

갑상선과 부갑상선의 영상 진단

단국대학교 의과대학 핵의학교실

박 석 건

갑상선의 영상 진단

갑상선은 갑상연골 아래쪽, 기관의 전면에 위치하며, 15-20g 정도의 크기이다. 옥소를 섭취하여 갑상선 호르몬을 만들며, 방사성 동위원소인 테크네튬은 옥소와 결합적으로 갑상선에 섭취된다. 이런 생리를 이용하여 방사성 옥소와 테크네튬은 갑상선의 영상 검사에 이용이 되고 있다.

갑상선기능항진증에서 I-131(또는 I-123)섭취율은 그레이브씨병과 아급성갑상선염을 감별하는 데 사용이 된다. 갑상선 결절이 갑상선 스캔에서 열소로 나타나는 경우에는 악성의 경향이 거의 없고, 냉결절의 경우는 10-20%에서 악성이다. 냉결절의 경우 스캔만으로 악성 여부를 감별 할 수 가 없기 때문에 세침흡인검사법이 동원이 된다. 결절의 경우 스캔을 하지 않고 처음부터 세침흡인검사를 하기도 한다.

갑상선기능항진증에서 I-131치료는 표준적인 치료 방법의 하나이다. I-131전신스캔은 갑상선의 분화암 수술 후, 남은 갑상선 조직의 평가와 갑상선 암의 재발/전이를 진단하는데 이용된다. 전신스캔에서 갑상선 조직이 발견되면 대량의 I-131을 투여하여 치료하며, 전이병소가 I-131을 섭취하는 경우 섭취하지 않는 경우보다 예후가 좋다. 갑상선 결절의 감별과 갑상선 암의 수술 후 경과 추적에 Tl-201이 사용되기도 한다.

갑상선 질환의 진단에 소용이 되는 영상 검사들을 기술적인 면과 주의할 점등을 중심으로 살펴보고자 한다.

1. 방사성옥소섭취율

1940년 헤밀턴이 가이거 계수기를 사용하여 처음 Radioiodine uptake test(RAIU)를 하였고, 1950년

베르너에 의해 갑상선 기능 검사로서 24시간 RAIU가 소개되었다. RAIU는 영상 검사는 아니지만, 갑상선 스캔을 판독 할 때도 참고가 된다.

RAIU는 경구 투여한 방사성 옥소 중 갑상선에 섭취된 부분이 얼마가 되는지를 탐침형계수기(probe counter)로 계수하는 방법이다. 즉, 경구 투여한 I-131(I-123)은 일단 혈중으로 흡수가 되어 체내의 무기옥소'풀'에 끌고루 섞임으로써 무기옥소풀을 대표 하게 되고, 이 중에서 갑상선에 흡수 된 부분을 계수 하면, 방사성옥소섭취율이 된다. RAIU의 결과는 갑상선의 기능과 무기옥소풀의 크기에 따라서 영향을 받게 된다.

방사성 옥소는 I-131(I-123 300uCi, I-131 50uCi)을 경구 투여한다. 1시간 동안 음식을 먹지 않도록 한다. 현재 나오는 갑상선섭취율 탐침형계수기들은 무른모(software)가 방사성 옥소 캡슐을 사용하여 RAIU를 측정하는 것으로 설계되어 있지만, 국내에는 RAIU에 사용할 수 있는 캡슐은 보급이 되고 있지 않다. 환자와 계수기 거리가 멀어질수록 질수록 FOV(field of view)가 넓어진다. 갑상선이 전체가 포함 될 만한 거리를 잡는데, 20-30cm정도를 유지한다.

환자는 T₄를 사용하고 있을 경우에는 6주간, T₃의 경우에는 2주간을 중지하도록 한다. 항갑상선제는 1주간 이상을 끊도록 한다. 옥소를 포함하는 방사선 조영제도 6주 이내에는 사용 금지하는데, 옥소에 의해서 무기옥소풀이 커진 경우에는 방사성 옥소가 희석되어서 RAIU는 낮은 값을 보이게 된다. 검사하는 날 아침은 가볍게 들거나 공복으로 하고, 20-24시간이면 평형에 도달하기 때문에 보통 24시간 섭취율을 사용한다. 2-6시간의 초기 섭취율을 보고자 할 경우에는 이 시간 동안 단백질이 든 음식물 섭취를 제한한다.

$$\% \text{RAIU} = \frac{\text{갑상선의 방사능} \times \text{표준 시료의 방사능}}{\text{(목의 방사능 계수-대퇴부의 계수)}} \times 100$$

액체 상의 방사성 옥소를 사용하므로 컵에 남은 잔량이 있어서 환자가 실제 섭취한 양과 표준 시료가 완전히 일치할 수는 없다. 물론 충분히 희석을 해서 마시도록 한다. RAIU의 적용을 정리해 보면

- 1) 갑상선기능항진증에서 아급성갑상선염, 무통성갑상선염의 감별
- 2) 갑상선기능항진증에서 방사성 옥소 치료양 결정
- 3) 과염소산 방출시험
- 4) T3 억제, TSH 자극시험

등으로 요약 할 수 있겠다. 임 등¹⁾은 방사성 옥소 치료를 받는 환자의 병실 천장에 계수기를 설치하여 연속적으로 전신 방사능을 측정하고, 이로부터 골수의 조사량을 계산하였는데, 갑상선 섭취율 계수기로부터 2-3m의 거리를 두어 FOV에 환자의 전신이 포함되도록 하면 같은 계산을 할 수가 있다. 입원해 있는 동안 72시간이나 96시간까지 측정하여 유효 반감기를 구하고, 그 이후에는 물리적 반감기를 적용한다.

