

상악전치 후방 견인시 견인 loop 후방에 부여한 gable bend 양에 따른 치아이동 양상에 관한 연구

전윤식¹⁾ · 노준²⁾ · 정상혁³⁾ · 김희정⁴⁾

제 1소구치가 발치된 증례에서 bull loop를 전치 직후방에 제작한 후 gable bend를 어느 정도 부여할 때 전치부의 효과적인 치축조절과 후방 이동량을 극대화 할 수 있는지를 입체적으로 확인하는 것이 본 연구의 목적이다. 제 1소구치가 제거된 상악우측 인공 치조골부에 중절치부터 제 2대구치까지 실험용 치아들을 식립하였다. 그 후 bull-loop가 형성된 반쪽 호선에 10°, 20°, 30°의 gable bend를 부여한 후 3 전치를 후방 견인하여 발치공간을 폐쇄시켰고 이러한 실험과정을 각 군마다 3회씩 반복 실험하였다. 발치공간이 폐쇄된 후 실험전, 후의 교합방사선 사진상에 촬영된 전치부와 구치부의 시상면과 교합면 상에서의 각 군별 치아이동 양상을 일요인 분산분석(ANOVA)과 Scheffe 검정으로 평가한 결과 아래와 같은 결론을 얻었다.

1. Gable bend의 양이 증가할수록 전치부의 치축은 치체이동 양상을 보였으며 후방 이동량도 증가하였다.
2. Gable bend의 양이 증가할수록 구치부의 전방 이동량은 감소하였으나 수직적 압하량 및 협축 이동량은 증가하였다 ($p < 0.001$).
3. 발치공간에 인접한 전치의 원심회전과 제 2소구치의 근심회전에 의해 악궁의 조화가 이루어졌다($p < 0.001$).

(주요 단어 : Gable bend, 발치공간폐쇄, 견인loop, 치아회전)

I. 서 론

양악 치조성 전돌환자에서 소구치 발치는 발치 공간으로 상, 하악 전치부를 후방으로 이동시켜 만족스러운 측모를 얻기 위함이다.¹⁻⁴⁾ 발치공간 폐쇄시 유의

사항은 전치부의 치축을 치료목표에 맞도록 조절함과 동시에 전치부를 최대로 후방 견인하는 것이며 동시에 구치부 고정원을 최대한으로 유지하는 것이다.

그런데 전치부 후방 견인시 전치부의 설측경사와 정출로 인한 치열궁의 수직 휨 현상(vertical bowing) 등의 부작용이 일어날 수 있기 때문에 전치부에서 후방 견인력과 함께, 적절한 압하력과 모멘트를 부여해야 교합평면을 그대로 유지하는 치료목표를 달성할 수 있다.^{5,6)} 따라서 전치부에 이러한 압하력과 모멘트를 부여하는 방법으로 견인루프 후방에 gable bend를 부여하면 구치부의 고정원 상실을 예방할 수도 있어 많은 교정의들이 보편적으로 사용해 오고 있다.⁷⁾ 개개 치아 사이의 공간이나 치아 그룹간의 공간을 폐쇄하기 위해 교정의들은 다양한 형태의 수직 루프들을 사용하는데 이 때 루프에 gable bend를 부여한다. 왜

1) 이화여자대학교 의과대학 치과학 교실, 교수.

2) 이화여자대학교 의과대학 치과학 교실, 외래교수.

3) 이화여자대학교 의과대학 예방의학교실, 부교수.

4) 이화여자대학교 의료원 부속 목동병원 교정과, 레지던트.

교신저자 : 전윤식

서울시 양천구 목동 911-1

이화여자대학교 의과대학 치과학교실 / 02-2650-5021

yschun@ewha.ac.kr

원고접수일 : 2003년 12월 18일 / 심사통과일 : 2004년 2월 10일

* 이 논문은 2000년도 이화여자대학교 교내연구비 지원에 의한 연구임

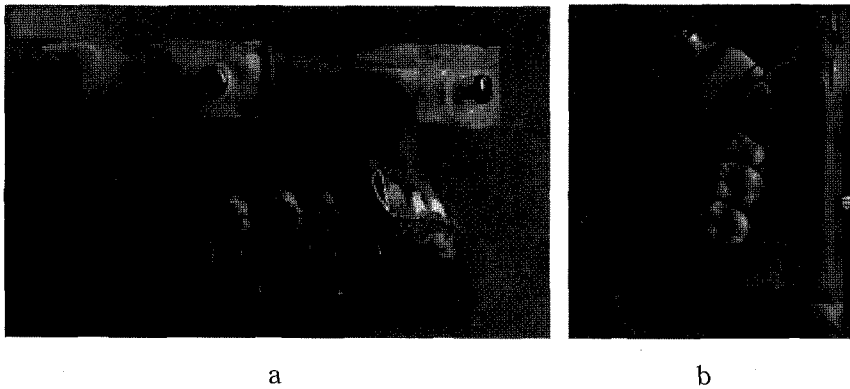


Fig. 1. Passive bracketing was performed with the .018-slot stainless steel arch wire appliance. These photographs show .017 X .025 stainless steel arch wire with bull loops placed in the brackets from the sagittal(a) and occlusal (b) views. The artificial alveolar bone part was fixed with two screws on the acrylic plate.

나하면 gable bend는 치관이 움직이는 반대방향으로 치근이 움직이는 비조절성 경사이동(uncontrolled tipping)을 막기 위한 모멘트를 제공하기 때문인데 좀 더 정확하게 표현하면 gable bend는 견인루프에 적절한 모멘트-힘 비율을 부여함으로써 치아의 회전 중심을 조절할 수 있기 때문이다. Gable bend가 부여되지 않으면 다양한 루프모양을 활성화시킴으로써 얻어지는 모멘트-힘 비율은 비조절성 경사이동을 막기에는 부족하다고 알려져 있다. 이러한 역학기전을 전제로 상악제 1소구치가 발치된 증례에서 견인루프를 견치와 제 2소구치 사이에 위치시킬 때 전치부를 경사이동시킬 것인지 아니면 치체이동시킬 것인지에 따라 gable bend 양으로 조절해 주어야 한다. 즉, gable bend의 위치와 양에 따라 전치부와 구치부에 가해지는 모멘트와 수직적인 압하력과 정출력 그리고 수평적인 견인력의 정도를 조절할 수 있다. 이와 같이 제1소구치가 발치된 증례에서 bull loop를 견치 직후방에 제작한 후 gable bend를 어느 정도 부여할 때 전치부의 효과적인 치축조절과 후방 이동량을 극대화 할 수 있으며 동시에 구치부 고정원의 상실을 최소화 할 수 있는지를 입체적으로 확인하는 것이^{8,9)} 본 연구의 목적이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

(1) 실험용 치아

1) 실험 치아

본 실험에 사용된 치아는 상악 우측 중절치, 측절치, 견치, 제 2소구치, 제 1 및 제 2대구치였다. 기존의 실험용치아와 크기와 형태는 동일하나 치관부에서 실험치아의 열선 및 온도 감지선을 착탈식으로 제작 하여

Calorific machine¹⁰⁾의 전원출력부와 연결을 용이하도록 하였다. 또한 시상면상의 방사선 사진에서 중절치와 견치의 치축변화를 정확하게 평가하기 위해 각 치아의 절단면과 결절(cingulum)부위에 크기 1mm로 절단한 교정용호선을 기준표지점으로 사용하였다(Fig. 1).

2) 브라켓의 선택 및 부착 방법

모든 실험용치아의 치관부에는 .018" 슬롯 크기의 금속 슬롯이 내장된 레진 브라켓(preadjusted bracket)을 사용하였는데 이는 내장된 금속 슬롯이 치아 이동 평가에 더 유리하기 때문이었다. 브라켓 위치는 교정용 와이어를 삽입할 때 저항이 없는 passive bracketing 방법으로 부착하였다(Fig. 1).

