

의학 석사학위 논문

뇌졸중 후 복합국소동통증후군에서  
삼상골스캔 정량적 분석의 유용성

아주대학교 대학원

의학과

이우련

뇌졸중 후 복합국소동통증후군에서  
삼상콜스캔 정량적 분석의 유용성

지도교수 나 은 우

이 논문을 의학 석사학위 논문으로 제출함.

2006년 8월

아 주 대 학 교 대 학 원

의 학 과

이 우 려

이우련의 의학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 나 은 우 인

심사위원 이 일 영 인

심사위원 임 신 영 인

아 주 대 학 교 대 학 원

2006년 6월 22일

## 감사의 글

제가 재활의학과 의사로 나아가도록 길을 보여주시고, 부족한 논문을 시간을 아껴서 교정해 주신 이일영 선생님, 나은우 선생님, 임신영 선생님께 감사드립니다.

또한 함께 일하는 의국원들께 고맙다는 말을 전하고 싶습니다.

마지막으로 멀리서도 함께 해준 부모님, 가족들께 감사드립니다.

2006년 6월

이 우 련

## 뇌졸중 후 복합국소동통증후군에서 삼상골스캔 정량적 분석의 유용성

뇌졸중 후 제 1형 복합국소동통증후군으로 진단된 환자의 삼상골스캔의 정량적 분석이 임상증상의 정도, 치료반응 및 증상경과와 어떠한 연관성이 있는지 알아보려고 하였다. 연구 대상은 뇌졸중 후 뚜렷한 임상증상과 삼상골스캔에 의해 제 1형 복합국소동통증후군으로 확진된 43명이었다. 삼상골스캔의 정량적 분석을 위하여 방사성동위원소 섭취량을 건축에 대한 환측의 섭취비를 구하였으며, 이러한 정량적 섭취비가 Kozin의 진단 분류 및 치료에 대한 반응, 증상경과와 연관성이 있는지를 분석하였다.

삼상골스캔의 각 영상에서 부위별로 방사성동위원소의 섭취비를 비교했을 때 혈액풀 영상에서 손목관절 섭취비가 통계적으로 유의하게 높았으나( $p < 0.05$ ), 제 1형 복합국소동통증후군의 증상정도 및 치료에 대한 반응과 연관성이 없었다( $p > 0.05$ ). 각 영상에서 부위별로 따라 치료 전후에 방사성동위원소의 섭취비를 비교했을 때, 불규칙하였으나 다만 부종이 호전된 6명의 혈류영상에서 손목관절 섭취비만 감소하였다.

따라서, 삼상골스캔의 정량적 분석은 뇌졸중 후 제 1형 복합국소동통증후군의 임상증상과 연관성이 없었다.

---

**핵심어:** 뇌졸중, 복합국소동통증후군, 삼상골스캔, 정량적 분석

## 차 례

국문요약 .....	i
차례 .....	ii
그림 차례 .....	iii
표 차례 .....	iv
I. 서론 .....	1
II. 연구대상 및 방법 .....	5
A. 연구대상 .....	5
B. 연구방법 .....	8
1. 삼상골스캔의 정량적 분석 .....	8
2. 통계분석 .....	9
III. 결과 .....	10
A. 각 영상에서의 방사성동위원소 섭취비 .....	10
B. 증상 정도와 방사성동위원소 섭취비 .....	12
C. 치료에 대한 반응과 방사성동위원소 섭취비 .....	13
D. 증상경과와 방사성동위원소 섭취비 .....	16
IV. 고찰 .....	17
V. 결론 .....	21
참고문헌 .....	22
영문요약 .....	25

## 그림 차례

Fig. 1. Regions of interest were drawn in four parts of the  
hand during the delayed phase of three phase bone scan. .... 9

## 표 차례

Table 1. Draft Criteria: Complex Regional Pain Syndrome .....	2
Table 2. Kozin's Proposed Clinical Diagnostic Criteria for RSDS .....	5
Table 3. General Characteristics of Subjects .....	7
Table 4. Comparison of Uptake Ratio in Five Parts during Each Phase .....	10
Table 5. Comparison of Uptake Ratio between definite and possible groups .....	12
Table 6. Comparison of Uptake Ratio by the Response to Pain .....	13
Table 7. Comparison of Uptake Ratio by the Resolution of Swelling .....	14
Table 8. Comparison of uptake ratio by the resolution of vasomotor instability .....	15



## I. 서 론

말초 신경 손상, 골절, 심근 경색, 뇌졸중 등 여러 가지 선행 질환 후 사지 말단의 동통, 압통, 종창 및 혈관운동 이상 등을 보이는 증상군을 이전에는 반사성교감신경이영양증, 견관절 수부 증후군, Sudek 위축, 작열통 등 다양한 진단명으로 명명하였다. 이런 증상군이 병태생리학적인 원인이 불분명하고 교감신경계 이상의 증거가 불충분한 점으로 인해 1994년 국제 통증 연구 협회(International Association for the Study of Pain)에서는 여러 증상의 기술을 포함하는 분류적 진단명으로 복합국소동통증후군(complex regional pain syndrome)이라 명명하면서 진단 기준 및 분류를 제시하였다(Merskey와 Bogduk, 1994)(Table 1).

즉 다른 진단이 배제되고 말초 신경 지배 영역과 일치하지 않는 국소 부위 통증, 이질통, 통각과민, 부종, 혈관운동 이상을 보일 경우에 복합국소동통증후군으로 진단된다. 제 1형은 유해자극 이후 발생하는 것이며, 제 2형은 신경 손상 후 발생하는 것이므로 뇌졸중 후 발생하는 복합국소동통증후군은 제 1형에 해당한다.

