

안면중양부 골절 진단시 전산화단층사진과 Waters 방사선사진의 진단능 비교

서울대학교 치과대학 구강악안면방사선학 교실

전인성·최순철

목 차

- I. 서 론
- II. 연구재료 및 연구방법
- III. 연구성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

안면중양부 골절은 상악골에만 국한되는 경우도 있으나 전두골, 비골, 누골, 관골, 서골, 사골, 접형골 등의 골절을 수반하기도 한다. 따라서 안면중양부 골절 양상은 매우 다양할 수 있으나 많은 경우에 Le-Fort¹⁾가 분류한 몇가지 일반적인 형태, 즉 관골 골절, 수평 골절, 피라밋형 골절이나 두개안면 분리골절의 형태로 나타난다.

일반적으로 안면 외상환자의 방사선학적 평가는 일반 방사선사진과 전산화단층사진으로 이루어지는데 일반 방사선사진 중에서 가장 보편적으로 사용되고 있는 방사선사진은 Waters 방사선사진으로서 이는 안와, 비중격, 부비동, 관골궁

그리고 상하악골에 이르는 비교적 넓은 부위를 나타내 준다. 그러나 해부 구조의 심한 중첩으로 골절선 유무를 정확하게 진단하기가 어려운 경우가 있으며 특히 안면 외상환자의 대부분이 응급처치를 필요로 하는 상태이므로 부정확한 환자의 머리위치, 과도한 출혈, 기관튜브 등이 진단을 더욱 어렵게 할 수 있다^{2,3)}.

이에 반하여 전산화단층사진은 촬영시 환자의 위치 고정이나 좀 더 용이하고 중첩이 없이 복잡한 심부의 골구조 및 연조직을 나타내 주므로 진단능이 우수한 것으로 평가되고 있는 반면⁴⁻⁹⁾ 촬영시간이 길고 방사선 조사량이 많으며 가격이 비싼 것이 단점으로 지적되고 있다¹⁰⁾.

안면중양부 골절에 관해서는 임상적 연구¹¹⁻¹³⁾와 방사선학적 연구 등이 비교적 활발하게 이루어져 오고 있으며, 방사선학적 연구도 전반적인 진단 영상법의 이용과 그 소견을 기술한 연구^{5,14,15)}, 일반 방사선사진을 이용한 연구¹⁶⁻¹⁹⁾, 전산화단층사진을 이용한 연구^{10,20-25)} 등이 있다. 특히 일반 방사선사진과 전산화단층사진을 비교한 연구를 보면 Zilkha^{26,27)}, Johnson 등²⁸⁾, Kreipke 등⁶⁾은 전산화단층사진, 일반 단층사진, 일반 방사선사진을 서로 비교하였을 때 전산화단층사진의 진단능이 가장 우수하다고 하였다. 그러나 이들 논문들은 환자의 실제 상태를 절대기준(gold standard)으로 하여 비교한 것이 아니라 단순히 방사선사진상을 서로 비교하거나 전산화단층사

* 본 연구 논문은 1995년도 서울대학교병원 지정진료연구비 지원에 의한 것임

진을 절대기준으로 하여 비교하였을 뿐이며, Hammerschlag 등²⁹⁾ 이 8구의 사체에 인위적으로 안와골절을 시켜 이를 절대기준으로 하여 전산화단층사진, 일반 단층사진, 일반 방사선사진을 비교하였을 뿐이다.

이와 같이 환자의 골절 상태를 절대기준으로 하여 진단 영상법의 진단능을 비교 연구한 경우는 찾아보기 힘들기 때문에 저자는 안면중양부 외상환자의 수술시 소견을 절대기준으로 하여 전산화단층사진과 일반 방사선사진의 진단능을 비교하고자 하였으며 치과방사선과 전공자와 비전공자간에 판독 능력의 차이가 있는 지를 알아보고자 하였다.

II. 연구재료 및 연구방법

연구재료

1992년 1월부터 1993년 12월까지 인제대학교 의과대학부속 상계백병원 응급실에 내원하여 전산화단층사진과 Waters 방사선사진을 촬영하고 수술을 시행한 환자 44명을 대상으로 하였다. 환자는 남자가 32명, 여자가 12명이었으며 연령 분포는 16세에서 74세까지였고 평균 38세였다.

