

하악골 매식 부위 계측을 위한 나선형 단층촬영술의 신뢰도

연세대학교 치과대학 치과방사선학 교실

김기덕·박창서

목 차

- I. 서 론
- II. 연구재료 및 방법
- III. 연구결과
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록
- 논문사진부도

I. 서 론

최근에 전체 또는 부분 무치악 환자에 있어서 임플란트 시술이 날로 증가하고 있다. 사용하는 임플란트 종류가 무엇이든지 간에 임플란트 시술을 행함에 있어서 매식 부위의 골질의 상태, 골량의 상태 및 중요 해부학적 구조물의 위치 등의 평가는 무엇보다도 중요하다. 하악에 있어서는 악하선와, 설하선와, 이극, 하악관, 이공 등의 형태와 위치의 평가가 중요하다³⁴⁾. 상악에 있어서는 전치와 견치부 협측 치밀골의 함몰 부위, 절치공의 위치, 비와와 상악동의 경계 등의 평가가 중요하다^{7,39)}.

성공적인 임플란트 시술의 전제조건으로 매식 부위의 정확한 상태를 파악하기 위한 방사선학적 검사법으로 일반 방사선사진촬영³⁵⁾, 단층촬영^{14,22,26,40)}, 전산화 단층촬영^{35,45,46,56,57,58)} 등의 다양한 방사선학적 검사법이 소개되어져 왔다.

일반 방사선사진촬영으로는 치근단 방사선사진촬영, 교합 방사선사진촬영, 파노라마 방사선사진촬영, 측방 두부규격 방사선사진촬영 등이 있다. 치근단 방사선사진촬영은 악골의 골소주양상을 정확히 평가하는데 도움을 주며^{31,35)} 파노라마 방사선사진촬영은 하악골의 수직 고경을 파악하는데 도움을 준다^{35,51)}. 그러나 이러한 일반촬영은 보고자하는 해부학적 구조물이 정확히 방사선 조사방향에 직각이 되게끔 위치되지 않는 한 정확한 거리 측정에는 한계가 있으며 악골의 협설측 폭경이나 치밀골의 두께 등을 보여주지는 못한다.

단층촬영은 피사체의 관심되는 면의 분명한 영상을 얻도록 고안된 특수 방사선 촬영술식이다. 이것은 관구와 필름을 서로 반대방향으로 움직이게 함으로써 관심되는 면보다 표층에 있거나 심부에 있는 구조물의 영상을 흐리게 함으로써 이루어진다. 보고자하는 단면은 관구의 운동이 복잡하면 복잡할수록 단층의 두께가 얇아지게 되어 보다 선명한 단층상을 얻을 수 있다¹⁷⁾. 최근에 개발된 SCANORA 다기능 두부촬영장치^{19,52,53,54)}는 두경부의 여러가지 단순촬영뿐만 아

“이 논문은 1996년도 연세대학교 학술연구비 지원에 의하여 이루어진 것임”

나라 나선형 단층촬영이 가능한 장비로 고해상도 단층사진상을 보여주므로 최근에 임플란트를 위한 술전 방사선학 검사법으로 각광을 받고 있다.

전산화 단층촬영은 좁게 시준된 X선 관구를 회전시키면서 X선을 조사하고 투과된 X선은 검출기에 의해 검출되고 검출된 방사선 양에 비례하여 얻어진 전기적 신호는 컴퓨터로 입력되어 수학적 산술법에 의해 분석됨으로써 횡단 단층상이 구성된다^{10,17,38}. 통상의 전산화 단층촬영에 있어서는 상악골체부나 하악골체부에 정확히 수직이 되는 단면 영상을 보여주지는 못한다. 그러나 컴퓨터의 발달로 연속적 스캔으로 구성되는 다면상(multiplanar imaging)으로 알려진 진단술식에 따라 횡단축, 종단축, 시상면축의 상을 볼 수 있다. 최근에는 이러한 다면상의 구성뿐만 아니라 다양한 컴퓨터 프로그램의 개발로 횡단축의 전산화 단층촬영 스캔으로부터 얻어진 자료를 3차원상으로 재구성하는 것이 가능하게 되었다^{5,24,36,43,59}. 일단 구성된 3차원 전산화 단층촬영상은 다양한 각도에서 형성된 구조를 볼 수 있도록 축의 조정이 가능하다. 또한 부가적으로 상의 외측을 제거함으로써 보이지 않는 심부 구조를 관찰할 수도 있다. 이러한 다면상과 3차원 영상 재구성을 응용하여 악골부의 단면을 자유롭게 조절할 수 있는 Dental CT software 프로그램이 개발되어 악골의 정확한 상태의 평가가 보다 가능하게 되었다^{1,2,3,21,28,33}. 이러한 전산화 단층촬영의 응용 Dental CT software로는 DentaScan^{1,2,3} (GE Medical Systems, Milwaukee, U.S.A.), Dental CT²¹ (Siemens Medical Engineering Group, Erlangen, Germany) 등이 있고 최근에는 이러한 software 개발과 Helical 또는 Spiral CT의 개발^{25,37} 등을 통하여 활발한 연구가 이루어지고 있다.

방사선사진 영상을 통한 하악관의 위치 및 거리 측정에 관한 연구는 국내의 연구로는 파노라마촬영을 이용한 연구⁶¹, 치근단촬영과 파노라마촬영을 이용한 연구⁶², 일반 단층사진과 전산화 단층사진의 비교연구⁶³ 등이 있고, 국외의 연구로는 파노라마촬영과 일반 단층촬영을 이용한

연구^{30,41}, 전산화 단층촬영을 이용한 연구^{20,27,29,42,47}, 클로바잇사귀형 단층촬영을 이용한 연구^{18,49}, 나선형 단층촬영을 이용한 연구¹² 등이 있다. 그러나 이러한 연구중에서 각각의 촬영방법에 대한 정확성을 평가하기 위하여 사람의 악골을 사용하여 실제 임상적 상황을 그대로 재현한 연구는 드물고, 더우기 최근에 정확한 악골의 절단면 영상을 얻기 위한 방법으로 많이 사용되고 있는 나선형 단층촬영장치와 전산화 단층촬영장치의 정확성과 유용성을 비교, 평가한 연구는 매우 드문 실정이다. 이에 저자는 최근에 각광을 받고 있는 나선형 단층촬영장치인 Scanora (Soredex, Orion Co. Helsinki, Finland)와 전산화 단층촬영장치 (CT HiSpeed Advantage, GE Medical System, Milwaukee, U.S.A.)를 이용하여 건조 하악골의 단면을 촬영하여 하악골의 단면 방사선사진을 얻어, 나선형 단층촬영방법에 의한 단면 방사선사진 영상과 전산화 단층촬영 영상을 비교 분석함으로써, 전산화 단층촬영사진에 대한 나선형 단층사진의 정확성과 유용성을 평가하여 임플란트 기술 부위의 정확한 악골 평가와 치료계획 수립에 도움을 주고자 본 연구를 시행하였다.

II. 연구 재료 및 방법

가. 연구 재료

상태가 양호한 무치악 또는 부분 무치악인 건조 하악골 31개를 선택하였다. 하악골 각각의 무치악 부위에 있어서의 단면 방사선사진의 정확도 및 하악관의 인지 정도를 평가하기 위하여 각각의 무치악 부위를 크게 4 부위로 나누어 비교 분석하였다. 무치악 부위중 이공 부위를 Me, 이공과 하악공의 중간 부위를 M2, Me와 M2의 중간 부위를 M1이라 하고 하악 정중결합 부위를 S라고 하였다(Fig. 1). 이렇게 분류한 무치악 부위는 Me 부위가 13 부위, M1 부위가 37 부위, M2 부위가 38 부위, S 부위가 11 부위로 총 99 부위였다. 촬영의 재현성을 위하여 건조 하악골의 하연에 평행하게 20 mm 두께의 편평한 강화 스티

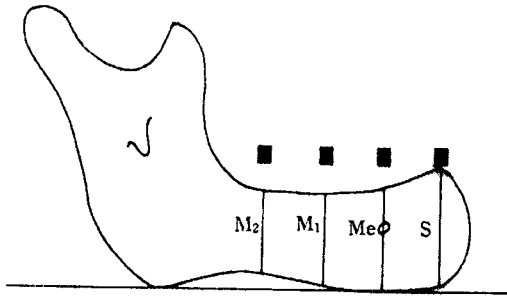


Fig. 1. Schematic illustration of 4 regions of edentulous areas of the mandible divided into Me, M1, M2, S

로플을 대고 아크릴판에 고정하였다. 건조 하악골의 인상을 채득하여 석고모형을 만든 후 acrylic stent를 제작하고, 무치악 부위중 Me, M1, M2, S의 각 부위에 직경 4 mm, 높이 5 mm의 Zinc Phosphate Cement (ZPC) 원기둥 시편을 하악골의 하연 바닥면에 수직이 되도록 acrylic stent에 위치시켰다. 직경 4 mm, 높이 5 mm의 정확한 크기의 ZPC 원기둥 시편을 제작하기 위하여 특수 제작된 금속 금형을 이용하여 제작하였다. 시편을 acrylic stent에 위치시키기 위하여 앞서서 digital caliper (Mitutoyo Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 시편의 수평 폭경, 수직 폭경을 측정하였다. 측정은 0.01 mm 단위까지 측정하였다. 이러한 시편의 측정치를 기준으로하여 SCANORA 나선형 단층촬영사진과 전산화 단층촬영사진에서의 시편의 크기를 측정하여 각각의 방사선사진 영상의 정확도를 평가하고자 하였다.

