

상하악 전치부 치열궁 형태에 대한 새로운 접근 - 한국성인 정상교합자 모델에서

하 만 회¹⁾ · 손 우 성²⁾ · 양 훈 철³⁾

상하악 전치부 치열은 치아의 형태 변위, 선천결손 등에 의해 종종 교합관계나 심미성에 문제점을 나타내게 된다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 임상에서는 전치부 비율을 진단시 이용하게 되나, 치열궁 형태, 견치간 폭경(intercanine width), 치열궁 장경(segment depth)과 치열궁 둘레(arch perimeter)에 따른 전치부 비율의 변화로 인해 이러한 비율을 전치부 교합관계 예측에 직접 적용하는데는 한계가 있다.

이에 본 연구에서는 한국성인 정상교합자 모델(남자 : 20쌍, 여자 : 20쌍)에서 상하악 전치부 치열궁 형태를 least square method로 조사하였다. 한국인 정상교합자의 상하악 전치부 치열궁 형태는 다항 함수(polynomial function), 베타 함수(beta function), 하이퍼볼릭 코사인 함수(hyperbolic cosine function) 순으로 곡선 적합(curve fitting)하였으며, 이러한 곡선 적합도는 남녀, 상하악에 관계없이 일정하였다. 또한 곡선적합(curve fitting)된 치열궁 형태를 바탕으로 견치간 폭경(intercanine width), 치열궁 장경(segment depth)과 치열궁 둘레(arch perimeter)간의 상관관계를 구하였다. 이러한 상관관계는 견치간 폭경에 따른 치열궁 형태 예측과 보다 정확한 전치부 비율에 대한 정보를 제공할 것이다.

(주요 단어 : 전치부 치열궁 형태, 전치부 비율)

I. 서 론

안정적이고, 기능적이며, 심미적인 치열궁 형태를 만들고자 하는 것은 교정치료의 주된 목적중의 하나이다. 이러한 목적을 달성하기 위해 치아의 크기, 형태 및 상하악 치열궁의 교합상태에 대해 치료계획시 부터 주의 깊은 분석이 필요하다. 치료계획시 이에 대한 주의 깊은 분석은 치료종료시 적절한 수직, 수평피

개도 그리고 심미적 치열궁 형태에서 기능적인 상하악 치아들간의 교두감합을 얻고자 할 때 필수적이다. 이런 이상적인 교합관계를 얻기 위해서는 정상적인 치아 크기와 비율, 치아 경사도, 그리고 치열궁 형태가 요구된다.

많은 교정치료방법들이 치열궁 공간부족의 개선을 위해 견치간 폭경의 확장, 전치 순측경사와 인접면 삭제를 시행하게 되는데, 이러한 치열궁 전방부에서의 형태 변화는 상하악 치열궁의 이상적인 교합관계에 영향을 미치게 된다. 여기에 교합관계를 구성하는 치아 크기와 형태의 이상이 함께 존재할 경우 술자는 최종적 교합관계를 예측하는데 더욱 힘들게 된다. 따라서, 술자는 치아 크기와 비율부조화, 전치부 치열궁 형태와 수평피개도에 대한 포괄적 고려가 있어야 이상적인 교합관계를 설정할 수 있다.

부정교합과 치료 계획의 분석에서, 상하악 치아들의 잠재된 치아크기 부조화와 이와 관계된 교합관계

¹⁾ 부산대학교 치과대학 교정학교실, 전공의.

²⁾ 부산대학교 치과대학 교정학교실, 교수.

³⁾ 포항공과대학 기계공학과 박사과정.

*본 연구는 대한치과교정학회 부산지부 학술연구 기금으로 진행되었습니다.

교신저자 : 하만회

부산 서구 아미동

부산대학교 치과대학 / 051-240-7447

phippo@hanmail.net

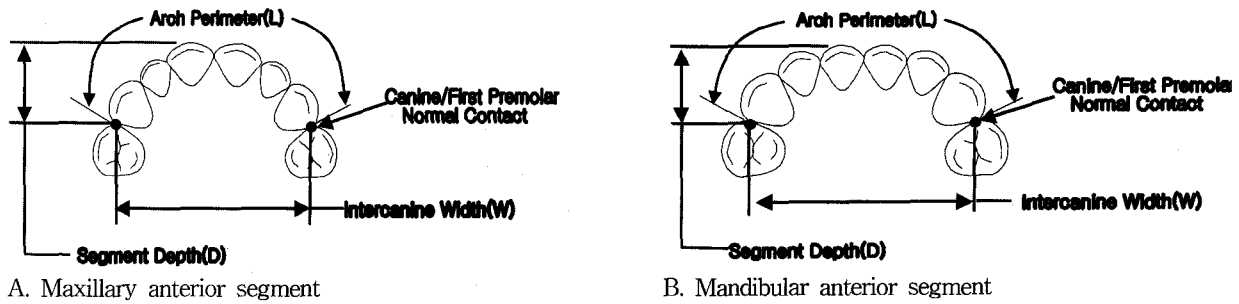


Fig. 1. Illustration of dimensions of maxillary and mandibular anterior segments.

