



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

치의학석사학위논문

파노라마방사선영상에서 치아 및
하악지 계측의 재현성에 대한 연구

2015년 2월

서울대학교 대학원

치 의 학 과

남 궁 다 정

치의학석사학위논문

파노라마방사선영상에서 치아 및
하악지 계측의 재현성에 대한 연구

Reproducibility of measuring teeth and rami
on panoramic radiography

2015년 2월

서울대학교 대학원

치 의 학 과

남 궁 다 정

파노라마방사선영상에서 치아 및 하악지 계측의 재현성에 대한 연구

지도교수 허 민 석

이 논문을 치의학석사학위논문으로 제출함

2014년 10월

서울대학교 대학원

치 의 학 과

남 궁 다 정

남궁다정의 석사학위논문을 인준함

2014년 11월

위 원 장 _____ (인)

부 위 원 장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

초 록

1. 목적

파노라마방사선영상의 계측의 효용성에 대한 기존의 연구에서 상반되는 결론들이 존재한다. 본 연구에서는 파노라마방사선촬영 시 환자의 교합평면이 이루는 곡선의 각도 차이가 치아 및 하악지 수직 길이 계측의 재현성에 미치는 영향을 평가하기 위하여 서로 다른 시기에 임상적으로 촬영된 파노라마방사선영상을 비교하는 연구를 수행하고자 한다.

2. 연구 대상 및 방법

5년 이내에 2회 이상 파노라마방사선촬영을 시행한 만 20세 이상의 성인 환자를 추출하였다. 영상의 질이 낮거나 상실된 치아가 많아 계측이 어려운 경우, 교정 및 악교정 수술 병력이 있는 경우, 촬영 시 정중시상면 및 전후방적 위치 오류가 있었던 경우를 제외한 200명의 환자로부터 각 2매씩 총 400매의 파노라마방사선영상을 수집하였다. 각 영상에서 교합평면 곡선이 이루는 각도와 상악 우측 중절치, 상악 우측 견치, 상악 우측 제1대구치, 좌측 하악 중절치, 좌측 하악 견치, 좌측 하악 제1대구치 및 우측 하악지의 수직 길이를 측정하였다. 통계분석을 통해 두 파노라마방사선영상에서 교합평면 곡선이 이루는 각도의 차이와 계측의 재현성의 상관관계를 평가하였다.

3. 결과

두 장의 파노라마방사선영상에서 교합평면 곡선이 이루는 각도의 차이가 증가함에 따라 모든 수직 길이 계측치의 차이가 증가하였다. 이들 중 좌측 하악 중절치에서 가장 높은 상관관계가 나타났다. 전치부에서 구치부로 갈수록 상관관계가 낮아지는 경향을 보이며, 하악보다 상악에서 상관관계가 낮게 나타났다. 좌측 하악 중절치에 해당하는 회귀식에 의하면

두 파노라마 상의 교합평면 곡선의 각도가 차이가 1도씩 증가할 때 좌측 하악 중절치의 수직 길이 차이가 0.58%씩 증가하였다($p=0.000$).

4. 결론

두 장의 파노라마방사선영상에서 교합평면이 이루는 곡선의 각도 차이에 따라 치아 및 하악지의 수직 길이의 재현성이 감소하는 경향을 보였다. 그 중 하악 전치부 부위에서 상관관계가 가장 뚜렷하게 나타났으며, 두 사진에서 각도의 차이가 10도 이상 나는 경우 하악 전치부의 계측치를 비교하는 것은 위험하다. 그러므로 파노라마방사선영상을 통한 계측과 비교를 수행하기 위해서는 환자의 두부 재현이 무엇보다 중요하다.

주요어 : 파노라마방사선영상, 재현성, 측정의 정확성

학 번 : 2011-22433

목 차

제 1 장 서 론	1
제 2 장 연구 대상 및 방법	3
1. 연구 대상	3
2. 연구 방법	3
3. 측정의 신뢰도 검증	5
4. 통계 분석	5
제 3 장 연구 결과	6
제 4 장 고 찰	7
제 5 장 결 론	12
참고 문헌	13
Abstract	23

표 목차

Table 1. Gender and age distribution of the patients in this study	19
Table 2. The number of valid data analyzed and missing data in this study	20
Table 3. Relation between difference of occlusal plane curve and % difference of 6 vertical length variables	21

그림 목차

Figure 1. Measurement sites with the reference points on panoramic image (curve of occlusal plane, and vertical lengths of 6 teeth and right mandibular ramus)	18
Figure 2. Scatter plot and estimated linear curve, % difference of mandibular left central incisor vertical lengths against difference of occlusal planes	22

제 1 장 서 론

파노라마방사선영상은 전악 구내방사선영상과 비교하여 낮은 방사선 노출으로 환자와 술자 모두에게 안전하게 사용할 수 있으며,¹ 빠른 촬영이 가능하여 집단검사의 목적으로 이용되어 왔다.²⁻⁴ 파노라마방사선영상으로 치아우식, 치주질환, 치근단 병소 등을 진단할 수 있으며,⁵ 임상검사에서 관찰이 어려운 치석 침착, 잔존치근, 제3대구치 매복, 상악동 질환, 과두변화 등을 확인할 수 있으므로 많은 환자를 대상으로 수행되는 구강검진에 있어서 임상검사와 함께 파노라마방사선영상을 사용하면 효과적이다.³ 또한, 파노라마방사선영상은 추가적인 구내방사선영상이 필요한지 여부를 평가하는 보조적인 수단으로의 의미가 있다.⁶ 그밖에도 파노라마방사선영상은 교정평가를 위해서나 임플란트 식립을 위한 정보를 얻기 위해서도 사용된다.⁵

