

## Pendulum 장치의 상악대구치의 원심이동에 대한 효과

이창섭 · 김재광 · 강덕일 · 송광철 · 정현구 · 이상호

조선대학교 치과대학 소아치과학교실, 구강생물학연구소

### 국문초록

Ⅱ급 치성교합을 가진 환자에서는 I급 구치부 교합관계를 형성하기 위하여 상악 대구치의 원심이동이 필요하다. 본 연구에서는 pendulum 장치를 이용한 상악 대구치의 원심이동시 대구치의 이동양상과 고정원의 전방이동 및 정출정도 등 치아와 골격에 미치는 영향을 평가하기 위하여 시행되었다. 상악 제1대구치를 원심이동시켜 I급 구치관계가 형성된 19명의 환자(남: 8명, 여: 11명, 평균연령 11.68±1.52세)에서 장치 장착 전과 장치제거 직후에 얻어진 측면두부방사선사진을 비교·분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. I급 교합관계를 형성하기 위해서 제1대구치는 평균 2.94±1.54mm 원심이동하였으며, 1.17±0.97mm 함입되었고, 소요기간은 평균 18.13±7.95일이었다.
2. 고정원으로 사용된 치아는 1.34±1.40mm로 유의하게 전방 이동하였으며, 0.48±0.99mm 정출되었다. 또한 절치는 유의한 전방이동 및 순측경사가 발생하였다(P<0.05).
3. 구개평면과 하악평면이 이루는 각은 유의한 증가를 보였다(P<0.05).
4. 제1소구치 또는 제1유구치가 고정원으로 이용된 경우 제2소구치 또는 제2유구치가 이용된 경우 보다 전방이동이 증가하였다(P<0.005).
5. 제2대구치의 발육단계에 따른 제1대구치 및 제2대구치의 이동양상은 어떤 항목과도 유의성이 없었다(P<0.05).
6. 얻어진 총 공간 중 74%는 제1대구치의 원심이동이, 26%는 소구치의 전방이동에 의하여 얻어졌다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 pendulum appliance는 상악 대구치의 원심이동에 매우 효과적이었으며, 고정원의 소실을 최소화하기 위해 제2유구치 또는 제 2소구치가 포함되어야 한다. 또한 제1대구치의 원심경사는 필연적으로 일어나며, 이를 최소화하기 위한 노력이 계속되어야 할 것으로 사료된다.

**주요어 :** Ⅱ급 부정교합, 구치의 원심이동, Pendulum 장치

### I. 서 론

유치의 조기상실과 이로 인한 제1대구치의 근심이동이 발생한 경우 이는 부정교합의 근본적인 원인이 된다<sup>1)</sup>. 치아의 근심이동이 일어난 경우, 그리고 상하악골의 전후방 위치와 수직관계가 정상인 치성 2급 부정교합의 경우 이상적인 치아 배열을 위해서는 공간 확보가 선행되어야 하며 이는 발치, 구치의 후방이동, 또는 구개의 측방 확대에 의해 가능하다.

Ⅱ급 부정교합을 비발치방법으로 치료하기 위한 일반적인 전략은 Ⅱ급 구치관계를 전환시키기 위해 초기 단계에서 상악 대

구치들을 I급 관계로 원심 이동시키는 것이다. 이를 위해 headgear를 이용한 구강외 견인 장치<sup>2,4)</sup>, 제1대구치의 근심면에 finger spring이나 distal screw를 지닌 가철성 장치<sup>5)</sup>, Wilson rapid molar distalization<sup>6)</sup>, Class II intermaxillary elastics과 sliding jig<sup>7)</sup>처럼 환자의 협조에 매우 의존하는 다양한 치료 방법들이 제안되어 왔다. Headgear를 이용한 구강외 견인은 상악과 상악치아를 원심 이동하는데 오랜 동안 사용되어 왔으며, 모든 공간평면에서 상악 대구치의 원심이동에 매우 효과적으로 사용되었다. 그러나 이러한 가철성 및 구강외 장치들은 치아 이동이 효과적이거나 지시에 응하고 따르는 환자

※ 본 연구는 1999년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음

의 협조가 있어야 만이 성공적인 결과를 얻을 수 있다. 따라서 환자에 대한 의존성을 최소화하고 술자에 의해 조절되는 장치가 소개되었는데, 이러한 장치로는 repelling magnets<sup>8-10)</sup>, transpalatal arches<sup>11)</sup>, compressed coil spring<sup>12)</sup>, Herbst 장치<sup>13)</sup> 등이 있다.

