http://dx.doi.org/10.14368/jdras.2014.30.2.93
ISSN 2233-4084

Original Article

An evaluation of curve of Spee using cone beam computerized tomography in Korean

Sang-Chun Oh*, Seul-Gi Kim, Yu-Jin Kim
Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Wonkwang University, Daejeon, Republic of Korea

Purpose: The aim of this study is to investigate the typical shape of the curve of Spee in Korean and analyze the curve of Spee according to gender, age, and left and right. **Materials and Methods:** Among the patient of Wonkwang University Sanbon Dental Hospital taking cone beam computerized tomography, the images of 500 Koreans (311 males and 189 females) who qualifies the criteria of this study were selected and their curve of Spee were analysed in sagittal plane. **Results:** The mean radius of curve of Spee in Korean was 91.4 mm. There was statistically significant difference between male (94.6 mm) and female (86.1 mm) by gender, but not significant differences by age and between right and left side. **Conclusion:** Within the limitation of this study, the smaller radius (91.4 mm) of Korean than the 4-inch (101.6 mm) value advocated by Monson was meaned that it would be need to reconsider the application of the curve of Spee in all cases when occlusal plane is reconstructed in Korean. **(J Dent Rehabil Appl Sci 2014;30(2):93-101)**

Key words: curve of Spee; Monson's spherical theory; occlusal curvature

서론

교합만곡은 시상면에서의 전후방 만곡인 스피만곡(curve of Spee)과 전두면에서의 측방만곡인 윌슨만곡(curve of Wilson) 등으로 이루어지는데, 이 중 스피만곡은 하악 견치의 교두정에서 시작하여 소구치와 대구치의 협측 교두정을 따르는 해부학적 만곡으로 정의된다.[1] Spee[2]는 이러한 교합만곡이 저작 시 최대 치아접촉을 유지하기 위해 가장 효과적인 형태라고 하였고, Hui 등[3]은 하악의 전방운동 시 적절한 전치 유도와 구치부 이개를 통해 상호보호교합을 이루게 하는 기초가 된다고 하였다. 스피만곡은 교합만곡이 4-inch의 반지름을 가진 구와 일치된다는 Monson 구면설의 기초가 되었으며,[4] 일반적으로 환자의 전악 재구성 시에 교합만곡을 결정하는 기준으로서 널리 응용되고 있다.

그간 스피만곡 반경에 관한 많은 연구가 Caucacian(백인)을 대상으로 진행되어 왔는데, Monson[5]이 101.6 mm (4-inch)를 주장하였고, Ferrario 등[6]도 남성 105 mm, 여성 100 mm로 Monson의 4-inch 구면설에 근접한 반경을 보고하였다. 그러나 백인과 동양인(한국인)의 치아, 두부 골격형태에는 차이가 있으며,[7,8] 인종에 따라 치관의 크기와 형태가 다르다고 알려져 있으므로,[9,10] 스피만곡 또한 인종 간에 차이가 있을 것으로 추측할 수 있다.

따라서 백인의 4-inch 스피만곡 반경을 동양인에게도 그대로 적용할 수 있는지를 검증해 볼 필요성이 제기된다. 이러한 관점에서 일본인을 대상으로 스피만곡을 계

*Correspondence to: Sang-Chun Oh, DDS, MSD, PhD
Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Wonkwang University
77 Doonsan-ro, Seo-gu, Daejeon, 302-830, Republic of Korea
Tel: +82-42-366-1100, Fax: +82-42-366-1115, E-mail: scoh@wku.ac.kr
Received: April 27, 2014/Last Revision: May 10, 2014/Accepted: May 17, 2014

Copyright© 2014 The Korean Academy of Stomatognathic Function and Occlusion.
It is identical to Creative Commons Non-Commercial License.

측한 Hui 등[3]은 83.4 mm로, 백인에 비해 더 작은 반경을 보고하였고, Kagaya 등[11]은 백인에 비해 더 큰 값인 110.6 mm를 보고하였다. 한국인을 대상으로 한 연구로는 Choi 등[12]이 남성 98.7 mm, 여성 93.7 mm로 백인에 비해 작은 스피만곡 반경을 보고하였고, Choi 등[13]은 모형을 측정하여 117.4 mm, 측모두부계측 방사선 사진을 측정하여 127.5 mm로 4-inch보다 더 큰 스피만곡 반경을 보고하였다. 이렇듯 일본인과 한국인을 대상으로 한 연구에서 동양인의 스피만곡 반경이 서양인과 다를 수 있음이 제시되었다.

