

6세 아동을 위한 파노라마방사선사진 상층의 연구

강릉대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실 및 구강과학연구소
김상연 · 최항문 · 한진우 · 이설미

A study of panoramic focal trough for the six-year-old child

Sang-Yeon Kim, Hang-Moon Choi, Jin-Woo Han, Sul-Mi Lee

Department of Oral and Maxillofacial Radiology and Oral Science Institute, College of Dentistry, Kangnung National University

ABSTRACT

Purpose : To make a focal trough (image layer) for an average maxillary dental arch of 6-year-old korean in panoramic radiography.

Materials and Methods : Phantom for the maxillary dental arch was designed using intercanine width, intermolar width, tooth size, and interdental spacing to record the data of 6-year-old child. The characteristics of pre-corrected panoramic machine (for adult) was evaluated using the phantom, resolution test pattern for margin of the image layer, and metal ball for the center of the image layer. Panoramic image layer of the child was developed by means of decreasing the speed of film-cassette and positioning the phantom backwards, and then the characteristics of post-corrected panoramic machine (for child) were reevaluated.

Results : At post-corrected panoramic image layer, beam projection angles at all interdental areas increased for about 2.6-3.8°, the position of the image layer was shifted toward the rotation center for about 2.5 mm at the deciduous central incisor area. The width of image layer decreased at all areas.

Conclusion : Increased beam projection angle will reduce the disadvantage of tooth overlap, and the same form between the center of the image layer and dental arch will improve image resolution. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol 2004; 34 : 63-7*)

KEY WORDS : Radiography, Panoramic; Image Layer; Focal Trough; Dental Arch

서 론

파노라마 방사선사진 상 형성의 원리는 단층촬영술의 원리와 스캔촬영술의 원리를 조합한 것이다. 1933년 일본의 Numata가 필름을 구내에 넣고 slit beam이 회전하는 술식을 최초로 개발한 이래 1949년 핀란드의 Paatero가 현재처럼 필름카세트가 구외에 있는 파노라마촬영장치를 개발하였다.¹⁻³

파노라마 방사선사진은 하나의 영상에 상악, 하악, 그리고 그 주위 조직을 한꺼번에 볼 수 있으며 구내방사선사진들에 비하여 촬영이 간단하며, 방사선 노출량이 적고, 개구제한이 있는 환자에도 사용할 수 있으며, 촬영에 시간이 적게

소요되는 장점이 있다. 그러나 구내방사선사진에 비하여 해상도가 떨어지고 소구치부의 인접면 중첩현상이 있으며 확대율이 일정하지 않으며 기하학적 왜곡이 발생하는 단점이 있다.^{2,3}

파노라마 방사선사진 상에 구조물이 명확하게 나타나는 입체적인 곡면 형태를 상층(focal trough, image layer)이라고 하며 관찰하고자하는 구조물, 즉, 악골내의 치아가 정확히 상층 내에 위치해 있어야 명확한 상을 얻을 수 있으며, 또한 상층 안에 위치시킬 경우에도 상층의 중앙부에 위치시켜야 가장 정확한 상을 얻을 수 있다. 만일 상층의 중앙부로부터 협측으로 벗어나게 되면 수평축소가 일어나게 되고, 설측으로 벗어나게 되면 수평확대가 일어나게 된다.¹⁻³

상층의 모양과 두께는 회전중심의 이동경로, 시준기의 폭, 필름카세트의 이동속도, 그리고 초점의 크기에 의해서 좌우된다. 파노라마 방사선사진에서 상층의 형태는 악궁과 유사한 아치형태이며 회전중심의 이동경로와 시준기의 넓이가 고정되어 있을 때에는 필름카세트의 이동속도로 아치의 폭

접수일: 2004년 2월 3일; 심사일: 2004년 2월 5일; 채택일: 2004년 3월 12일
Correspondence to: Prof. Hang-Moon Choi
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Kangnung National University, 123 Chibyun-dong, Gangneung-City, Gangwon-Do, 210-702, Korea
Tel) 82-33-640-3135, Fax) 82-33-640-3113
E-mail) imagchoi@kangnung.ac.kr

을 조절할 수 있는데 이동속도가 빠르면 상층의 위치가 회전중심으로부터 멀어지면서 아치의 폭이 넓어지고 이동속도가 느리면 회전중심에 가까워지면서 아치의 폭이 좁아진다.¹

현재 시판되고 있는 파노라마 방사선촬영장치들은 상층이 단일하게 고정되어있거나 몇 개의 고정된 상층이 프로그램되어 있다. 특히 상층이 단일하게 고정된 경우에는 성인의 상층에 맞추어져 있어서 소아의 악골을 촬영했을 경우에는 구치부로 갈수록 치아들이 상층의 중심으로부터 설측에 위치하게 되어 수평확대와 낮은 해상도를 가지는 사진이 얻어지게 된다.

