

파노라마 및 경두개 방사선 사진과 CBCT 사진에서의 하악 과두 골변화 비교 연구

구윤성
트리플 에이 치과

교신저자 : 구윤성

트리플 에이 치과 원장

*Corresponding Author : Youn-Sung Koo, D.D.S., M.S., Ph.D.
Triple A Dental Clinic
13-1 Sunaedong Bundanggu Sunghamsi
Tel 82-31-711-8875, E-mail: g7yskoo@hanmail.net

Comparison of CBCT with panorama and transcranial projection in the bony change of temporomandibular condyle head

Youn-Sung Koo, D.D.S., M.S., Ph.D.
Triple A Dental Clinic

초록

그동안 턱관절 경두개 방사선 사진과 파노라마 사진이 TMD의 진단에 널리 사용되어 왔다. 그러나 경두개 방사선 사진과 파노라마 사진은 중첩과 왜곡으로 인하여 턱관절의 골변화 소견을 정확하게 보여주는 데 한계가 있었다. 이러한 한계를 극복하기 위하여 많은 연구가 시행되어 왔고 최근에 cone beam CT가 개발되어 이전의 방사선 사진이 제공하기 어려웠던 3차원적인 정확한 영상을 제공할 수 있게 되었다. 이에 그동안 TMD의 진단에 사용되어 왔던 경두개 방사선 사진과 파노라마 사진의 턱관절 골변화 소견을 CBCT 사진 상의 골변화 소견과 비교하여 본 결과 파노라마 사진 소견과 CBCT 사진 소견과의 일치율은 50.7%, 경두개 사진 소견과 CBCT 사진 소견과의 일치율은 47.8%였다.

서론

측두하악장애(Temporomandibular disorder)는 측두하악에 나타나는 근골격성 질병을 총칭하는 명칭으로 크게 근육성, 관절성, 염증성의 세가지 항목으로 분류되며 각각의 항목에는 서로 다른 원인과 증상을 가진 서로 다른 질병들이 포함되어 있다. 또한 TMD 환자를 보면 이러한 질병이 한 가지로 나타나는 경우도 있지만 대부분의 TMD 환자에게는 이러한 질병이 두 가지 이상이 혼재되어 나타난다. 거기다가 TMD로 인한 통증은 통증이 만성으로 진행될 경우 중추신경에 영향을 주어 신경증으로 발전되거나 환자의 정신과적인 문제를 야기하여 정신병을 동반하게 되기도 한다.

그러므로 TMD 환자를 치료할 때 치료에 앞서 임상 검사, 방사선 검사, 임상 병리 검사, 정신신경 분석검사 등을 시행하여 정확한 진단을 내리고 그에 따른 치료를 시행하는 것이 좋다.

대부분의 TMD 환자는 턱관절의 이상을 동반하지 않은 단순한 근육성 TMD 환자이다. 이러한 환자는 비교적 쉽게 약물이나 물리 치료, 장치 치료 등을 통해서 치료할 수 있지만 턱관절에 이상을 보이거나, 턱관절에 염증이 있어서 턱관절 과두에 심한 골변화가 있는 TMD 환자의 경우에는 치료가 잘 되지 않고 예후도 좋지 않다.

따라서 TMD 환자를 치료할 때 치료에 앞서 환자의 증상이 단순한 근육의 문제인지, 아니면 디스크의 전방 변위로 인한 관절의 문제인지, 아니면 턱관절 과두의 골변화를 동반한 염증성 TMD인지를 감별하기 위하여 방사선 사진을 활용하여 하악골 과두의 위치와 과두의 골변화를 검사하기 위한 다양한 연구가 시행되어 왔다.^{1,2,3,4,5)}

TMD의 진단을 위하여 경두개 방사선 사진, 턱관절 파노라마 사진, 일반 단층 사진(Tomography), 전산화 단층 사진(CT), 자기 공명 영상 사진(MRI) 등이 사용되어 왔는데 경두개 방사선 사진, 파노라마 사진은 임상에서 쉽게 촬영할 수 있는 장점이 있는 반면, 상이 중첩되거나 왜곡되어 하악 과두의 위치와 형태를 정확히 재현하는데 한계가 있었고, 단층 촬영 사진은 중첩을 피할 수 있는 장점이 있는 반면 환자의 방사선 조사량이 많고 다수의 사진을 종합해서 판별해야 하는 문제가 있었다. 또한 CT나 MRI는 턱관절과 그 주위 조직의 비교적 정확한 소견을 제공해 주지만 비용의 문제가 있어 TMD의 진단에 흔히 사용하는데 한계가 있었다.^{6,7)}