(2) 실험용몰드

1) 재료 및 제작방법

상악우측 편악 악궁의 형태를 재현하기 위해 시판중인 상악모형(Nissin사)에서 해당치아들을 모두 제거한 후 실험용치아의 치근부가 매몰될 수 있도록 내면을 충분히 삭제하고 실리콘 인상재로 인상을 채득하여 상악 우측 편악의 실리콘몰드를 제작하였다. 이후의 제작방법은 기존의 방법과 동일하게 하였다¹⁰⁾. 그러나 본 실험에서는 상악 제 1소구치 발치 증례를 재현하기 위해 발치와가 매워진 형태를 유지하였다(Fig. 1).

이 때 정중부에는 기저부 아크릴판과 연결된 수직 아크릴판을 세워 전치부 후방이동시 정중선의 편위가 발생하지 않도록 하였으며 동시에 견인루프 활성화시 실험용몰드의 고정을 위해 협측에는 스크류를 이용한 착탈식의 고정장치를 설계하였다(Fig. 1).

2) 금속표지물(reference marker) 식립

치아이동 전후의 위치변화를 방사선사진상에서 평

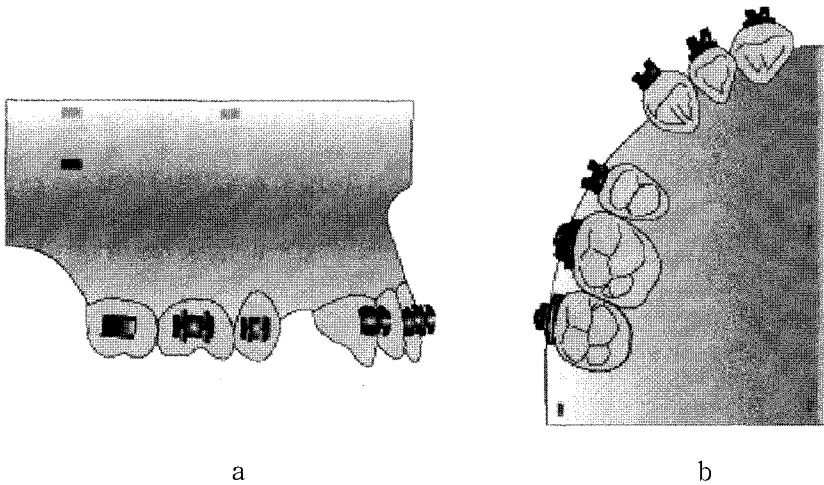


Fig. 1. For the superimposition of pre- and post-experimental radiographs, three metallic implants of 1mm-long .017 X .025 TMA wire were embedded in the artificial alveolar bone. These sagittal(a) and occlusal (b) diagrams show the locations of them, two in the mid-platal area and one in the back side of the second molar.

가하기 위하여 중첩용 기준표지점으로 .017" X .025" TMA wire를 길이 1mm의 크기로 절단한 후 실험용 모델의 정중구개부에 2개, 제 2대구치 후방에 1개를 각각 식립하였다(Fig. 2).

(3) 견인호선(retraction archwire) 제작

편악 발치공간 폐쇄실험 모델에서 발치공간 폐쇄를 위해 .017" x .025" 스테인레스 스틸 교정용 강선을 사용하여 순측 및 협측은 호선의 커브를 유지하였고 정중부는 그림과 같이 직선의 형태로 제작하였다(Fig. 3). 이 편측 호선 상에서 견인용 bull loop를 제작하였다. 견인루프 한개는 우측 견치 브라켓 바로 후방에, 다른 한개는 우측과 동일한 위치인 정중구개부에 제작하였다(Fig. 1).

2. 연구방법

(1) 실험용치아의 위치 표준화 및 실험 전 교합방사선 사진 촬영

실험용몰드 와동은 치아들을 비교적 쉽게 식립시키기 위해서 원래 치근의 크기 보다 크게 형성하였다. 제작된 인공치조골부 와동에 flow가 높게 연화된 스틱키 왁스를 빈 와동에 붓고 왁스가 경화되기 전에 실험용치아들을 식립하였다. 이 때 실험용치아들을 3회 반복 실험할 때마다 항상 동일하게 위치시키기 위해 실험용 치아들에 부착된 브라켓에 유도선(guiding wire)을 넣고 O-ring으로 걸찰하였다. 이 유도선은브라켓 슬롯크기와 거의 같은 .018" X .025"의 스테인레스 스틸 교정용 강선을 사용하고 각 실험용 치아들

이 실험 전에 위치한 상태에서 아무 저항 없이 수동형으로 삽입될 수 있도록 제작하였다. 와동 주변으로 넘치는 왁스는 가볍게 제거해준 후 경화시켰다. 그런 다음 실험용치아의 치근 주위에 왁스를 균일하게 분포시키기 위하여 치아에 연결된 와이어를 주전원에 연결하면 치아에 열이 전달되어 주변의 sticky wax가 연화되어 일정한 거리를 유지하였다. 그 후 주전원을 차단하고 sticky wax를 경화시켜 치아의 위치가 변하지 않도록 한 후 유도선을 제거하였다. 이 상태에서 구내방사선 촬영기에 부착, 철거가 용이한 XCP와 같이 촬영거리를 항상 일정하게 유지할 수 있는 장치를 튜브에 부착하여 FFD 20cm, 65 kvp, 10 mA, 노출시간 0.4 초가 되도록 하고 중심방사선이 인공치조골부에 매식된 세 금속 기준표지점 사이를 수직으로 통과되도록 촬영하였다. 촬영방법은 측방에서 촬영하여 치아의 수평 및 수직이동양상을 관찰하고 또한 교합면 상방에서 촬영하여 치아의 전후 및 협설방향으로의 이동도 관찰하였다. 이러한 조건으로 얻은 두 장의 실험전, 후의 방사선사진을 인공치조골부에 식립된 3개의 금속 기준표지점에 중첩하였다.

(2) 견인루프의 활성화

우측 반측 호선 상에 제작된 견인루프 후방에 부여한 gable bend의 양은 10°, 20°, 30° 였으며, 각 호선에 대하여 3회씩 반복 실험하였다. 임상적으로 gable bend의 양은 10°-15°면 충분한 것으로 알려져 있지만 예비실험에서 10°, 15°, 20° 간의 5°씩의 변화량으로는 극적인 치아이동 양상을 비교하기 어려워 각 군 간의 변화량을 10° 간격인 10°, 20°, 30°로 설정하였다.

