

외상 후 복합부위통증증후군 환자에서 시행한 삼상 뼈 스캔의 판독 신뢰도에 관한 연구

순천대학교 부천병원 핵의학과¹, 일산보훈공단병원 핵의학과²,
국립암센터 재활의학과³, 성균관 의과대학교 강북삼성병원 재활의학과⁴
박정미¹ · 김선정² · 정승현³ · 이용택⁴

Study for Reliability of Interpretation of the Three Phase Bone Scintigraphy in Patients with Post-traumatic Complex Regional Pain Syndrome

Jung Mi Park, M.D.¹, Seon Jung Kim, M.D.², Seung Hyun Chung, M.D.³, and Yong-Taek Lee, M.D.⁴

¹Department of Nuclear Medicine, Bucheon Hospital Soonchunhyang University College of Medicine, Bucheon, Korea, ²Department of Nuclear Medicine, National Health Insurance Corporation Ilsan Hospital, Koyang, Korea, ³Department of Rehabilitation Medicine, National Cancer Center, Koyangi, Korea, ⁴Department of Rehabilitation Medicine, Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea,

Purpose: We performed this study to evaluate reliability on interpretation of three phase bone scintigraphy (TPBS) in patients with post-traumatic complex regional pain syndrome (PT-CRPS). **Methods:** Based on International Association for the Study of Pain guideline in 1994, 34 patients with PT-CRPS were selected for this study. Two nuclear medicine physicians evaluated identical TPBS according to the uptake pattern, extent and intensity of the lesion, and their agreements (kappa values) were analysed. The final diagnosis based on arbitrary criteria of each physician were compared with those obtained by the criteria for PT-CRPS established in this study, which are hyperactivity on all phases (criteria 1), hyperactivity of whole joints on delayed phase (criteria 2), and hyperactivity of either whole or focal joints on delayed phase (criteria 3). **Results:** Intra-observer agreements were good for uptake pattern, intensity, and extent on TPBS. Inter-observer agreements were also good, except extent on blood pool phase (0.55). The inter-observer agreements on final diagnosis improved when criteria 1-3 were applied (0.77-0.88), compared to when physician's own criteria were used (0.63). Those also improved from 0.29 to 0.47-0.82 for acute stage, and from 0.37 to 1.0 for chronic stage. The sensitivities of chronic stage were relatively lower to those of acute stage. **Conclusions:** Inter-observer's variations in diagnosis of the patients with PT-CRPS using TPBS were observed. These results were attributed to different criteria set by observers. In order to improve agreement on interpretation of TPBS, common positive criteria should be established, especially considering uptake pattern and clinical stages. (Nucl Med Mol Imaging 2008;42(1):44-51)

Key Words: Tc-99m deoxyridinoline (DPD), three phase bone scintigraphy, post-traumatic complex regional pain syndrome

서 론

복합부위통증증후군(complex regional pain syndrome)은
외상 또는 뇌혈관질환 발생 후 한쪽 사지 전체에 작열통, 통

각과민(hyperalgesia), 이질통(allodynia), 부종, 색깔변화, 근
육위축 등을 보이는 질환이다. 이 질환은 삼상 뼈 스캔에서
일측 사지 관절 전반에 혈류와 혈액풀의 증가와 지연영상에
서 관절의 섭취증가 소견을 보이는데, 이렇게 전형적인 스캔
소견을 보이면 진단에 매우 도움이 된다. 하지만, 삼상 뼈 스
캔에 대한 기존의 여러 연구결과와 메타분석을 시행한 연구
결과에 따르면 전형적인 스캔 소견은 약 절반 정도에서만 관
찰된다고 한다.¹⁻⁶⁾

스캔이 왜 다양하게 나타나는지를 이해하려면 복합부위
통증증후군의 병태생리학적 기전을 이해해야 하는데, 아
직 정확히 밝혀지지 않았지만 흔히 다음의 가설을 받아들여

- Received: 2007. 12. 18. • Accepted: 2008. 2. 18.
- Address for reprints: Yong-Taek Lee, MD., Department of Rehabilitation medicine, Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine, 108 Pyung-dong, Jongno-gu, Seoul, 110-746 Korea
- Tel: 82-2-2001-2284, Fax: 82-2-2001-1284
- E-mail: dr_jaewhal@nate.com