이러한 문제들로 인하여 방사선 사진 소견을 TMD 진단에 활용하는데 어려움이 많았지만 최근에 영상의학의 발전으로 치과 영역에 CBCT가 도입되면서 TMD의 진단에도 CBCT가 활용되기 시작하였다.^{8,9)}

CBCT는 높은 공간 분해 능력을 가지고 있으며 다면 영상 재구성시 왜곡이 발생하지 않아 이전의 방사선 사진에서는 제공하기 어려웠던 개별화된 다면 영상 재구성 및 높은 공간 분해 능력이 요구되는 측두하악관절의 골변화를 판별하는데 탁월한 소견을 보이고 있다.

이에 본 연구에서는 턱관절 골변화가 의심되는 환자를 대상으로 하여 기존에 TMD 진단에 흔히 사용하던 경두개 방사선 사진과 파노라마 사진 및 새로이 TMD 진단에 사용되기 시작한 CBCT 사진 소견을 비교하여 경두개 방사선 사진과 파노라마 사진의 유용성을 평가해 보고 아울러 TMD 진단과 치료에 CBCT 활용하는 것의 효용성을 확인해 보고자 한다.

재료 및 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 TMD 로 인하여 2008년 3월부터 2009년 12월까지 본 병원에 래원한 환자 중에서 턱관절 부위 촉진시 압통을 보여 턱관절 골변화가 의심되는 146명 환자의 190개의 턱관절을 대상으로 하였다.

턱관절 압통의 유무는 폐구시 턱관절 부위를 촉진하여 촉진시 양성 반응을 보이거나 개구시 턱관절 부위를 촉진하여 촉진에 양성 반응을 보이거나 폐구시나 개구시 촉진에 양성 반응을 보이는 것으로 판단하였다.

본 연구의 대상 총 146명의 환자 중 남자는 28명 여자는 118명이었고, 총 146명의 환자 중 10대는 32명, 20대는 47명 30대는 25명, 40대는 20명 50대는 9명 60대는 7명 70대 이상은 6명이었다.

본 연구의 대상 총 146명의 환자 중 턱관절 압통이 좌측 턱관절에 있는 환자는 45명 우측 턱관절에 있는 환자는 57명, 양측 턱관절에 있는 환자는 44명이었다.

2. 연구 방법

본 연구의 대상인 146명의 환자에서 턱관절 압통을 보이는 190개의 턱관절에 대하여 파노라마 사진, 경두개 사진, CBCT 사진을 촬영하여, 파노라마 사진 소견과 경두개 방사선 사진 소견에 대하여 CBCT 사진 소견과의 상관 관계를 연구하였다.

파노라마 사진과 경두개 사진에서 나온 골변화 점수를 CBCT 사진의 내측면, 중앙면, 외측면에서의 골변화 점수와 비교하여 파노라마 사진상의 골변화 점수와 경두개 사진상의 골변화 점수 각각에 대하여 CBCT 사진 소견에서 몇 개의 면에서 일치되는 소견이 보이는지를 검사하였다.

턱관절 파노라마 방사선 사진은 Instrumentarium OP-100 방사선 촬영장치를 사용하여 개구시와 폐구시 방사선 사진을 촬영하였다. 경두개 방사선 사진은 중외 CXD-RG55 방사선 촬영 장치를 사용하여 수직각 25도 수평각 4도를 적용하여 폐구시, 5mm 개구시, 최대 개구시 3장을 촬영하였다. CBCT 사진은 Kodak 9000-3D 방사선 촬영기를 이용하여 5mm 개구시의 상을 촬영하여 컴퓨터 상에서 시상면에서의 내측 단층면, 중앙 단층면, 외측 단층면 사진을 채득하였다.