나. 연구 방법

1. 나선형 단층촬영 장치를 이용한 방사선학적 검사

ZPC 시편을 위치시킨 부위의 하악 절단면 단층상을 얻기 위하여 연세대학교 치과대학병원 치과방사선과에 보유중인 SCANORA 다기능 두부촬영 장치 (Soredex, Orion Co., Helsingki,

Finland)를 이용하여 단층촬영을 시행하였다. 연조직의 밀도를 보상하기 위하여 X선 관두부에 두께 1.5 mm의 brass filter를 대고, 하악골의 하연이 바닥에 평행하게 촬영장치에 위치시킨 후 ZPC 시편을 위치시킨 부위의 하악골 절단면 영상을 얻기 위하여 SCANORA 다기능 두부촬영 장치의 컴퓨터에 내장되어 있는 악골 절단면 단층촬영 프로그램을 선택하고, 77 kVp, 2.5~4.0 mA로 촬영을 시행하였다. 1개의 ZPC 시편을 위치시킨 부위에 대하여 시편을 위치시킨 부위를 중심으로 상층 두께 4 mm로 전방쪽 2단면, 후방쪽 2단면으로 도합 4단면의 단층촬영사진상을 얻었다. 마찬가지로 방법으로 각각의 시편을 위치시킨 부위의 단층촬영을 시행하여 31개의 하악골 99개의 시편 부위에 대하여 총 396 단면의 단층촬영사진상을 얻었다. 촬영된 필름은 Fuji 자동현상기 FPM 3500 (Fuji Photo Film Co., Ltd., Tokyo, Japan)을 이용하여 현상시간 80초로 현상하였다.

2. 전산화 단층촬영 장치를 이용한 방사선학적 검사

하악골의 하연이 바닥평면에 대하여 수직이 되도록 하악골을 위치시킨 후 연세대학교 치과대학병원 치과방사선과에 보유중인 CT Hi-Speed Advantage 전산화 단층촬영 장치 (GE Medical System, Milwaukee, U.S.A.)를 이용하여 high-resolution bone algorithm, 15 cm field of view (FOV), 200 mA, 120 kV, scanning time 1초, 상층 두께 1 mm로 하악골 하연부터 stent의 교합평면에 이르기까지 전산화 단층촬영을 시행하였다. 연조직 밀도를 보상하기 위하여 18 cm x 18 cm 아크릴 상자를 제작하여 물을 채우고 그안에 하악골을 부착한 후 물이 새지 않도록 밀봉하였다. 하악골의 하연이 바닥에 수직이 되도록 아크릴 상자를 정확히 촬영장치에 위치시킨 후 촬영을 시행하였다. gantry의 각도는 0도로 하고 reconstruction matrix는 512x512 pixel로 하였다. 촬영이 완료된 후 DentaScan software (GE Medical Systems, Milwaukee, U.S.A.)를 사용하여 하악골의 영상을 재구성한

후 나선형 단층촬영 부위와 동일한 하악골 절단면 영상을 얻었다. 필름 현상은 Fuji medical laser imager FL-IM D (Fuji Photo Film Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 영상을 출력하였다.

3. SCANORA 나선형 단층촬영사진과 전산화 단층촬영사진의 계측 및 분석

계측은 치과방사선학을 전공하는 3명의 치과 의사가 시행하였다. 3명의 관찰자가 계측한 측정치를 비교 분석하여 하악골의 각 부위에 있어서 촬영방법에 따라 측정치가 어떠한 차이가 있는지를 평가하고, t-test를 시행하여 두 촬영방법에 의한 측정치가 통계학적으로 유의성 있는 차이가 있는지를 알아보았다.

(가) ZPC 시편 크기의 계측

3인의 관찰자가 SCANORA 나선형 단층촬영 사진과 전산화 단층촬영사진에서 ZPC 시편의 수직, 수평 크기를 측정 후 각각의 방사선사진에서의 확대율을 적용하여 방사선사진 측정치를 보정한 후에 방사선사진 측정치와 시편의 실제 측정치를 비교하여 각각의 촬영방법의 정확도를 평가하였다.

(나) 하악골 단면 방사선사진의 계측

나선형 단층촬영사진과 전산화 단층촬영사진 위에 묘사지를 대고 하악골 단면의 외형과 하악관의 위치를 묘사지에 그린 다음에 아래의 계측 항목을 digital caliper (Mitutoyo Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 묘사 및 계측은 3인의 관찰자가 Fig. 2의 모든 항목을 계측하고 그 측정치는 각각의 단면 방사선사진의 확대율을 적용하여 보정한 후 상호 비교하였다.

계측을 위한 기준면과 계측 항목은 다음과 같다.

기준면

기준 수평면 (standard horizontal plane) : 하악골 하연이 바닥과 평행한 평면

설측 수직면 (lingual vertical plane) : 하악골

설측의 최돌출부에 접하며 기준 수평면에 수직인 평면

협측 수직면 (buccal vertical plane) : 하악골 협측의 최돌출부에 접하며 기준 수평면에 수직인 평면

치조정 수평면 (alveolar crest horizontal plane) : 하악골 치조정에 접하며 기준 수평면에 평행인 평면

계측 항목

H : 기준 수평면에서 치조정 수평면까지의 거리

W : 설측 수직면에서 협측 수직면까지의 거리

X : 하악관의 설측 경계에서 설측 수직면에 수선을 긋고 이 수선이 하악골의 설측 경계와 만나는 점까지의 거리

Y : 하악관의 상방 경계에서 치조정 수평면까지의 거리

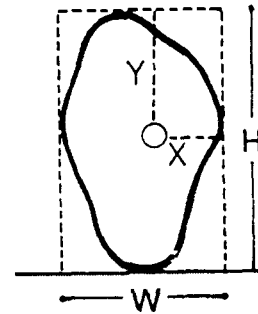


Fig. 2. Schematic illustration of the measurements of cross-sectional images of the mandible

(다) 하악골 단면 방사선사진에서의 하악관의 인지능의 평가

Me 부위, M1 부위, M2 부위에 있어서 각각의 단면 방사선사진에서의 하악관의 인지능을 평가하였다. 하악관의 인지능은 다음의 기준에 의거하여 점수를 부여하고 각 부위에 있어서 각 촬영방법의 하악관 인지능을 알아보았다. 하악관이 명확하게 관찰되는 경우는 2점, 하악관을 관찰할

Table 1. The mean error and standard deviation of vertical and horizontal measurements of ZPC column in CT images and SCANORA tomographs (mm). Magnification is corrected by manufacturer's instruction.

Region	n		Actual	Observers' film measurement following magnification correction		Mean Error ± SD	
				CT	SCANORA	CT	SCANORA
Me	13	vertical	4.88	4.92	4.91	0.04±0.09	0.03±0.04
		horizontal	3.96	3.87	3.82	-0.09±0.10	-0.13±0.09
M1	37	vertical	4.90	4.96	5.00	0.06±0.12	0.10±0.06
		horizontal	3.95	3.87	3.84	-0.08±0.11	-0.11±0.08
M2	38	vertical	4.89	4.97	4.97	0.08±0.14	0.08±0.06
		horizontal	3.96	3.87	3.86	-0.09±0.11	-0.10±0.08
S	11	vertical	4.93	4.99	4.96	0.06±0.11	0.03±0.06
		horizontal*	3.96	3.93	3.84	-0.03±0.12	-0.12±0.05
Total	99	vertical	4.90	4.97	4.96	0.07±0.12	0.06±0.06
		horizontal	3.96	3.90	3.84	-0.06±0.11	-0.12±0.08

* statistically significant difference between CT and SCANORA at $p<0.05$

수는 있으나 그 경계가 불분명할 때는 1점, 하악관의 위치를 파악할 수 없을 때는 0점으로 하였다. 아울러 각 부위에 있어서 촬영방법에 따라 하악관의 인지에 차이가 있는지를 t-test를 통하여 검증하였다.

III. 연구 결과

가. SCANORA 나선형 단층촬영사진과 전산화 단층촬영사진에서의 시편 크기의 정확도 평가

ZPC 시편을 제작하고 각각의 하악골의 Me, M1, M2, S 부위의 acrylic stent에 시편을 위치 시키기에 앞서서 시편의 수평 폭경과 수직 폭경을 측정하고 기록하였다. 3명의 관찰자가 측정 한 총 99개 시편의 수평 폭경의 평균값, 수직 폭경의 평균값은 각각 4.90 mm, 3.96 mm였고, 전산화 단층촬영사진 측정치의 평균값은 4.27 mm, 3.35 mm였으며 SCANORA 나선형 단층촬영사진 측정치의 평균값은 8.43 mm, 6.53 mm였다.