고 있다. 사지말단의 손상 후 교감신경반응이 감소되어 혈중 카테콜아민의 농도가 감소되는데, 이에 대한 말단신경의 염증성 변화가 극히 강조되어 나타나는 증상이다.⁷⁻¹⁰⁾ 급성기에는 환측 사지의 교감신경 뉴런의 장애로 혈관수축이 잘 안되어 과혈류 상태를 유발하여 병변쪽 피부가 따뜻하고, 부종이 발생하며, 만성기에는 교감신경작용은 여전히 감소되어 있으나, 신경혈관전송(neurovascular transmission)의 이차적인 변화에 의하여 혈관수축을 일으켜 피부가 차갑게 될 수 있다.¹¹⁾ 따라서 임상시기별 혈류변화와 지연영상의 관절부위 섭취가 다양하게 나타난다.¹²⁾ 또 일부에서는 교감신경의 이상에 의해서 오히려 초기에는 혈액풀의 감소가 나타나고 이후에는 혈액풀의 증가가 올 수 있다는 보고도 있다.¹³⁾ 소아나 청소년기에서는 오히려 지연영상에서 섭취감소로 나타나는 비율이 성인보다 높다.¹⁴⁾ 일부 연구에서는 이환된 사지의 전체가 아니라 국소섭취증가로 나타날 수 있으며, 손목(발목) 관절, 발바닥 또는 지관절의 국소섭취증가로 나타날 수 있음을 보고하였다.¹³⁻¹⁵⁾

스캔의 다양한 양성 소견에 비하여 최종판정기준에 대한 공통된 의견일치는 아직 없으며, 스캔 판독의 객관성에 대한 연구도 매우 드물다. 벨기에에서 보고된 한 연구에 따르면 삼상 뼈 스캔을(n=10) 약 50명의 핵의학의사에게 보내어 판독자간 일치도를 조사하였는데, 전형적인 스캔 양성이거나 음성인 경우 판독 일치도는 90%이상으로 매우 높았지만, 섭취 증가가 경미하거나, 섭취감소로 나타날 경우 일치도가 낮았다.¹⁶⁾ 그러므로 본 연구에서는 외상 후 복합부위통증증후군으로 진단된 환자의 삼상 뼈 스캔의 판독 신뢰도를 평가하기 위하여 2명의 핵의학과 전문의가 판독하여 각 세부 영상의 판독 일치도와 판독 기준에 따른 일치도의 차이를 조사하고 임상시기에 따른 일치도를 조사하였다. 궁극적인 본 연구의 목적은 추후 삼상 뼈 스캔의 판독 신뢰도를 높이기 위한 양성 판정 기준을 정립하는 데에 필요한 기초 자료를 제공하는 것이다.

대상 및 방법

1. 환자선택

외상 후 복합부위통증증후군으로 진단된 1994년부터 2007년까지 환자들 중 외상성 뇌병변에 의한 경우는 제외하고 1994년 국제통증연구학회(International Association for the Study of Pain: IASP) 회의에서 마련한 기준¹⁷⁾에 따라 최종적으로 복합부위통증증후군으로 분류된 34명을 대상으로 하였다. 전체 환자 중 27명에서는 상지에 증상이 있었고, 7명에서는 하지에 증상이 있었다. 원인으로 골절 환자가 25명을

차지하였다. 임상시기로 구분하여 급성(5개월 이내) 16명, 아급성(5개월 초과-12개월 미만) 9명, 만성(12개월 이상) 9명이었다.⁸⁾

2. 삼상 뼈 스캔의 촬영과 판독

모든 환자들은 Tc-99m deoxyypyridinoline (DPD) 740 MBq을 통증부위를 피하여 정맥주사하고, 주사와 동시에 양손 또는 양 발의 혈류영상을 동적 영상으로 1분간 얻고, 약 2-4분 제 연부조직의 혈액풀 영상을 얻고, 최소 3시간이 지난 뒤 양 손 또는 양 발의 지연, 전신 영상을 얻었다. 각 영상은 임상정보를 모르는 보조원이 각 환자들의 영상을 파워포인트 슬라이드로 제작한 후, 두 명의 핵의학과 전문의가 사전에 합의 없이 외상의 부위만을 알고 각자 이를 판독하였다. 각 핵의학과 전문의들의 경력은 전문의 경력 6년, 10년이 었다. 관찰자내 변동성을 구하기 위하여 1차 판독을 한 지 한 달이 지나서 2차 판독을 하였다.

3. 삼상 뼈 스캔의 판독과 판독자의 변동성 조사

1) 각 세부 영상의 섭취 양상, 정도, 범위에 따른 분류

외상의 부위만을 알려주고 나머지 임상정보는 모르는 상태에서 두 판독자가 독립적으로 세부 영상을 분류하였다. 각 세부 영상에서 섭취 양상에 따라 증가, 정상 또는 감소로 구분하였으며, 섭취 정도에 따라 경미함, 심함으로 구분하였다. 범위에 따라 국소적 또는 전체적인지 구분하였다. 혈류 영상은 매트릭스의 크기가 작아 범위에 따른 구분은 하지 않았다.

2) 세부 영상의 결과를 판독자의 임의 기준에 따라 최종 평가하였을 때 일치도 비교

각 관찰자가 다른 해석을 적용하여 판독의 결과가 달라질 수 있으므로 이를 알아보기 위하여 먼저 각 관찰자가 임의로 판정하여(각 판독자의 기준에 따라) 스캔을 최종적으로 양성 또는 음성인지 구분하였다. 이후 한 달이 지난 뒤 두 판독자에게 다시 판독하게 하여 관찰자내 일치도를 조사하였다.