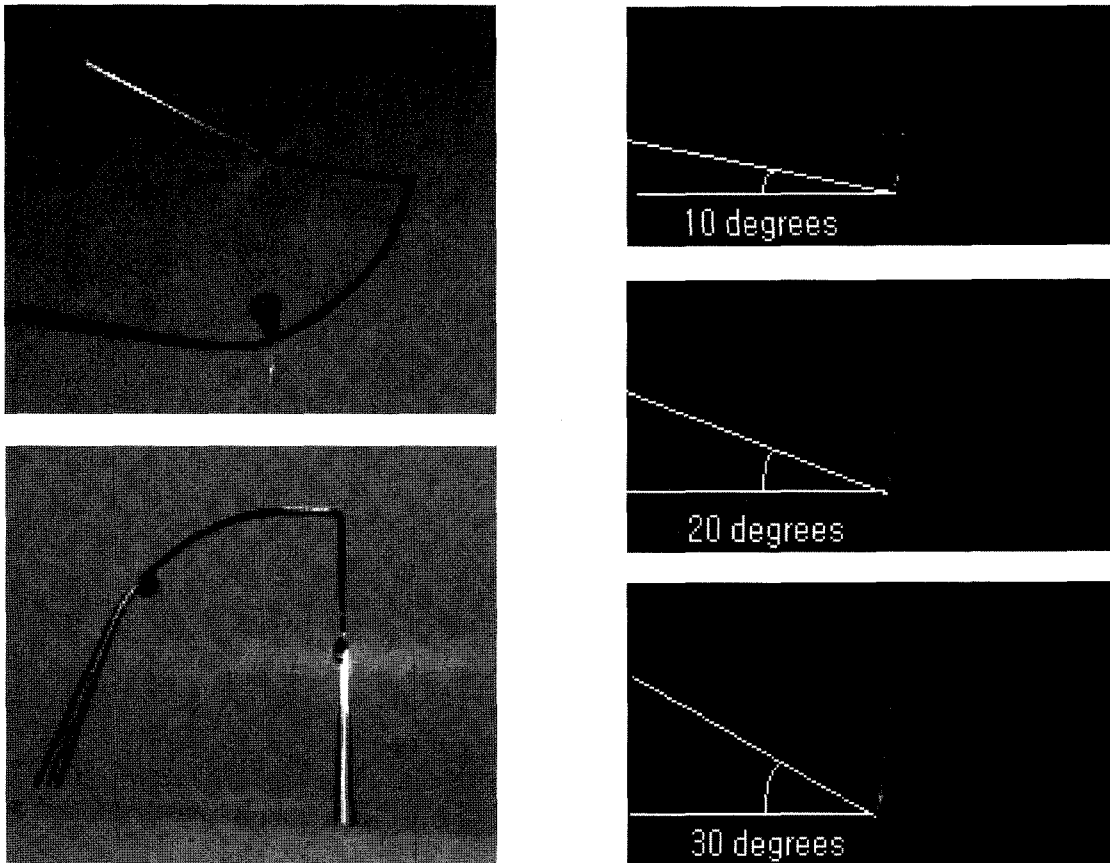


Fig. 3. 10, 20, and 30 degrees of the gable bends were placed at the distal base of the closing loop arch wire.

Gable bend가 부여된 와이어는 실험 중 변형을 최소화하기 위하여 열처리한 후 사용하였다. 제 2대구치 후방에서 cinch back을 한 후에 견인루프의 기저부를 1mm씩 벌려 견인력을 가한 후 crimpable stop을 제 2대구치 튜브 후방에 위치시켜 견인루프의 기저부가 닫힐 때까지 관찰한 후 일정 시간 치아이동에 변화가 없으면 동일한 방법으로 다시 견인루프를 벌려 활성화 시켰다(Fig. 3).

(3) 실험용 치아이동 관찰

본 실험에 사용된 Calorific machine은 지금까지 사용해 왔던 기존 장치의 문제점을 일부 개선시켜 본체를 좀더 작게 제작하여 실험을 좀더 용이하고 정확하게 진행시킬 수 있도록 실용화 시켰다. 전원을 차단시키고 견인루프를 활성화시킨 후 전원 스위치를 올리면 모든 실험용 치아들의 치근에 열이 가해지므로 왁스가 서서히 연화된다. 이 때 스티키 왁스의 연화 온도를 55℃에 맞추면 짧은 시간 내에 연화되지 않고, 항상 일정

한 연성을 유지하면서 치아이동을 관찰할 수 있다. 처음 활성화시킨 량만큼 견인루프가 닫히면 약 15분이 경과한 후 주 전원 스위치를 내려 연화된 스티키 왁스가 경화될 때까지 일정시간을 기다렸다. 경화된 것이 확인되면 다시 견인루프를 활성화 시키는 과정을 5-6회 반복하여 발치공간이 폐쇄될 때까지 이를 시행하였다. 발치공간이 완전히 폐쇄되고 더 이상의 치아이동이 없다고 판단되면 Calorific machine으로부터 연결된 각 실험치아들의 열선과 온도감지선을 분리시킨 후 교환면방사선사진과 시상면방사선사진을 촬영하였다.

(4) 실험용 치아 이동양상 평가 방법

치아의 이동방향 및 이동량을 평가하기 위하여 실험용모델 기저부에 식립된 세 개의 기준표지점에 실험 전, 후 두 장의 교환면 방사선사진 및 시상면 방사선사진을 중첩시켰다(Fig. 4). 시상면에서는 실험용모델의 정중구개봉합부위에 식립된 두 개의 기준표지점을 연결한 가상선을 Z축으로 하고, 두 표지점 중

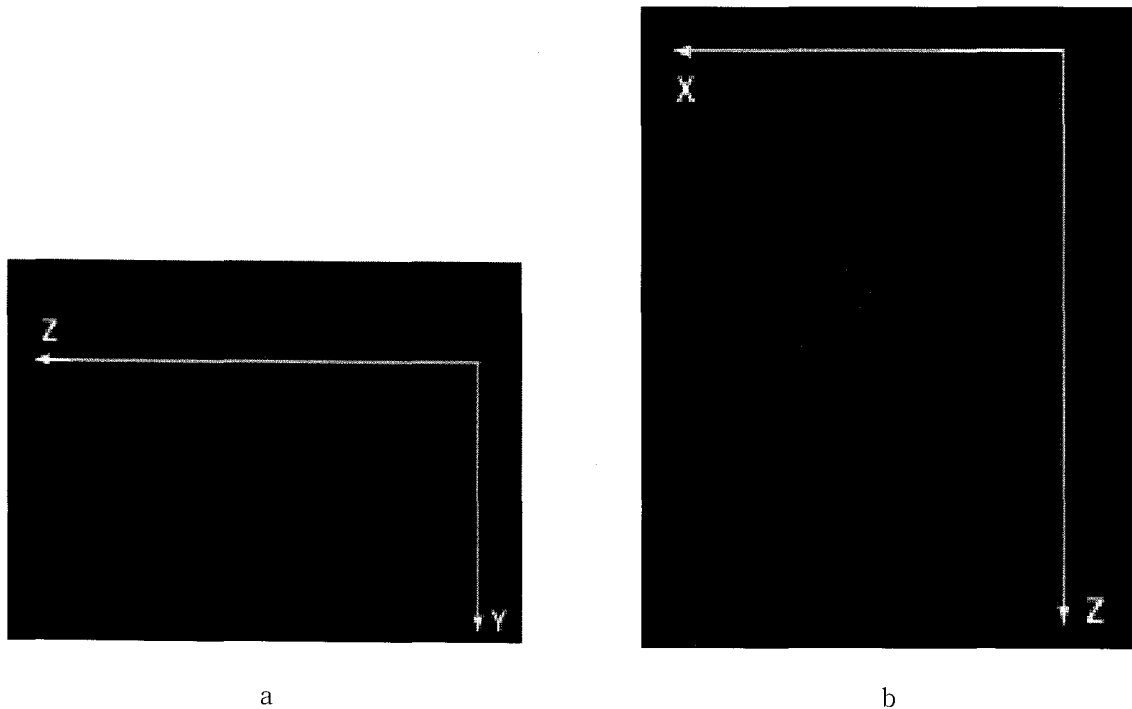


Fig. 4. Directions of the cardinal axes on superimposed occlusal films along which angular and linear measurement of the tooth movement was performed. In the sagittal film(a), the axis through the two implants in the midpalatal area was regarded as Z axis. A perpendicular line to Z axis was drawn at 40mm away from the mesial implant in midpalatal area and regarded as Y axis. In the occlusal film(b), a perpendicular line to Z axis was drawn at 40mm away from the mesial implant in midpalatal area and was regarded as X axis. The positive directions of movement are indicated.

근심에 위치한 기준표지점으로부터 40mm 전방에서 Z축에 대한 수선을 내려 Y축으로 하였다. 교합면에서는 두 표지점 중 근심 표지점으로부터 40mm 전방에서 Z축에 대한 수선을 X축으로 하였다. 교합면사진에서 실험용 치아의 계측점은 레진브라켓의 금속 슬롯의 좌우측 끝부분을 사용하였고, 시상면사진에서 중절치와 견치는 치근점과 치관 절단면과 절절에 식립된 금속표지점을 사용하였다. 구치부에서는 실험용 치아 제작시 사용된 치관의 내부구조물인 metal post의 끝부분을 사용하였다. 계측값은 기준 축으로부터 계측점까지의 최단 거리를 측정하였다.