3. 연구 항목

1) 턱관절 파노라마 사진 소견

환자의 파노라마 사진 소견을 조사하여 파노라마 사진 소견에서 턱관절의 골변화 여부를 관찰하여 골변화가 없을 경우 0점, 골변화가 있으나 골변화가 cortical bone에 국한되어 있거나 골변화가 심하지 않은 경우 1점, 골변화가 심해서 턱관절 과두 형태에 이상이 있는 경우 혹은 cortical bone 까지 파괴된 양상이 보이는 경우 2점을 부여하였다.

2) 경두개 방사선 사진 소견

환자의 경두개 방사선 사진 소견을 조사하여 경두개 방사선 사진 소견에서 턱관절의 골변화 여부를 관찰하여 골변화가 없을 경우 0점, 골변화가 있으나 골변화가 cortical bone에 국한되어 있거나

골변화가 심하지 않은 경우 1점, 골침식, 골경화, 골극 등이 심하게 있거나 cortical bone까지 파괴된 양상이 보이면 2점을 부여하였다.

3) CBCT 소견

또한 환자의 CBCT 소견을 조사하여 시상면에서의 턱관절 과두의 내측 단층면 중앙 단층면, 외측 단층면에서의 골변화 여부를 관찰하였다. 골변화가 없을 경우 0점, 골변화가 있으나 골변화가 cortical bone에 국한되어 있거나 골변화가 심하지 않은 경우 1점, 골변화가 심해서 골침식, 골경화, 골극 등이 심하게 있거나 cortical bone까지 파괴되어 있는 경우 2점을 부여하였다.

결과

1) 파노라마 사진과 CBCT 사진 소견 비교

파노라마 사진 소견에서 나온 골변화 점수와 CBCT 소견에서 나온 골변화 점수를 비교한 결과 전체 190개 턱관절 소견 중 50개의 소견에서 1개 면도 일치하지 않았고, 42개 소견에서 1개 면이, 48개 소견에서 2개 면이 일치하였고 내측 단층면, 중앙 단층면, 외측단층면 3개면이 다 일치한 소견은 50개였다. 또한 파노라마 사진 소견과 CBCT 사진 소견상의 3개 면에서의 소견의 일치성을 조사한 결과 총 570면 중 289면이 일치하여 일치율은 50.7%였다.(표1)

표1) CBCT 사진 소견에서의 파노라마 소견과 경두개 소견의 일치율

| 일치된 면수 | 파노라마 | | 경두개 | |
|--------|-------|-----|-------|-----|
| 0 | 50 | | 55 | |
| 1 | 42 | 140 | 43 | 135 |
| 2 | 48 | | 47 | |
| 3 | 50 | | 45 | |
| 합 | 190 | | 190 | |
| 일치율 | 73.7% | | 71.0% | |

2) 경두개 방사선 사진과 CBCT 사진 소견 비교

경두개 사진 소견에서 나온 골변화 점수와 CBCT 소견에서 나온 골변화 점수를 비교한 결과 전체 190개 턱관절 소견 중 55개의 소견에서 1개 면도 일치하지 않았고, 43개 소견에서 1개 면이, 47개 소견에서 2개 면이 일치하였고 내측 단층면, 중앙 단층면, 외측 단층면이 다 일치한 소견은 45개였다. 또한 경두개 사진 소견과 CBCT 사진 소견상의 3개 면에서의 소견의 일치성을 조사한 결과 총 570면 중 272면이 일치하여 일치율은 47.8%였다. (표1) (표2)

표2) CBCT 총면수에 대하여 파노라마 소견과 경두개 사진 소견의 일치된 면의 비율

| CBCT | 파노라마 | 경두개 |
|--------|-------|-------|
| 일치된 면수 | 289 | 272 |
| 총면수 | 570 | 570 |
| 일치율 | 50.7% | 47.8% |

3) 골관절염 환자의 비율

본 연구 대상인 146명 환자의 190개의 턱관절은 턱관절 촉진시 압통을 보여 골관절염이 의심되었다. 그러나 190개의 턱관절 중 파노라마 소견에서 골변화 없음 80개, 골변화 있음 66개, 골변화 심함 44개로 110개의 턱관절에서 골변화 소견이 보였다. 또한 190개의 경두개 소견에서 골변화 없음 38개, 골변화 있음 85개, 골변화 심함 67개로서 152개 턱관절에서 골변화 소견을 보였다. 또한 190개의 CBCT 소견에서 골변화 없음 30개, 골변화 있음 81개, 골변화 심함 79개로서 160개 턱관절에서 골변화 소견을 보였다.(표3)