를 예측하기 위해 많은 연구가 있어왔다. Black¹⁾이 처음 치아크기를 계측하고 그 평균치를 제시한 이후, Ballad²⁾가 좌우측 치아크기의 차이가 부정교합의 진단과 치료에 있어서 동적이고 조화로운 교합을 방해하는 인자가 될 수 있음을 지적하였고, Moorrees³⁾는 치아크기들 사이의 상관관계에 관한 연구를 보고하였다. Neff^{4,5)}는 "anterior coefficient", "APR"라는 용어를 사용하여 술후에 적절한 수직피개 관계를 얻기 위한 조화로운 상하악 6전치간의 치아크기 합의 비율을 제시하였다. 또한 Bolton^{6,7)}은 치아크기의 부조화가 치열공간의 관계에 미치는 영향에 대한 연구에서 "overall ratio"를 통해 상악 전체치아의 합에 대한 하악 전체치아의 합을 나타내고, "anterior ratio"를 통해 상악 6전치의 근원심 폭경의 합 대 하악 6전치의 근원심 폭경의 합을 나타내었다. 평균 overall ratio는 91.3%이고 평균 anterior ratio는 77.2%로서 이 수치를 따른다면 치료 후에 적절한 수직피개와 수평피개 그리고 올바른 교합관계를 이룰 수 있다고 하였다. Bolton tooth ratio는 현재에도 상하 치열공의 상대적 크기 분석에 종종 사용되는 분석법중의 하나이다. 최근 Crosby와 Alexander⁸⁾는 Bolton 비율을 검사한 결과 평균에서 벗어나는 경우가 상당히 있음을 지적하였으며, Freeman등⁹⁾ 또한 치아 크기의 이상이 많음을 보고하면서 교정환자에서 치아크기 측정의 필요성을 강조한 바 있다. 그러나 Bolton tooth ratio는 환자간, 악궁형태의 차이에 의한 치아배열의 다양성에 대한 고려 없이 단순한 치아크기에 대한 상대적 비율을 제시하기 때문에, 이 수치만으로 상하 치아크기 부조화를 판단하기에는 미흡한 면이 있다. 따라서, 잠재된 치아크기 부조화와 이와 관련된 수평피개도, 이상적인 치열궁 형태를 보다 정확히 예측하기 위해서는 견치간 폭경의 변화, 치열궁 장경과 치열궁 둘레(페리미터) 변화간의 상관관계에 대한 수학적

관계식이 필요하게 된다(Fig 1).

이에 Braun 등^{10,11)}은 이상적인 전치부 치열궁 형태를 hyperbolic cosine function으로 설명하면서, 상하악 6전치에서 견치간 폭경, 치열궁 장경과 치열궁 둘레간의 상관관계를 조사하였다. 이후 이러한 상관관계를 바탕으로 상하 전치부 치아크기 부조화와 치열궁 형태예측을 시행한 결과 높은 상관성을 보여준다고 보고하였다. 그러나 치아크기, 형태, 그리고 치아 배열은 인종적 차이를 보이므로, 이러한 수학적 관계식이 인종간 차이에 관계없이 적용 가능한지에 대해서는 아직 의문이다. Smith와 Buschang¹²⁾은 3가지 각기 다른 인종간(Black, Hispanic and White)의 치아크기 비율에 관한 연구를 통해 각 인종간에는 치아크기의 비율에 차이가 있음을 보였으며, 남¹³⁾ 또한 한국인, 일본인, 북미 백인과의 치아 형질의 비교에서 북미 백인에 비해 월등히 높은 shovel형 절치, 높은 빈도의 측절치 퇴화형태를 보고한 바 있다.

이에 이번 연구는 한국인 정상 교합자에서 이러한 수학적 관계식의 유의성을 살펴보고, 한국인 정상교합자의 상하악 전치부 치열궁형태에 가장 적합(fitting)한 수학적 관계식을 유추하도록 한다. 이후 적합한 수학적 관계식을 기초로 상하 전치부에서 견치간 폭경, 치열궁 장경과 치열궁 둘레간의 상관관계를 조사하여 상하악 전치부 치열궁의 교합관계에 대한 보다 정확한 예측 정보를 제공하고자 하는 것이다.

II. 실험재료 및 방법

가. 실험재료

본 연구의 대상으로는 대한치과교정학회에서 소장하고 있는 남녀 정상교합자 모형중 전치부 총생이 거의 없는 총 40쌍(남 : 20, 여 : 20)의 상, 하악 구강 석

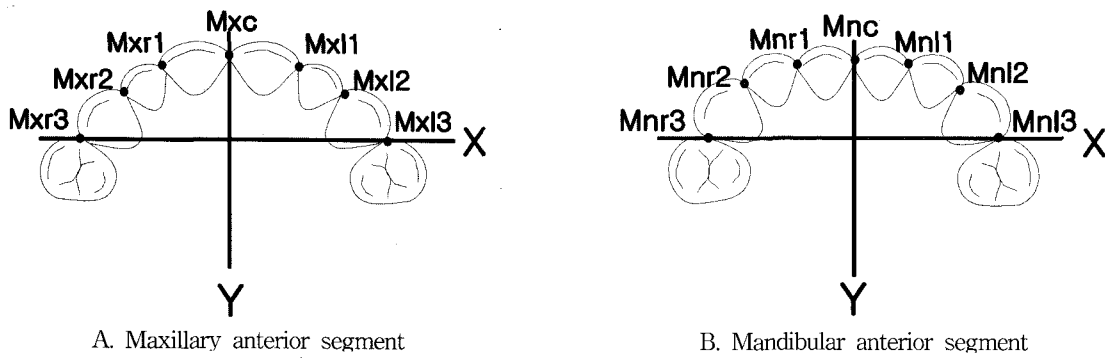


Fig. 2. Points measured and coordinate system used on maxillary and mandibular anterior segments.