이상의 계측점을 이용하여 시상면에서는 실험치아의 이동량과 치축변화량을 계측하였고, 교합면에서는 각 실험치아들의 이동량과 회전량을 두 명의 검사자가 V-ceph 3.0(Cybermed 사)의 digitizing system을 이용하여 각 2회씩 반복 계측하였다.

그러나 시상면에서 제 2소구치의 치근 측정과 중절치의 치관 측정은 인접한 치아의 방사선 불투과성 구조물들과 서로 겹쳐지기 때문에 계측항목에서 제외시켰다.

(5) 통계분석

교합면과 시상면상에서의 치아이동 변화량을 검정하기 위하여 일요인 분산분석(One way ANOVA)을 실시하였으며 10도, 20도, 30도 실험군 사이에 어느 군에서 그 차이가 발생하는가를 검정하기 위해 다중비교 방법인 Scheffe검정을 실시하였다. 이 때 통계학적 유의수준은 95%, 99%, 99.9%로 하였으며 사용한 통계패키지는 SPSS 11.0프로그램이었다.

III. 결 과

검사자내-동의를율과 검사자간-동의를율은 교합면 사진상에서의 각 각 96.34%와 96.05%였으며, 시상면 사진상에서는 99.49%와 99.36%로서 계측오차는 없는 것으로 판명되었다(p<0.001). 공간폐쇄 후 각 계측항목에 대한 평균값과 표준편차 그리고 one-way ANOVA 및 Scheffe 검정 결과는 아래 표1, 2, 3, 4와 같다

Table 1. Angular changes of tooth axis in the sagittal plane according to the magnitude of the gable bends(unit : degree)

tooth	10°(A)		20°(B)		30°(C)		F value	Scheffe test		
	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.		A-B	B-C	A-C
II	-24.91	0.17	-20.59	0.52	-12.61	0.08	1109.66***	***	***	***
C	-12.24	0.26	-9.09	0.05	-4.23	0.18	1387.20***	***	***	***
M1	0.57	0.13	-1.13	0.17	-2.40	0.11	329.00***	***	***	***
M2	1.49	0.14	-2.38	0.18	-3.05	0.37	277.51***	***	*	***

Note : II, central incisor ; I2, lateral incisor ; C, canine ; P, second bicuspid ; M1, first molar ; M2, second molar ; Z, Z axis ; Y, Y axis ; *, p < 0.05 ; **, p < 0.01 ; ***, p < 0.001 ; NS, not significant

Table 2. Linear changes of tooth position in the sagittal plane according to the magnitude of the gable bends(unit : mm)

tooth	10°(A)		20°(B)		30°(C)		F value	Scheffe test			
	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.		A-B	B-C	A-C	
crown (Z)	II	-8.10	0.19	-9.62	0.08	-10.32	0.07	230.81***	***	**	***
	C	-6.43	0.14	-7.10	0.10	-7.76	0.06	118.99***	**	**	***
	P	1.24	0.60	1.00	0.60	0.63	0.13	29.85**	NS	*	**
	M1	0.47	0.02	0.37	0.02	0.23	0.02	77.06***	**	**	***
	M2	0.37	0.1	0.24	0.00	0.29	0.00	4.54	NS	NS	NS
crown (Y)	II	-2.40	0.13	0.95	0.08	0.34	0.11	441.68***	***	***	***
	C	-1.68	0.26	-0.66	0.03	0.05	0.03	95.50***	**	**	***
	P	0.12	0.04	0.42	0.07	1.47	0.12	198.72***	*	***	***
	M1	0.15	0.03	0.60	0.05	1.87	0.12	370.17***	**	***	***
	M2	0.19	0.04	1.30	0.27	2.33	0.10	120.94***	**	**	***
root (Z)	M1	1.08	0.20	1.79	0.13	1.92	0.01	33.12**	**	NS	**
	M2	0.67	0.09	1.10	0.19	1.49	0.12	25.88**	*	*	**
root (Y)	M1	0.09	0.06	0.58	0.06	2.41	0.14	459.97***	**	***	***
	M2	0.23	0.01	0.61	0.06	3.01	0.10	1262.26***	**	***	***

Note : II, central incisor ; I2, lateral incisor ; C, canine ; P, second bicuspid ; M1, first molar ; M2, second molar ; Z, Z axis ; Y, Y axis ; *, p < 0.05 ; **, p < 0.01 ; ***, p < 0.001 ; NS, not significant

1. 시상면 사진상에서의 치아이동량 (Table 1, 2)

(1) 각도 변화 :

상악중절치는 gable bend 량이 증가함에 따라 치축 각의 변화량이 24.91도에서 12.61도로 감소하는 것으로 나타나 경사이동에서 점차 치체이동에 가깝게 변화하는 경향을 보였으며 견치도 12.24도에서 4.23도로 감소 현상을 보여 중절치 보다 더 치체이동에 가까운 이동양상을 보였다(p<0.001).

(2) 선 계측변화 :

1) 수평이동량

Gable bend 량이 10°에서 30°로 증가함에 따라 중절치 치관의 후방이동량도 8.1mm에서 10.32mm로 증가하였으며 통계적으로도 유의하게 나타났다(p<0.001). 견치의 후방이동량 역시 6.43mm에서 7.76mm로 증가하였다. Gable bend 량이 증가함에 따라 구치부 치관의 전방이동량은 감소하였으나 소구치보다 대구치에서 더 작게 나타났다. 치근의 이동량은 소구

Table 3. Angular changes of tooth axis in the occlusal plane according to the magnitude of the gable bends(unit : degree)

tooth	10°(A)		20°(B)		30°(C)		F-value	Scheffe test		
	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.		A-B	B-C	A-C
I1	0.87	0.16	0.63	0.26	0.43	0.49	1.30	NS	NS	NS
I2	-0.94	0.04	-1.19	0.11	-1.28	0.28	2.98	NS	NS	NS
C	-3.24	0.76	-4.67	0.57	-5.28	0.70	7.01*	NS	NS	*
P	8.68	0.45	8.94	1.37	9.47	0.39	5.13	NS	NS	NS
M1	2.82	0.53	7.11	0.55	10.09	0.79	98.29***	**	**	***
M2	4.39	0.72	10.32	1.08	12.56	1.37	44.87***	**	NS	***

Note : I1, central incisor : I2, lateral incisor : C, canine : P, second bicuspid : M1, first molar : M2, second molar : * p < 0.05 : **, p < 0.01 : ***, p < 0.001 : NS, not significant

Table 4. Linear changes of tooth position in the occlusal plane according to the magnitude of the gable bends(unit : mm)

tooth	10°(A)		20°(B)		30°(C)		F value	Scheffe test			
	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.		A-B	B-C	A-C	
crown (Z)	I1	-6.99	0.03	-8.76	0.13	-9.17	0.25	142.65***	***	NS	***
	I2	-6.10	0.10	-7.35	0.24	-7.86	0.06	100.31***	***	NS	***
	C	-6.09	0.03	-6.79	0.23	-7.31	0.06	55.65***	**	**	***
	P	1.40	0.05	0.11	0.01	0.07	0.02	1170.42***	***	**	***
	M1	1.14	0.16	0.98	0.05	0.35	0.11	102.14***	***	**	***
	M2	1.40	0.09	1.02	0.01	0.61	0.06	66.22***	***	**	***
crown (X)	I1	-0.19	0.24	-0.03	0.04	-0.05	0.05	1.13	NS	NS	NS
	I2	-0.11	0.05	-0.25	0.08	-0.73	0.09	46.85***	NS	**	***
	C	-0.78	0.09	-1.01	0.05	-1.15	0.15	9.17*	NS	NS	*
	P	1.04	0.04	0.69	0.03	0.49	0.06	94.93***	***	**	***
	M1	-0.30	0.03	-0.71	0.03	-1.17	0.03	470.39***	***	***	***
	M2	-1.25	0.03	-1.39	0.07	-2.53	0.03	480.80***	*	***	***

Note : I1, central incisor : I2, lateral incisor : C, canine : P, second bicuspid : M1, first molar : M2, second molar : Z, Z axis : X, X axis : *, p < 0.05 : **, p < 0.01 : ***, p < 0.001 : NS, not significant

치에서 회전에 따른 계측점의 겹침 현상으로 측정이 불가능해 제외시켰으나 제 1 및 제 2대구치는 gable bend 양이 증가함에 따라 치근의 이동량이 증가하는 것으로 나타나 치관보다 대구치 치근이 더 근심으로 이동하는 치아이동의 양상을 나타내었다.

