

## 악태모형과 측모두부 계측 방사선 사진상 스피만곡 분석에 관한 연구

조선대학교 치과대학 보철학교실

최아영 · 김정선 · 계기성

### I. 서 론

교합만곡은 상악에서 심미적으로 정확한 미소선(smile line)을 확립하고 하악 절단면과 전방유도의 조화로운 관계를 이룸에 있어서 결정요소가 되는 전치부에서의 절단면 만곡(curve of incisal edge)과 시상면에서의 전후방만곡인 스피만곡(curve of Spee) 및 전두면에서의 측방만곡인 윌슨만곡(curve of Wilson)등으로 이루어진다. 이중 특히 하악 견치의 교두정으로부터 소구치와 대구치의 협측교두정까지 연결한 원호인 스피만곡은 각 하악치아의 장축이 치아가 기능적 부하에 대해서 저항할 수 있도록 과두축을 중심으로 개개치아의 폐구호와 거의 평행되게 배열됨으로써 결국 장축 배열의 변이에서 생기는 것이며 또한 전방유도와 과두유도의 합동작용으로 전방운동시 구치의 이개를 허용하게 된다<sup>23)</sup>. 1890년 Spee<sup>25)</sup>는 이 만곡을 발견함과 동시에 하악이 편심운동시 이 만곡을 따라 진자모양으로 움직인다고 하는 진자학설을 제창했지만 오늘날에는 이와같은 기능적인 의의는 부정되고 있으며 보철학 분야에서 Pankey-Mann-Schütyler(P.M.S) 학파에 의해 적용되었던 평균 4인치 구면설에 입각하여 의치 제작을 위해 하악 구치 배열<sup>11)</sup>시 교두각이나 높이를 재현하는 기준선으로 이용되어왔다<sup>89)</sup>. 그리고 치아의 결손, 정출 및 경사등에 의해서 생긴 치열 부정의 보철이나 구강재건술, 즉 금관 계속치에 의한 전치열을 재구성할 때에 교합만곡의 결정기준으로서 널리 응용되

고 있고 또한 충의치에서 시상 및 측방 조절만곡을 결정할 때에 참고로 이용되고 있다<sup>6)</sup>.

스피만곡과 관련된 구강조직의 환경 적응 양태로서 후방 구치부에서의 교두높이의 조절에 대해서 Scott<sup>22)</sup>는 교합의 결정요소들이 상호보완적으로 작용하여 스피만곡이 구치부쪽으로 심하게 경사질수록 전치부의 교두높이가 증가되며 구치부의 교두는 비작업측에서의 교합간섭을 피하기 위해 더 편평해지고 교두경사와 각도는 더욱 불규칙해지며 스피만곡이 편평할수록 전방에서 후방으로 교두높이와 각도가 더 일정해지고 결국 스피만곡의 경사도가 전방에서 후방으로 각 치아의 상대적인 교두높이와 교두경사를 결정한다고 하였다.

또한 스피만곡을 포함한 교합만곡은 균형측 교합장애와 밀접한 관련을 갖는데 이에 대해 Abram<sup>5)</sup>은 균형측 교합장애는 균형측의 과도한 스피만곡 및 윌슨만곡, 작업측의 부족한 절치절단로, 개교교합, 과도하거나 부족한 수평이개, 교차 및 절단교합 등에 따라 발생된다고 보고하였다. 특히 구치부 상실이 있는 경우 인접치아의 회전, 경사 및 대합치의 정출후 정상적 스피만곡이 파괴되어 균형측 교합장애를 유발하기 때문에 측두하악 장애가 발생된다고 하였다.

이렇게 치과분야에서 상당히 중요한 의의를 갖는 스피만곡과 관련지어 기존의 연구는 대부분 건조 두개골(dry skull)이나 방사선 사진을 이용하여 스피만곡의 반경을 계측하는 정도였으므로 실제 모든 저작운동을 포함하여 하악운동이 정상적

으로 이루어지는 경우에서 기능적인 면이 고려된 3차원적인 분석이 미비하였다. 또한 측두하악장애의 유발요인으로써 균형측 교합장애를 유발시키는 형태적 요소의 하나인 스피만곡<sup>20)</sup>이 고려되지 않아 기능적 교합형성에 필요한 정보를 얻을 수 없었던 바, 이에 저자는 유치악자를 대상으로 스피만곡의 반경과 만곡도, 만곡선의 길이, 경사도등을 측정하기 위해 교합기에 부착한 악태모형을 제작한 후 Laymatic system<sup>α</sup> 200을 이용하여 3차원적으로 분석하고 그래픽으로 도면화한 후 얻어진 스피만곡과 측두두부 계측 방사선 사진을 촬영하여 얻어진 스피만곡을 AutoCAD R.13 system으로 분석하고 또한 스피만곡의 경사도의 변화에 따라 교두경사각에 미치는 영향을 규명해 보고자 Laymatic system <sup>α</sup>200을 이용하여 유효교두 경사각을 측정 한 결과 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 연구대상 및 연구방법

### A. 연구 대상

하악 개폐구 운동시 좌우 변위가 없고 안모의 심한 비대칭 및 심리적 장애가 없는 성인 남녀중에서 연구치가 완전히 맹출되고 치아결손이 없으며 중심교합이 Angle씨 I급으로서 교두및 절단면을 포



Fig. 1. Face-bow transfer using facebow selected by Twin hobby<sup>®</sup> articulator on the subject

함한 광범위한 수복물이 없으며 치아 마모가 심하지 않고 악관절 기능 장애 및 보철치료와 교정치료의 기왕력이 없는 남자 19명, 여자 12명, 총 31명을 조사대상으로 하였다.

### B. 연구 방법

#### 1. 악태 모형에서의 스피만곡 분석

##### 1) 악태 모형 제작

연구모형은 대상자에게서 구강내의 이물을 깨끗이 제거한 후, 인상재의 변형율이 비교적 적은 silicone 고무인상재로서 Perfect<sup>®</sup>(J.P. Korea LTD)를 선택하여 tube 형태의 heavy body와 gun형태의 light body를 함께 이용하여 상하악 인상을 채득하고, 보다 정확성을 기하기 위해 진공혼합기를 이용하여 경석고 모형을 제작하였다. 각 대상자를 의자에 앉힌후 평균적 과두점을 후방기준점으로 하고 전방기준점을 상악 절치 절단면으로부터 43mm상방점으로 하여 이루어지는 평면인 axis plane을 수평기준면으로 하는 Twin hobby 교합기를 이용하여 이 교합기에서 선택되어지는 face bow를 이용하여 정확히 안궁이전하고(Fig.1) 교합기에 상악 모형을 부착하였다. 이어 대상자에게서 Polyether 고무인상재(Ramitec ESPE Corp., Germany)를 이용하여 중심교합을 채득하고 이로써 상하악 관계를 인기하여 하악모형을 교합기에 부착하였다(Fig.2).