3) 세부 영상의 결과를 공통의 양성 판정 기준에 따라 최종 평가하였을 때 일치도 비교

양성 판정 기준1은 복합부위통증증후군의 전형적인 스캔 소견으로 보일 때, 즉 전체 관절에서 혈류와 혈액풀이 증가되고, 지연 영상에서 섭취가 증가되었을 때로 정하였다. 전체 관절이란 환측의 손(발)의 지관절과 손목(발목) 관절 전체를 의미한다. 양성 판정 기준2는 혈류와 혈액풀 영상에서 증감여부에 상관없이 지연영상에서 전체 관절에 섭취가 증가되었을 때로 정하였다. 기준3은 지연영상에서 전체 관절의

Table 1. Characteristics of Patients according to Clinical Stages of CRPS

Variables	Patients subgroup		
	acute	subacute	chronic
Numbers	16	9	9
Age (yrs, mean±s.d)	41.5±11.2	47.2±10.5	43.0±12.9
Sex (%women)	37.5	55.5	44.4
Location (%upper extremity)	81.3	66.7	88.9
Initiating event (%fracture)	75.0	77.8	66.7

All p is n.s.

Table 2. Inter-observer's Agreements according to Pattern, Intensity and Extent of Three Phase Bone Scintigraphy

Scintigraphy	Observer A frequency (number)	Observer B frequency (number)	kappa value
Pattern on blood flow phase			
Increased	26.5% (9)	29.4% (10)	0.85
Normal	58.8% (20)	55.9% (19)	
Decreased	14.7% (5)	14.7% (5)	
Pattern on blood pool phase			
Increased	41.2% (14)	44.1% (15)	0.72
Normal	41.2% (14)	41.2% (14)	
Decreased	17.6% (6)	14.7% (5)	
Pattern on delayed phase			
Increased	52.9% (18)	58.8% (20)	0.90
Normal	32.4% (11)	26.5% (9)	
Decreased	14.7% (5)	14.7% (5)	
Intensity of blood flow phase			
No	58.8% (20)	55.9% (19)	0.65
Mild	20.6% (7)	17.6% (6)	
Severe	20.6% (7)	26.5% (9)	
Intensity of blood pool phase			
No	44.1% (15)	41.2% (14)	0.64
Mild	26.5% (9)	26.5% (9)	
Severe	29.4% (10)	32.5% (11)	
Intensity of delayed phase			
No	32.4% (11)	29.4% (10)	0.81
Mild	26.5% (8)	17.6% (6)	
Severe	44.1% (15)	55.9% (18)	
Extent on blood pool phase			
No	41.2% (14)	41.2% (14)	0.55
Focal	5.9% (2)	14.7% (5)	
Whole	52.9% (18)	44.1% (15)	
Extent on delayed phase			
No	32.4% (11)	29.4% (10)	0.84
Focal	5.9% (2)	14.7% (5)	
Whole	61.8% (21)	55.9% (19)	

섭취증가뿐만 아니라 골절부위보다 더 광범위한 섭취증가가 손목(발목) 관절 또는 손(발)의 지관절에서 보일 때로 정하였다. 양성 기준에 따라 최종 평가를 다시 시행하여 관찰자 간 일치도를 구하였다.

4. 통계 분석

삼상 뼈 스캔의 평가에 대한 객관성과 재현성을 평가하고자 판독자내 일치도와 판독자간 일치도를 kappa통계를 이용하여 구하였다. 혈류, 혈액풀, 지연 영상에 대하여³⁾ 항목별로 각 판독자가 평가하였으며, kappa값에 대한 해석은 0.41-0.60이면 보통, 0.61-0.80이면 우수, 0.81-1.00이면 매우 우수

Table 3. Comparisons of Inter-observer and Intra-observer Agreements on Final Diagnosis of CRPS based on Three Phase Bone Scintigraphy

Agreement		kappa value (S.E)
Intra-observer agreement	observer A	0.88 (0.08)
	observer B	0.79 (0.11)
Inter-observer agreement	Arbitrary criteria (1st reading)	0.63 (0.13)
	Arbitrary criteria (2nd reading)	0.67 (0.13)
	Criteria 1	0.70 (0.14)
	Criteria 2	0.82 (0.10)
	Criteria 3	0.88 (0.08)

S.E: standard error

Table 4. Comparisons of Inter-observer Agreements of Three Phase Bone Scintigraphy according to Clinical Stages of CRPS

Positive Criteria	Clinical stages		
	Acute	Subacute	Chronic
Arbitrary	0.29	1.00	0.37
Criteria 1	0.47	1.00	1.00
Criteria 2	0.59	1.00	1.00
Criteria 3	0.82	0.78	1.00

로 해석하였다.¹⁸⁾ 예민도의 비교는 Fisher's exact test를 이용하였다.