지금까지 스피만곡에 관한 연구들 대부분은 인상채득 후에 만든 석고모형을 대상으로 하였는데, 이러한 방법적인 제약으로 인해 80명 이하를 계측한 연구만이 존재하였다(Ferrario 등[6] 40명, Hui 등[3] 50명, Kagaya 등[11] 79명).

따라서 본 연구에서는 최근에 널리 사용되고 있는 콘빔형 전산화단층촬영(cone beam computerized tomography: CBCT)영상을 활용하여 많은 수의 한국인의 스피만곡 반경을 신속하고 정확하게 계측하였으며, 이를 성별, 연령별, 좌우별로 비교 분석하여 임상에서 교합만곡의 설정 시 도움을 주고자 하였다.

연구 재료 및 방법

1. 연구 대상

2008년 7월부터 2012년 7월까지 원광대학교 산본치과병원에 내원하여 i-CAT Cone Beam 3-D Dental Imaging System (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA)을 이용하여 방사선 촬영을 시행한 환자 중에서, 본 연구의 기준에 부합하는 500명의 전산화단층영상을 대상으로 개인의 스피만곡을 분석하였다. 연구대상 선정의 기준은 Ferrario 등[14,15]의 연구에서 사용한 기준을 참고하여 다음과 같이 설정하였다. 정보 보호와 환자 보호를 위해, 본 연구를 목적으로 환자에게 방사선 촬영을 시행하지 않았으며, 이미 촬영되어 저장되어있던 이미지만을 이용하였다.

포함 기준:
① 한국인
② 제3대구치를 제외한 치아 결손이 없는 영구치열
③ Angle 분류 class I

Table 1. Distribution of patients by age and gender

Age	Male (%)	Female (%)	Total (%)
10 - 19	51	39	90 (18.0)
20 - 29	87	69	156 (31.2)
30 - 39	83	44	127 (25.4)
40 - 49	51	18	69 (13.8)
> 50	39	19	58 (11.6)
Total	311 (62.2)	189 (37.8)	500 (100)

제외 기준:
① 교정 치료 기왕력
② 교두를 피개하는 수복물이 있는 경우
③ CT 영상의 blurring으로 인하여, 교두를 식별 할 수 없는 영상
④ 치열의 총생(crowding) 등으로 인해, 역 스피만곡(reverse curve of Spee)을 보이는 경우
⑤ 하악 치아들이 만곡을 따르지 않는 불규칙한 배열을 보이는 경우(견치 교두정, 소구치 협측 교두정, 대구치 근원심협측 교두정의 7개 좌표들의 분포가 스피만곡의 원호 반지름에서 표준편차 1 mm 이상의 분포를 보이는 경우)

연구 대상에 포함된 500명 환자의 성별, 연령별 분포는 Table 1과 같다. 영구치 맹출이 덜된 10대와 결손치와 수복물을 상대적으로 더 많이 가지고 있는 40대 이상이 많이 제외되었기 때문에, 20대와 30대의 비율이 전체의 반 이상(56.6%)을 차지 하였다.

2. 연구 방법

1) 악궁의 디지털화

축의 방향설정(orientation of axis)과 좌표 지정은 Hui 등[3]의 연구에서 사용한 방법을 참고하였다. InVivo 5 (Anatomage, San Jose, CA, USA) 프로그램을 이용하여 환자의 CT영상을 불러온 다음, y축은 정면에서 보았을 때, 전비극(anterial nasal spine)과 supra-dentale를 이은 선으로, x축은 y축에 수직인 수평선으로 설정하였다(Fig. 1). z축은 axial view, 즉 x-z평면으로 보았을 때, 하악 견치의 교두정과 하악 제2대구치 원심협측 교두정을 잇는 선과 평행한 선으로 설정하였다(Fig. 2). 좌표 설정의 기본 단위는 1.0 mm였다.