SCANORA 나선형 단층촬영사진의 측정치는 제조회사의 지시에 입각하여 확대율 1.70으로 환산하고, 전산화 단층촬영사진의 측정치는 필름에 같이 출력되어 나오는 측정치의 확대율에 입각하여 확대율 0.86을 적용, 측정치를 환산하였다. 이러한 확대율을 적용하여 방사선사진 측정치를 환산하고 이를 실제 측정치와 비교한 결과는 Table 1과 같다. 평균오차는 방사선사진 측정치에서 실제 측정치를 뺀 값으로 정의한다. 전체 부위에 있어서 시편 측정치의 평균오차는 전산화 단층촬영사진에서 수직부 0.07 mm (1.42%), 수평부 -0.06 mm (-1.52%)를 보였고, SCANORA 나선형 단층촬영사진에서 수직부 0.06 mm (1.22%), 수평부 -0.12 mm (-3.03%)를 보여 두 촬영방법 모두 수직부에서는 약간 확대된 양상을 보였고, 수평부에서는 약간 축소된 양상을 보였다. 각각의 부위에 있어서 두 촬영방법 간의 측정값의 평균오차가 통계학적으로 유의성 있는 차이가 있는지를 검증한 결과 S 부위 시편의 수평부 측정값에서만 차이 ($p<0.05$)를 보였고, 나

Table 2. The mean value and standard deviation of the 3 observers' measurements of H (mm)

Region	CT			SCANORA		
	n	mean	SD	n	mean	SD
Me	13	25.59	3.11	13	25.90	3.48
M1	37	22.09	3.05	37	22.30	3.06
M2	38	21.75	3.06	38	21.63	3.36
S	11	26.03	3.12	11	26.29	3.21

Table 3. The mean range and standard deviation between 3 observers measuring the distance H (mm)

Region	CT			SCANORA		
	n	mean	SD	n	mean	SD
Me	13	0.72	0.25	13	2.57	2.40
M1	37	0.85	0.37	37	1.08	1.58
M2	38	0.84	0.39	38	1.02	1.21
S	11	0.76	0.53	11	1.21	1.58
Total	99	0.82	0.38	99	1.21	1.58

머지 모든 부위에 있어서는 두 촬영방법 간에 차이가 없었다 ($p>0.05$).

나. SCANORA 나선형 단층촬영사진과 전산화 단층촬영사진에서의 하악골 단면 방사선사진의 계측치의 비교

실제적인 임상적 상황에서와 같이 SCANORA 나선형 단층촬영사진의 측정치는 제조사의 지시에 입각하여 확대율 1.70으로 환산하고, 전산화 단층촬영사진의 측정치는 필름에 같이 출력되어 나오는 측정자의 확대율에 입각하여 확대율 0.86을 적용, 측정치를 환산한 후 두 촬영방법 간의 측정치를 비교하였다.

1. H 측정값의 평가

3명의 관찰자가 측정한 치조정에서부터 하악골 하연까지의 수직 거리, H의 평균 측정치는 Table 2와 같다. 각각의 부위에서의 측정값에 있어서 두 촬영방법 간에 유의성 있는 차이는 없

었다 ($p>0.05$).

3명의 관찰자가 측정한 측정값 중 최대값과 최소값의 차이를 고찰한 결과 전산화 단층촬영사진 99단면 (100%) 모두에 있어서 관찰자 간 측정값의 변화 범위가 2 mm 이내였고, SCANORA 나선형 단층촬영사진 99단면 중 87단면 (87.88%)에서 측정값의 변화 범위가 2 mm 이내였다. 전산화 단층촬영사진 측정치 99단면 중 66단면 (66.67%), SCANORA 나선형 단층촬영사진 측정치 99 단면 중 73 단면(73.74%)에서 측정값의 변화 범위가 1mm 이내였다. 관찰자 간 측정값의 평균 변화 범위는 전산화 단층촬영사진 측정치에 있어서 0.82 mm였고, SCANORA 나선형 단층촬영사진에 있어서는 1.21 mm였다 (Table 3).

2. W 측정값의 평가

3명의 관찰자가 측정한 하악골의 설측 최대 돌출부에서 협측 최대 돌출부까지의 수평거리, W의 평균 측정치는 Table 4와 같다. 각각의 부

Table 4. The mean value and standard deviation of the 3 observers' measurements of W (mm)

Region	CT			SCANORA		
	n	mean	SD	n	mean	SD
Me	13	15.22	1.75	13	15.74	1.39
M1	37	16.89	1.65	37	17.13	1.76
M2*	38	17.54	1.95	38	18.56	1.72
S	11	15.25	1.65	11	15.39	1.53

* statistically significant difference between CT and SCANORA at $p < 0.05$

Table 5. The mean range and standard deviation between 3 observers measuring the distance W (mm)

Region	CT			SCANORA		
	n	mean	SD	n	mean	SD
Me	13	0.46	0.30	13	0.98	1.17
M1	37	0.62	0.34	37	0.83	0.80
M2	38	0.54	0.26	38	1.14	1.26
S	11	0.50	0.26	11	0.36	0.20
Total	99	0.55	0.30	99	0.91	1.03

위에서의 측정값에 있어서 M2 부위에서만 두 촬영방법 간에 통계학적으로 유의성 있는 차이 ($p < 0.05$)가 있었고, 나머지 Me, M1, S 부위에 있어서 두 촬영방법 간에 유의성 있는 차이는 없었다 ($p > 0.05$).

3명의 관찰자가 측정한 측정값 중 최대값과 최소값의 차이를 고찰한 결과 전산화 단층촬영 사진 99단면 (100%) 모두에 있어서 관찰자 간 측정값의 변화 범위가 2mm 이내였고, SCANORA 나선형 단층촬영사진 99단면 중 85단면 (85.86%)에서 측정값의 변화 범위가 2 mm 이내였다. 전산화 단층촬영사진 측정치 99단면 중 91 단면 (91.92%), SCANORA 나선형 단층촬영사진 측정치 99 단면 중 79 단면(79.80%)에서 측정값의 변화 범위가 1mm 이내였다. 관찰자 간 측정값의 평균 변화 범위는 전산화 단층촬영사진 측정치에 있어서 0.55 mm였고, SCANORA 나선형 단층촬영사진에 있어서는 0.91 mm였다

(Table 5).

3. X 측정값의 평가

3명의 관찰자가 측정한 하악골의 설측에서 하악관의 설측 경계까지의 수평거리, X의 평균 측정치는 Table 6과 같다. 각각의 부위에서의 측정값에 있어서 M2 부위에서만 두 촬영방법 간에 통계학적으로 유의성 있는 차이 ($p < 0.05$)가 있었고, 나머지 Me, M1 부위에 있어서 두 촬영방법 간에 유의성 있는 차이는 없었다 ($p > 0.05$). SCANORA 나선형 단층촬영사진에 있어서 Me 부위 13 단면 중 하나의 단면에서 3명의 관찰자 모두가 하악관의 위치를 파악할 수가 없다고 하여 12 단면에서의 측정값을 분석하였다.

3명의 관찰자가 측정한 측정값 중 최대값과 최소값의 차이를 고찰한 결과 전산화 단층촬영 사진 88 단면 중 83 단면 (94.32%)에 있어서 관찰자 간 측정값의 변화 범위가 2 mm 이내였고,

Table 6. The mean value and standard deviation of the 3 observers' measurements of X (mm)

Region	CT			SCANORA		
	n	mean	SD	n	mean	SD
Me	13	4.61	0.95	12	4.65	0.87
M1	37	4.37	1.15	37	4.35	1.33
M2*	38	4.26	1.39	38	5.13	1.55

* statistically significant difference between CT and SCANORA at $p < 0.05$

Table 7. The mean range and standard deviation between 3 observers measuring the distance X (mm)

Region	CT			SCANORA		
	n	mean	SD	n	mean	SD
Me	13	1.02	0.93	12	1.07	0.86
M1	37	1.03	0.85	37	1.52	1.07
M2	38	0.87	0.42	38	1.58	1.59
Total	88	0.96	0.70	87	1.48	1.30

Table 8. The mean value and standard deviation of the 3 observers' measurements of Y (mm)

Region	CT			SCANORA		
	n	mean	SD	n	mean	SD
Me	13	12.65	1.71	12	14.25	2.28
M1	37	11.29	2.38	37	11.30	2.45
M2	38	9.77	2.09	38	9.79	2.20

SCANORA 나선형 단층촬영사진 87 단면 중 63 단면 (72.41%)에서 측정값의 변화 범위가 2 mm 이내였다. 전산화 단층촬영사진 측정치 88 단면 중 60 단면 (68.18%), SCANORA 나선형 단층촬영사진 측정치 87 단면 중 43 단면 (49.43%)에서 측정값의 변화 범위가 1 mm 이내였다. 관찰자 간 측정값의 평균 변화 범위는 전산화 단층촬영사진 측정치에 있어서 0.96 mm였고, SCANORA 나선형 단층촬영사진에 있어서는 1.48 mm였다 (Table 7).

4. Y 측정값의 평가

3명의 관찰자가 측정한 치조정에서부터 하악관 상방 경계까지의 수직 거리, Y의 평균 측정치는 Table 8과 같다. 각각의 부위에서의 측정값에 있어서 두 촬영방법 간에 유의성 있는 차이는 없었다 ($p > 0.05$). SCANORA 나선형 단층촬영사진에 있어서 Me 부위 13 단면 중 하나의 단면에서 3명의 관찰자 모두가 하악관의 위치를 파악할 수가 없다고 하여 12 단면에서의 측정값을 분석하였다.