##### 2) 계측점 표시

하악 모형을 기준으로 스피만곡을 분석하기

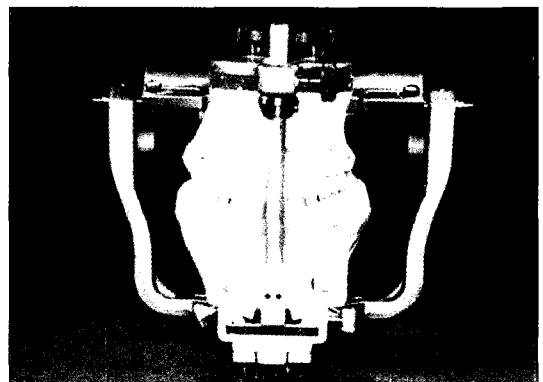


Fig. 2. Construction of the gnathological cast by articulator mounting

위해 좌측 또는 우측중에서 교두 형태가 더 뚜렷하고 치열이 고른쪽을 선택하여 편측의 하악 견치 교두정, 제1·2소구치 협측 교두정, 제1·2대구치 근·원심 협측 교두정위에 총 7개의 계측점을 연필로 표시하였다(Fig. 3).

### 3) 스피만곡 분석

Laymatic system $\alpha$ 200(Fig.4)을 이용하여 표시된 계측점 부위를 3차원적으로 분석하여 이중 시상면 상에서 관찰할 때 나타나는 스피만곡을 실측 그대로 얻고자 X,Y,Z축중 Y-Z축만을 선택하여 1:1로 도면화하여 컴퓨터 모니터상에 재현한 후 프린터

기로 출력하였다(Fig.5). 도면화된 스피만곡을 scanning하여 EPS파일을 생성후 이를 다시 AutoCAD R.13 프로그램에 입력하여 DWG 파일을 생성하여 geometry를 결정하고 스피만곡의 반경과 스피만곡선의 길이, 그리고 axis plane에 대한 스피만곡의 경사도 등을 계측하였다(Fig.6).

### 2. 측모두부 계측 방사선 사진에서의 스피만곡의 분석

1) 측모두부 계측 방사선 사진 촬영 및 묘사 대상자에서 미리 선택된 편측의 하악 중,측절치



Fig. 3. Pencil marking of the measuring points on the buccal cusp tips of posterior teeth and cusp tip of canine

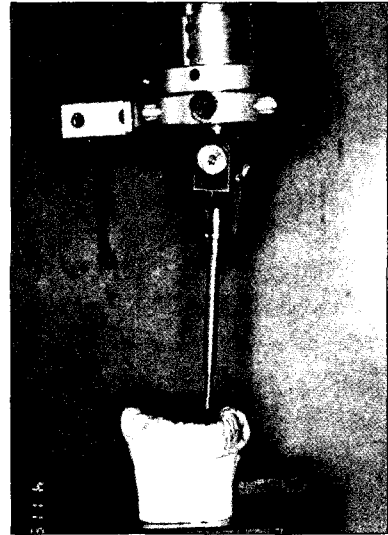


Fig. 4. Laymatic system  $\alpha$ 200

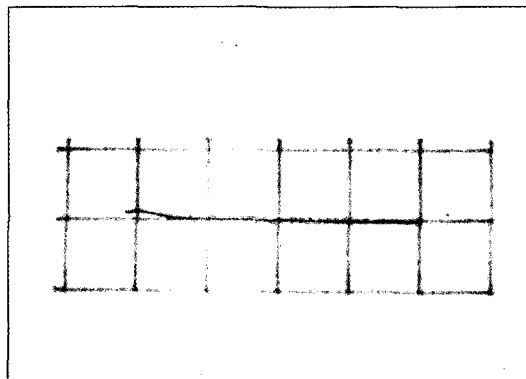
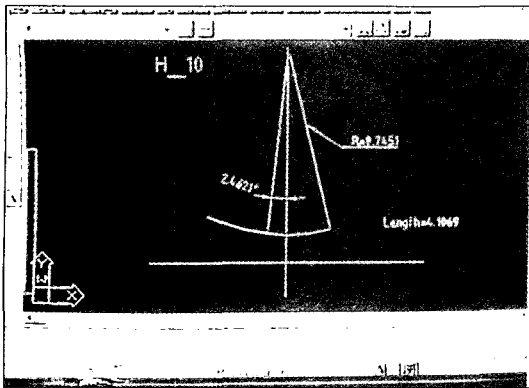
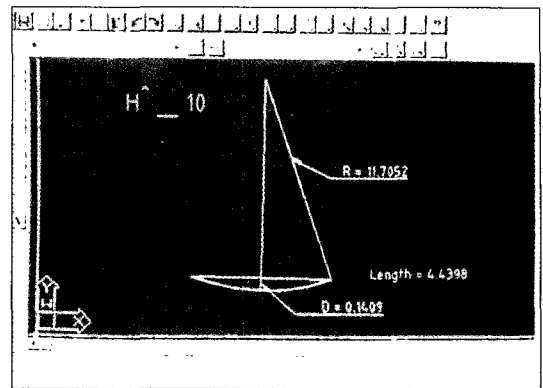


Fig. 5. Computer printing of the curve of Spee



A : Model



B : Radiograph

Fig. 6. Analysis of the curve of Spee using AutoCAD R.13 program

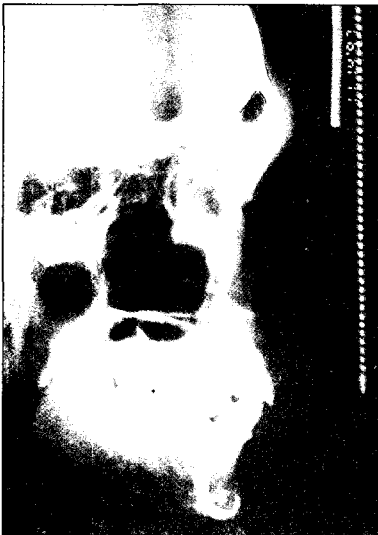


Fig. 7. Lateral cephalometric radiograph after attaching lead foils on the measuring points