Gianelly 등<sup>8,10)</sup>은 상악 제1대구치의 원심 이동에 repelling intraoral magnet을 이용하였다. 그러나 이 장치는 매우 비싸고, 초기에는 원심이동에 효과적이지만 나중에는 발생하는 힘이 미약해 적은 양의 치아이동만이 일어남으로 장치의 재활성화를 위해 1~2주 간격의 잦은 내원이 요구된다. Herbst 장치는 하악의 전방이동효과와 상악 대구치의 원심이동효과가 있으나 깨어지기 쉽고 하악 전치의 순측경사가 허용되는 환자로 사용이 제한되는 단점을 지닌다<sup>13)</sup>.

1992년 Hilgers<sup>11)</sup>는 이러한 단점을 극복하고 환자의 최소한의 협조로 효과적인 제1대구치의 원심이동 및 회전을 도모할 수 있다는 주장과 함께 pendulum 장치를 소개하였다. 그는 이 장치를 이용하여 3~4개월 안에 5mm 정도의 구치부 원심이동이 일어났다고 보고하였다. Pendulum 장치는 개방교합 경향이 없는 편측 혹은 양측의 원심이동을 위한 교정치료의 첫 단계, 유구치의 조기상실로 인한 상악 제1대구치의 근심이동 증례에서의 공간회복, 그리고 경미한 또는 중등도의 공간부족이 있는 비발치 치료 증례에서 사용할 수 있다<sup>4,15)</sup>.

본 연구의 목적은 pendulum 장치를 이용한 구치의 원심이동 시 상악 대구치의 원심이동 양상과 고정원으로 이용된 소구치 또는 유구치의 전방이동 및 정출정도 등 치아와 골격에 미치는 효과를 평가하는 데 있다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구 대상

상악궁에 중등도의 공간부족이 있는 편측 혹은 양측의 제1대구치가 치성 II 급 교합관계를 갖는 환자 중 pendulum 장치를

이용하여 상악 대구치를 원심이동시킨 환자로서, 장치장착 전 (T1)과 원심이동이 완료된 직후(T2) 측면두부방사선 사진, 파노라마 사진이 촬영된 남자 8명(평균연령 : 11.7±1.85세), 여자 11명(평균연령 : 11.67±1.33세) 등 총 19명(평균연령 : 11.68±1.52)의 환자를 선택하였다(Table 1). 차트에 기록된 고정원과, 파노라마사진에서 제2대구치의 맹출정도를 평가하여 4단계로 맹출단계를 분류하였다(Table 2).

Type I : 상악 제2대구치의 치관이 제1대구치 백아-법랑질 경계보다 상방에 위치한 경우

Type II : 상악 제2대구치의 치관이 제1대구치의 백아-법랑질 경계와 상악 치조정 사이에 위치한 경우

Type III : 상악 제2대구치의 치관이 절반정도 맹출 또는 완전한 교합을 이룬 경우

Type IV : 상악 제2대구치가 발거된 경우

### 2. 연구방법

#### (1) 장치설계 및 활성화

Pendulum 장치는 Hilger<sup>11)</sup>가 제안한 장치와 유사하게 제작되었다. 대략 20~25mm 크기의 아크릴 Nance 부분에 2개의 0.032" TMA(Ormco Co., U.S.A.) wire를 이용하여 제작된 pendulum spring을 삽입하였으며, 고정원의 확보와 장치의 고정을 위해 아크릴부위에 stainless steel wire가 삽입되었으며, 이 wire의 치아쪽은 편측에 1~2개의 소구치 또는 유구치의 교합면에 교합간섭이 없도록 복합레진으로 부착하거나 band에 soldering하여 치아에 부착되었다. Spring의 치아측 부분은 치아에 부착된 0.036" lingual sheath에 삽입되었다.