결 과

외상 후 복합통증증후군으로 진단된 환자 34명을 대상으로 임상시기별로 나누었을 때 평균 연령, 성별과 이환된 사지의 비율에 유의한 차이는 없었다(Table 1).

1. 세부 영상의 각 항목별 관찰자내, 관찰자간 일치도

혈류, 혈액풀, 지연 영상의 섭취 양상에 대하여 분류하였을 때 관찰자내 일치도는 두 판독자 모두 0.9이상으로 매우 우수하였다. 각 영상의 섭취 정도에 대한 관찰자내 일치도는 우수하였다(A:0.68-0.73, B: 0.80-0.82). 섭취 범위에 대한 관찰자내 일치도도 두 판독자에서 모두 우수하였다. 따라서 관찰자내 판독 재현성이 높다고 판정하여 관찰자간 일치도는 1차 판독결과를 바탕으로 평가하였다(Table 2). 각 세부 영상의 섭취 양상에 대한 관찰자간 일치도는 우수하였다(0.72-0.90). 섭취 정도에 대한 관찰자간 일치도는 우수하였다(0.64-0.81). 섭취 범위에 대한 관찰자간 일치도는 혈액풀 영상에서는 보통(0.55)이었고, 지연 영상에 대해서는 매우 우수(0.84)하였다.

2. 판독자의 임의 기준에 따라 최종 평가하였을 때 일치도 비교

삼상 뼈 스캔의 공통의 양성 판정 기준을 미리 정하지 않

고, 각 판독자의 기준에 따라 임의로 최종 평가를 하도록 하였을 때(Table 3) 관찰자내 최종 양성 판정에 대한 일치도는 두 판독자 모두 매우 우수한 편이었다(0.88, 0.79). 관찰자간 일치도가 우수하였으나 낮은 편이었다(1차:0.63, 2차:0.67). 각 판독자의 기준에 따라 스캔을 최종 분류하였을 때 각 판독자의 예민도는 판독자A에서는 1차 55.9%(19/34), 2차 61.8%(21/34)였고, 판독자B는 1차 67.6%(23/34), 2차 70.6%(24/34)이었다.

3. 공통의 양성 판정 기준에 따라 최종 평가하였을 때 일치도 비교

위의 방법에서 언급한 바와 같이 공통의 양성 판정 기준을 마련하여 관찰자간 일치도를 비교하였다(Table3). 세 영상에서 모두 전형적인 소견일 때(기준1)를 적용 시 판독자간 일치도는 0.70이었고, 각 판독자의 예민도는 각각 26.5%(9/34)이었다. 혈류, 혈액풀의 증감에 상관없이 지연영상에서 전체 관절의 섭취 증가로 보인(기준2)에서 판독자간 일치도는 0.82이었고, 각 판독자의 예민도는 각각 44.1%(15/34), 47.1%(16/34)이었다. 양성 기준3에서 관찰자간 일치도는 0.88이었고, 관찰자의 예민도는 각각 52.9%(18/34), 58.8%(20/34)이었다.

4. 임상적 분류에 따른 일치도와 예민도 비교

임상 시기별로 각 판독자가 임의의 기준에 따라 최종 분류하였을 때 아급성에 비하여 급성과 만성에서 관찰자간 일치도가 유의하게 낮았다(Table 4). 두 관찰자에게 같은 양성

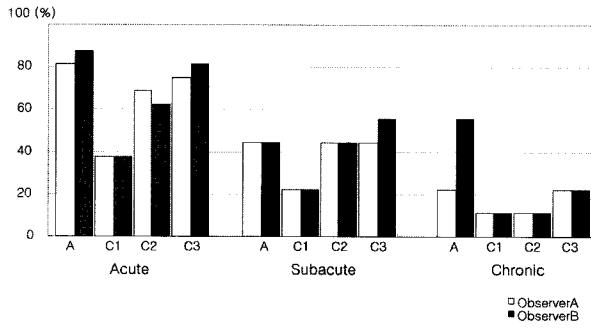


Figure 1. Comparison of sensitivities of three phase bone scintigraphy according to clinical stages of CRPS when criteria are applied. A, arbitrary criteria; C1, criteria 1; C2, criteria 2; C3, criteria 3

기준(기준1-3)들을 적용하였을 때 관찰자간 일치도는 임의 기준을 적용하였을 때에 비하여 급성과 만성에서 향상되었다. 임상시기별 예민도를 비교하였을 때(Fig. 1) 급성에 비해 만성의 예민도가 대체적으로 낮음을 알 수 있었다. 구체적으로 양성 판정 기준 2와 3을 적용할 때 관찰자 모두 급성에 비하여 만성의 예민도가 유의하게 감소하였다(기준2 적용 시 관찰자A $p=0.01$, 관찰자B $p<0.05$; 기준3 적용 시 관찰자A $p<0.05$, 관찰자B $p<0.01$).