길이 계측에 있어서 파노라마방사선영상의 유용성을 생각하기에 앞서 상의 형성 원리에 대한 이해가 필요하다. 파노라마방사선촬영술은 같은 속도로 회전하는 필름과 슬릿빔에 의하여 환자의 악안면부의 모습을 펼쳐진 형태로 평면상에 보여준다.^{7,8} 필름과 관구의 이동으로 인해 가장 이미지가 또렷하게 나타나는 초점층이 존재하여 이를 벗어나면 단층촬영 효과로 이미지의 선예도가 떨어지게 된다.⁸ 이론적으로는 초점층에서 위치한 사물의 수직적 및 수평적 확대율이 동일하여 이미지의 왜곡이 나타나지 않지만, 사물에 위치에 따라 수직 확대율은 거의 변하지 않는데 반해 수평 확대율은 급격하게 변한다.^{5,9} 따라서 초점층에서 벗어난 이미지의 경우 이미지의 크기와 더불어 형태의 왜곡이 나타나게 된다.

파노라마방사선영상에서 계측치와 모형의 실제 측정값을 비교한 여러

연구가 있었다. 특히, 파노라마방사선영상에서 양측 하악지 길이 계측치를 비교한 연구가 발표되었다. Habets 등¹⁰은 하악지의 비대칭 진단에 있어서 파노라마방사선영상에서 양측 하악지 길이의 차이가 6% 이내로 나타나는 경우는 기술적인 문제로 보아야 한다고 하였으며, Turp 등¹¹과 Laster 등¹²은 건조 두개골을 이용한 비교 실험에서 파노라마방사선영상의 계측을 통해 비대칭을 평가하기 어렵다고 보고하였다. 하지만 Amir 등¹³은 유사한 실험에서 파노라마방사선영상의 중앙선을 가로지르는 측정이 이루어지지 않는 한 계측치가 건조 두개골에서의 측정값과 매우 유사하다고 하였다. 한편, 파노라마방사선영상의 반복 측정을 통해 재현성을 연구한 논문들도 있다. Larheim 등^{14,15}은 환자를 대상으로 한 연구에서 파노라마방사선영상을 이용한 수직 길이 계측은 재현성을 인정할 수 있다고 하였다. 또한, Schulze 등¹⁶과 Stramotas 등¹⁷은 서로 다른 위치에 놓인 모형을 촬영하는 실험을 수행하여 파노라마방사선영상의 계측은 임상적 사용에 충분하다는 결론을 얻었다. 이렇게 파노라마방사선영상의 계측의 효용성에 대한 상반된 결론의 연구가 존재함에도 불구하고 위의 연구들¹⁰⁻¹⁷은 모두 촬영 시 두부 위치의 재현의 중요성을 강조하고 있다.

본 연구에서는 서로 다른 시기에 임상적으로 촬영된 파노라마방사선영상을 비교하여 파노라마방사선촬영 시 환자의 두부 위치의 차이가 치아 및 하악지 수직 길이 계측의 재현성에 미치는 영향을 평가하고자 하였다.

제 2 장 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

2013년 1월부터 2013년 2월 사이에 서울대학교치과병원 구강악안면방사선과에 내원하여 5년 이내에 2회 이상 파노라마방사선촬영을 시행한 만 20세 이상의 성인 환자를 추출하였다. 그 환자 중 1. 파노라마방사선영상이 전체적으로 초점층을 벗어나 치아 계측이 어려운 경우, 2. 전치부 치아의 결손이 있거나 개방교합 등의 이유로 전치부로 교합제를 물지 못한 경우, 3. 파노라마방사선영상에서 정중시상면이 초점층의 중심에 위치되지 않은 경우, 4. 계측할 치아를 포함하여 대부분의 치아가 상실된 경우, 5. 교정 중이거나 교정 병력이 있어 치아의 위치 변화가 있거나 치근 외흡수로 치아의 길이 변화의 우려가 있는 경우, 6. 악골의 형태 변화를 동반한 악안면 수술을 시행한 경우는 제외하였다. 총 200명의 환자에서 각 2매씩 총 400매의 파노라마방사선영상이 본 연구 대상에 포함되었다.

본 연구는 서울대학교치의학대학원 의학연구윤리심의위원회 IRB (S-D20140039)의 심의를 통과하였다.

2. 연구 방법

파노라마방사선영상의 계측은 PiView STAR 프로그램(Infinitt, Seoul, Korea)을 통해 수행하였으며, 프로그램 상에서 “Caliper” 도구를 이용하여 두 점을 클릭하여 길이를 측정하였고, “Angle” 도구를 이용하여 두 선이 이루는 각도를 측정하였다. 측정은 소수점 이하 2자리까지 측정되

었다. 수직 길이 7항목, 각도값 1항목으로 총 8항목에 대하여 계측을 수행하였다(Fig. 1). 계측치의 정의 및 계측에 사용한 기준점은 다음과 같다.