표3)

| | 파노라마 | | 경두개 | | CBCT | |
|--------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| 골변화 없음 | 80 | | 38 | | 30 | |
| 골변화 있음 | 66 | 110 | 85 | 152 | 81 | 160 |
| 골변화 심함 | 44 | | 67 | | 79 | |
| 합 | 190 | | 190 | | 190 | |
| 골변화율 | 57.9% | | 80.0% | | 84.2% | |

고찰

TMD 환자의 치료에 있어서 하악 관절 과두의 골변화를 보이는 골관절염 환자는 증상이 매우 심하고 치료가 잘 되지 않으며 치료 후의 예후도 별로 좋지 않다.^{10,11)} 따라서 TMD 환자를 치료할 때 턱관절 과두의 골변화 여부를 미리 확인하고 치료를 시작하는 것이 좋다.

그러나 모든 TMD 환자를 대상으로 방사선 사진을 촬영하여 골변화 여부를 확인하면 좋겠지만 전체 TMD 환자 중 골관절염 환자의 비율이 높지 않으므로 모든 환자를 대상으로 방사선 사진을 촬영하는 것은 바람직하지 않아 보인다.

그동안 임상 검사를 통하여 골관절염이 의심되는 환자를 대상으로 턱관절 파노라마 사진, 경두개 방사선 사진 등을 촬영하여 골관절염 여부를 결정하여 왔다. 그러나 파노라마 사진과 경두개 사진은 다른 조직과의 중첩 왜곡 등으로 인하여 턱관절 골변화를 정확히 진단해 내는데 한계가 있었고 의

골변화 양성도는 60% 정도에 불과하여 턱관절 과두의 골변화를 정확하게 예측하는 데 한계가 있었다.¹²⁾

그동안 이러한 한계를 극복하기 위하여 여러 가지 노력들이 시도되었다. 파노라마 촬영시 조사각에 변화를 두어 더 정확한 하악 과두의 방사선 소견을 얻고자 시도한 연구들도 있었고,^{13,14)} 파노라마 사진에서 보이는 관절 과두의 이상 소견을 분석한 연구가 있다.^{15,16,17,18)} 이 외에도 여러 연구자들에 의하여 파노라마 사진을 TMD 진단에 활용할 수 있는 다양한 방안이 제안되었다.^{19,20,21,22,23,24,25,26)}

그럼에도 불구하고 여러 연구자들은 파노라마 사진을 TMD 진단에 활용하는데 한계가 있음을 보고했고, 파노라마 사진을 이용하여 TMD를 진단하는 것을 추천하지 않았다.^{27,28)} 그러나, 파노라마 사진은 하악 과두의 골변화를 정확히 알아보는 데는 어려움이 있었으나, 악골의 기형, 턱관절의 형태를 조사하는 데는 유용하게 사용되었다.²⁹⁾

경두개 방사선 사진은 오랫동안 하악 과두의 골변화를 조사하고, 하악 운동시 관절와 내에서의 관절 과두의 위치 변화 등의 연구에 응용되어 TMD 치료에 이용되어 왔다.³⁰⁾ 그러나 경두개 방사선 사진은 촬영 각도의 차이에 따라 관절 공극이 서로 다르게 나타나고 측두골의 추체부가 하악 과두 경부에 중첩되어 하악 과두에 나타나는 골변화가 정확하게 보이지 않아 진단에 많은 어려움이 있었다.³¹⁾

이러한 어려움을 극복하기 위해 두부 고정 장치를 사용하거나 턱관절 전용 방사선 촬영기를 사용하여 이러한 오차를 최소화하려는 노력을 해왔다.^{31,32)}

또한 파노라마 사진은 턱관절의 내면에서 외면으로 방사선을 조사함으로써 턱관절의 내측의 상을 보이고 경두개 방사선 사진은 턱관절의 외측에서 내측으로 방사선을 조사함으로써 턱관절의 외측의 상을 보여서 턱관절 과두의 골변화를 관찰할 때 파노라마 사진과 경두개 사진은 서로 보완해서 사용할 수 있었다.