장치 장착 전에 스프링은 시상면에 대해 약 45~60도가 되게 하여 200~300gm이 되도록 활성화하여 장착하였으며, 3주에서 1개월 간격으로 검사하였다. 추가적인 원심이동이 필요한 경우 spring을 lingual sheath에서 제거한 후 helix에 plier를 넣어 구강 내에서 재활성화 되었다. 모든 환자에서 과도한 I 급 교합관계가 될 때까지 장착하였다. Pendulum 장치가 제거된

**Table 1.** Age distribution of patients

	Number of patients	Mean age(Yrs) ± SD	Minimum(Yrs)	Maximum(Yrs)
Male	8	11.70±1.85	9.42	15.08
Female	11	11.67±1.33	9.25	13.33
Total	19	11.68±1.52	9.25	15.08

SD : standard deviation

**Table 2.** Distribution according to the anchor teeth and 2nd molar position

Anchor teeth	Number of patients	2nd molar position	Number of patients
4 or D	11	Type I	7
Type II	5	5 or E	8
Type III	3	Type IV	4
Total	19	Total	19

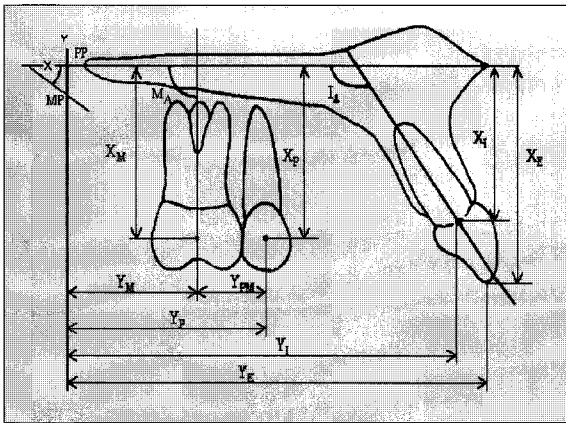


Fig. 1. The drawing of landmarks used in this study.

- PP : Palatal plane
- MP : Mandibular plane
- MA : Angle between molar long axis and X-axis
- IA : Angle between incisor long axis and X-axis
- XM : Distance between center of molar crown and X-axis
- XP : Distance between center of premolar crown and X-axis
- XI : Distance between incisor reference point and X-axis
- XE : Distance between incisor edge and X-axis
- YM : Distance between center of molar crown and Y-axis
- YPM : Distance between center of molar crown and premolar
- YP : Distance between center of premolar crown and Y-axis
- YI : Distance between incisor reference point and Y-axis
- YE : Distance between incisor edge and Y-axis

직후 구치의 근심이동을 방지하고 소구치의 후방이동을 허용하기 위하여 Nance holding arch를 제작 장착하였다.

(2) 기준점 및 분석방법

장치 장착 전후에 촬영된 측면 두부방사선 사진상에서 구개평면(X-축)을 그리고, 구개평면에 수직이고 Rickett's Pt point를 지나는 선(Y-축)을 0.002" acetate 용지에 tracing하였다(Fig. 1). 구개평면은 제1대구치 및 중절치의 치축각도와 대구치, 소구치 및 전치의 수직이동량을 측정하기 위해, 그리고 Y축은 제1대구치, 제2소구치와 절치의 전후방이동을 측정하기 위한 기준선으로 사용되었다. 제1대구치와 고정원으로 사용된 제1, 2소구치 또는 제1, 2유구치를 위한 기준점으로 근원심의 중점과 치관의 수직길이의 중점이 만나는 점(치관 중심)을 선택하여 표시하였다. 중절치의 계측점은 측면두부방사선사진상에서 법랑-상아경계부의 전후방 중점 및 절치연을 선택하였

다. 각각의 기준점은 X축과 Y축에 수직이 되도록 수선을 내려 거리를 측정하였다.

치축경사의 변화량을 측정하기 위하여 제1대구치에서는 치관의 중심점과 치근 분지점을 연결한 선과 구개평면과 이루는 각을, 그리고 전치부에서는 치아의 장축과 구개평면이 이루는 각을 측정하였다.

또한 pendulum 장치가 교합고경에 미치는 영향을 평가하기 위하여 하악평면과 구개평면이 이루는 각을 측정하였다.

장치장착 전의 측면 두부방사선사진에서의 계측 값에서 장치 제거 후의 측정치의 차(T1-T2)를 산출하였으며 SAS computer program(Version 6.12)을 이용하여 유의성 검증을 위해 paired t-test 및 분산분석을 시행하였다.