연구방법

1. 방사선사진 촬영

Waters 방사선사진은 TOSHIBA사의 TF-6TL-6 TOSHIBA 촬영기로 촬영하였으며 촬영 조건 81 kVp, 16 mAs, 32 msec에서 필름에 시상면이 수직이 되도록 머리를 위치시키고 턱을 들어 안각-이주(canthomeatus)선이 필름면과 37-40 도가 되도록 하였으며 전산화단층사진은 금성사의 SOMATOM PLUS로 촬영하였다.

2. 방사선사진 판독

연구대상 환자 44명의 Waters 방사선사진 44매와 전산화단층사진 88매(횡단면 사진 44매와 관상면 사진 44매)를 치과방사선과 전공자 3명(R군)과 비전공자 3명(N군)이 3가지 방법으로

판독하였다. 판독 방법은 첫번째는 Waters 방사선사진만을, 두번째는 전산화단층사진만을 판독하였으며 세번째는 Waters 방사선사진과 전산화단층사진을 동시에 이용하여 판독하였다. 각 판독은 충분한 시간이 경과된 뒤에 함으로써 기억력에 의한 판독의 가능성을 배제하였다. 판독 부위는 안면중양부 외상환자의 대부분이 상악동을 포함하므로 상악동의 각 벽(전벽, 후벽, 내벽, 측벽, 상벽)으로 하였다.

3. ROC(Receiver Operating Characteristic) 분석

각 부위의 골절선 유무 판단을 다음과 같은 5 단계로 구분하여 시행하였다.

- ① 골절선이 확실히 있는 경우 -- 1
- ② 골절선이 있는 것 같은 경우-- 2
- ③ 잘 모르겠는 경우 -- 3
- ④ 골절선이 없는 것 같은 경우-- 4
- ⑤ 골절선이 확실히 없는 경우 -- 5

개개 부위의 판독 결과를 절대 기준과 비교하여 아래와 같이 민감도(sensitivity)와 특이도(specificity)를 구하였다.

$$\begin{aligned} \text{민감도 (Sensitivity)} &= \frac{\text{True positive}}{\text{True positive} + \text{False negative}} \\ \text{특이도 (Specificity)} &= \frac{\text{True negative}}{\text{True negative} + \text{False positive}} \end{aligned}$$

이 때 사용된 절대기준(gold standard)은 수술시 소견으로 하였으나 상악동 후벽은 수술시에 골절 여부를 확인하기가 어려우므로 전산화단층사진을 포함한 모든 진단영상을 연구에 참여하지 않은 치과방사선과 전공자 3명이 합동 평가(joint evaluation)하여 정하였다. 구해진 민감도와 특이도를 이용하여 [1-특이도]와 [민감도]로 이루어진 좌표들을 연결하여 ROC 곡선을 그렸으며 ROC 곡선 하방의 면적을 계산하여 진단능의 기준으로 삼았다. 각 판독 방법과 판독 부위별로 진단능을 비교하였으며 전공자군과 비전공자군도 비교하였다.

Table 1. ROC area according to interpreting methods (R group)

Interpreting methods	R1	R2	R3	Average
Waters'only	0.8240	0.7683	0.7208	0.7710
CT only	0.8827	0.8739	0.8226	0.8597
Waters'+ CT	0.8970	0.8732	0.8594	0.8765

* R : Oral Radiologist

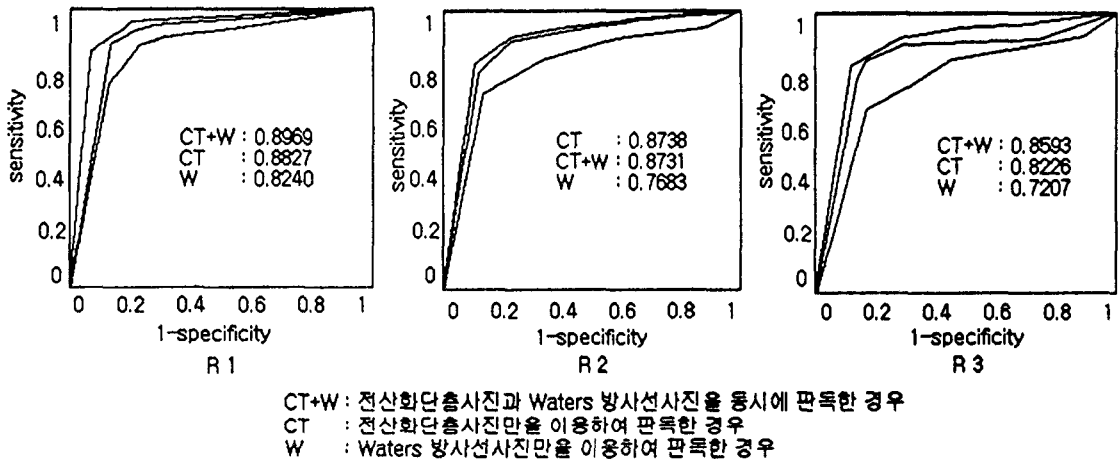


Fig. 1. ROC curve of according to interpreting methods (R group)