2. 20분 ^{99m}Tc-Uptake

RAIU 테크네슘은 옥소와 마찬가지로 원리로 갑상선에 섭취된다. 테크네슘은 주사한 지 20-30분이면 평형에 도달하기 때문에 20분 테크네슘 섭취율을 사용한다. 테크네슘 섭취율은 갑상선 스캔과 동시에 시행할 수 있고, 따라서 RAIU처럼 환자가 다음 날 한 번 더 방문을 해야 하는 불편을 피할 수 있다는 장점이 있지만, 주사하기 전후의 양을 계수해야 하고, 시간을 맞추어야 하기 때문에 적은 인력으로 운영하는 핵의학 검사실에서는 실제로 스캔과 함께 시행하기에는 어려운 점이 있는 것 같다.

갑상선 스캔 필름을 보고, 육안상 목의 배경과 침샘, 갑상선의 테크네슘 섭취를 비교함으로써 갑상선 섭취율을 반정량적으로 짐작 할 수 있는데, 침샘/갑상선 비율을 구하여 이를 지표로 사용하는 방법도 있다²⁾.

3. TSH stimulation scan

TSH 자극 스캔은 TSH의 영향을 받는 갑상선 조직의 존재 유무를 가리는 검사이다. 자율 결절에 의해

억제되어 갑상선 스캔상 섭취가 없던 정상 조직은, TSH 자극을 한 후에 갑상선 스캔을 하면, 갑상선 스캔에서 나타나 보이게 된다. TSH 자극은 10단위의 bovine TSH를 3일간 근육 주사한다. 만약 두 번째 갑상선 스캔에서도 계속해서 보이지 않으면 형성 부전으로 판정한다. 갑상선의 분화암 수술 후에 적용되는 I-131전신스캔도 넓은 의미에서는 TSH 자극 스캔이라고 할 수가 있다. I-131전신스캔에서는 bovine TSH를 쓰는 것이 아니고 endogenous TSH 자극을 이용하는 점이 다르다. 억제된 정상 갑상선 조직을 TSH자극 없이 ^{99m}Tc-MIBI 스캔으로 증명한 증례 보고가 있다³⁾.

4. TSH Suppression Scan

갑상선 열결절의 자율성을 보는 검사이다. 갑상선 스캔에서 자율결절이 의심되어 이를 확인하고자 할 때, 8일간 25ug 씩의 사이토텐(T3)을 하루 세 번 경구 투여하고 8일 째 스캔을 한다. 자율결절이라면 T3에 의해 TSH가 억제된 후에도 스캔상 계속 열결절로 나타나게 된다. 정상 갑상선 조직은 억제되어 방사능 섭취가 없어진다. T3 억제 후 정상 조직과 결절이 모두 억제되면 결절은 대상성비후(compensatory hyperplasia)로 판정한다.

5. 갑상선결절과 미만성 종대

갑상선의 기능이 옥소를 섭취하여 유기화하는 것이므로, 갑상선 스캔용 방사성 동위원소로는 방사성 옥소 혹은 이와 유사한 원소를 사용하면 될 것이다. I-131은 에너지가 높고, 배타선을 방출하여 많은 양을 줄 수가 없기 때문에 이미지가 나빠서, substernal goiter의 진단과 갑상선분화암의 전신스캔에만 사용되고, 일상적인 갑상선 스캔에는 주로 테크네슘을 쓴다. 새로 나오는 교과서들에는 I-123이 갑상선 스캔에 가장 적합하다고 하나, 우리는 공급이 원활하지 못하고, 가격 문제도 있어서 테크네슘에서 I-123으로 쉽게 전환하지는 못할 것 같다.

흔히 사용이 되는 방법은 아니지만, 그레이브씨병의 안구병증을 ^{99m}Tc-DTPA⁴⁾ 혹은 In-111-octerotide⁵⁾로 영상화하고, 섭취의 정도가 안구병증의 활성도를 반영한다는 보고들도 있다.

1) 갑상선의 영상 진단에 사용이 되는 방사성 동위원소들

I-123 : I-123은 주 에너지가 160KeV로 감마 카메라에 적합하고, 베타선을 방출하지 않으며, 13시간의 반감기를 가진다. 갑상선 스캔의 agent of choice이다. RAIU에도 사용한다. 대부분의 substernal goiter도 I-123으로 발견이 된다고 한다⁶⁾. 사이클로트론에서 생산하며, I-124, I-125같은 방사성 옥소가 섞일 수 있다. 먼저 Xe-123 또는 Xe-124를 만든 후 I-123으로 붕괴하도록 하는 간접 방법을 쓰면 다른 방사성 옥소의 오염을 피할 수 있다.

I-131 : 베타 에너지를 방출하기 때문에 갑상선에 주는 방사선량이 많아서 갑상선 영상 진단 목적으로는 잘 사용하지 않는다. 360KeV의 고에너지를 가지고, 반감기는 8일. RAIU와 substernal goiter의 발견, 갑상선 분화암의 전신스캔에 이용된다. 갑상선기능항진증과 갑상선 암의 치료 목적으로 사용한다.

^{99m}Tc Pertechnetate : 옥소와 마찬가지로 갑상선에 섭취가 되지만 유기화되지는 않는다. 감마카메라에 적합한 140KeV의 에너지를 가지고 있고, 반감기는 6시간. 선명한 갑상선 이미지를 만들어 낸다. 테크네튬 발생기에서 추출해서 쓸 수 있기 때문에 매우 편리하다. 유기화되지 않기 때문에 방사성 옥소 스캔에서는 냉소인 결절이 테크네튬 스캔에서는 기능이 있는 결절로 나타날 수 있는 단점이 있지만, 이런 일은 드문 것으로 알려져 있다.