그러나 이러한 노력에도 불구하고 하악 과두는 형태에 있어서 개인차가 심하고 동일인에서도 좌우 측이 다른 형태를 보이는 등 촬영과 판독에 어려움이 많았다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 촬영시 개인별로 조사각도에 변화를 주어 가능한 중첩을 최소화 하려는 연구도 있었다.¹⁸⁾

또한 상의 중첩을 해결하기 위해서 하악 과두에 대한 단층 촬영이 시도되었고 단층 촬영을 통하여 하악 과두의 형태 및 각도에 의한 오류를 최소화할 수 있었으나 단층 촬영을 위해서는 먼저 이하두정 방사선 사진을 촬영하여 수평면에서의 하악 과두의 각도를 결정하고 이각도를 기준으로 단층 촬영을 해야 하는 번거로움이 있고 비교적 고가인 단층 촬영기가 구비되어 있어야 하는 문제가 있었다.³³⁾

또한 단층 방사선 촬영 기술의 발달과 컴퓨터의 도움으로 1973년 CT가 개발된 이래 CT가 치과 영역에서 사용되기 시작하였으며 이에 따라 TMD의 진단과 치료에 CT가 활용되기 시작하였다.³⁴⁾ CT는 턱관절에 대한 3차원의 정확한 상을 제공하는 장점에도 불구하고 상대적으로 고가의 장비가 구비되어야 하는 문제가 있어 TMD 환자의 진단과 치료에 널리 사용되지 못했다.

CBCT는 1980년 Rob에 의하여 고안된 이후 1986년 Toyofuka 1997년 Arai, 2001년 Tokuoka 등에 의하여 발전되어 왔고 이후 여러 형태의 CBCT가 개발되었다.^{35,36,37,38,39)} CBCT는 기존의 CT와 달리 비교적 저렴한 비용으로 설치가 가능하고 촬영이 용이한 반면 상당히 우수한 3차원적인 방사선 소견을 제공하여 치과에서 임상에 다양하게 사용되고 있다.^{8,40)}

TMD의 진단과 치료에 CBCT를 활용하고자 하는 연구가 시행되었다. Honda등은 CBCT를 이용하여 턱관절을 촬영하여 영상이 왜곡되거나 확대 혹은 축소되지 않고 정확한 상을 보임을 보고하였고, Hwang 등은 CBCT 를 이용하여 중심 교합시 하악 과두와 관절와의 3차원적인 위치관계를 연구하여 내측 단층면에서는 하악 과두가 관절와의 후방에 위치하고 중앙 단층면에서는 약간 후방 위치하며 외측 단층면에서는 오히려 전방 위치함을 보고하였다. 9, 41)

또한 Kim 등은 TMD 환자를 관절 원반 비변위군과 정복성 관절 원반 변위군, 비정복성 관절 원반 변위군으로 나누어 각각의 환자에 대하여 CBCT와 MRI를 촬영하여 각각 대하여 하악 과두의 위치를 측정하고 하악 과두의 골변화 및 관절 용기의 형태를 관찰하여 CBCT 와 MRI 의 TMD 진단능을 비교하였다. 42)

이러한 연구들로 인하여 CBCT 는 TMD의 진단과 치료에 활용되기 시작하고 있으나, 그동안 TMD의 진단과 치료에 흔히 사용되어 오던 턱관절 파노라마 사진과 경두개 방사선 사진과의 비교 연구는 미진한 실정이다. 다만 파노라마 사진과 경두개 방사선 사진과 기존의 CT 소견을 비교한 연구가 있다. 16, 43)

이러한 시점에 CBCT 사진이 일반 파노라마 사진이나 경두개 사진에 비해 영상이 왜곡되거나 변위되지 않고⁹⁾ 일반 CT 사진 소견에서는 1mm 보다 작은 골변화는 나타내지 못하는데 비하여 CBCT 소견에서는 1mm 보다도 미세한 골변화를 나타내어 턱관절 과두의 보다 정확한 소견을 보인다는 전제 하에, 그동안 TMD의 진단과 치료에 널리 사용되어 왔던 파노라마 사진과 경두개 사진의 유용성을 평가해 보는 것은 필요한 연구로 생각된다. 9, 44, 45)

본 연구에서는 CBCT 3개 단층면 소견에 대하여 파노라마 사진 소견과 경두개 사진 소견을 상호 비교한 바 1개 이상의 단층면에서 일치된 결과를 보인 경우는 파노라마 소견에서는 73.7%, 경두개 소견에서는 71.0%였으며 전체 단층면을 검사한 결과 CBCT 전체 단층면에 대해서 파노라마 사진은 50.7% 경두개 사진은 47.8%의 일치율을 보였다.