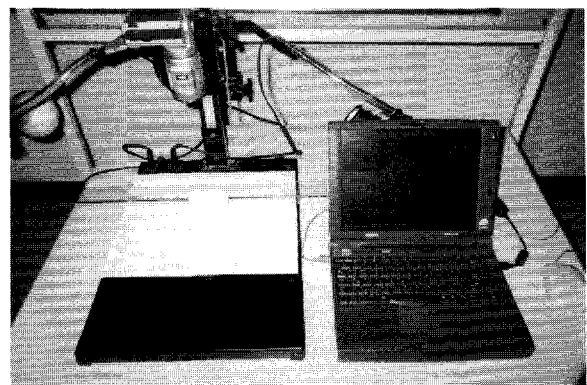
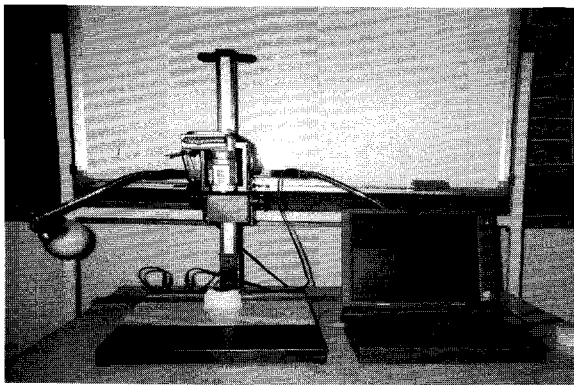


Fig. 3. Measuring machine for image data

고모형을 선정하였으며, 연령은 18-25세로 한정하였다.

정상교합자는 다음의 조건을 만족하였다¹⁴⁾.

1. I 급 구치와 견치 관계를 가지고 있을 것
2. 전 치아가 구강내 존재할 것
3. 교정치료 및 보철치료를 받은 적이 없을 것
4. 전치부 총생이 1mm 미만일 것
5. 수평피개나 수직피개가 2mm에서 4mm 사이일 것
6. 정중선 변위가 1mm 이하일 것
7. 전치, 견치 마모 혹은 파절이 없을 것

나. 방법

1. 계측점의 설정과 측정

한국인 정상교합자 모델을 그림(Fig 2)과 같은 좌표평면상에 배열되도록 위치시킨 후 상하악 모두 견치에서 견치까지의 치아 접촉점(7개)에 대한 평면상

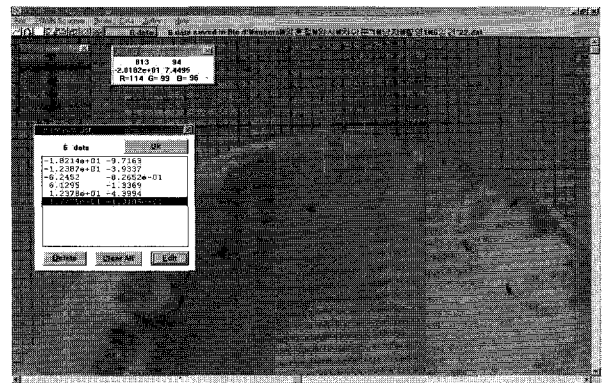


Fig. 4. Digitizing the X,Y coordinate of measuring points with Windig 2.5

의 좌표점을 측정하였다.

디지털 카메라(Sony DSC-F505V, Japan)를 이용하여 카메라 위치 고정대에 올려놓은 모형을 정밀 근사촬영 하였다(Fig 3). 이때 이후 좌표점 측정시 거리

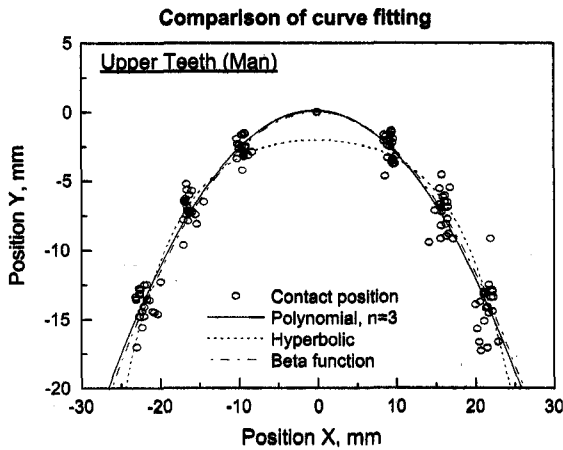


Fig. 5. Maxillary anterior arc of man

Equation A. Maxillary anterior arc of man

Polynomial: $y = 0.099646 - 0.01559x - 0.029261x^2 - 9.0272 \times 10^{-6}x^3$ ($R = 0.95444$)

Hyperbolic cosine function: $y = -\cosh\left[-3.7239 \times \frac{x}{25}\right] - 1.0289$ ($R = 0.93903$)

Beta Function: $y = -18.231 \times \left[\left(\frac{x}{25}\right)^2\right]^{1.0164}$ ($R = 0.95236$)

* R(A correlation coefficient)=곡선 적합(A curve fitting)의 정확도

보정을 위해 자를 함께 촬영하였다. 이렇게 촬영된 이미지 데이터를 개인용 컴퓨터로 전송한 후 좌표분석 프로그램인 Windig 2.5를 이용하여 각 접촉점의 2차원적인 좌표를 구하였다(Fig 4).

2. 측정치 오차 검증

3차원적인 모형상의 점을 2차원적인 평면상의 좌표점으로 측정하였으므로, 각 계측점의 정확성과 재현성에 대한 오차검증이 필수적이다. 이번 연구에서는 5개의 남녀 sample을 무작위로 추출하였으며, 그 중에서 상악 계측점 측정치들을 이용하여 측정시간별, 조사자별¹⁵⁾ 정확성과 재현도에 대한 오차검증을 위해 측정시간별로 2주 간격으로 3번의 반복측정과 조사자별로 두 명의 측정자에 의해 각 계측점 측정치들의 X,Y축 오차범위를 측정하여 종합하였다.