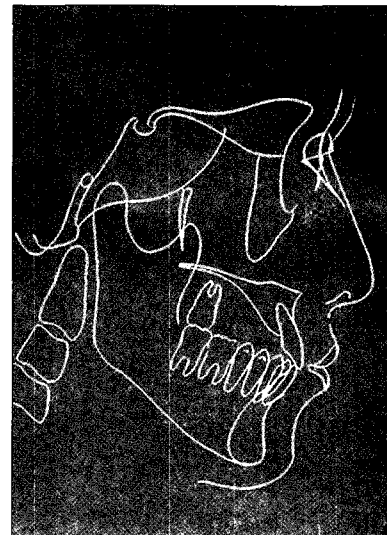


Fig.8.Tracing lateral cephalometric radiograph and marking on the measuring points

절단면과 하악 견치 교두정, 제12소구치 교두정, 제12대구치 근원심 협측 교두정에 접착제를 이용하여 연박을 부착하고 위치 변동이 일어나지 않도록 주의하며 관전류 10-12mA, 관전압 74-78kvp, 노출 시간 0.6-0.8초의 촬영조건으로 촬영한 후 얻어진 사진(Fig. 7)에서 반투명 묘사지로 묘사(Fig. 8)한 후, 측정점을 표시하여 스피만곡선을 완성하였다.

#### 2) 스피만곡 분석

악태모형에서와 마찬가지로, 묘사된 스피만곡을 분석코자 scanning하여 EPS파일을 생성후 이를 다시 AutoCAD R.13 프로그램에 입력하여 DWG 파

일을 생성하여 geometry를 결정하고 스피만곡의 반경과 만곡도, 스피만곡선의 길이 등을 측정하였다.(Fig. 9, 10)

#### ① 스피만곡의 반경

악태모형과 두부계측 방사선사진을 이용하여 스피만곡을 포함하는 가상의 원주를 AutoCAD상에서 형성한 후 이 원의 반경을 측정하였고 악태모형에서의 스피만곡의 반경을 RM(Radius of the curve of Spee in the Model), 측모두부 계측 방사선 사진에서의 스피만곡의 반경을 RC(Radius of the curve of Spee in the Cephaloradiograph)로 표

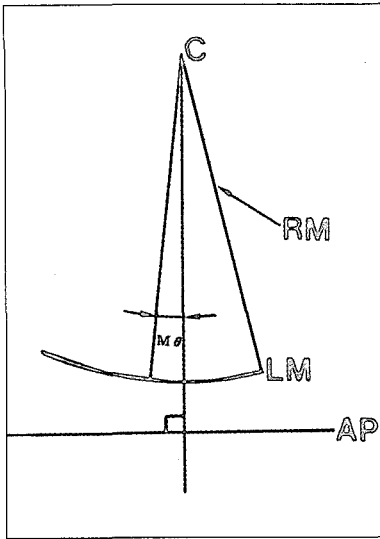


Fig. 9. Analysis of the curve of Spee in the model  
 C :Center of imaginary circle of the curve of Spee  
 RM:Radius of the curve of Spee in the Model  
 LM:Length of the curve of Spee in the Model  
 Mθ:Degree of inclination of the curve of Spee in the Model  
 AP:Axis Plane

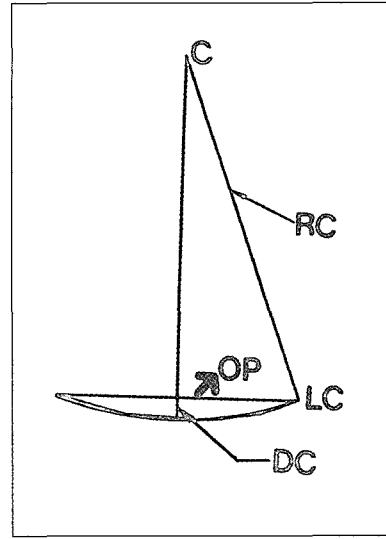


Fig. 10. Analysis of the curve of Spee in the cephalo-radiograph  
 C :Center of imaginary circle of the curve of Spee  
 RC:Radius of the curve of spee in the Cephalo-radiograph  
 DC:Depth of the curve of spee in the Cephalo-radiograph  
 OP:Occlusal Plane

시하였다.

② 스피만곡의 만곡도

측모두부 계측 방사선사진을 이용하여 하악 중절치 절단면과 제2대구치 원심협측 교두정을 연결한 교합평면에 대해서 스피만곡의 가장 깊은 곳까지의 수직거리를 만곡도로 정의하고 이를 DC (Depth of the curve of Spee in the Cephaloradiograph) 로 표시하였다.

③ 스피만곡선의 길이

악태모형상에서 도면화된 스피만곡과 방사선 사진상에서 묘사된 스피만곡에 대해 각각의 절단면과 교두정을 연결한 호의 실측길이를 측정하였고 모형상에서 전치 교두정으로부터 제2대구치 원심협측교두정까지의 길이를 LM (Length of the curve of Spee in the Model), 방사선사진에서 하악 중절치 절단면으로부터 제 2대구치 원심협측 교두정까지의 길이를 LC (Length of the curve of Spee in the Cephalo-radiograph)로 표시하였다.

④ 스피만곡의 경사도

악태모형에서 얻어진 스피만곡을 이용하여, axis plane을 기준으로 수선을 그은후 이에 대해 스피만곡의 가장 깊은곳까지의 각도를 측정하여 Mθ(Degree of inclination of curve of Spee in the Model)로 표시하고 특히 axis plane의 수선에 대해 전방 측, 전치부쪽으로 경사진 경우에는 Ant.Mθ, 후방 측, 구치부쪽으로 경사진 경우를 Post.Mθ로 표시하였다.

3. 유효 교두경사각 측정

axis plane에 대한 스피만곡의 경사도와 교두경사각과의 관계를 알아보고자 유효 교두경사각을 측정하였다. 평균 교두경사와 수평 기준면이 만드는 각도를 유효교두경사각으로 정의한 Hobo<sup>4)</sup>의 연구를 토대로 axis plane에 대한 교두경사가 이루는 각도를 측정하고자 악태모형을 이용하여 하악 편측 제 1·2소구치와 제 1·2대구치에 대해 시상면에서 보았을 때 협측교두정과 가장 낮은 변연용선 부위에 연필로 표시하고 Laymatic system α200을 이

용하여 얻고자 하는 유효 교두경사각을 측정하였다.