Ⅲ. 연구 성적

모든 환자에서 super Class I의 구치부 관계가 얻어졌다. 소요되는 평균치료기간은 18.13±7.95주였다(Table 3). Table 4에 치료 전후의 각 계측치들의 평균 변화량이 요약되어 있다. I 급 교합관계를 형성하기 위하여 상악 제1대구치는 평균 2.94±1.54mm의 원심이동이 일어났으며, 13.10±6.31° 원심 경사가 일어났다. 또한 평균 1.17mm가 함입된 것으로 나타났다. 반면 고정원으로 사용된 치아는 전방으로 1.34±1.40mm 이동하였으며, 0.48±0.99mm 정출되었다. 이에 따라 절치의 유의한 전방이동도 관찰되었다. 구개평면과 하악평면이 이루는 각(PP/MP)도 0.50° 증가하여 교합고경이 증가하는 양상을 보였다(Table 4).

Table 5는 제2대구치의 발육 및 맹출정도에 따른 각 항목의 평균변화량을 나타낸 것으로써 제2대구치의 맹출단계와 연관된 제1대구치의 원심이동 및 경사정도, 그리고 고정원으로 사용된 치아의 전방이동정도 등 어떤 항목과도 유의성이 없었다.

Table 6은 고정원으로 사용된 치아의 위치에 따른 고정원의 소실정도의 차이를 비교한 것으로써 제1소구치 또는 제1유구치가 고정원으로 사용될 때 제2유구치 또는 제2소구치가 고정원으로 이용된 경우보다 유의하게 전방이동이 증가한 것으로 나타났다.

상악 제1대구치의 1개월 간의 이동량은 0.63±0.70mm였으며, 소구치의 전방이동량은 0.33±0.42mm 이동하였다(Table 7).

얻어진 총 공간 중 제1대구치의 원심 이동이 74%를 차지하였으며 26%가 소구치의 전방이동으로 얻어진 공간이었다(Table 8).

Table 3. The mean period of molar distalization

Patients	Mean(wks)	SD(wks)
19	18.13	± 7.95

SD : standard deviation

**Table 4.** Change of the variables between pre-treatment and post-treatment

Variables	Measurements at pre-treatment		Values for changes at post-treatment		P value
	Mean±SD	Mean±SD	Minimum	Maximum	
MA(°)	72.74±4.35	13.10*** ±6.31	3.00	27.00	0.0001
IA(°)	115.58±4.43	-2.39*** ±2.03	-6.00	1.60	0.0001
PP/MP(°)	29.26±4.51	-0.50* ±0.93	-1.90	1.20	0.0307
X <sub>M</sub>	18.63±2.37	1.168***±0.97	-0.50	2.80	0.0001
X <sub>P</sub>	21.72±2.11	-0.48* ±0.99	-3.00	0.90	0.0462
X <sub>I</sub>	20.08±2.17	-0.09 ±1.60	-1.80	6.00	0.8105
X <sub>E</sub>	29.12±3.63	-0.88 ±2.53	-11.20	0.40	0.1453
Y <sub>M</sub>	19.76±2.89	2.94*** ±1.54	-1.80	5.30	0.0001
Y <sub>P</sub>	33.95±4.96	-1.34*** ±1.40	-4.80	0.40	0.0005
Y <sub>I</sub>	50.79±3.47	-0.94*** ±0.73	-2.40	0.30	0.0001
Y <sub>E</sub>	54.78±3.88	-0.84* ±1.60	-2.80	5.00	0.0346
Y <sub>PM</sub>	14.72±3.94	-4.28*** ±2.36	-8.20	2.20	0.0001

SD : standard deviation

\*Significantly different at the P<0.05; \*\*Significantly different at the P<0.01; \*\*\*Significantly different at the P<0.001

**Table 5.** Change of variables according to the 2nd molar position

2nd molar position Measurement	Type I (n=7)	Type II (n=5)	Type III (n=3)	Type IV (n=4)
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD
M <sub>A</sub>	13.11±6.07	15.72±7.29	13.13±9.56	9.78±2.74
I <sub>A</sub>	-2.31±1.93	-2.54±2.01	-3.77±1.66	-1.30±2.52
PP/MP(°)	-0.29±1.22	-0.20±0.39	-1.07±0.97	-0.83±0.82
X <sub>M</sub>	1.05±0.87	1.68±0.99	0.47±1.00	1.25±1.08
X <sub>P</sub>	0.06±0.65	-1.20±1.15	-0.73±1.17	-0.35±0.83
X <sub>I</sub>	0.96±2.28	-0.64±0.53	-0.70±0.26	-0.78±0.73
X <sub>E</sub>	-0.30±0.37	-0.30±0.21	0.07±0.31	-3.35±5.26
Y <sub>M</sub>	3.43±1.29	2.20±2.56	3.47±0.50	2.63±0.36
Y <sub>P</sub>	-1.53±1.19	-1.88±2.01	-1.37±0.35	-0.33±1.20
Y <sub>I</sub>	-0.99±0.69	-1.06±0.66	-1.03±1.35	-0.65±0.58
Y <sub>E</sub>	-1.21±0.83	-0.02±2.85	-1.50±1.14	-0.70±0.55
Y <sub>PM</sub>	-4.96±2.06	-4.08±3.08	-4.83±2.95	-2.95±1.10
Period(days)	130.43±56.36	91.20±49.24	146.00±151.00	151.00±48.77