Table 2. ROC area according to interpreting methods (N group)

Interpreting methods	N1	N2	N3	Average
Waters'only	0.7656	0.6666	0.6304	0.6876
CT only	0.8129	0.8169	0.7664	0.7988
Waters'+ CT	0.8498	0.8258	0.7101	0.7953

* N : Non-Oral Radiologist

III. 연구성적

R군의 경우에 Waters 방사선사진만을 이용했을 때의 ROC 면적은 평균 0.7710으로서 전산화단층사진만을 이용한 경우의 ROC 면적 0.8597 과 두 가지 방사선사진을 동시에 이용한 경우의 ROC 면적 0.8765보다 작았으나 ($P < 0.05$) 전산화단층사진만을 이용한 경우와 두 가지를 동시에 이용한 경우에는 유의한 차이가 없었다(Table 1 과 Fig. 1 참조)

N군의 경우에도 전반적으로 R군보다 ROC 면적은 작았으나 Waters 방사선사진만을 이용한 경우보다 전산화단층사진만을 이용한 경우와 두 가지를 동시에 이용한 경우의 ROC면적이 컸다 ($P < 0.05$). 전산화단층사진만을 이용한 경우와 두 가지를 동시에 이용한 경우에는 유의한 차이가 없었다(Table 2 참조).

판독 부위별 ROC 면적을 구한 결과 R군에서는 측벽의 경우 0.9406으로 다른 부위보다 컸으며($P < 0.05$) 후벽의 경우 0.7536으로 가장 작았다.

Table 3. ROC area according to the site of interpretation (R group)

Inter-pretting method \ Site	Anterior wall	Posterior wall	Medial wall	Lateral wall	Superior wall
Waters' only	0.6509	0.7255	0.7828	0.9015	0.7945
CT only	0.9042	0.7630	0.8209	0.9469	0.8637
Waters'+ CT	0.8736	0.7724	0.8604	0.9735	0.9026
Average	0.8096	0.7536	0.8214	0.9406	0.8536

* R : Oral Radiologist

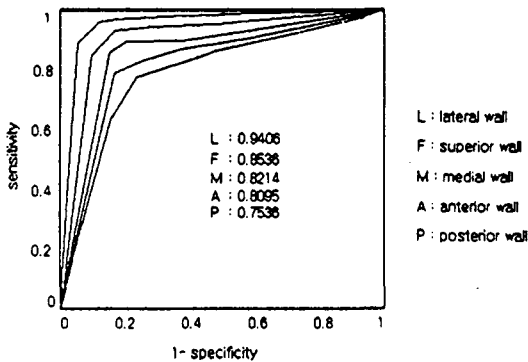


Fig. 2. ROC area according to the site of interpretation (R group)

전벽의 경우 Waters 방사선사진만을 이용한 경우에 비해 전산화단층사진만을 이용한 경우와 두가지를 동시에 이용한 경우에 ROC 면적이 유의성 있게 증가하였으나(P<0.05) 후벽의 경우는 3가지 경우에서 큰 차이가 없었다. 흥미로운 사실은 내벽, 측벽, 상벽의 경우에 전산화단층사진만을 이용한 경우에는 ROC면적이 증가하긴 했으나 통계적인 유의성이 없었으며 두 가지를 동

시에 이용했을 때에만 유의성 있게 증가하였다 (P<0.05) (Table 3과 Fig. 2 참조).

N군에서는 R군에 비해 ROC 면적이 작게 나타났으나 R군과 마찬가지로 측벽의 경우에 0.8485로 다른 부위보다 컸으며 (P<0.05) 후벽의 경우 0.6727로 가장 작았다. 전벽과 내벽의 경우 Waters 방사선사진만을 이용한 경우에 비해 전산화단층사진만을 이용한 경우와 두 가지를 동시에 이용한 경우에 ROC 면적이 유의성 있게 증가하였으나 (P<0.05) 나머지 부위에서는 통계적인 유의성이 없었다(Table 4 참조).