3명의 관찰자가 측정한 측정값 중 최대값과

Table 9. The mean range and standard deviation between 3 observers measuring the distance Y (mm)

Region	CT			SCANORA		
	n	mean	SD	n	mean	SD
Me	13	1.19	1.11	12	2.54	2.28
M1	37	1.22	1.10	37	1.55	1.81
M2	38	0.93	0.60	38	1.45	1.33
Total	88	1.09	0.92	87	1.64	1.71

Table 10. Average scores of the visibility of the mandibular canal between observers

Region	CT	SCANORA
Me	1.51	1.49
M1	1.62	1.68
M2	1.73	1.57

최소값의 차이를 고찰한 결과 전산화 단층촬영 사진 88 단면 중 80 단면 (90.91%)에 있어서 관찰자 간 측정값의 변화 범위가 2 mm 이내였고, SCANORA 나선형 단층촬영사진 87 단면 중 60 단면 (68.97%)에서 측정값의 변화 범위가 2 mm 이내였다. 전산화 단층촬영사진 측정치 88 단면 중 54 단면 (61.36%), SCANORA 나선형 단층촬영사진 측정치 87 단면 중 47 단면 (54.02%)에서 측정값의 변화 범위가 1mm 이내였다. 관찰자 간 측정값의 평균 변화 범위는 전산화 단층촬영사진 측정치에 있어서 1.09 mm였고, SCANORA 나선형 단층촬영사진에 있어서는 1.64 mm였다 (Table 9).

다. SCANORA 나선형 단층촬영사진과 전산화 단층촬영사진에서의 하악관의 인지능의 평가

3명의 관찰자가 하악관이 존재하는 부위 총 88 단면 부위의 하악관의 인지능을 평가한 결과

각각의 관찰자가 평가한 총 264 단면 (88단면 × 3) 중 0점을 받은 경우가 전산화 단층촬영사진에 있어서 2 단면 (0.76%), SCANORA 나선형 단층촬영사진에 있어서 5 단면 (1.89%) 이었고, 1점을 받은 경우가 전산화 단층촬영사진에 있어서 88 단면 (33.33%), SCANORA 나선형 단층촬영사진에 있어서 93 단면 (35.23%) 이었으며, 2점을 받은 경우가 전산화 단층촬영사진에 있어서 174 단면 (65.91%), SCANORA 나선형 단층촬영사진에 있어서 165 단면 (62.50%) 이었다. 즉 전산화 단층촬영사진의 99.24%에서 하악관을 인지할 수 있었으며, SCANORA 나선형 단층촬영사진의 98.11%에서 하악관을 인지할 수 있었다. 하악관의 인지능에 있어서 두 촬영방법 간에 유의성 있는 차이가 있는지를 검증한 결과 두 촬영방법 간에 통계학적으로 유의성 있는 차이는 없었다 ($p>0.05$). 각 부위에서의 하악관의 인지능 평가 평균 점수는 Table 10과 같다.

IV. 총괄 및 고찰

최근 수년간 골내 치아 임플란트의 사용이 날로 증가하고 있으며 앞으로도 점점 증가하리라 예상된다. 무치악 환자의 치료에 있어서 골유착성 임플란트의 사용이 매우 성공적임이 보고되었다⁴⁾. 하악의 후방 무치악 부위에 임플란트 치료계획을 수립함에 있어서 가장 중요한 해부학적 구조물은 신경혈관속이 주행하고 있는 하악관이다. 이 부위에 있어서의 외과적 기술은 신경감각 기능에 이상을 초래하여 감각이상을 야기

하거나 더 나아가 영구적인 신경감각 소실을 야기할 수 있다^{50,55}). 최근에 임플란트 시술이 활발히 진행됨에 따라 하악골의 후방부에 임플란트를 식립시에 감각 장애의 병발증이 자주 보고되고 있다^{9,48}). 흡수된 하악골 부위의 임플란트 수술에 있어서 하악관 상방의 치조정의 높이를 가늠한 한 정확히 측정하는 것이 무엇보다도 중요하다. 하악관 상방의 치조정의 높이가 임플란트를 식립하기에 충분하지 못하다면 적절한 임플란트 길이를 확보하기 위하여 임플란트는 하악관의 협측 또는 설측에 위치시켜야 한다. 이러한 이유로 협설측 방향에 있어서의 하악관의 위치가 정확히 평가되어야 한다.

하악관의 위치를 확인하기 위한 방사선사진 검사는 보통 치근단 방사선사진과 파노라마 방사선사진으로 시작한다. 치근단 방사선사진은 악골의 골소주 양상을 평가하는데 유용하나 파노라마 방사선사진에 비하여 부분적으로만 하악관의 위치를 확인할 수 있다³¹). 또한 촬영되는 부위의 크기의 제한으로 인하여 치조정과 하악관의 상방 사이의 부위를 항상 다 보여주지는 않는다. 임플란트 치료계획시에 흔하게 사용되는 파노라마 방사선사진촬영은 그 상이 선예도가 떨어질 뿐만 아니라 상의 확대 및 왜곡의 가능성이 항상 존재하므로 매우 제한적이다⁹). 또한 파노라마 방사선사진은 2차원적인 영상이므로 악궁의 협설측 폭경과 같은 정보를 얻을 수는 없다. 그러나 전산화 단층촬영과 비교한 연구에 의하면 파노라마 방사선사진촬영이 하악의 수직고경을 측정하는데 비교적 정확한 결과를 보였다⁵¹). 반면에 Lindh 등³²)의 연구에서 6개의 하악골을 사용하여 4가지 방사선 촬영방법을 비교한 연구 결과에 의하면 파노라마 방사선사진에서 가장 부정확한 결과를 보여주었다. 그는 이러한 그의 연구결과를 바탕으로 하악골 후방부의 임플란트 수술을 시행하기에 앞서서 단층촬영을 추천하는 이유가 단지 하악관의 협설측의 위치 관계를 파악하고자 하는 것만이 아니라 이러한 단층촬영에 의한 측정이 더욱 더 정확하기 때문이라고 주장하였다. 다른 연구에 있어서도 단층촬영이 다른 이차원 방사선사진촬영에 비하여 하악관의

파악에 있어서 더욱 효과적임이 보고되었다^{27,30,31,32}). 따라서 단층촬영은 파노라마 방사선사진만으로는 하악관의 위치를 정확히 평가하기가 어렵거나 하악골의 협설측 위치 관계를 파악하여야 하는 경우에 이용된다. 단층촬영의 경우 보고자하는 단면은 관구의 운동이 복잡하면 복잡할수록 단층의 두께가 얇아지게 되어 보다 선명한 단층상을 얻을 수 있다. 최근에 개발된 SCANORA 다기능 두부촬영 장치는 두경부의 여러가지 단순촬영뿐만 아니라 나선형 단층촬영이 가능한 장비로 고해상도 단층사진상을 보여주므로 최근에 임플란트를 위한 술전 방사선학 검사법으로 각광을 받고 있다. 임플란트 부위 측정을 위한 전산화 단층촬영의 연구는 많은 연구자들에 의하여 행하여졌는데 실제 하악골에서의 측정치와 전산화 단층촬영 영상에서의 측정치를 비교한 연구는 대부분 하악골 편측부의 관상면 촬영을 바탕으로 연구결과를 제시하였다. 그러나 실제 임상적인 관점에서 볼 때 하악골 편측부의 직접 관상면 전산화 단층촬영을 시행하는 것은 매우 어렵고 거의 불가능에 가깝다고 할 수 있다. 왜냐하면 이러한 검사를 위해서는 환자가 고개를 극단적인 위치로 유지한 채로 촬영을 하여야 하기 때문이다. 전산화 단층촬영은 매우 비싼 검사법이며 또한 파노라마촬영이나 다른 단층촬영에 비하여 방사선 피폭량이 매우 많다^{11,13,15,16,60}). 전산화 단층촬영을 통하여 얻을 수 있는 정보가 충분히 가치가 있어야만 방사선 피폭의 위험을 정당화할 수 있을 것이다. 아마도 이러한 의미있고 가치있는 정보는 하악골의 측방향 단면의 영상 재구성을 시행하는 전산화 단층촬영 검사에 의해서만 의미를 찾을 수 있을 것이다. 일반 단층촬영이 특정 부위에 있어서의 골의 협설측 폭경, 하악관까지의 거리 등의 정보를 제공하는 반면, 3차원 영상 재구성 전산화 단층촬영은 이러한 동일한 정보를 전체의 악궁에 있어서 제공한다. 또한 전산화 단층촬영은 일반 단층촬영의 단점인 선예도의 저하도 나타나지 않는다⁶). 전산화 단층촬영 소프트웨어는 많은 단면 방사선사진을 중첩하여 악궁의 3차원 모델을 형성한다. 실제적으로 임플란트 치료계획에 있어

서 전산화 단층촬영을 사용하기 위해서는 특수 전산화 단층촬영 영상 재구성 소프트웨어가 필요하다. 3차원 전산화 단층촬영 영상 재구성은 상방, 전방, 측방, 후방 등 다양한 각도에서의 영상을 보여줄 수 있다. DentaScan (GE Medical Systems, Milwaukee, U.S.A.)과 같은 특수 임플란트 전산화 단층촬영 소프트웨어는 악궁의 절단면 영상과 파노라마 영상을 동시에 제공함으로써 전반적인 진단 및 임플란트 치료계획 수립에 유용한 재구성 영상을 제공한다^{1,2,3,23}).