뇌졸중 후 환측 상지에서 발생하는 제 1형 복합국소동통증후군은 17-70%의 다양한 이환률을 보인다(Greyson과 Tempperman, 1984; Werner 등, 1989; 한태륜 등, 1993; 성덕현과 김현숙, 1997; 홍준범 등, 2005). 이는 뇌졸중의 합병증이 복합국소동통증후군의 증상과 비슷한 양상을 보이기 때문이다. 뇌졸중 환자는 감각이상 및 동통의 증가와 함께 마비와 부동으로 인한 온도 저하, 자율신경계 이상으로 편측 땀분비 이상이 나타날 수 있다(Wasner 등, 2003). 또한 어깨 통증도 어깨 회전근 파열, 이두박근 건염, 어깨관절 아탈구, 경직 등 다른 원인에 의해 발생되었을 가능성을 고려해야 하며 손의 부종 역시 부동 및 근력 약화로 인한 중력에

의한 것과 감별해야 한다. 이런 증상들의 불명확성과 환자의 인지기능 저하 및 실어증으로 인한 진단의 어려움 때문에 삼상콜스캔이 복합국소동통 증후군의 객관적 진단 방법으로 많이 사용되고 있다.

**Table 1. Draft Criteria: Complex Regional Pain Syndrome**

---

A term describing a variety of painful conditions following injury which appears regionally having a distal predominance of abnormal findings, exceeding in both magnitude and duration the expected clinical course of the inciting event often resulting in significant impairment of motor function, and showing variable progression over time.

---

CRPS<sup>1</sup> type I (RSD<sup>2</sup>)

1. After an initiation noxious event
  2. Spontaneous pain or allodynia/hyperalgesia, not limited to the territory of a single peripheral nerve, disproportionate to the inciting event
  3. Edema, skin blood flow abnormality, abnormal sudomotor activity in the region of the pain since the inciting event
  4. This diagnosis is excluded by the existence of conditions that would otherwise account for the degree of pain and dysfunction
- 

CRPS<sup>1</sup> type II (Causalgia)

1. After a nerve injury, spontaneous pain or allodynia/hyperalgesia, not limited to the territory of the injured nerve
  2. Edema, skin blood flow abnormality, abnormal sudomotor activity in the region of the pain since the inciting event
  3. This diagnosis is excluded by the existence of conditions that would otherwise account for the degree of pain and dysfunction
- 

1. CRPS : Complex Regional Pain Syndrome

2. RSD : Reflex Sympathetic Dystrophy

복합국소동통증후군에서 삼상골스캔의 방사성동위원소 섭취량 증가는 마비 및 부동으로 초래된 골소실로 골 대사 및 교체의 증가로 인한 혈류 증가와 교감신경 불균형에 의해 발생하는 혈관확장에 의한 혈류 증가에 기인하는 것으로 추측된다(Greyson과 Tempferman, 1984). 골 대사의 증가로 인한 혈류 증가소견은 지연 영상에서, 교감신경 불균형 및 신경인성 염증으로 인한 혈류 증가소견은 혈류 및 혈액풀 영상에서 주로 반영된다. 삼상골스캔은 단순방사선사진에서 골다공증 소견이 나타나기 전인 아급성기에, 이런 대사변화로 인한 소견을 보여 줄 수 있다. 핵의학 전문의는 육안으로 혈류, 혈액풀, 지연 영상에서 주로 환측의 어깨관절, 손가락 관절 및 뼈에 방사성동위원소 섭취량이 증가하는 것을 확인한 후에 복합국소동통증후군으로 판독한다.

복합국소동통증후군에서 임상증상과 삼상골스캔 소견의 연관성에 관해서는 연구자들마다 의견 차이가 많다. Lankford(Lankford, 1993)는 복합국소동통증후군을 임상병기에 따라 세 시기로 분류하였다. 제 1기는 발병 후 3개월까지로, 손상 직후 통증과 부종이 심하게 발생하는 시기로 이 시기의 끝 무렵 통증은 가장 심하게 된다. 제 2기는 3-12개월까지로 통증이 지속되면서 부종이 단단해지고 관절에 강직이 발생한다. 제 3기는 12개월 이후로 통증과 부종은 감소하나 피부는 얇아지며 근위축, 관절 구축과 골다공증이 발생한다. Demangeat 등(Demangeat 등, 1988)은 외상 후 삼상골스캔 검사시기에 따라 0-20주, 20-60주, 60-100주의 3기로 구분하여 1기에서는 혈류, 혈액풀, 지연 영상에서 방사성동위원소 섭취 증가를 보이고 2기에서는 혈류와 혈액풀 영상에서 섭취가 정상화되며 지연 영상에서의 섭취의 증가소견은 지속되다가 3기에서 지연 영상에서의 방사성동위원소의 섭취가 정상화 된다고 보고하였다. 그러나 모든 환자에서 이런 소견을 보이는 것은 아니다. 성덕현과 김현숙(성덕현과 김현숙, 1997)은 Lankford

의 분류에 따른 제 1기와 제 2기를 비교했을 때 임상병기와 삼상골스캔 소견간의 의미있는 상관성은 없었다고 보고하였다.

Weiss 등(Weiss 등, 1993)은 초기 삼상골스캔의 지연 영상에서 방사성동위원소 섭취량 증가가 추적관찰시 증상 발현의 예측지표로 사용될 수 있다고 했으나 성덕현과 김현숙(성덕현과 김현숙, 1997)은 지연 영상에서의 소견과 증상 발현과는 유의한 상관성이 없는 것으로 보고하였다. Kozin 등(Kozin 등, 1981)은 방사성동위원소 섭취량이 증가되어 있을수록 치료에 잘 반응하는데, 치료 후에 증상의 경감함에 따라 방사성 동위원소 섭취량도 감소한다고 보고하였다. Zyluk과 Birkenfeld(Zyluk과 Birkenfeld, 1999)는 외상후성 복합국소동통증후군 환자에서 방사성동위원소 섭취량으로 치료의 예후를 예측할 수는 있으나 치료 경과의 측정에는 도움이 되지 않는다고 하였다. Leitha 등(Leitha 등, 1996)은 삼상골스캔에서 방사성동위원소의 정량적 분석이 증상의 경과기간, 통증, 운동장애와는 연관성이 있지만 온도차이, 부종, 근력 저하와는 연관성이 없는 것으로 보고하였다.