판독 방법에 따라 두 군의 ROC 면적을 비교한 결과 3가지 방법 모두에서 R군이 N군보다 크게 나타났다 (Waters 방사선사진의 경우: P<0.05, 나머지 두 경우: P<0.01) (Table 5와 Fig. 3 참조).

판독 부위에 따라 두 군의 ROC 면적을 비교한 결과 모든 부위에서 R군이 N군보다 크게 나타났다(상벽의 경우 : P<0.01, 나머지 벽의 경우 : P<0.05) (Table 6 참조).

Table 4. ROC area according to the site of interpretation (N group)

Inter-pretting method \ Site	Anterior wall	Posterior wall	Medial wall	Lateral wall	Superior wall
Waters' only	0.6256	0.6702	0.6632	0.7586	0.7204
CT only	0.8638	0.6825	0.7609	0.8787	0.8081
Waters'+ CT	0.8567	0.6654	0.7671	0.9082	0.7790
Average	0.7820	0.6727	0.7304	0.8485	0.7691

** N : Non-Oral Radiologist

Table 5. Comparison between R group and N group according to interpreting methods 7 (ROC area)

Interpreting methods	R group	N group	Significance
Waters'only	0.7710	0.6876	P<0.05
CT only	0.8597	0.7988	P<0.01
Waters'+ CT	0.8765	0.7953	P<0.01

Table 6. Comparison between R group and N group according to the site of interpretation (ROC area)

Site of interpretation	R group	N group	Significance
Anterior wall	0.8096	0.7820	P<0.05
Posterior wall	0.7536	0.6727	P<0.05
Medial wall	0.8214	0.7304	P<0.05
Lateral wall	0.9406	0.8485	P<0.05
Superior wall	0.8536	0.7691	P<0.01

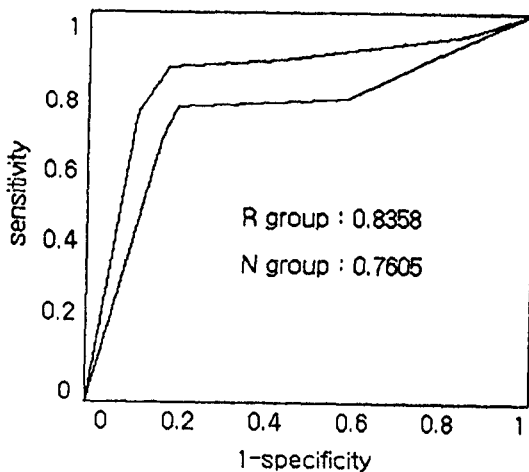


Fig. 3. Comparison between R group with N group (ROC area)

IV. 총괄 및 고안

1895년 Roentgen에 의해 X선이 처음으로 발견된 후로 방사선사진은 의학의 전 분야에 걸쳐서 유용하게 이용되어 오고 있으며 안면부 외상 환자의 골절진단에 있어서도 예외는 아니다. 전산화단층사진이 개발되기 전에는 일반 방사선사진 중에서 후전방두개방사선사진, 측방두개방사선사진, 이하두정방사선사진, Waters 방사선사

진 등이 이용되어 왔으며 여기에 일반 단층사진이 선택적으로 이용되어 왔다. 이중 가장 넓은 부위가 나타나 가장 많은 정보를 얻을 수 있는 방사선사진이 Waters 방사선사진이므로 이 연구에서는 Waters 방사선사진을 대표적인 일반 방사선사진으로 선택하여 전산화단층사진과 비교하였다. 1973년 Houndsfield³⁰⁾에 의해 창안된 전산화단층사진은 형태학적, 해부학적 및 구조적인 병변의 진단에 매우 중요하며 일반 영상 진단법으로는 발견하기 어려운 위치의 병변이나 모호한 병변을 명확히 나타내 준다. 또한 알고 있는 병변일지라도 병변의 내부구조나 주위 구조물과의 관계 등을 잘 나타내 준다. 특히 심한 안면부 외상환자의 경우 전산화단층사진은 빠르고 간편하게 외상의 정도를 평가할 수 있고, 골조직뿐 아니라 연조직의 손상 정도도 평가할 수 있어 일반 방사선사진과 다방향 단층사진(pluri-directional tomography)보다 확실한 진단을 얻을 수 있으며²¹⁾ 외상에 의한 이물질이 있는 경우 정확한 위치파악을 가능하게 하여 이물질 제거 시에 많은 도움을 줄 수 있다²³⁾.