본 연구에 있어서 관찰자들은 각각의 방사선 사진의 묘사 및 측정에 앞서서 관찰자의 주관적인 오류를 최대한 줄이고자 충분히 사전 교육을 받았으며, 측정의 기준도 명확하게 정의되었다.

본 연구에서는 실제적인 임상적 상황에서와 같이 전산화 단층촬영사진에서는 필름에 같이 출력되어 나오는 측정자의 확대율에 입각하여 확대율 0.86을 적용, 방사선사진 측정치를 환산하였고, SCANORA 나선형 단층촬영사진에서는 제조회사에서 제시하는 확대율 1.70을 적용하여 방사선사진 측정치를 환산하였다. 서로 확대율이 다른 방사선사진을 통한 측정치를 비교함에 있어서 실제 환자 검사시에 사용되는 방사선사진을 측정할 때와 동일한 확대율을 적용하는 것은 이 연구의 목적이 임상적 상황을 그대로 구현하여 두 방사선 촬영장비 간의 차이를 고찰하고자 하였기 때문이다.

Reddy 등⁴⁴(1994)은 유리구를 하악골의 상단에 부착하고 전산화 단층촬영과 파노라마촬영을 시행한 후 유리구의 실측치와 방사선사진 계측치를 비교하여 각각의 사진 영상의 확대율과 정확도를 비교하였는데 파노라마 촬영에서는 수직 확대 30.0~30.6%, 수평확대 31.4~33.0%의 확대율을 보였고 이를 파노라마촬영의 기계적인 확대율 25%를 적용하여 측정오차를 계산한 결과 파노라마촬영은 수평 측정오차 4~16%, 수직 측정오차 -1~10%를 보였다고 보고하였다. 전산화 단층촬영의 경우에 있어서는 수평 측정오차 0~6%, 수직 측정오차 0~4%를 보였다고 보고하였고 하악골의 전방부와 후방부에 있어서 측정오차의 차이는 없었다고 하였다. 본 연구에 있

어서 전체 부위에 있어서 시편 측정치의 평균오차는 전산화 단층촬영사진에서 수직부 0.07 mm (1.42%), 수평부 -0.06 mm (-1.52%)를 보였고, SCANORA 나선형 단층촬영사진에서 수직부 0.06 mm (1.22%), 수평부 -0.12 mm (-3.03%)를 보였으나, 하악골 각각의 부위에 있어서 하악정 중결합 부위의 수평 측정치를 제외하고는 전산화 단층촬영사진과 SCANORA 나선형 단층촬영사진 간에 통계학적으로 유의성 있는 차이는 없었다 ($p>0.05$) (Table 1). Reddy 등⁴⁴은 단지 하나의 하악골에 10개의 유리구를 부착한 후 계측한 결과를 보고하였고 또한 전산화 단층촬영장비의 종류가 다른 관례로 본 연구결과와 다소간의 차이가 있었던 것으로 추정된다.

치조정에서부터 하악골 하연까지의 수직거리를 측정함에 있어서 3명의 관찰자가 전산화 단층촬영사진에서 측정한 측정치와 SCANORA 나선형 단층촬영사진에서 측정한 측정치와 유의성 있는 차이가 없었다 (Table 2). 전산화 단층촬영사진 측정치의 평균 변화 범위는 0.82 mm였고 SCANORA 나선형 단층촬영사진 측정치의 평균 변화 범위는 1.21 mm였다 (Table 3). SCANORA 나선형 단층촬영사진 측정치의 평균 변화 범위가 약간 크게 나타나는데 이러한 차이는 치조정의 위치를 파악함에 있어서 전산화 단층촬영사진에 비하여 SCANORA 나선형 단층촬영사진에서 치조정의 정확한 위치를 파악하기 힘들었다는 것에 주로 기인하는 것으로 추정된다.

관찰자 평균 측정값에 있어서 두 촬영방법 간에 유의성 있는 차이가 없음에도 불구하고 굳이 관찰자 간 측정값의 평균 변화 범위를 분석한 이유는 실제 환자를 대함에 있어서 서로 다른 관찰자가 방사선사진을 묘사하고 계측할 때 관찰자 간에 얼마나 많은 차이가 있을 수 있는가를 수치적으로 비교 분석하기 위함이다.

하악골의 설측 최대 돌출부에서 협측 최대 돌출부까지의 수평거리를 측정함에 있어서 3명의 관찰자가 전산화 단층촬영사진에서 측정한 측정치와 SCANORA 나선형 단층촬영사진에서 측정한 측정치를 비교한 결과 Me, M1, S 부위에서는 두 촬영방법 간에 유의성 있는 차이가 없었으나

M2 부위에서는 유의성 있는 차이가 있었다 ($p < 0.05$) (Table 4). 이러한 연구결과는 하악골의 최후방부에서 협설측 경계를 파악함에 있어서 전산화 단층촬영사진에 비하여 SCANORA 나선형 단층촬영사진에서 하악골의 설측 경계를 파악하기가 보다 어려웠던 것에 주로 기인되는 것으로 사료된다. 전산화 단층촬영사진 측정치의 관찰자 간 평균 변화 범위는 0.55 mm였고 SCANORA 나선형 단층촬영사진 측정치의 평균 변화 범위는 0.91 mm로 SCANORA 나선형 단층촬영에서 측정값의 변이가 보다 크게 나타났다 (Table 5).

하악골의 설측에서 하악관의 설측 경계까지의 수평거리 측정에는 하악골 설측 경계의 인지 정도와 하악관의 설측 경계의 인지 정도가 모두 관여한다. W 값 측정에서와 마찬가지로 X 값 측정에 있어서도 M2 부위에 있어서 전산화 단층촬영사진에서 측정한 측정치와 SCANORA 나선형 단층촬영사진에서 측정한 측정치를 비교한 결과, Me, M1, S 부위에서는 두 촬영방법 간에 유의성 있는 차이가 없었으나 M2 부위에서는 유의성 있는 차이가 있었다 ($p < 0.05$) (Table 6). SCANORA 나선형 단층촬영에 있어서 하악관의 인지능이 매우 우수함에도 불구하고 X 값의 측정에 있어서 M2 부위에서 이러한 차이를 보이는 것은 W 값 측정에서와 마찬가지로 하악골 최후방부에서 하악골의 설측 경계를 정확히 파악하기가 어려웠던 점이 주원인이 아닌가 사료된다. 관찰자 간 측정값의 평균 변화 범위를 고찰한 결과 전산화 단층촬영사진에서는 0.96 mm, SCANORA 나선형 단층촬영사진에서는 1.48 mm로 SCANORA 나선형 단층촬영에서 측정값의 변이가 보다 크게 나타났다 (Table 7).

임플란트 시술 환자에 있어서 치조정에서부터 하악관의 상방 경계까지의 거리가 임플란트 술 전 평가에 있어서 가장 중요한 계측 항목이라고 할 수 있다. 이러한 이유로 많은 연구들이 주로 치조정에서부터 하악관의 상방 경계까지의 거리를 측정하여 촬영방법간에 어떠한 차이가 있는지 또한 각각의 촬영방법이 얼마나 정확한지를 고찰하고자 하였다. 본 연구에 있어서는 전산화

단층촬영사진에서 측정한 측정치와 SCANORA 나선형 단층촬영사진에서 측정한 측정치와 유의성 있는 차이가 없었다 (Table 8). Ekestubbe와 Gröndahl¹²⁾은 40명의 환자를 대상으로 촬영한 SCANORA 나선형 단층촬영의 연구에서 6명의 관찰자가 치조정에서 하악관까지의 거리를 측정한 결과 관찰자 간의 측정값의 평균 변화 범위는 3.3 mm라고 보고하였고 관찰자 간 평균 표준편차는 1.67 mm라고 보고하였다. 또한 각각의 관찰자가 치조정과 하악관의 상방이라고 생각하고 설정한 점의 위치를 분석한 결과 치조정에서의 점의 변이 (SD = 2.40)가 하악관의 상방에서의 점의 변이 (SD = 1.58)보다 훨씬 컸다. 본 연구에 있어서는 SCANORA 나선형 단층촬영의 관찰자 간 측정값의 평균 변화 범위는 1.64 mm로 (Table 9) 본 연구가 Ekestubbe와 Gröndahl의 연구¹²⁾에 비하여 매우 낮은 관찰자 간 변이를 보였다. 이러한 차이는 관찰자의 숫자가 다르고 Ekestubbe와 Gröndahl의 연구¹²⁾와는 달리 관찰자 전원이 치과방사선과 의사였고 관찰자가 충분히 사전교육을 받았기 때문이 아닌가 생각된다. Gröndahl 등¹⁸⁾은 40명의 환자를 대상으로 클로바잇사귀형 단층촬영을 시행한 후 6명의 관찰자가 치조정에서 하악관까지의 거리를 측정하였는데 6명의 관찰자중 3명은 치과방사선과 의사였고 나머지 3명은 구강외과 의사였다. 치과방사선과 의사들간의 측정값의 평균 변화 범위는 1.5 mm였고 구강외과 의사들간의 평균 변화 범위는 2.6 mm로 이 두 집단간에 통계학적으로 유의성 있는 차이가 있었다고 보고한 바 있다.