Tl-201 : Tl-201은 세포 충실도가 높고 관류가 풍부한 조직에 섭취된다. 섭취되는 정도는 중앙세포의 미토콘드리아 수와 관계가 있는 듯하다⁷⁾. 정상 갑상선, 선종, 갑상선 암, 부갑상선 종양이 비특이적으로 Tl-201을 섭취한다. 정상 갑상선 조직은 갑상선 암에 비해 빨리 Tl-201이 소실(wash out)되기 때문에 이 차이를 이용하여 갑상선 결절의 악성 여부를 감별할 수 있다⁸⁾. Tl-201이 갑상선 결절의 감별진단에 도움이 안된다는 보고도 있다⁹⁾. 부갑상선종은 Tl-201/^{99m}Tc 감영(subtraction) 방법을 이용하여 진단한다. 수술후의 갑상선 암 환자를 추적하는 경우 경우 I-131 전신스캔과 달리 Tl를 끊지 않고도 Tl-201 전신스캔을 할 수 있다.

^{99m}Tc-MIBI : Tl-201과 마찬가지로 비 특이적으로 암조직에 섭취가 된다. 갑상선과 부갑상선에 섭취

가 되어 4-6분이면 최고치에 도달한다. 정상 갑상선으로부터는 서서히 빠져나가지만 부갑상선 선종이나 갑상선 선종에서는 빠져나가지 않기 때문에, 이를 이용해서 부갑상선 스캔을 한다. Tl-201/^{99m}Tc 방법이 이중 동위원소 감영법이라면, ^{99m}Tc-MIBI 법은 일종의 시간차 감영법이라고 생각할 수도 있다. 그러나 갑상선과 부갑상선종에서 ^{99m}Tc-MIBI가 소실되는 비율이 항상 일정하지는 않으므로, 소실율 차이를 이용하는 방법이 단순히 지연영상에서 초기영상을 빼는 감영법은 아니다. 분화갑상선암 수술 후의 스캔 성적은 I-131을 따라가지 못한다¹⁰⁾. 아직은 증례보고 정도가 나와있지만, TSH 자극과 무관하게 갑상선 조직에 섭취가 되므로, 자율성 열결절에 의해 억제된 정상 갑상선 조직을 확인하는데도 사용 할 수가 있을지 모른다.

2) 스캔방법

갑상선 스캔은 바늘구멍 조준기를 사용한다. 보통 전면상 하나만을 찍는다. 바늘구멍 조준기를 사용하여 찍은 이미지에서는 길이가 달라지기 때문에, 10cm 거리 표시를 해서 나중에 비교하게 된다. 갑상선암의 전신스캔과 substernal goiter의 발견을 위해서는 평행 조준기를 쓴다.

3) 결 절

촉진상 갑상선 결절이 만져지는 경우 갑상선 스캔을 한다. 결절이 갑상선 기능을 가지고 있는지 여부와 다발성 여부가 관심사가 된다. 스캔 소견에 따라 냉결절, 온결절, 열결절로 나눌 수 있다. 때로는 작은 냉결절이 배후에서 오는 방사능 때문에 온결절로 오인되는 경우가 있을 수 있다. 스캔을 하기 전에 환자를 진찰하여 결절이 만져진다는 사실을 확인하지 않고 나중에 사진만을 보게 되면 정상 갑상선 스캔으로 판독을 해서 내보내게 되므로, 다른 핵의학적 검사가 모두 그렇지만 특히 갑상선 스캔의 경우 환자를 진찰하고 스캔을 하도록 애써야 한다.

(1) 냉결절

주변에 비해 갑상선 결절에 방사성 동위원소의 섭취가 현저히 감소된 경우를 냉결절이라고 한다. 그 원인은 다양하여 갑상선 선종, 낭종, 선종양증식(adenomatous hyperplasia), 갑상선암 등 다양하다. 냉결절의 10-20% 정도에서 악성일 확률이 있으며, 단일 결절 보다 다발성일 경우가 악성일 확률이 적다

고도 하고, 같다고도 한다.

스캔 소견만으로는 갑상선 냉결절이 악성인지 양성인지 감별이 불가능하므로, 냉결절을 만났을 경우에는 세침흡인검사를 하여 세포를 확인하여야 한다. 스캔을 해 보면 대부분의 결절이 냉결절이므로 스캔을 하지 않고 바로 세침흡인검사를 하는 수도 있을 수 있다. 잘 된 세침흡인검사라도 샘플의 15% 정도는 악성인지 양성인지를 판정 할 수 없는 부적당한 샘플, 혹은 확진할 수 없는 샘플이라고 한다. 낭종을 동반한 결절일 경우에는 낭종액은 진단적 가치가 없으므로 초음파 유도로 벽에서 세포 검사를 한다.

T1-201은 처음에는 갑상선 암과 정상 갑상선 조직 모두에 섭취가 되지만, 갑상선 암에서는 지연 영상에서 소실이 되지 않고 계속 잔류가 되는 성질을 이용하여 결절의 악성 여부를 판정하는 방법이 있다¹¹⁾.