SD : standard deviation

No significance(P>0.05)

**Table 6.** Change of variables according to the anchor tooth

Anchor teeth Variables	4(n=12)	5(n=5)
	Mean±SD	Mean±SD
M <sub>A</sub>	14.06 ±6.73	11.46 ±5.62
I <sub>A</sub>	-2.67 ±2.29	-1.9 ±1.50
PP/MP(°)	-0.36 ±0.99	-0.7 ±0.83
X <sub>M</sub>	1.18 ±0.92	1.14 ±1.12
X <sub>P</sub>	-0.74 ±1.05	-0.0 ±0.72
X <sub>I</sub>	0.10 ±2.00	-0.4 ±0.45
X <sub>E</sub>	-1.26 ±3.17	-0.2 ±0.26
Y <sub>M</sub>	3.41 ±1.00	2.14 ±2.03
Y <sub>P</sub>	-1.64* ±1.64	-0.83* ±0.66
Y <sub>I</sub>	-0.86 ±0.69	-1.0 ±0.84
Y <sub>E</sub>	-1.12 ±0.78	-0.3 ±2.47

\*Significantly different at the P<0.005

SD : standard deviation

**Table 7.** The movement amount of the anchor tooth and 2nd molar a month

Measurements	Mean±SD	Minimum	Maximum
Y <sub>PM</sub> /M	-0.96±0.97	-2.23	2.54
Y <sub>P</sub> /M	-0.33±0.42	-1.53	0.46
Y <sub>M</sub> /M	0.63±0.70	-2.08	1.25

SD : standard deviation

**Table 8.** Total movement rate between the anchor tooth and 2nd molar

Measurements	Mean±SD	Minimum	Maximum
Y <sub>M</sub>	-0.74±0.23	-1.21	-0.31
Y <sub>P</sub>	0.26±0.23	-0.21	0.69

SD : standard deviation

#### IV. 총괄 및 고찰

Pendulum 장치는 1992년 Hilgers<sup>11)</sup>에 의해 소개된 장치로 환자의 협조여부에 관계없이 II 급 구치관계를 개선시킬 수 있는 치료 방법 중의 하나로서 Nance acrylic button과 0.032" TMA spring으로 구성된다. 장치는 구강내에 장착하기 전에 spring을 활성화시켜 구치부의 원심이동을 도모하며, 구치부의 반대교합 해소를 위해 expansion screw를 삽입하여 구개확대를 시행할 수도 있는 장점을 가지고 있는 것으로 알려져 있다<sup>10,16)</sup>.

Hilgers<sup>11)</sup>에 따르면 pendulum 장치를 이용한 상악 제1대구치의 원심 이동은 3~4개월내에 5mm의 대구치 후방이동이 가능하다고 하였으며, Ghosh와 Nanda<sup>17)</sup>는 평균 3.37±2.1mm의 원심이동 효과를 보고하였다. Byloff와 Ali<sup>18)</sup>는 4개월간의 치료효과로서 3.34mm±1.25의 원심이동을 관찰하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 4~5개월 동안 2.94±1.54mm의 대구치의 원심이동이 일어난 것으로 나타났는데, 다른 연구에서와 같이 60~70도 정도로 활성화시킨 후 환자의 내원이 이루어지지 않은 경우 과도한 원심이동이 일어날 수 있다고 사료되어 본 연구에서는 spring의 활성을 40~50도 정도로 비교적 적게 하였는데, 이 결과 원심이동량의 차이가 있는 것으로 보인다. Muse 등<sup>9)</sup>은 Wilson rapid molar distalization 장치를 이용하여 2.16mm의 원심이동과 한달 평균 0.56mm의 이동이 나타났다고 보고하였는데, 이는 환자의 협조가 필요하여 원심이동효과가 본 연구에서보다 다소 떨어졌으며, 반면 환자의 협조가 필요하지 않는 repelling magnets을 이용한 연구에서는<sup>8,10)</sup> 제 2대구치 맹출 전 1.7mm, 맹출 후 0.75~1.0mm 원심이동을 시킬 수 있으며, Gianelly 등<sup>10,12)</sup>은 NiTi coil spring과 변형된 Nance 장치를 이용한 연구에서 월 1mm의 원심이동시킨 것으로 보고한 바, 이는 본 연구결과의 0.63mm의 원심이동보다 다소 효과적이었다. 그러나 이러한 장치들은 영구치열이 완성된 제한된 환자에서만 사용할 수 있으며, 또한 상악 구치부의 협착이 있는 경우 구치부의 교차교합을 해소하기 어렵다는 단점이 있다. 반면 pendulum 장치는 혼합치열기는 물론 구치부 교차교합이 있는 경우 구개를 확장하여 이를 해소할 수 있다는 장점이 있다.