3. Hyperbolic cosine function의 유의성 평가-곡선 적합(the curve fitting) 시행

상하악 각각 7개의 계측점에 대한 평균 X축, Y축에 대한 좌표를 산출하도록 한다. 이후 Braun 등¹⁰⁾에 의해 제시된 hyperbolic cosine function에 대한 유의성 평가를 시행하였다. 산출된 좌표값이 Braun의 hy

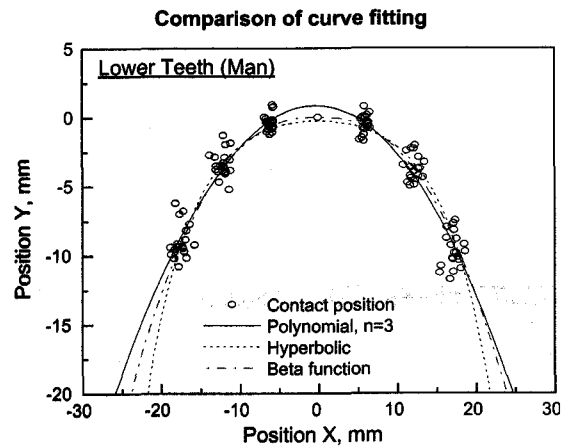


Fig. 6. Mandibular anterior arc of man

Equation B. Mandibular anterior arc of man

Polynomial: $y = 0.84121 - 0.017069x - 0.032713x^2 - 3.426 \times 10^{-5}x^3$ ($R = 0.95179$)

Hyperbolic cosine function: $y = -\cosh\left[-4.2742 \times \frac{x}{25}\right] + 0.72208$ ($R = 0.93945$)

Beta Function: $y = -22.378 \times \left[\left(\frac{x}{25}\right)^2\right]^{1.2402}$ ($R = 0.94782$)

* R(A correlation coefficient)=곡선 적합(A curve fitting)의 정확도

perbolic cosine function에 최적화되지 않을 경우 한국인의 최적화된 수학적 모델을 제시하도록 한다.

4. 제시된 상하악 전치부 악궁형태에 기초한 견치간 폭경, 치열궁 장경과 치열궁 둘레간 관계성 평가 한국인에게 최적화된 수학적 모델에 기초한 전치부 비율에 대한 유의성 있는 정보를 제공하기 위해 견치간 폭경, 치열궁 장경과 치열궁 둘레간의 관계를 조사하도록 한다. 제시된 수학적 모델을 바탕으로 조사된 견치간 폭경, 치열궁 장경, 치열궁 둘레가 유의성 있는 상관관계가 있다면, 이를 바탕으로 상하악 전치부 치열궁 형태를 유추할 수 있다.

III. 연구성적

1. 측정치에 대한 측정시간별, 조사자별¹⁵⁾오차 검증

남녀에 관계없이 무작위로 추출한 5개 표본의 상악 전치부 계측점에 대해 측정시간별, 조사자별로 측정하여 종합한 결과 6개의 계측점은 X, Y축 모두 ± 0.05mm 이하의 오차범위를 보였다

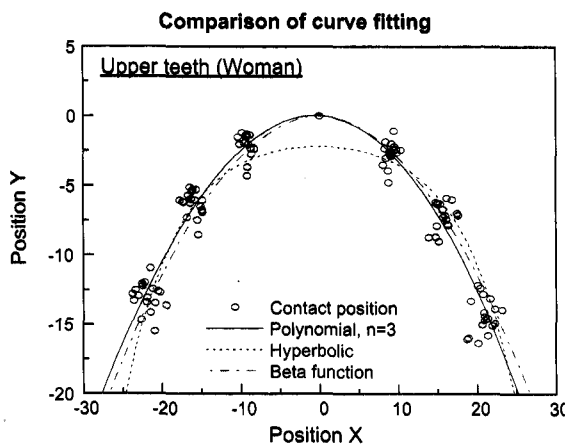


Fig. 7. Maxillary anterior arc of woman

Equation C. Maxillary anterior arc of woman

Polynomial: $y = 0.022222x - 0.029992x^2 - 0.028846x^3 - 5.7522 \times 10^{-5}x^4$ ($R = 0.94764$)

Hyperbolic cosine function: $y = -\cosh\left[-3.6776 \times \frac{x}{25}\right] - 1.1984$ ($R = 0.90665$)

Beta Function: $y = -17.598 \times \left[\left(\frac{x}{25}\right)^2\right]^{0.96837}$ ($R = 0.93221$)

* R(A correlation coefficient)=곡선 적합(A curve fitting)의 정확도

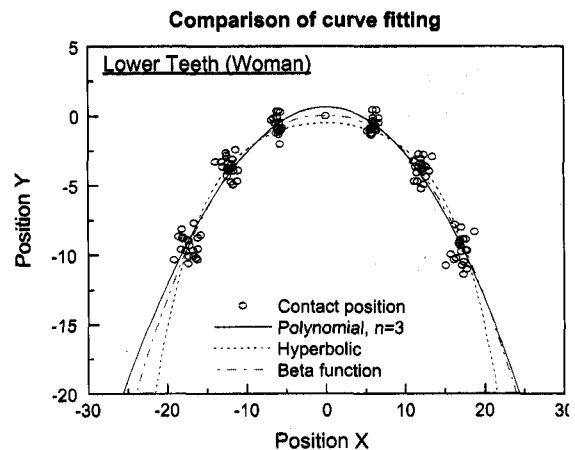


Fig. 8. Mandibular anterior arc of woman

Equation D. Mandibular anterior arc of woman

Polynomial: $y = 0.62539 + 0.0022367x - 0.033091x^2 - 6.9665 \times 10^{-5}x^3$ ($R = 0.95774$)