1) 각도 계측기

교합기에 부착된 악태모형에서 교두경사각을 측정하기위해 이용된 Laymatic system α200(동경무역 주식회사, 일본)의 계측 원리는 두 평면간의 각도를 측정함에 있어서 한 평면을 기계의 기저면(floor)에 평행하게 놓고 또 다른 평면을 이루는 두 점을 marking하여 이중 한점을 기준점으로 정하고 수평면에서 기준점에 내린 수선과 두점을 이은 선간의 각도를 계측할 수 있도록 되어있다. 실제 본 연구에서 계측하고자 하는 유효 교두경사각은 이수평기준면에 대한 교두경사면이 이루는 각이므로 측정된 값에서 90 를 뺀값으로 기록하였다.

2) 계측각 표시

제 1소구치로부터 제2대구치까지의 유효교두경사각을 다음과 같이 표시하였다.

P1m:제1소구치의 근심방향의 유효교두경사각

P1d:제1소구치의 원심방향의 유효교두경사각

P2m:제2소구치의 근심방향의 유효교두경사각

P2d:제2소구치의 원심방향의 유효교두경사각

M1mm:제1대구치의 근심협측 교두정을 중심으로 근심방향의 유효교두경사각

M1md:제1대구치의 근심협측 교두정을 중심으로 원심방향의 유효교두경사각

M1dm:제1대구치의 원심협측 교두정을 중심으로 근심방향의 유효교두경사각

M1dd:제1대구치의 원심협측 교두정을 중심으로 원심방향의 유효교두경사각

M2mm:제2대구치의 근심협측 교두정을 중심으로 근심방향의 유효교두경사각

M2md:제2대구치의 근심협측 교두정을 중심으로 원심방향의 유효교두경사각

M2dm:제2대구치의 원심협측 교두정을 중심으로 근심방향의 유효교두경사각

M2dd:제2대구치의 원심협측 교두정을 중심으로 원심방향의 유효교두경사각

4. 통계 처리

각 계측 항목별로 얻어진 결과를 남자와 여자 및 전 대상자의 평균과 표준편차로서 구하였으며 각각의 유의차를 알아보기 위하여 SAS를 이용한 T-

test와 ANOVA test를 실시하였고 상관관계를 알아보기 위해 회귀분석법을 이용하여 상관계수를 산출하였다.

Ⅲ. 연구 성적

A. 스피만곡의 반경

1. 스피만곡의 반경은 모델의 경우 평균 남자 11.49±2.73cm, 여자 12.14±4.86cm, 전체 11.74±3.64cm이었고 방사선사진의 경우 평균 남자 13.10±4.16cm, 여자 12.19±5.44cm, 전체 12.75±4.63cm로서 남녀간의 차이나 모델과 방사선 사진의 차이에는 통계학적으로 유의성이 없었다(P>0.01)(Table 1).

B. 스피만곡선의 길이

1. 스피만곡선의 길이는 모델의 경우 평균 남자 3.73±0.39cm, 여자 3.71±0.26cm, 전체 3.72±0.34cm 이었고 방사선사진의 경우 평균 남자 4.39±0.46cm, 여자 4.10±0.35cm, 전체 4.28±0.43cm이었으며 남녀간의 차이에는 통계학적으로 유의성이 없는것으로 나타났다(P>0.01)(Table 2).

2. 스피만곡선의 길이에 대해 스피만곡의 반경(모델:  $\gamma=0.005$ , 방사선:  $\gamma=0.024$ )과 만곡도( $\gamma=0.323$ )등에 관한 상관관계는 없는것으로 나타났다.

C. 스피만곡의 만곡도와 반경과의 관계

1. 스피만곡의 만곡도는 평균 남자 0.13±0.09cm, 여자 0.14±0.08cm, 전체 0.14±0.08cm이고 남녀간

Table 1 Mean of radial analysis of the curve of Spee in the model and the radiograph

	RM		RC		T-test
	Mean	SD	Mean	SD	
Male	11.49	2.73	13.10	4.16	NS
Female	12.14	4.86	12.19	5.44	NS
Total	11.74	3.64	12.75	4.63	NS

RM (Radius of the curve of spee in the Model)  
RC (Radius of the curve of spee in the Cephalo-radiograph)

Table 2 Mean of curve length of the curve of Spee in the model and the radiograph

	unit : cm			
	LM		LC	
	Mean	SD	Mean	SD
Male	3.73	0.39	4.39	0.46
Female	3.71	0.26	4.10	0.35
Total	3.72	0.34	4.28	0.43

LM (Length of the curve of spee in the Model)

LC (Length of the curve of spee in the Cephalo-radiograph)

의 차이에는 통계학적으로 유의성이 없는것으로 나타났고(P>0.05) 반경과는 역상관관계를 이루어 스피만곡의 만곡도가 커질수록 반경은 작아지는 결과를 보여주었다(Table 3).

#### D. 스피만곡의 경사도에 따른 교두 경사각과의 관계

##### 1. 유효 교두경사각

1) 제 1소구치의 협측 교두정에서의 근원심방향의 유효 교두경사각의 남녀 및 전체의 평균과 표준편차를 Table 4에서 보여주고 있으며 특히 근심방향의 유효 교두경사각이 원심보다 더 큰 값을 나타냈다.

2) 제 1대구치의 근,원심 협측 교두정의 근원심방향의 유효교두경사각의 남녀 및 전체의 평균과 표준편차를 Table 5에서 보여주고 있으며 소구치에서와 마찬가지로 근심방향의 유효 교두경사각이 원심보다 더 큰 값을 나타냈고 특히 제1대구치의 근심협측 교두정의 원심방향의 유효 교두경사각이 가장 작은 값을 나타냈다.

3) 제 2대구치의 근,원심 협측 교두정의 근원심방향의 유효 교두경사각의 남녀 및 전체의 평균과 표준편차를 Table 6에서 보여주고 있으며 역시 근심방향의 유효 교두경사각이 원심보다 더 큰 값을 나타냈고 특히 제2대구치의 근심 협측교두정의 원심방향의 유효 교두경사각이 대체적으로 가장 작은 값을 나타냈다.