2) 수직이동량

중절치와 견치 치관의 수직이동량은 gable bend 양이 증가함에 따라 압하량이 점차 증가한 것으로 나타났다. 구치부의 수직 이동량은 gable bend의 양이 증

가할수록 점차 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 특히 제 2대구치에서 현저하게 나타났는데 30°의 gable bend 부여시 무려 2.33mm의 압하량을 보였다.

2. 교합면 사진상에서의 치아이동량 (Table 3, 4)

(1) 각도 변화 :

전치부 후방이동시 gable bend 양이 증가해도 근심 방향으로 평균 0.66도의 미미한 회전량을 보였으나 유의성은 없었다. 측절치는 중절치와는 반대방향인

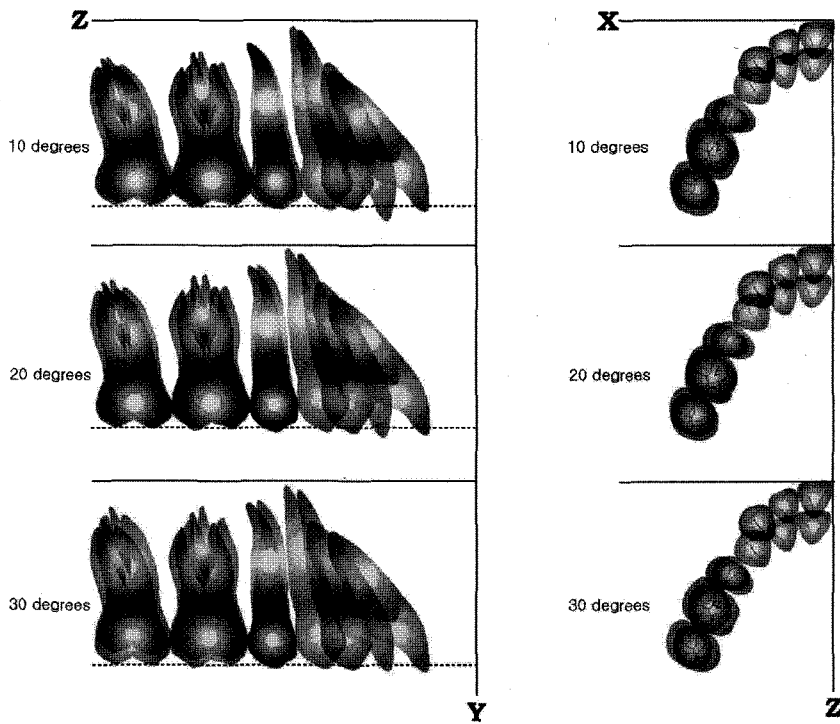


Fig. 5. Diagrams demonstrating patterns of tooth movement during space closure with gable bends of 10, 20, and 30 degrees. In the sagittal plane(a) as magnitudes of the gable bends increased, more bodily movement of the anterior teeth was shown and the distance of retraction also increased while the posterior anchorage loss was decreased and their intrusive movement was increased. In the occlusal plane(b), as magnitudes of the gable bends increased, the distance of anterior tooth retraction increased and mesial-in rotation of the posterior teeth was observed with the greatest rotation of the second molar.

원심축으로의 회전이 일났으나 gable bend 양에 따른 유의성은 없었다. 견치는 측절치와 같이 원심방향으로 회전이 나타났으며 gable bend 양이 증가할수록 회전량도 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 전치부와 달리 구치부는 모두 근심방향으로의 회전이 나타났으나 소구치에서는 gable bend 양이 증가함에 따라 유의성이 없었다. 그러나 제 1 및 제 2대구치는 gable bend 양이 증가함에 따라 근심방향으로의 회전량이 증가하였다($p < 0.001$).

히 미미하였다. 견치는 gable bend 양이 증가할수록 측방 이동량이 미미하지만 있는 것으로 나타났으나 ($p < 0.05$), Scheffe test에서 10°와 20° 구간, 그리고 20°와 30° 구간, 유의성이 없게 나타났다. 소구치는 gable bend 양이 증가할수록 내측으로의 이동량이 점차 감소하였으며($p < 0.001$), 제 1 및 제 2대구치는 외측으로 점차 증가하는 양상을 보였다. 표 1, 2, 3, 4의 자료를 근거로 시상면과 교합면 상에서의 치아이동 양상을 도식화하였다(Fig. 5).

(2) 선계측 변화 :

중절치와 측절치는 gable bend 량이 증가할수록 후방 이동량이 증가하였으며($p < 0.001$), 견치도 후방 이동량이 증가하였으나 그 양은 중절치나 측절치 보다 작게 나타났다($p < 0.001$). 소구치는 gable bend 양이 증가할수록 전방 이동량이 감소하였고($p < 0.001$), 제 1 대구치와 제 2대구치 역시 증가할수록 전방 이동량이 감소하였으나($p < 0.001$) 그 변화량은 미미하였다.

중절치의 측방 이동량은 정중선을 따라 이동된 것으로 보이나 유의성이 없는 것으로 나타났고 측절치는 gable bend 량이 증가할수록 측방 이동량이 증가하는 것으로 나타났다. 다만 10°에서 20° 간의 Scheffe test에서는 유의성이 없게 나타났으며 그 양도 상당

IV. 고 안

발치공간 폐쇄를 위한 상악 6전치 견인시 전치부 토오크 조절을 위해 브라켓 슬롯 내에 토오크가 정상보다 조금 크게 부여된 over-torqued bracket^{11,12}을 사용하거나 호선 상에 accentuated curve를 부여할 수 있다. 또한 셋업모델을 이용한 브라켓 간접부착술 시에는 전치부에 과량의 토오크를 부여하여 조절할 수 있다¹³. Over-torqued bracket, 또는 과량의 토오크 부여는 브라켓과 호선 간에 유격이 있을 때 효율적인 토오크를 발휘하지 못하기 때문에 해결하기 위한 하나의 방법이지만 호선 상에 accentuated curve를 부여하면 전치부와 구치부 간에 각각 differential

moment가 발휘되어 전치부에서는 치축, 즉 토오크 조절이 가능해지고 구치부에서는 원심 경사이동에 의한 고정원의 상실을 일부 예방할 수 있다. 이번 연구에서는 견인루프 바로 후방에 accentuated curve를 균일하게 부여하는데 어려움이 있어 실험의 정확성과 균질성을 위해 gable bend를 부여하였다. 이러한 gable bend는 개개 치아 사이의 공간이나 치아그룹 간의 공간을 적절히 폐쇄하는데 필요한 모멘트-힘 비율을 발휘하기 위해 다양한 형태로 루프에 부여한다^{14,15}. 또한 gable bend의 양과 수직적인 위치가 적절해야 발치공간 폐쇄용 루프가 중립위치(neutral position)를 유지할 수 있다고 알려져 있다. 만약 견인루프의 형태가 일정하고 루프에 gable bend가 부여되지 않은 상태에서 루프가 견치 직후방에 일정하게 위치한다면 작동량, 즉 루프를 후방으로 견인하는 양에 관계없이 전 후방의 모멘트-힘 비율(M/F ratio)은 각각 일정하게 유지된다. 따라서 작동량에 관계없이 회전 중심의 위치는 일정한데 루프가 견치 직후방에 있는 경우 gable bend가 부여되지 않는다면 전치부의 모멘트-힘 비율이 구치부의 모멘트-힘 비율보다 크게 나타난다⁷.