Lindh와 Petersson³⁰⁾은 파노라마촬영과 일반 단층촬영에서의 하악관의 인지능을 평가하였는데 파노라마촬영의 35%, 일반 단층촬영의 17%에 있어서 하악관을 인지할 수 없었다고 하였고 전반적인 하악관의 인지능력이 단층촬영에서 보다 우수하였다고 하였다. Stella 와 Tharanon⁴⁹⁾은 8개의 하악골을 대상으로 클로바잇사귀형 단층촬영을 시행한 그의 연구에서 40개의 단면 방사선사진 중 17.5%에 있어서 하악관을 인지하기가 어려웠다고 하였다. Lindh 등³¹⁾은 6개의 하악골을 사용, 5가지 방사선사진촬영방법의 하악관

의 인지능을 평가한 그의 연구에서 하악관의 인지능이 가장 우수한 촬영방법은 직접 관상면 전산화 단층촬영법이었으며, 다음이 나선형 단층촬영, 클로바잇사기형 단층촬영, 파노라마 단층촬영, 치근단 촬영, 영상재구성 전산화 단층촬영의 순이었다고 보고하였다. 그의 연구에 의하면 클로바잇사기형 단층촬영에서는 단면 72예중 26예(36%)에 있어서 하악관을 인지할 수 없었다고 하였고, 나선형 단층촬영 단면 72예중 28예(39%)에 있어서 하악관을 인지할 수 없었다고 하였고, 관상면 전산화 단층촬영에서는 단면 71예중 12예(17%)에 있어서 하악관을 인지할 수 없었다고 하였고, 전산화 단층촬영의 영상 재구성에 있어서는 단면 71예중 53예(75%)에 있어서 하악관을 인지할 수 없었다고 하였다. 본 연구에 있어서는 3명의 관찰자가 관찰한 총 264 단면(88단면 × 3)에서 하악관을 인지할 수 없었던 경우가 전산화 단층촬영사진에 있어서는 2 단면(0.76%) 이었고 SCANORA 나선형 단층촬영에 있어서는 5단면(1.89%) 이었다. 또한 3명의 관찰자가 평가한 하악관의 인지능을 비교한 결과 두 촬영방법 간에 유의성 있는 차이가 없었다(Table 10). 전산화 단층촬영의 영상 재구성에 있어서 하악관의 인지능이 Lindh의 연구³¹와 본 연구에서 이처럼 현저한 차이를 보이는 것은 전산화 단층촬영에 있어서 영상 재구성의 방법은 전산화 단층촬영 장비의 성능 및 주변 컴퓨터 시스템의 성능, 영상 재구성 소프트웨어 등과 밀접한 관계가 있으므로 이러한 현저한 연구 결과의 차이가 보이지 않았나 추정된다. 아울러 SCANORA 나선형 단층촬영에 있어서도 본 연구에 있어서는 1996년에 개발된 가장 최근의 소프트웨어를 채용한 SCANORA 나선형 단층촬영 장비를 사용하였기 때문에 이러한 차이를 보이지 않았나 생각된다. 아울러 관찰자 숫자의 차이, 연구대상 숫자의 차이 등도 함께 작용하였을 것으로 여겨진다.

이상의 결과를 종합하여 보면, ZPC 시편의 크기 측정을 통한 정확도 평가와 하악관의 인지능의 평가에 있어서는 DentaScan 전산화 단층촬영과 SCANORA 나선형 단층촬영 사이에 유

의성 있는 차이를 발견할 수가 없었다. 하악골 단면 방사선사진의 계측치의 비교에 있어서는 하악결합부, 이공, 이공과 하악공의 사이 1/4 지점의 무치악 부위의 평가에 있어서는 두 촬영방법 간에 유의성 있는 차이가 없었으나, 이공과 하악공과의 1/2 지점의 무치악 부위의 평가에 있어서는 SCANORA 나선형 단층촬영이 다소 정확도가 떨어지는 결과를 보였다. 이러한 차이는 하악 최후방부에서 전산화 단층촬영사진에 비하여 SCANORA 나선형 단층촬영사진에서 해부학적 구조물의 경계를 파악하기가 보다 어려웠던 것에 주로 기인되는 것으로 사료되는 바 향후 이러한 부분에 있어서 장비의 개선을 위한 연구 개발이 필요하리라 생각된다. 개개 하악골의 악궁의 형태에 맞게끔 단층촬영 단면의 축을 조절할 수 있는 기능이 보강된다면 하악골 최후방부에서 나타나는 이러한 SCANORA의 단점은 상당 부분 보완될 수 있으리라 사료된다. 그러나 전반적으로 방사선 노출 정도, 비용 등을 아울러 고려할 때 SCANORA 나선형 단층촬영방법이 하악골 매식 부위 계측을 위한 촬영방법으로서 비교적 우수한 촬영법이라고 할 수 있을 것이다.

V. 결 론

저자는 무치악 및 부분적으로 무치악인 건조 하악골 31개를 대상으로 총 99개의 무치악 부위를 설정하고 ZPC 시편을 위치시킨 후 각각의 시편 부위에 있어서 전산화 단층촬영 및 SCANORA 나선형 단층촬영을 시행하였다. 촬영된 방사선사진에서 시편의 크기와 하악골 단면의 계측 항목을 측정하여 전산화 단층촬영과 나선형 단층촬영 간의 차이를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. ZPC 시편을 사용하여 실제 측정치와 방사선 사진 측정치를 비교한 결과 전산화 단층촬영 사진의 평균오차는 수직부 0.07 mm, 수평부 -0.06 mm를 보였고, SCANORA 나선형 단층촬영사진의 평균오차는 수직부 0.06 mm, 수평부 -0.12 mm를 보였다. 측정치의 평균오차에

있어서 두 촬영방법 간의 차이를 고찰한 결과 하악결합부 (S) 시편의 수평 측정치에서만 유의성 있는 차이가 있었고 ($p < 0.05$), 나머지 모든 부위의 측정치에 있어서는 두 촬영방법 간에 유의성 있는 차이가 없었다 ($p > 0.05$).

2. 치조정에서부터 하악골 하연까지의 거리 (H) 및 치조정에서부터 하악관의 상방 경계까지의 거리 (Y)를 비교한 결과 두 촬영방법 간에 유의성 있는 차이가 없었다 ($p > 0.05$).
3. 하악골의 설측 최대 돌출부에서 협측 최대 돌출부까지의 수평거리 (W) 및 하악골의 설측에서 하악관의 설측 경계까지의 수평거리 (X)를 비교한 결과 하악결합부 (S), 이공 (Me), 이공과 하악공의 사이 1/4 지점 (M1)에 있어서는 두 촬영방법 간에 유의성 있는 차이가 없었으나 ($p > 0.05$), 이공과 하악공과의 1/2 지점 (M2)에서는 유의성 있는 차이가 있었다 ($p < 0.05$).
4. 측정값의 관찰자 간 평균 변화 범위는 하악결합부 (S)를 제외한 나머지 모든 부위에 있어서 SCANORA 나선형 단층촬영이 전산화 단층촬영에 비하여 보다 컸다.
5. 하악관의 인지능을 비교한 결과 두 촬영방법 간에 유의성 있는 차이가 없었다 ($p > 0.05$).

결론적으로 하악골 매식 부위 계측을 위한 촬영방법으로써 SCANORA 나선형 단층촬영법이 전산화 단층촬영법에 비하여 하악 최후방 무치악 부위의 평가에 있어서 다소 정확도가 떨어지는 결과를 보였다. 이러한 차이는 하악 최후방부에서 전산화 단층촬영사진에 비하여 SCANORA 나선형 단층촬영사진에서 해부학적 구조물의 경계를 파악하기가 보다 어려웠던 것에 주로 기인되는 것으로 사료되는 바 향후 이러한 부분에 있어서 장비의 개선을 위한 연구 개발이 필요하리라 생각된다. 그러나 전반적으로 방사선 노출 정도, 비용 등을 아울러 고려할 때 SCANORA 나선형 단층촬영법이 하악골 매식 부위 계측을 위한 촬영방법으로서 비교적 우수한 촬영법이라고 할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. Abrahams JJ : CT assessment of dental implant planning, Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America, 4: 1-18, 1992
2. Abrahams JJ : Anatomy of the jaw revisited with a dental CT software program. American J of Neuroradiol., 14: 979-990, 1993
3. Abrahams JJ : The role of diagnostic imaging in dental implantology. Radiologic Clinics of North America 31: 163-180, 1993
4. Adell R, et al. : A long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. Int J Oral Maxillofac Implants 5: 347-359, 1990
5. Alder ME, Deahl ST, Matteson SR : Clinical usefulness of two-dimensional reformatted and three-dimensionally rendered computerized tomographic images: Literature review and a survey of surgeons' opinions, J Oral Maxillofac Surg 53: 375-386, 1995
6. Ames JR, Johnson RP, Stevens EA : Computerized tomography in oral and maxillofacial surgery. Journal of Oral Surgery 38: 145-149, 1980
7. Andersson JE, Svartz K : CT-scanning in the pre-operative planning of osseointegrated implants in the maxilla. Int J Oral Maxillofac Surg 17: 33-35, 1988
8. Astrand P, et al. : Combination of natural teeth and osseointegrated implants as prosthesis abutments: A 2-year longitudinal study. Int J Oral Maxillofac. Implants 6: 305-312, 1991
9. Bäckström A, et al : The effect of system parameters on resolution in rotational panoramic radiography. A mathematical analysis, Dentomaxillofac Radiol 18: 169-176, 1989
10. Brooks SL : Computed tomography. Dental Clinics of North America 37: 575-590, 1993
11. Clark DE, et al : Radiation absorbed from dental implant radiography : A comparison of linear tomography, CT scan, and panoramic and intra-oral techniques. Journal of Oral Implantology 16: 156-164, 1990
12. Ekestubbe A, Gröndahl HG : Reliability of spiral tomography with the Scanora[®] technique for dental implant planning. Clin Oral Impl Res 4: 195-202, 1993
13. Ekestubbe A, Thilander A, Gröndahl HG : Absorbed

