

치열궁내 공간 부조화와 진단적 평가에 관한 연구

유 영 규¹⁾ · 안 광 석²⁾

치열궁내의 공간 부조화를 단순히 가용 arch perimeter에 대한 tooth material의 총합의 차이만으로 예측하는 것은 치아의 이동을 단지 평면적으로만 해석한 것인 반면, 실제로 치아는 치료에 의해 3차원적으로 움직이게 되어 치열궁 형태와 curve of Spee의 정도 그리고 치축 각도와 경사에도 영향을 받게 된다. 본 연구는 교정환자의 치료전 모형분석 시 치열궁내 공간 부조화를 보다 분석적으로 평가하기 위해 소구치 발치후 arch perimeter의 감소와 전치부의 전후방적인 이동량간의 관계를 알아 보고 아울러 curve of Spee와 기저골내 기준평면에 대한 전치부의 치축 각도 그리고 전치부 총생동이 어떤 영향을 미치는 지에 대해 고찰해 보고자 한다.

연세대학교 치과대학병원 교정과에 내원하여 교정치료를 받은 환자 중 Angle씨 제 I급 부정교합이며 4개의 제 1소구치를 발거한 양악 전돌자로서 치아에 형태학적 변이 및 보철물을 갖지 않은 자, 치아수에 이상이 없는 자, 교모나 이소맹출치를 갖지 않은 자, 견치 및 대구치가 Angle씨 제 I급 교합관계를 가지며 3mm이상의 치아밀집을 갖지 않은 자를 대상으로 하여 치아모형 분석 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 견치간 폭경이 유지될 경우, 제 1소구치 발거 후 하악 중절치가 후방이동 될 수 있는 공간의 양은 소구치 발거 공간의 크기보다 크게 나타났으며, 그 차이는 1mm보다 작았다. 이때 치열궁의 형태가 전방으로 좁아질수록 그 차이가 증가하였다.
2. 견치간 폭경이 구치부의 폭경에 일치되게 확장될 경우 견치간 폭경이 유지될 때보다 3mm내외의 중절치의 후방이동이 가능한 것으로 나타났다.
3. 중절치의 후방이동시 치체이동과 경사이동에서 가능한 절연의 전후방적인 차이가 미세하게 나타났다.
4. 견치간 폭경을 유지하면서 전치부 분절내 총생을 해소할 경우, 처음의 전치부 분절의 장경이 클수록 중절치의 전방이동량이 증가하였다.
5. Curve of Spee를 leveling할 경우, arch perimeter의 증가량은 curve of Spee의 최대 길이의 1/2보다 적게 나타났다.

(주요 단어 : 공간 부조화, 치열궁 주위경, 소구치 발치, 모형분석)

I. 서 론

현대교정의 중요한 목표의 하나로 심미성의 증진

¹⁾ 연세대학교 치과대학 교정학교실, 교수.

²⁾ 연세대학교 치과대학 교정학교실, 수련의.

교신저자 : 유영규

서울시 서대문구 신촌동 134

연세대학교 치과대학 교정학교실 / 02-361-8799

ryu@yumc.yonsei.ac.kr

원고접수일 : 2003년 2월 14일 / 심사통과일 : 2003년 9월 29일

* 이 연구는 1999년 연세대학교 치과대학 학술연구비 지원과제로 이루어짐

을 들 수 있으며 국내에서도 점차 미의 기준이 서구화되어 볼록한 측모보다 straight한 측모를 선호하는 추세에 있다. 치조성 양악전돌증을 가진 환자에서는 대개 소구치를 발거하고 상하악 전치를 후방이동하여 경조직의 변화에 따른 연조직의 개선, 즉 입술 긴장도의 감소, 이부근육의 과도한 활성화도의 감소 그리고 안정위시 정상적인 상하순간 간격을 확보하여 기능을 향상시킬 뿐 아니라 돌출된 입술의 후퇴에 따른 전체적인 측모의 개선을 꾀할 수 있다. 이러한 경우 발치할 치아와 고정원 형태의 결정 그리고 최적의 치료 mechanics의 선택과 함께 정확한 치료후 변화의

예측이 필요하며 이를 위하여 교정진단과 치료계획 단계에서부터 치열궁내의 공간 부조화의 계측뿐만 아니라 발치후 치열궁의 변화양상과 전치부의 후방 이동량에 대한 정확한 평가가 필수적이다. 치열궁내의 공간 부조화를 단순히 가용 치열궁 주위경에 대한 치아 근원심길이의 총합의 차이만으로 예측하는 것은 치아의 이동을 단지 평면적으로만 해석한 것인 반면, 실제로 치아는 치료에 의해 3차원적으로 움직이게 되어 치열궁 형태와 curve of Spee의 정도 그리고 치축 각도와 경사에도 영향을 받게 된다.

Tweed^{1,2)}, Steiner, Jarabak, BeGole³⁾ 그리고 Fizzel 등 선학들에 의해 이미 다양한 분석방법이 제기되어 임상에서 활용되고 있으나 단지 산술적이거나 1차원적인 방법으로 설명하고 있으며 발치후 공간폐쇄에 따른 전치부의 후방이동과 구치부의 전방이동 그리고 치열궁 폭경변화에 대한 포괄적이고 효과적인 모델을 제공하지 못하고 있다. Jarabak분석에서 쓰이는 cephalogram correction은 1차원적인 수치로서 악궁의 길이 변화를 반영하지 못한다. 또한 curve of Spee에 따른 공간 부조화에 대해서도 Baldrige⁴⁾, Garcia⁵⁾, Germane^{6,7)}, Woods⁸⁾ 등의 진보적인 연구가 이미 있어 왔으나 실제 임상에서 적용하기에는 어려운 점이 있다. 전치의 위치, 하악 치아의 수직, 수평 피개도, 구치부 관계등 치열궁의 다양한 측정은 실제로 3차원상에서 결정되므로 이를 완벽하게 설명하고 예측하기는 어려우나 기존의 것보다 진보된 형태의 새로운 모형을 통해 임상적으로 계측 가능한 변수들을 대입하여 좀더 쉽고 정확한 과학적인 예측을 할 수 있다면 많은 도움이 될 것이다.