- 1) 상악 우측 중절치의 수직 길이 - 절단연의 중점에서 치근침까지의 거리
- 2) 상악 우측 견치의 수직 길이 - 교두정에서 치근침까지의 거리
- 3) 상악 우측 제1대구치의 수직 길이 - 설측구에서 구개측 치근침까지의 거리
- 4) 하악 좌측 중절치의 수직 길이 - 절단연의 중점에서 치근침까지의 거리
- 5) 하악 좌측 견치의 수직 길이 - 교두정에서 치근침까지의 거리
- 6) 하악 좌측 제1대구치의 수직 길이 - 근심설측 교두정에서 근심측 치근침까지의 거리
- 7) 우측 하악지의 수직 길이 - 우측 하악지의 하악절흔의 가장 깊은 점에서 전악각 함요(antegonial notch)의 가장 깊은 점까지의 거리
- 8) 교합평면이 이루는 곡선의 각도 - 상악 중절치의 접촉점에서 상악 제1, 제2대구치의 접촉점 양쪽을 이은 두선이 이루는 각도

측정할 치아가 상실되었거나 치근침 부위의 치조백선이 불분명한 경우에는 해당 치아의 측정을 생략하였다. 치아에 교모, 치근흡수, 보철물 식립 등의 변화로 대상 치아의 변화가 있는 경우에도 측정을 생략하였다. 측정은 단일 측정자에 의해 수행되었다.

3. 측정의 신뢰도 검증

치아의 수직 길이 및 각도를 측정하고 약 한 달 후 동일한 측정자가 대상 환자 중 20명(총 40매)을 무작위로 선별하여 재측정을 수행하여 처음 측정치와 비교하였다. 두 측정치를 paired t-test로 분석하였고, 재측정시 하악 치아와 하악지의 수직 길이에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 상악 우측 중절치에서 0.20mm(p=.037), 상악 우측 견치에서 0.99mm(p=.000), 상악 우측 제1대구치에서 0.54mm(p=.013), 교합평면이 이루는 곡선의 각도에서 0.69도(p=.031)의 유의미한 차이가 나타났으나, 그 차이가 1mm 및 1도 미만으로 분석 결과에 나타난 경향을 크게 해치지 않았다.

4. 통계 분석

수집한 자료는 SPSS Statistics V.20 Program (IBM SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였다. 각도 변수는 두 각도의 차이 값으로 변수를 변환하였고 (= Max - Min), 수직 길이 변수들은 두 길이의 %차이로 변수를 변환하였다 (= $\frac{Max - Min}{Min} \times 100$). 단순회귀분석을 실시하여 2매의 파노라마방사선영상에서 교합평면 곡선이 이루는 각도 차이와 측정의 재현성과의 상관관계를 평가하였다.

제 3 장 연구 결과

조사자의 인구통계학적 특성을 살펴보면 다음과 같다(Table 1). 성별 분포는 남성과 여성이 각각 28.5%와 71.5%로 나타났고, 조사한 환자의 연령 분포는 20대가 26.5%로 가장 많았으며, 다음으로 30대가 19.0%, 40대와 50대는 18.5%, 60대 이상이 17.5%로 나타났다. 200쌍의 파노라마방사선영상에서 얻어진 수직 길이 계측치 가운데 항목별로 0~4개 정도의 이상치를 제거하고 분석이 가능한 유효값의 수를 Table 2에 정리하였다.

분석의 결과는 Table 3에 제시하였으며, 교합평면곡선의 각도 차이와 각각의 종속변수 간에 유의미한 상관관계가 나타났다. 즉, 두 장의 파노라마방사선영상에서 교합평면 곡선이 이루는 각도의 차이가 증가함에 따라 모든 수직 길이 계측치의 %차이가 증가하였다. 이들 중 종속변수 하악 좌측 중절치가 교합평면 곡선이 이루는 각도에 의해 설명되는 정도가 44.5%로 가장 컸고, 다음으로 상악 우측 중절치가 19.9%, 하악 좌측 견치가 14.4%로 비교적 낮게 나타났다. 상악 우측 견치, 우측 하악지, 하악 좌측 제1대구치, 상악 우측 제1대구치는 설명력이 매우 약하게 나타났다(각, 8.8%, 5.3%, 4.7%, 3.1%). 전치부에서 구치부로 갈수록 설명력이 낮아지는 경향을 보이며 하악보다 상악에서 설명력이 낮았다.

가장 상관관계가 높게 나타난 하악 좌측 중절치에 해당하는 산점도를 Figure 2에 제시하였다. 이를 통해 구한 식을 토대로 해석하면, 두 파노라마방사선영상 상의 교합평면 곡선의 각도가 차이가 1도씩 증가할 때 하악 좌측 중절치의 수직 길이 차이가 0.58%씩 증가한다($p=.000$).

