

Orthopantomogram상에서의 치아 장경 측정에 관한 연구

조선대학교 구강악안면방사선학 교실

정 창 훈 · 김 재 덕

목 차

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

I. 서 론

치과 방사선에서 사용되고있는 파노라마 방사선 사진은 구강악안면영역의 신속한 방사선 조사를 수행하기 위한 이상적인 방법으로 간주되어 오고있으며, 일 회의 노출로서 한 장의 필름상에 상, 하악치아 뿐만아니라 치조골, 악골, 측두하악관절 및 상악동까지 타조직의 중첩없이 기록될 수 있어 치과임상에서 널리 사용되어 오고 있다¹⁴⁾. 또한 술식은 통법의 전악 구내 촬영술에 비해 시간의 절약 및 방사선 피폭량의 경감등 많은 장점을 가지고 있으나, 전악 구내 촬영술에 비해 상의 선명도의 저하, 고유한 상의 왜곡 및 확대등의 단점도 지니고있다^{11,12,15,16,19)}.

파노라마 방사선 사진에 관한 이론은 Numata에 의해 처음으로 제안되었는데, 그는 구강내 치아의 설측에 필름을 고정하고 방사선을 환자의 악궁 주위로 회전시켜 조사하는 방법을 사용하였으며, Paatero^{21,22,23)}는 곡면체의 검사를 위한 촬영술식을 고안한 후 1개의 동심축과

2개의 편심축을 갖는 pantomogram를 제작하였고 이를 개선하여 3개의 회전축을 갖는 orthopantomogram를 개발한 이래 지금까지 orthopantomogram이 만들어 내는 상에 대한 연구가 다수의 선행들에^{8,9,20,27,28,29)} 의하여 이루어져 왔는데, Paatero의 악안면 영역내의 곡면층의 방사선학적 관찰을 위한 수학적 모델과 물리학적 작용에 대한 초기논문이 나온 이래로 여러가지 방사선 불투과성물질을 구강내 혹은 구강외에 고정하거나 악궁을 묘사한 방사선 투과성모형에 부착하여 실험하였다.

Orthopantomogram상에는 약간의 고유한 왜곡이 존재하며 이것은 개체간의 차이와 방사선관과 필름간의 거리가 고정되어 있기 때문에 항상 나타나는데, Aken(1973)⁷⁾은 이러한 상의 확대 및 변형현상이 수평면, 적게는 수직면에서 나타나며, 이것은 방사선사출의 물리학적인 면, 피사체의 위치관계, slit의 후경, 그리고 방사선에 대한 필름 회전운동의 선속도에 관한 결과라고 보고하였다.

Rowse(1971)²⁶⁾, 이(1978)⁴⁾는 두개골상의 일정한 점들간의 수직 및 수평확대율을 계측하였는데, 이 연구는 하악골에만 국한시켜서 이루어졌으며 방사선 불투과성물질을 두개골의 일정한 점들에 부착시켜 거리측정을 하였고, 거리측정시 두 계측점을 수직 또는 수평으로 평행이동 시켜서 직선거리를 계측하였으며, 필름상에서도 같은 방법으로 계측한 후 결과를 비교 보고하였다.

Larheim(1984)¹⁸⁾은 orthopantomogram상에서 치아길이를 측정하여 수직 확대율을 구하였

으며, Thanyakarn(1992) 등³⁰⁾은 상,하악 소구치 및 대구치를 석고 모델에 매식한 후, 실제 치아 장경과 orthopantomogram상에서의 치아장경을 측정하여 상의 수직확대율을 계측하였으며, 김(1986)등¹⁾은 실제 치아장경과 표준필름 orthopantomogram 상에서의 치아장경을 서로 계측,비교 연구하여 보고 하였다. 그러나 지금까지 치아의 실제 장경과 orthopantomogram상에서 치아장경을 비교,분석하여 치아자체의 수직 확대율에 관한 연구는 미흡한 상태여서 이에 저자는 상, 하악 중절치 및 제2소구치와 제1대구치의 실제 치아장경과 orthopantomogram상에서 치아장경을 계측하고, 수직확대율을 구하여 치아매식, 교정 및 근관치료등 수직확대율과 연관성이 있는 임상 치료계획 수립시 orthopantomogram의 판독에 정확성을 기하고자 본 연구를 시도하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

상, 하악의 중절치, 제 2소구치 그리고 제 1대구치를 각 15개씩 선택하여 총 90개 치아와 건조두개골을 연구자료로 이용하였다. 치아선택시 수복물이 부착되어 있거나, 치아우식증 혹은 교모가 심한 치아는 배제하였다.