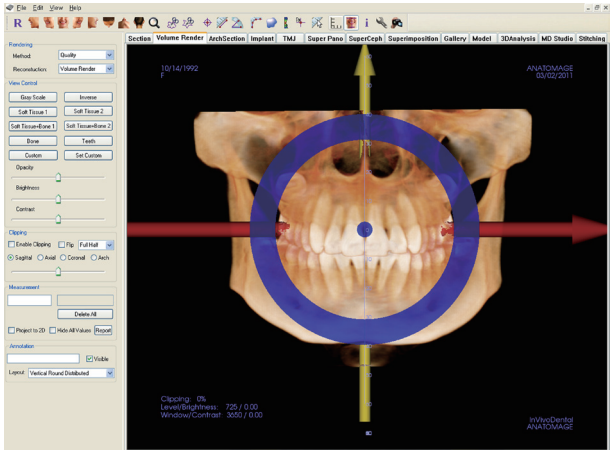


Fig. 1. Orientation of axis (frontal view). Y-axis is defiened as a line passing through anterior nasal spine and supra-dentale in facial view and x-axis is defined as a horizontal line perpendicular to y-axis.

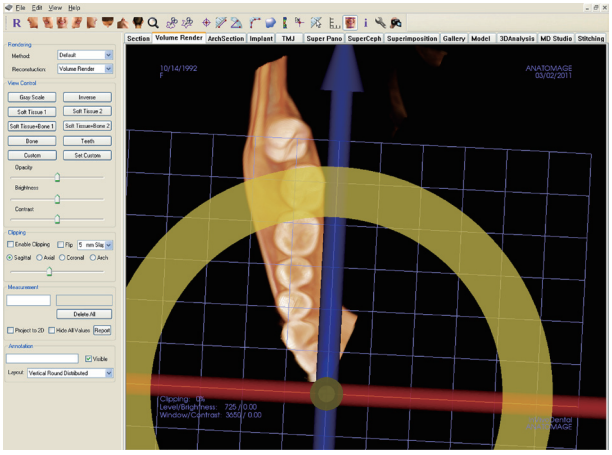


Fig. 2. Orientation of axis (axial view). The view of orientation of axis from x-z plane. Z-axis is set a pallalel line which connects mandibular canine tip and second molar disto-buccal cusp tip in axial view.

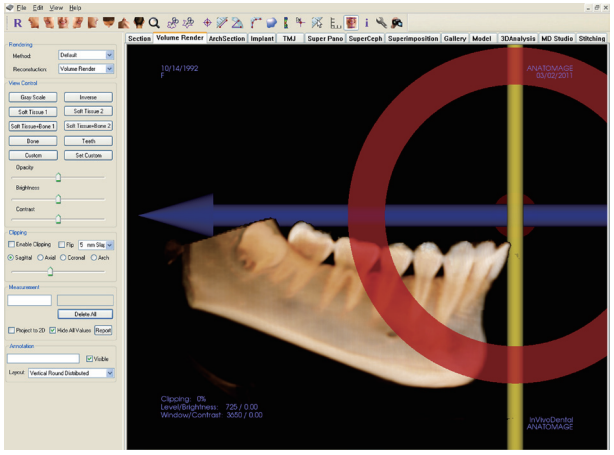


Fig. 3. Sagittal view (y-z plane). The left part of the image was cut off in program to measure the right part.

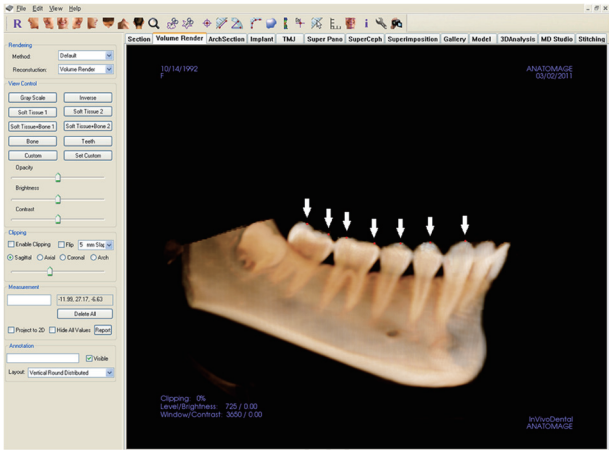


Fig. 4. Coordination. Mandibular canine cusp tip, first and second premolar buccal cusp tip, and mesial and distal buccal cusp tips of first and second molar, total 7 coordinates (x, y, x) were designated, with the use of tool designating coordinate.

