

편측성 측두하악관절장애 환자에서 골스캔을 이용한 교합안정장치 치료효과 예측

서울대학교 의과대학 분당서울대학교병원 핵의학과¹, 분당서울대학교병원 치과 구강악안면외과²,
서울대학교 의학연구원 방사선의학연구소³
이상미¹ · 이원우^{1,3} · 윤필영² · 김영균² · 김상은^{1,3}

Prediction of Splint Therapy Efficacy Using Bone Scan in Patients with Unilateral Temporomandibular Disorder

Sang Mi Lee, M.D.¹, Won Woo Lee, M.D., Ph.D.^{1,3}, Pil-Young Yun, D.D.S., Ph.D.²,
Young-Kyun Kim, D.D.S., Ph.D.², and Sang Eun Kim M.D., Ph.D.^{1,3}

¹Department of Nuclear Medicine, Seoul National University Bundang Hospital, Seoul National University College of Medicine;

²Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Section of Dentistry, Seoul National University Bundang Hospital; ³Institute of Radiation Medicine, Medical Research Center, Seoul National University

Purpose: It is not known whether bone scan is useful for the prediction of the prognosis of patients with temporomandibular disorders (TMD). The aim of the present study was to identify useful prognostic markers on bone scan for the pre-therapeutic assessment of patients with unilateral TMD. **Materials and Methods:** Between January 2005 and July 2007, 55 patients (M:F=9:46; mean age, 34.7±14.1 y) with unilateral TMD that underwent a pre-therapeutic bone scan were enrolled. Uptake of Tc-99m HDP in each temporomandibular joint (TMJ) was quantitated using a 13X13 pixel-square region-of-interest over TMJ and parietal skull area as background. TMJ uptake ratios and asymmetric indices were calculated. TMD patients were classified as improved or not improved and the bone scan findings associated with each group were investigated. **Results:** Forty-six patients were improved, whereas 9 patients were not improved. There was no significant difference between the two groups of patients regarding the TMJ uptake ratio of the involved joint, the TMJ uptake ratio of the non-involved joint, and the asymmetric index ($p>0.05$). However, in a subgroup analysis, the patients with an increased uptake of Tc-99m HDP at the disease-involved TMJ, by visual assessment, could be easily identified by the asymmetric index: the patients that improved had a higher asymmetric index than the patients that did not improve (1.32±0.35 vs. 1.08±0.04, $p=0.023$). **Conclusion:** The Tc-99m HDP bone scan may help predict the prognosis of patients with unilateral TMD after splint therapy when the TMD-involved joint reveals increased uptake by visual assessment. (Nucl Med Mol Imaging 2009;43(2):143-149)

Key Words: Bone scan, temporomandibular joint, temporomandibular disorder

서 론

측두하악관절장애(temporomandibular disorder, 이하 TMD)는 측두하악관절(temporomandibular joint, 이하 TMJ)에 근골격성 동통과 기능부전을 야기하는 병적 상태로 정의할 수 있다.^{1,2)} TMD는 TMJ뿐만 아니라, 저작근, 전이개부(preauricular area)의 동통/압통과 관절잡음, 개구장애 등을 주증상으로 하고 진단은 병력청취와 임상검사 그리고 영상검사를 통하여 이루어진다.^{1,2)} 골스캔(bone scan)은 TMD 진단을 위해 사용할 수 있는 영상검사의 하나로서 미량의 골대사변화를 조기에 찾아낼 수 있고 골병변의 활성성을 정확하게 평가함으로써 TMD의 진단과 치료방침을

• Received: 2008. 12. 31. • Revised: 2009. 2. 4.

• Accepted: 2009. 3. 3.

Address for reprints: Won Woo Lee M.D., Ph.D. (Associate Professor), Department of Nuclear Medicine, Seoul National University Bundang Hospital, 166 Gumri-ro, Bundang-gu, Seongnam 463-707, Korea

Tel: 82-31-787-7672, Fax: 82-31-787-4018

E-mail: wwlee@snu.ac.kr

※This work was supported by the Korea Research Foundation Grant funded by the Korean Government (MOEHRD, Basic Research Promotion Fund) (KRF-2007-331-E00168), by the Korea Science and Engineering Foundation (KOSEF) Grant funded by the Korean government (MOST) (No. 2008-01386), and by grant no. 02-2007-013 from the SNUBH Research Fund.