그러나 이와 같이 일반적으로는 전산화단층사진이 기존의 일반 영상 검사법보다 외상 환자의 진단에 월등히 유용한 것으로 알려져 있으나 비교 환경의 객관적 설정 및 절대기준 설정의 어려

음으로 인하여 일반 방사선사진과의 진단능 비교가 매우 어려운 실정이므로 그에 따른 연구가 많지 않다. 더우기 각 촬영법의 진단능을 ROC 분석으로 비교한 연구는 찾아볼 수 없어 이번 연구 결과를 비교 고찰할 수 없었다.

ROC 분석은 진단용 영상의 진단능을 평가할 수 있는 방법으로³¹⁻³³⁾ [1-특이도]와 [민감도]로 이루어진 좌표들로 연결되는 직선이나 곡선하방의 면적으로 진단능을 구하게 되는데, 이는 Lusted³⁴⁾에 의해 처음 의학분야에 소개되었고 정신과 영역³⁵⁾ 등에서 사용되기 시작하여 근래에는 방사선과에서 진단능의 평가에 매우 유효한 지표로 이용되고 있다.

ROC 분석의 종류에는 질환의 유무만 판정하는 alternative method와 질환의 유무를 등급에 따라 판정하는 rating method, 그리고 ROC 평면상의 점을 가상의 곡선으로 연결하는 maximum likelihood method와 ROC 평면상의 점을 직선으로 연결하는 trapezoidal method 등으로 나뉘며³⁶⁾ 이 연구에서는 rating법과 trapezoidal법을 이용하여 ROC 면적을 구하였다. ROC 면적은 X축에 [1-특이도]를 Y축에는 [민감도]를 설정하여 좌표를 정한 후에 직선으로 연결하고 하방의 면적을 구하게 되는데 이 값은 [특이도]가 클수록 즉 [1-특이도]가 작을수록 좌표가 좌측상단으로 위치하게 되어 진단능이 크다는 것을 의미하게 되며 일반적으로 ROC 값이 0.5 이하가 되면 무작위로 병소의 유무를 판정한 경우로 진단가치가 없는 것을 의미한다.

이번 연구 결과를 보면 치과방사선 전공 여부에 관계없이 안면중양부 골절 진단시 Waters 방사선사진만을 이용하는 경우보다는 전산화단층사진을 이용할 때 진단능이 유의성 있게 증가한 것으로 보아 안면중양부 골절이 의심되는 모든 환자에서 전산화단층사진 검사가 필수적으로 이루어져야 한다고 생각된다. 전산화단층사진만을 판독한 경우와 Waters 방사선사진과 전산화단층사진을 동시에 판독한 경우에 판독능의 차이가 나타나지 않았는데 이는 Waters 방사선사진이 전산화단층사진에서 얻을 수 있는 정보 이상의 추가적인 정보를 제공하지는 않기 때문으로

여겨진다. 그러나 판독 부위별로 나누어 조사해 본 결과에 따르면 전공자의 경우 상악동 내벽, 측벽, 상벽을 판독할 때 전산화단층사진만을 판독하는 경우보다 두가지를 동시에 판독한 경우에 진단능이 유의하게 증가되어 Waters 방사선사진이 판독에 큰 도움을 주고 있는 것으로 나타나 Waters 방사선사진 판독능력은 전공자와 비전공자간에 많은 차이가 있을 수 있음을 나타내 주고 있다.

판독 부위별 판독능을 비교해 보면 상악동 측벽 골절이 ROC 면적 0.9406으로 가장 판독능이 높았으며 상벽, 내벽, 전벽의 순이었고 후벽이 가장 판독능이 낮았다. 후벽의 경우는 수술시 육안으로 골절선을 확인하기가 어렵기 때문에 Waters 방사선사진과 전산화단층사진을 합동 평가한 결과를 절대 기준으로 삼았음에도 불구하고 모든 판독 방법에서 진단능이 낮게 나온 이유는 상악동의 후벽과 측벽의 경계부를 곡선이 꺾이는 변곡점으로 삼았고 많은 경우에 골절선이 두 벽에 걸쳐 나타났기 때문에 판독자간에 판단기준이 다소 모호하였기 때문으로 생각된다.