이번 논문의 목적은 파노라마 방사선촬영장치에 있는 필름카세트의 이동속도를 변화시켜 한국인 6세 아동의 평균 상악치열궁 형태에 맞는 상층을 개발하고 이 때의 상층의 특성을 연구하는 것이다.

재료 및 방법

1. 연구재료

파노라마 방사선촬영기는 Cranex + Ceph (Soredex Orion Corp., Finland)를 이용하였으며 FCR 5000 (Fuji Medical System, Japan)으로 영상처리한 후 Fuji medical laser imager (Fuji Medical System, Japan)를 이용하여 필름으로 출력하였다. 해상도 측정기 (Nuclear Association, USA)를 이용하여 상층의 협설측 경계를 측정하였고 지름 5 mm 금속구를 이용하여 상층의 중심을 찾았다.

2. 연구방법

1) 한국인 6세 아동의 평균 상악치열궁 작도

한국 6세 아동의 평균 상악치열궁 자체를 연구한 선학의 논문은 없었으며 따라서, 선학들의 논문 중 한국인 6세 아동의 치아폭경, 치간공극, 유전치간 폭경 및 장경, 그리고 구치간 폭경 및 장경을 이용하여 치열궁을 작도하였다.^{4,6}

2) 보정 전 치간부 촬영각도의 측정

파노라마 방사선촬영장치에 이미 프로그램된 상층에 실측 크기의 상악치열궁 그림을 올려놓고 각 치간부에서의 촬영각도를 측정하였다. 방사선원 쪽의 일차시준기(primary slit)와 필름카세트 쪽의 이차시준기(secondary slit) 사이에 직선형의 철사를 걸쳐놓은 상태로 파노라마 방사선촬영장치를 방사선 노출없이 작동시킨 후 철사가 치간부사이를 지날 때 디지털카메라로 사진을 촬영한 후 이것을 Photoshop 6.0 (Adobe Systems Inc., USA)으로 영상을 띄운 후 유중절치 사이를 지나는 정중시상면과 철사가 이루는 각도를 0.1° 단위로 측정하였다. 좌측 제1대구치 원심에서 우측 제1구치 원심까지를 두 번 촬영하여 좌우측 각 치간부 각도의

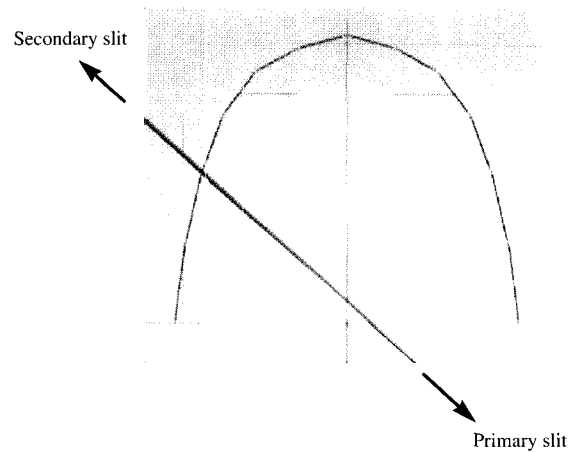


Fig. 1. Measuring method of beam projection angle.

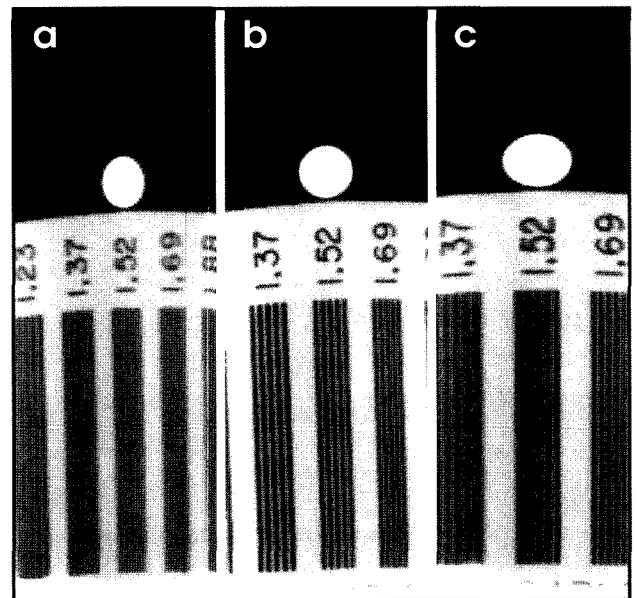


Fig. 2. Panoramic radiograph of resolution test pattern and metal ball, a: at buccal margin, b: at center of layer, c: at lingual margin.