정하는데 유용한 정보를 제공한다.³⁻⁸⁾

TMD의 치료방법에는 보존적인 요법으로서 상담, 약물 치료, 주사요법, 물리치료, 생활습관 교정 그리고 교합안정장치 치료(splint therapy) 등이 있으며 수술적 요법으로는 관절경을 이용한 악관절 세정술 혹은 관절절개술을 포함한 수술적 방법이 있다. 대부분의 환자들은 수술적 요법 전에 보존적 요법들을 시행하게 되며 보존적 요법들 중에 대표적인 것이 바로 교합안정장치 치료이다.⁹⁻¹³⁾ 교합안정장치는 비정상적인 근육 활동을 줄여주고 근신경학적 균형을 가져와 특히 통증 감소 등의 치료효과가 있는 것으로 알려져 있다.¹¹⁾ 그러나 교합안정장치의 정확한 치료 기전에 대해서는 아직도 연구가 진행 중이다.^{10,13)}

TMD 환자의 치료 효과 평가는 치료 후에 TMJ의 움직임 정도, 잡음의 감소 정도와 같은 객관적 소견과 통증의 감소, 삶의 질 변화 등과 같은 주관적 소견을 종합하여 평가하게 되며¹¹⁾ 골스캔은 교합안정장치 치료 효과의 객관적인 평가를 위하여 TMD 환자에서 유용하게 사용될 수 있는 것으로 보고되었다.¹⁴⁾ 그러나 대부분의 골스캔 연구들은 TMD의 진단에 대한 골스캔의 유용성⁶⁾이나 증상과 골스캔 소견의 상관관계⁷⁾ 등에 초점이 맞추어져 있고 미래의 치료 효과를 사전에 예측하는 예후예측인자로서 골스캔의 유용성에 대한 연구는 찾아보기 어렵다. TMD 환자의 교합안정장치 치료효과를 예측할 수 있는 인자는 증상 지속 기간이 대표적이며 증상 지속 기간이 짧을수록 치료효과가 좋다.^{15,16)} 그러나 자기공명영상(MRI) 검사와 같은 영상 검사는 교합안정장치 치료효과예측에 도움이 되지 않은 것으로 보고되었다.¹⁷⁾ 저자들은 TMD로 진단받고 교합안정장치 치료를 시행한 환자들을 대상으로 치료전 골스캔에서의 예후예측 인자를 찾고자 하였다. TMD 환자의 증상 지속 기간을 고려하기 위하여 TMD이환 관절에 골스캔상 섭취 증가가 있는 경우는 상대적으로 급성기 환자일 가능성이 크고 섭취 증가가 없는 경우는 상대적으로 만성기 환자일 가능성이 크다는 전제하에¹⁸⁾ 골스캔이 교합안정장치 치료효과예측에 도움이 되는 것은 어떠한 경우인지 알아보았다.

대상 및 방법

1. 대상

2005년 1월에서 2007년 7월 사이에 분당서울대학교병원 치과에 내원하여 편측성 TMD로 진단받고 교합안정장치 치료를 시행하기 전에 골스캔을 시행한 환자 55명을 대상으로 하였다. 나이는 평균 34.7세(표준편차, 14.1세)이었고 성비는 남:여=9:46이었다. TMD의 진단을 위해서 최초 의

래 방문 시 주관적 증상으로 관절 부위의 통증, 관절 움직임 및 개구 정도에 대한 환자 자신의 평가, 일상 생활의 불편한 정도를 평가하였으며 객관적인 지표로는 관절 부위의 잡음, 관절 부위의 압통 유무를 평가하였다. 또한 방사선검사를 통하여 하악 과두에 생긴 골성 변화를 평가하였으며 필요에 따라 추가적으로 자기공명영상을 시행하였다. 위와 같은 소견을 종합하여 TMD를 진단하였다.²⁾ 환자의 증상 지속 기간은 정확한 대답을 받기 어려웠던 12명을 제외한 43명에서 평균 33.3개월(표준편차, 67.6개월)이었다.