이에 본 연구는 뇌졸중 후 발생한 제 1형 복합국소동통증후군 환자들에서 삼상골스캔의 정량적 분석이 임상증상의 정도, 치료반응 및 증상경과와 연관성이 있는지 알아보려고 하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### A. 연구대상

연구대상은 2003년 3월부터 2005년 12월까지 아주대학교 의료원 재활의학과에서 뇌졸중으로 입원치료 받은 237명 환자 중 제 1형 복합국소동통증후군으로 진단받은 43명이었다. 이들은 표 1의 진단 기준을 만족하였고 동시에 삼상콜스캔상 복합국소동통증후군을 시사하는 소견, 즉 각 영상에서 환측의 어깨관절, 손가락관절 및 뼈에 방사성동위원소 섭취량의 비대칭적 증가를 보였다.

**Table 2. Kozin's Proposed Clinical Diagnostic Criteria for RSDS<sup>1</sup>**

---

#### **Definite RSDS<sup>1</sup>**

Pain and tenderness in the distal extremity  
Sings and/or symptoms of vasomotor instability  
Swelling in the extremity—often with periarticular prominence  
(Dystrophic skin changes usually present)

---

#### **Probable RSDS<sup>1</sup>**

Pain and tenderness  
and  
Vasomotor instability  
or  
Swelling  
(Dystrophic skin changes often present)

---

#### **Possible RSDS<sup>1</sup>**

Vasomotor instability  
or/and  
Swelling  
No pain, but mild–moderate tenderness may be present  
(Dystrophic skin changes occasionally present)

---

#### **Doubtful RSDS<sup>1</sup>**

Unexplained pain and tenderness in an extremity

---

1. RSDS : reflex sympathetic dystrophy syndrome

연구대상 43명을 Kozin의 진단 기준(Kozin 등, 1981)(Table 2)에 따라 분류한 결과, definite군이 24명, probable군이 19명이었다.

Kozin의 단계적 진단 분류를 위한 증상 정의는 아래와 같았다. 통증의 경우, 실어증 및 인지기능 저하로 주관적 통증 호소를 측정하기 어려운 경우가 많아 손목 및 손가락 관절 운동시 통증 호소와 손목 및 손가락 관절부위 압통 및 통각과민을 기록하였다. 부종은 손목 관절 이하 부위에서 건측과 비교한 부피 증가의 유무를 육안으로 확인하여 기록하였으며, 혈관운동 이상은 손등의 피부온도 증가나 홍반의 유무를 육안으로 확인하여 기록하였다.

연구 대상자의 평균 연령은 63세였고, 남자 19명, 여자 24명으로 뇌졸중 발병 후 삼상골스캔을 시행하기까지의 기간은 평균 77일이었다. 이환 부위는 우측이 24명, 좌측이 19명이었으며 뇌졸중의 원인으로 뇌경색 28명, 뇌출혈이 15명이었다. 통증 표현 능력을 알아보기 위하여 실어증의 유병률 및 인지기능을 조사하였다. 18명이 한국판 실어증 검사도구(Western Aphasia Battery)에 의한 평가에서 실어증이 있었고 간이정신상태검사(Minimental Status Examination) 평균은 12점이었다. 연구 대상자 43명 중 36명이 고용량 스테로이드 단기투여법을 받았고, 5명이 중추신경성 통증약을 복용하였으며, 2명은 정상신경절차단술을 시행 받았다.

치료 후 14명의 환자를 대상으로 삼상골스캔을 재시행하였다. 자연적인 시간경과로 인한 방사성동위원소 섭취량 감소 효과를 배제하고 증상의 경과에 따른 방사성동위원소 섭취량의 변화를 보기 위하여 스테로이드 복용을 마친 후나 정상신경절차단술을 시행한지 1주일 후에 추적검사를 하였으며, 삼상골스캔의 추적검사를 시행하기까지의 기간은 평균 30일이었다(Table 3).

**Table 3. General Characteristics of Subjects**

	Characteristics	No. (%)
Sex	Men	19 (44.2%)
	Women	24 (55.8%)
Side of involvement	Right	24 (55.8%)
	Left	19 (44.2%)
Etiology	Cerebral infarction	28 (65.1%)
	Intracerebral hemorrhage	15 (34.9%)
Kozin's diagnostic classification	Definite	24 (55.8%)
	Probable	19 (44.2%)
	Possible	0 (0%)
Treatment	Oral corticosteroid	36 (83.7%)
	Oral pain medications	5 (11.6%)
	Stellate ganglion block	2 (4.7%)
With aphasia		18 (41.9%)
MMSE <sup>1</sup> (points)		12.44±9.26*
Age (years)		63.19±12.03*
Time from onset to the scan (days)		77.23±34.96*
Time between the initial and the follow up scans (days)		29.79±12.82*

Values are number of subjects and their percentile(%).