2 연구 방법

1) 실제 치아장경 측정방법

상,하악의 중절치는 치관교두 첨단부위에서 치근첨까지, 제2소구치는 협측치관교두 첨단부위에서 치근첨까지, 상악 제1대구치는 협측 근, 원심 치관교두를 연결한 선과 구개치근첨까지 선을 그어 측정, 하악제1대구치는 협측 근,원심 치관교두를 연결한 선과 근,원심 치근첨간을 연결하여 각 선의 중앙점을 연결한 후 측정하였다. 각 치아의 길이는 모눈종이위에서 측정했으며, 측정은 0.01mm까지 측정 가능한 Vernier caliper로 시행하였다.

2) Orthopantomogram에서의 치아장경의 측정 방법

각 치아의 측정 기준점에 직경이 $1 \pm 0.02\text{mm}$ 인 금속구를 방사선투과성인 왁스로 부착시킨 다음, 건조두개골의 협측치조골을 disk와 chisel 및 mallet을 이용하여 제거하고 치근단부위 골조직을 No.3 round bar를 이용하여 제거하고 이 부위에 파라핀 왁스를 넣은 후 건조두개골 내에 각 치아를 재식립하여 방사선 촬영을 하였다. 방사선촬영은 Panoura-10C(일본 Yoshida제)기종으로 판전압 75kVp, 판전류 10mA, 노출시간15초의 조건으로 촬영하였으며, 현상은 자동현상기로(Kodak y-OMAT 270RA)현상 하여 필름을 얻었다(Fig.1).

얻어진 방사선 사진을 표준화된 판독조건 하에서 판독하기 위해 항상 일정한 조명하에 있는 판독대를 이용하였으며, 이 판독대위에 방사선 사진을 올려놓고 실제 치아장경을 측정하였던 방법과 같은 방법으로 측정한 후 실제 치아장경에 대한 orthopantomogram상에서의 치아장경을 측정 그 차이를 구하고 수직확대율을 산출하였고 측정자료에 대한 통계학적 유의성은 student t-test로 검정하였다.



Fig. 1. An orthopantomogram showing the teeth with metal balls at the root and the crown cusp tips.

III. 연구성적

선택된 치아의 실제 치아장경과 orthopan-

tomogram상에서 치아장경을 측정하여 다음과 같은 연구 성적을 얻었다.

1. 치아장경

1)상악 중절치 : orthopantomogram상에서 평균 치아장경은 27.87mm이고 실제 치아장경은 23.59mm로서 그 차는 4.28mm이고 실제 치아장경보다 orthopantomogram상에서 치아장경이 평균 18% 확대되었다.

2)하악 중절치 : orthopantomogram상에서 평균 치아장경은 25.61mm 이고 실제 치아장경은 21.97mm로써 그 차는 3.64mm이고 평균 17% 확대되었다.

3)상악 제2소구치 : orthopantomogram상에서 평균 치아장경은 26.92mm이고 실제 치아장경은 21.73mm로써 그 차는 5.19mm이고 평균 24%확대 되었다.

4)하악 제2소구치 : orthopantomogram상에서 평균 치아장경은 26.61mm 이고 실제 치아장경은 21.76mm로써 그 차는 4.85mm이고 평균 22%확대되었다.

5)상악 제1대구치 : orthopantomogram상에서 평균 치아장경은 27.67mm이고 실제 치아장경은 22.12mm로써 그 차는 5.55mm이고 평균 26%확대되었다.

6)하악제1대구치 : orthopantomogram상에서 평균 치아장경은 25.71mm이고 실제 치아장경은 20.78mm로써 그 차는 4.93mm이고 평균 23% 확대되었다(Table 1, 2).

2. 수직 확대율

상,하악 치아의 수직확대는 최소7%에서 최대 34%이었고,평균 수직 확대율은 17-26%로 나타났다.