그런데 견인루프 후방에 gable bend를 부여하는 경우에는 작동량에 따라서 모멘트-힘 비율이 변한다. 즉 중립위치(neutral position)에서는 힘이 없고 모멘트(residual moment)만 있는 상태에서(모멘트-힘 비율은 무한대), 작동량이 증가하면서 모멘트-힘 비율은 점차 감소한다. 따라서 gable bend를 조금 주고 적게 당기거나 많이 주고 많이 당기는 것은 회전중심이 동일한 비슷한 결과를 보일 수 있다. 본 실험에서는 10도, 20도, 30도의 gable bend를 부여한 후 각 군별 루프를 중립위치로 유도한 상태에서 1mm씩 견인하는 방법을 사용하여 공간폐쇄를 시도하였다.

Gable bend를 부여한 후 중립위치를 유지하기 위해 루프를 벌리지 않는 경우에는 작동량이 커진다. 따라서 gable bend를 많이 주면 육안상 작동량은 같아 보여도 수평력은 증가되어있으므로 모멘트(residual moment)는 증가하고, 동시에 수평력도 증가하기 때문에 모멘트 또는 힘이 동시에 증가한다. 모멘트-힘 비율은 모멘트와 힘의 증가율에 따라 다르게 나타난다. 만일 증가율이 비슷하다면 gable bend를 많이 줄수록 모멘트와 힘의 절대값은 동시에 증가하므로 회전중심을 결정하는 모멘트-힘 비율은 변화하지 않을 수도 있다.

견인루프 후방에만 gable bend를 부여하는 것은 루

프의 형태에도 영향을 주어 루프가 원심방향으로 경사지게 된다. 이는 작동모멘트(activation moment)를 증가시키는 역할을 한다. 이로 인한 효과는 gable bend를 많이 줄수록 후방의 모멘트-힘 비율이 전방보다 더 증가하고 이는 작동량과는 상관이 없다.

Gable bend를 부여하는 경우 견인루프의 작동량에 따라 매우 민감하게 회전중심이 변하기 때문에 작동량이 일정하다고 하면 Fig. 5에서 고정원으로 사용된 구치부는 gable bend의 양이 증가함에 따라 경사이동(tipping)에서 점차 치근이동(root movement)으로 이동양상이 바뀌는 것으로 보아 모멘트-힘 비율이 증가하는 양상은 gable bend의 양과, 루프 형태의 변화로 이해할 수 있다^{16,17}.

이러한 gable bend의 역할을 근거로 본 실험의 치아이동 양상을 평가한 결과 다음과 같이 고찰해 보았다.

시상면 사진상에서의 치아이동량

제 1 및 제 2대구치의 치축각은 10°에서 미미한 양이지만 근심경사를 보였다가 20°, 30°로 증가하면서 역시 미미한 양의 원심경사를 보여(p<0.001) 10°와 20° 사이에 구치부 치축각이 변하는 변곡점이 있다고 본다. 따라서 견인루프를 이용한 전치부 후방 견인시 루프 후방에 부여하는 gable bend의 양을 조절하면 전치부와 구치부의 치축각을 조절할 수 있을 것으로 보인다.

Gable bend 양이 증가함에 따라 구치부 치관의 전방이동량은 감소하였으나 소구치보다 대구치에서 더 작게 나타났다. 치근의 이동량은 소구치에서 회전에 따른 계측점의 겹침 현상으로 측정이 불가능해 제외시켰으나 제 1 및 제 2대구치는 gable bend 양이 증가함에 따라 치근의 이동량이 증가하는 것으로 나타나 치관보다 대구치 치근이 더 근심으로 이동하는 치근 이동의 양상을 나타내었다.

중절치와 견치 치관의 수직이동량은 gable bend 양이 증가함에 따라 압하량이 점차 증가한 것으로 나타나 전치부 견인시 견인루프 후방에 gable bend를 일정량 이상 부여하지 않으면 전치부 피개교합이 심해질 수 있음을 주의해야 한다. 특히 gable bend를 10°만 부여했을 때에는 치료 전보다 2mm 이상 피개교합이 깊어질 수 있음을 의미하므로 만약 피개교합을 유지하거나 감소시키고자 한다면 gable bend의 양을 10° 이상 부여해야함을 의미한다고 할 수 있다.

구치부의 수직 이동량은 gable bend의 양이 증가할수록 점차 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 특히, 제 2대구치에서 현저하게 나타났는데 30°의 gable bend 부여시 무려 2.33mm의 압하량을 보였다. 이와 같은 현상은 v-bend의 위치에 따른 두 분절 간의 수직이동량의 차이로 해석할 수 있다¹⁸⁾. 즉, 본 연구에 사용된 호선 상에서 gable bend의 위치가 시상면상에서 전치부와 구치부의 중앙에 있지 않고 견치 바로 후방에 있어 생역학적으로 볼 때 off-centered bend의 원리가 적용된다. 즉, bend의 위치가 두 분절의 중앙에 있는 경우(centered bend)에는 두 분절에는 크기가 같고 방향이 반대인 두 개의 모멘트가 발생하여 정적 평형이 이루어지며 수직력은 발생하지 않지만 본 연구에서는 견인루프가 중앙에 있지 않았기 때문에 off-centered bend의 원리가 적용돼 전치부에는 모멘트 압이 짧고 구치부에는 모멘트 압이 길어 전치부에 상대적으로 큰 반시계방향의 모멘트가 발생하고 구치부에는 이보다 작은 시계방향의 모멘트가 발생한다. 정적평형이 이루어지기 위해 이러한 off-centered bend에는 수직력이 발생하므로 전치부에는 정출력이, 구치부에는 압하력이 발생하게 된다. 본 연구에서 gable bend 양이 증가함에 따라 이러한 모멘트 및 수직력도 증가하는 양상이 관찰되었다. 즉, gable bend의 양이 증가함에 따라 전치부의 치근의 설측 경사 및 구치부의 구치부 치근의 근심 경사 이동량이 증가하였으며 전치부의 정출은 토오크 양이 증가하면서 서로 상쇄되었으나 구치부는 gable bend 양이 증가함에 따라 압하량도 증가하였다. 이러한 실험결과로 인해 구치부 고정원을 gable bend 양을 과도하게 부여해서 조절하고자 할 때에 구치부, 특히 제 2대구치의 압하 현상을 주의해야 한다는 의미있는 결과를 얻었다.

결국 시상면에서 나타난 치아이동 양상을 종합적으로 판단하면 상악 6전치 후방 견인시 전치부 치축을 좀 더 치체이동에 가까운 상태로 유지하기 위해서는 gable bend의 양을 증가시켜야 한다. 그러나 이 양을 증가시킬 때 구치부 치관의 전방이동량은 상대적으로 감소하지만 치근이동량이 증가하여 결과적으로 치근이동 양상으로 나타나며 동시에 구치부의 압하 현상이 동반되므로 치료 후 원치 않는 결과를 얻을 수 있음을 주의해야 한다. 결국 임상적으로 10° 내외의 gable bend 양만을 부여할 수밖에 없다면 전치부 치축은 경사이동을 피할 수 없으며 구치부의 고정원 상실도 어느 정도 허용해야함을 의미한다. 다행히 최

근에 많이 사용하고 있는 골성고정원을 이용할 때 단순히 견인루프 호선만을 이용하여 발생할 수 있는 구치부의 부작용을 최소화할 수 있는 것은 다행이라 할 수 있다.

교합면 사진상에서의 치아이동량

발치공간 폐쇄시 의도적으로 정중선 편위를 유도할 경우가 아니라면 중절치는 이동할 때 반드시 어느 한쪽으로 편위되거나 회전양상이 없어야 한다. 왜냐하면 정중선이 편위되면 인접한 치아들이 편위된 방향으로 동시에 이동됨으로 인해 치료 후 정중선의 편위를 초래하기 때문이다. 따라서 이러한 부작용을 방지하기 위해 기저부 아크릴판과 연결된 수직 아크릴판을 세워 전치부 후방이동시 정중선의 편위가 발생하지 않도록 하였다. 그 결과 중절치와 측절치는 정중선을 따라 후방으로 이동하였지만 견치는 원심방향으로 회전하면서 이동하였으며 구치부는 근심방향으로 회전하면서 이동함을 알 수 있었다. 이 때 발치공간에 인접한 제2소구치의 근심회전 이동이 견치보다 특히 두드러짐을 확인하였다. 이러한 현상으로 미루어 볼 때 발치공간 폐쇄는 인접한 치아들의 회전이 반드시 동반되어야 함을 알 수 있었다.