이에 교정환자의 치료전 모형분석시 치열궁내 공간 부조화를 보다 분석적으로 평가하기 위해 소구치 발치후 arch perimeter의 감소와 전치부의 전후방적인 이동량간의 관계를 알아 보고 아울러 curve of Spee와 기저골내 기준평면에 대한 전치부의 치축 각도 그리고 전치부 총생 등이 어떤 영향을 미치는 지에 대해 고찰해 보고자 했다.

II. 연구대상 및 방법

가. 연구대상

본 연구에 이용된 자료는 연세대학교 치과대학병원 교정과에 내원하여 교정치료를 받은 환자 중 Angle씨 제 I급 부정교합이며 4개의 제 1소구치를 발

거한 치조성 양악 전돌자로서 다음 조건에 부합되는 자를 선정하였다.

1. 치아에 형태학적 변이 및 보철물을 갖지 않은 자
2. 치아수에 이상이 없는 자
3. 교모나 이소맹출치를 갖지 않은 자
4. 견치 및 대구치가 Angle씨 제 I급 교합관계를 가지며 3mm이상의 총생을 갖지 않은 자

나. 연구방법

1. 전치부 분절의 전후방적 이동 가능 거리의 평가

- 1) 제 1소구치 발거시 전치부 분절의 후방이동 가능 거리 (Fig. 1)

Singh⁹⁾ 등의 연구방법을 응용하여 연구 대상자의 치료전 하악 치열궁의 석고모형상에 기준점을 표시하여 Xerox사진기의 유리판에 모형의 교합면을 위치시켜 1:1평면복사하여 얻은 복사지상에서 다음의 항목을 계측하였다 이때 설정된 치열궁 형태는 치아간 접촉점을 연결한 치열궁선이다.

- ㄱ. 견치간 폭경 (c) : 좌측 견치의 원심 접촉점에서 우측 견치의 원심 접촉점까지의 거리
- ㄴ. 제 1대구치간 폭경 (m) : 좌측 제 1대구치의 원심 접촉점에서 우측 제 1대구치의 원심 접촉점까지의 거리
- ㄷ. 구치부 분절의 치열궁 장경 (a) : 견치의 원심 접촉점에서 제 1대구치의 원심 접촉점까지를 연결하되, 좌우측 중절치간 접촉점으로부터 제 1대구치간 폭경의 중앙점까지 연결한 선에 평행한 선
- ㄹ. 제 1소구치의 장경 (h) : 견치의 원심 접촉점에서 제 1소구치의 원심 접촉점까지를 연결하되, 좌우측 중절치간 접촉점으로부터 제 1대구치간 폭경의 중앙점까지 연결한 선에 평행한 선

전치부 분절은 견치의 원심 접촉점의 전방에 위치한 임의의 치열궁 형태로, 구치부 분절은 견치의 원심 접촉점과 제 1대구치의 원심 접촉점을 연결한 직선의 형태로 설정하였고, 이 때 제 1소구치를 발거하고 구치부 분절을 처음상태로 유지시키면서 전치부 분절을 후방이동시켰을 때 생기는 전치부 분절과 구치부 분절간의 폭경의 차이를 보상하기 위해 제 1대구치의

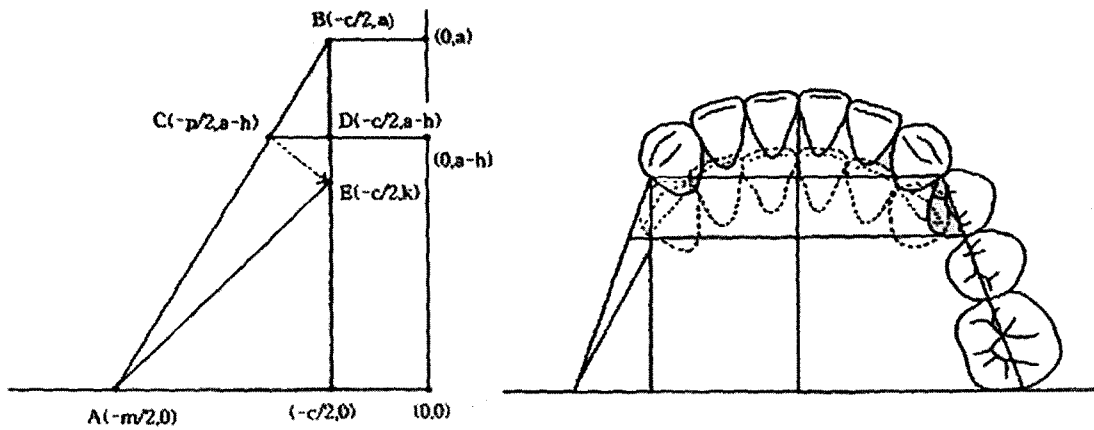


Fig. 1. Changes of the arch form after extraction of bicuspids

원심 접촉점을 중심으로 구치부 분절을 내측회전 시켜 새로운 치열궁 형태를 설정하였다.(Fig. 1)

각 항목을 좌표상의 임의의 점으로 표시한 후 다음과 같은 수식을 이용하였다.

AB 직선의 방정식 $Y = 2ax/(m-c) + ma/(m-c)$

P값 $p = h(m-c)/a + c$

BC 직선의 길이 $BC = h\sqrt{(m-c)^2 + 4a^2} / 2a$

BE의 길이는 $AC = AE$ 로 설정하여 k값을 구하여 산출하였다.

이때 k는 $k = \sqrt{(a-h)^2 + (p-c)(p+c-2m)}/4$

이상의 방정식에 실제 환자의 수치를 대입하여, 제 1소구치의 발거후 견치간 폭경이 유지되면서 전치부 분절이 후방이동 되었을 때 편측에서의 치열궁 장경의 감소량을 계산하였다. 그리고 석고모형을 set-up하여 위의 수식을 통해 나타난 결과를 확인하여 보았다.