\* mean±standard deviation

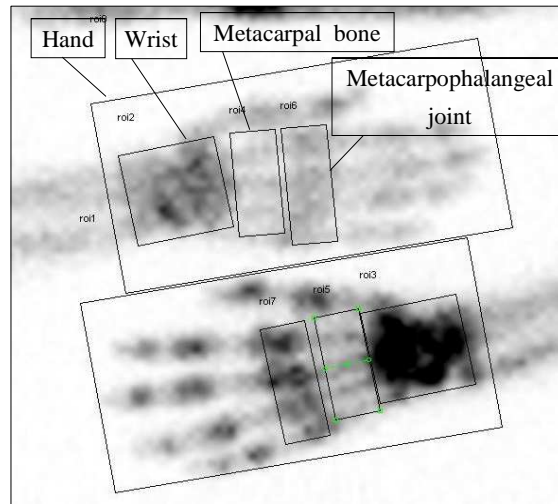
1. MMSE : minimal status examination

## B. 연구방법

### 1. 삼상골스캔의 정량적 분석

혈류 영상, 혈액풀 영상, 지연 영상을 저에너지, 고해상도 조준기를 장착한 2헤드 감마카메라(Multi SPECT2(Siemens, Germany);Varicam (General Electric, USA))를 이용하여 촬영하였다. Tc-99m MDP를 하지의 정맥에 주사함과 동시에 양측 손과 손목, 팔꿈치의 동적 혈류 영상을 3초 간격으로 25장 얻었고 혈액풀 영상은 주사 5분 후에 같은 부위에서 국소 영상과 전신 영상을 얻었다. 지연 영상은 주사 3시간 후 전후면 전신 영상과 함께 추가로 양측 상지부위를 국소 영상으로 촬영하였다. 삼상골스캔의 정량적 분석을 위하여 관심영역을 설정할 경우 대부분의 다른 연구들에서는 손전체를 하나의 관심영역으로 설정하였지만, 본 연구에서는 Zyluk과 Birkenfeld(Zyluk와 Birkenfeld, 1999)의 방법과 같이 어깨관절, 손목관절, 중수골, 중수지절관절으로 구분하여 관심영역을 설정하였다. 어깨관절에서 지연 영상의 섭취율은 전면 전신 영상에서 구하였으며, 이를 제외한 나머지 부위의 삼상 영상에서의 섭취율은 모두 국소 영상에서 구하였다. 혈류 영상의 각 관심영역은 손목부위의 섭취가 나타나기 시작하는 것으로부터 5번째 영상에서 얻었다. 타원형으로 그린 어깨관절을 제외하고는 모두 사각형으로 환측의 관심영역을 표시하였으며, 이를 복사한 후 반대편 건측에 적용하였다. 각 부위에서 건측에 대한 환측 관심영역의 섭취량의 비를 구하였다(Fig. 1).





**Fig. 1. Regions of interest were drawn in four parts of the hand during the delayed phase of three phase bone scan.**

## 2. 통계 분석

삼상골스캔의 각 영상에서 각 부위별로 건측에 대한 환측의 관심영역들의 방사성동위원소 섭취비 평균 사이에 유의한 차이가 있는지 알아보기 위하여 Kruskal-Wallis test, Mann-Whitney U test를 이용하여 분석하였다. 모든 통계분석은 SPSS 11.0을 이용하였으며, 통계학적 유의수준은 0.05 이하의 p값을 기준으로 하였다.

### III. 결 과

#### A. 각 영상에서의 방사성동위원소 섭취비(hot uptake ratio)

Table 4. Comparison of Uptake Ratio in Five Parts during Each Phase

Phase of the scintigraphy	Uptake ratio of the part of the body				
	Shoulder joint(n)	Wrist joint(n)	Metacarpal bone(n)	M-P <sup>1</sup> joint(n)	Hand(n)
Flow	1.25±0.31(18)	1.92±0.90(33)	1.76±0.79(32)	1.87±0.86(33)	1.71±0.76(32)
Pool	1.33±0.20(26)	1.99±0.75*(42)	1.37±0.37(39)	1.48±0.48(39)	1.49±0.41(40)
Delayed	1.27±0.20*(41)	1.76±0.48(43)	1.50±0.24(43)	1.64±0.39(43)	1.53±0.35(40)

(Number of subjects)

Values are mean±standard deviation.

1. M-P : Metacarpophalangeal

\*p<0.05 by Kruskal-Wallis test

각 영상에서 부위가 포함되지 않고 촬영되었거나 선명도가 떨어져 관심영역 설정이 불가능했던 경우는 섭취비를 계산할 수 없었다. 특히 혈류 영상에서 어깨관절 25례와 손의 각 부위 10례가, 혈액풀 영상에서는 어깨관절 17례가 제외되었다.

각 영상에서 부위별 섭취비를 비교했을 때, 혈액풀 영상에서 손목관절의 섭취비가 어깨관절, 중수골, 중수지절관절에 비해 통계적으로 유의하게 높았다(p<0.05)(Table 4).

섭취비 평균값은 손목관절이 가장 높았고 중수지절관절, 중수골, 어깨관절 순이었으며, 손등 전체의 경우 비교적 낮은 경향을 보였다. 또한 손등 전체의 경우 손의 다른 부위 즉 손목관절, 중수골, 중수지절관절의 섭취비는 1보다 크게 나와도 이를 포함하는 손등 전체의 섭취비는 1보다 작

게 나오는 경우가 있었다.

각 영상에서 손목관절의 섭취비가 가장 높은 경향을 보였으나 각 환자에 따라 가장 높은 섭취비를 보이는 부위는 영상에 따라 변하였다. 각 영상에서 부위별의 섭취비를 비교하여 가장 높은 섭취비를 보이는 부위의 빈도를 분석했다. 그 결과 혈류 영상에서 중수지절관절이 가장 높은 경우는 36.6%, 손목관절이 가장 높은 경우는 31.7%, 중수골이 가장 높은 경우는 31.7%로 세 부위에서 비슷한 빈도를 보였고 어깨관절이 가장 높은 경우는 없었다. 혈액풀 영상에서는 손목관절이 가장 높은 경우 75%, 중수지절관절이 가장 높은 경우는 13%, 중수골이 가장 높은 경우 8%, 어깨관절이 가장 높은 경우 4%로 다른 영상에 비해 손목관절이 가장 많은 빈도를 보였다. 지연 영상에서 손목관절이 가장 높은 경우는 55%, 중수골이 가장 높은 경우는 22%, 중수지절관절이 가장 높은 경우는 21%, 어깨관절이 가장 높은 경우는 2%였다.

손목관절의 섭취비를 세 영상에서 비교하여 가장 높은 값을 보이는 영상의 빈도를 분석했을 때, 혈액풀 영상에서 가장 높은 경우가 36.2%, 지연 영상에서 가장 높은 경우가 34.5%, 혈류 영상에서 가장 높은 경우가 29.3%이었다.

## B. 증상 정도와 방사성동위원소 섭취비

복합국소동통증후군의 임상증상에 따라 분류한 결과, definite군은 24명, probable군은 19명이었다. 삼상골스캔에서 관찰되는 각 부위별 관심영역의 방사성동위원소 섭취비를 비교 분석한 결과 두군 사이에 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $p>0.05$ )(Table 5).