고찰

복합부위통증증후군은 환자들에게 통각자극의 정도에 비하여 매우 극심한 통증을 유발하고, 만성으로 가면 치료에도 반응을 잘 하지 않아 결과적으로 일상적인 사회적 활동에까지 제한을 가져올 수 있으므로 비전형적인 증상을 보이는 환자에서 객관적 검사결과는 중요하다. 최근 감마카메라의 보급으로 인하여 삼상 뼈 스캔의 이용도가 증가하는 추세이므로 스캔 판독의 신뢰도는 중요하다. 삼상 뼈 스캔이 영상검사 중 가장 진단에 도움이 되지만, 특징적인 혈류, 혈액풀, 지연 영상 모두 증가 소견으로 나타나는 빈도는 높지 않다. 일반적으로 스캔의 섭취 정도가 약할수록, 비전형적인 스캔 소견에서 판독자간 일치도에 차이가 난다.

지금까지의 연구들은 스캔의 예민도와 특이도를 제시하였는데, 각 연구마다 포함된 표본과 대조군이 다르므로 예민도와 특이도에 차이를 보일 수 있다. 이에 반해 스캔의 판독 신뢰도에 대한 연구는 매우 드물다. 스캔 판독의 변동성 (variability)을 일으키는 가능한 원인들로는 각 세부 영상에서 섭취가 증가되었다고 판독하는 기준이 다를 수 있고, 각 세부 영상의 분류와 달리 해석에서 최종 평가 기준이 다를 수 있다. 이 연구는 스캔 판독의 변동성을 자세히 체계적으로 조사했다는데 의의가 있다.

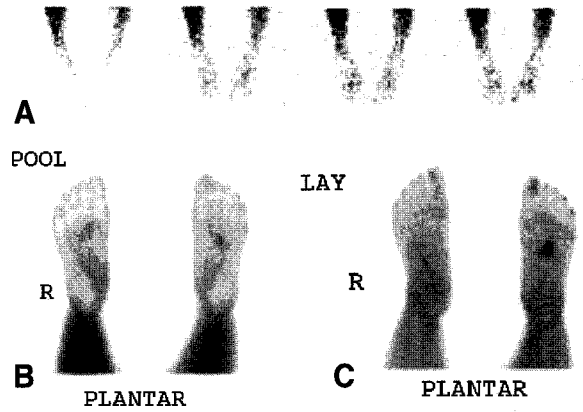


Figure 2. Three phase bone scintigraphy of a 43 year old man who had left 3rd metatarsal fracture. Blood flow phase (A), blood pool phase (B) and delayed phase (C).

본 연구에서는 선행원인이 외상 환자들만을 선택하였다. 선행원인이 뇌혈관질환인 경우 편마비증상이 흔하게 나타나는 반면, 사지말단에 발생한 외상 환자에서는 전체 관절을 이환하는 편마비는 흔하지 않기 때문이다. 따라서 스캔의 변동성이 상대적으로 클 것으로 예상되는 외상 후 복합부위통증증후군을 환자들만을 대상으로 하였다. 상지와 하지가 이환된 환자를 모두 포함시켰다. 실제 복합부위통증증후군은 하지보다 주로 상지에서 더 흔하고, Tondeur 등¹⁵⁾ 연구에서는 하지가 이환된 환자들만을 포함하였는데, 표본수도 작아 결과에서 스캔 판독의 변동성이 실제보다 높게 보고되었을 가능성이 있다. 환측 사지의 섭취 감소로 종종 보일 수 있는데, 이환시기가 오래될 수록 하지를 사용하지 않음(disuse)으로 인한 섭취 감소를 구별하기 곤란하다. 이러한 변화는 상지보다 하지에서 흔히 발생할 것으로 본다.

스캔의 판독 항목을 섭취 양상, 범위, 정도로 나누어 평가하였을 때 혈액풀 영상의 섭취 범위에 대한 분류가 관찰자간 일치도가 가장 낮게 나타났다(Table 2). 본 연구결과에서 혈액풀의 증가나 감소를 국소적으로 분류한 경우 34명 중 7명에서 두 관찰자의 분류가 일치한 예는 단 한 건도 없었다. 몇 가지 가능한 원인들을 생각할 수 있다. 첫째는 골절부위에 섭취증가가 나타날 경우 섭취 범위 분류시 영향을 주었을 가능성이 있으며, 둘째는 양성 기준에서 각 판독자의 섭취증가 범위에 대한 이해가 다를 수 있다. Greyson 등¹⁹⁾과 Leitha 등²⁰⁾의 연구에서는 국소적 혈액풀 증가소견을 양성으로 반영하였다. Greyson 등¹⁹⁾은 무지구(thenar)와 소지구(hypothenar)부위의 근육량이 상대적으로 많아 혈액풀이 정상적으로 충혈되어 보이는데, 오히려 감소되었을 때를 양성으로 분류하기도 하였다. Leitha 등²⁰⁾의 연구에서는 손목 또는 발목 관절의 혈액풀의 증가가 가장 정확도가 높았다고 하였다. 셋째는 신