Table 3 Correlation between degree of curvature and radius of the curve of Spee in the radiograph

	unit : cm						P value
	DC		RC		Correlation coefficient		
	Mean	SD	Mean	SD			
Male	0.13	0.09	13.10	4.16	-0.82	0.0001	
Female	0.14	0.08	12.19	5.44	-0.81	0.0015	
Total	0.14	0.08	12.75	4.63	-0.80	0.0001	

DC (Depth of the curve of spee in the Cephalo-radiograph)

RC (Radius of the curve of spee in the Cephalo-radiograph)

Table 4 Mean of cuspal inclination angle of first and second premolar in the model subjects

	unit : degree							
	P 1m		P 1d		P 2m		P 2d	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Male	33.49	9.45	22.43	9.03	31.24	9.54	14.41	4.37
Female	38.33	10.28	23.32	8.02	30.01	10.52	15.14	10.08
Total	35.46	9.90	22.79	8.49	30.71	9.80	14.72	7.22

P1m:제1소구치의 근심방향의 유효교두경사각

P1d:제1소구치의 원심방향의 유효교두경사각

P2m:제2소구치의 근심방향의 유효교두경사각

P2d:제2소구치의 원심방향의 유효교두경사각

2. 스피만곡의 경사도에 따른 교두경사각과의 상관관계

1) 스피만곡의 경사도는 후방으로 경사진 Post.M $\theta$  group의 경우에 M $\theta$ 값의 평균이 4.73±3.64로 나타났고 전방으로 경사진 Ant.M $\theta$  group의 경우 M $\theta$ 값의 평균이 3.28±3.59로 나타났다 (Table 7,8).

2) 스피만곡이 axis plane의 수선에 대해 후방 측, 구치부 쪽으로 경사진 Post.M $\theta$  group의 경우에는 제2소구치의 근심경사와 제1대구치의 근,원심

협측 교두의 근심경사, 제2대구치의 원심협측 교두의 근심경사등에서 순상관관계를 가지는 것으로 나타났으며 특히, 제1대구치의 근심협측 교두의 근심경사가 상관계수 0.70으로서 가장 큰 상관관계를 갖는 것으로 나타났다(Table 7).

3) 스피만곡이 axis plane의 수선에 대해 전방 측, 전치부 쪽으로 경사진 Ant.M $\theta$ group의 경우에는 제2소구치의 근심경사와 제1대구치의 근심협측 교두의 근심경사등에서 순상관관계를 가지는 것으로 나타났으며 Post.M $\theta$  group에서와 마찬가지로 제 1

Table 5 Mean of cuspal inclination angle of first molar in the model subjects

	M1mm		M1md		M1dm		M1dd	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Male	23.27	9.11	4.14	3.71	20.36	10.67	14.62	8.48
Female	23.97	10.55	4.77	3.46	22.71	6.63	12.26	10.02
Total	23.57	9.57	4.41	3.56	21.37	9.08	13.61	9.07

unit : degree

M1mm:제1대구치의 근심협측 교두정을 중심으로 근심방향의 유효교두경사각  
M1md:제1대구치의 근심협측 교두정을 중심으로 원심방향의 유효교두경사각  
M1dm:제1대구치의 원심협측 교두정을 중심으로 근심방향의 유효교두경사각  
M1dd:제1대구치의 원심협측 교두정을 중심으로 원심방향의 유효교두경사각

Table 6 Mean of cuspal inclination angle of second molar in the model subjects

	M2mm		M2md		M2dm		M2dd	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Male	33.17	5.99	4.56	4.27	26.45	10.02	14.69	9.08
Female	37.27	7.38	9.30	9.54	31.60	7.35	9.87	6.69
Total	34.99	6.83	6.67	7.75	28.74	9.15	12.55	8.32

unit : degree

M2mm:제2대구치의 근심협측 교두정을 중심으로 근심방향의 유효교두경사각  
M2md:제2대구치의 근심협측 교두정을 중심으로 원심방향의 유효교두경사각  
M2dm:제2대구치의 원심협측 교두정을 중심으로 근심방향의 유효교두경사각  
M2dd:제2대구치의 원심협측 교두정을 중심으로 원심방향의 유효교두경사각

Table 7 Correlation between M $\theta$  and cuspal inclination angle in the Post.M $\theta$  group

M $\theta$	P2m		M 1mm		M 1dm		M 2dm			
	Mean	SD	Corr. coef.	P value	Corr. coef.	P value	Corr. coef.	P value		
Post.M $\theta$ group	4.73	3.64	0.48	0.0366	0.70	0.0008	0.52	0.0221	0.44	0.0446

M $\theta$ (Degree of inclination of curve of spee in the Model)



Table 8 Correlation between  $M\theta$  and cuspal inclination angle in the ant. $M\theta$ group

	$M\theta$		P2m		M1mm	
	Mean	SD	Corr. coef.	P value	Corr. coef.	P value
Ant. $M\theta$ group	3.28	3.59	0.48	0.0351	0.78	0.0130

$M\theta$ (Degree of inclination of curve of spee in the Model)

대구치의 근심협측 교두의 근심경사가 상관계수 0.78로서 가장 큰 상관관계를 갖는 것으로 나타났다(Table 8).

#### IV. 총괄 및 고안

스피만곡 곡선을 포함하여 치열궁 곡선을 분석하기 위한 계측점 설정으로 교정 영역에서는 외측 치열궁을 주로 분석 하였고 Currier<sup>40)</sup>은 구치의 협측교두와 절치의 절단면을 연결한 외측 치열궁 곡선, 치아의 최내방점을 연결한 내측 치열궁선으로 분류하여 연구하였으며 MacConail<sup>48)</sup>등은 상.하악 치열궁의 교합접촉점을 일반적 교합곡선으로 생각하여 연구하였으나 본 연구에서는 치열궁의 형태와 크기는 절치의 절단면, 견치 교두정, 대구치 및 소구치의 협측 교두정에 의해 결정된다는 Herren<sup>46)</sup>의 연구에 따라 보철학적으로 기능적 교합에 적용되는 기능 교두를 주요 분석 계측점으로 설정하였고 특히 스피만곡을 하악 견치 교두정으로부터 구치부 원심협측 교두정까지 각각의 교두정을 잇는 곡선으로 정의함이 일반적이나 스피만곡선의 길이나 스피만곡의 만곡도 등을 관찰함에 있어서는 전치의 절단면을 포함시켜 교합평면을 기준으로하여 측정하는 것이 더욱 합리적이므로 계측점을 두가지 방법으로 설정하여 시행하였다.