교합안정장치 치료 중 1개월 간격으로 분당서울대학교병원 치과에서 외래 추적 관찰을 하였으며 6개월 째 외래 방문시 치료 결과가 좋은 군과 좋지 않은 군으로 판정하였다. 치료 결과를 평가하는 기준은 다음과 같이 정하였다.

- 1) 환자의 주관적 증상을 10 cm visual analog scale (VAS)로 평가하였을 때 치료 후 60%이상 감소함
 - 2) VAS 점수가 치료 후 2점 이하로 감소함
 - 3) 최대 개구량(최대 개구시 상하 절치간 거리)이 치료 전에 비해 5 mm이상 증가함.
 - 4) 외래 추적 관찰 기간 동안에 증상의 호전 후 다시 증상의 재발이 없음.
- 위의 4가지 조건을 모두 만족할 때 교합안정장치 치료 효과가 좋은 군(호전군)으로 판단하였다.¹⁹⁾

2. 골스캔 영상 획득 및 분석

1) 영상 획득

골스캔 영상은 Tc-99m hydroxymethylenediphosphonate (HDP) 1,295 MBq (35 mCi)를 정맥에 주사한 후 3시간에 획득하였다. 저에너지 고해상도 조준기를 장착한 이중헤드 감마카메라(ADAC Forte, Philips Medical Systems, OH, USA)를 이용하여 우측과 좌측 두개골의 측면에서 각각 50만 카운트를 얻었다.

2) 영상 분석

(1) 정성 분석

두 명의 경험 있는 핵의학과 의사(LW, 14년 임상 경험; LS, 3년 임상 경험)가 시각 분석으로 TMJ의 Tc-99m HDP 섭취 정도를 평가하였다. 양측 TMJ의 Tc-99m HDP 섭취 정도를 주위 경추골이나 두개 봉합선의 섭취와 비교하여 섭취 증가 혹은 정상으로 평가하고 TMD로 확인된 관절의 섭취를 반대편 정상 관절의 섭취와 비교하였다. TMD로 확인된 관절이 반대편 정상 관절보다 섭취 정도가 높으면 임상소견과 골스캔 정성분석의 일치로 보았고, 반대편 관절보다 섭취가 오히려 낮거나 같다고 판단한 경우에는 불일치