다음으로 구치부 분절을 소구치 발거전의 상태로 유지하면서 전치부 분절을 구치부 분절에 맞출 때 전치부 분절에 나타나는 형태적 변화와 중절치 절연의 후방 이동량을 관찰하였다. 연구대상의 석고모형을 1:1 평면복사한 후 .016 NiTi wire를 이용하여 처음의 전치부 분절내 가능한 많은 치아가 포함되도록 arc를 설정하고, 좌우측 견치의 원심 접촉점에 해당하는 부분을 wire상에 표시한 후 이 표시를 좌우측 제 2소구치의 근심 접촉점에 맞닿도록 wire를 고정시켰다. 처음과 나중의 중절치 절연의 전후방 위치 차이를 vernier calipers로 측정하였다.

2) 치축각도의 변화에 따른 하악 중절치 절연의 후방이동 가능 거리 (Fig. 2)

실험 대상자의 측모 두부 방사선사진 위에 아세테이트지를 놓고 투사도를 작성한 후 다음과 같이 측정하였다.

- ㄱ. 하악평면 : Go과 Me을 연결한 평면
- ㄴ. 교합평면 : 상하악 중절치와 상하악 제 1대구치간의 최대감합을 이등분한 점을 연결한 평면
- ㄷ. IMPA : 하악평면(Go-Me)과 하악 중절치 치축이 이루는 각도
- ㄹ. 하악 중절치의 길이 (L) : 교합평면에 수직으로 하악 중절치의 절연에서부터 치근첨까지의 길이

이 때 다음과 같은 삼각함수식으로 치축각도 변화와 절연의 후방이동 거리와의 관계를 나타낼 수 있다.

$$\tan \Phi = R/L$$

Φ : 변화된 치축 각도

R : 교합평면에 평행하게 하악 중절치 절연이 후방 이동된 거리

L : 하악 중절치의 길이

위의 수식을 이용하여, 하악평면에 대해 하악 중절치의 치축각도가 90도가 되도록 치근첨을 중심으로 하악 중절치를 설측회전 시킴으로써, 절연을 후방이동시켰을 때와 이와 동일한 거리만큼 치체가동시켰

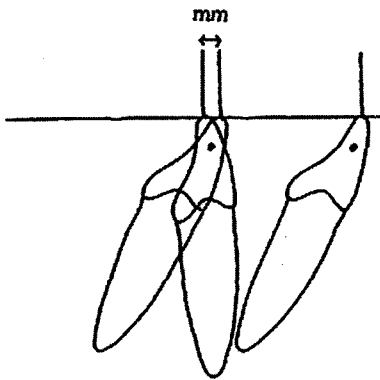


Fig. 2. The relationship between the axis of the mandibular anterior teeth and the distance of the antero-posterior movement

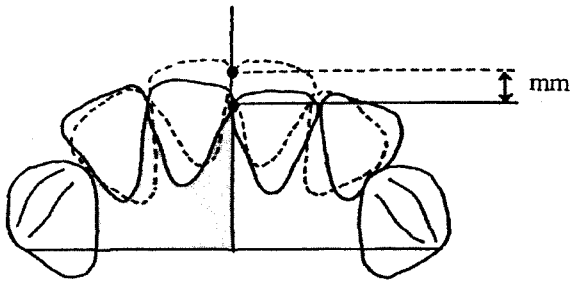
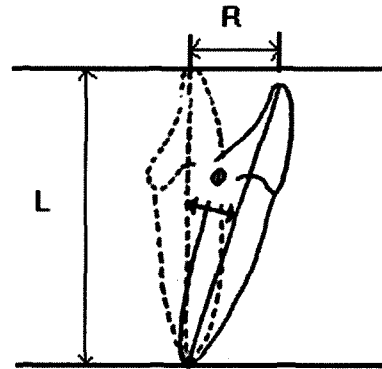


Fig. 3. Relationship between the anterior crowding and the Anterior- Posterior position of mandibular incisors

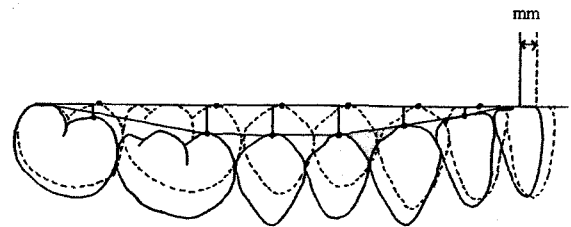


Fig. 4. Leveling of the curve of Spee and the change of the arch perimeter

을 때의 치간 접촉점의 전후방 위치를 비교함으로써 치측경사에 따른 하악 중절치 절연의 전후방 이동 가능 거리를 평가해 보았다.

3) 전치부 분절내 총생의 해소에 따른 하악 중절치 절연의 전후방 위치의 평가 (Fig. 3)

연구 대상자 중 전치부 분절내에 2-3mm의 총생을 가진 자를 선정하여 치료전 석고모형상에 기준점을 표시하여 Xerox사진기의 유리판에 모형의 교합면을 위치 시켜 1:1평면복사하여 얻은 복사지상에서 다음의 항목을 계측하였다. 좌측 견치의 원심 접촉점으로부터 우측 견치의 원심 접촉점까지를 연결한 전치부 분절을 그림과 같이 평면상에 설정한 후 .016 NiTi wire를 이용하여 접촉점과 좌우측 견치의 원심접촉점을 연결한 선상에 가능한 많은 치아가 포함되도록 포물선 형태의 전치부 치열궁선을 설정 하였다.

7. required arch perimeter : 분절내 모든 치아의 근원

심 폭경을 vernier calipers로 계측하여 합하였다.

ㄴ. available arch perimeter : .016 NiTi wire를 scaler 위에 끈게 펼쳐 고정후 wire위에 표시된 좌, 우측 견치원심 접촉점간의 길이를 계측하였다.

이상의 두 가지 계측치간의 차이를 평가하였다.