(2) 열결절

열결절의 경우 100% 갑상선 암을 배제 할 수 있는 것은 아니지만, 열결절로 나오면 일단은 갑상선 암은 아니라고 간주하는 것이 보통이다. 정상 갑상선에 비해 결절의 방사능 섭취가 더 증가한 경우를 열결절이라고 한다. 열결절이 자율적으로 갑상선 호르몬을 생산하는 자율 기능성 결절인지를 판정하기 위해서는 T3억제 스캔을 한다. 자율 기능성 열결절은 악성일 확률이 거의 없다. 열결절 주변의 갑상선에 방사능 섭취가 없을 경우에는 정상 조직이 억제된 것인지, 애초부터 없었던 것인지를 결정해야 하며, 이 때는 TSH 자극 시험을 한다. TSH는 bovine TSH를 쓴다. TSH자극을 하지 않고도 ^{99m}Tc-MIBI 스캔으로 억제된 갑상선 조직을 확인한 증례 보고가 있다.

4) 미만성갑상선 증

(1) 그레이브씨병과 하시모토씨병

그레이브씨병의 갑상선 스캔은 갑상선의 비대와 함께 미만성으로 균일하게 방사능이 섭취가 된다. 육안상 목의 배후와 침샘에 비해서 갑상선의 섭취가 증가되어 보이는 것이 보통이다. 그러나 스캔 소견에서 갑상선 섭취가 증가되어 있다고 해서 갑상선 기능 항진증이라고 판정하지는 않는다. 하시모토씨병은 갑상선이 비대하여 있고, 방사능 분포가 다소 불균일하며 각 부위에 따라 차이가 많이 나기도 한다. 이러한 모양을 hill and valley라고 묘사하기도 한다. 이것을 핵의학 교과서에서는 '울퉁불퉁'하다고 하였다¹²⁾. 그러나 갑상

선 스캔 소견만으로는 그레이브씨병과 하시모토씨 병을 구별 할 수는 없다.

갑상선스캔시 냉결절의 감별 진단 중 하나는 Marine-Lehnhart 증후군이다. 그레이브씨병과 갑상선종이 같이 있는 경우이다. I-131치료에 의해 갑상선 기능이 정상화되면, 억제되어 있던 TSH가 상승하여 선종을 자극하여 나중의 스캔에서는 이곳에만 방사능 섭취가 있게 된다¹²⁾.

미만성 갑상선 종대에서 초음파는 갑상선의 크기 측정, 결절의 유무 등을 진단할 수 있다. 하시모토씨 병에서는 에코가 떨어져 있으면서 전체적으로 불균일하고 거친 에코특성을 보인다. 다발성 선종도 유사한 소견을 보일 수 있다. 칼라 도플러로 보면 그레이브씨병에서 수축기와 이완기에 모두 혈류가 매우 증가되어 있는 소견이 보인다.

(2) 아급성 갑상선염

갑상선염은 급성, 아급성, 만성으로 나눈다. 급성갑상선염은 바이러스나 세균에 의해 생기며 농양을 형성하면 냉결절로 나타난다.

아급성 갑상선염의 전형적인 소견은 상기도 감염 증상 후에 나타나는 압통이 있는 갑상선의 종대이다. 갑상선 스캔 소견은 갑상선에 방사능 섭취가 거의 안 보이는 것이다. RAIU의 현저한 감소와 일치하는 스캔 소견이다. 한쪽에만 침범을 하는 경우도 있고, 이때는 스캔상 냉결절과 구별이 되지 않는다. RAIU의 감소와 ESR의 현저한 증가가 감별의 요점이 될 것이다. 한 쪽에만 염증이 생겼다가 수주 후 다른 쪽 갑상선 염도 침범하는 creeping 형의 아급성갑상선염도 있다. 아급성갑상선염이 회복되면서 스캔 소견도 정상으로 돌아온다.

아급성 갑상선염과 유사한 경과를 취하면서 통증은 없는 무통성 갑상선염의 스캔과 RAIU 소견도 아급성 갑상선염과 같다. 출산 후에 발병하는 경향이 있다.

(3) 갑상선 기능 저하증

갑상선 기능 저하증의 스캔은 갑상선의 섭취가 떨어져서 갑상선이 잘 안 보이는 경우도 있고, 올라가 있으면서 미만성으로 커져 있는 경우도 있다. 갑상선이 있어야 할 위치에서 방사능 섭취가 보이지 않으면 이소성 갑상선을 생각해 보아야 한다. 소아에서 스캔상 갑상선이 잘 보이면서 기능은 떨어져 있는 경우에는 호르몬 합성의 장애를 증명하기 위해 퍼콜로레이트

방출 시험을 할 수 있을 것이다¹³⁾.

6. I-131전신 스캔 / 갑상선 분화암

갑상선 암의 전신 스캔은 갑상선 전 절제술 후에 시행한다. 가끔 수술 전에 전이 병소를 찾기 위해서 I-131 전신 스캔을 요구하는 주치의들을 만나게 되지만, 정상 갑상선을 가지고 있는 경우에는 투여한 I-131이 전부 정상 갑상선에 섭취가 되고, 전이 병소에는 가지 않으므로 수술 전에 전이 병소를 찾는다는 소용이 되지 않는다.

TSH가 30-50단위까지 상승 할 때를 기다려서(보통 수술 후 6주)시행하며, 환자는 수술 후 갑상선 기능 저하증에 빠지게 되므로, 충분히 이해를 시켜야 한다. 이 기간 중에는 T₄를 사용하지 않는다. T₄보다 반감기가 짧은 T₃를 쓸 경우에는 3-4주간 쓰고, 검사 2주전부터는 끊도록 되어 있는데, 국내에서 T₃를 구하기가 쉽지는 않은 것 같다.