Waters 방사선사진만을 판독한 경우에 특히 상악동 전벽과 후벽에서 진단능이 낮게 나왔는데 그 이유는 Waters 방사선사진에서는 전벽과 후벽이 직접 관찰되는 것이 아니기 때문에 안와하연의 골절부위와 연결된 방사선투과성 선이 상악동과 겹쳐 관찰될 때에는 전벽의 골절로 간주하고 무명선(innominate line)의 불연속이나 위치 이상이 있을 경우에는 후벽의 골절로 간주하는 등 간접적으로 판독하였기 때문으로 생각된다. 그러나 Waters 방사선사진에서 직접 관찰되는 내벽의 경우에도 판독능이 낮았는데, 특히 비전공자군에서, 이는 상악동 내벽은 전후방으로 5cm이상 길게 뻗어있는 구조이면서 벽이 매우 얇기 때문에 골절유무를 판단하기가 어렵기 때문으로 여겨진다. 흥미로운 사실은 판독 부위의 구별없이 전반적으로 판독능을 비교하였을 경우에는 Waters 방사선사진만을 이용한 경우에 비해 전산화단층사진만을 이용하거나 두 가지를 다 이용한 경우에 진단능이 유의성 있게 증가되었던 것에 반하여 판독 부위별로 나누어 비

교해 보았을 때는 다소 다른 결과를 나타내었다. 전공자군의 경우에 상악동 전벽 판독시 전산화단층사진만을 이용한 경우에도 진단능이 유의성 있게 증가되었으나 내벽, 외벽, 상벽에서는 전산화단층사진만을 이용한 경우에 ROC 면적은 전부 다 증가되긴 하였어도 통계적인 유의성이 없었는데 전산화단층사진과 함께 Waters 방사선사진을 함께 판독한 경우에는 판독능이 유의성 있게 증가되어 전공자들은 Waters 방사선사진을 효과적으로 판독하여 최대의 정보를 얻고 있는 것으로 나타났다. 반면에 비전공자의 경우에 상악동 전벽과 내벽 판독시에는 전산화단층사진만을 이용한 경우에도 진단능이 유의성 있게 증가되어 이 부위에서는 전산화단층사진 의존도가 높은 것으로 나타났으나 그 밖의 부위에서는 모두 전반적으로 ROC면적이 증가되긴 하였어도 유의성 있는 차이를 보이고 있지 않아 상악동 후벽, 측벽, 상벽의 진단시 비전공자에서는 Waters 방사선사진이나 전산화단층사진에서 얻을 수 있는 정보에 큰 차이가 없음을 나타내 주고 있어 의외였다.

각 판독 방법과 판독 부위에 따른 판독능을 전공자군과 비전공자군으로 나누어 비교해 본 결과 모든 판독 방법에서 또한 모든 판독 부위에서 전공자의 판독능이 유의성 있게 우수한 것으로 나타났다. 그러나 이 연구에 참여한 전공자와 비전공자가 각각 3명으로 제한된 상태이므로 이 부분에 있어서는 보다 집중적인 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

임상적으로 골절이 명백하지만 Waters 방사선사진에서 골절의 증거를 찾을 수 없는 경우가 많았는데 이는 골절편의 이개가 거의 없거나 골절선의 방향이 방사선 조사 방향과 사선이 되거나 골절선이 다른 해부구조와 중첩되기 때문이다. 또한 수술시에 나타난 골절선이 전산화단층사진에서도 발견되지 않는 경우가 많이 있었고 반대로 없는 골절선이 전산화단층사진에서는 나타난 것처럼 보이는 경우가 있었는데 이는 상악동 전벽이나 외벽 등의 피질골이 얇은데 기인한 partial volume effect 때문인 것으로 생각된다.

이차원적으로 구성된 전산화단층사진은 전체

적인 형태 및 공간적 위치관계에 대한 정보를 얻는데 한계가 있을 수 있으며, 더구나 slice 간격이 일반 응급환자의 경우 5mm가 아닌 10mm로서 치료하는데 필요한 골절선이 간과되는 경우가 나타날 수 있어 이러한 단점을 보완하고자 삼차원재구성에 관한 연구가 활발히 진행되어 오고 있어^{14,37)} 앞으로 안면중양부 외상환자 진단에 전산화단층사진이 한층 더 유용하게 이용되리라 전망된다.