개인의 하악을 좌우로 나누어 각각 측정하기 위하여, 한쪽을 측정할 때는 반대측 영상은 프로그램상에서 잘라낸 다음, y-z평면(sagittal view)을 바라보도록 설정하였다(Fig. 3). 블러링(blurring)을 최소화하여 하악치아의 교두가 잘 보이도록 영상을 조정한 다음, 좌표를 지정하는 도구(tool)를 이용하여 하악 견치 교두정, 제1, 2소구치 협측 교두정, 제1, 2대구치 근·원심 협측 교두정의 총 7개의 (x, y, z)좌표를 지정하였다(Fig. 4).

2) 교합 만곡의 보간(interpolation)

견치 교두정에서 부터 하악 제2대구치 원심협측 교두정까지 7개의 3차원적인 (x, y, z)좌표에서 (y, z)좌표만을 이용하여, 좌우 스피만곡을 각각 2차원적인 원의 형태로 재현하였다(Fig. 5).

7개의 점들을 근사시키는 원의 방정식은 Choi 등[12]의 연구에서 사용된 잔차(추정 함수값과 지정된 좌표와의 차이)의 제곱을 최소로 하는 최소자승법(least-square

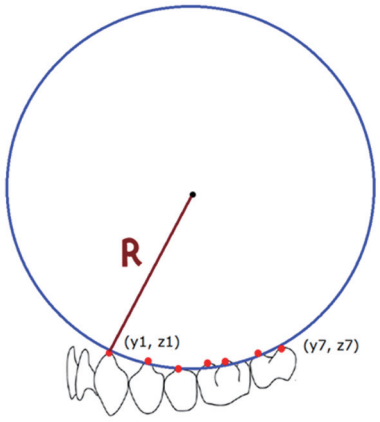


Fig. 5. Mandibular canine cusp tip, first and second premolar buccal cusp tip, and mesial and distal buccal cusp tips of first and second molar, total 7 coordinates (y, x) were designated. A progressive approximation minimizing the standard deviation of the distances from the center of a circle to 7 buccal cusp tips was used to calculate R (radius) of the circle.

method)[16]을 이용하였고, 반경(R)은 원의 방정식을 얻기 위한 계산 과정에서 구할 수 있었다.

이러한 최소자승법에 의한 알고리즘을 프로그램 코드로 제작하였으며, 계산은 Octave v3.6.1 (GNU General Public License, Free Software Foundation Inc., Boston, MA, USA) 소프트웨어를 이용하여 코드를 실행시킴으로서 수행하였다.

3) 계측의 오차 검정 및 통계분석

측정의 신뢰도를 평가하기 위해 Farella 등[17]의 연구와 Hui 등[3]의 연구에서 사용된 오차 검정(mesurement error: ME)방법인 아래의 Dahlberg의 공식[18]을 이용하였다.

Dahlberg's formula: $ME = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} d^2}{2n}}$

d1, ... , dn은 2개의 측정사이의 차이이고 n은 기록의 개수이다. 본 연구에서는 무작위로 추출된 100명 환자의 CBCT영상을 대상으로, 동일한 방법으로 한번 더 계측하여, 평가하였다.

계측한 측정치들 사이의 통계적 차이는 paired Student's t-test로 검증되었고 유의수준은 $\alpha = 0.05$였으며, 측정수치($P = 0.52$)에서 통계적 차이는 발견되지 않았다($P > 0.05$).

스피만곡이 이루는 원호 반경의 성별, 연령별, 좌우간 차이의 통계적 유의성을 검증하기 위하여 independent Student's t-test, one-way ANOVA 및 paired Student's t-test를 이용하여, $P < 0.05$ 유의수준으로 신뢰도를 평가하였다. 통계처리에는 SPSS Ver. 18.0 (IBM Inc., Armonk, NY, USA)를 이용하였다.

결과

1. 평균 스피만곡 반경과 성별 비교

한국인의 평균 스피만곡 반경은 91.4 mm였으며, 남성(94.6 mm)이 여성(86.1 mm)에 비해 통계학적으로 유의성있게 큰 반경을 보였다($P < 0.05$, Table 2).

2. 스피만곡의 연령대별 비교

연령에 따른 스피만곡의 평균 반경은 연령이 증가함에 따라 40대로 갈수록 조금씩 감소하다가, 50대 이상에서 소폭 증가하는 양상을 보였으나, 통계학적으로 연령대에 따른 차이는 유의성이 없는 것으로 나타났다($P > 0.05$, Table 3).

Table 2. Mean radius of curve of Spee by gender

	Male (n = 311)	Female (n = 189)	Total (n = 500)	T	*P*
Mean (mm)	94.6	86.1	91.4	3.810	0.000*
SD	24.2	24.0	24.4		

SD, standard deviation.
*Statistically significant ($P < 0.05$).