본 연구에서 상악 1대구치는 평균 13.10±6.31도 원심경사 되었으며, 평균 1.17±0.97mm의 유의한 함입이 일어났다. Ghosh와 Nanda<sup>17)</sup>의 연구에서의 8.36도의 원심경사 보다는 크지만, Byloff와 Ali<sup>18)</sup>의 14.5도 보다는 낮았다. 한편 Willson 장치를 이용한 Muse 등<sup>9)</sup>은 7.8도의 원심 경사를 보고하였으며, 또한 Ghosh와 Nanda<sup>17)</sup>의 1.7mm 함입과 유사한 결과를 보였다. 이러한 함입은 치아가 실제로 치조골 내로 들어가는 것이 아니고 원심경사로 인한 기준선과의 거리가 짧아져서 나타나는 현상인 것으로 보인다. 또한 원심경사의 차이는 스프링의 위치 및 길이에 따라 궤도가 다른 것으로 사료된다.

한편 제2대구치의 위치가 제1대구치의 원심이동에 미치는 영향에 관하여 논란이 되고 있는데, Bondermark 등<sup>9)</sup>은 제2대구치의 존재가 제1대구치의 원심 경사 및 원심이동에 영향을 미친다고 주장하였으며, Hilger<sup>11)</sup>와 Gianelly<sup>10)</sup> 등도 상악 제 2대구치가 제1대구치의 원심이동을 지연시킨다고 주장한 반면, Muse 등<sup>9)</sup>과 Byloff와 Ali<sup>18)</sup>는 상악 제2대구치의 위치가 제1대구치의 원심이동 양상에 어떤 영향도 미치지 않는다고 주장하고 있다. 본 연구의 결과는 Muse 등<sup>9)</sup>의 연구에서와 같이 제2대구치의 위치가 제1대구치의 원심이동 거리 및 각도, 그리고 기간 등의 변화에 통계적으로 유의성이 없었다.

본 연구에서 절치치관의 중심은 평균 0.94mm 전방이동하여, 절치의 치축각도는 평균 2.39도로 각각 유의성 있는 증가를 보였다. Byloff와 Ali<sup>18)</sup>의 0.74mm와 1.71도보다는 다소 높은 경향이 있었으며, Bondermark 등<sup>9)</sup>의 1.5~2.0mm의 전방이동 량과는 유사하였으며, 4.4도의 전방경사보다는 낮았다. 고정원의 위치에 따른 절치치관의 전방이동량은 제2소구치 또는 제 2유구치가 고정원으로 사용되었을 때 다소 적은 량의 전방이동을 나타냈으나 통계학적인 유의성은 존재하지 않았다.

이 연구에서 고정원의 소실은 평균 1.34±1.40mm였으며, 이는 Byloff와 Ali<sup>18)</sup>의 1.63mm, 그리고 자석을 사용한 Bondermark 등<sup>9)</sup>의 1.5mm보다 다소 적은 양상을 보였다. 또한 본 연구에서 고정원으로 사용된 소구치와 제1대구치 사이에 얻어진 전체의 공간중 소구치가 전방이동한 량이 26%를 차지하였으며, 나머지 74%는 순수하게 구치부가 후방이동한 것으로 평가되었다. 이는 Byloff와 Ali<sup>18)</sup>의 71%, 변형된 Nance장