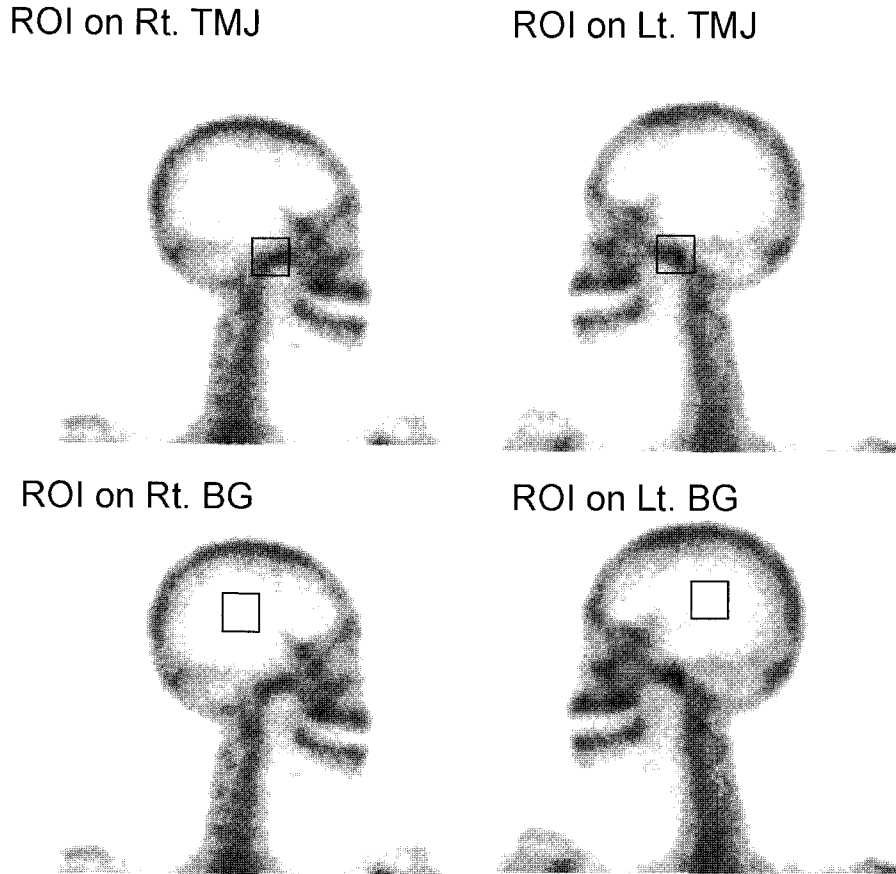


Figure 1. This figure shows how to draw region-of-interests (ROIs) on bone scan planar images. Upon the right and left lateral skull view images, 13X13 pixel-square ROIs were located at the bilateral temporomandibular joints (TMJs) and parietal skull areas. (BG, background)

한 경우로 보았다.

(2) 정량 분석

TMJ에 Tc-99m HDP의 섭취 정도를 정량화하기 위해 정사각형 모양의 관심영역(13×13 픽셀)을 설정하고 양측 TMJ와 양측 두정골에서 카운트를 측정하였다(Fig. 1). 좌우 TMJ 각각에 대하여 두정골을 배후영역으로 TMJ uptake ratio를 구하고, TMD로 진단된 관절의 반대편 정상 관절에 대한 asymmetric index를 계산하였다. 2가지 파라미터들의 계산식은 다음과 같다.

- TMJ uptake ratio = (TMJ counts - background counts) / background counts.
- Asymmetric index for the involved TMJ = TMJ uptake ratio of the involved joint / TMJ uptake ratio of the non-involved joint

3. 교합안정장치 치료의 예후 분석

교합안정장치 치료 시작 후 6개월에 치료효과를 평가하여 환자군을 호전군과 비호전군으로 나누고 교합안정장치 치료 시작 전에 실시한 골스캔 영상에서 얻어진 두 파라미터(TMJ uptake ratio, asymmetric index)가 두 군간에 차이가 있는지 비교분석 하였다. 또한 TMD이환 관절이 골스캔 정성 분석에서 섭취가 증가한 경우(임상소견과 골스캔 정성분석의 일치)와 증가하지 않은 경우(임상소견과 골스캔 정성분석의 불일치)로 나누어서 각각의 경우에 TMJ uptake ratio와 asymmetric index가 치료효과에 따라 유의하게 차이 나는지를 알아보았다.

4. 통계분석

통계분석을 위해 MedCalc 소프트웨어(version 9.4.1.0)를 이용하였다. 범주형 변수는 chi-square test로 검정을 실시하였고 연속 변수는 paired/unpaired T-test 혹은 Mann-Whitney test로 검정하였다. 수신자판단특성(receiver opera-

Table 1. Bone Scan Parameters According to the Results of Splint Therapy

	Improvement (n=46)	No improvement (n=9)	P value
TMJ uptake ratio of the involved joint	3.03±0.81	3.01±0.51	NS*
TMJ uptake ratio of the non-involved joint	2.60±0.83	2.69±0.44	NS
Asymmetric index	1.21±0.30	1.12±0.07	NS

*Not significant

Table 2. Bone Scan Parameters According to the Results of Splint Therapy in the TMD Patients who showed an Increased Uptake in the TMD-involved Joints

	Improvement (n=22)	No improvement (n=4)	P value
TMJ uptake ratio of the involved joint	3.18±0.88	2.94±0.34	NS*
TMJ uptake ratio of the non-involved joint	2.51±0.83	2.73±0.24	NS
Asymmetric index	1.32±0.35	1.08±0.04	0.023

