구 수를 관찰해야 한다.

7) 국소효과: 방사선염에 의해 동통, 출혈, 부종 등이 전이 부위에 나타날 수 있으며 골 전이가 있는 경우 특히 통증이 심하다. 뇌 전이가 있는 경우 뇌출혈 및 뇌부종이 유발될 수 있어 방사선 조사를 하거나 스테로이드를 미리 사용한 후 방사성요오드로 치료해야 한다.

장기간 후 나타나는 합병증

1) 골수성백혈병 및 기타 종양: 약 0.1% 이하에서 나타날 수 있으며 이들 환자 중 약 85%는 급성으로 주로 50세 이상의 여자에서 나타나고 나머지 15%는 만성이다. 평균 집적용량이 33 GBq (910 mCi)인 환자에서

보고하였으며 방사성요오드 치료 후 약 3-7년 후에 나타났다.

2) 미분화 전환(Anaplastic Transformation): 방사선 조사 후 미분화암이 유발될 수 있으나 말기 갑상선암에선 ^{131}I 치료를 받지 않은 증례에서도 미분화 전환이 있으므로 방사성요오드 치료와의 관계는 아직 규명되지 않았다.

3) 무정자증(Azospemia): 3년 동안 3회에 걸쳐 13 GBq (350 mCi)를 복용한 환자에서 불임을 보고한 예가 있으나 7.25-25.5 GBq (196-691 mCi) 치료 환자에서 19년 동안 추적한 결과 불임, 유산, 선천성 기형의 발생이 일반인과 차이가 없었다.

4) 폐섬유증(Pulmonary Fibrosis): 폐 전이가 있는 경우 방사성요오드가 병소에 많이 모여 발생되며 방사선 폐렴이 유발될 수도 있으므로 주의해야 한다. 37 GBq (1 Ci) 이상의 용량 축적 후에는 주기적으로 폐기능 검사를 해서 주의 깊게 관찰해야 하며 경우에 따라 스테로이드를 투여하기도 한다. 11 GBq (300 mCi) 이상의 군에서 골수기능 억제나 간질성 폐렴 등 심각한 부작용의 발생 빈도가 28%이었으나 11 GBq 이하의 군에서는 6.6%, 7.4 GBq (200 mCi) 이하에서는 1.5%에 지나지 않았다. 전혈 흡수선량을 기준으로 하면 2 Gy 이상의 군에서 21%, 그 이하의 군에서 3%이었다.

방사선 안전관리

고용량의 방사성 의약품을 환자에 투여하는 경우 환자로부터 일반인이 받는 피폭량을 한도 이내로 조절하기 위해 환자를 일정 기간 동안 격리시키기 위하여 입원을 시킨다. 이러한 격리의 근거는 국내에는 과학기술부 고시 제98-12호 방사선량 등을 정하는 기준에 포괄적인 규제(일반인의 선량한도 연간 1 mSv, 배기 또는 배수에 대한 허용농도)를 따르며 미국 원자력규제위원회(Nuclear Regulatory Commission, NRC)에서 발행한 지침서(Regulatory Guide 8.39 Release of patients administered radioactive materials)의 계산 방법에 따라 각 병원마다 자체 절차서를 만들어 시행하고 있다. 이에 따라 1.1 GBq (30 mCi) 이상의 고용량인 경우 차폐와 특수정화조가 설치된 격리 병실에서 몸에서 상당량의 방사성요오드가 대소변으로 배출될 때까지 1-4일간 입원한다. 1.1 GBq (30 mCi)의 기준은 ^{131}I 의 경우 투여량이 1.2 GBq (33 mCi) 이하이면 일상생활을 할 때 주변 사람이 받는 피폭량이 미국 일반인 연간 선량한도 5 mSv를 넘지 않기 때문이다. 그러나 방사성 동위원소

의 치료 대상환자 수가 늘어 격리 시설이 부족하고 생물학적 반감기에 의해 환자의 방사능 감소가 촉진되어 실제 격리가 필요한 기간이 짧으므로 1997년 4월 지침서를 개정하여 환자마다 개별적으로 적용할 수 있는 근거를 추가하였다.