I-131치료 전에 I-131 또는 I-123으로 진단적 스캔을 하여 잔여 갑상선 조직 여부를 확인하고, 치료 양의 I-131을 투여하게 된다.

진단적 전신 스캔에는 2-10mCi I-131을 사용한다. 많은 양을 사용할수록 진단율이 높아져서, 10mCi를 사용할 경우 2mCi 보다 4배 정도의 예민도를 보인다는 보고도 있다. 진단적 스캔에서는 보이지 않던 병소가 치료 양을 주고 나서 찍은 전신 스캔에서 보이는 일도 있다¹⁴⁾. 그러나 30mCi 이상을 사용하려면 격리 입원이 필요하고, 전이가 없는 환자에게 필요 이상의 방사성옥소를 주는 것은 바람직하지 않으므로 대개 10mCi 이상은 사용하지 않는다.

1992년 박 등¹⁵⁾은 진단적 스캔 때 많은 양의 I-131을 사용한 경우, 갑상선의 '기절'현상이 나타날 수 있다는 사실을 보고하였다. 즉 진단적 스캔에서는 I-131을 섭취한 병소가, 이 때문에 기절을 해서, 치료 양을 투여했을 때 I-131을 섭취하지 않게 되므로, 치료 효과를 볼 수 없다는 것. 이런 기절 현상을 피하려면 진단 때 소량의 I-131을 쓸 수밖에 없고, 소량을 쓰면 예민도가 떨어지게 되므로 이 사이에서 적당한 타협점을 찾아야 하는 것이 숙제가 된다.

갑상선의 기절이 I-131 베타선의 효과라면, 진단적 전신 스캔에 I-131 대신에 I-123을 사용하는 것도 한 가지 방법이 될 지 모른다.

환자는 6-12개월 간격으로 진단적 스캔을 하여 필요하면 치료 양을 투여하고, 완전히 갑상선 조직이 제거되었다고 판단되면 처음에는 2년 간격, 그 후에는 5년 간격으로 추적할 하는 것이 보통이며, 언제까지 계속해야 되는지에 대해서는 분명한 답은 없다.

환자를 갑상선 기능 저하에 빠트리지(endogenous TSH stimulation) 않고, 정상 갑상선 기능을 유지하는 상태에서 rhTSH를 주사한 다음 (exogenous TSH stimulation) 전신 스캔을 했을 때, 비슷한 성적을 얻을 수 있다는 연구가 진행 중이지만, 아직 상품으로 나와 있지는 않다. 만약 rhTSH를 쓸 수 있다면 환자를 기능 저하 상태에 빠트리지 않아도 되므로, 고용량으로 진단적 스캔을 해서 병소 발견의 예민도를 높이고, 기절한 갑상선이 깨어날 만큼 충분한 시간을 기다렸다가 치료 양을 투여하는 방법으로 갑상선 기절의 문제를 피해 갈 수 있을 것이다.

Tl-201은 비 특이적으로 갑상선 암에 섭취가 되며, 갑상선 결절의 악성 여부 판정뿐만 아니라 수술후의 재발/전이 병소의 발견에도 유용하다. Tl-201의 장점은 TSH 자극 없이, 즉 환자를 기능 저하에 빠트리지 않고도 사용이 가능하다는 것이다. I-131과 축적되는 기전이 같지 않으므로 I-131 전신 스캔에서 발견이 안되는 병소가 Tl-201스캔에서 보일 수 있고, 그 반대로 가능하다.

^{99m}Tc-MIBI가 비 특이적으로 암조직에 섭취가 되는 사실은 잘 알려져 있으며 유방종괴의 감별진단에 각광을 받고 있지만, 아직 갑상선암의 전이와 재발에서는 좋은 성적을 보여주지 못하고 있다.

갑상선 분화암의 재발을 추적하는 또 하나의 방법은 티로글로부린 측정이다. 치료적 전신 스캔에 비해 진단적 스캔의 병소 발견 예민도에 한계가 있는 것이 사실이므로, 진단적 스캔에서 I-131의 섭취가 보이지 않더라도 티로글로부린이 일정 농도 이상이면 I-131 치료를 하는 것이 좋을 것이다¹⁶⁾. 티로글로부린의 농도는 TSH의 영향을 받는다. 항티로글로부린 항체가 존재할 경우 RIA법으로는 티로글로부린이 낮게 측정된다.

갑상선 수질암은 갑상선 전절제술로 치료하며, I-131 치료는 권장되고 있지 않다. 그러나 분화 갑상선암 환자에서 I-131치료를 해 보면, 갑상선 '전' 절제술을 시행한 후에도 잔류 갑상선이 남아 있는 경우를

많이 경험하게 되므로, 이로 미루어 갑상선 조직을 완전히 없앤다고 하는 점에서는 수술후에 I-131을 투여하는 것이 좋을지 모른다¹⁷⁾. 외과 의사들도 갑상선 전 절제술시에 갑상선 ligament 근처의 갑상선 조직을 완전히 제거하는 것이 쉽지는 않다고 한다.

7-10MHz의 고해상도의 초음파 검사는 2mm-6mm 정도의 갑상선 결절을 찾아 낼 수가 있다. 초음파의 적용은 단일 결절과 다발성 결절의 구별, 결절의 크기 확인과 치료에 대한 반응의 추적, 세침검사를 위한 가이드, 수술후 재발의 진단 등이다.