평균을 구하였다(Fig. 1).

3) 보정 전 상층의 특성 평가

위의 치간부 촬영각도에 수직으로 금속구가 부착된 해상도 측정기를 올려놓고 방사선사진을 촬영하였다. 이번 실험에서 상층의 경계부위 확인을 위해서는 해상도 측정기의 1.52 선쌍을 이용하였다.¹ 촬영은 협설측 방향, 1 mm 간격으로 하였으며 작도된 6세 치열궁을 기준으로 협측은 + 값, 설측은 - 값으로 설정하였다. 촬영오차를 줄이기 위하여 동일부위를 2번씩 촬영하였다.

상층의 중심은 금속구의 수평확대와 수직확대율이 동일한 부위로 하였으며 상층의 경계는 방사선사진에서 1.52

선쌍들 (line pairs per millimeter)의 경계가 명확히 보이는 최외방 부위로 하였다(Fig. 2).

4) 6세 아동의 평균 상악치열궁에 맞는 상층의 변형

6세 아동의 평균 상악치열궁에 상층을 맞추기 위하여 좌우 유중절치 사이와 좌우 제1대구치의 중앙부에 각 1개의 지름 5 mm 금속구, 총 3개를 올려놓은 후 촬영하였다. 촬영시 상악치열궁을 약간씩 설측으로 이동시키면서 동시에 필름카세트의 이동속도를 줄여가면서 촬영하였다. 최종적으로 방사선사진상에서 금속구들의 수평확대율과 수직확대율이 일치할 때를 6세 아동에 맞는 보정 후의 상층으로 간주하였다. 또한 보정 후에 상악치열궁이 얼마나 설측으로 이동하였는지를 알기 위하여 이동 거리를 측정하였다.

5) 보정 후 치간부 촬영각도의 측정

2)와 동일한 방법으로 촬영각도를 측정하였다.

6) 보정 후 상층의 특성 평가

3)과 동일한 방법으로 보정 후 상층의 특성을 평가하였다.

결 과

보정 전과 보정 후의 치간부의 파노라마 촬영각도는 Table 1, figure 3과 같다. 각 부위별로 볼 때 보정 전에 비하여 보정 후에 촬영각도가 2.6-3.8° 증가하였으며 보정 후에는 치열궁이 설측으로 2.5 mm만큼 이동하였다.

보정 전의 상층의 특성 즉, 6세 아동의 치열궁으로부터 상층 중앙까지의 거리와 상층의 협설측 경계까지의 거리는 Table 2에 나타내었으며 보정 후의 상층의 특성은 Table 3에 나타내었다. Figure 4는 보정 전후의 상층의 특성을 중첩한 것이다. 보정 전 상층의 중앙은 6세 아동의 치열궁에 비하여 대부분 협측에 존재하였으며 상층의 두께는 구치부로 갈수록 증가하였다. 보정 후 상층의 중심이 유중절치-유측절치 사이를 제외하고는 치열궁과 0.5 mm 이내로 일치하였다. 또한 상층의 두께는 보정 전에 비하여 모든 부분에서

Table 1. Beam projection angle at each interdental area

Location	Before correction	After correction	Difference
Ad	16.9° (±1.0)	19.5° (±4.0)	2.6°
Bd	29.5° (±1.2)	32.9° (±3.0)	3.4°
Cd	40.7° (±1.2)	43.7° (±2.3)	3.0°
Dd	49.7° (±0.4)	53.5° (±2.2)	3.8°
Ed	60.3° (±0.4)	63.4° (±1.8)	3.1°
6d	70.0° (±0.3)	72.9° (±1.7)	2.9°

Ad: interdental area between deciduous central and lateral incisor, Bd: interdental area between deciduous lateral incisor and canine, Cd: interdental area between deciduous canine and first molar, Dd: interdental area between deciduous first and second molar, Ed: interdental area between deciduous and permanent first molar, 6d: distal side of permanent first molar