교합만곡과 관련하여 선학들의 연구를 살펴보면 Bonwi<sup>49)</sup>은 하악은 특이한 이등변삼각형을 구성한다 하여 양측 과두 중심에서 하악 중절치 절단부까지는 4인치 삼각형이고 개인에 따라 1/4인치 이상의 차이는 없다고 주장하였고 또한 치열궁선과 과두와의 관계에서 악골 및 치아의 형태가 삼각형의 발육에 따른다고 하였다. 또한 이상적인 하악 치열궁은 양측 과두와 중절치 절단간 거리의 삼각형 형태에서 얻어지는 원형의 반경으로부터 과두를 중심으로 또다른 삼각형이 얻어져 결정된 반경이 6

전치 원형 곡선을 그리며 양측 견치를 중심으로 과두에 직선으로 연결된 선상에 구치부가 배열한다고 하였다. 따라서 치열궁선의 형태에 영향을 미치는 요소로 양측 과두간 거리와 과두와 중절치 절단간 거리를 변수로 고려하였다<sup>21)</sup>.

또한 Spee<sup>25)</sup>는 두개골을 대상으로 midsagittal plane에 대해 두부계측 방사선 사진을 촬영하여 교합을 연구한 결과, 3가지 제안을 하였는데 첫번째로 시상면에서 구치면은 호를 형성하고 이를 후방으로 연장하면 과두의 전연과 접촉하면서 원주를 이룬다고 하였으며 이 원의 중심은 lachryma(눈)에 위치한다고 하였다. 두번째로 cusp이 잘 보존된 경우보다 마모가 뚜렷한 부위의 경우에서 curve를 검증하기가 더 쉽다고 하였다. 마지막으로 대구치의 다른 부위들이 포함되는 경우 중심위치가 대략적으로만 얻어질 수 있으며 마모가 뚜렷한 경우 모든 point는 이 호상에 정확히 놓인다고 주장하였다. 또한 Spee<sup>25)</sup>는 곡선화된 교합 평면은 관절돌기의 존재와 관련되어 있다고하여 측두악 관절부의 활주운동이 없다면 이러한 교합곡선은 없을 것이라고 하였고 과두로 경사가 커질수록 Spee곡선은 보다 현저해 진다고 보고하였다. 한편, Slavicek<sup>23)</sup>은 교정적으로 leveling시 생역학적인 면에서 반드시 개개환자에게 적절한 스피만곡을 부여해줘야 한다고 주장하고 만약 만곡을 부여하지 않고 편평하게 형성하면 상하악의 교합관계가 edge-to-edge 상태가 된다고 언급하였다.

Spee 곡선의 반경에 대해 Monson<sup>19)</sup>은 101.6mm를, Bolye<sup>7)</sup>는 127mm를 주장하였고 Ferrario<sup>12)</sup>은 건전한 치열을 갖은 모델을 대상으로 3차원 digitizer를 이용하여 시상면에서 스피만곡의 반경을 측정하였는데 남자 평균 105mm, 여자 100mm로 Monson의 4인치 구면설에 상당히 근접함을 밝혔고 성별에 따른 차이에는 유의성이 없다고 하였다.

그리고 Turner<sup>27)</sup>는 하악 견치 교두정으로부터 제

2대구치 원심 협측 교두까지 연결한 경우에는 222mm로 제1대구치 원심협측교두까지 연결된 경우에는 247mm를 주장했고 Hitchcock<sup>17)</sup>은 정상 교합의 두개골을 대상으로 과두를 포함한 3개의 curve와 과두를 사용하지 않은 1개의 curve를 이용하여 만곡의 반경과 중심을 찾는 연구에서 대구치와 과두만을 사용할 때는 반경과 중심의 위치가 스피가 주장하는 바와 근접한 결과를 나타냈으나 절치를 포함시키는 경우에는 Spee의 주장에서 많이 벗어남을 보고하면서 측정된 반경의 크기로서 225.2mm를 주장했으나 본 연구의 Spee 곡선 분석에서 반경 R은 Bolye와 가장 근접한 수치로서 모델에서 평균 117.4mm로 측정되었고 방사선사진에서는 127.5mm로 약간의 차이가 있으나 통계학적으로 유의성이 없는 것으로 나타나 하악의 중절치까지 스피만곡을 연장시키는 경우 스피만곡과 반경에 큰 영향을 끼치지 않는 것으로 사료되며 두부계측 방사선사진은 실측보다 8-13%정도 확대되므로 이로 인해 약간 더 큰값을 가지는 것으로 사료된다.

스피만곡선 반경의 개인적 차이에 따라 스피만곡 반경이 어떠한 요소에 영향을 받는가를 관찰하는 것은 스피곡선 반경의 보철학적 적용시 고려되어야 한다. PMS개념을 이용하였던 Dawson<sup>11)</sup>은 하악 구치부 협측 교두정은 4인치 반경에 맞도록 조절하는 것이 바람직하다하여 교합평면 분석에 교합곡선의 하나인 스피만곡의 분석과 F.G.P. technique에 의한 보철물 제작을 추천하였다. 그러나 본 연구의 결과에 따르면 스피만곡의 반경이 개인에 따라 다양하며 전체 평균도 평균적 4인치보다 약간 큰 값을 나타냄으로써 결국 개개인의 치열형태에 맞는 반경을 적용하는 것이 임상적으로 더욱 의의가 있으리라 사료된다.

스피만곡이 이루는 구의 중심위치에 대해 Monson<sup>10)</sup>은 치열궁을 3차원적인 측면에서 관찰하여 교합평면은 4인치의 피마리드의 근저를 형성하는 것으로 최상부는 미간 부위에 있고 미간은 Bonwi<sup>18)</sup>삼각형의 3점을 통과하는 구의 중심위치라고 하였고 Bolye<sup>7)</sup>는 자연치열의 후방곡선은 곡선화되어 있으며 원심협측 교두정과 견치의 교두정을 연결한 선에 직각으로 놓인 점에서 한 원으로 그려지며 중심은 사골의 계관에 위치한다고 한 반

면, Gross<sup>15)</sup>등은 스피만곡선의 유의한 중심은 없다고 주장하였으나 본 연구에서는 반경이 해부학적으로 어떠한 위치에 존재하는지를 찾을 수 없었다.

한편 스피만곡의 만곡도와 만곡선의 길이, 반경 등의 상호관계에 대해 Germane<sup>14)</sup>은 스피만곡의 만곡도와 만곡선의 길이와의 관계에 있어서 만곡선의 길이를 1mm 증가시킬때마다 1:1관계로 만곡도를 증가시키지 않아도 된다고 하였고 Monson<sup>10)</sup>은 스피만곡의 만곡선의 길이가 길면 길수록 스피만곡의 만곡도가 커져 반경이 작아진다고 하였으나 이에 대해 본 연구에서는 스피만곡선의 길이는 스피만곡의 만곡도와 반경등과 상관관계가 없는 것으로 나타났으며 이는 교합평면상에서 만곡선의 길이가 제한되어 있지않으므로 이러한 결과가 나타난 것으로 사료되고 스피만곡의 만곡도와 반경은 역상관관계를 보임으로써 만곡도가 커짐에 따라 반경이 작아지는 관계를 보여주었다.