또한 Fig. 6-a와 같이 교합면 상에서 소구치 발치 증례를 관찰해 보면 6전치가 후방으로 이동할 때 정중선 편위가 허용이 안되는 전제하에서 만약 6전치가 측방으로의 회전 없이 정중선을 따라 후방으로 이동한다면 제 2소구치와 견치간의 치열궁이 자연스럽게 이행이 일어나지 않고 턱(step)이 지는 양상이 나타난다(Fig. 6-b). 결국 이러한 악궁의 부자연스러운 형태가 개선되기 위해서는 발치공간에 인접한 치아인 견치와 제 2소구치가 회전되거나 구치부 치열궁 폭경이 감소되어야 하는데 구치부의 폭경감소는 대합되는 하악치열궁의 구치부 폭경도 감소되어야 한다. 만약 구치부 폭경감소가 상, 하악 구치부의 설측경사에 의한 것이라면 구치부의 기능교합인 교두-와 관계(cusp-fossa relationship)가 상실되므로 바람직하지 않으며 또한 치체이동에 의한 폭경감소가 발생한다면 상, 하악 구치부 치근이 설측으로 이동되어 치근의 dehiscence나 fenestration이 발생할 수 있다. 그러나 본 실험에 의하면 소구치부에서의 폭경은 gable bend 양에 관계없이 감소하지만 제 1, 2대구치는 증가할수록 오히려 폭경이 더 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 소구치발치 공간의 폐쇄는 발치공간에 인접한 치

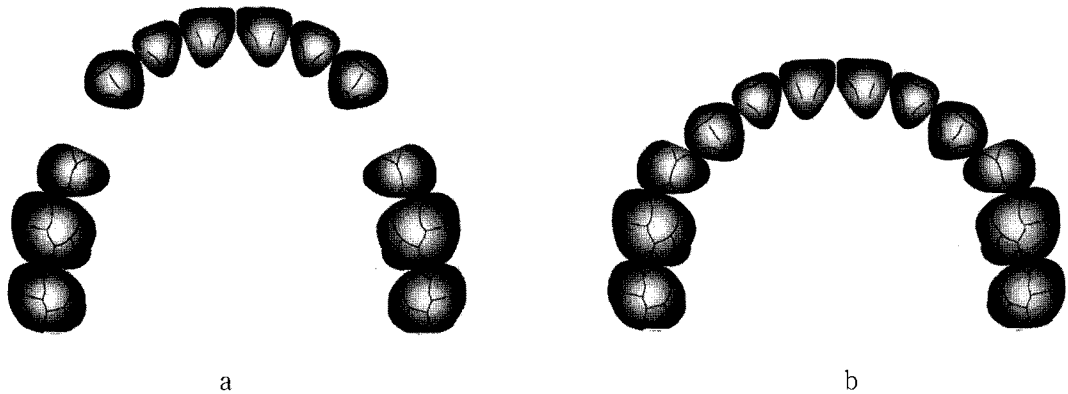


Fig. 6. In the case of the premolar extraction(a) unless any anchorage loss is permitted, what is called the maximum anchorage, the anterior teeth are retracted along the midline while the posterior segment remains in their place. The expected result is poorly coordinated arch(b) with step formation between the canine and the second premolar.

아들의 회전에 의해 치열궁의 자연스러운 형태가 이행됨을 확인하였다. 특히 제 2소구치의 근심회전은 결국 후방 치아인 제1대구치와 제 2대구치의 회전을 동반할 수밖에 없으며 이러한 논리적 근거가 실험을 통해 입증되었다고 볼 수 있다(Fig. 5).

이와 같이 구치부의 근심회전에 의해 발치공간이 폐쇄된다면 시상면상에서 치아이동 평가를 위해 주로 사용해 왔던 기존의 측모두부방사선사진 상에서의 계측점 설정에는 논리적 모순이 있을 수 있다. 즉 구치부는 좌우측 구조물의 겹침 현상과 동시에 각 치아들의 회전이 일어남으로써 치료전, 후의 계측점이 일치하지 않을 수도 있기 때문이다.

본 실험에서 소구치는 gable bend 양이 증가할수록 내측으로의 이동량이 점차 감소하였고, 제 1 및 제 2 대구치는 외측으로 점차 증가하는 양상을 보였는데 이는 소구치가 내측으로 회전이동 하면서 뒤에 인접한 대구치가 치열궁의 연속성이 유지되기 위해 외측으로 위치할 수밖에 없는 결과로 보인다. 또한 gable bend 양이 증가할수록 구치부에 가해지는 압하력의 증가로 인해 구치부 튜브의 위치가 저항중심으로부터 외측에 위치하여 구치부에 발생한 모멘트로 인해 외측으로 이동한 결과일수도 있다.

한편 시상면에서의 치아이동량과 교합면에서의 치아이동량의 차이는 XCP와 같은 장치를 이용해 촬영하였더라도 달라질 수밖에 없다. 왜냐하면 이러한 장치를 사용할 때 시상면이나 교합면에서 FSFD(Focal spot -to-film distance)는 일정하지만 그 안에 위치시키는 물체인 실험용볼드와 치아에 식립된 금속표지물은 시상면 또는 교합면에서 촬영시 각각의 투사

거리가 달라지기 때문이다.

구치부의 전방이동을 전혀 허용하지 않는 고정원을 최대고정원이라 한다면 발치공간 폐쇄시 치열궁의 조화(coordination)를 위해서는 구치부에서 최소한의 회전이동이 있어야 한다. 즉 소구치 발치 후 발치공간을 분절골절단술(segmental osteotomy)로 폐쇄시킬 때 치열궁의 연속성이 이루어지지 않아 악궁의 조화를 이루기 위해 교정치료로 마무리 할 때 어려움을 겪는다. 그러나 교정치료는 단기간이 아닌 장기간에 걸쳐 공간폐쇄가 일어나기 때문에 서서히 변화하는 악궁의 조화 기전을 발견하기란 쉽지 않다. 그러나 본 실험에서 발치공간 폐쇄가 인접한 견치의 원심회전 및 제 2소구치의 근심회전에 의해 완성되므로 제 2소구치 후방에 위치한 제 1 및 제 2대구치의 회전 역시 발생할 수밖에 없다. 이러한 면에서 볼 때 최대고정원에 대한 정의는 다시 고려되어야 하며 미미한 회전량을 평가하기 위해서는 두부방사선사진이 아닌 석고모형을 이용한 3차원 스캔모델(scan model)을 이용하여 입증해야 한다고 본다^{19,20)}.

최근에 3차원 진단기법이 개발 소개되면서 치과교정 영역에도 3D 스캔모델이 소개되고 있다. 지금까지는 치아 이동에 대한 평가를 주로 측모 두부방사선규격사진이나 석고모형 상에서 평가해 왔지만 두부방사선사진은 전치부의 수평 및 수직 이동량에 대해서는 비교적 정확하지만 구치부는 좌우가 겹치기 때문에 전치부에 비해 정확한 평가가 어려웠다. 더구나 구치의 근심 또는 원심회전이 발생한 경우에는 평가하기가 더욱 어렵다. 게다가 방사선 사진이 갖는 왜율로 인해 치아이동량을 환산하여 평가하였다. 그럼에

도 불구하고 한계점이 드러나 석고모형상에서 평가를 시도하였지만 정확한 기준 표지점을 찾는 것이 어려웠다. 특히 소구치 발치증례에서는 전치부가 후방으로 이동하면서 구개부 루개(rugae)부위의 형태가 변하므로 루개의 어느 부위를 해부학적 기준 구조물로 이용할 것인가에 대한 연구가 진행되어 왔으나 일반적으로 루개의 3번째 구조물이 비교적 안정된 구조물로 인정되고 있다²¹⁾.