Table 3. Mean radius of curve of Spee by age (years)

	10 - 19 (n = 90)	20 - 29 (n = 156)	30 - 39 (n = 127)	40 - 49 (n = 69)	> 50 (n = 58)	Total (n = 500)	F	*P*
Mean (mm)	93.4	92.7	91.4	88.0	88.7	91.4	0.760	0.552
SD	27.5	20.1	23.7	27.0	28.2	24.4		

SD, standard deviation.

3. 한국인 스피만곡의 좌우 비교

연령 및 성별에 따른 좌우 스피만곡은 차이가 있었지만, 통계학적인 유의성은 없었다($P > 0.05$, Table 4, 5).

고찰

교합만곡은 치열이 완성되어가는 단계에서 자연적으로 발생하는 현상으로,[19] Spee[2]는 마모된 치아의 두개골을 연구하여 과두 전방 경계, 제2대구치의 교합면, 하악절치의 절단면이 교합곡선과 같은 선상에 위치됨을 보고하였고, 이러한 스피만곡의 발달은 구강안면 구조물의 성장, 치아 맹출, 그리고 근신경계 발육의 복합적인 결과라고 이해된다.[20,21]

일반적으로 광범위한 교합파괴가 없는 환자의 보철수복시에는 기존의 스피만곡을 따르지만, 완전구강회복의 경우에는 치과의사가 새로운 교합평면을 형성해 주어야 하기 때문에 스피만곡 표준값을 아는 것이 중요하다.

따라서 이를 측정하기 위한 여러 연구가 진행되었으며, 이전의 연구들에서는 인상채득 후 제작된 석고 모형이나 그것을 사진 촬영한 이미지 상에서 스피만곡을 계측하였는데, 이러한 방법적 제약으로 인해 많은 수를 포함시키는 데 어려움이 있어 80명 이하를 대상으로 한 연구들만이 존재하였다. 그러나 근래에는 CBCT가 매우 유용한 영상진단 수단으로 이용되고 있기 때문에, 본 연구에서도 신속 정확하게 많은 대상을 계측할 수 있는 CBCT를 활용하여 500명의 스피만곡을 분석하였다.

한국인의 스피만곡 반경을 계측한 이전의 연구들에서, Choi 등[12]은 34명(남여 각각 17명)의 모형을 3차원적으로 계측하여 남성 98.7 mm (좌 94.31 mm, 우 103.23 mm), 여성 93.7 mm (좌 92.54 mm, 우 94.82 mm)를 보고하였고, Choi 등[13]은 31명(남성 19명, 여성 12명)을 대

Table 4. Mean radius of curve of Spee between right and left side by age

Age		Right side	Left side	T	*P*
10 - 19	Mean	92.6	94.2	-0.606	0.546
(n = 90)	SD	32.7	27.6		
20 - 29	Mean	90.5	95.0	-2.032	0.044*
(n = 156)	SD	22.2	26.3		
30 - 39	Mean	89.2	93.7	-1.776	0.078
(n = 127)	SD	23.2	31.4		
40 - 49	Mean	88.7	87.4	0.294	0.769
(n = 69)	SD	38.3	25.0		
> 50	Mean	90.9	86.6	1.094	0.278
(n = 58)	SD	36.3	26.9		
Total	Mean	90.3	92.5	-1.663	0.097
(n = 500)	SD	28.8	27.9		

SD, standard deviation.
*Statistically significant ($P < 0.05$).

Table 5. Mean radius of curve of Spee between right and left side by gender

Gender		Right side	Left side	T	*P*
Male	Mean	93.9	95.4	-0.921	0.358
(n = 311)	SD	28.2	28.0		
Female	Mean	84.5	87.8	-1.513	0.132
(n = 189)	SD	29.0	27.1		
Total	Mean	90.3	92.5	-1.663	0.097
(n = 500)	SD	28.8	27.9		

SD, standard deviation.

상으로 모형과 측모두부계측 방사선 사진 상에서 계측을 하였는데, 모형 분석에서는 본 연구에서 사용한 방법과 비슷한 방법으로 7개의 (x, y, z)값을 얻고, y-x축만을 선택하여 2차원적으로 도면화 한 후 출력한 다음 반경을 구하여 117.4 mm (남성 114.9 mm, 여성 121.4 mm)를, 측모두부계측 방사선 사진을 컴퓨터 상에서 tracing한 후 계측하여 모형에서보다 조금 더 큰 수치인 127.5 mm (남성 131.0 mm, 여성 121.9 mm)를 보고하였다.