상악 확대율은 최소 9%에서 최대 34%이었고 평균 확대율은 18-26%로 나타났으며, 하악은 최소7%에서 최대30%이었고 평균 확대율은 17-23%로 하악보다 상악에서 확대가 더 크게 나타났다(P<0.01).

상,하악 중절치의 확대율은 최소 7%에서 최

Table 1. Actual tooth length(Unit:mm).

Tooth	Mean	S.D.
Maxillary central incisor	23.59	1.61
Maxillary 2nd premolar	21.73	1.27
Maxillary 1st molar	22.12	1.64
Mandibular central incisor	21.97	1.52
Mandibular 2nd premolar	21.76	1.33
Mandibular 1st molar	20.78	1.36

Table 2. Radiographic tooth length (Unit:mm).

Tooth	Mean	S.D.
Maxillary central incisor	27.87	2.0
Maxillary 2nd premolar	26.92	1.67
Maxillary 1st molar	27.67	1.63
Mandibular central incisor	25.61	1.63
Mandibular 2nd premolar	26.61	1.74
Mandibular 1st molar	25.71	1.47

Table 3. Vertical magnification calculated from the measurement of radiographs. (radiographic length/actual length)

Tooth	Mean	S.D.
Maxillary central incisor	18	9-24
Maxillary 2nd premolar	24	13-30
Maxillary 1st molar	26	13-34
Mandibular central incisor	17	7-22
Mandibular 2nd premolar	22	11-28
Mandibular 1st molar	23	12-30

대 24%이었고 평균 확대율은 17-18%로 나타났으며, 상,하악 구치부는 최소11%에서 최대 34%이고 평균 확대율은 22-26%로 구치부 부위보다 중절치 부위가 더 확대가 작게 나타났다(P<0.01)(Table 3).

IV. 총괄 및 고안

오늘날 구강악안면구조의 평가 및 악골 질환

의 진단에 있어 매우 유용한 피노라마 방사선 촬영술은 방사선관과 필름이 피사체 주위를 동일한 속도로 회전하는 곡면단층촬영술의 원리로서 정해진 면을 다른 면보다 더 명확히 방사선 사진에 기록해 주는 것이다.^{3,13,14} 파노라마 방사선 촬영술에는 방사선관, 필름 및 피사체의 회전과 이동방향의 차이에 따라 panorex, panagram 및 orthopantomogram 등으로 분류되며 이들 촬영술에서도 특히 orthopantomogram을 이용한 연구 업적이 여러 학자들에 의해 많이 보고되고 있다.^{10,17,25,26}

Orthopantomogram은 Paatero²⁴가 Orthoradial, panoramic, tomograph에서 그 용어를 만들었듯이 단층촬영술의 일종으로 이의 원리는 단층촬영술에 기초를 두고 있으나, 차이점은 첫째 단층촬영술은 조직을 평면으로 절단촬영하는데 비해서 orthopantomogram은 치궁이 왜곡되어 있으므로 곡면을 절단촬영하여 상을 기록하도록 설계 되었으며, 둘째 단층촬영술에서는 축이 기록하고자 하는 조직층에 고정되어 있지만 orthopantomogram은 한개의 중심축과 두개의 편심축이 있어서 환자의 주위를 방사선관과 필름이 동시 회전하는 동안 그 회전축이 3번 변하게 된다. 이때 중심회전축은 악골의 전치부에 이용되며 2개의 편심축은 구치부 촬영에 이용된다. 이때 피사체의 선택된 층이 필름에 대해 동일한 선속도를 갖게 되며, 따라서 필름에 대하여 상대 선속도는 정지상태에 있게 되므로 명확한 상은 얻게 된다. 그러나 선택된 층을 벗어나 있는 피사체에 대한 사출은 필름과 동일하지 않은 선속도를 갖게 되며 노출되는 동안 일정한 폭을 가지고 흐려져 없어진다. 따라서 orthopantomogram상은 어느 정도 상의 선명도, 수직, 및 수평확대등의 변형이 오게 된다. 이러한 상의 변형은 orthopantomogram상에서 정확한 측정을 요하는 치아매식술등과 같은 임상치과 진료전의 치료계획에 어려움을 줄 수 있다. 그래서 최근 많이 시행되고 있는 치아매식술이나 외과적 악교정술시 orthopantomogram에서 악골의 부위별로 보다 정확한 상의 확대율에 관한 연구가 요구되어지고 있다.