또한 파노라마 사진 소견, 경두개 방사선 사진 소견, CBCT 소견 상에서의 골변화율을 비교한 바 골변화가 있거나 심한 경우가 파노라마 소견에서는 57.9%, 경구개 사진 소견에서는 80.0%, CBCT 소견에서는 84.2%로 나타났다.

CBCT 의 3개 단면에 대하여 파노라마 사진 소견과 경두개 사진 소견과의 일치성을 비교한 연구 결과에서 1개 이상의 단면에서 일치된 결과를 보인 비율에서는 73.7 : 71.0로 파노라마 사진 소견이 경두개 사진보다 더 일치된 결과를 보여 주었다. 반면 파노라마 소견과 경두개 소견, CBCT 소견에서 골변화율은 경두개 소견이 80.0%로 CBCT 소견의 골변화84.2%에 더 근접한 결과를 보여 주었다.

이러한 결과로 볼 때, 파노라마 사진과 경두개 사진 소견이 턱관절에 대한 정확한 상을 나타내 주지는 못하나 골변화 여부를 알아보는 데는 유용성이 있다고 볼 수 있다.

따라서 TMD 환자를 치료할 때 임상 검사와 아울러 기존의 파노라마 사진과 경두개 사진을 촬영하여 파노라마 사진 소견이나 경두개 사진 소견에서 골변화 이상이 발견되면 보다 더 정확한 골변화상을 판별하기 위하여 CBCT 사진을 촬영하여 해당 턱관절의 골변화를 정확하게 진단하고 치료에 들어가는 것이 좋으리라 생각된다.