제 4 장 고 찰

파노라마방사선촬영 시 초점층에 대하여 환자 두부 위치가 바르게 위치되지 않은 경우 상의 왜곡이 나타난다.^{12,18} 상이 필름에 가까운 쪽에 놓이면 상이 축소되고 먼 쪽에 놓이면 확대되는데, 수평적인 확대율이 더 크게 변동하는 까닭에 상의 형태에 왜곡이 나타난다.^{9,19} 촬영 시에 발생할 수 있는 환자 두부 위치 오류에는 크게 전후방적 위치 오류, 정중 시상면 위치 오류, 교합평면 위치 오류가 있다.^{18,20,21} 파노라마방사선영상은 이렇게 여러 가지 위치 오류에 따라 상이 왜곡되는 위험성이 있지만, 영상에서 수직 길이의 계측을 수행하여 절대적 혹은 상대적 비교를 하려는 임상 상황들이 존재한다. 그 예로 하악지 비대칭 진단,¹⁰⁻¹² 치조제의 흡수량 평가,^{22,23} 임플란트 식립 길이 결정,²⁴ 교정 환자의 치근흡수 평가,²⁵ 그 밖에도 소아 환자의 발육 중인 영구치의 평가²⁶ 등이 있다. 이렇게 실제로 예민한 길이 측정에 파노라마방사선영상을 사용하고 있기 때문에 다음과 같이 파노라마방사선영상의 재현성을 연구하고 영상의 질을 평가하는 노력이 필요하다.

파노라마방사선촬영 시 발생할 수 있는 환자의 두부 위치 오류 중 교합평면의 위치 오류는 환자가 고개를 너무 숙이거나 들었을 때 발생하는 오류이다. 파노라마방사선영상은 교합평면과 지면이 이루는 각도가 20~30도가 되도록 환자의 고개를 숙인 상태로 촬영하는 것이 이상적이며, 환자가 고개를 너무 숙인 경우에는 파노라마방사선영상 상에서 교합평면이 과도한 아래 방향 곡선이 나타나고 반대의 경우에는 교합평면이 수평이나 역V자 모양으로 보인다.^{20,27,28} 즉, 환자가 파노라마방사선촬영 시 환자의 실제 교합평면과 지면이 이루는 각도의 차이는 영상에서도 교합평면이 이루는 곡선의 각도 차이로 나타나게 된다. 이와 같이 파노라

마방사선영상에 나타나는 교합평면의 위치 오류는 연구에 따라 적게는 15.8%에서 많게는 34.1%까지 나타나는 비교적 흔한 오류이다.^{18,20,21,29} 본 연구에서는 영상 수집 과정에서 전체적으로 초점층을 벗어난 사진 이외에도 환자가 교합제를 물지 않은 상태로 촬영된 경우와 영상에서 환자의 정중시상면이 중앙에서 벗어나거나 기울어진 경우를 제외시킴으로써 환자의 교합평면 위치 오류 외의 요인들을 가급적 배제하고 분석을 수행하였다.

본 연구를 통하여 두 파노라마방사선영상에 나타난 교합평면 곡선이 이루는 각도의 차이가 심할수록 파노라마방사선영상의 수직 길이 계측의 재현성이 낮아진다는 결과를 얻을 수 있었다. 이는 촬영 시 환자의 교합평면 위치 오류가 사진의 재현성에 유의미한 영향을 주었다는 것을 의미한다. 분석에서 가장 상관관계가 높게 나타난 하악 좌측 중절치의 경우, 두 사진에서 교합평면 곡선이 이루는 각도의 차이가 10도인 경우 약 7%의 수직 길이 오차를 보여주었다. 이는 하악 좌측 중절치의 길이를 약 20mm로 가정하였을 때 1.4mm에 해당하는 상당한 정도의 차이이다. 나머지 수직 길이의 경우 3%의 내외의 적은 차이만이 나타났으며, 특히 하악지의 수직 길이는 두 사진에서 재현성이 높게 나타났고, 동일 사진에서 반복 측정하여 얻은 측정의 신뢰도 또한 높게 나타났다. 이는 하악지 비대칭 진단에 있어서 파노라마방사선영상의 효용성을 낮게 평가한 기존의 연구¹⁰⁻¹² 결과와는 대조적이다.

분석 결과 구치부보다는 전치부에서 교합평면 곡선 차이에 따라 계측 재현성이 떨어지는 경향이 두드러졌다. 그 이유로 우선 물체에 대한 x선의 입사 각도의 변화를 생각해 볼 수 있다. 파노라마방사선촬영장치에서 X선은 필름과 사물에 90도 보다는 약간 작은 각으로 입사한다.¹⁹ 환자가 고개를 숙이거나 들었을 때 전치부에서는 치축이 협설적으로 기울어지게

되어 X선의 입사 각도가 변화하게 된다. 같은 상황에서 구치부 및 하악지 영역은 근원심적으로 기울어져 중심선이 통과하는 방향으로 발생하는 치아 기울기 변화는 적다. 구내방사선촬영 시 필름과 치축이 이루는 각도가 커지면 계측에서의 정확도가 떨어지는 경향³⁰이 파노라마방사선영상에서도 유사하게 나타나는 것으로 생각된다. 두 번째로 파노라마방사선촬영에서는 초점층에 대한 고려가 필요하다. 파노라마방사선촬영에서 초점층은 전치부에서 가장 좁은 것으로 나타나며,³¹ 초점층의 영역이 좁다는 것은 상의 왜곡이 비교적 더 쉽게 나타날 수 있음을 의미한다.²⁰ Tronje 등³²은 초점층으로부터 $\pm 10\text{mm}$ 깊이에 놓인 구체를 통해 파노라마방사선영상의 상의 왜곡에 대해 연구한 결과에서도 구치부보다는 전치부에서 왜곡 현상이 더 크다고 하였다. 같은 맥락으로 본 연구에서 전치부 영역의 길이 측정 시 왜곡과 선예도 문제로 계측이 어려운 경우가 많았다. Table 2에서 하악 좌측 중절치에 가장 많은 계측의 생략이 있었음을 알 수 있다. 위와 같은 이유들이 환자의 두부 재현 정도에 따라 전치부의 계측이 더 많은 영향을 받을 수 있음을 시사한다.