여포 선종은 다양한 초음파 소견을 보여, 예코가 감소하거나 증가 또는 정상 갑상선과 같다. 초음파의 가장 큰 강점은 고형종인지 낭종인지를 구별하는 것이다. 단순 낭종은 변연이 분명하고 외벽이 얇거나 거의 보이지 않으며, 내부는 균일하게 예코가 없는 소견이다. 고형종의 양성 변화는 변연이 두껍고 외벽이 불규칙하며, 내부에는 불균일한 예코가 떠다니는 소견을 보인다. 단순 낭종으로 확인될 경우 악성일 확률이 적지만, 단순 낭종은 드문 것으로 되어 있다. 갑상선 암은 저에코를 보이지만 양성 결절들도 역시 저에코를 보인다. 균일한 고에코의 결절은 양성일 가능성이 높다. 초음파 소견으로는 양성과 악성을 구별할 수가 없다.

초음파 기계가 널리 보급됨에 따라 갑상선 초음파에서 우연히 발견이 된 작은 결절을 만나는 것은 드물지 않다. 어떻게 조치를 할지 합의된 방침은 없지만, 1cm 미만의 결절은 악성이 드물다는 사실을 염두에 둔다면, 경과를 관찰하며 커지는 지를 보는 정도면 될 것이다. 좀 더 적극적으로는 초음파 유도 세침검사를 할 수 있겠다.

CT는 이소성 갑상선의 발견에 유용하다. intrathoracic goiter는 압박 증상을 나타낼 수 있고, 악성의 확률도 높기 때문에 발견되면 수술을 하는 것이 좋다. 갑상선 암이 확진된 환자에서는 국소 침윤과 전이 여부를 판정하는데 사용할 수 있지만, 이것이 수술에 어떻게 영향을 줄 수 있는지는 불분명하다.

결절의 평가에는 스캔과 초음파가 CT나 MR보다 우수하며, 흉곽 내의 병소에는 CT가 우수하다. 연조직간의 대조는 MR이 CT에 비해 뛰어나므로 수술후 재발의 판정에는 MR이 CT보다 예민할 것이다¹⁸⁾. 수술 자리에 금속성의 클립 같은 것을 남겨 두었으면

MR은 사용할 수 없다.

부갑상선의 영상 진단

원발성 부갑상선 항진증의 원인은 대략 80% 내외가 단일 선종이며 15% 정도에서는 두 개 이상의 부갑상선을 침범한다. 암은 드물다(1%). 발생 빈도는, 육안이나 조직 검사로 정상과 비정상 또는 선종과 증식을 감별하기가 어려운 탓으로 보고자간에 차이가 많다.

부갑상선 항진증의 치료는 수술이다. 숙련된 외과 의사는 90% 정도의 수술 성공률을 보인다고 한다¹⁹⁾. 따라서 위치 결정이 없이 바로 수술을 해도 된다는 의견이 많다. 말하자면 부갑상선 기능 항진증의 수술에는 부갑상선종보다 경험 있는 외과 의사의 “위치를 결정”하는 것이 더 중요하다는 이야기다. 두 번째 수술은 이전의 수술 흔적 때문에 수술이 어렵고, 수술하기 전에 부갑상선종의 위치를 정해 주는 것이 수술의 성공률을 훨씬 높인다는 데는 의견을 같이하고 있다. 부갑상선종/증식의 위치를 결정하는 방법은 핵의학적 검사와 초음파, CT, MR 등 다양하고, 침습적인 방법으로는 혈관조영술과 부갑상선 정맥 샘플, 조직 검사 등 여러 가지 방법이 있다.

부갑상선에 특이적으로 섭취가 되는 방사성 동위원소는 없다. 스캔의 기본은 감영 스캔이다. ^{99m}Tc-201Tl 두 개의 동위원소를 써서 스캔을 한 후 감영하는 이중 동위원소 감영 방법이 있고, ^{99m}Tc-MIBI의 소실율 차이를 이용한 방법이 있다. ^{99m}Tc-MIBI를 사용하는 스캔의 방법 중에서는 ^{99m}Tc-MIBI/¹²³I 감영법이 셋중에 성적이 제일 좋은 것으로 알려져 있다.

1. ^{99m}TcO4/²⁰¹Tl

환자를 바늘구멍 조준기를 장치한 카메라 밑에 눕도록 한다. 갑상선 스캔을 하는 방법으로 Tl-201을 주사하고 갑상선과 부갑상선을 스캔한 다음, 이어서 자세를 바꾸지 않은 상태에서 ^{99m}Tc를 주사하고 갑상선 스캔을 한다. ²⁰¹Tl은 갑상선과 부갑상선에 모두 섭취가 되고, ^{99m}Tc는 갑상선에만 섭취가 되기 때문에 Tl-201 이미지에서 ^{99m}TcO4 이미지를 빼면 부갑상선이 남게 된다. 검사하는 동안에 환자가 움직이면 안 된다. 테크네슘보다 탈륨을 먼저 주사하는 것이 콤팩트

산란을 방지하는데 유리하다고 한다²⁰⁾. 부갑상선선종의 $^{201}\text{Tl}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ 스캔의 예민도는 평균 71%정 도이다. 예민도와 양성예측율에 대한 자료는 보고자 마다 매우 다르다. 대개 1cm 이상의 병소는 놓치지 않는다고 하는데, 찾을 수 있는 최소 크기에 대해서는 60mg부터 300mg까지 다양하게 보고되고 있다. 크기보다도 병소내의 미토콘드리아의 수가 발견율과 상관이 있는 것으로 되어있다²¹⁾. 갑상선을 촬영하기 위해서는 $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ 대신 ^{123}I 을 쓸 수도 있다.

2. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI의 소실 영상과 감영 영상법

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 소실 영상법 : $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI는 갑상선과 부갑상선에 섭취가 되었다가, 갑상선에서는 빨리 소실이 되는 것을 이용하여 부갑상선종을 진단한다. 5-10mCi를 주사한 후 5-10분만에 초기 영상을 얻고, 2-3시간 정도를 기다려서 지연 영상을 얻는다. 소실이 되지 않고 남는 부분이 부갑상선종이 된다. 종격동 안의 부갑상선을 진단하려면 평행 조준기를 쓴다.

^{201}Tl 비해 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 는 영상화에 적합한 물리적 성질을 가지고 있고, 언제라도 사용이 가능하며, 컴퓨터를 이용한 감영법이 아니기 때문에 초기 영상과 지연 영상 사이에 환자가 자유롭게 움직여도 되는 장점이 있다. 부갑상선선종을 진단하는 예민도는 43%에서 91%까지, 평균 73% 정도이다. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 법이 $^{99\text{m}}\text{Tc}/^{201}\text{Tl}$ 방법보다도 우수하다고 평가되고 있다. 그러나 $^{99\text{m}}\text{Tc}/^{201}\text{Tl}$ 스캔과 마찬가지로 부갑상선 증식에 대한 예민도는 낮다(50%).

SPECT를 함으로써 이소성 또는 종격동 안의 부갑상선종의 발견율을 높일 수 있다고 한다.

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI/ ^{123}I 감영 영상법 : $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI의 소실 영상법은 예민도가 떨어지고 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI/ ^{123}I 감영 영상법이 더 우수하다는 보고도 있다. 갑상선을 묘사하는데는 ^{123}I 나 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 를 사용한다.

^{123}I 를 쓸 경우 300-600uCi의 ^{123}I 를 경구 투여한 후 4시간만에 목을 스캔하고, 이어서 5-10mCi의 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI를 주사한 후 20-30분 동안 스캔을 한다. 물론 $^{201}\text{Tl}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ 감영법과 마찬가지로 환자는 절대 움직이면 안된다. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 를 쓸 경우에는 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 를 먼저 주사하거나 나중에 주사하는 방법이 있다. 먼저 1-4 mCi의 $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ 를 주사하고 20분 후부터 스캔을 시작한다. 테크네슘으로 갑상선 스캔을 한 다음 그대로

이어서 5-10mCi의 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI를 주사하고 스캔을 한다. 또는 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 스캔을 먼저하고, 2-3시간 후에 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI의 지연 영상을 얻은 다음, 바로 $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ 를 주사하고 갑상선 스캔을 하여 감영하는 방법도 있다. 평균 예민도는 87% 정도이다.

전체적으로 보면 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 영상법이 $^{201}\text{Tl}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ 영상법보다 우수하거나 같고, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 중에서는 감영 방법이 소실율의 차이를 이용하는 방법보다 더 예민한 것으로 보인다.

^{201}Tl 과 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI의 차이가 나는 이유는 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 의 물리적 성질이 감마카메라에 더 적합하기 때문일 것이라고 생각할 수 있다. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 방법 안에서도 감영 방법이 시간별 소실율차를 이용하는 방법보다 우수한 것은, 갑상선과 부갑상선종사이에 섭취와 소실율이 차이가 나지만, 이 차이가 일률적으로 같지는 않기 때문이라고 설명한다.

초음파에서 찾을 수 있는 크기는 5mm 정도이다. 부갑상선종은 경계가 분명한 타원형의 저에코로 나타난다. 예민도는 63% 정도이다. 갑상선종과의 구별을 위해서는 초음파 유도 세침검사가 유용하다고 한다. 종격동에 있거나 기도, 식도 뒤 등에 위치하는 이소성 부갑상선은 초음파로는 묘사가 안된다. 다른 진단법도 예외는 없지만, 초음파는 특히 검사자에 따라 결과가 많이 달라진다. 수술후 재발한 부갑상선 기능 항진증의 경우 예민도는 10-76%.

부갑상선종은 CT상 연조직 종괴로 나타난다. 조영제에 의해 갑상선처럼 증강되지 않고 차이를 보이기 때문에 부갑상선종을 찾되자 할 때는 조영제증강 CT를 한다. 이소성 부갑상선의 발견에는 CT가 초음파보다 우수하다.

MR 상 부갑상선종은 T_1 영상에서는 근육과 같은 정도의 signal intensity를 보이며, T_2 영상에서는 지방보다 높은 signal intensity를 보인다. 연조직이 많은 thoracic inlet을 평가하는데는 CT보다 MR이 더 예민하다.

RI 스캔과 마찬가지로 초음파나 CT, MR 모두 정상 부갑상선은 묘사되지 않는다.

부갑상선의 영상 진단법은 일차 수술보다는 이차 수술 때에 그 역할이 있다. 숙련된 외과 의사가 있고, 수술 성공률이 90%에 가까이 높다는 것을 전제로, 일차 수술에서는 여러 가지 부갑상선 영상법들이 수술

시간의 단축이나 예후에 도움을 주지 못하며, 이차 수술에서는 실패율이 높기 때문에 부갑상선종의 위치를 확인하고 수술을 한다는 것으로 논의가 정리되고 있다. 영상법들이 모두 장단점이 있기 때문에, 두 가지 이상의 영상 진단법으로 일치될 때 부갑상선종으로 정한다. RI 방법중에서는 $^{99m}\text{Tc-MIBI}/^{123}\text{I}$ 감영영상법이 성적이 좋은 것으로 되어있다²²⁾.