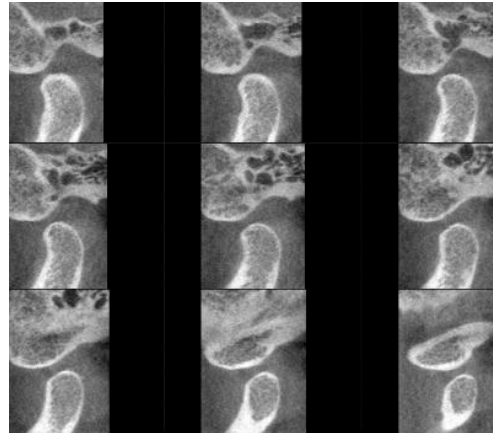


그림 1. CBCT 시상면 3*3 소견으로 “골변화 없음”을 보이는 사진

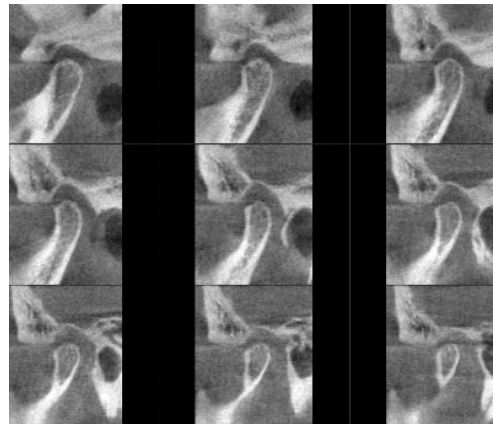


그림 2. CBCT 시상면 3*3 소견으로 골침식, 골극 상이 보이거나 골변화 피질골에 국한되어 나타나는 “골변화 있음”을 보이는 사진

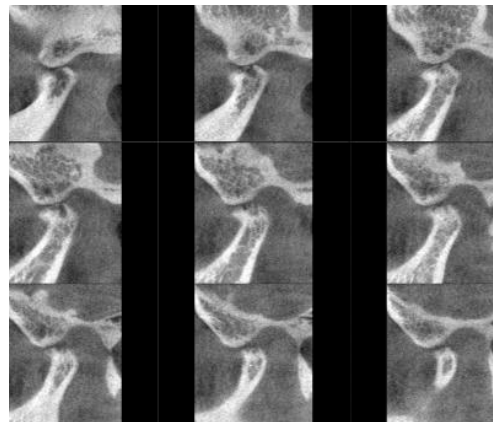


그림 3. CBCT 시상면 3*3 소견으로 심한 골침식, 골경화, 골극이 보이며 피질골이 파괴되어 나타나는 “골변화 심함”을 보이는 사진

References | 참고문헌

1. Updegrave, W.J., An improved roentgenographic technic for the temporomandibular articulation. J.A.D.A., 1950. 40: p. 391-401.
2. Amer, A., Approach to surgical diagnosis of the temporomandibular articulation through basic studies of the normal. J.A.D.A., 1952. 45: p. 668-688.
3. Weinberg, L.A., Technique for temporomandibular joint radiographs. J Prosthet Dent, 1972. 28(3): p. 284-308.
4. Bergstadt, H., The influence of the angle of projection on the linear error in craniolateral radiography. Acta Odontol. Scand., 1971. 29: p. 3-16.
5. Pullinger, A.G., et al., A tomographic study of mandibular condyle position in an asymptomatic population. J Prosthet Dent, 1985. 53(5): p. 706-13.
6. 이상래, 황., 경두개 방사선 사진과 측방 개별화 단층 방사선 사진을 이용한 하악 과두의 형태와 위치에 관한 연구. 대한 구강 악안면 방사선 학회지, 1997. 27: p. 25-40.
7. Eckerdal, O. and M. Lundberg, Temporomandibular joint relations as revealed by conventional radiographic techniques. A comparison with the morphology and tomographic images. Dentomaxillofac Radiol, 1979. 8(2): p. 65-70.
8. Arai, Y., et al., Computed tomography under endoscopic retrograde pancreatography (ERP-CT) to investigate the drainage area of the pancreatic head. Pancreas, 1999. 18(2): p. 127-32.
9. Honda, K., et al., Ortho cubic super-high resolution computed tomography: a new radiographic technique with application to the temporomandibular joint. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2001. 91(2): p. 239-43.
10. 박준상, 고., 두개 하악 장애 환자의 보존적 치료에 관한 장기 평가. 대한 구강 내과 학회지, 1993. 18: p. 81-96.
11. Carraro, J.J. and R.G. Caffesse, Effect of occlusal splints on TMJ symptomatology. J Prosthet Dent, 1978. 40(5): p. 563-6.
12. 손대은, 옥., 고명연, 안용우, 측두하악골관절염 환자의 보존적 치료에 관한 연구. 대한 구강내과 학회지, 2007. 32: p. 227-239.
13. 김정화, 최., 두부 위치에 다른 하악 과두의 파노라마상 대한 구강 악안면 방사선 학회지, 1990. 20: p. 219-24.
14. 최순철, 파노라마 방사선 사진에서의 하악 과두 구조. 대한 구강 악안면 방사선 학회지, 1990. 20: p. 163-70.
15. Crow, H.C., et al., The utility of panoramic radiography in temporomandibular joint assessment. Dentomaxillofac Radiol, 2005. 34(2): p. 91-5.
16. Mawani, F., et al., Condylar shape analysis using panoramic radiography units and conventional tomography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2005. 99(3): p. 341-8.
17. 최순철, 파노라마 방사선 사진에서의 하악 과두 구조 2. 대한 구강 악안면 방사선 학회지, 1993. 23: p. 163-9.
18. 나경수, 파노라마 및 경두개 반방사선 사진에서 하악 과두의 조사 각도. 대한 구강 악안면 방사선 학회지, 2006. 36: p. 131-5.