이전의 연구들에 비해 상대적으로 많은 대상을 계측한 본 연구에서 측정된 스피만곡의 반경은 평균 91.4 mm로, Choi 등[12]의 연구 결과에 가까운 수치를 나타냈으며, Monson에 의해 지지된 4-inch와 이전 백인들을 대상으로 한 연구들에 비해 작은 반경을 나타냈다. 이러한 결과는 스피만곡의 반경에 있어서 인종적 차이가 있다고 생각해 볼 수 있으며, 한국인의 구강재건에 있어서 교합 만곡의 표준화된 4-inch 적용을 재고할 필요성을 의미하기도 한다.

스피만곡의 성별에 따른 차이를 살펴보면, Ferrario 등[15]의 연구에서 남성의 만곡이 여성보다 더 뚜렷하다고 하였지만, 이후의 연구에서는 남성 105 mm, 여성 100 mm로 성별에 따른 차이의 유의성은 없다고 하였다.[6] 스피만곡과 두개악안면형태의 관련성을 연구한 Farella 등[17]의 연구에서 남녀간 차이가 없음이 보고되었지만, 일본인을 계측한 Kagaya 등[11]의 연구에서는 남성이 여성보다 더 큰 반경을 가진다고 하였다. 반면에 한국인을 대상으로 한 Choi 등[12]의 연구에서는 남성(98.7 mm)이 여성(93.7 mm) 보다 더 큰 반경을 보인 반면, Choi 등[13]의 연구에서는 모형에서 여성(121.4 mm)이 남성(114.9 mm)보다 더 크게, 측모두부계측 방사선 사진에서 남성(131.0 mm)이 여성(121.9 mm)보다 더 크게 나타났지만, 이러한 남녀간의 차이에는 통계학적인 유의성이 없다고 하였다. 본 연구에서는 Choi 등[12]과 Kagaya 등[11]의 연구에서 처럼 남성이 여성보다 더 큰 스피만곡 반경을 보였으며, 더 완만한 스피만곡을 가지는 것으로 나타났다. 이를 통해 한국인의 교합만곡 재구성 시에 성별에 따라 다른 반경을 사용하는 것을 고려해 볼 수 있으며, 이러한 차이를 보이는 이유와 관련된 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

본 연구에서 연령대에 따른 스피만곡의 차이는 나타나지 않았다. 유치열에서 성인기까지의 정상 교합자들을 대상으로 스피만곡의 종적 발육을 연구한 Steven[19]은 하악 제1대구치와 절치가 맹출한 결과로 스피만곡이 처음 나타나며, 그 깊이를 유지하다가, 하악 제2대구치가 교합평면 위로 도달하면서 만곡이 더 깊어지게 되고, 청소년 치열기동안 만곡 깊이는 약간 감소한다고 하였다. Carter와 McNamara,[22] Bishara 등[23]은 일단 청소년기에 스피만곡이 정립이 되면 그 이후에는 상대적으로 안정된 상태를 유지한다고 하였고, 또한 스피만곡은 나이 증가에 따른 교모와 상관없이 대부분의 영장류에서 흔하게 보인다고 하였다.[24,25] 본 연구에서도 선학들의 연구와 상응하는 결과로, 연령에 따른 스피만곡의 차이는 나타나지 않았는데, 이를 통해 환자의 교합만곡 재구성 시에 연령에 따른 차이는 고려대상이 아님을 추론할 수 있다.

Choi 등[12]의 연구에서 남성은 좌측 94.31 mm, 우측 103.23 mm로 우측이 좌측에 비해 통계학적으로 유의성 있게 큰 반경을 보였지만, 여성은 좌측 92.54 mm, 우측 94.82 mm를 보이며 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았고, 본 연구에서는 Choi 등[12]의 연구와는 반대로 좌측이 우측에 비해 큰 반경을 보였지만, 이는 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. Lundstrom[26]과 Williamson과 Simmons[27]는 치열과 두개골의 성장발육이 대칭적으로 이루어지기는 어렵다고 보고하였는데, 본 연구에서 나타난 좌우 스피만곡 반경의 차이가 이러한 비대칭적인 성장에 기인한 것이라고 생각할 수 있다.