2. Spee만곡의 leveling에 따른 치열궁 주위경의 변화에 대한 평가 (Fig. 4)

Baldrige⁴⁾의 연구방법을 응용하여 측정대상의 하악 치아 모형상의 모든 치아에 서로 평행하게 1.0mm 단면의 wire를 꽂고 복제모형을 제작한 후 plaster core를 제작하여 verticulator에 mounting하였다. 모든 wire가 1mm정도 노출되도록 core를 편평하게 trimming한 후, 노출된 wire주위로 포물선 형태로 .010 wire를 둘러 치열궁 주위경을 측정하였고 각각의 치아마다 Spee만곡의 깊이를 plaster core의 하연과 각 치아의 교두 사이에 노출된 wire의 길이로써 측정하였다. 하악모형의 측

Table 1. Measurements of the mandibular dental models of the subjects(mm)

Subject	Inter canine distance	Inter premolar distance	Inter molar distance	1st premolar M-D diameter	Arch length of 1st premolar	Arch length of anterior segment	Arch length of posterior segment	Arch length
가	33.0	37.5	48.0	7.8	7.5	10.0	26.5	36.5
나	33.0	39.0	51.0	7.4	7.0	12.0	27.0	39.0
다	32.5	40.0	54.0	7.6	7.0	8.5	27.5	36.0

Table 2. Changes of the arch length after alignment of the anterior segment when the Inter canine width was maintained (mm)

Subject	Mathematically predicted arch length			Measured arch length			
	Total decrease of arch length (BE)	1st premolar M-D diameter (BC)	Difference (BE-BC)	Initial arch length	Arch length after extraction of 1st premolar	Change of arch length	Difference between 1st premolar M-D diameter and arch length
가	8.233	7.795	0.438	36.5	28.2	8.3	0.5
나	7.936	7.379	0.557	39.0	31.1	7.9	0.5
다	8.293	7.516	0.777	36.0	27.7	8.3	0.8

Table 3. Changes of the arch length after posterior movement of the anterior segment when the Inter molar width was maintained (mm)

Subject	Inter canine distance			Arch length		
	Before	After	Difference	Before	After	Difference
가	33.0	37.5	4.5	36.5	25.0	11.5
나	33.0	39.0	6.0	39.0	28.5	10.5
다	32.5	40.0	7.5	36.0	24.0	12.0

면을 편평하게 세마하고, 각각의 치아를 절단하여 편평한 상악부에 leveling되도록 세마한 면을 기준으로 근원심으로 재배열하였다. 이때 제 1소구치는 제외시켰다. 이때의 치열궁 주위경을 위와 같이 측정하고 제외시킨 제 1소구치의 근원심폭경을 고려하여 leveling이 전과 이후의 arch perimeter의 차이를 평가하였다.

III. 결 과

1. 전치부 분절의 전후방적 이동 가능 거리의 평가

1) 제 1소구치 발거시 전치부 분절의 후방이동 가능 거리

전치간 폭경과 제 1대구치간 폭경을 통해 알 수 있듯이 측정된 3명의 치열궁의 형태는 실험 대상자,

가, 나, 다의 순으로 전방으로 경사되어 있음을 보여 준다(Table 1).

모든 실험대상자의 하악 치열궁에서 제 1소구치의 폭경(BC)보다 더 많은 양의 치열궁 주위경의 감소가 있었으며, 그 크기가 편측에서 1mm를 넘지는 않았다. 또한 구치부 분절이 중심선에 대해서 보다 전방으로 수렴하는 경우 그 크기가 증가하는 경향을 보였다. 또한 set-up 모형을 통한 치열궁 장경의 변화도 수식으로 예측된 결과와 같이 좌우측 소구치의 폭경을 고려할 때 보다 더 많이 감소하였음을 알 수 있다(Table 2).

좌우측 구치부 분절을 처음과 같이 유지한 상태에서 전치부 분절의 후방이동 가능량을 측정했을 때 실험대상 모두에서 10mm이상의 후방이동이 가능한 것으로 나타났다.

이 때 초기의 전치부 분절의 전후방 길이가 짧을수록 치열궁 장경의 감소량은 증가하였다(Table 3).

Table 4. The relationship between the axis of the anterior teeth and the distance of the posterior movement of the anterior teeth

Subject	Length of mandibular incisor(pOP,mm)	Tipping movement		Bodily movement		Difference (mm)
		Decrease of IMPA(°)	Distance of posterior movement of incisal tip(mm)	Decrease of IMPA(°)	Distance of posterior movement of incisal tip(mm)	
가	21.5	7.0	2.64	0.0	2.39	0.25
나	20.0	4.5	1.57	0.0	1.42	0.15
다	20.5	2.9	1.04	0.0	0.94	0.10

Table 5. The relationship between the crowding of the anterior segment and the antero-posterior position of the mandibular incisor

Subject	Inter canine distance	Sum of six anterior teeth material	Anterior arch perimeter	Arch length discrepancy	Arch length		
					Before	After	Increase
가	33.0	40.8	39.3	1.5	10.4	11.4	1.0
나	32.5	39.2	37.8	1.4	11.3	12.1	0.8
다	33.0	38.6	36.5	2.1	9.9	11.6	1.7

Table 6. Changes of the arch perimeter after leveling

Subject		Deepest curve of Spee	Sum of all the curve of Spee of individual tooth	Average of individual curve of Spee	Increase of arch perimeter after leveling
가	Left	3.5	11.4	2.28	1.3
	Right	3.1	11.8	2.36	1.1
나	Left	3.8	16.5	3.30	1.8
	Right	3.8	13.5	2.70	1.5
다	Left	3.0	14.1	2.82	1.5
	Right	3.2	14.0	2.80	1.4

2) 치축각도의 변화에 따른 하악 중절치 절연의 후방이동 가능 거리 (Table 4)

실험대상자의 하악 중절치의 길이를 고려했을 때 치근침을 중심으로 회전이동할 경우 절연의 전후방적인 위치변화는 각도변화에 비해 절반에도 미치지 않았다. 또한 하악 중절치가 경사이동할 때 수직적인 차이를 무시할 경우 치체이동의 경우보다 절연의 후방 이동량이 더 크게 나타났다. 경사이동의 각도가 클수록 그 차이는 크게 나타났고 7° 경사이동시 대략 0.25mm의 차이를 보였다.