이러한 orthopantomogram상에서 나타나는

상의 수직 확대에 관한 연구로 안(1979)²⁾은 건조 두개골에서 특정치아의 치경부와 치근단부에 방사선 불투과성 물질은 고정시켜 변화율을 산출하여, 상,하악이 전반적인 확대 현상을 보였으며, 대구치부위가 전치부보다 큰 확대율을 나타냈다고 보고했다. 본연구에서도 전치부는 17-18%의 범위이었으며 구치부는 22-26%로 전치부보다 구치부에서 더 큰 수직확대율을 보였으며 김(1986)¹⁾의 연구결과와도 일치하는데 이것은 구치부와 전치부의 상층면적의 차이로 나타나는 것으로 추정되며 이러한 상의 수직 확대를 최대한 방지하기 위해서는 Updegrave가 보고한 환자의 정중선이 이지주(chin support)의 중심선에 일치시키고, 하악하연이 이지주로부터 좌,우 각각 동거리에 놓이게 하며, 교합평면이 지상평면에 평행하게하여 촬영한다는 촬영 규칙에 따라 정확히 위치시켜 촬영하여야할 것으로 사료된다.

Updegrave(1963)³²⁾는 방사선원과 필름 및 피사체의 거리와 수직확대가 관련이 있다고 하였으며 연구결과 피사체는 수직방향으로 31.7%의 확대가 있었다고 보고하였으며, Langland(1968)¹⁶⁾의 연구결과는 31.7%이었고, Rowes(1971)²⁶⁾는 23-36%, 유(1971)³⁾는 29-35%, 하(1991)⁶⁾는 22.28%, 이(1991)⁵⁾는 10-36%의 수직확대가 있었다고 보고하였다. 또한 Thanyakarn(1992)³⁰⁾도 석고모델에 치아를 매식하여 13-28%의 수직확대가 있었다고 보고하였으며, 본 연구에서의 수직확대는 평균 17-26%로 나타났으며 선행들의 연구결과들이 약간씩 차이가 있는데 이것은 수직확대에 영향을 미치는 인자외에 촬영기종에 따라 차이가 날 수 있다고 사료된다.

Orthopantomogram상에서의 수직확대는 필름과 방사선관과의 거리, 위치적관계, 그리고 초점으로 부터 나오는 방사선 조사가 측두골의 추체부, 경추등의 해부학적 구조물 등이 치아와 그 주위 조직과 중첩되는 것을 방지하기 위하여 상방으로 5-10°의 각도를 갖고 조사되기 때문에 일어나게 된다²⁶⁾. 이러한 이유로 인하여 하악에서 보다 상악에서의 수직확대율이 커지게 된다. 본 연구에서의 수직확대는 상악에서는

V. 결 론

18-26%의 범위였으며 하악에서는 17-23%의 범위로 위의 원리와 일치한 결과를 보여주었으며 김(1986)등¹⁾이 보고한 상악 24.3-28.7%와 하악 15.1-33.1%의 연구결과와도 같은 결과를 보여주었다. 이러한 연구결과들로 보아 상악의 수직확대가 하악보다 큰 것은 불가피한 기계적 확대에 의한 것으로 사료된다.

Thanyakarn(1992)등³⁰⁾은 발거된 상악 제2소구치, 제1대구치 각각의 실제 치아장경을 측정 한 결과 22.3, 20.7-21.3이였으며 orthopantomogram상에서의 치아장경은 26.9, 24.4-27.3이였다고 보고했다. 본 연구에서는 상,하악 중절치, 제2소구치, 제1대구치를 각각 측정했는데 실제 치아장경은 상악 23.59, 21.73, 22.12mm, 하악 21.97, 21.76, 20.78mm로 나타났으며, orthopantomogram상에서는 상악 27.87, 26.92, 27.67mm 하악 25.61, 26.61, 25.71mm로 나타났으며, 두 연구결과를 살펴보면 실제 치아장경보다 orthopantomogram상에서의 치아장경이 더 길게 나타났음을 알 수있었고, 두 실험 결과가 차이가 나는 이유는 측정방법 및 선택한 치아조건등의 차이로 인해 나타난 것으로 생각되어 두 실험 결과를 서로 비교하기는 어렵다고 사료된다.