치를 이용한 Gianelly 등<sup>8)</sup>의 연구에서의 80%와 유사한 반면, 같은 장치를 이용한 Itoh 등<sup>19)</sup>의 연구에서는 50~70%였다고 보고한 바 있다. 또한 고정원의 위치에 따른 고정치아의 전방이동량은 제1유구치 또는 제1소구치가 고정원으로 사용되었을 때 1.64±1.64mm, 제2소구치 또는 제2유구치가 고정원일 때 0.83±0.66mm 전방이동함으로써 고정원이 후방쪽으로 이동할수록 전방이동량이 감소하는 것을 볼 수 있었다. 이는 고정원에 전방치아가 많이 포함된 것과 구개측의 acrylic button이 고정원의 전방이동에 저항이 더 크기 때문으로 사료된다.

또한 고정원인 소구치가 0.48±0.99mm 정도 작지만 통계적으로 유의하게 정출된 것이 관찰되었다. Byloff와 Ali<sup>18)</sup>의 연구에서도 0.78mm 정출되었지만 교합평면을 기준으로 할 때는 유의하지 않았다. 또한 절치가 경미하게 정출된 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지 않았다. 이것은 Byloff와 Ali<sup>18)</sup>의 결과와 유사하였다.

치아의 원심이동으로 인한 썩기 효과를 평가하기 위한 구개평면과 하악 평면과의 각은 0.5도 유의하게 증가하였다 (P<0.05). Ghosh와 Nanda<sup>17)</sup>는 1.09mm의 증가를 보고하였으며 이는 결과적으로 하안면고각을 2.79mm 증가시키는 효과가 있었다고 보고하였다. Hilger<sup>1)</sup>는 개교합 경향이 있는 환자에서는 받거나 headgear와 transpalatal bar를 이용한 치료를 권유한다. 반면 Byloff와 Ali<sup>18)</sup>는 pendulum 장치가 구치의 원심경사와 함입을 유발하지만 교합이개 등을 포함한 어떤 골격 효과도 없다고 주장하였다. 본 연구 결과 비록 적은 량이지만 교합이개를 야기하는 것이 관찰되어 이개교합 경향이 있는 환자에서는 장치의 사용을 신중히 검토해야 할 것으로 사료된다.

본 연구에서 pendulum 장치를 이용한 상악 구치의 후방이동효과는 우수한 것으로 사료되나, 고정원의 소실을 최소화하기 위해 가능하다면 제2유구치 또는 제2소구치를 포함한 제1유구치 또는 제1소구치를 고정원에 포함시키는 것이 필요하다. 또한 제1대구치의 원심경사는 필연적으로 일어나며, 이를 최소화하기 위한 연구가 계속되어야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

II 급 치성교합을 가진 환자에서 pendulum 장치를 이용하여 상악 제1대구치를 원심이동시켜 I 급 구치관계를 형성한 환자의 치료 전·후의 측면두부방사선사진을 비교·분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. I 급 교합관계를 형성하기 위해서는 제1대구치는 평균 2.94±1.54mm 원심이동하였으며, 1.17±0.97mm 함입되었으며, 소요기간은 평균 18.13±7.95일이었다.
2. 고정원으로 사용된 치아는 1.34±1.40mm 유의하게 전방이동하였으며, 0.48±0.99mm 정출되었다. 또한 절치는 유의한 전방이동 및 순측경사가 발생하였다(P<0.05).
3. 구개평면과 하악평면이 이루는 각은 유의한 증가를 보였다(P<0.05).

4. 제1소구치 또는 제1유구치가 고정원으로 이용된 경우 제2소구치 또는 제2유구치가 이용된 경우 보다 전방이동이 증가하였다(P<0.005).
5. 제2대구치의 발육단계에 따른 제1대구치 및 제2대구치의 이동양상은 어떤 항목과도 유의성이 없었다(P>0.05).
6. 총 공간 중 74%는 제1대구치의 원심이동이, 26%는 소구치의 전방이동으로 구성되었다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 pendulum 장치는 상악 대구치의 원심이동에 효과적임을 알 수 있었으며, 고정원의 소실을 최소화하기 위해 제2유구치 또는 제2소구치를 포함한 제1유구치 또는 제1소구치를 고정원에 포함시켜야 한다. 또한 제1대구치의 원심경사는 필연적으로 일어나며, 이를 최소화하기 위한 연구가 요구된다.