3) 전치부 분절내 총생의 해소에 따른 하악 중절치 절연의 전후방 위치의 평가

전치부 분절의 장경이 클수록 중절치 절연의 전방 이동량이 적었으며 전치부 분절내 총생의 양에 따라 중절치 절연이 전방으로 이동된 양에 차이가 있었다. 상기 계측치만으로는 전치부 분절의 장경이나 총생의 크기에 따른 중절치 절연의 전후방적인 이동량과의 수치적인 상관관계는 알 수가 없었다.

총생의 경우와 마찬가지로 치간공극이 있는 경우에도 치아의 후방이동을 제외하고는 상기 결과와 유

사한 양상을 나타낼 것이다.

2. Curve of Spee의 leveling에 따른 arch perimeter의 변화에 대한 평가

상기 data를 통해 curve of Spee의 가장 큰 깊이에 따른 leveling 전후의 arch perimeter의 차이정도를 알아보았다.

편측으로 arch perimeter의 증가량은 동측 curve of Spee의 최대 깊이의 절반보다 크게 나타난 항목은 없었다. 또한 curve of Spee의 총합에 따라 leveling 전후의 arch perimeter의 증가량이 반드시 비례하지는 않았으며, curve of Spee의 최대 깊이에 대해서도 같은 결과를 얻었다.

IV. 총괄 및 고안

교정치료시 소구치 발거가 고려되는 양악전돌증례나 치조성전돌 그리고 상하순의 돌출의 증례등 구치부의 최대 고정원의 확보와 함께 많은 양의 전치부 후방이동이 요구되는 경우 전치부 후방 이동량에 대한 평가와 더불어, 치아 총생으로 인하여 발치여부를 결정해야 하는 borderline case에서 전치부의 순측경사를 피해야 할 경우에 가용 치열궁 공간과 총생정도의 관계를 보다 정확히 평가하기 위해서는 기존에 쓰이던 대략적인 모형분석법^{10,11)}을 적용하기 보다는 정확하면서도 임상적으로 적용하기 쉽고 신뢰할 만한 분석법이 요구된다. 치열궁 공간 부조화를 평가하는 방법은 가용 치열궁 둘레길리와 각 tooth material의 총합의 차이에 의한 수평적인 평가와 curve of Spee에 대한 수직적인 고려가 요구된다. 뿐만 아니라 치아의 전후방적 그리고 협설방향으로의 경사도 등 측정키 어려운 3차원적인 평가를 하여야 정확한 분석이 가능하다. 또한 공간분석에 따라 치아를 배열했을 때, 전치부의 전후방적인 이동량에 대한 평가가 필요하다.

전치부 분절의 후방이동 가능 거리는 단순히 발거된 소구치의 근원심 폭경이나 전후방 폭경과 같지 않았다. 일반적인 치열궁에 있어서 중심선에 대해 구치부 분절이 완전히 평행하지 않고 다소 전방으로 수렴하는 형태를 가지고 있으므로 견치간 폭경을 유지하면서 전치부 분절을 후방이동할 경우 이론적으로 그림과 같이 각 분절간에 step이 생기게 된다.

이 때 본 연구에서는, 치료전의 구치부 분절이 변하지 않은 위치에 유지되고 있을 때 이러한 step을 없애고 치열궁의 연속성을 유지하기 위해서 구치부 분절의 중심쪽으로의 내측 회전이 필요하며, 이는 교정치료시 구치부 고정원의 상실을 통해 발생하게 된다고 가정하였다. 이러한 회전이 생길 경우, 구치부의 폭경이 쉽게 변하지 않는 점과 구치부 분절의 회전중심이 대략 제 1대구치 원심부에 있음을 고려할 때 주로 제 2소구치부의 내측회전이 이루어지며 이때 geometry상에서 step의 소멸에 따른 치열궁의 잔여 공간이 생기게 된다. 비록이상적인 치열궁 형태¹²⁻²⁰⁾와 소구치 발거에 의한 교정치료 전후의 비교²¹⁻²⁶⁾에 대한 많은 연구가 있어 왔으나 본 연구에서는 이 잔여 공간을 간단한 수식으로 도식화하여 치료 전후의 경향을 파악하고자 하였다. 앞서 설정한 몇가지 모형을 통해 얻어진 결과로 알 수 있듯이, 잔여 공간은 1mm 보다 크지 않은 양이라고 사료되며 또한 중심선에 대한 구치부 분절의 수렴정도가 클수록, 즉 치열궁의 형태가 보다 전방으로 tapered된 형태일수록 잔여공간이 커짐을 알 수 있다. 또한 이러한 잔여 공간은 초기의 전치부 후방이동량과 제 1소구치의 폭경과의 차이를 가감하여도 편측에서 1mm이하 정도가 남는 것으로 계산되었다. 결국 이론상으로 소구치 발거 후 중절치 절연의 가능한 후방이동량은 단순히 발거될 소구치의 폭경을 고려하여 측모 두부 방사선사진상에서 예측된 양보다 크다는 것을 알 수 있고 이에 따라 치열궁 장경은 보다 감소된다는 것을 예상할 수 있다.

만일 구치부 분절이 소구치 발거 전의 상태로 유지된다면 소구치 발거 후 견치간 폭경이 증가되면서 견치의 원심 접촉점이 제 2소구치의 근심 접촉점에 맞닿게 되는데, 이 때 전치부 분절의 arch perimeter의 변화가 없으므로 전방 arc의 최전방점 즉 중절치간 접촉점의 후방 이동량은 견치간 폭경이 유지될 때보다 더 크게 될 것이다. 물론 이는 견치간 폭경의 확장의 극단적인 설정일 수 있으나, 때때로 비정상적으로 협소한 견치간 폭경을 가진 치열궁에서 견치간 폭경의 증가를 도모하는 치료가 시행될 경우 보다 조기에 치료 후의 치열궁 장경의 감소 정도를 어느 정도 예상할 수 있으며 이에 따른 전치부 후방이동 가능량을 예측할 수 있을 것이다.