V. 결 론

안면중양부 골절 환자 44명의 Waters사진 44매와 전산화단층사진 88매(횡단면 44매, 관상면 44매)를 3명의 치과방사선과 전공자와 3명의 비전공자가 3가지 방법으로 판독한 후 수술 소견을 절대기준으로 하여 각각의 ROC 값을 구하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 전공자군과 비전공자군 모두에서 Waters 방사선사진만을 이용한 경우보다 전산화단층사진만을 이용하거나 두가지를 다 이용한 경우에 진단능이 높았으나($p < 0.05$) 전산화단층사진만을 이용한 경우와 두가지를 동시에 이용한 경우에는 유의한 차이가 없었다.
2. 전반적으로 양 군 모두에서 상악동 측벽에 대한 진단능이 가장 높았으며 후벽에 대한 진단능이 가장 낮았다($p < 0.05$).
3. 전공자군에서는 상악동 전벽 판독시 전산화단층사진만을 이용한 경우에도 진단능이 증가되었으나 내벽, 외벽, 상벽에서는 Waters 방사선사진과 전산화단층사진을 함께 판독한 경우에만 증가되었다.
4. 비전공자군에서는 상악동 전벽과 내벽 판독시 전산화단층사진만을 이용한 경우에도 진단능이 증가되었으나 후벽, 측벽, 상벽에서는 3가지 판독 방법간에 유의한 차이가 없었다.
5. 모든 판독 방법과 판독 부위에서 전공자군의 진단능이 비전공자군보다 높았다($p < 0.05$).

참고문헌

1. Le Forte R: Etude experimentale sure les fractures de las machoire superieire. Rev Chir(Paris) 23: 208-360, 1901. (cited from Goaz PW, White SC: Oral radiology: Principles and interpretation. 3rd ed Mosby-Year Book Inc, 1994.)
2. Laine FJ, Conway WF, Laskin DM: Radiology of maxillofacial trauma. Int J Oral Surg 22:145-188, 1993.
3. Rowe NL, Killey HC: Fractures of the Facial Skeleton. 2nd ed Edinburgh, 1968.
4. Donlon WC, Young P, Vassiliadis A: Three-dimensional computed tomography for maxillofacial surgery: Reports of cases. J Oral Maxillofac Surg 46:142-147, 1988.
5. Johnson Jr DH: CT of maxillofacial trauma. Radiol Clin North Am 22:131-143, 1984.
6. Kreipke DL, Moss JJ, Franco JM, Maves MD, Smith DJ: Computed tomography and thin-section tomography in facial trauma. AJNR 5:185-189, 1984.
7. Marsh JL, Vannier MW, Gado M, Stevens WG: In vivo delineation of facial fractures: The application of advanced medical imaging technology. Am Plast Surg 17:364-376, 1986.
8. Noyek AM et al: Contemporary radiologic evaluation in maxillofacial trauma. Otolaryngol Clin North Am 16:473-508, 1983.
9. Noyek AM, Kassel EE, Gruss JS, Wortman G, Holgate RC, Cooper PW: Sophisticated CT in complex maxillofacial trauma. Laryngoscope 92 [Suppl 27] 1-17, 1982.
10. Gentry LR, Manor WF, Turski PA, Strother CM: High-resolution CT analysis of facial struts in trauma : 1. Normal anatomy. AJR 140:523-532, 1983.
11. Afzelius L-E, Rosen C: Facial fractures: A review of 368 cases. Int J Oral Surg 9:25-32, 1980.
12. Duvall AJ, Banovetz JD: Maxillary fractures. Otolaryngol Clin North Am 9:489-497, 1976.
13. Duvall III AJ, Banovetz JD: Nasoethmoidal fractures. Otolaryngol Clin North Am 9:507-515, 1976.
14. Dolan KD, Ruprecht A: Imaging of midfacial fractures. Oral Maxillofac Surg Clin North Am 4:125-151, 1992.
15. Zizmor J, Noyek AM: Fractures of the paranasal sinuses. Otolaryngol Clin North Am 6:473-485, 1973.
16. Fueger GF, Albert TM, William B: The roentgenologic evaluation of orbital blow-out injuries. Am Roentgen Ray Society Washington D.C presentation, 97:614-617. 1966.
17. Mallen RW: Fractures of the nasofrontal complex. Otolaryngol Clin North Am 2:335-361, 1969.
18. Mcfee MD, Soudah HP: The maxillofacial works of rene Lefort. Houston University of Houston, p 6, 1972.
19. Smith B, Regan WF: Blowout fractures of the orbit: mechanism and correction of inferior orbital floor fracture. Am J Ophthal 44:733, 1957.
20. Ball Jr JB: Direct oblique sagittal CT of orbital wall fractures. AJR 148:601-608, 1987.
21. Daffner RH, Gehweiler Jr JA, Osborne DR, Robert Jr L: Computed tomography in the evaluation of severe facial trauma. Computerized Radiol 7:91-102, 1983.
22. Fujii N, Yamashiro M: Classification of malar complex fractures using computed tomography. J Oral Maxillofac Surg 41:562-567, 1983.
23. Grove Jr AS: Computed tomography in the management of orbital trauma. Ophthalmology 89: 433-440, 1982.
24. Manson PN, Merkwowitz B, Mirvis S, Dunham M, Yaremchuk M: CT-based facial treatment. Plastic Reconstr Surg 85:202-212, 1990.
25. Rowe LD, Miller E, Brandt-Zawadzki M: Computed tomography in maxillofacial trauma. Laryngoscope 91:745-757, 1981.
26. Zilkha A: Computed tomography of blow-out fracture of the medial wall. AJR 137:963-965, 1981.
27. Zilkha A: Computed tomography in facial trauma. Radiology 144:545-548, 1982.
28. Johnson Jr DH, Colman M, Larsson S, Garner Jr OP, Hanafee W: Computed tomography in medial maxilla-orbital fractures. J Comput Assist Tomogr 8:416-419, 1984.
29. Hammerschlag SB, Hughes S, O'Reilly GV, Naheedy MH, Rumbaugh CL: Blow-out fractures of the orbit: A comparison of computed tomography