또한 Ferrario<sup>13)</sup>은 건전한 치열에서 하악 스피만곡의 성별과 좌우차이를 비교해 본 결과 성별에 관계없이 우측이 좌측보다 더 편평한 것으로 나타났고 남자가 여자보다 스피만곡이 더 뚜렷한 것으로 나타났지만 본 연구에서는 모든 측정치에서 남녀간에 차이에는 통계학적으로 유의성이 없는 것으로 보여졌다.

시상면상 교두높이에 영향을 미치는 요소에는 과두유도, 교합평면, 전방유도, 스피만곡등이 있는데 이 중 스피만곡의 경우에는 수평기준면에 대한 반경의 관계에 의해 결정되는 스피만곡의 경사도가 개개의 구치부의 교두높이에 영향을 미치게 되는데 수평기준면으로부터 수직으로 연장된 선에 후방으로 반경이 존재하여 교합평면이 더욱 후방으로 회전하면 교합평면 각이 증가되어 대구치부위로 갈수록 비교적 짧은 교두로 형성되어야 하는 반면 스피만곡이 전방부쪽으로 회전하면 대부분의 구치가 수평면으로부터 수직선 근심쪽에 위치하여 이 개가 잘되므로 더 긴 교두를 허용할 수 있게 된다<sup>1)</sup>. 결국 임상적으로 스피만곡의 조절은 광범위한 교합파괴가 동반되지않는 경우에는 기존의 만곡을 따르지만 완전구강회복이나 충의치를 제작하기 위해 새로운 교합평면을 설정하는 경우 개개치아의 교합면의 합이라 할 수 있는 스피만곡을 가능하면 큰 반경을 가질 수 있도록 낮게 설정하여 수평면

과 평행하도록 하는 것이 교합오차를 방지하는 데 바람직하다.

이러한 이론에 근거를 두고 연구한 결과로는 오히려 Post.M $\theta$ , 즉 후방으로 경사진 그룹에서 경사도가 증가할수록 대구치부위의 교두높이가 증가하는 순상관관계를 보여주었는데 이는 경사도가 평균 +4.73°로 상당히 작은 수치를 나타낸 바 결국 대구치부위의 교두높이에 큰영향을 미치지 못한 것으로 사료되며 Ant.M $\theta$  그룹에서도 마찬가지로 순상관관계를 보여주었다. 특히 스피만곡의 경사도와 상관관계를 보여준 교두경사각이 모두 교두정의 근심경사각 부분인 것과 제 1대구치의 근심협축 교두정의 근심경사가 가장 큰 상관관계를 보인 것은 매우 흥미로운 결과로서 원래 해부학적으로 구치부가 근심으로 경사진 형태를 가지므로 근심경사가 원심경사보다 다소 큰 유효 교두경사각을 보이는 것과 관련이 있을 것으로 사료되며 차후 이에 대한 좀더 많은 연구가 이루어 져야 할 것으로 사료된다.

이상의 연구결과를 볼 때 스피만곡이 수평기준면의 수선에 대해 5°이내로 약간 경사진 경우에는 대체적으로 교두간섭을 피하기 위한 교두경사각의 감소를 크게 요구하지 않는 것으로 사료되며 경사도가 좀더 큰 경우를 대상으로 연구가 필요하리라 사료된다. 또한 Osborn<sup>20)</sup>은 교근천부의 전방경사와 시상면에서 구치부의 전방경사사이의 상호연관성에 대해 연구한 결과 교근 천부 주행방향이 평행하면 시상면에서 저작력의 분쇄성분에 영향을 미칠 수 있는 능력이 최대화된다고 하고 스피만곡을 경사시킴으로써 대구치부위에서 음식물을 저작시 발휘되는 힘의 crush / shear ratio를 증가시킬 수 있다고 하였는바 이러한 기능과 관련하여 골격 요소 및 기능적 습관도 고려된 연구가 추후 진행되어야 할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

하악 개폐구 운동시 좌우 변위가 없고 안모의 심한 비대칭 및 심리적 장애가 없는 성인 남녀 31명(남자 19명, 여자 12명)을 대상으로 교합형태와 위

치에 기능적으로 영향을 미치는 교합만곡중 스피만곡을 3차원적으로 분석하여 스피만곡의 반경과 만곡도, 만곡선의 길이, 경사도등을 측정하기 위해 교합기에 부착한 악태모형을 제작하여 견치 교두정으로부터 제 2대구치 원심협축 교두정까지 각각 7개의 교두정에 계측점을 표시한 후 Laymatic system $\alpha$  200을 이용하여 3차원적으로 분석하여 그래픽으로 도면화한 후 얻어진 스피만곡과 측모 두부방사선 계측사진을 촬영하여 얻어진 스피만곡을 AutoCAD R.13 system으로 분석하고 또한 스피만곡의 경사도의 변화에 따라 교두경사각에 미치는 영향을 규명해 보고자 Laymatic system $\alpha$ 200을 이용하여 유효교두 경사각을 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 스피만곡의 반경은 모델(RM)의 경우 평균 11.74  $\pm$  3.64cm, 방사선 사진(RC)에서는 12.75  $\pm$  4.63cm로 Monson의 4 inch구면결과 비교하여 약간 더 큰 수치를 나타냈고 모델과 방사선사진간의 차이에는 유의성이 없었다(P>0.001).
2. 스피만곡의 반경(RC)과 만곡도(DC)는 역상관관계를 나타낸 반면( $\gamma = -0.80$ ), 스피만곡의 길이(LM,LC)에 대한 스피만곡의 반경과 만곡도에는 상관관계를 나타내지 않았다.
3. 스피만곡이 후방으로 경사진 Post.M $\theta$ 그룹의 경우에는 M $\theta$ 의 평균값이 4.73 를 나타냈고 P2m, M1mm, M1dm, M2dm등과 순상관관계를 나타냈으며 특히 제1대구치의 근심협축 교두정의 근심경사각과 가장 큰 상관관계를 나타냈다 ( $\gamma = 0.70$ ).
4. 스피만곡이 전방으로 경사진 Ant.M $\theta$ 그룹의 경우에는 M $\theta$ 의 평균값이 3.28 를 나타냈고 P2m, M1mm등에서 순상관관계를 나타냈으며 역시 제1대구치의 근심협축 교두정의 근심경사각과 가장 큰 상관관계를 나타냈다( $\gamma = 0.78$ ).