교정환자의 모형분석시 때때로 전치부 총생이나 공극 또는 수평피개의 정도와 전치의 전후방 이동량과의 관계에 대해 의문을 가지게 된다. 임상가들은 대

개 전치의 1mm 전후방 이동시 약 2mm의 arch perimeter의 증감을 예상한다. 이는 Ricketts²⁷⁾ 등이 치열궁내 다른 부위의 확장 효과와 함에 제안한 이래로 VTO(Visual Treatment Objective)에 이용되어 왔다. 그러나 이러한 예상치가 산출된 방법에 대한 언급도 없었으며 또한 서로 거의 평행한 구치부와는 달리, 전치부는 curved archform의 정점을 중심으로 배열되므로 이러한 예상은 적절치 않으며 보다 정확한 예측을 요구한다. 이후 Steyn^{28,29)} 등은 Jones³⁰⁾, Richmond가 최적의 전치부 치열궁형태라고 주장한 포물선방정식을 적용하여 치열궁 장경의 변화에 따른 arch perimeter의 변화량을 보다 정확히 평가하기 위한 reference table을 제시하였는데, 그 결과를 통해 치열궁 장경이 짧아질수록 일정한 전치부의 후방이동시 더 많은 arch perimeter의 변화가 있으며 이는 곧 치열궁상에서 공간이 더 많이 필요하다는 것을 언급한 바 있다. 즉 전치부 arch perimeter의 1mm 변화가 그 이상의 전치부 전후방적인 이동을 일으킬 수 있음을 의미한다. 그러나 치열궁의 형태에 따라 전치부 분절의 arch perimeter가 1mm 증가할 경우 1mm이상의 전치부 전방이동이 가능함을 의미한다. 이러한 설정은 결과적으로 전치부의 바람직하지 않은 round tripping을 의미하며 임상적으로는 견치의 부분적인 원심이동에 의해 전치부 총생을 해소하게 되는데, 이 연구에서는 고정원에 따른 전치부 전후방 위치의 변화량보다는 치료후 치열궁 장경의 변화와 그 형태에 주안점을 두었으며 안정성에 중요한 견치간 폭경의 유지를 통해 치료가 마쳐진다는 설정하에 기본 모형을 고안하였기 때문에 이론적인 측면에서는 무리가 없을 것으로 생각된다. Germane^{6,7)} 등은 다양한 형태의 교정적 치열궁 확장에 따른 arch perimeter의 영향에 대해 수학적 모형을 통해 연구한 바가 있으며, 이 연구에서 전치부의 전후방적인 확장이 구치부나 견치부의 확장보다 더 크게 arch perimeter의 증가에 기여함을 보여주었다. 이처럼 전치부의 총생이 있는 경우 견치간 폭경을 유지하여 치아의 배열을 시도할 때 전치부의 전후방적인 이동이 비교적 크게 나타날 수 있음을 고려할 수 있다. 지금까지 기술한 내용에는 전치부 분절내의 치아배열의 고려는 포함하지 않았으나 만일 전치부 분절내에 총생이 존재한다면 치아 배열시 중절치 절연의 전후방적인 위치가 변화되거나 또는 그 위치가 유지될 경우 소구치 발치공간의 감소량에 대한 고려가 필요하다.

전치부 치축각도의 변화에 따른 중절치 절연의 전

후방적인 위치의 평가를 위해 leveling 시 curve of Spee의 길이와 전치부 분절내 총생에 따라 전치부가 flaring되는 것으로 간주하고 이에 따라 증가되는 치열궁 장경을 통해 견치간 폭경을 유지한 상태에서 Steyn등에 의해 연구된 data를 이용하여 전치부 분절의 arc를 재설정하게 된다. 전치부의 전후방이동은 치체이동을 통하거나 대개 교정적인 controlled tipping을 일으키게 되며 이때 같은 전치부의 치아이동시 필요한 공간의 양이 다르다. 비록 동일한 위치에 절연이 있다 하더라도 치축 각도에 따라 치간 접촉점의 전후방적인 위치가 달라지기 때문이다. 치아의 수직적인 이동을 무시할 경우, 치아장축의 경사도가 변할 때 견치의 최대 풍용부, 즉 견치간 접촉점은 견치의 절연보다 치은 쪽에 위치하므로 절연의 전후방적 위치는 더 크게 변하게 된다. 즉 전치부의 후방이동시 치체이동보다는 경사이동시에 전치부 절연의 후방이동량이 커진다고 할 수 있다. 따라서 치료 전후의 전치부 치축각도가 다르게 된다면 또다른 고려가 필요하게 된다. Braun³¹⁾ 등이 언급한 바와 같이, 전치부의 배열 후 소구치 발치공간을 폐쇄했을 때 치료전의 전치부 치축 각도가 유지되지 않을 경우 전치부 특히 중절치의 치판과 치근의 길이, 그리고 치조골의 수직적 높이를 고려하여 임의의 회전중심을 설정한 후 각도변화에 따라 중절치 절연의 부가적인 후방 이동량을 평가할 수 있다. 임의의 회전중심을 설정하여 전치부 치축각도의 변화량을 설정하면 변화된 각도에 따른 전치부 전후방 이동거리를 삼각함수식으로 산출할 수 있다. 역으로 전후방 이동거리를 통해 치축경사의 변화 정도를 산출할 수 있다.

모형분석에서 또다른 고려사항은 치아의 수직적인 이동에 따른 arch perimeter의 변화이다. 과개교합 환자에서 흔히 관찰되는 과도한 curve of Spee을 leveling하였을 때 arch perimeter에 어느정도의 영향을 주는지에 대하여 선학의 연구^{4-5),7-8),31-32)} 가 있어 왔다. Curve of spee을 1mm 감소시킬 때 마다 대략 1mm의 arch perimeter의 증가가 필요하다는 것이 일반적으로 생각되어 온 이론이다. 이 관계를 보다 정확히 예측하고자 Baldrige⁴⁾와 Garcia⁵⁾ 등은 실험적으로 두 가지 변수로 이루어진 일차 방정식을 통계적으로 도출한 바 있으며, Germane⁷⁾ 등은 수학적 모형을 통해 비선형관계를 보고하였다. 또한 이들의 연구 결과를 통해 curve of Spee의 정도와 leveling후 arch perimeter의 변화량은 일대일 관계가 아니라 비교적 적은 양의 공간이 필요하다고 주장하였다. 그러나 치