Orthopantomogram에 대한 선학들의 연구방법을 살펴보면 피사체를 모형판에 위치시키거나 건조두개골을 이용한 경우에는 대개 악골의 표면에 방사선불투과성 물질을 부착시켜 촬영하여 연구하였으며, 본 실험에서는 실제환자의 치아위치와 가능한 한 일치시키기 위해 건조두개골의 악골내 치근단 부위에 방사선불투과성 물질을 부착시킨 치아를 매식한 후 방사선촬영을 하여 연구하였지만 이러한 모든 실험방법의 문제점은 촬영시 피사체 정중선과 이지주의 정중선을 완벽하게 일치시킬 수 없다는 것과, 반복되는 실험으로 인해 피사체의 위치가 변경될 수도 있다는 점으로 추후 실험에서는 이러한 점을 보완하여 지속적으로 연구함으로써 치아 매식 및 기타 임상치과치료계획수립시 orthopantomogram이 유용하게 이용될 것으로 사료된다.

저자는 상,하악 중절치, 제2소구치, 제1대구치 총 90개 치아의 실제 장경을 측정하고 각 치아의 치관교두와 치근단에 방사선불투과성 금속구를 부착하여 건조두개골에 매식한 후 방사선 촬영하여 얻은 orthopantomogram상에서 치아장경을 측정하여 비교 분석하였으며, 또한 두 치아장경의 수직확대율을 산출하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Orthopantomogram상에서의 평균 치아 장경은 실제 치아장경보다 더 길게 나타났다.
2. 실제 치아장경에 대한 orthopantomogram상에서의 수직확대율은 평균 17-26%이었다.
3. 상악의 수직확대율은 18-26%로 하악의 수직확대율 17-23% 보다 더 컸다($P < 0.01$).
4. 전치부의 수직확대율은 17-18%로 구치부의 수직확대율 22-26% 보다 더 적었다($P < 0.01$).

참 고 문 헌

1. 김영태, 박태원 : 표준필름과 Orthopantomogram의 상 확대에 관한 비교연구, 『대한구강악안면방사선학회지』, 16(1):25-30, 1986.
2. 안형규 : Orthopantomograph에 있어서 치근부상의 변화에 관한 연구, 『대한구강악안면방사선학회지』, 9(1) : 19-23, 1979.
3. 유동수 : Orthopantomograph에 의한 악안면에 관한 연구, 『대치협지』, 9(16) : 303-309, 1971.
4. 이기훈 : Orthopantomograph에 있어서 상의 변화에 관한 연구, 『대한구강악안면방사선학회지』, 8(1): 29-38, 1978.
5. 이종복, 김재덕 : Orthopantomogram의 상층면적에 있어서의 상확대에 관한 연구, 『대한구강악안면방사선학회지』, 21(1):119-125, 1991.
6. 하춘호, 최갑식 : 파노라마 촬영기종에 따른 악골내 상 확대의 비교, 『대한구강악안면방사선학회지』, 21(2):287-296, 1991.
7. Aken, J.V.: Panoramic X-Ray equipment, J. Am. Dent. Assoc., 86:1050-1059, 1973.
8. Brown, C.E., Christen, A.C. and Jerman, A.C.: Dimensions of the focal trough in panoramic radiography, J. Am. Dent. Assoc., 84:843-847, 1972.