*Not significant

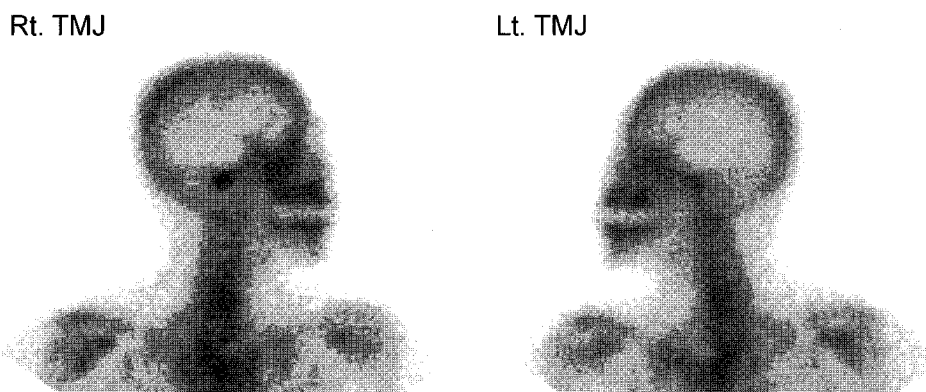


Figure 2. Right and left lateral skull view images of a 64-year-old female patient with a right temporomandibular disorder (TMD). The TMJ uptake ratios of the involved joint and the non-involved joint were 4.20 and 1.69, respectively. The asymmetric index was calculated as 2.49. After 6 months of the splint therapy, the patient experienced an improvement of her TMD signs and symptoms. (TMJ, temporomandibular joint)

ting characteristic, 이하 ROC) 곡선 분석으로 특정 골스캔 파라미터의 예후 예측에 대한 최적의 cut-off 값을 구하였다. 연속 변수는 평균과 표준편차로 데이터를 제시하였으며 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 인 경우에 의미가 있다고 판단하였다.

결 과

1. 교합안정장치 치료결과

총 55명의 환자 중 46명의 환자(남:여=7:39, 나이=35.6±14.6세)는 치료결과가 좋았고, 9명(남:여=2:7, 나이=29.8±10.5세)은 치료결과가 좋지 않았다. 호전군과 비호전군 간에 성별, 나이별 차이는 관찰되지 않았다($p > 0.05$). TMD 이환 관절은 호전군은 우측 TMJ 19, 좌측 TMJ 27예로서 비호전군 우측 TMJ 2, 좌측 TMJ 7예와 비교할 때 역시 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

2. 교합안정장치 치료결과와 치료 전 골스캔 소견의 비교

전체 55명의 환자 중에서 TMD에 이환된 관절의 TMJ uptake ratio는 3.02±0.77로서 이환되지 않은 반대편 정상관절의 2.62±0.78에 비하여 유의하게 높았다($p < 0.0001$).

교합안정장치 치료에 의하여 좋은 치료효과를 보였던 환자군(n=46)과 그렇지 않은 환자군(n=9) 간에 TMD 이환 관절의 TMJ uptake ratio, 비이환 관절의 TMJ uptake ratio, asymmetric index의 차이는 관찰되지 않았다($p > 0.05$) (Table 1).

3. TMD 이환여부와 골스캔 정성분석의 일치도에 따른 골스캔 정량분석 결과

전체 55명의 환자에서 임상적으로 TMD로 확인된 관절이 골스캔 정성분석에서도 섭취가 증가한 경우(임상소견과

골스캔 정성분석의 일치)는 47.3%(=26/55명)이었고 증가하지 않은 경우(임상조건과 골스캔 정성분석의 불일치)는 52.7%(=29/55명)이었다. TMD이환 관절에 골스캔상 섭취 증가가 관찰된 환자들의 증상 지속 기간은 18.2±36.8개월(n=22)로서 이환 관절에 섭취증가가 없었던 환자들의 증상 지속 기간 36.8±50.7개월(n=21)에 비하여 유의하게 짧았다(p=0.04).

임상조건과 골스캔 정성분석이 일치한 26명 TMD 환자들의 골스캔 정량분석 결과는 Table 2와 같다. 교합안정장치 치료에 의하여 좋은 치료효과를 보였던 환자군(n=22)과 그렇지 않은 환자군(n=4) 간에 TMD 이환 관절의 TMJ uptake ratio, 비이환 관절의 TMJ uptake ratio의 차이는 관찰되지 않았다(p>0.05). 그러나 asymmetric index는 호전군(1.32±0.35)이 비호전군(1.08±0.04)에 비하여 유의하게 증가되어 있었다(p=0.023) (Table 2). Asymmetric index를 이용하여 치료호전에 대한 ROC 분석을 실시하였을 때 asymmetric index 값이 1.11 을 초과할 때 치료호전을 예측하는 민감도 77.3%(=17/22명), 특이도 100%(=4/4명) (area under the curve=0.830, p=0.0001)를 보였다. 전형적인 증례를 Fig. 2에서 보여주고 있다.