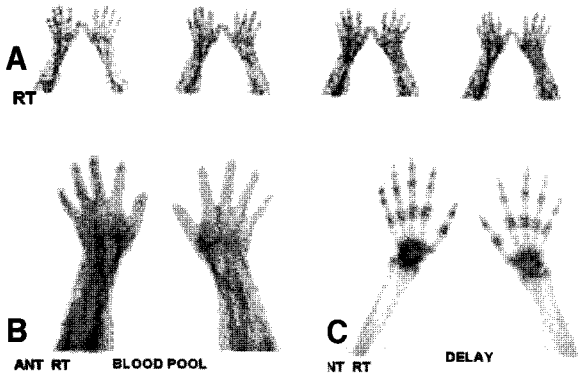


Figure 3. Three phase bone scintigraphy of a 58 year old woman who had 5th distal phalangeal fracture of right hand. Blood flow phase (A), blood pool phase (B) and delayed phase (C).

경손상이 동반되었을 경우 신경손상의 영역에 따라 혈액풀이나 지연 영상의 섭취가 다를 수 있기 때문이다.

판독자가 임의로 판정하였을 때 판독자간 일치도에 비하여(1차: 0.63, 2차: 0.67) 공통의 양성 판정 기준1-3에 따라 다시 분류하였을 때 판독자간 일치도는 향상되었다(0.77-0.88) (Table 3). 이러한 결과를 보인 이유는 환측의 섭취가 감소로 보인 경우에 대해 양성 판정 기준들을 적용시 모두 음성으로 분류되어 관찰자간 판독 일치도가 향상되었다. 임상시기별로 환측의 섭취감소 빈도를 보면, 급성 19명 중 혈액풀의 감소나 지연영상의 감소로 나타난 예는 두 명이었고, 아급성에서는 한 명도 없었으며 만성에서는 9명 중 4명을 차지하였다. 실제 임상에서 환측의 섭취감소로 나타나는 예를 모두 양성으로 판정해서는 곤란하다. 특히慢성의 경우 disuse에 의한 골다공증 변화로 섭취감소를 감별하는 것은 어렵기 때문에 섭취감소를 양성 판정 기준에 포함시키는 것이 임상에서 삼상 뼈 스캔의 효용도를 높이는 것은 아니라고 판단된다. 만성시기에 삼상 뼈 스캔에서 환측의 혈액풀과 지연영상 모두 감소로 나타나는 경우가 많았기 때문에 X-ray 검사 또는 골밀도 검사를 함께 하여 전반적인 골다공증 변화를 관찰하는 것이 더 유용할 것으로 판단된다.

관찰자들에서는 섭취 범위에 대한 평가도 다르고, 국소적이라고 분류한 경우에서 임의의 기준으로 분류 시 양성으로 판정한 예도 달랐다. 예를 들면 좌측 세 번째 중족골 골절 후 3개월째 시행한 43세 남자의 삼상 뼈 스캔(Fig. 2)에서 관찰자A는 지연영상(Fig. 2C)에서 정상으로 분류하여 최종 분류에서 음성이라고 판정하였으나, 관찰자B는 지연영상에서 골절부위 이외 전체 중족지간 관절(metatarsophalangeal joint)의 섭취증가를 국소적으로 분류하였고, 최종 분류에서 양성으로 판정하였다. 반면 오른손 다섯 번째 손가락의 골절 후

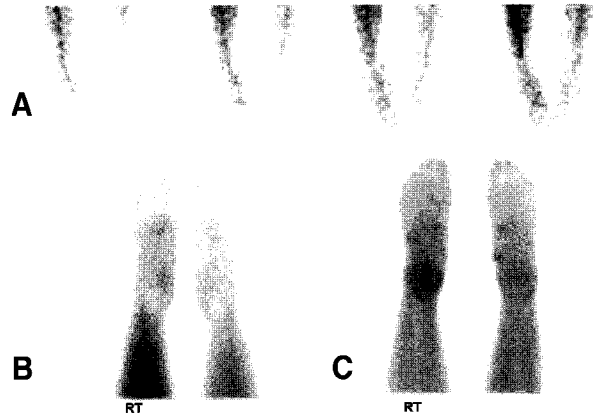


Figure 4. Three phase bone scintigraphy of a 34 year old woman who had left femur fracture. Blood flow phase (A), blood pool phase (B) and delayed phase (C).