본 연구에서 구치부 계측의 재현성은 교합평면 각도 차이와 미약한 관계만을 보여주었다. 그러나 구치부에서도 여전히 재현성이 낮게 나타난 데이터들이 존재하며 이들은 다른 요인에 의해 영향을 받는 것으로 추정된다. 본 연구에서 치아 및 하악지의 수직 길이를 측정하였지만 수평적으로 기울어진 각도에 따라 실제로는 수평 성분이 존재하게 된다. 파노라마방사선영상에서 교합평면이 일반적으로 아래 방향의 곡선을 그리므로 구치부에서는 수평 성분이 더 많이 포함되어 있다. 파노라마방사선촬영 시 필름과 관구의 이동이 수평선상에서 이루어지기 때문에 상의 수평 성분의 확대율은 더 복잡한 양상을 보일 수밖에 없으며,^{9,19} 구치부에서의 재현성에 미치는 요인 또한 복합적일 것으로 생각된다.

파노라마방사선영상의 계측에서 환자 두부 재현 외에 영향을 줄 수 있는 다른 요인으로서는 측정의 신뢰도가 있다. 본 연구에서는 측정의 일관성을 검증하기 위해 같은 영상을 일부분 반복하여 측정하였는데 상악 치아 측정의 일관성이 비교적 낮게 나타났다. 상악 부위에는 하악 부위와 비교하여 치아들이 해부학적 구조물들과 중첩이 흔하게 나타나므로 측정에 이용한 기준점의 판독이 어려운 점이 있었다. 이러한 측정 과정의 오류가 분석에 포함되어 상악에서의 설명력을 낮아지게 하는 요인으로 작용하였을 수 있다. 특히 상악 우측 견치의 경우 수직 길이 측정을 위해서 설정한 기준점 중 견치의 치근침을 다른 시점에 반복적으로 재현하는데 어려움이 있었고, 결과적으로 상악 우측 견치는 측정의 신뢰도 분석에서 약 1mm가 차이가 발생하였다. 조금 더 세심한 실험 설계와 방법이 필요하며, 본 연구에서 상악 견치 부위에 대한 분석의 결과는 해석에 주의가 필요하다. 다만, 실제 분석에서는 동일 환자의 두 장의 사진을 거의 같은 시점에 비교하였으므로, 다른 시점에 비교한 신뢰도 분석 상황처럼 다른 기준점이 설정되었을 가능성은 비교적 낮을 것으로 생각된다.

본 연구는 파노라마방사선영상과 건조 두개골 혹은 모형을 비교한 연구¹⁰⁻¹³와는 다르게 서로 다른 시기에 측정된 두 장의 파노라마방사선영상을 비교함으로써 실제 임상에서 두 장의 영상을 비교하는 상황을 재현하였고, 두 영상에서 각각 이루어진 계측치의 상대적인 비교가 유효한지를 평가할 수 있는 하나의 기준점을 제시하고자 하였다. 이 연구에서는 이상적인 교합평면의 위치를 기준으로 설정하여 수행한 분석이 아니기 때문에 고개의 기울기가 이상적인 값보다 크고 작을 때 촬영한 경우를 각각 구분하여 영향을 평가하지는 않았고, 두 영상에서 나타나는 차이에 중점을 두어 분석을 수행하였다.

결론적으로, 서로 다른 시기에 촬영한 두 장의 파노라마방사선영상에

서 계측치를 상대적으로 비교할 때 사진 상에 교합평면이 그리는 곡선의 형태가 비슷한 경우가 좋으며, 그 각도의 차이가 10도 이상 나면 전치부 부위에서 계측을 통한 비교를 수행하는 경우 위험이 따르게 된다. 따라서 파노라마방사선영상을 이용한 계측과 비교를 수행하기 위해서는 촬영 시 환자의 두부 위치를 정확히 재현하는 것이 중요하다. 숙련된 술자가 촬영한 파노라마방사선영상에서는 환자의 위치 오류가 훨씬 적게 나타나며,¹⁸ 치과 의사가 촬영자에게 환자를 바르게 위치시키는 방법을 교육함으로써 영상의 질을 향상시킬 수 있다.³³ 추가적으로 계측 시 해당 부분의 정확한 확대율을 평가하기 위해서 금속 구 등을 이용하여 측정하는 방법이 여러 연구에서 제안되었다.^{24,34} 이렇게 일련의 노력을 통해 질 높은 파노라마방사선영상을 얻어, 추가로 측정 과정을 거친다면 이를 이용한 계측은 충분한 효용성을 가지게 될 것이다.