임상조건과 골스캔 정성분석이 불일치한 29명 TMD 환자들의 정량분석 결과는 다음과 같다. 교합안정장치 치료에 의하여 좋은 치료효과를 보였던 환자군(n=24)과 그렇지 않은 환자군(n=5) 간에 TMD 이환 관절의 TMJ uptake ratio (2.88±0.74 vs. 3.06±0.65), 비이환 관절의 TMJ uptake ratio (2.68±0.84 vs. 2.66±0.59), 그리고 asymmetric index (1.11±0.19 vs. 1.16±0.07)의 차이는 관찰되지 않았다(p>0.05).

고 찰

이번 연구에서 골스캔으로 평가한 asymmetric index가 교합안정장치의 향후 치료효과와 관련이 있음이 밝혀졌다. 정성적 시각 분석으로 TMD이환 관절에 섭취가 증가하여 비교적 급성기 TMD환자로 진단할 수 있었던 경우, 좌우 관절의 비대칭 정도가 심할수록 교합안정장치 치료효과가 좋았다(Table 2, Fig. 2). 그러나 TMD로 진단받은 관절의 TMJ uptake ratio는 교합안정장치의 치료효과가 확인된 환자군과 치료효과가 없는 환자군 간에 유의한 차이가 없었다(Table 2). 이와 같은 소견은 현재 질병이 활발하게 진행되고 있는 TMJ가 골스캔에서 섭취 증가로 나타나고 골스캔 정량 분석에서 반대편 정상 관절보다 상대적인 섭취가 더욱 높을 때 교합안정장치 치료의 효과가 좋음을 암시하고 있다.¹⁴⁾

골스캔에서 골섭취 증가를 보이는 경우는 조골세포(osteoblast)의 활성이 증가하거나 혈류가 증가하여 전달되는 방사성의약품의 양이 많아질 때이다.²⁰⁾ 이와 같은 경우는 염증, 외상, 감염, 종양 등 여러 질환군을 포함하며 골스캔은 일반적으로 병변의 진행 초기에 이상소견을 보여 민감도가 높은 것으로 알려져 있다.²¹⁾ TMD는 관절의 염증이 중요한 역할을 하는 바²²⁾ 염증과 이에 동반된 혈류증가가 골스캔상 섭취증가에 있어 중요한 역할을 하였을 것으로 예상할 수 있다. 본 연구에서 TMD이환 관절의 골스캔상 섭취가 반대편 정상 관절보다 오히려 낮거나 같은 것으로 평가되어 비교적 만성기 TMD환자로 진단된 경우에는 asymmetric index 혹은 TMJ uptake ratio 모두 치료 결과와 상관없이 이와 같은 경우에는 골스캔으로는 발견할 수 없는 다른 인자들이 TMD환자의 예후에 영향을 미친 것으로 보인다. 따라서 장애를 진단 받은 관절에서 골스캔상 섭취증가가 관찰되는 경우와 그렇지 않은 경우는 TMD의 진행 상태가 서로 다르고 골스캔의 예후 예측 능력도 이에 따라 다르게 나타난 것으로 보인다.