Table 2. Center of layer and buccal and lingual margin of layer in before-correction (mm)

	M	Ad	Bd	Cd	Dd	Ed	6d
BM	6.0 (±1.4)	8.8 (±1.3)	9.8 (±1.0)	9.3 (±1.0)	12.3 (±1.0)	13.0 (±0.0)	16.8 (±1.3)
C	0.0 (±0.0)	2.8 (±0.5)	2.0 (±0.0)	0.0 (±1.4)	0.8 (±0.5)	2.0 (±0.8)	2.3 (±1.5)
LM	-6.0 (±0.0)	-4.5 (±1.3)	-5.8 (±0.5)	-10.8 (±2.1)	-11.3 (±1.0)	-12.8 (±1.0)	-14.8 (±2.1)
WF	12.0 (±1.4)	13.3 (±1.3)	15.6 (±0.6)	20.1 (±1.2)	23.6 (±1.0)	25.8 (±1.0)	31.6 (±1.3)

BM: buccal margin of layer, C: center of layer, LM: lingual margin of layer, WF: width of layer, M: interdental area between deciduous central incisors, Ad: interdental area between deciduous central and lateral incisor, Bd: interdental area between deciduous lateral incisor and canine, Cd: interdental area between deciduous canine and first molar, Dd: interdental area between deciduous first and second molar, Ed: interdental area between deciduous and permanent first molar, 6d: distal side of permanent first molar

Table 3. Center of layer and buccal and lingual margin of layer in after-correction (mm)

	M	Ad	Bd	Cd	Dd	Ed	6d
BM	4.5 (±0.7)	7.0 (±1.2)	7.3 (±1.0)	7.5 (±0.6)	9.0 (±1.4)	11.3 (±1.0)	11.8 (±0.5)
C	0.0 (±0.0)	1.3 (±1.0)	0.3 (±1.0)	-0.5 (±0.6)	-0.3 (±0.5)	0.3 (±1.5)	-0.3 (±1.0)
LM	-5.0 (±0.0)	-4.5 (±1.3)	-6.0 (±0.8)	-9.8 (±1.0)	-12.3 (±1.7)	-13.5 (±1.3)	-16.3 (±2.1)
WF	9.5 (±0.7)	11.5 (±0.6)	13.3 (±1.0)	17.3 (±2.0)	21.3 (±1.7)	24.8 (±1.0)	28.1 (±0.8)

BM: buccal margin of layer, C: center of layer, LM: lingual margin of layer, WF: width of layer, M: interdental area between deciduous central incisors, Ad: interdental area between deciduous central and lateral incisor, Bd: interdental area between deciduous lateral incisor and canine, Cd: interdental area between deciduous canine and first molar, Dd: interdental area between deciduous first and second molar, Ed: interdental area between deciduous and permanent first molar, 6d: distal side of permanent first molar

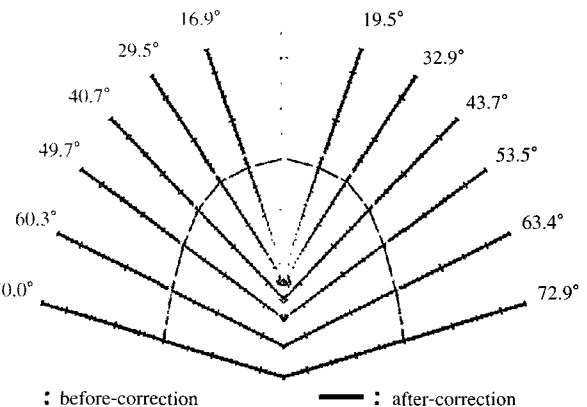


Fig. 3. Beam projection angle at each interdental area and location of dental arches.

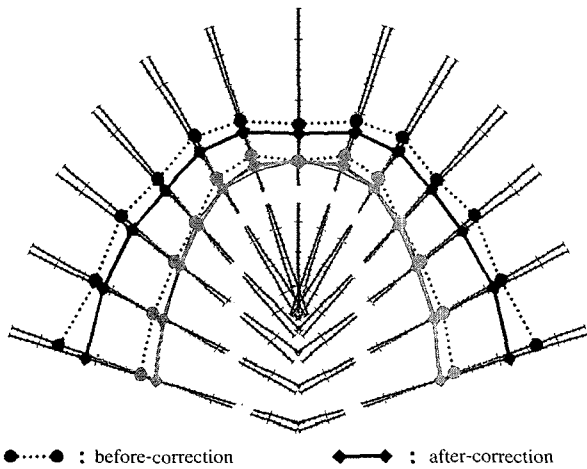


Fig. 4. Center of layer and buccal and lingual margin of layer.