본 실험에서 교합면상에 나타난 뚜렷한 현상으로 gable bend의 양이 증가할수록 구치부의 근심회전량은 증가하였다. 그러나 전치부 치축이 토오크에 의해 개선될 때에 치근침이 구개부 치밀골 밖으로 이동하는지 여부를 주의 깊게 관찰해야 한다²²⁾.

이러한 현상은 임상에서 보편적이라고 할 수 없는데 그 이유는 Calorific machine의 실험용 몰드의 물성의 한계와 반쪽 호선 제작에 따른 치아이동의 제한으로 나타난 결과라 할 수 있다. 즉 정중상부에 제작한 견인루프는 유도판에 부착된 튜브로만 호선이 이동하므로 치아이동이 제한될 수밖에 없었다.

본 실험 결과는 상악 우측의 편측 치열궁을 대상으로 하였기 때문에 상악 양측 치열궁을 대상으로 한 실험결과와 다를 수 있다. 즉 편측실험에서 정중선 편위를 방지하기 위해 호선의 형태를 반쪽호선으로 제작하였으며 동시에 견인루프의 위치와 정중부에 위치시킨 브라켓과 튜브도 치아이동에 어느 정도 영향을 미쳤을 것으로 보인다. 따라서 이러한 부분에 의한 영향도 배제하기 위해 악궁 양측이 재현된 실험용몰드를 제작한다면 좀 더 정확한 평가가 가능하리라고 본다.

V. 결 론

제 1소구치가 제거된 상악우측 인공 치조골부에 중절치부터 제2대구치까지 실험용 치아들을 식립하였다. 그 후 bull-loop가 형성된 반쪽 호선에 10°, 20°, 30°의 gable bend를 부여한 후 3 전치를 후방 견인하여 발치공간을 폐쇄시켰고 이러한 실험과정을 각 군마다 3회씩 반복 실험하였다. 발치공간이 폐쇄된 후 실험전, 후의 교합방사선 사진상에 촬영된 전치부와 구치부의 시상면과 교합면 상에서의 각 군별 치아이동 양상을 일요인 분산분석(ANOVA)과 Scheffe 검정으로 평가한 결과 아래와 같은 결론을 얻었다.

1. Gable bend의 양이 증가할수록 전치부의 치축은

치체이동 양상을 보였으며 후방 이동량도 증가하였다.

2. Gable bend의 양이 증가할수록 구치부의 전방 이동량은 감소하였으나 수직적 압하량 및 협측 이동량은 증가하였다(p<0.001).

3. 발치공간에 인접한 견치의 원심회전과 제2소구치의 근심회전에 의해 악궁의 조화가 이루어졌다(p<0.001).

참 고 문 헌

1. 김형돈, 박영철. 제1소구치 발치를 동반한 제1급 치조성 양악 전돌증 환자의 치료 전후 비교에 관한 연구. 대치교정지 1994 : 24 : 149-59
2. 손병화, 박영철. 제1소구치 발치를 동반한 교정치료 환자의 치아 및 연조직 변화에 관한 연구. 대치협회지 1984 : 22 : 429-38
3. 장영일, 이유현. 제1소구치 발치가 수반된 Class I 전돌증례의 치료전후 변화. 대치교정지 1996 : 26 : 487-95
4. Talass MF, Talass L, Baker RC. Soft tissue profile changes resulting from retraction of maxillary incisors. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1987 : 91 : 385-9
5. Burstone CJ. The segmental arch approach to space closure. Am J Orthod 1982 : 82 : 361-78.
6. Staggers JA, Germane N. Clinical considerations in the use of retraction mechanics. J Clin Orthod 1991 : 25 : 364-9.
7. Braun S, Garcia JL. The gable bend revisited. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002 : 122 : 523-7
8. Drescher D, Bourauel C, Their M. Application of the orthodontic measurement and simulation system(OMSS) in orthodontics. Eur J Orthod 1991 : 13 : 169-78.
9. Ogura M, Yamagata K, Kubota S. 'et al' Comparison of tooth movements using friction-free and preadjusted edgewise bracket system. J Clin Orthod 1996 : 30 : 325-30
10. Rhee JN, Chun YS, Row J. A comparison between friction and frictionless mechanics with a new typodont simulation system. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001 : 119 : 292-9
11. Siatkowski RE. Loss of anterior torque control due to variations in bracket slot and archwire dimensions. J. Clin. Ortho. 1999 : 33 : 508-10
12. Creekmore TD. Dr. Thomas D. Creekmore on torque. J Clin Orthod. 1979 : 13 : 305-10
13. Creekmore TD, Kunik RL. Straight wire : the next generation. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1993 : 104 : 8-20
14. Burstone CJ, Koenig HA. Creative wire bending-The force system from step and v bends. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1988 : 93 : 59-67
15. Siatkowski RE. Continuous arch wire closing loop design, optimization and verification. Part II. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1997 : 112 : 487-95.
16. Kusy RP, Tulloch JFC. Analysis of moment/force ratios in the mechanics of tooth movement. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1986 : 90 : 127-31.
17. Tanne K, Koenig HA, Burstone CJ. Moment to force ratios and the center of rotation. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1988 : 94 : 426-31
18. Ronay F, Kleinert W, Melsen B, Burstone CJ. Force system developed by v bends in an elastic orthodontic wire. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1989 : 96 : 295-301

19. Kusnoto B, Evans CA. Reliability of a 3D surface laser scanner for orthodontic application. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002 ; 122 : 342-8
20. Hayashi K, Uechi J, Mizoguchi I. Three-dimensional analysis of dental casts based on a newly defined palatal reference plane. *Angle Orthod.* 2003 ; 73 : 539-44
21. Bailey LT, Esmailnejad A, Almedia MA. Stability of the palatal rugae as landmarks for analysis of dental casts in extraction and non-extraction cases *Angle Orthod* 1996 : 66 : 73-8
22. Wehrbein H, Fuhrmann RA, Diedrich PR. Periodontal conditions after facial root tipping and palatal root torque of incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994 : 106 : 455-62

- ABSTRACT -

A study on the effect of the magnitude of the gable bends on the tooth movement pattern during en-masse space closure in the maxillary dentition

Youn-Sic Chun¹⁾, Joon Row¹⁾, Sang-Hyuk Jung²⁾, Hui-Jung Kim³⁾

¹⁾*Division of Orthodontics, Department of Dentistry, College of Medicine, Ewha Womans University*

²⁾*Department of Preventive medicine, Ewha Womans University*

³⁾*Division of Orthodontics, Mok-Dong Hospital, Ewha Womans University*

The purpose of this experimental study was to determine appropriate magnitude of the Gable bends to produce maximum retraction of the anterior teeth.

The Calorific Machine was used to illustrate the tooth movement in three dimension. The experimental teeth except the first premolar were embedded in the artificial alveolar bone part. In a series of experiments, the extraction space was closed using arch wires with bull loops into which the gable bends of 10°, 20°, 30° degrees were incorporated. The experiments were repeated three times for each degree of the gable bend. Before and after the space closure, radiographs were taken in the sagittal and occlusal directions using occlusal films. Analysis of variance and Scheffe post hoc test were used to determine significant differences among the three groups.

The following results were obtained.

1. As magnitudes of the gable bends increased, more bodily anterior tooth movement was seen and the distance of retraction also increased.
2. As magnitudes of the gable bends increase, the amount of posterior tooth protraction decreased while intrusive and buccal movement increased.
3. The arch was coordinated by distal-in rotation of the canine and mesial-in rotation of the second premolar adjacent to the extraction space.

KOREA. J. ORTHOD. 2004 ; 34(1) : 33-45

※ **Key words** : Gable bend, Space closure, Bull loop, Rotation