TMD가 의심되지 않던 반대편 관절에서 골스캔상 섭취가 이환 관절보다 더 증가하는 경우 정확한 이유를 설명하기는 쉽지 않다. TMJ의 병리소견을 분석하거나³⁾ 자기공명영상 같은 고해상도 영상²¹⁾이 도움이 될 것이나 이번 연구에서 임상적으로 관절장애가 의심되지 않는 TMJ에 대한 병리/영상학적 평가는 연구자들의 일차 관심 밖의 일이었다. 다만 TMJ는 입을 벌리거나 다물 때 두개골부의 위턱뼈(상악골)와 아래턱뼈(하악골)가 관절운동을 하는 양측성 관절로 TMJ는 한쪽 관절에 문제가 생기면 다른 쪽 관절에 과부하가 걸릴 가능성을 염두에 두어야 한다. 양측의 TMJ는 동시에 기능을 수행할 뿐만 아니라 각각 독립적인 기능을 나타낼 수 있는 능력을 가지고 있다. 따라서 큰 힘을 필요로 하는 저작작용은 한쪽 TMJ가 중심축이 되고 반대편 TMJ는 도움 주는 역할을 수행하게 된다. 반복적인 이런 저작작용은 양측 TMJ를 비대칭으로 만들어 상대적으로 큰 저작력을 발생하는 작용축과 그렇지 않은 균형축으로 나뉘게 할 수 있다. 이와 같이 TMJ는 양측성 관절이기 때문에 TMD에 이환된 관절의 이상에 의하여 반대편 정상관절에 과부하가 유발되고 이에 따라 골스캔상 섭취 증가가 나타날 수 있는 것으로 보인다. 그러나 이 부분은 향후 TMD의 자연적인 진행 정도를 고려하여 더욱 많은 증례를 통하여 규명되어야 할 것이다.

본 연구에서는 평면영상 골스캔만을 실시하고 단일광자방출단층촬영(single photon emission computed tomography, 이하 SPECT)을 실시하지 않았다. 기존 연구에서

보고된 SPECT의 높은 민감도를 고려해 볼 때 SPECT와 평면영상을 함께 판독에 이용하면 더 높은 진단 능력을 보일 수 있으므로 이 부분은 추가 연구가 필요하다.²¹⁾ 또한 교합안정장치 치료 후에도 골스캔을 실시하여 치료 후에 임상적인 호전을 보인 환자군에서 asymmetric index가 유의하게 감소하는지도 앞으로 추가연구를 통하여 밝혀져야 할 것이다.

요 약

목적: 골스캔이 측두하악관절장애의 예후 예측에 유용한지 알려져 있지 않다. 이 연구의 목적은 편측성 측두하악관절장애 환자에서 예후 예측 인자로서 유용한 골스캔 소견은 무엇인지 알아보는 것이었다. **대상 및 방법:** 2005년 1월부터 2007년 7월에 걸쳐서 편측성 측두하악관절장애로 진단받고 치료 전 골스캔을 시행한 55명의 환자(남:여=9:46; 나이, 34.7±14.1세)들을 대상으로 하였다. 양측의 측두하악관절과 두정골 영역에서 13x13 픽셀 크기의 정사각형 관심영역을 그려서 Tc-99m HDP 섭취를 정량화하였다. 측두하악관절 섭취비는(측두하악관절 카운트 - 배후영역 카운트) / 배후영역 카운트로 계산하였고 이환된 측두하악관절에 대한 비대칭지표는 이환된 관절과 비이환된 관절 섭취비의 비로 정의하였다. 교합안정장치 시행 6개월 후 임상적 평가를 통해 호전군과 비호전군으로 나누고 골스캔 소견이 이러한 예후에 따라 어떻게 다른지 평가하였다. **결과:** 46명의 환자가 호전되었고 9명의 환자는 증상의 호전이 관찰되지 않았다. 호전군과 비호전군간에 이환관절의 측두하악관절 섭취비, 반대편 정상관절의 측두하악관절 섭취비, 그리고 비대칭지표의 유의한 차이는 관찰되지 않았다($p>0.05$). 그러나 소그룹 분석에서 이환 측두하악관절에 Tc-99m HDP의 섭취가 증가한 환자들에서는 비대칭지표에 의해 환자군이 구분되었다. 즉, 호전군의 비대칭지표가 비호전군에 비하여 유의하게 증가되어 있었다($1.32±0.35$ vs. $1.08±0.04$, $p=0.023$). **결론:** 편측성 측두하악관절장애 환자에서 Tc-99m HDP 골스캔은 시각 분석에서 이환 관절의 섭취가 증가되어 있는 경우 교합안정장치 치료에 대한 예후를 예측할 수 있는 것으로 보인다.