Hyperbolic cosine function: $y = -\cosh\left[-4.2974 \times \frac{x}{25}\right] + 0.47726$ ($R = 0.944$)

Beta Function: $y = -22.034 \times \left[\left(\frac{x}{25}\right)^2\right]^{1.1682}$ ($R = 0.95591$)

* R(A correlation coefficient)=곡선 적합(A curve fitting)의 정확도

2. 한국인 정상교합자의 Hyperbolic cosine function에 대한 유의성 평가

한국인 정상교합자에게 가장 적합한 전치부 악궁 형태를 찾기 위해 치열궁 형태를 표현하는 아래의 대표적인 함수식을 평가하고 유의성을 검증하였다. 좌우측 계측점의 측정값에 대해 아래의 수식을 사용하여 최적화 정도를 평가하였다. 최적화 정도에 대한 평가 방법은 least square method를 사용하였으며, m1-m8은 남녀 상하악 각 악궁형태 최적화를 위한 변수에 해당한다.

Polynomial : $y = m1 + m2 \times x + m3 \times x^2 + m4 \times x^3$

Hyperbolic cosine function : $y = -\cosh\left[m5 \times \frac{x}{b}\right] + m6$

Beta Function : $y = -m7 \times \left[\left(\frac{x}{25}\right)^2\right]^{m8}$

where $w = b = \text{const} = 25 \text{ mm}$

Equation. 한국인 정상교합자의 전치부 악궁형태 최적화 검증을 위해 사용된 수식들

: 다항 함수(polynomial function), 하이퍼볼릭

코사인 함수(hyperbolic cosine function), 베타 함수(beta function)

1. 남자 상악

남자 상악전치부 악궁형태에 대한 최적화 정도를 평가하여 수식의 변수를 결정하고, 다음과 같은 결과를 얻었다(Fig 5, Equation A).

2. 남자 하악

남자 하악전치부 악궁형태에 대한 최적화 정도를 평가하여 수식의 변수를 결정하고, 다음과 같은 결과를 얻었다(Fig 6, Equation B).

3. 여자 상악

여자 상악전치부 악궁형태에 대한 최적화 정도를 평가하여 수식의 변수를 결정하고, 다음과 같은 결과를 얻었다(Fig 7, Equation C).

4. 여자 하악

여자 하악전치부 악궁형태에 대한 최적화 정도를 평가하여 수식의 변수를 결정하고, 다음과 같은 결과를 얻었다(Fig 8, Equation D).

Table 1. The correlation between intercanine width(W) and arch perimeter(L)

* R : The correlation coefficient

The Classification of Ant. Dental Arch	The Correlation between Intercanine width(W) and Arch perimeter(L)
The Maxillary arch of Man	$L=0.10332+0.95868W+0.0032547W^2+6.5143 \times 10^{-5}W^3(R=1.0)$
The Mandibular arch of Man	$L=0.13234+0.94622W+0.0043256W^2+7.1957 \times 10^{-5}W^3(R=1.0)$
The Maxillary arch of Woman	$L=0.10021+0.96033W+0.0031426W^2+6.4362 \times 10^{-5}W^3(R=1.0)$
The Mandibular arch of Woman	$L=0.13572+0.94464W+0.004447W^2+7.2797 \times 10^{-5}W^3(R=1.0)$

3. 제시된 상하악 전치부 악궁형태에 기초한 견치간 폭경, 치열궁 장경과 치열궁 둘레간 관계성 평가

제시된 남녀 상하악 전치부 치열궁 형태에 기초한 견치간 폭경, 치열궁 장경과 치열궁 둘레간의 관계를 각각 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 견치간 폭경(W)과 치열궁 둘레(L)간의 관계성

곡선의 길이에 해당하는 치열궁 둘레(L)에 관련된 공식은 함수 $y=f(x)$ 가 구간 $a \leq x \leq b$ 에서 미분가능하고 $f(x)$ 가 연속일 때 그 구간에서의 곡선 $y=f(x)$ 의 길이 L은 다음과 같다.

$$L = \int_a^b \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx \tag{1}$$

앞에서 구한 곡선 접합된 다항 함수는 이러한 조건을 만족하므로 식(1)로부터 곡선의 길이, 즉 치열궁 둘레(L)를 구할 수 있다. 치간 폭경을 W라고 설정하면 임의의 W에 따른 치열궁 둘레(L)은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} L &= \int_a^b \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx \\ &= \int_a^b \sqrt{1 + \left(\frac{d}{dx}(m_1 + m_2x + m_3x^2 + m_4x^3)\right)^2} dx \\ &= \int_a^b \sqrt{1 + (m_2 + 2m_3x + 3m_4x^2)^2} dx \end{aligned} \tag{2}$$

**견치간 폭경(W)=b-a

식(2)는 분석적 형태로 적분이 불가능하기 때문에 수치해석에 의한 적분을 이용하였다. 남녀 정상교합자의 견치간 폭경(W)과 치열궁 둘레(L)사이의 관계식을 구한 결과는 다음과 같다(Table 1). 견치간 폭경

과 치열궁 둘레 사이의 관계식은 이전의 다항 함수에서 유추한 결과가 가장 상관성이 높았으므로, 다항 함수를 직접 이용하였으며, 그러한 결과로 관계식의 상관관계(R)는 항상 1.0을 보였다.