제 5 장 결 론

1. 두 장의 파노라마방사선영상에서 교합평면이 이루는 곡선의 각도 차이에 따라서 치아 및 하악지의 수직 길이의 재현성이 감소하는 경향을 갖는다.
2. 하악 전치부 부위에서 상관관계가 가장 뚜렷하게 나타났으며, 각도의 차이가 10도 이상 나는 경우 하악 전치부의 계측치를 비교하는 것은 위험하다.
3. 전치부에서 구치부로 갈수록 각도 차이에 따른 재현성이 영향을 적게 받았으며, 또한 하악보다 상악에서 적게 나타났다.
4. 하악지의 수직 길이 계측를 비교한 경우 재현성이 높았고, 반복 측정의 신뢰성도 높았다.
5. 파노라마방사선영상을 통한 계측과 비교를 수행하기 위해서는 환자의 두부 재현이 무엇보다 중요하고, 측정의 부가적인 도움을 받을 수 있다.

참고 문헌

- 1) Freeman JP, Brand JW. Radiation doses of commonly used dental radiographic surveys. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 77: 285-9.
- 2) Valachovic RW, Douglass CW, Reiskin AB, Chauncey HH, McNeil B. The use of panoramic radiography in the evaluation of asymptomatic adult dental patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1986; 61: 289-96.
- 3) An SY, An CH, Choi KS. Efficacy of panoramic radiography as a screening procedure in dental examination compared with clinical evaluation. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2007; 37: 83-6.
- 4) Rushton VE, Horner K, Worthington HV. Factors influencing the selection of panoramic radiography in general dental practice. *J Dent* 1999; 27: 565-71.
- 5) Rushton VE, Horner K. The use of panoramic radiology in dental practice. *J Dent* 1996; 24: 185-201.
- 6) Barrett AP, Waters BE, Griffiths CJ. A critical evaluation of panoramic radiography as a screening procedure in dental practice. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984; 57: 673-7.
- 7) Lund TM, Manson-Hing LR. A study of the focal troughs of three panoramic dental x-ray machines: Part I. The area of sharpness. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1975; 39: 318-28.

- 8) Paiboon C, Manson-Hing LR. Effect of border sharpness on the size and position of the focal trough of panoramic x-ray machines. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985; 60: 670-6.
- 9) McDavid WD, Dove SB, Welander U, Tronje G. Dimensional reproduction in direct digital rotational panoramic radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993, 75: 523-7.
- 10) Habets LL, Bezuur JN, Naeiji M, Hansson TL. The orthopantomogram, an aid in diagnosis of temporomandibular joint problems. II. The vertical symmetry. *J Oral Rehabil* 1988; 15: 465-71.
- 11) Turp JC, Vach W, Harbich K, Alt KW, Strub JR. Determining mandibular condyle and ramus height with the help of an orthopantomogram- a valid method? *J Oral Rehabil* 1996; 23: 395-400.
- 12) Laster WS, Ludlow JB, Bailey LJ, Hershey HG. Accuracy of measurements of mandibular anatomy and prediction of asymmetry in panoramic radiographic images. *Dentomaxillofac Radiol* 2005; 34: 343 - 9.
- 13) Amir Ć, Asja C, Melita VP, Adnan Ć, Vjekoslav J, Muretić I. Evaluation of the precision of dimensional measurements of the mandible on panoramic radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998; 86: 242-8.
- 14) Larheim TA, Svanaes DB, Johannessen S. Reproducibility of radiographs with the Orthopantomograph 5: Tooth-length assesment *Oral Surg* 1984; 58: 736-41.
- 15) Larheim TA, Svanaes DB. Reproducibility of rotational panoramic

radiography: mandibular linear dimensions and angles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1986; 90: 45–51.

16) Schulze R, Krummenauer F, Schalldach F, d’Hoedt B. Precision and accuracy of measurements in digital panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2000; 29: 52–6.

17) Stramotas S, Geenty JP, Petocz P, Darendeliler MA. Accuracy of linear and angular measurements on panoramic radiographs taken at various positions in vitro. *Eur J Orthod* 2002; 24: 43–52.

18) Schiff TD, Ambrosio J, Glass BJ, Langlais RP, McDavid WD. Common positioning and technical errors in panoramic radiography. *J Am Dent Assoc* 1986; 113: 422–6.

19) Tronje G, Welander U, McDavid WD, Morris CR. Image distortion in rotational panoramic radiography. I. General considerations. *Acta Radiol Diagn (Stockh)* 1980; 22: 295–9.

20) Dhillon M, Raju SM, Verma S, Tomar D, Mohan RS, Lakhanpal M, et al. Positioning errors and quality assessment in panoramic radiography. *Imaging Sci Dent* 2012; 42: 207–12.

21) Rushton VE, Horner K, Worthington HV. Radiology: The quality of panoramic radiographs in a sample of general dental practices. *Br Dent J* 1999; 186: 630–3.

22) Ramstad T, Hensten-Pettersen O, Mohn E, Ibrahim SI. A methodological study of errors in vertical measurements of edentulous ridge height on orthopantomographic radiograms. *J Oral Rehabil* 1978; 5: 403.