우리나라의 방사성 동위원소 치료환자 퇴원기준은 과학기술부고시 제2005-35호 의료분야의 방사선 안전 관리에 관한 기술기준(2005년 12월 27일) 제14조(진료환자의 퇴원)에 “진료의 목적으로 방사성 동위원소를 투입 또는 투여받은 환자의 퇴원으로 인하여 다른 개인의 유효선량이 1 mSv (0.1 rem)를 초과할 우려가 있다고 판단되는 경우에는 다른 개인의 선량을 합리적으로 가능한 한 낮게 유지하도록 하기 위한 지침서를 퇴원환자에게 제공하여야 한다. 이 경우, 수유 중인 신생아 또는 어린이에 대해서는 유효선량이 1 mSv (0.1 rem)를 초과하지 않도록 하여야 한다.”라고 되어 있다.

갑상선절제술을 받은 환자는 투여한 방사성요오드의 5%만이 잔류갑상선에 섭취되어 생물학적 반감기는 8시간 정도이고 환자의 거주상태 즉 퇴원 후 격리할 수 있는 환경에 따라 주변 사람이 환자와 1 m의 거리에 있을 확률(occupancy factor)이 0.25이면 미국기준(5 mSv)으로 8.9 GBq (240 mCi)까지도 입원이 필요 없다. 그러나 국내 기준은 1 mSv이므로 이를 다시 환산하면 5.5 GBq (150 mCi)를 투여한 12시간 후부터 환자와 1 m의 거리에 있을 확률이 0.25이면 0.997 mSv로 국내법도 충족시킨다. 즉 5.5 GBq을 투여받은 환자는 대소변 배설에 지장이 없고 퇴원 후 주변 사람과 격리될 수 있는 경우 24시간 단기입원 후 퇴원이 가능하다. 퇴원시 지침서를 제공하여 퇴원 후 3일간 외출을 삼가며 가족들과 1 m 이상의 거리를 두고 다른 사람과 같은 방에서 취침하지 않도록 한다. 영유아나 임산부는 일주일간 피하며 물이나 음료를 많이 마시게 한다.

간호사를 포함한 의료진은 입원환자가 방사성요오드를 섭취한 후에는 불필요하게 접촉할 필요는 없다. 그러나 필요한 경우 환자 간호나 진료를 해야 한다. 간호사는 방사선 수치출입자로 분류되며 병실 출입 시에 필름 배지를 차고 출입하도록 한다(연간 선량한도 <12 mSv). 납으로 차폐된 가운을 착용하고 환자와의 거리 30 cm에서는 1주당 1시간, 1 m 거리에서는 주당 10시간 이상 가까이 있지 않도록 한다. 간병인에 대한 피폭방사선량은 방사선 작업종사자의 선량한도를 초과하지 아니하도록 하여야 한다(연간 선량한도 <50 mSv, 5년간 <10 mSV).

중심 단어: 갑상선암, 방사성요오드, 전이.

References

- 1) Chung JK, Lee MC. *Chang-Soon Koh nuclear medicine*. 3rd ed. Seoul, Korea: Korea Medical Book Publisher; 2008.
- 2) National Comprehensive Cancer Network Clinical Practice Guidelines in OncologyTM. *Thyroid Carcinoma*. V.2.2012.
- 3) Cooper DS, Doherty GM, Haugen BR, Kloos RT, Lee SL, Mandel SJ, et al. Management guidelines for patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer. *Thyroid* 2006;16(2):109-42.
- 4) Roh JH, Kim BI, Ha JS, Chang SJ, Shin HY, Choi JH, et al. Comparison of urine iodine/creatinine ratio between patients following stringent and less stringent low iodine diet for radioiodine remnant ablation of thyroid cancer. *Nucl Med Mol Imaging* 2006;40(6):322-6.
- 5) Kim WB, Kim TY, Kwon HS, Moon WJ, Lee JB, Choi YS, et al. Management guidelines for patients with thyroid nodules and thyroid cancer. *J Korean Soc Endocrinol* 2007;22(3):157-87.
- 6) Chung JK, Lee YJ, Jeong JM, Lee DS, Lee MC, Cho BY, et al. Clinical significance of hepatic visualization on iodine-131 whole-body scan in patients with thyroid carcinoma. *J Nucl Med* 1997;38(8):1191-5.