**Table 5. Comparison of Uptake Ratio between Definite and Probable Groups**

Phase of the scintigraphy	Part of the body	Uptake ratio of each group	
		Definite group(n)	Probable group(n)
Flow	Shoulder joint	1.23±0.28(11)	1.28±0.36(7)
	Wrist joint	2.03±0.96(22)	1.71±0.75(11)
	Metacarpal bone	1.81±0.85(21)	1.65±0.69(11)
	M-P joint*	1.89±0.86(22)	1.83±0.90(11)
	Hand	1.71±0.67(22)	1.73±0.97(10)
Pool	Shoulder joint	1.35±0.22(13)	1.30±0.18(13)
	Wrist joint	2.01±0.81(24)	1.85±0.66(18)
	Metacarpal bone	1.42±0.43(24)	1.29±0.26(15)
	M-P joint*	1.47±0.44(22)	1.49±0.54(17)
	Hand	1.53±0.45(24)	1.43±0.33(16)
Delayed	Shoulder joint	1.32±0.25(22)	1.22±0.11(19)
	Wrist joint	1.77±0.51(24)	1.75±0.46(19)
	Metacarpal bone	1.47±0.24(24)	1.54±0.24(19)
	M-P joint*	1.68±0.41(24)	1.59±0.37(19)
	Hand	1.58±0.37(24)	1.46±0.33(16)

(Number of subjects)

Values are mean±standard deviation.

1. M-P : Metacarpophalangeal

$p>0.05$  by Mann-Whitney U test

### C. 치료에 대한 반응과 방사성동위원소 섭취비

연구 대상자를 치료 후 통증 호전의 정도에 따라 세군으로 분류하였다. 치료 전 통증과 비교하여 치료 후 통증이 75% 이상 감소하면 경도 이하의 통증이 남은 군으로, 25% 이상에서 75% 미만의 통증이 감소하면 중등도의 통증이 남은 군으로, 25% 미만의 통증이 감소하면 통증이 지속된 군으로 분류한 결과 각각 14명, 25명, 4명씩이었다.

**Table 6. Comparison of Uptake Ratio by the Response to Pain**

Phase of the scintigraphy	Part of the body	Uptake ratio of each group		
		Less than mild pain remained(n)	Moderate pain remained(n)	Pain persisted(n)
Flow	Shoulder joint	1.32±0.32(6)	1.19±0.32(11)	1.40(1)
	Wrist joint	1.72±0.82(12)	1.96±0.86(19)	2.69±1.85(2)
	Metacarpal bone	1.51±0.78(11)	1.82±0.69(19)	2.53±1.65(2)
	M-P joint <sup>1</sup>	1.70±0.96(12)	1.95±0.80(19)	2.15±1.27(2)
	Hand	1.52±0.88(11)	1.80±0.68(19)	1.97±1.05(2)
Pool	Shoulder joint	1.27±0.13(9)	1.37±0.22(15)	1.25±0.27(2)
	Wrist joint	1.95±0.74(14)	2.03±0.76(25)	1.77±0.95(3)
	Metacarpal bone	1.34±0.36(14)	1.38±0.40(22)	1.37±0.42(3)
	M-P joint <sup>1</sup>	1.30±0.40(13)	1.61±0.51(23)	1.26±0.19(3)
	Hand	1.37±0.28(13)	1.58±0.46(24)	1.32±0.42(3)
Delayed	Shoulder joint	1.29±0.22(14)	1.28±0.20(24)	1.18±0.15(3)
	Wrist joint	1.66±0.36(14)	1.85±0.55(25)	1.55±0.23(4)
	Metacarpal bone	1.36±0.22(14)	1.59±0.23(25)	1.43±0.09(4)
	M-P joint <sup>1</sup>	1.55±0.34(14)	1.65±0.42(25)	1.81±0.41(4)
	Hand	1.44±0.32(12)	1.57±0.39(24)	1.54±0.20(4)

(Number of subjects)

Values are mean±standard deviation.

1. M-P : Metacarpophalangeal

p>0.05 by Kruskal-Wallis test

세군 사이에 각 부위별 관심영역의 방사성동위원소 섭취비를 비교분석한 결과 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $p>0.05$ )(Table 6).

치료 후 육안적으로 뚜렷하게 부종이 호전된 경우가 32명, 호전되지 않은 경우가 11명이었다. 부종이 호전된 군과 호전되지 않은 군으로 분류하여 두군 사이에 각 부위별 관심영역의 방사성동위원소 섭취비를 비교해 본 결과 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $p>0.05$ )(Table 7).

**Table 7. Comparison of Uptake Ratio by the Resolution of Swelling**

Phase of the scintigraphy	Part of the body	Uptake ratio of each group	
		Resolved group(n)	Not resolved group(n)
Flow	Shoulder joint	1.22±0.33(15)	1.41±0.13(3)
	Wrist joint	1.89±0.94(26)	2.04±0.81(7)
	Metacarpal bone	1.73±0.86(25)	1.86±0.53(7)
	M-P joint <sup>1</sup>	1.79±0.90(26)	2.17±0.70(7)
	Hand	1.74±0.84(25)	1.64±0.35(7)
Pool	Shoulder joint	1.30±0.18(22)	1.44±0.26(4)
	Wrist joint	1.94±0.76(32)	2.14±0.74(10)
	Metacarpal bone	1.37±0.39(31)	1.37±0.31(8)
	M-P joint <sup>1</sup>	1.37±0.37(29)	1.80±0.63(10)
	Hand	1.48±0.42(30)	1.51±0.39(10)
Delayed	Shoulder joint	1.27±0.21(30)	1.28±0.18(11)
	Wrist joint	1.71±0.48(32)	1.90±0.47(11)
	Metacarpal bone	1.49±0.26(32)	1.54±0.16(11)
	M-P joint <sup>1</sup>	1.61±0.39(32)	1.71±0.42(11)
	Hand	1.52±0.39(30)	1.55±0.25(10)

(Number of subjects)

Values are mean±standard deviation.