2. 치열궁 둘레(L)와 치열궁 장경(D)과의 관계성

치열궁 둘레와 치열궁 장경과의 관계는 기존의 polynomial function보다 $Y=aX^b$ 의 Power Law에 의한 곡선에 더욱 잘 적합하는 것으로 나타났다. 여기서도 적분은 수치적분의 방법을 이용하였으며, 각각의 남녀 상하악 치열궁의 관계식과 상관계수는 다음과 같다. 최종적인 치열궁 둘레와 치열궁 장경의 관계식은 견치간 폭경과 치열궁 둘레의 관계식에서 구하였다.

1) 남자 상하악 : 치열궁 둘레(L)와 치열궁 장경(D)의 관계식과 상관계수

I. 상악 :

Polynomial : $y = 0.099646 - 0.01559x - 0.029261x^2 - 9.0272 \times 10^{-6}x^3$

$$D = |y - 0.099646| = \left| -0.01559\left(\frac{W}{2}\right) - 0.029261\left(\frac{W}{2}\right)^2 - 9.0272 \times 10^{-6}\left(\frac{W}{2}\right)^3 \right|$$

$$L = 10.013 D^{0.63587} \quad (R = 0.99933)$$

* R : The correlation coefficient

II. 하악 :

Polynomial : $y = 0.84121 - 0.017069x - 0.032713x^2 - 3.426 \times 10^{-5}x^3$

$$D = |y - 0.84121| = \left| -0.017069\left(\frac{W}{2}\right) - 0.032713\left(\frac{W}{2}\right)^2 - 3.426 \times 10^{-5}\left(\frac{W}{2}\right)^3 \right|$$

$$L = 9.1885D^{0.6519} \quad (R = 0.99927)$$

* R : The correlation coefficient

2) 여자 상하악 : 치열궁 둘레(L)와 치열궁 장경(D)의 관계식과 상관계수

I. 상악 :

Polynomial : $y = 0.022222 - 0.029992x - 0.028846x^2 - 5.7522 \times 10^{-5}x^3$

$$D = |y - 0.022222| = \left| -0.029992\left(\frac{W}{2}\right) - 0.028846\left(\frac{W}{2}\right)^2 - 5.7522 \times 10^{-5}\left(\frac{W}{2}\right)^3 \right|$$

$$L = 9.7578 D^{0.63332} \quad (R = 0.99951)$$

* R value : The correlation coefficient

II. 하악 :

$$\text{Polynomial : } y = 0.62539 + 0.0022367x - 0.033091x^2 - 6.9665 \times 10^{-5}x^3$$

$$D = |y - 0.62539| = \left| 0.0022367 \left(\frac{W}{2}\right) - 0.033091 \left(\frac{W}{2}\right)^2 - 6.9665 \times 10^{-5} \left(\frac{W}{2}\right)^3 \right|$$

$$L = 9.5799 D^{0.63695} \quad (R = 0.99916)$$

* R value : The correlation coefficient

3. A와 B의 관계식을 이용한 견치간 폭경(W)와 치열궁 장경(D)의 관계식

상관성이 매우 높은 앞의 두 관계식(A,B)을 이용하여 견치간 폭경(W)와 치열궁 장경(D)사이의 관계식을 유추할 수 있다. 유추된 관계식은 다음과 같다.

1) 남자 상하악 : 견치간 폭경(W)과 치열궁 장경(D) 사이의 관계식

I. 상악 :

$$D = \left| -0.007795W - 0.00731525W^2 - 1.1284 \times 10^{-6}W^3 \right|$$

II. 하악 :

$$D = \left| -0.0085345W - 0.00817825W^2 - 4.2825 \times 10^{-6}W^3 \right|$$

2) 여자 상하악 : 견치간 폭경(W)과 치열궁 장경(D) 사이의 관계식

I. 상악 :

$$D = \left| -0.014996W - 0.0072115W^2 - 7.19025 \times 10^{-6}W^3 \right|$$

II. 하악 :

$$D = \left| 0.00111835W - 0.00827275W^2 - 8.708125 \times 10^{-6}W^3 \right|$$

IV. 총괄 및 고안

교정치료에 있어 정상적인 치아의 크기, 형태와 수는 부정교합의 처치와 치료계획의 수립과정에서 매우 중요한 요소가 된다. 특히 상하악 전치부의 치아의 크기, 형태와 치아 수는 종종 비정상적이어서, 술자로 하여금 이에 대한 처치와 치료계획을 세우는데 많은 혼란을 야기하게 된다. 이러한 상하악 치열의 관계가 비정상적일시 심미적 접착, 보철적 수복, 인접면 삭제, 발치, 여분의 잔존공간 혹은 바람직한 수평, 수직 피개의 변화등과 같은 치료계획의 수정이 필수적이다. 따라서, 이러한 치료계획의 수정에 대한 예측을 조기에 보다 정확히 할 수 있다면 환자와의 신뢰도

형성과 치료기간 단축 등의 장점이 있다.