감소하였다.

고찰

파노라마 방사선사진은 촬영의 용이함과 넓은 촬영범위 때문에 구강악안면 영역의 질환을 평가하는데 있어서 중요한 영상진단방법으로 이용되고 있다.^{2,3} 그러나 촬영시 상층 내에 악골이 위치해야 명확한 상을 얻을 수 있으며 상층 내에서도 가능한 한 상층의 중앙에 위치하여야 더욱 명확한 상을 얻을 수 있다. 이는 상층의 중앙부가 가장 해상도가 높기 때문이며 상층 내이더라도 상층의 중앙부로부터 협측이나 설측으로 벗어날수록 해상도는 낮아진다.¹ 파노라마 방사선사진 상에 구조물이 명확하게 나타나는 입체적인 곡면 형태를 상층이라고 하지만 그 경계가 명확하게 구분되는 것은 아니다. 상층의 중앙으로부터 벗어날수록 이에 비례하여 점차적으로 상흐림이 나타나는데 비교적 관찰 가능한 상흐림 부위를 경계로 설정한다. 상흐림의 정도가 0.3-0.5 mm를 경계로 설정하는 경우가 많으며 이것을 해상도 측정기의 선쌍으로 변환하면 1-1.67 선쌍이 된다.¹ 이번 연구에서는 이 범위에 포함되는 1.52 선쌍의 해상도 측정기를 이용하였다.

상층의 위치가 고정되어있는 파노라마 방사선촬영기의 경우 성인의 치열궁에 맞는 고정된 상층을 가지고 있기 때문에 이 촬영기에서 소아의 치열궁을 촬영하게 되면 소아의 좁은 치열궁은 상층의 중앙에서 설측으로 벗어나게 되고 결과적으로 큰 수평확대와 낮은 해상도로 촬영된다. 이번 연구에서도 성인에 맞추어진 보정 전 상층에 한국인 6세 아동의 평균상악치열궁을 놓고 촬영했을 때 상층의 중심으로부터 치열궁의 위치가 최대 2.8 mm 설측에 존재하였다. 비록 이 부위에서의 해상도는 측정하지 않았지만 이론적으로 볼 때 큰 수평확대와 낮은 해상도를 보일 것이다.

이번 연구에서는 6세 아동의 치열궁에 맞는 상층을 만들기 위하여 필름카세트의 속도를 조정하였다. 상층을 6세 아동에 맞춘 이유는 다음과 같다. 첫째, 7세 이후에는 혼합치열기 이기 때문에 인접치아의 겹침현상이 상대적으로 적다. 둘째, 강릉대학교치과병원 소아치과의 환자에 대한 연령분포를 알아본 결과, 평균연령이 6세였다. 대부분의 파노라마 방사선촬영장치는 회전중심의 이동경로를 임의로 바꿀 수 없으며 필름카세트의 속도를 조절할 수 있는 촬영장치가 드물게 존재한다. 이번 연구에 사용한 Cranex 3+ Ceph 촬영장치도 필름카세트의 속도를 조절할 수 있는 촬영기 중의 하나이다. 상층의 두께를 조절하는 쉬운 방법으로 시준기의 폭을 조절하는 방법이 있으나 이것은 상층의 중심은 변하지 않고 단지 상층의 두께만을 조절할 수 있기 때문에 상층 아치의 폭을 좁게 변형시켜야 하는 이번 연구에서는 이 방법을 사용하지 않았다.¹

필름카세트의 속도를 줄이는 방법으로 상층의 아치 폭을 줄인 결과, 대부분의 부위에서 상층 중심과 치열궁의 차이가 0.5 mm 이내였고, 모든 부위에서 촬영 각도가 커졌으며 상층의 두께는 감소하였다. 보정 전의 상층 중심과 치열궁의 차이가 최대 2.8 mm이었던 것과 비교하여 볼 때 이 차이의 감소는 해상도의 증가와 상 왜곡의 감소로 나타날 것이다.