19. Uemura S, P.C., Nishihara H, tanimoto K, Tamane Y, X-ray diagnosis of temporomandibular(TMJ) osteoarthritis by orthopantomography Dent Radiol, 1978. 18: p. 296-304.
20. Chilvarquer, I., et al., Intercondylar dimension as a positioning factor for panoramic images of the temporomandibular region. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1987. 64(6): p. 768-73.
21. Chilvarquer, I., et al., A new technique for imaging the temporomandibular joint with a panoramic x-ray machine. Part I. Description of the technique. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1988. 65(5): p. 626-31.
22. Chilvarquer, I., et al., A new technique for imaging the temporomandibular joint with a panoramic x-ray machine. Part II. Positioning with the use of patient data. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1988. 65(5): p. 632-6.
23. Chomenko, A.G., Structure of the TMJ as viewed on the pantomograph. J Prosthet Dent, 1982. 48(3): p. 332-5.
24. Updegrave, W.J., Visualizing the mandibular ramus in panoramic radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1971. 31(3): p. 422-9.
25. Langland, O.E. and F.H. Sippy, Anatomic structures as visualized on the orthopantomogram. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1968. 26(4): p. 475-84.
26. Greig, J.H. and F.W. Musaph, A method of radiological demonstration of the temporomandibular joints using the orthopantomograph. Radiology, 1973. 106(2): p. 307-10.
27. Epstein, J.B., J. Caldwell, and G. Black, The utility of panoramic imaging of the temporomandibular joint in patients with temporomandibular disorders. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2001. 92(2): p. 236-9.
28. Leon, S.D., The use of panoramic radiography for evaluating temporomandibular disorders. Gen Dent, 2004. 52(4): p. 339-41.
29. Rushton, V.E., K. Horner, and H.V. Worthington, Screening panoramic radiology of adults in general dental practice: radiological findings. Br Dent J, 2001. 190(9): p. 495-501.
30. Cole, S.V., Transcranial radiography: contours of the condyle and fossa of the TMJ. J Craniomandibular Pract, 1983. 1(4): p. 33-6.
31. Tucker, T.N., Head position for transcranial temporomandibular joint radiographs. J Prosthet Dent, 1984. 52(3): p. 426-31.
32. Buhner, W.A., A headholder for oriented temporomandibular joint radiographs. J Prosthet Dent, 1973. 29(1): p. 113-7.
33. Yale, S.H., et al., Laminagraphic cephalometry in the analysis of mandibular condyle morphology. A preliminary report. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1961. 14: p. 793-805.
34. Hounsfield, G.N., Computerized transverse axial scanning (tomography). 1. Description of system. Br J Radiol, 1973. 46(552): p. 1016-22.
35. Toyofuku, F., Development of a low dose X-ray CT using 1.1+ TV system. Med Imag Tech, 1986. 4: p. 189-90.
36. Baba, R., et al., Comparison of flat-panel detector and image-intensifier detector for cone-beam CT. Comput Med Imaging Graph, 2002. 26(3): p. 153-8.
37. Baba, R., K. Ueda, and M. Okabe, Using a flat-panel detector in high resolution cone beam CT for dental imaging. Dentomaxillofac Radiol, 2004. 33(5): p. 285-90.

38. Sukovic, P., Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res*, 2003. 6 Suppl 1: p. 31-6; discussion 179-82.
39. Ziegler, C.M., et al., Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. *Dentomaxillofac Radiol*, 2002. 31(2): p. 126-30.
40. Arai, Y., et al., Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol*, 1999. 28(4): p. 245-8.
41. 황형주, 김., 최용석, 황희환, cone beam형 전산화단층영상을 이용한 하악 과두 위치의 연구. 대한 구강 악안면 방사선 학회지, 2006. 35: p. 103-9.
42. 김규태, 최., 황희환, 측두하악관절에 대한 cone beam형 전산화 단층 촬영상과 자기 공명 영상상과의 비교. 대한 구강 악안면 방사선 학회지, 2008. 38: p. 153-161.
43. 오종화, 김., 김진수, 하악 과두 운동 평가를 위한 경두개 방사선 사진과 파노라마 TMJ 방사선 사진의 비교. 대한 구강 악안면 방사선 학회지, 2008. 38: p. 89-93.
44. Honey, O.B., et al., Accuracy of cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: comparisons with panoramic radiology and linear tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2007. 132(4): p. 429-38.
45. 최용석, 김., 황희환, Cone Beam형 전산화 단층 영상의 원리. 대한 구강 악안면 방사선 학회지, 2006 36: p. 123-9.



Comparison of CBCT with panorama and transcranial projection in the bony change of temporomandibular condyle head (p17~28)