아의 이동은 3차원적으로 이루어지므로 이러한 2차원적인 방법으로는 실제 치아의 이동을 반영할 수 없다. 이에 관해서 Woods⁸⁾는 하악 치열궁을 curved ribbon으로 간주하는 이론적인 모형을 설정하여 전체 curve of Spee의 leveling시의 치열궁 장경과의 차이를 수학적인 mapping을 통해 보여주었다. 또한 치아는 독립적으로 움직이기 때문에 각각을 paralleled block으로 설정함으로써 개별적인 치아의 uprighting 양상에 따라 같은 curve of Spee를 가지더라도 leveling시 arch perimeter의 증가 정도는 차이가 있음을 보여주었고, curve of Spee의 leveling시에 생기는 전치부의 순측경사는 주로 사용되어진 장치에 관계되며 반드시 arch perimeter의 변화때문이 아니라고 언급했으며, 또한 전치부 순측 경사 없이 전치부의 압하와 구치부의 원심경사에 의해 curve of Spee를 감소시킬 수 있다고도 하였다. 따라서 임상적으로 3차원적인 치아의 경사도를 파악하지 않고서는 각 환자마다의 curve of Spee에 따른 치열궁 장경의 변화를 정확하게 알기는 어렵고 치료 후 치아의 각도에 따라 오차가 있으므로 치료의 완전성과도 관계된다고 생각할 수 있다.

교정환자를 진단할 때 측모 두부 방사선 사진과 함께 모형분석이 필수적인데, 치아의 배열과 안모변화에 대한 고려시 발치여부의 결정이 뒤따르게 되며 발치 후 치아의 이동정도에 대한 모호한 예측을 배제하고 보다 명확한 방법을 알아보고자 몇 가지 모형의 설정과 여러 문헌을 토대로 종합하여 기술해 보았다. 그러나 연구의 접근 방법이 정확한 것이 아니며 그 한계가 있었다. 수식을 단순화시키기 위해 도식적인 치열궁의 형태를 이용하였기 때문에 실제로 3차원적이고 독립적인 치아이동의 양상을 나타내지는 못하였고, 또한 치아이동이나 고정원의 양상이 사용되어지는 mechanics에 따라 다양하게 변할 수 있다는 점과 치조골내 치아이동의 수용범위에 따라 그 이동 거리나 방향에 한계가 있다는 점 등이 그것이지만, 소구치 발거에 따른 치료를 계획할 경우 치아이동에 따른 가용공간의 유무와 그 크기, 그리고 가능한 이동 거리와 전치부 분절내 총생에 따른 전치부의 전후방적 이동량과 이에 따른 arch perimeter의 증감 등에 대한 비교적 객관적인 인식과 평가에 도움이 되며, 또한 여러 관련 문헌의 고찰을 통해 치열궁 공간 부조화를 보다 정확히 평가하기 위하여 지금까지 연구된 바를 고찰함으로써 앞으로 해결되어질 과제를 제시하는데에 일조할 수 있을 것으로 사료된다.

V. 결 론

1. 견치간 폭경이 유지될 경우, 제 1소구치 발거 후 하악 중절치가 후방이동 될 수 있는 공간의 양은 소구치의 발거 공간의 크기보다 크게 나타났으며, 그 차이는 1mm보다 작았다. 이때 치열궁의 형태가 전방으로 좁아질수록 그 차이가 증가하였다.
2. 견치간 폭경이 구치부의 폭경에 일치되게 확장될 경우 견치간 폭경이 유지될 때보다 3mm내외의 중절치의 후방이동이 가능한 것으로 나타났다.
3. 중절치의 후방이동시 치체이동과 경사이동에서 가능한 절연의 전후방적인 차이가 미세하게 나타났다.
4. 견치간 폭경을 유지하면서 전치부 분절내 총생을 해소할 경우, 처음의 전치부 분절의 장경이 클수록 중절치의 전방이동량이 증가하였다.
5. Curve of Spee를 leveling할 경우, arch perimeter의 증가량은 curve of Spee의 최대 길이의 1/2보다 적게 나타났다.

참 고 문 헌

1. Tweed CH. A philosophy of orthodontic treatment. Am J Orthod 1945 : 31 : 74-113.
2. Tweed CH. Clinical orthodontics. St. Louis : CV Mosby 1966 : 87-95.
3. BeGole EA, Cleall JF, Gorny HC. A computer system for the analysis of dental casts. Angle Orthod 1981 : 51 : 252-8.
4. Baldrige DW. Leveling the curve of Spee : its effect on mandibular arch lengths. J Pract Orthod 1969 : 3 : 26-41.
5. Garcia R. Leveling the curve of Spee a new prediction formula. J Tweed Found 1985 : 13 : 65-72.
6. Germane N, Lindauer SJ, Rubenstein LK, Revere JH Jr, Isaacson RJ. Increase in arch perimeter due to orthodontic expansion. Am J Orthod Dentofac Orthop 1991 : 100 : 421-7.
7. Germane N, Staggers JA, Rubenstein L, Revere JT. Arch length considerations due to the curve of Spee : a mathematical model. Am J Orthod Dentofac Orthop 1992 : 102 : 251-5.
8. Woods M. A reassessment of space requirements for lower arch leveling. J Clin Orthod 1986 : 20 : 770-8.
9. Singh IJ. A method for making tooth & dental arch measurements. JADA 1963 : 69 : 719-721.
10. Beazley WW. Assessment of mandibular arch length discrepancy utilizing an individualized arch form. Angle Orthod 1971 : 41 : 45-54.
11. Bolton WA. Disharmony in tooth size and its relation to the analysis and treatment of malocclusion. Angle Orthod 1985 : 28 : 113-30.
12. Currier JH. A computerized geometric analysis of human dental arch form. Am J Orthod 1969 : 56 : 164-179.
13. Felton JM, Sinclair PM, Jones DL, Alexander RG. A computerized analysis of the shape and stability of mandibular arch form. Am J Orthod Dentofac Orthop 1987 : 92 : 478-83.
14. Lavelle CL. The British dental arch. Am J Phys Anthropol 1974 : 41 :

63-70.