- 23) Wilding RJC, Levin I, Pepper R. The use of panoramic radiographs to measure alveolar bone areas. *J Oral Rehabil* 1987; 14: 557-67.
- 24) Schropp L, Stavropoulos A, Gottfredsen E, Wenzel A. Calibration of radiographs by a reference metal ball affects preoperative selection of implant size. *Clin Oral Investig* 2009; 13: 375-81.
- 25) Sameshima GT, Asgarifar KO. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. *Angle Orthod* 2001; 71: 185-189.
- 26) Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *Int J Legal Med* 2006; 120: 49-52.
- 27) Boeddinghaus R, Whyte A. Dental panoramic tomography: an approach for the general radiologist. *Australas Radiol* 2006; 50: 526-33.
- 28) Association of Korean Professors of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral and Maxillofacial Radiology*. 4th ed. Seoul: Narae Publishing; 2008. p. 133-4.
- 29) Akarşlan ZZ, Erten H, Güngör K, Çelik I. Common errors on panoramic radiographs taken in a dental school. *J Contemp Dent Pract* 2003; 4: 24-34.
- 30) Forsberg J, Halse A. Radiographic simulation of a periapical lesion comparing the paralleling and the bisecting angle techniques.

Int Endod J 1994, 27: 133-8.

31) Scarfe WC, Eraso FE, Farman AG. Characteristics of the Orthopantomograph OP 100. Dentomaxillofac Radiol 1998; 27: 51-7.

32) Tronje G, Welanders U, McDavid WD, Morris CR. Image distortion in rotational panoramic radiography. VI. Distortion effects in sliding systems. Acta Radiol Diagn (Stockh) 1981; 23: 153-60.

33) Rushton MN, Rushton VE, Worthington HV. The value of a quality improvement programme for panoramic radiography: A cluster randomised controlled trial. J Dent 2013; 41: 328-35.

34) Pfeiffer P, Bewersdorf S, Schmage P. The effect of changes in head position on enlargement of structures during panoramic radiography. Int J Oral Maxillofac Implants 2011; 27: 55-63.

Figure 1. Measurement sites with the reference points on panoramic image (curve of occlusal plane, and vertical lengths of 6 teeth and right mandibular ramus)

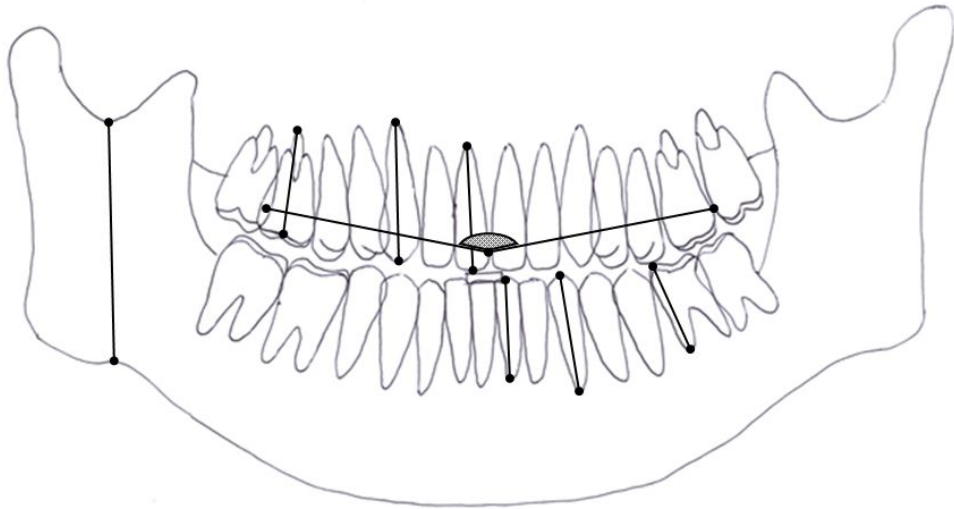


Table 1. Gender and age distribution of the patients in this study

		Frequency	Percent
Gender	Male	57	28.5
	Female	143	71.5
Age	20s	53	26.5
	30s	38	19.0
	40s	37	18.5
	50s	37	18.5
	Above 60	35	17.5

Table 2. The number of valid data analyzed and missing data in this study

Variable	Valid	Missing
Maxillary right central incisor	130	70
Maxillary right canine	169	31
Maxillary right first molar	147	53
Mandibular left central incisor	118	82
Mandibular left canine	127	73
Mandibular left first molar	169	31
Right mandibular ramus	196	4

Table 3. Relation between difference of occlusal plane curve and % difference of 6 vertical length variables