본 연구에서는 Braun 등¹⁰⁾이 복미 백인을 주된 표본으로하여 전치부 비율에 대해 산출하였던 hyperbolic cosine function이 한국인에도 유의성을 가지면서 적용될 수 있는지를 살펴보았다. 대한치과교정학회에서 보관중인 한국 성인 정상교합자 표본에서 총생, 치아형태에 대한 기준을 강화하여 이상적인 치아 배열을 이루는 남, 녀 모두 20명의 치아모형을 선별하였다. 상하악 전치부의 견치간 폭경, 치열궁 장경과 치열궁 둘레간의 역동적 상관관계를 파악하기 위해서는 상하악 전치부 치열궁의 형태에 대한 정보가 필요하다. 이러한 정보를 얻기 위해서는 상하악 전치부 치아의 단순한 크기 측정이 아닌 계측점의 평면상 위치를 파악해야 하는데, 이때 계측점의 공간위치를 파악하는 과정에서의 오차가능성에 유의해야 한다. 이러한 계측점의 공간위치를 파악하는 방법에는 정밀 계측장치를 이용해 모형상에서 이러한 계측점의 평면상 위치를 직접적으로 측정하는 방법^{16,17)}과 모형에서 계측하고자 하는 점의 좌표값을 파악하기 위해 좌표값을 가지는 평면상으로 모형을 투사해 측정하는 간접적인 방법^{18,19)}이 있다. 본 연구에서는 디지털 카메라를 이용하여 모형의 2차원 계측점 화상을 받은 후 컴퓨터를 이용하여 계측점을 측정하였다. 이러한 측정치의 재현도를 측정시간, 조사자별¹⁵⁾로 알아보기 위해 2주간격으로 3회의 반복측정과 2명의 측정자에 의해 측정을 시행하였는데, 오차 범위는 X, Y축 모두 $\pm 0.05\text{mm}$ 이내를 나타내었다. 이러한 컴퓨터를 이용한 계측시의 재현도와 정확도는 김 등²⁰⁾의 연구에서도 계측시 컴퓨터 이용의 가능성을 시사하였다.

한국인 정상교합자의 상하악 전치부 형태의 최적화된 수학적 모델을 알아보기 위해 본 실험에서는 대표적인 치열궁 표현 함수식인 다항 함수(polynomial function), 하이퍼볼릭 코사인 함수(hyperbolic cosine function), 베타 함수(beta function)을 least square method를 사용하여 곡선 적합(curve fitting)을 시행하고 평가하였다. 이들 함수식들이 치열궁 형태를 표현하는 대표적인 것이기 때문에, 측정결과 남녀 상하악 전치부 악궁에 대한 곡선적합(curve fitting)에서 큰 차이는 보이지 않았다. 그러나, 다항 함수가 가장 잘 곡선적합하였으며, 그 뒤를 베타 함수, 그리고 하이퍼볼릭 코사인 함수가 가장 낮은 곡선 적합도를 나타내었다(Fig 5-8). 이러한 곡선 적합(curve fitting)의 차이는 한국인의 치아 형태가 순설측으로 두꺼워¹³⁾ 중앙부위에서 악궁이 전후방적으로 더 돌출

하는 것과 남녀 정상교합자 모두 좌우에 약간의 비대칭을 보이면서, 이러한 비대칭을 polynomial function 이 가장 잘 표현한 결과라고 생각된다.

다음으로 이번 연구에서는 한국인 정상교합자의 상하악 전치부 형태에 최적화된 수학적 모델을 바탕으로 하여, 이러한 악궁의 기본 틀이 견치부 폭경, 치열궁 장경, 그리고 치열궁 둘레사이 어떠한 관계가 있는지를 평가하고, 이들 각 변수간의 상관성을 구하였다.

견치간 폭경(W)과 치열궁 둘레(L) 사이의 관계는 곡선적합(curve fitting)된 각 악궁의 형태에 기초한 수치적분에 의한 관계식이기 때문에 상관계수가 1.0을 보였다(Table 1). 그리고, 치열궁 둘레(L)와 치열궁 장경(D) 사이의 관계는 기존의 곡선적합된 관계식에 비해 $y=ax^b$ 형태의 관계식에 더 상관성이 높았다. 마지막으로 견치간 폭경(W)과 치열궁 장경(D)과의 관계식은 앞의 견치간 폭경, 치열궁 둘레사이 관계식과 치열궁 둘레, 치열궁 장경사이 관계식을 사용하여 유추했으며, 결과적으로 상관계수는 존재하지 않는다. 기존의 Braun 등¹⁰⁾의 조사에서 견치간 폭경과 치열궁 장경은 서로 역 상관관계를 보였는데, 이는 견치간 폭경 변화에 따라 기존의 악궁 형태를 변형시켜서 상하악 치열궁을 맞추는 것이다. 그러나, 이러한 결과는 곡선적합된 치열궁의 변형을 초래하여, 치료 후 치열궁 형태 예측시 오차발생의 원인이 될 수 있다. 따라서, 이번 연구에서는 기존의 치열궁 형태의 유지상태에서 치열궁 장경의 차이(수평 피개도)를 예측할 수 있도록 치열궁 형태를 유지한 상태의 관계식을 유추하였다.

상하악 전치부 치열궁의 치료 후 악궁형태 예측이나, 치아크기 부조화에 대한 3차원적인 정보는 이전에는 대부분 diagnostic set-up을 이용하였으나, 이러한 방법은 set-up시 치열궁 형태 변화, 모형 치아 절단시 치아의 손상이나 변형, 그리고 부적절한 절치 위치 등에 따른 정확한 정보 제공에 한계가 있었다. 이번 연구에서 밝혀진 견치간 폭경, 치열궁 둘레, 그리고 치열궁 장경간의 관계식을 이용한 예측 프로그램을 개발^{21,22)}한다면, 이러한 diagnostic set-up의 한계점을 극복할 수 있을 것이며, 한국인 상하악 전치부의 견치간 폭경에 따른 치료 후 치열궁 형태 예측, 상하악 전치부에서의 선천 결손, 비정상적인 치아 형태에 따른 치아크기 부조화 정도, 요구되는 공간 형성량 등에 대한 보다 정확한 정보를 제공할 것이다