## REFERENCES

1. 강동완 : "교합 형태의 결정요소", 기본 교합학, 청해문화사, 1997, 88-110.

2. 양재호 : “교합평면”, 교합의 진단과 치료, 지성출판사, 1994, 85-91.
3. 오세광 : “교합만곡”, 교합의 이론과 실제, 보문사, 1993, 118-254.
4. 조영환 : “구치이개의 정량적인 해석”, 교합학, 군자출판사, 1996, 565-588.
5. Abrams, L : “Occlusal adjustment of the natural dentition”, Quintessence, 1981.
6. Bonwill, W.G.A. : “Geometrical and mechanical laws of articulation”, Tr. Odontol. Soc. Penn., 119, 1884-1885.
7. Boyle, H.H. : “Design of the natural dentition”, London, Staples Press.
8. Christensen, F.T. : “Blackwall’s angle for complete denture”, J. Prosthet. Dent., 1 : 95, 1960.
9. Christensen, F.T. : “Cusp angulation for complete denture”, J. Prosthet. Dent., 8 : 910, 1958.
10. Currier, J.H. : “A computerized geometric analysis of human dental arch form”, Am. J. Orthod., 56 : 164, 1969.
11. Dawson, P.E. : “Evaluation, diagnosis and treatment of occlusal problems”, St. Louis, The C.V. Mosby Co., 1989.
12. Ferrario, V.F., Sforza, C., and Meani, A.J. : “Statistical evaluation of Monson’s sphere in healthy permanent dentitions in man”, J. Oral Biol. May, 42(5) : 365-369, 1997.
13. Ferrario, V.F., Sforza, C., Miani, A.J., Colombo, A., and Jartaglia, G. : “Mathematical definition of the curve of Spee in permanent healthy dentition in man” Arch. Oral Biol., 37(9) : 691-694, 1992.
14. Germane, N., Staggers, J.A., Rubenstein, L., and Revere, J.T. : “Arch length consideration due to the curve of spee : A mathematical model”, Am. J. Orthod., Sep, 251-255, 1992.
15. Gross, M.D., and Mathews, J.D. : “Examination of occlusion”, Occlusion in restorative dentistry technique and theory, 1995, 40.
16. Herren, P. : “Prediction of arch size and shape in the occlusal plane”, J. Ann Arbor, Mi., 1977, Center for Huhian Growth and Development, 1977.
17. Hitchcock, H.P. : “The curve of Spee in Stond Age man”, Am. J. Orthod., Sep, 248-253, 1983.
18. MacConail, M. A., and Sicher, E. A. : “The ideal form of the human dental arcade with some prosthetic application”, J. Dent. Res., 69 : 285, 1949.
19. Monson, F.S. : “Occlusion as applied to crown and bridgework”, J. Mat. Dent. A., 7 : 399, cited by Boyle, 1952.
20. Osborn, J. W. : “Orientation of the masster muscle and the curve of Spee in relation to crushing forces on the molar teeth of primates”, Am. J. Phys. Anthropol., 92(1), 99-106, 1993.
21. Schulhof, R. : Data-Bits, No. 3, Rocky Mountain Data Systems, 1975.
22. Scott, W. R. : “Application of “cusp writer” findings to practical and theoretical occlusal problems. Part II”, J. Prosthet. Dent., 35(3) : 332-340, 1976.
23. Slavicek, R. : “DR. RUDOLF SLAVICEK on clinical and instrumental functional analysis for diagnosis and treatment planning part 1”, J.C.O., Jun., 358-370, 1988.
24. Smith, R. J. and Bailit, H. L. : “Prevalence and etiology of asymmetries in occlusion”, Angle Orthod., 49 : 199, 1979.
25. Spee, F., Biedenbach, M. A., Hotz, M., and Hitchcock, H. P. : “The gliding path of the mandible along the skull”, J. Am. Dent. Assoc., 100 : 670-675, 1980.
26. Spee, F. G. : “Die verschiebungsbahn des unterkeifers am schadel”, Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt., 285, cited by Nagao, 1919.
27. Turner, D. S. : “A method of classifying overbite and curve of Spee and their correlation with dental classifications of malocclusion”, unpublished thesis, University of Texas at Houston Dental Branch, 1973.

## ABSTRACT

# A STUDY ON THE ANALYSIS OF THE CURVE OF SPEE ON THE GNATHOLOGICAL CAST AND THE CEPHALOMETRIC RADIOGRAPH

Ah-Young Choi, Jeong-Sun Kim, Kee-Sung Kay

*Dept. of Prosthodontics, School of Dentistry, Chosun University*

Clinically, the curve of Spee is widely applied as a determined level of the occlusal curvature when the oral rehabilitation and the reconstruction of the prosthesis is needed at the malalignment dentition due to the missing, extrusion, and the inclination of the teeth.

The purpose of this study was to analyze the curve of Spee of the occlusal curvature which influences to the occlusal form and the location three dimensionally, and then was to measure the radius and the degree of curvature of the curve of Spee and also was to investigate the influence to the cuspal inclination according to the change of the inclination of the curve of Spee which was analyzed by AutoCAD R.13 program at the gnathological cast and the cephalometric radiograph.

The following results were obtained :

1. The radius of the curve of Spee was the mean of  $11.74 \pm 3.64$ cm in the model,  $12.75 \pm 4.63$ cm in the radiograph and there was no significant difference statistically between the model and the radiograph ( $P > 0.001$ ).
2. The radius and the degree of curvature of the curve of Spee showed negative correlation ( $r = -0.80$ ), while the radius and the degree of curvature of the curve of Spee in relation to the length of the curve of Spee did not show correlation.
3. The case of the curve of Spee inclined to the posterior, that is, Post.M $\theta$  group showed the mean of  $4.73 \pm 3.64$ , positive correlation to the P2m, M1mm, M1dm, M2dm, and especially the greatest correlation coefficient to the mesial inclination angle of the mesio-buccal cusp tip of the first molar ( $r = 0.70$ ).
4. The case of the curve of Spee inclined to the anterior, that is, Ant.M $\theta$  group showed the mean of  $3.28 \pm 3.59$ , positive correlation to the P2m, M1mm, and also the greatest correlation coefficient to the mesial inclination angle of the mesio-buccal cusp tip of the first molar ( $r = 0.78$ ).

Key words: Curve of spee, Ant.M $\theta$ , Post.M $\theta$ , Gnathological cast, Cephalometric radiograph