- doses and energy imparted from tomography for dental implant installation. Spiral tomography using the Scanora[®] technique compared with hypocycloidal tomography. *Dentomaxillofac. Radiol* 21: 65-69, 1992
14. Fernandes RJ, et al. : A cephalometric tomographic technique to visualize the buccolingual and vertical dimensions of the mandible, the *Journal of Prosthetic Dentistry*, 58: 466-470, 1987
 15. Frederiksen NL, Benson BW, Sokolowski TW : Effective dose and risk assessment from film tomography used for dental implant diagnostics, *Dentomaxillofac. Radiol.*, 23: 123-127, 1994
 16. Frederiksen NL, Benson BW, Sokolowski TW : Effective dose and risk assessment from computed tomography of the maxillofacial complex, *Dentomaxillofac Radiol*, 24: 55-58, 1995
 17. Goaz PW, White SC : *Oral radiology. Principles and interpretation.* Mosby Co St. Louis USA 1994
 18. Gründahl K, et al. : Reliability of hypocycloidal tomography for the evaluation of the distance from the alveolar crest to the mandibular canal, *Dentomaxillofac Radiol*, 19: 200-204, 1991
 19. Hallikainen D, Iizuka T, Lindqvist C : Cross-sectional tomography in evaluation of patients undergoing sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg*, 50: 1269-1273, 1992
 20. Hassfeld S, Sahl H, Stratmann U : CT prior to endosseous implant surgery. Comparison of scanning protocols, *Dentomaxillofac Radiol* 24: 95-96, 1995
 21. Hirschfelder U, Hirschfelder H : The application of new CT techniques for dental orthopedic diagnoses, *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*. 48 : 128-133, 1993
 22. Ismail YH, Azarbal M, Kapa SF : Conventional linear tomography: Protocol for assessing endosseous implant sites, *J Prosthet Dent* 73: 153-157, 1995
 23. Jeffcoat M, et al. : Planning interactive implant treatment with 3-D computed tomography. *J American Dent Asso*, 122: 40-44, 1991
 24. Kahl B, Fischbach R, Gerlach KL : Temporomandibular joint morphology in children after treatment of condylar fractures with functional appliance therapy : a follow-up study using spiral computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 24 : 37-45, 1995
 25. Kalender WA, et al. : Spiral volumetric CT with single-breath-hold technique, continuous transport, and continuous scanner rotation. *Radiology* 176: 181-183, 1990
 26. Kassebaum DK, et al. : Cross-sectional radiography for implant site assessment, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 70: 674-678, 1990
 27. Klinge B, Petersson A, Maly P : Location of the mandibular canal : Comparison of macroscopic findings, conventional radiography, and computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants* 4: 327-332, 1989
 28. Krennmair G, Lenglinger F : Imaging of mandibular cysts with a dental computed tomography software program, *Int J Oral Maxillofac Surg* 24: 48-52, 1995
 29. Lam EWN, Ruprecht, A, Yang J : Comparison of two-dimensional orthoradially reformatted computed tomography and panoramic radiography for dental implant treatment planning. *J Prosthet Dent* 74 : 42-46, 1995
 30. Lindh C, Petersson A : Radiologic examination for location of the mandibular Canal: A comparison between panoramic radiography and conventional tomography, *Int J Oral Maxillofac Implants*, 4: 249-253, 1989
 31. Lindh C, Petersson A, Klinge B : Visualization of the mandibular canal by different radiographic techniques, *Clin Oral Impl Res* 3: 90-97, 1992
 32. Lindh C, Petersson A, Klinge B : Measurements of distances related to the mandibular canal in radiographs. *Clin Oral Impl Res* 6: 96-103, 1995
 33. Littner MM, et al. : Radiographic features of anterior buccal mandibular depression in modern human cadavers, *Dentomaxillofac Radiol* 24: 46-49, 1995
 34. Maher WP : Topographic, microscopic, radiographic, computerized morphometric studies of the human adult edentate mandible for oral implantologists, *Clinical Anatomy*, 4: 327-340, 1991
 35. Miles DA, Van Dis ML : Implant radiology, *Dental Clinics of North America*, 37: 645-668, 1993
 36. Moss JP, et al. : Three-dimensional visualization of the face and skull using computerized tomography and laser scanning techniques, *European Journal of Orthodontics* 9: 247-253, 1987
 37. Ney DR, et al. : Comparison of helical and spiral CT with regard to three-dimensional imaging of musculoskeletal anatomy. *Radiology* 185: 865-869, 1992
 38. North AF, Rice J : Computed tomography in oral

- and maxillofacial surgery, *J Oral Surgery* 39: 199-207, 1981
39. Nyström E, et al. : Combined use of bone grafts and implants in the severely resorbed maxilla. Postoperative evaluation by computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 24: 20-25, 1995
 40. Petrikowski CG, Pharoah MJ, Schmitt A : Presurgical radiographic assessment for implants, *J Prosthet Dent* 61: 59-64, 1989
 41. Poon C, et al. : Presurgical tomographic assessment for dental implants: Part 1. A modified imaging technique, *Int J Oral Maxillofac Implants* 7: 246-250, 1992
 42. Quirynen M, et al. : The CT scan standard reconstruction technique for reliable jaw bone volume determination, *Int J Oral Maxillofac Implants* 5: 384-389, 1990
 43. Ray Jr CE, et al. : Applications of three-dimensional CT imaging in head and neck pathology, *Radiologic Clinics of North America*, 31: 181-194, 1993
 44. Reddy MS, et al. : A comparison of the diagnostic advantages of panoramic radiography and computed tomography scanning for placement of root form dental implants. *Clin Oral Impl Res* 5: 229-238, 1994
 45. Rothman SLG, et al. : CT in the preoperative assessment of the mandible and maxilla for endosseous implant surgery. *Radiology* 168 : 171-175, 1988
 46. Schwarz MS, et al. : Computed tomography: Part I. Preoperative assessment of the mandible for endosseous implant surgery, *Int J Oral Maxillofac Implants* 2: 137-148, 1987
 47. Shimura M, et al. : Presurgical evaluation for dental implants using a reformatting program of computed tomography: Maxilla/mandible shape pattern analysis (MSPA). *Int J Oral Maxillofac Implants* 5: 175-181, 1990
 48. van Steenberghe D, et al. : The applicability of osseointegrated oral implants in the rehabilitation of partial edentulism: A prospective multicenter study on 558 fixtures, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 5: 272-281, 1990
 49. Stella, JP, Tharanon W : A precise radiographic method to determine the location of the inferior alveolar canal in the posterior edentulous mandible: implications for dental implants. Part 1: Technique, *Int J Oral Maxillofac Implants* 5: 15-22, 1990
 50. Takeuchi T, Furusawa K, Hirose I : Mechanism of transient mental nerve paraesthesia in sagittal split mandibular ramus osteotomy, *British Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*, 32: 105-108, 1994
 51. Tal H, Moses O : A comparison of panoramic radiography with computed tomography in the planning of implant surgery. *Dentomaxillofac Radiol* 20: 40-42, 1991
 52. Tammsalo E, et al. : Comprehensive oral X-ray diagnosis : Scanora® multimodal radiography. A preliminary description. *Dentomaxillofac Radiol* 21: 9-15, 1992
 53. Tammsalo T, Happonen RP, Tammsalo EH : Stereographic assessment of mandibular canal in relation to the roots of impacted lower third molar using multiprojection narrow beam radiography, *Int J Oral Maxillofac Surg*, 21: 85-89, 1992
 54. Tammsalo T, et al. : A comparison of detailed zonography with periapical radiography for the detection of periapical lesions, *Dentomaxillofac. Radiol* 24: 114-120, 1995
 55. Terry BC, Zarb GA : Report on the 4th international congress on preprosthetic surgery. Palm Springs. USA. 18-20 April, *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 20: 449-455, 1991
 56. Todd AD, et al. : Interpretation of linear and computed tomograms in the assessment of implant recipient sites. *J Periodontol* 64: 1243-1249, 1993
 57. Weinberg LA : CT scan as a radiologic data base for optimum implant orientation, *J. Prosthet. Dent.*, 69: 381-385, 1993
 58. Williams MYA, Mealey BL, Hallmon WW : The role of computerized tomography in dental implantology, *Int J Oral Maxillofac Implants* 7 : 373-380, 1992
 59. Yune HY : Two-dimensional—three-dimensional reconstruction computed tomography techniques, *Dental Clinics of North America*, 37: 613-626, 1993
 60. 김애지, 조봉혜, 나경수 : 두경부 전산화 단층촬영시의 주요 장기선량, 유효선량 및 위험도, *치과방사선*, 25: 27-38, 1995
 61. 김원철, 이상래 : 하악관에 관한 방사선학적 연구, *치과방사선*, 17: 209-221, 1987
 62. 조성은, 김재덕 : 하악관에 관한 방사선학적 연구, *치과방사선*, 21: 307-316, 1991
 63. 최항문, 유동수 : 하악관 위치 분석시 일반단층사진과 전산화단층사진의 비교연구, *치과방사선*, 25 : 535-544, 1995