References

1. Clark GT, Delcanho RE, Goulet JP. The utility and validity of current diagnostic procedures for defining temporomandibular disorder patients. *Adv Dent Res* 1993;7:97-112.
2. Im JH, Kim YK, Yun PY. The epidemiologic study of the

- patients with temporomandibular joint disorders, using research diagnostic criteria for TMD (RDC/TMD): preliminary report. *J Kor Oral Maxillofac Surg* 2008;34:187-95.
3. Goldstein HA, Bloom CY. Detection of degenerative disease of the temporomandibular joint by bone scintigraphy: concise communication. *J Nucl Med* 1980;21:928-30.
4. Pocock DG, Agnew JE, Wood EJ, Banman EC, Valentine AR. Radionuclide imaging of the neck in rheumatoid arthritis. *Rheumatol Rehabil* 1982;21:131-8.
5. Collier BD, Carrera GF, Messer EJ, Ryan DE, Gingrass D, Angell D, et al. Internal derangement of the temporomandibular joint: detection by single-photon emission computed tomography. Work in progress. *Radiology* 1983;149:557-61.
6. Kim YG, Kim IJ, Kang YH, Son SM, Lee KS, Lee JB, et al. Clinical utility of bone scan in the diagnosis of temporomandibular disorders. *Korean J Nucl Med* 1995; 29:511-7.
7. Seo BJ, Ko MY. A study on clinical diagnosis of temporomandibular joint disorders using bone scan. *Korean Academy of Oral Medicine* 1996;21:103-13.
8. Epstein JB, Rea A, Chahal O. The use of bone scintigraphy in temporomandibular joint disorders. *Oral Dis* 2002;8:47-53.
9. Forssell H, Kalso E, Koskela P, Vehmanen R, Puukka P, Alanen P. Occlusal treatments in temporomandibular disorders: a qualitative systematic review of randomized controlled trials. *Pain* 1999;83:549-60.
10. Turp JC, Komine F, Hugger A. Efficacy of stabilization splints for the management of patients with masticatory muscle pain: a qualitative systematic review. *Clin Oral Investig* 2004;8:179-95.
11. Al-Ani Z, Gray RJ, Davies SJ, Sloan P, Glennly AM. Stabilization splint therapy for the treatment of temporomandibular myofascial pain: a systematic review. *J Dent Educ* 2005;69:1242-50.
12. Wassell RW, Adams N, Kelly PJ. The treatment of temporomandibular disorders with stabilizing splints in general dental practice: one-year follow-up. *J Am Dent Assoc* 2006;137:1089-98.
13. Glaros AG, Owais Z, Lausten L. Reduction in parafunctional activity: a potential mechanism for the effectiveness of splint therapy. *J Oral Rehabil* 2007;34:97-104.
14. Hersek N, Canay S, Caner B, Ulutuncel N. Bone SPECT imaging of patients with internal derangement of temporomandibular joint before and after splint therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;94:576-80.
15. Epker J, Gatchel RJ, Ellis E, 3rd. A model for predicting chronic TMD: practical application in clinical settings. *J Am Dent Assoc* 1999;130:1470-5.
16. Emshoff R. Clinical factors affecting the outcome of occlusal splint therapy of temporomandibular joint disorders. *J Oral Rehabil* 2006;33:393-401.
17. Emshoff R, Rudisch A. Likelihood ratio methodology to identify predictors of treatment outcome in temporomandibular joint arthralgia patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106:525-33.
18. Lee SR, Hwang EH. The use of radioisotope in the diagnosis of lesions of the maxillofacial region. *J Korean Dent Assoc* 1996;34:192-7.
19. Hamada Y, Kondoh T, Holmlund AB, Nakajima T, Horie A, Saito T, et al. One-year clinical course following visually guided irrigation for chronic closed lock of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;101:170-4.
20. Even-Sapir E, Mishani E, Flusser G, Metser U. 18F-Fluoride positron emission tomography and positron emission tomography/

- computed tomography. *Semin Nucl Med* 2007;37:462-9.
21. Krasnow AZ, Collier BD, Kneeland JB, Carrera GF, Ryan DE, Gingrass D, et al. Comparison of high-resolution MRI and SPECT bone scintigraphy for noninvasive imaging of the temporomandibular joint. *J Nucl Med* 1987;28:1268-74.
22. Kacena MA, Merrel GA, Konda SR, Wilson KM, Xi Y, Horowitz MC. Inflammation and bony changes at the temporomandibular joint. *Cells Tissues Organs* 2001;169:257-64.