참고문헌

1. Hilgers JJ : The pendulum appliance for class II non-compliance therapy. J Clin Orthod 26:706-714, 1992.
2. Mitani H, Brodie AG : Three plane analysis of tooth movement growth and angular changes with cervical traction. Angle Orthod 40:80-94, 1970.
3. Wieslander L : Early or late cervical traction therapy of Class II malocclusion in the mixed dentition. Am J Orthod 67:432-439, 1975.
4. Kurol J, Bjerkin K : Treatment of children with ectopic eruption of the maxillary first permanent molar by cervical traction. Am J Orthod 86:483-492, 1984.
5. Cetlin NM, Ten Hove A : Nonextraction treatment. J Clin Orthod 17:396-413, 1983.
6. Muse DS, Fillman MJ, Emmerson WJ, Mitchell RD : Molar and incisor changes with Wilson rapid molar distally. Am J Orthod Dentofacial Orthop 96:161-167, 1989.
7. Tweed CH : Clinical Orthodontics 2. St Louis CV Mosby Co:426-436, 1996.
8. Gianelly AA, Vaitas AS, Thomas WM : The use of magnets to move molars distally. Am J Orthod Dentofacial Orthop 96:161-167, 1989.
9. Bondermark L, Kurol J, Bernhold M : Repelling magnets versus superelastic nickel-titanium coils in simultaneous distal movement of maxillary first and second molars. Angle Orthod 64:189-198, 1994.
10. Gianelly AA : Distal movement of the maxillary molars. Am J Orthod Dentofacial Orthop 114:66-72, 1998.
11. Ten Hove A : Palatal bar and lip bumper in nonex-

- traction treatment. *J Clin Orthod* 19:272-291, 1985.
12. Gianelly AA, Bednar J, Dietz VS : Japanese Ni Ti coils used to move molars distally. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 99:564-566, 1991.
  13. Pancherz H, Anehus-Pancherz M : The Headgear effect of the Herbst appliance : a cephalometric long-term study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 103:510-520, 1993.
  14. 김문현 · 이지연 · 백병주 : Pendulum appliance를 이용한 상악 대구치 후방이동에 관한 치험례. *대한소아치과학회지* 20:430-442, 1993.
  15. Wong AMK, Rabie ABM : The use of pendulum appliance in the treatment of class II malocclusion. *British Dent J* 187:367-370, 1999.
  16. Snodgrass DJ : A fixed appliance for maxillary expansion, molar rotation, and molar distalization. *J Clin Orthod* 30:156-159, 1996.
  17. Ghosh J, Nanda RS : Evaluation of an intraoral maxillary molar distalization technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 110:639-646, 1996.
  18. Byloff FK, Ali DM : Distal molar movement using the pendulum appliance. part 1 : clinical and radiological evaluation. *Angle Orthod* 67:249-260, 1997.
  19. Itoh T, Tokuda T, Kiyosue S, et al. : Molar distalization with repelling magnets. *J Clin Orthod* 25:611-617, 1991.

## Abstract

## THE EFFECT OF DISTAL MOVEMENT OF UPPER MOLAR USING THE PENDULUM APPLIANCE

Chang-Seop Lee, Jae-Gwang Kim, Dug-il Kang, Kwang-chul Song, Hyun-ku Jung, Sang-Ho Lee

*Department of Pediatric Dentistry, Oral Biology Institute, College of Dentistry, Chosun University*

Treatment of class II malocclusions require distalization of maxillary molars into class I relationship. Intra-arch distal molar movement techniques have recently assumed an important role in young patients. In this study, the dental and skeletal effects of the pendulum appliance were evaluated by means of cephalometric radiographs. The samples were consisted of 19 patients: 11 females and 8 males, mean age  $11.68 \pm 1.52$  years. Measurements were obtained from cephalometric prior to and the day of removal of the pendulum appliance. Treatment changes were analyzed.

The following results were obtain:

1. The pendulum appliance produced  $2.94 \pm 1.54$ mm distal molar movement with a mean intrusion of  $1.17 \pm 0.97$ mm, mean period  $18.13 \pm 7.95$  weeks.
2. The anchor tooth was  $1.34 \pm 1.40$ mm forward movement and  $0.48 \pm 0.99$ mm extrusion, and labial tilting of incisors.
3. The angle between palatal plane and mandibular plane increased significantly.
4. There was no significant difference in according to 2nd molar position.
5. Total movement was consisted of 74% distal movement of 1st molar and 26% forward movement of the anchor tooth

**Key words** : Class II malocclusion, Distal molar movement, Pendulum appliance