-ABSTRACT-

RELIABILITY OF SPIRAL TOMOGRAPHY FOR IMPLANT SITE MEASUREMENT OF THE MANDIBLE

Kee-Deog Kim, Chang-Seo Park

Department of Dental Radiology, College of Dentistry, Yonsei University

The purpose of this study was to evaluate the accuracy and usefulness of spiral tomography through the comparison and analysis of SCANORA cross-sectional tomographs and DentaScan computed tomographic images of dry mandibles taken by a SCANORA spiral tomographic machine and a computed tomographic machine. Thirty-one dry mandibles with full or partial edentulous areas were used. To evaluate the possible effect of location in the edentulous area, it was divided into 4 regions of Me (region of mental foramen), M1 (the midportion between Me and M2), M2 (the midportion between mental foramen and mandibular foramen) and S (the midportion of the mandibular symphysis). A ZPC column (sized 4 mm x 5 mm) was seated on the edentulous regions of Me, M1, M2 and S using the acrylic stent. Then SCANORA spiral tomography and computed tomography were taken on the edentulous regions which contained the ZPC column. The ZPC columns and cross-sectional images of the mandible were measured in the radiographs by three observers and the differences between the two imaging modalities were analysed.

The results were as follows:

1. In comparing the actual measurements of the ZPC column and measurements in the radiographs, the mean error of the DentaScan computed tomography was 0.07 mm in vertical direction and -0.06 mm in horizontal direction, while the mean error of the SCANORA spiral tomography was 0.06 mm in vertical direction and -0.12 mm in horizontal direction. There was a significant difference between the two radiographic techniques in the horizontal measurement of the ZPC column of the symphysis region ($p < 0.05$). But there was no significant difference in the measurements of other regions ($p > 0.05$).
2. In measurements of the distance from the alveolar crest to the inferior border of the mandible (H), and of the distance from the alveolar crest to the superior border of the mandibular canal (Y), there was no significant difference between the two radiographic techniques ($p > 0.05$).
3. In measurements of the distance from the lingual border of the mandible to the buccal border of the mandible (W), and of the distance from the lingual border of the mandible to the lingual border of the mandibular canal (X), there was a significant difference between the two radiographic techniques in measurements of the midportion between the mental foramen and the mandibular foramen (M2) ($p < 0.05$). But there were no significant differences in measurements of the other regions of symphysis (S), mental foramen (Me), the first one-fourth portion between the mental foramen and the mandibular foramen (M1) ($p > 0.05$).
4. Considering the mean range of measurements between observers, the measurements of SCANORA spiral tomography showed higher value than those of DentaScan computed tomography, except in measurements of symphysis (S).
5. On the detectability of the mandibular canal, there was no significant difference between the two radiographic techniques ($p > 0.05$).

In conclusion, SCANORA spiral tomography demonstrated a higher interobserver variance than that of DentaScan computed tomography for implant site measurements in the posterior edentulous area of the mandible. These

differences were mainly the result of difficulty in the detection of the border of the mandible in SCANORA spiral tomography. But considering the cost and the radiation exposure, SCANORA spiral tomography can be said to be a relatively good radiographic technique for implant site measurement.

사진부도 설명

Fig. 3. Dry mandible seated on the SCANORA spiral tomographic machine

Fig. 4. Dry mandible seated on the computed tomographic machine

Fig. 5. SCANORA spiral tomographs

Fig. 6. DentaScan computed tomographic images

논문 사진부도

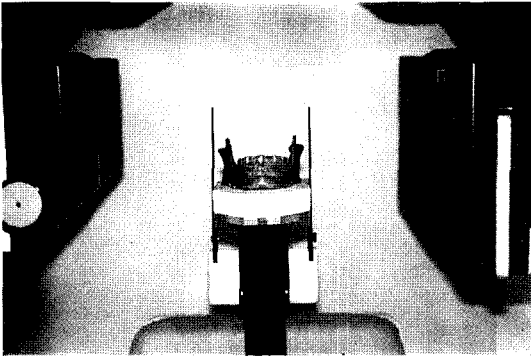


Fig. 3

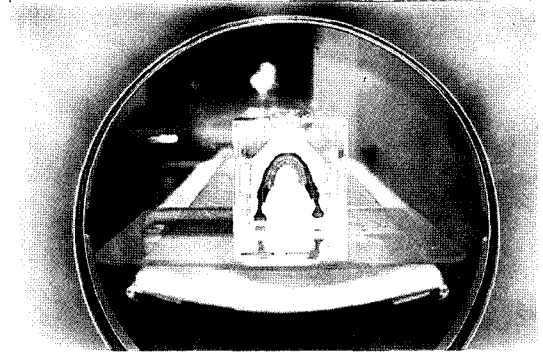


Fig. 4

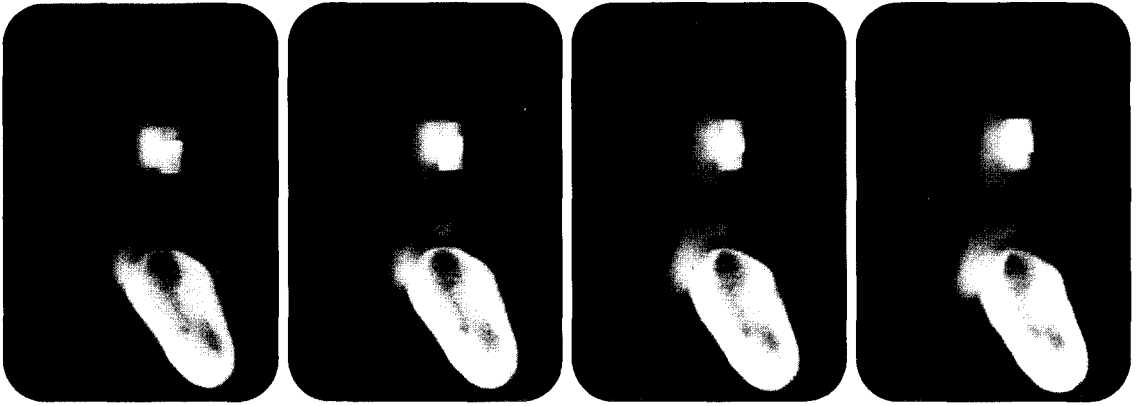


Fig. 5

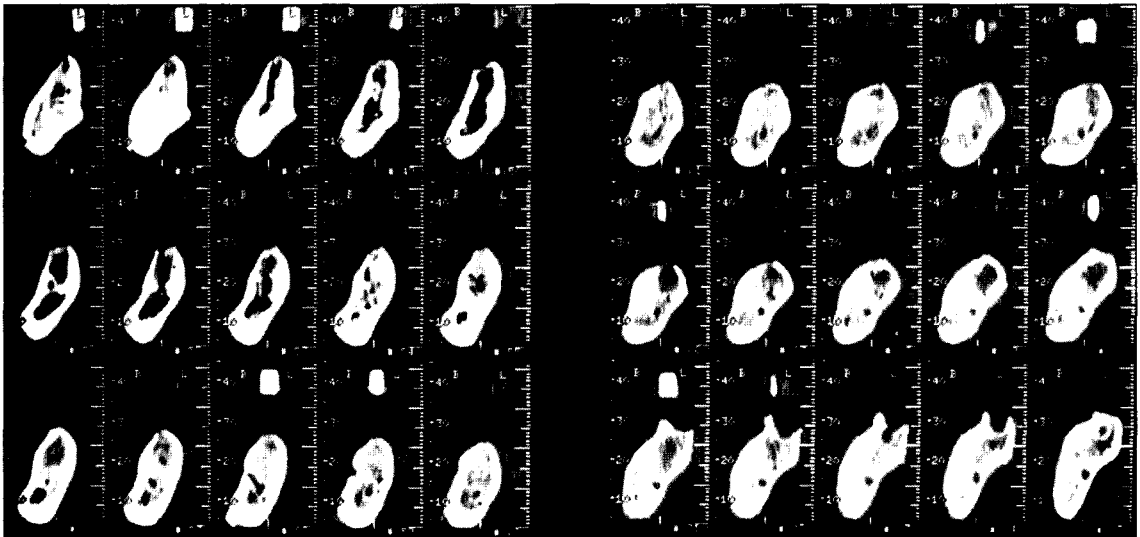


Fig. 6