- and conventional radiography with anatomical correlation. *Radiology* 143:487-492, 1982.
30. Houndsfield GN: Computerized transverse axial scanning (tomography): Part I. Description of system. *Br J Radiol* 46:1016-1022, 1973.
 31. Metz CE: ROC methodology in radiologic imaging. *Invest Radiol* 21:720-733, 1986.
 32. Metz CE: Basic principles of ROC analysis. *Semin Nucl Med* 8:283-298, 1978.
 33. Metz CE, Goodenough DJ, Rossmann K: Evaluation of ROC curve data in terms of information theory, with application in radiography. *Radiology* 109: 297-303, 1973.
 34. Lusted LB: Logical analysis in roentgen diagnosis. *Radiology* 74:178-193, 1960.
 35. Swets JA: The relative operating characteristic in psychology. *Science* 182:990-1000, 1973.
 36. Douglass CW, McNeil BJ: Clinical decision analysis methods applied to diagnostic tests in dentistry. *J Dent Educ* 47:708-712, 1983.
 37. Vannier MW, Marsh JL, Warren JO: Three dimensional CT reconstruction images for craniofacial surgical planning and evaluation. *Radiology* 150:179-184, 1984.

-ABSTRACT-

A COMPARISON OF THE DIAGNOSTIC ABILITY BETWEEN WATERS' RADIOGRAPH AND COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS OF MIDFACIAL FRACTURE

In-Seong Jeon, D.D.S., Soon-Chul Choi, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Oral & Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Seoul National University

This study was intended to compare the diagnostic ability between Waters' radiograph and CT in the diagnosis of midfacial fracture. The study group included 44 patients (male:32, female :12, age range :16-74 years old) with facial injury who underwent surgery.

Waters' radiograph and both axial and coronal scanning were performed before surgery. Three oral radiologists and three non-oral radiologist interpreted 44 Waters' radiographs and 88 CT in three ways ; 1) interpretation using Waters' radiograph only, 2) interpretation using CT only, 3) interpretation using Waters' radiograph and CT.

The interpretation sites were confined to the walls of maxillary sinus; anterior, posterior, medial, lateral and superior wall. ROC curves were made with the findings during surgery as a gold standard except the posterior wall, where the joint evaluation of Waters' radiograph and CT by other three oral radiologists was used.

ROC areas were compared according to the interpreting methods, the interpretation sites, and groups (R group ; oral radiologist group, N group ; non-oral radiologist group).

The obtained results were as followed :

1. The diagnostic ability of CT only and Waters' radiograph and CT was higher than Waters' radiograph only in both groups ($P < 0.05$). But there was no difference between CT only and Waters' radiograph and CT.
2. Generally, the diagnostic ability for the lateral antral wall was the highest and that for the posterior antral wall was the lowest in both groups ($P < 0.05$).
3. In R group, for the anterior antral wall the diagnostic ability using CT only was increased but for the medial, lateral and superior antral walls the diagnostic ability was increased in only using Waters' radiograph and CT.
4. In N group, for the anterior and medial walls the diagnostic ability using CT only was increased. But for the posterior, lateral and superior antral walls there were no difference among three interpreting methods.
5. The diagnostic ability of R group was higher than N group in all interpreting methods.

Key Words : midfacial fracture, Waters' radiograph, CT, diagnostic ability, ROC analysis