6개월째 시행한 58세 여자의 삼상 뼈 스캔(Fig. 3)에서 관찰자A는 지연영상에서 손목의 섭취증가(Fig. 3C)로 분류하였으나 최종 음성으로 판정하였고, 관찰자B는 전체 손목과 지관절 모두 혈액풀과 지연 영상에서 전체적인 증가(Fig. 3B, 3C)로 분류하여, 최종 양성으로 판정하였다. 두 예에서 보듯이 관찰자간 섭취 범위에 대한 분류가 서로 다르며, 국소적일 때 관찰자간 다른 양성 판정 기준을 적용하고 있음을 보여준다. 또한 혈류, 혈액풀, 지연 영상 모두에서 섭취가 감소된 경우에서도 양성 판정이 관찰자간 서로 달랐다(Fig. 4). 예를 들어 좌측 대퇴골 골절 후 좌측 하지의 복합부위통증후군으로 진단된 34세 여자 환자의 골절 후 10개월째 시행한 삼상 뼈 스캔에서 관찰자A는 음성, 관찰자B는 양성으로 분류하였다.

임상시기별로 스캔의 예민도는 급성에 비하여 만성으로 갈수록 현저히 감소되는 것을 알 수 있었다(Fig. 1). 본 연구에서 임상시기별 삼상 뼈 스캔 예민도를 고려할 때 복합부위통증후군이 의심되는 환자에서 통증이 발현된 지 3-5개월 이내에 삼상 뼈 스캔을 촬영하는 것이 중요하리라 판단된다. 급성기가 지나서 삼상 뼈 스캔을 시행한 환자에서 스캔 소견이 뚜렷하지 않을 때 진단 목적으로 삼상 뼈 스캔을 추적 검사할 필요성은 떨어질 것으로 생각한다.

위의 연구결과 및 고찰에서 언급한 대로 핵의학과 전문의 사이에 스캔 판독 시 판정 기준에 따라 판독에 변동성이 있으므로, 특히 스캔에 익숙하지 않은 판독자 사이에서는 변동성이 본 연구결과보다 더 클 것으로 예상된다. 따라서 삼상 뼈 스캔의 신뢰도를 높이기 위해 판독 시에 판독자가 사용한 양성 판정 기준을 판독 결과와 함께 언급하는 방안이 있을 것이다. 복합부위통증후군의 기전이 명확하지 않으므로 양성기준을 일괄적으로 정하기 어렵다면 최종 평가를 양성

음성의 이원적인 분류가 아니라 전형적, 비전형적, 정상이라고 분류하는 것이 병태생리학적 기전과 다양성이 밝혀지지 않은 현시점에서는 더 유용할 것으로 생각한다.

한편 이 연구의 제한점으로는 대조군이 없었기 때문에 삼상 뼈 스캔의 복합부위통증증후군을 진단하는 특이도는 비교할 수 없었다. 더 많은 환자들에서 특이도를 포함한 신뢰도에 관한 연구가 필요할 것으로 생각한다. 이 연구에서는 섭취의 객관적인 분류를 위해서 정량적인 분석은 사용하지 않았다. 스캔의 변동성을 줄이는데, 도움이 될 것으로 생각하지만 효용성은 낮을 것으로 생각되었기 때문이다.

결론적으로 외상 후 복합부위통증증후군 환자에서 삼상 뼈 스캔을 분류하였을 때 관찰자간 판독결과에 변동성이 있었다. 그러나 양성 기준을 정하고 공통으로 적용하여 다시 분류하였을 때 관찰자간 일치도는 향상되었다. 본 연구결과에서 삼상 뼈 스캔의 관찰자간 변동성은 판독자마다 다른 양성의 기준을 적용한 데서 기인하였다. 따라서 외상 후 복합통증증후군 환자의 삼상 뼈 스캔 판독의 신뢰도를 높이려는 노력이 필요할 것으로 생각된다.

요 약

목적: 외상 후 복합부위통증증후군으로 진단된 환자에서 시행한 삼상 뼈 스캔의 판독 신뢰도를 평가하기 위하여 판독 일치도를 조사하였다. **대상 및 방법:** 1994년 국제통증연구학회(IASP) 기준에 따라 외상 후 복합부위통증증후군으로 진단된 34명을 대상으로 하였다. 두 명의 핵의학 전문의가 삼상 뼈 스캔의 세부영상에서 섭취의 양상, 정도와 범위를 평가하여 관찰자내와 관찰자간 일치도(kappa value)를 구하였다. 환측 사지 전체의 관류와 섭취가 증가되었을 때(기준 1), 지연영상에서 전체적으로 증가되었을 때(기준2), 국소이상의 섭취가 증가되었을 때(기준3)를 양성으로 판정하는 기준에 따라 재분류하여 판독자 임의로 분류하였을 때와 최종 판독 일치도를 비교하였다. **결과:** 세 영상에서 섭취 양상, 정도, 범위에 대한 관찰자내 일치도는 우수하였다. 세부 영상에 대한 관찰자간 일치도(0.64-0.90)에 비하여 혈액풀의 섭취 범위에 대한 일치도는 낮았다(0.55). 관찰자간 일치도는 임의의 기준으로 최종 판정하였을 때(0.63)에 비하여 공통의 양성 판정 기준에 따라 다시 분류하였을 때 약간 향상되었다(0.77-0.88). 임상시기별 임의 기준으로 분류한 관찰자간 일치도는(급성; 0.29, 만성; 0.37) 양성 판정 기준을 적용시에 크게 향상되었다(급성; 0.47-0.82, 만성; 1.0). 임상시기별 예민도는 급성에 비해 만성에서 대체적으로 낮았다. **결론:** 본 연구에서 외상 후 복합부위통증증후군 환자에서 시