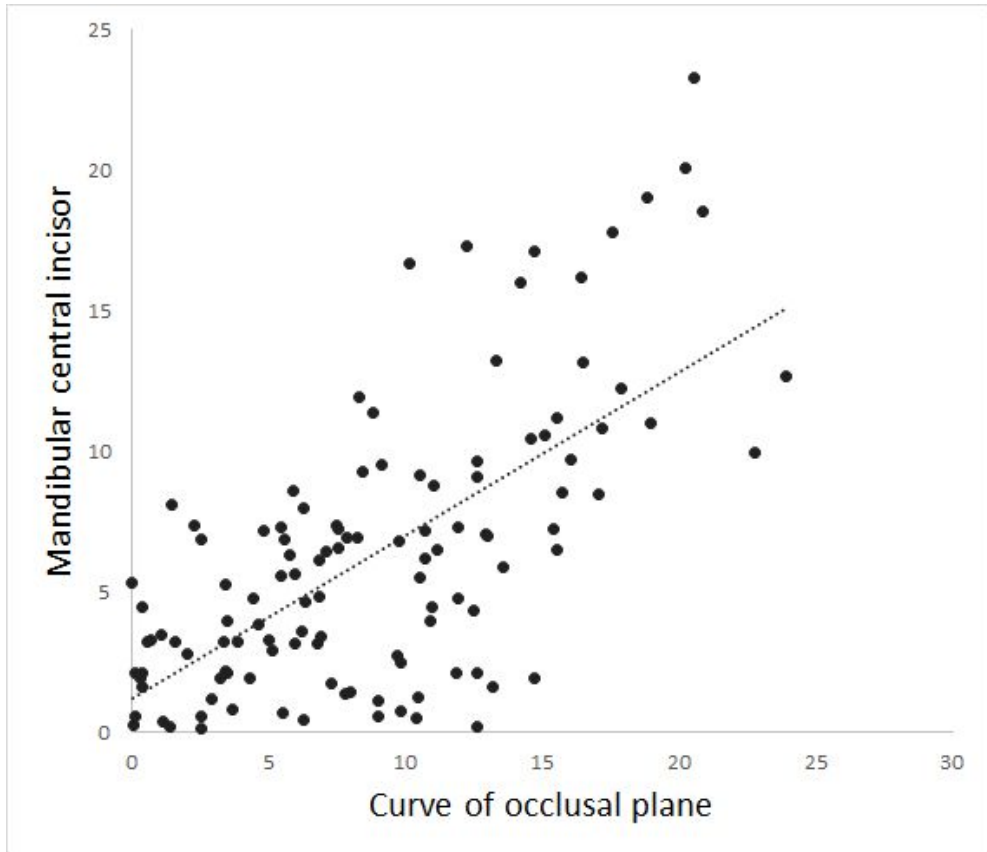
Independent Variable	Dependent Variable [†]	B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Statistics
Curve of occlusal plane*	Constant	.998	.322		3.100	.002	R ² =.199
	Maxillary right central incisor	.170	.030	.446	5.644	.000 [‡]	F=31.857 p=.000
	Constant	1.430	.278		5.136	.000	R ² =.088
	Maxillary right canine	.104	.026	.296	4.003	.000 [‡]	F=16.023 p=.000
	Constant	2.097	.406		5.161	.000	R ² =.031
	Maxillary right first molar	.083	.038	.177	2.170	.032 [‡]	F=4.709 p=.032
	Constant	1.172	.631		1.857	.066	R ² =.445
	Mandibular left central incisor	.581	.060	.667	9.635	.000 [‡]	F=92.842 p=.000
	Constant	1.961	.414		4.734	.000	R ² =.144
	Mandibular left canine	.170	.037	.380	4.572	.000 [‡]	F=20.907 p=.000
	Constant	1.788	.290		6.160	.000	R ² =.047
	Mandibular left first molar	.077	.027	.216	2.872	.005 [‡]	F= 8.247 p=.005
Constant	.704	.118		5.990	.000	R ² =.053	
Right ramus	.036	.011	.230	3.297	.001 [‡]	F=10.870 p=.001	

* Difference between two angle variables indicating curves of occlusal plane

† Percent difference between two variables indicating vertical lengths of maxillary right central incisor, canine, first molar and mandibular left central incisor, canine, first molar, and right mandibular ramus

‡ p<0.05

Figure 2. Scatter plot and estimated linear curve, % difference of mandibular left central incisor vertical lengths against difference of occlusal planes



* For definition of variables, see Table3

Abstract

Reproducibility of measuring teeth and rami on panoramic radiography

Dajeong, Namgung
School of Dentistry
The Graduate School
Seoul National University

1. Purpose

There are contradictory conclusions about the reliability of measurement on panoramic radiograph. This study aims to compare panoramic radiographs taken clinically at different times and investigate the effect of patient's head position on the reproducibility of vertical length measurement on panoramic views.

2. Material and Method

Total 400 panoramic radiographs were collected from 200 patients over 20 years old with history of taking two or more panoramic radiographs. The following Images had been excluded; having poor quality or showing oligodontia; history of orthodontic treatment or orthognathic surgery; midsagittal or antero-posterior positioning error. On each image, the measurements for the angle of occlusal plane and vertical lengths of maxillary right central incisor, canine, first molar and mandibular left central incisor, canine, first molar, and right mandibular ramus were carried out. Statistical analysis was performed to evaluate whether the reproducibility of measurement decreased

according to a bigger difference between angles of occlusal plane on panoramic radiographs.

3. Result

The result shows that the percent differences of all vertical length variables increase depending on a bigger difference between angles of occlusal plane. Among the dependent variables, mandibular left central incisor tooth has the highest correlation with it. Relation tends to reduce from anterior to posterior portion and in maxilla than mandible. According to the linear curve for mandibular left central incisor tooth, when the angle difference between occlusal planes on two panoramic radiographs increases by 1 degree, the percent difference on vertical lengths on mandibular left central incisor tooth increases by 0.581%($p=.000$).

4. Conclusion

In conclusion, there is a tendency to reduce reproducibility of measuring vertical lengths on two panoramic radiographs upon increasing the angle difference between occlusal planes. The most significant correlation is revealed on anterior portion in mandible. It might be dangerous to compare other two values on this area obtained from different panoramic radiographs if the angle difference is bigger than 10 degrees between two images. Therefore, the most important thing is to reproduce the head positioning of patients in order to perform measurements with panoramic radiographs and compare them.

keywords : Panoramic Radiography, Reproducibility of Results,
Dimensional Measurement Accuracy

Student Number : 2011-22433