1. M-P : Metacarpophalangeal

$p>0.05$  by Mann-Whitney U test

혈관운동 이상 유무를 육안으로 확인하여 이상을 보였던 24명 중, 치료 후에 증상이 호전된 군은 17명, 호전 되지 않은 군은 7명이었다. 두군 사이에 각 부위별 관심영역의 방사성동위원소 섭취비를 비교한 결과 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ )(Table 8).

**Table 8. Comparison of Uptake Ratio by the Resolution of Vasomotor Instability**

Phase of the scintigraphy	Part of the body	Uptake ratio of each group	
		Resolved(n)	Not resolved(n)
Flow	Shoulder joint	1.23±0.31(9)	1.22±0.90(9)
	Wrist joint	2.00±0.91(16)	2.14±1.17(6)
	Metacarpal bone	1.75±0.77(14)	2.13±0.98(6)
	M-P joint <sup>1</sup>	1.88±0.84(15)	2.12±0.88(6)
	Hand	1.78±0.69(15)	1.67±0.57(6)
Pool	Shoulder joint	1.35±0.23(9)	1.35±0.21(4)
	Wrist joint	2.17±0.84(16)	2.05±0.73(7)
	Metacarpal bone	1.55±0.43(15)	1.35±0.30(6)
	M-P joint <sup>1</sup>	1.54±0.53(14)	1.38±0.17(7)
	Hand	1.65±0.49(15)	1.37±0.33(7)
Delayed	Shoulder joint	1.34±0.26(16)	1.29±0.24(6)
	Wrist joint	1.79±0.54(17)	1.72±0.46(7)
	Metacarpal bone	1.49±0.25(17)	1.43±0.21(7)
	M-P joint <sup>1</sup>	1.73±0.45(17)	1.54±0.27(7)
	Hand	1.63±0.41(17)	1.45±0.23(7)

(Number of subjects)

Values are mean±standard deviation.

1. M-P : Metacarpophalangeal

$p>0.05$  by Mann-Whitney U test

#### D. 증상경과와 방사성동위원소 섭취비

증상경과에 따른 섭취비 변화를 관찰하기 위하여 14명의 환자를 대상으로 치료 후에 삼상골스캔을 재시행하였다. 재검사시 각 부위별 관심영역의 방사성동위원소의 섭취비 변화를 통증, 부종 및 혈관운동 이상의 호전에 따라 분류하여 비교하였다. 그 결과 증상호전 유무에 따라 각 부위별 관심영역의 방사성동위원소의 섭취비 변화가 불규칙하여 일관된 변화를 관찰할 수 없었다. 다만 부종이 호전된 군 6명과 호전되지 않은 군 2명을 비교했을 때 부종이 호전되지 않은 군은 혈류 영상에서 손목관절 섭취비가 증가된 반면, 부종이 호전된 군의 섭취비는 감소하였다.



#### IV. 고 찰

복합국소동통증후군에서 삼상골스캔의 방사성동위원소 섭취량을 측정하여 임상증상과 연관성을 분석하려는 연구가 지속되어 왔다. 검사시기에 따른 섭취량 변화 양상, 증상 정도와 섭취량의 연관성, 섭취량을 통한 증상 호전의 예측 가능성, 증상 변화에 따른 섭취량 변화 등이 보고되어 왔으나 연구자들마다 상당한 의견의 차이를 보였다. 이에 대한 원인으로 선행 질환, 나이, 성별, 증상의 정도, 증상의 부위, 증상의 기간과 부동의 기간 등이 다른 것을 들 수 있다고 하였다.

삼상골스캔의 지연 영상에서 민감도는 definite군의 경우 83%, probable군의 경우 40%, possible군의 경우 28%로, 임상적 진단이 확실할수록 삼상골스캔에서 양성 결과가 나올 가능성이 크다고 하였다(Kozin 등, 1981). 본 연구에서는 뚜렷한 임상증상을 가지고 삼상골스캔에서 양성으로 나와 복합국소동통증후군으로 확진된 뇌졸중 환자들을 대상으로 이들의 삼상골스캔의 방사성동위원소 섭취량을 정량적으로 분석하여 삼상골스캔의 진단적 특이성을 높이고자 하였다. 그 결과 삼상골스캔의 각 부위별 관심영역의 방사성동위원소 섭취비는 임상증상의 정도와는 아무런 상관관계가 없었다. 이러한 연구결과는 definite군과 probable군의 차이점은 혈관운동 이상 유무이고, 혈관운동 이상은 자율신경계 이상으로 인한 것으로 방사성동위원소 섭취량과 연관성이 떨어지기 때문이다(Strakowski 등, 2000).

경과예측에 있어 삼상골스캔에서 병변 부위의 방사성동위원소 섭취가 증가되어 있는 경우가 증가가 없는 경우보다 스테로이드 치료에 잘 반응하며 치료 후 방사성동위원소 섭취가 감소한다고 하였다(Kozin 등, 1981). 이는 상기 연구가 증상이 평균 76주 경과된 다양한 경과기간을 가지는 환

자들을 대상으로 하였기에 방사성동위원소 섭취가 증가되어 있는 초기 급성 염증기에 이를 적극적으로 치료할 경우 만성기보다 예후가 좋기 때문으로 생각된다. 이에 반해, 본 연구 대상자들은 80%가 뇌졸중 후 14주 이내이었고 증상을 발견한지 1-2주 이내에 삼상골스캔을 시행한 경과기간이 짧은 급성기 환자들이어서 Kozin의 연구와 같이 경과기간이 다른데 따른 예후차가 없었으며, 섭취비에 따른 치료반응도 차이가 없었던 것으로 생각된다. 따라서 급성기 환자의 경우, 삼상골스캔의 정량적 분석방법인 방사성동위원소 섭취비는 경과예측에 유용하지 않은 것으로 생각된다.