파노라마 방사선사진의 단점 중의 하나가 소구치의 인접면 겹침현상이며 특히 상악에서 두드러진 것으로 알려져 있다.³ 상악 유구치에서도 같은 현상이 나타나는데 상악 소구치 또는 유구치의 협설장축의 각도가 이 부위에서의 파노라마 촬영각도보다 크기 때문이다. 이번 연구에서 보정 후 치간부의 각도를 측정한 결과 촬영각도가 2.6-3.8° 증가하였다. 이는 보정 후 치열궁이 2.5 mm 설측으로 이동함으로써 얻어진 결과로 여겨진다(Fig. 3). 이러한 증가는 유구치들 사이의 인접면 겹침현상을 다소 줄여줄 것으로 기대된다.

이번 연구에서는 상층중심의 해상도 평가 및 소아 환자를 통한 인접면 겹침현상의 개선에 대한 직접적 평가는 이루어지지 않았다. 향후의 연구를 통하여 이 부분에 대한 평가가 이루어져야 될 것이다.

보정 후 상층 두께의 감소는 유효촬영반경 (effective projection radius)의 변화에 의한 것이다.¹ 유효촬영반경이란 회전중심으로부터 상층의 중앙까지의 거리를 말하는 것으로 다른 조건이 같을 경우에 이 반경이 작을수록 상층의 두께는 감소하며 클수록 두께는 증가한다.¹ 유효촬영반경은 전치부가 구치부에 비하여 작으므로 전치부의 상층 두께가 구치부에 비하여 항상 작게 된다. 또한 이번 연구에서도 보정 후의 상층 중심의 위치가 모든 부위에서 설측으로 이동하였으며 (Table 2, 3, Figs. 2, 3) 따라서 보정 전에 비하여 모든 부위의 유효촬영반경이 줄어들게 된다. 이로 인하여 모든 부위에서 상층의 두께가 감소하였을 것이다.

이번 연구에는 치열공만을 대상으로 실험하였다. 상층 내에 포함되어야 할 구조물에는 하악지와 하악과두가 포함된다. 일반적으로 하악지와 하악과두는 치열공과의 이행부위에서 급하게 폭이 넓어지기 때문에 이부분을 상층 안에 포함시키기 위해서는 상층의 모양이 여기에 맞추어져야 한다.⁷ 현재 이 부위의 해부학적 형태에 대한 자료가 없기 때문에 연구에 포함시킬 수 없었다. 추후에 진전된 연구를 위해서는 이 부분에 대한 상층특성의 연구가 필요하리라 생각된다.

필름카세트의 이동속도를 줄여 한국인 6세 아동의 평균 상악치열공에 맞는 상층을 만들 수 있었다. 이때 상층의 위치는 유중절치부에서 설측으로 2.5 mm 이동하였으며, 각 치간부에서의 촬영각도는 2.6-3.8° 증가하였다. 이 촬영각도의 증가, 특히 유전치 후방 치아들에서의 증가는 파노라마 촬영의 단점인 상악유구치의 인접면 겹침현상을 줄일 수 있을 것으로 기대된다. 상층으로부터 벗어남으로써 발생하는 보정 전의 해상도 감소 및 상의 왜곡도 보정 후에는 개선

되리라 기대된다.

참 고 문 헌

1. Langland O, Langlais RP, Morris CR. Principles and practice of panoramic radiology. 1st ed. Philadelphia: W. B. Saunders Co.; 1991. p. 1-54.
2. 대한구강악안면방사선학교수협의회. 구강악안면방사선학. 3th ed. 서울: 나래출판사; 2001. p. 138-45.
3. White SC, Pharoah MJ. Oral radiology; principles and Interpretation. 4th ed. St. Louis: Mosby Inc.; 2000. p. 205-12.
4. 백병주, 전소희, 김재곤, 김영신. 유치의 치아크기에 관한 연구. J Korean Acad Pediatr Dent 2002; 29: 382-8.
5. 고천석, 이선호. 유치열의 치간공극에 관한 통계학적 연구. J Korean Acad Pediatr Dent 1980; 7: 53-61.
6. 손병화, 이정구, 김석현, 김형순. 한국인 6-17세 아동의 성장과 발육에 관한 준종단적 연구. 대한치과교정학회지 1996; 26: 225-39.
7. Scarfe WC, Eraso FE, Farman AG. Characteristics of the Orthopantomograph[®] OP 100. Dentomaxillofac Radiol 1998; 27: 51-7.