본 연구에서 측정된 한국인의 스피만곡의 반경은 4-inch보다 작은 값을 보였지만, 반경의 표준편차가 크게 나타난 것을 고려하여, 한국인에게 특정 수치를 일괄적으로 적용하는 것은 바람직하지 않다고 판단되었다. 스피만곡과 두개악안면형태와의 관련성을 연구한 Farella 등[17]은 스피만곡이 개개인에 따라 차이가 크며 두개안면형태에 의해서는 오직 작은 범위에서만 영향을 받는다고 하였고, 한국인을 대상으로 연구한 Choi 등[12]과 Choi 등[13]도 스피만곡의 반경이 다양하기 때문에 평균적 4-inch 반경을 적용하는 것 보다는 개개인의 치열궁 형태에 맞는 반경을 적용하는 것이 임상적으로 더욱 의의가 있을 것이라고 보고하였다.

그러므로, 한국인에게 절대적인 수치를 동일하게 적용하는 것 보다는 어떠한 기준값으로 정해진 반경에서 출발하여 개개인의 과두경사로, 전방경사로, 교합평면, 교두경사에 대한 영향을 복합적으로 분석하고 조율하여 각 개인의 최종 스피만곡 반경을 결정해야 할 것이며, 한국인에게 적용하는데 있어서의 출발점이 4-inch보다 더 작은 수치에서 시작하는 것이 더 적절한 접근방식이라고 판단되고, 향후 과두 경사로, 전방 경사로, 저작근

과 기능적 습관 등과 스피만곡과의 상관관계에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결론

백인을 대상으로 연구된 4-inch의 스피만곡 반경을 한국인에게 적용하는 것에 대한 정당성을 검증하기 위해, 500명의 CBCT영상으로 한국인의 스피만곡의 형태를 분석한 결과, 다음과 같은 결론을 내릴 수 있었다.

1. 한국인의 스피만곡 반경(91.4 mm)은 Monson의 101.6 mm (4-inch)에 비해 작았다.
2. 성별에 따른 스피만곡 반경은 남성(94.6 mm)과 여성(86.1 mm)간에 유의성있는 차이가 있었다($P < 0.05$).
3. 연령과 좌우측에 따른 스피만곡의 반경은 통계학적으로 유의성 있는 차이가 없었다($P > 0.05$).

본 연구에서 측정된 스피만곡의 평균 반경은 91.4 mm로, Monson의 4인치(101.6 mm)보다 작았다. 이것은 한국인의 구강재건에 있어서 스피만곡의 표준화된 수치 기준을 다시 고려해야 할 필요성을 의미한다.

References

1. The Academy of Prosthodontics. The glossary of prosthodontic terms. J Prosthet Dent 2005;94:10-92.
2. Spee FG, Biedenbach MA, Hotz M, Hitchcock HP. The gliding path of the mandible along the skull. J Am Dent Assoc 1980;100:670-5.
3. Xu H, Suzuki T, Muronoi M, Ooya K. An evaluation of the curve of Spee in the maxilla and mandible of human permanent healthy dentitions. J Prosthet Dent 2004;92:536-9.
4. Monson GS. Applied mechanics to the theory of mandibular movements. Dent Cosmos 1932;74:1039-53.
5. Monson GS. Occlusion as applied to crown and bridge work. J Nat Dent Assoc 1920;7:399-413.
6. Ferrario VF, Sforza C, Miani A Jr. Statistical evaluation of Monson's sphere in healthy permanent dentitions in man. Arch Oral Biol 1997;42:365-9.
7. Lee KY, Lee DJ. A comparative study of teeth and dental arch of Korean and Caucasian. Oral Biol Res 1993;71:1-15.
8. Song WC, Yun KH, Koh KS. Facial flatness of Korean: using facial depth. Korean J Anat 2003;36:499-506.
9. Townsend GC, Brown T. Heritability of permanent tooth size. Am J Phys Anthropol 1978;49:497-504.
10. Garn SM, Lewis AB, Kerewsky RS. Sex difference in tooth size. J Dent Res 1964;43:306-7.
11. Kagaya K, Minami I, Nakamura T, Sato M, Ueno T, Igarashi Y. Three-dimensional analysis of occlusal curvature in healthy Japanese young adults. J Oral Rehabil 2009;36:257-63.
12. Choi MS, Kay KS, Kang DW. A study on the analysis of occlusal curve of the vormal subject. J Korean Acad Prosthodont 1990;28:95-122.
13. Choi AY, Kim JS, Kay KS. A study on the analysis of the curve of Spee on the gnathological cast and the cephalometric radiograph. J Korean Acad Prosthodont 1998;36:323-35.
14. Ferrario VF, Sforza C, Miani A Jr. Colombo A, Tartaglia G. Mathematical definition of the curve of Spee in permanent healthy dentitions in man. Arch Oral Biol 1992;37:691-4.
15. Ferrario VF, Sforza C, Miani A Jr, Tartaglia G. Mathematical definition of the shape of dental arches in human permanent healthy dentitions. Eur J Orthod 1994;16:287-94.
16. Bullock R. Least Square Circle Fit. Model evaluation tools related white paper of developmental testing center. Available from: http://www.dtcenter.org/met/users/docs/write_ups/circle_fit.pdf (updated 2006 Oct 24).
17. Farella M, Michelotti A, van Eijden TM, Martina R. The curve of Spee and craniofacial morphology: a multiple regression analysis. Eur J Oral Sci 2002;110:277-81.
18. Cooke MS, Wei SH. Cephalometric errors: a comparison between repeat measurements and retaken radiographs. Aust Dent J 1991;36:38-43.
19. Marshall SD, Caspersen M, Hardinger RR, Franciscus RG, Aquilino SA, Southard TE. Development of the curve of Spee. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;134:344-52.
20. Lasher MC. A consideration of the principles of mechanical arches as applied to the dental arch. Angle Orthod 1934;4:248-68.