9. Brueggemann, R.T.: Evaluation of the panorex unit, Oral Surg., 24:348-358, 1976.
10. Fitzgerald, G.M. : Dental roentgenography III. The roentgenographic periapical survey of the upper molar region. I.A.D.A., 38:293, 1949.
11. Hudson, D.C., and Kwmpula, J.W.: Ionization chambers for radiation data during dental x-ray exposure, U.S. armed forces. Med. J., 6:1131, 1965.
12. Jack, L.s., & Leo, F.B.: Panoramic roentgenograms compared with conventional intraoral roentgenograms, O.S., O.M. & O.P., 26(1): 39-42, 1968.
13. James, E.: Principles and function of the Orthopantomograph, O.S., O.M. & O.P., 24(1):41-49, 1967.
14. Lancy, W.R., Tolman, D.E.: The use of panoramic radiography in the medical center, O.S., O.M. & O.P., 26(4) : 465-474. 1968.
15. Langland O.E. and Sippy, F.H.. Anatomic structures as visualized on the orthopantomograph, O.S., O.M. & O.P., 26:475, 1968.
16. Langland, O.I.: The use of the orthopantomograph in a dental school, O.S., O.M. & O.P., 24:481-487, 1968.
17. Langland, D.E., and sippy, F.H.: A study of radiographic longitudinal distortion of anterior teeth using the paralleling technique, Oral Surg., 22:737-756, 1966.
18. Larheim, T.A., Svanaes, D.B., Johannessen, S. : Reproducibility of radiographs with the orthopantomograph 5 : tooth-length assessment, O.S., O.M. & O.P., 58:736-741, 1984.
19. Lund, T.M., and Manson-Hing, L.R.: A study of the focal troughs of three panoramic dental x-ray machines, Part 1. The area of sharpness, Oral surg., 39:318-328, 1975.
20. Nystrom, O. and Welander, U.: " Imageproducing geometry and tomography in roentgenologic narrow beam methods, Swed. Dent., 64:641-655, 1971.
21. Paatero, Y.V. and Nieminen, T., and Tammissalo, E.H.: Tomography of maxillary sinuses in transversal projection with a orthopantomograph, Soum. Hammaslaak. Toim., 59:309-315, 1963.
22. Paatero, Y.V.: Pantomography, O.S., O.M. and O.P., 14:947-953, 1961.
23. Paatero, Y.V.: The shape and size of the mage and thickness of the image layer in orthopantomography, Soum. Hammaslaak Toim. 54: 267-273, 1958.
24. Paatero, Y.V.: Pantomography in theory and use, Acta radiol., 41:321-335, 1954.
25. Phillips, J.E.: Principles and function of the orthopantomograph, Oral Surg., 24(1):41-49, 1967.
26. Rowes, C.W.: Notes on interpretation of the orthopantomogram, Brit. Dent. J., 130:425-434, 1971.
27. Tammissalo, E.H. and Nieminen, T.: The thickness of the image layer in orthopantomography, Soum. Hammaslaak. Toim., 60:119-126, 1964.
28. Tammissalo, E.H.: Determination of the form of the image layer and calculation of its location within the object in conventional and simultaneous orthopantomography, Soum. Hammaslaak. Toim., 60:14-22, 1964.
29. Tammissalo, E.H.: The dimensional reproduction of the image layer in orthopantomography, Soum. Hammaslaak. Toim., 60:2-12, 1964.
30. Thanyaskarn, K. Hansen, M. Rohlin and Akesson L. : Measurements of tooth length in panoramic radiographs. 1: The use of indicators, D.M.F.R., 21(1):26-30, 1992.
31. Updegrave, W.H.: The role or panoramic radiography diagnosis, O.S., O.M. & O.P., 22:49- 57, 1966.
32. Updegrave, W.J.: Panoramic dental radiography, Dental radiography., 36:75-83, 1963.

A STUDY ON MEASUREMENTS OF TOOTH LENGTH IN ORTHOPANTOMOGRAM

Jeong,Chang Hoon, Kim, Jae Duk.

Department of Radiology, College of Dentistry, Chosun University.

This study was performed to evaluate the accuracy of orthopantomogram by measuring the actual and radiographic tooth length and by analyzing the vertical magnification rate.

For this study, total 90 teeth of the maxilla and mandible teeth and a dry skull were used.

This experiment was attached with metal balls of 1 ± 0.02 mm at the root and the crown cusp tips of central, 2nd premolar, 1st molar of the maxilla and mandible and the teeth were embedded in dry skull, and then orthopantomogram was taken.

The obtained results were as follows :

1. The average of tooth length in orthopantomogram was longer than that of actual tooth length.
2. The average of vertical magnification rate in the orthopantomogram to actual tooth length was 17-26 %.
3. Vertical magnification rate of the maxilla teeth was 18-26% and that of mandibular teeth was 17-23%, and the magnification of maxillary teeth was larger than that of mandible teeth($P < 0.01$).
4. Vertical magnification rate of posterior area was 22-26% and that of anterior area was 17-18%, and the magnification of anterior area was less than that of posterior area($P < 0.01$).