V. 결 론

한국인 남녀 정상교합자 모델을 이용하여 상하 전치부 치열궁 형태에 대한 수학적 관계식을 구하고, 견치간 폭경, 치열궁 장경, 그리고 치열궁 둘레간의 상관성에 대해 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 한국인 남녀 정상교합자의 상하 전치부 치열궁 형태는 다항 함수(polynomial function), 베타 함수(beta function), 하이퍼볼릭 코사인 함수(hyperbolic cosine function) 순으로 곡선적합(curve fitting)하였다. 이러한 곡선적합 정도는 남녀, 상하악 치열궁에 관계없이 일정하였다.
2. 치열궁 형태를 나타내는 대표적인 세가지 함수식에서 다항 함수의 곡선적합(curve fitting) 정도가 일률적으로 높게 나타났다. 이에 상하 전치부 치열궁 형태를 다항 함수에 의한 곡선으로 정한 상태에서, 견치간 폭경, 치열궁 장경, 그리고 치열궁 둘레간의 상관관계를 구하였다.

이러한 상관관계를 이용한다면 견치간 폭경에 따른 교정치료 후 상하전치부 치열궁 형태를 보다 정확하게 예측할 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Black GV. Descriptive anatomy of the human teeth. 4th ed. Philadelphia : SS White Dental Mfg. Co. 1902.
2. Ballard ML. Asymmetry in tooth size : A factor in the etiology, diagnosis and treatment of malocclusion. Angle Orthod 1944 ; 14 : 67-71.
3. Moorrees LFA, Reed RB. Correlation among crown diameters of human teeth. Oral Biology 1964 ; 9 : 685-97.
4. Neff CW. Tailored occlusion with the anterior coefficient. Am J Orthod 1949 ; 35 : 309-14.
5. Neff CW. The size relationship between the maxillary and mandibular anterior segments of the dental arch. Angle Orthod 1957 ; 27 : 138-47.
6. Bolton WA. Disharmony in tooth size and its relation to the analysis and treatment of malocclusion. Angle Orthod 1958 ; 28 : 113-30.
7. Bolton WA. The clinical application of tooth size analysis. Am J Orthod 1962 ; 48 : 504-29.
8. Crosby DA, Alexander CG. The occurrence of tooth size discrepancies among different malocclusion groups. Am J Orthod Dentofac Orthop 1989 ; 95 : 457-61.
9. Freeman JE. Frequency of Bolton tooth-size discrepancies among orthodontic patients. Am J Orthod Dentofac Orthop 1996 ; 110 : 24-7.
10. Braun S, Hnat WP. Dynamic relationships of the mandibular anterior segment. Am J Orthod Dentofac Orthop 1997 ; 111 : 518-24.
11. Braun S. Anterior arch adjustment. Angle Orthod 1997 ; 67 : 164.
12. Smith SS, Buschang PH. Interarch tooth size relationships of 3 populations : "Does Bolton's analysis apply?". Am J Orthod Dentofac

Orthop 2000 : 117 : 169-74.

13. 남동석. 한국인 교합양식의 치과인류학적 연구. 대치교정지 1994 : 24 : 247-73.

14. 대한치과교정학회 부정교합백서발간위원회. 한국성인 정상교합자의 석고모형 계측연구 결과보고서. 대치교정지 2000 : 30 : 별책.

15. Hunter WS, Priest WR. Errors and discrepancies in measurement of tooth size. J Dent Res 1960 : 39 : 405-14.

16. 김광현. Bolton씨 분석법에 의한 한국치아 비율. 대치협회지 1978 : 16 : 213-8.

17. 심은주, 황현식, 문재동. 치아크기 계측오차에 관한 연구. 대치교정지 1999 : 29 : 491-501.

18. White LW. Individualized ideal arch. J Clin Orthod 1978 : 12 : 779-87.

19. White LW. The clinical use of occlusograms. J Clin Orthod 1982 : 16 : 92-103.

20. 김은정, 황현식. 컴퓨터를 이용한 치아크기 계측시 재현도와 정확도에 관한 연구. 대치교정지 1999 : 29 : 563-73.

21. Braun S, Hnat WP, Kusnoto B. A new accurate approach to the anterior ratio with clinical applications. Part I : a computer program. Am J Orthod Dentofac Orthop 1999 : 115 : 368-72.

22. Braun S, Hnat WP, Kusnoto B. A new accurate approach to the anterior ratio with clinical applications. Part II : A nomographic solution. Am J Orthod Dentofac Orthop 1999 : 115 : 494-7.

- ABSTRACT -

The new approach to maxillary and mandibular
anterior dental arch forms
- In Korean normal occlusion models

Man-Hee Ha, Woo-Sung Son, Hoon-Chul Yang

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Pusan national University

Maxillary and mandibular anterior dental arches often have the problems of occlusal relation and esthetics by malformations of teeth, congenital missing, et al. Though the clinician usually use the anterior ratio to overcome this problems, he has the limitation of a direct application this ratio to the prediction of anterior occlusal relationship by the change of anterior ratio as dental arch form, intercanine width, segment depth and arch perimeter.

So this study examine maxillary and mandibular anterior dental arch forms by least square method using Korean normal occlusion models(man : 20 casts, woman : 20 casts). Maxillary and mandibular anterior dental arches of Korean normal occlusion models are curve fitted to polynomial function, beta function, hyperbolic cosine function in order. And this accuracy of curve fitting is constant regardless of man/woman and maxilla/mandible. The relationships between intercanine width, segment depth, and arch perimeter based on this curve fitted dental arch form are acquired. This relationships will give the prediction of anterior dental arch form and the information of more accurate anterior ratio according to intercanine width.

KOREA. J. ORTHOD. 2001 : 31(3) : 347-55

※ Key words : Anterior dental arch form, Anterior ratio