증상경과에 따른 섭취량 변화에 대해서 Zyluk과 Birkenfeld(Zyluk과 Birkenfeld, 1999)는 외상 후 복합국소동통증후군 환자에서 삼상골스캔을 재시행한 결과, 치료를 받은 군과 받지 않은 군 사이에 방사성동위원소의 섭취 감소율은 차이가 없었으며, 증상의 호전 유무에 따른 섭취량의 차이도 없었으나 다만 섭취량은 경과기간과 연관성이 있었다고 보고했으며 이는 6-18개월 후 재검사를 했기 때문으로 생각된다. Renier 등(Renier 등, 1979)은 임상적으로 정상화될 경우 혈류 영상에서 방사성동위원소의 섭취량 증가는 정상화되나 지연 영상에서는 섭취량 증가가 남아 있는 것으로 보고하였다. 본 연구에서는 부종이 호전된 6명의 환자에서 혈류 영상의 손목관절 섭취비만 감소하였고 그 이외의 다른 영상 및 다른 부위에서의 섭취비 변화는 불규칙하였다. 이는 교감신경 불균형 및 신경인성 염증반응으로 증가된 혈류량에 의해 부종이 발생하고 혈류 영상에서 방사성동위원소의 섭취비 증가로 반영되기 때문에 부종이 호전됨에 따라 섭취비가 감소할 수 있었던 것으로 생각된다. 그러나 삼상골스캔을 재시행한 환자수가 14명으로 적었고, 치료 후의 경과 호전 유무가 각 환자에 따라 달랐으며 삼상골스캔의 재시행 시기가 빠르고 또한 일정하지 않아 통계적 분석이 불가능했던 것은 이 연구의 제한점이라 하겠다.

방사성동위원소의 정량적 분석을 위한 관심영역을 설정할 때, 대부분의 연구에서는 손등 전체를 하나의 관심영역으로 설정하였다. 그러나 본 연구에서는 손목관절, 중수골, 중수지절관절로 구분하여 관심영역을 설정하여 손등전체를 하나의 관심영역으로 설정한 것과 섭취비를 비교해보았다. 구분된 부위에서 설정된 관심영역의 섭취비는 1보다 큰데도 손등 전체를 하나의 관심영역으로 설정한 경우 섭취비가 1보다 작은 경우가 2례 있었다. 연부조직이 포함되어 관심영역이 설정되는 경우 관절이나 뼈보다 섭취비가 낮아 이런 결과가 발생하였던 것으로 보인다.

Pleger 등(Pleger 등, 2004)은 복합국소동통증후군에서 침해성 자극으로 인해 체성감각을 인지하고 전달하는 처리과정이 왜곡되어 대뇌 피질 재구성이 일어나 정상 손에 비해 이환 손의 대뇌 피질 영역이 감소하며 이런 차이는 통증과 연관하는 것으로 보고하였다. Birklein과 Handwerker (Birklein과 Handwerker, 2001)는 신경인성 염증과 신경펩타이드가 복합국소동통증후군의 발생에 관여하며, 급성 환자에서 신경펩타이드의 증가가 통증, 부종, 혈관확장, 발한 증가와 관련된다고 보고하였다. 교감신경계의 과활성에 관해서는 실제 혈중 카테콜아민 농도가 증가되지 않았으며 피부 온도변화가 교감신경성 혈관수축 신경원의 활성화와 일치되지 않는 점 등으로 의문이 제기되어 왔으나(Janig, 1991; Harden, 1994; Chelimsky, 1995)  $\alpha$ -adrenergic receptor의 상향 조정 및 과민성, 교감신경성 원심신경과 상행성 감각신경과의 기능적 연결 등이 관찰되었다(Birklein과 Handwerker, 2001). Wasner 등(Wasner 등, 2003)은 뇌졸중 발생 후 마비와 체성감각의 이상, 편측 무시, 어깨관절 아탈구 등이 말초신경 손상을 초래하고 이에 의해 복합국소동통증후군이 유발될 수 있다고 가설을 세웠다. 따라서 복합국소동통증후군의 증상은 이런 다양한 병태생리로 발생가능하나, 삼상골스캔은 이를 다 반영할 수 없다.

복합국소동통증후군에서 삼상골스캔의 방사성동위원소 섭취가 항상 증상과 일치하는 것은 아니다. O'Donaghue 등(O'Donaghue 등, 1993)은 증상이 없는 61명을 대상으로 상지의 삼상골스캔을 시행한 결과 방사성동위원소가 좌우 비대칭적으로 섭취된 경우가 혈류 영상, 혈액풀 영상에서 1/3에서 있었으며 지연영상의 경우 정도의 비대칭적인 소견만 보여 지연영상을 기준으로 삼아야 할 것으로 보고하였다. Greyson과 Tempperman (Greyson과 Tempperman, 1984)은 뇌졸중 후 복합국소동통증후군으로 진단된 환자에서 지연 영상에서는 방사성동위원소 섭취 증가를 보이나 혈류 영상과 혈액풀 영상에서 방사성동위원소 섭취가 감소를 보인 경우가 38%에서 있었다고 보고하였다. 이는 마비나 운동감소로 인해 근육에 대한 혈류 요구량이 감소하여 혈류 및 혈액풀 영상에서의 방사성동위원소 섭취는 감소하지만 뼈에 관한 혈류량에는 변화가 없는데, 그 이유는 근육의 펌프 작용이 소실된 것을 보상하기 위해 골수에서 동정맥문합을 열어서 산화를 방지하여 정맥혈 감소를 막기 때문이다. 그러나 Demangeat 등 (Demangeat 등, 1988)은 심한 부동과 위축으로 지연 영상에서 방사성동위원소의 섭취량 감소가 발생할 수 있다고 하였다.

이와 같이 제 1형 복합국소동통증후군에서 임상증상이 나타나는 병태생리학적 기전과 삼상골스캔의 방사성동위원소 섭취 증감의 기전이 상이하여 삼상골스캔 정량적 분석과 임상증상과는 연관성이 떨어진 것으로 생각한다.