15. Lavelle CL. The shape of dental arch. Am J Orthod 1975 : 67 : 176-184.
16. MacConaill MA, Scher EA. The ideal form of the human dental arcade with some Prosthetic application. Dent Rec 1949 : 69 : 285-302.
17. Sampson PD. Dental arch shape : A statistical analysis using conic sections. Am J Orthod 1981 : 79 : 535-548.
18. Worms FW, Speidel TM, Isaacson RJ, Meskin LH. Pont's index and dental arch form. JADA 1972 : 85 : 876-881.
19. 조주환, 이기수. 정상교합의 치열궁 형태에 관한 연구. 대한치과교정학회지 1984 : 14 : 2 : 249-61
20. 최영주. 치아의 밀집(overcrowding)에 영향을 주는 치아 및 악궁의 크기와 형태에 관한 통계학적 연구. 연세치대논문집 1985 : 3 : 15 : 531-40
21. Little RM, Wallen TR, Riedel RA. Stability and relapse of mandibular anterior alignment—first premolar extraction cases treated by traditional edgewise orthodontics. Am J Orthod 1981 : 80 : 349-65.
22. Shields TE, Little RM, Chapko MK. Stability and relapse of mandibular anterior alignment : A cephalometric appraisal of first Premolar extraction cases treated by traditional edgewise orthodontics. Am J Orthod 1985 : 87 : 27-38.
23. Sondhi A, Cleall JF, BeGole EA. Dimensional changes in the dental arches of orthodontically treated cases. Am J Orthod 1980 : 77 : 60-74.
24. Walter DC. Changes in the form and dimensions of dental arches resulting from orthodontic treatment. Angle Orthod 1953 : 23 : 3-18.
25. 김형돈. 제 1소구치 발치를 동반한 제 1급 치조성 양악 전돌 환자의 치료 전후 비교에 관한연구, 연세대학교 대학원 치의학과 석사논문 1994.
26. 정미. Angle씨 제 1급 부정교합 환자에서 교정치료 전,후의 악궁크기 변화에 관한 연구. 연세대학교 대학원 치의학과 석사논문 1989.
27. Ricketts RM, Roth RH, Chaconas SJ, Schulhof RJ, Engel GA. Orthodontic diagnosis and Planning. USA'Rocky Mountain Data Systems 1982 : 194-200.
28. Showfety KJ, Baker IM. Canine and incisor movement effects on anterior arch circumference. Eur J Orthod 1985 : 7 : 256-9.
29. Steyn CL, Harris AM, du Preez RJ. Anterior arch circumference adjustment—how much?, Angle Orthod 1996 : 66 : 457-62.
30. Jones ML, Richmond S. An assessment of the fit of a parabolic curve to pre-and post-treatment arches. Brit J Orthod 1989 : 16 : 85-93.
31. Braun S, Hnat WP, Johnson BE. The curve of Spee revisited. Am J Orthod Dentofac Orthop 1996 : 110 : 206-10.
32. Spee FG. Die Verschiebungsbahn des unterkiefers am schadel. Archives fur Anatomie und Physiologie. Leipzig. Verlag Veit unto Comp 1980 : 285-93.
33. Moyer RE. Handbook of orthodontics. 4th ed. Chicago : Year Book Medical Publishers 1988 : 120.
34. Proffit WR, Ackermann J. Diagnosis and treatment planning in orthodontics. In Graber TM , 2nd ed. Orthodontics : current principles and techniques. St Louis CV Mosby, 1986 : 64
35. Proffit WR, Epker BN Treatment planning for dentofacial deformities. In Bell W, Proffit R, 1st ed. Surgical corrections of dentofacial deformities. Philadelphia : WR Saunders, 1980 : 167.

- ABSTRACT -

A study of the arch length discrepancy and the diagnostic analysis

Young-Kyu Ryu¹⁾, Kwang-Seok Ahn²⁾

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Yonsei University

Predicting the arch length discrepancy by simply comparing the available arch perimeter with tooth materials is merely a 2-dimensional analysis of the teeth movement. However, the real teeth movement takes place 3-dimensionally and is affected by various factors such as, the arch form, the curve of Spee and the axis of the incisors.

The purpose of this study is to clarify the relationship between the decrease in the arch perimeter and the horizontal positional change of the incisors after extraction of the 1st bicuspid, for more analytic evaluation of the arch length discrepancy at pre-treatment model analysis stage. In addition to that to evaluate the effect of the curve of Spee, teeth axis to the basal plane, and the incisal crowding to the treatment outcome.

All patients were treated at the department of orthodontics, dental hospital, Yonsei university.

Inclusion criteria for patients selection were as follows.

- Angle classification I malocclusion with bialveolar protrusion
- Extraction of 4 1st bicuspid

- No tooth anomaly or prosthesis
- No abnormal attrition
- No ectopically erupted teeth
- Angle classification I canine and molar relationship
- Less than 3mm of crowding

Model analysis of the above patients was performed and the following conclusions were obtained.

1. When the intercanine distance was maintained, the available space for the distal movement of the mandibular incisors after the extraction of the 4 1st bicuspid was larger than the space provided by the extraction of the 4 1st bicuspid. However the difference was less than 1mm. The more tapered the anterior arch form, the larger the difference.
2. Compared to the situation in which the intercanine distance was maintained, when the intercanine distance was expanded to meet the width of the posterior teeth, the incisors could move about 3mm more distally.
3. The positional difference of the incisal tip was insignificant whether the central incisors were moved by tipping or bodily movement.
4. When the anterior crowding was solved without changing the intercanine distance, the larger the anterior arch length was, the more the anterior movement of the incisors.
5. When the curve of Spee was levelled, the increase in the arch perimeter was less than half of the deepest curve of Spee.

KOREA. J. ORTHOD. 2004 : 34(1) : 1-11

※ **Key words** : Arch length discrepancy, Arch perimeter, Premolar extraction, Model analysis