REFERENCES

- 1) 임상무, 우광선, 정위섭, 홍성운, 김장휘, 김기섭: 갑상선 암 환자에서 ^{131}I 치료시 *MIRD Schema*에 의한 흡수선량의 평가. 대한핵의학회지 1995;29:54-60
- 2) 양우진, 정수교, 천기성, 김종우, 박용휘: 갑상선스캔에서 갑상선절취율의 추정방법: 타액선-갑상선계수율. 대한핵의학회지 1987;21:151-154
- 3) Kao CH, Lin WY, Wang SJ, Yeh SH: Visualization of suppressed thyroid tissue by $\text{Tc-}^{99m}\text{-MIBI}$. Clin Nucl Med 1991;16:812-814
- 4) 이범우, 정상규, 박 원, 서관식, 최덕주, 김종순: Graves병 안구증에서 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ 뇌신틸그라피를 이용한 안구/뇌 방사능비에 관한 연구. 대한핵의학회지 1988;22:27-31
- 5) PTE Postema, DJ Kwekkeboom, PM van Hagen, EP Krenning: Somatostatin-receptor scintigraphy in Graves' orbitopathy. Eur J Nucl Med 1996; 23:615-616
- 6) Park HM, Tarver RD, Siddiqui AR: Efficacy of thyroid scintigraphy in the diagnosis of intrathoracic goiter. AJR 1987;148:527-529
- 7) Dirk Sandrock, Maria J Merino, Jeffery A Norton, Ronald D Neumann: Ultrastructural Histology Correlates with Results of Thallium-201/Technetium-99m Parathyroid Subtraction Scintigraphy. J Nucl Med 1996;34:24-29
- 8) Ruth Hardoff, Elizabeth Baron, Maxim Sheinfeld: Early and Late Lesion-to-Non-Lesion Ratio of Thallium-201-Chloride Uptake in the Evaluation of "Cold" Thyroid Nodules. J Nucl Med 1991; 32:1873-1876
- 9) Erkan Derebek, Sevinc Biberoglu, Ozlem Kut, Sena Yesil, Serdar Saydam, Mustafa Yilmaz, Orhan Yench, Enis Igci, Ozcan Gokce, Serafettin Canda, Atilla Buyukgebiz, A Semih Dogan, Hatice Durak: Early and delayed thallium-201 scintigraphy in thyroid nodules: The relationship between early thallium-201 uptake and persfusion. Eur J Nucl Med 1996;23:504-510
- 10) Park, Young Ha, Park, Hee-Myung, Son, Young Bo, Chung, Soo Kyo, and Shin Kyung Sub: Evaluation of thyroid cancers with $\text{Tc-}^{99m}\text{sestamibi}$: Comparison with radioiodine. 대한핵의학회지(Abstract #10) 1996;30:186
- 11) 범희승, 송호천, 김지열, 윤정환: Tl-^{201} 갑상선스캔에 의한 갑상선결절의 감별진단. 대한핵의학회지(33 차춘계학술대회 초록집 #7) 1994;24:13
- 12) 조보연: 제9장 갑상선 257-281. 고창순편저 핵의학. 고려의학사 1992
- 13) Mahmoud El-Desouki, Nasir Al-Jurayyan, Abdurrahman Al-Nuaim, Abdullah Al-Herbish, Abdullah Abo-Bakr, Yaqoub Al-Mazrou, Abdulrahman Al-Swailem: Thyroid scintigraphy and perchlorate discharge test in the diagnosis of congenital hypothyroidism. Eur J Nucl Med 1995;22:1005-1008
- 14) 이범우, 이동수, 문대혁, 정준기, 이명철, 조보연, 고창순: 갑상선암 환자에서 I-^{131} 의 진단적 전신스캔과 치료후 전신스캔의 비교. 대한핵의학회지 1990; 24:80-85
- 15) Park HM: Stunned thyroid after high dose I-^{131} imaging. Clin Nucl Med 1992;17:501-502
- 16) Pineda JD, Lee T, Ain K, Reynolds JC, Robbins J: Iodine-131 therapy for thyroid cancer patients with elevated thyroglobulin and negative diagnostic scan. J Clin Endocrinol Metab 1995; 80:1488-92
- 17) Gilles Lebouthillier, Jacques Moris, Michel Picard, Daniel Picard, Raymond Chartrand, Pierre D'amour: Clin Nucl Med 1993;18:657-661
- 18) Stevens SK, Chang J-M et al: Detection of Abnormal Parathyroid Glands in Postoperative Patients With Recurrent Hyperparathyroidism: Sensitivity of MR Imaging. AJR 1993;160:607-612
- 19) Mike McBiles, Albert T Lambert, Marc G Cote, Sun Yong Kim: Sestamibi Parathyroid Imaging. Semin Nucl Med 1995;25:221-234
- 20) 손형선, 김의녕, 양우진, 김성훈, 정수교, 김춘열, 박용휘, 신경섭: $\text{Thallium}^{201}/\text{Tc}^{99m}$ Pertechnetate subtraction을 이용한 부갑상선 항진증 진단(초록#32). 대한핵의학지 1995;29:216
- 21) Elif Hindie, Didier Melliére, Dominique Simon, Leon Perlemuter, Pierre Galle: Primary Hyperparathyroidism: Is Technetium-99m Sestamibi/Iodine-123 Subtraction Scanning the Best Procedure to Locate Enlarged Glands before Surgery? J Clin Endocrinol Metab 1995;80:302-307