## V. 결 론

뇌졸중 후 제 1형 복합국소동통증후군으로 임상증상과 삼상콜스캔에 의해 진단된 43명의 환자를 대상으로 삼상콜스캔의 각 영상에서 각 부위별 방사성동위원소 섭취비를 정량적으로 분석한 결과 각 부위별 관심영역의 방사성동위원소 섭취비는 임상증상의 정도, 치료반응 및 증상경과와 의미있는 연관성은 없었다.

## 참고문헌

1. 성덕현, 김현숙: 편마비 환자의 반사성 교감신경 이영양증에서 삼상골 주사 검사의 유용성. *대한재활의학회지* 21: 36-44, 1997
2. 한태륜, 김진호, 김민욱: 견관절 수부 증후군의 치료 효과에 대한 연구. *대한재활의학회지* 17: 208-13, 1993
3. 홍준범, 한태륜, 김대열, 김일수, 이종진, 정준기: 뇌졸중 후 복합국소동통증후군에서 삼상골스캔의 정량적 분석. *대한재활의학회지* 29: 337-342, 2005
4. Birklein F, Handwerker HO: Complex regional pain syndrome: how to resolve the complexity? *Pain* 94, 1-6, 2001
5. Chelimsky TC: Value of autonomic testing in reflex sympathetic dystrophy. *Mayo Clin Proc* 70: 1029-1040, 1995
6. Demangeat JL, Constantinesco A, Brunot B, Foucher G, Farcot JM: Three-phase bone scanning in reflex sympathetic dystrophy of the hand. *J Nucl Med* 29: 26-32, 1988
7. Greyson ND, Tempperman PS: Three-phase bone studies in hemiplegia with reflex sympathetic dystrophy and the effect of disuse. *J Nucl Med* 25: 423-429, 1984
8. Harden RN: Norepinephrine and epinephrine levels in affected versus unaffected limbs in sympathetically maintained pain. *Clin J Pain* 10: 324-330, 1994

9. Janig W: Experimental approach to reflex sympathetic dystrophy and related syndromes. *Pain* 46: 241-245, 1991
10. Kozin F, Ryan LM, Carerra GF, Soin JS, Wortmann RL: The reflex sympathetic dystrophy syndrome. III. Scintigraphic studies, further evidence for the therapeutic efficacy of systemic corticosteroids, and proposed diagnostic criteria. *Am J Med* 70: 23-30, 1981
11. Lankford LL: Operative hand surgery. 3rd ed. New York: Churchill Livingstone, pp627-60, 1993
12. Leitha T, Staudenherz A, Korpan M, Fialka V: Pattern recognition in five-phase bone scintigraphy: diagnostic pattern of reflex sympathetic dystrophy in adults. *Eur J Nucl Med* 23: 256-262, 1996
13. Merskey H, Bogduk N: Classification of chronic pain. Seattle: IASP Press, pp.40-43, 1994
14. O'Donoghue JP, Powe JE, Mattar AG: Three-phase bone scintigraphy: Asymmetric patterns in the upper extremities of asymptomatic normals and reflex sympathetic dystrophy patients. *Clin Nucl Med* 18: 829, 1993
15. Pleger B, Tegenthoff M, Schwenkreis P: Mean sustained pain levels are linked to hemispherical side-to-side difference of primary somatosensory cortex in the complex regional pain syndrome I : *Exp Brain Res* 155: 115-119, 2004

16. Renier JC, Moreau R, Bernat M: Apport des explorations isotopiques dynamiques dans l'étude des algodystrophies. *Rev Rhum* 46: 235-241, 1979
17. Strakowski JA, Wiand JW, Johnson EW: Upper limb musculoskeletal pain syndromes. In *Physical medicine and rehabilitation*: (ed. Braddom RL, Buschbacher RM, Dumitru D, Johnson EW, Matthews DJ, Sinaki M) 2nd ed. Philadelphia: Saunders, pp.815-6, 2000
18. Wasner G, Schattschneider J, Binder A, Baron R: Complex regional pain syndrome - diagnostic, mechanisms, CNS involvement and therapy. *Spinal Cord* 41: 61-75, 2003
19. Weiss L, Alfano A, Bardfeld P, Weiss J, Friedmann LW: Prognostic value of triple phase bone scanning for reflex sympathetic dystrophy in hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 74: 716-719, 1993
20. Werner R, Davidoff G, Jackson D, 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]* 14: 520-523, 1989
21. Zyluk A, Birkenfeld B: Quantitative evaluation of three-phase bone scintigraphy before and after the treatment of post-traumatic reflex sympathetic dystrophy. *Nuclear Medicine Communications* 20: 327-333, 1999



-ABSTRACT-

**Usefulness of Quantitative Measurement of Three Phase Bone Scintigraphy in Complex Regional Pain Syndrome Type I after a Stroke**

Yu Ryun Lee

Department of Medical Sciences  
The Graduate School, Ajou University

Supervised by Professor Ueon Woo Rah

**Objective:** To evaluate usefulness of quantitative measurement of three phase bone scintigraphy in assessing the complex regional pain syndrome(CRPS) type I after a stroke with the symptoms.

**Methods:** Forty three stroke patients were diagnosed as CRPS type I based on their symptoms and confirmed by three phase bone scintigraphy. Uptake ratio was calculated by isotope count of the affected side divided by the unaffected side in each phase. Quantitative measurement was compared between the groups classified by Kozin's diagnostic criteria and by the response to treatment. In addition, quantitative measurement was compared before and after treatment.

**Results:** Quantitative measurement of wrist during blood pool phase was significantly higher than other parts of the body( $p < 0.05$ ). But there was no

significant difference between the groups classified by the severity of symptoms and by the response to treatment. The changes of quantitative measurement were irregular after treatment, but only the quantitative measurement of the wrist during the blood flow phase in the patients who had resolution of swelling decreased.

**Conclusion:** Quantitative measurement of three phase bone scintigraphy was not correlated with the symptoms.

---

**Key words:** Stroke, Complex regional pain syndrome type I , Bone scintigraphy, Quantitative