행한 삼상 뼈 스캔의 판독 시 관찰자간 변동성이 있는 것이 검증되었다. 그 변동성은 양성 평가의 기준이 관찰자마다 다른데서 기인하였다. 외상 후 복합통증증후군 환자에서 삼상 뼈 스캔의 판독 신뢰도를 높이기 위해서는 세부 영상 및 임상시기에 따른 구체적인 양성 판정 기준을 정할 필요가 있다.

References

- Mackinnon SE, Holder Le. The use of three-phase radionuclide bone scanning in the diagnosis of reflex sympathetic dystrophy. *J Hand Sur Am* 1984;9:556-63.
- Werner R, Davidoff G, Jackson ME, Cremer S, Ventocilla C, Wolf L. Factors affecting the sensitivity and specificity of the three-phase technetium bone scan in the diagnosis of reflex sympathetic dystrophy syndrome in the upper extremity. *J Hand Surg Am* 1989;14:520-3.
- O'Donoghue JP, Powe JE, Mattar AG, Hurwitz GA, Laurin NR. Three phase bone scintigraphy. Asymmetric patterns in the upper extremities of asymptomatic normals and reflex sympathetic dystrophy patients. *Clin Nucl Med* 1993;18:829-36.
- Holder Le, Cole LA, Myerson MS. Reflex sympathetic dystrophy in the foot: clinical and scintigraphic criteria. *Radiology* 1992;184:531-5.
- Intenzo C, Kim S, Millin J, Park C. Scintigraphic patterns of the reflex sympathetic dystrophy syndrome of the lower extremities. *Clin Nucl Med* 1989;14:57-61.
- Mailis A, Meindok H, Papaqiou M, Pham D. Alterations of the three phase bone scan after sympathectomy. *Clin J Pain* 1994;10:146-55.
- Kurvers HA. Reflex sympathetic dystrophy: facts and hypotheses. *Vasc Med* 1998;3:207-14.
- Fournier RS, Holder LE. Reflex sympathetic dystrophy: diagnosis controversies. *Semin Nucl Med* 1998;28:116-23.
- Van Der Laan L, Goris RJA. Reflex sympathetic dystrophy. An exaggerated regional inflammatory response? *Hand Clin* 1997;13:373-85.
- Baron R, Levine JD, Fields HL. Causalgia and reflex sympathetic dystrophy: does the sympathetic nervous system contribute to the generation of pain? *Muscle Nerve* 1999;22:678-95.
- Wasner G, Schattschneider J, Heckmann K, Maier C, Baron R. Vascular abnormalities in reflex sympathetic dystrophy (CRPSII): mechanisms and diagnostic value. *Brain* 2001;124:587-99.
- Todorovi-Tirmani M, Obradovi V, Han R, Goldner B, Stankovi D, Sekuli D, et al. Diagnostic approach to reflex sympathetic dystrophy after fracture: radiography or bone scintigraphy? *Eur J Nucl Med* 1995;22:1187-93.
- Okudan B, Celik C, Serttas S, Ozgirgin N. The predictive value of additional late blood pool imaging to the three-phase bone scan in the diagnosis of reflex sympathetic dystrophy in hemiplegic patients. *Rheumatol Int* 2005;26:126-31.
- Turpin S, Taillefer R, Lambert R, Leveille J. "Cold" reflex sympathetic dystrophy in an adult. *Clin Nucl Med* 1996;21:94-7.
- Lee WW, Kim TU, Lim TH, Jung CY, Moon JH. Usefulness of three-phase bone scan in young male patients suspected of post-traumatic reflex sympathetic dystrophy syndrome. *Korean J Nucl Med* 2001;35:52-60.
- Tondeur M, Sand A, Ham H. Interobserver reproducibility in the interpretation of bone scans from patients suspected of having

- reflex sympathetic dystrophy. *Clin Nucl Med* 2005;30:4-10.
17. Merskey H, Bogduk N. *Classification of chronic pain: descriptions of chronic pain syndromes and definitions of pain terms*. 2nd ed. Seattle: IASP Press: 1994. p. 40-2.
 18. Altman DG. *Practical statistics for medical research*. London: Chapman and Hall: 1991. p. 416-8.
 19. Greyson ND, Tepperman PS. Three-phase bone studies in hemiplegia with reflex sympathetic dystrophy and the effect of disuse. *J Nucl Med* 1984;25:423-9.
 20. Leitha T, Staudenherz A, Korpan M, Fiala V. Pattern recognition in five-phase bone scintigraphy: diagnostic patterns of reflex sympathetic dystrophy in adults. *Eur J Nucl Med* 1996;23:256-62.