21. Ricketts RM. A detailed consideration of the line of occlusion. Angle Orthod 1978;48:274-82.
22. Carter GA, McNamara JA Jr. Longitudinal dental arch changes in adults. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1998;114:88-99.
23. Bishara SE, Jakobsen JR, Treder JE, Stasi MJ. Changes in the maxillary and mandibular tooth size-arch length relationship from early adolescence to early adulthood. A longitudinal study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1989;95:46-59.
24. Osborn JW. Relationship between the mandibular condyle and the occlusal plane during hominid evolution: some of its effects on jaw mechanics. Am J Phys Anthropol 1987;73:193-207.
25. Baragar FA, Osborn JW. Efficiency as a predictor of human jaw design in the sagittal plane. J Biomech 1987;20:447-57.
26. Lundstrom A. Some asymmertries of the dental arches, Jaws, and skull and their etiological significance. Am J Orthod 1961;46:81-106.
27. Williamson EH, Simmons MD. Mandibular asymmetry and its relation to pain dysfunction. Am J Orthod 1979;76: 612-7.

한국인에서 콘빔형 전산화단층영상을 이용한 스피만곡 평가

오상천*, 김슬기, 김유진
원광대학교 치과대학 치과보철학교실

목적: 본 연구의 목적은 한국인에서 스피만곡의 전형적인 형태와 성별, 연령, 좌우측에 따른 스피만곡을 분석하는 것이다.
연구 재료 및 방법: 콘빔형 단층촬영을 한 원광대학교 치과대학 산본치과병원 환자 중에서 본 연구의 기준에 합당한 500명(남자: 311, 여자: 189)의 이미지를 선정하였고, 스피만곡을 시상면 상에서 분석하였다.
결과: 한국에서 스피만곡 평균 반경은 91.4 mm였다. 스피만곡 반경의 성별에 의한 통계학적 유의성은 있었으나, 연령과 좌우간의 유의성은 보이지 않았다.
결론: 본 연구의 제한적 상황 내에서 몬슨에 의해서 주창되었던 101.6 mm보다 더 적은 한국인의 스피만곡의 반경은 특히 한국인에서 교합평면을 재건할 경우 모든 경우에서 스피만곡 수치를 그대로 적용하는 것을 재고해 볼 필요성을 제기한다.

(구강회복응용과학지 2014;30(2):93-101)

주요어: 스피만곡; 몬순의 구면설; 교합만곡

*교신저자: 오상천
(302-830) 대전광역시 서구 둔산로 77 원광대학교 치과대학 치과보철학교실
Tel: 042-366-1100 | Fax: 042-366-1115 | E-mail: scoh@wku.ac.kr
접수일: 2014년 4월 27일 | 수정일: 2014년 5월 10일 | 채택일: 2014년 5월 17일