

3종류의 구치부 Uprighting Spring의 초기응력분포에 관한 광탄성학적 연구

전 윤 식¹⁾

I. 서 론

하악제1대구치가 조기상실 되어 하악 제2및 제3대구치가 근심경사를 보이는 경우를 우리는 임상에서 흔히 접하게 된다. 더구나 이러한 경우 대합치의 정출로 인해 경사진 구치부의 교합평면을 다시 형성해 주기 위해서는 우선적으로 근심경사된 치아의 직립및 이미 정출된 대합치의 삭제를 고려해야 한다. 근심경사된 구치부를 바로 세워야 하는 이유는 Kratochvil¹⁶⁾과 Caputo⁶⁾, Chasens⁸⁾, Hirschfeld¹²⁾, Marks와 Corn¹⁷⁾, Glickman⁹⁾, Reynolds¹⁹⁾, Tylman²³⁾ 등의 여러 실험 및 임상경험등을 통해 이미 입증되었기 때문에 많은 구치부 직립장치가 개발, 소개되어왔고 임상에서 널리 이용되고있다. 이러한 장치중에는 helical uprighting spring, open coil with base arch wire, T-loop spring, double T-loop spring, Broussard가 소개한 uprighting spring 등이 있다. 그러나 이러한 장치들은 근심경사된 구치부를 단순히 바로세우는데에만 역점을 두었기 때문에 근심경사된 치아의 주변 치주조직의 상태를 고려한다면 치아를 어떠한 이동형태로 세워줄 것인가를 치료계획 수립시 반드시 포함시켜야 함과 동시에 치료계획에 맞는 uprighting spring을 선택해야 한다^{3,14,15)}. 즉 치관직립, 치근직립, 아니면 치관-치근직립의 혼합형 여부를 치

료시작 전에 치료계획에 포함시켜야 하며 만약 치아가 오랫동안 근심경사 되어있었다면 다음 몇가지 사항을 염두에 두어야 한다. 첫째는 근심경사된 치아의 치근단 및 치근분지부 병소유무 (furcation involvement), 둘째는 발치된 구치부 위의 치조골의 협설측 두께정도, 셋째는 근심경사된 치아의 근심측 loss of attachment의 양, 등이다. 치아에 교정력이 가해질때 치근막과 치조골에 발생하는 응력을 분석하는 방법으로 strain gauge법, 유한요소법, 광탄성법 등이 있는데 그 중 광탄성법은 모형내부에 발생하는 응력분포의 양상을 한 눈에 볼 수 있는 비교적 객관적인 방법이다. 특히 광탄성법은 1935년에 Zak²⁶⁾가 치과 영역에 널리 소개한 후 Chaconas⁷⁾, Caputo⁶⁾, Brodsky²⁾, Baeten¹⁾ 등의 연구가 있었으며 국내 교정학 영역에서는 김²⁷⁾이 head gear의 효과를, 염과 이³⁰⁾는 MEAW의 응력분포를, 최와 김³²⁾은 molar uprighting spring의 응력분포를 규명하는데 이용하였다. 따라서 본 연구는 이화여자대학교 의과대학 치과학교실 교정과에서 수년간 임상에서 적용하여 온 3 종류의 구치부 직립장치³¹⁾(그림1-A, 1-B)의 효과를 알아보기 위하여 광탄성법으로 비교 분석한 결과를 이에 보고하는 바이다.

접수일자 : 9월 1일

¹⁾ 이화여자대학교 의과대학 치과학교실 교정과 조교수

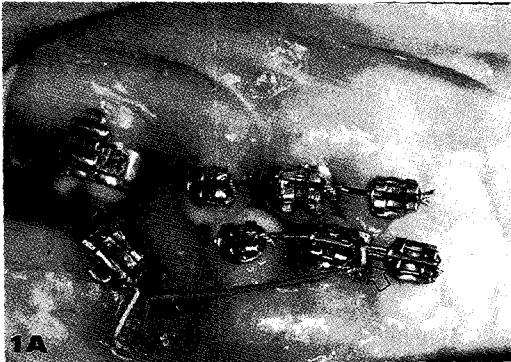


그림1-A. 근심경사된 제2대구치의 치료전 상태 A형의 uprighting spring(공간확보형)을 장착시 loop의 기저부가 좁아져 있고 lever arm의 hook가 전방으로 밀리지 않도록 stop이 형성 되어있음.

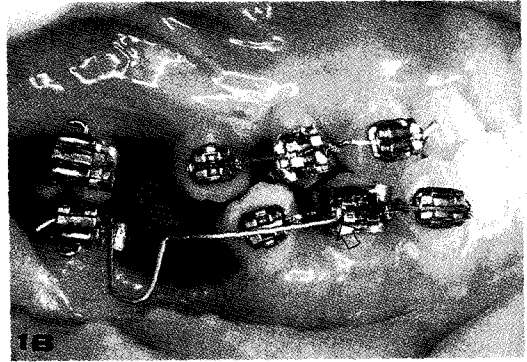


그림1-B. 치료후 제2대구치가 직립된 상태 vertical loop의 base가 많이 벌어지면서 발치 공간이 확보됨. 더 많은 공간확보를 위해 lever arm의 hook를 후방으로 이동시킨 상태.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

1) 치아모형

실험재료로는 두께 4mm의 acrylic 판을 이용하여 하악우측중절치에서 하악우측제 2대구치까지 시상분할면의 형태로 모형을 제작하였다. 치아 크기는 Wheeler²⁴⁾에 의해 계측된 평균적인 치아 크기로 제작하였다.

2) 치조골 모형

하악의 우측 제1대구치가 발거된 상태에서 제 2대구치와 제2 및 제1 소구치, 중절치, 측절치, 견치의 치아모형을 제작한 후 baseplate wax 에 치아길이의 2/3부위를 wax 에 고정하고 치근부 위가 wax에 매몰되도록 하였다. 이때 제2대구치의 근심경사각은 30도가 되도록 하였고 제2소구 치와의 인접 치관거리는 약 7mm 가 되도록 하였다. 제2대구치를 제외한 각 치아사이는 약 2mm 의 간격을 두므로써 응력분포를 보다 잘 관찰하도록 하였다. 이때 치아를 매몰한 wax의 두께는 약 10mm 정도로 일정하게 함으로써 후에 광탄성 응력 분포의 관찰시 두께차에 의한 오차를 줄이

도록 하였다. 후에 광탄성 물질로 대체 될 wax 의 모형의 크기는 가로 150mm, 세로 100mm, 두께 10mm으로 제작하였으며 완성된 치아가 매몰된 wax 모형은 되도록 균일한 폭과 매끈한 면을 얻도록 하였다. 치조골에 해당하는 부위는 교정력과 같은 약한 하중에서도 비교적 응력양상을 잘 관찰할 수 있도록 PL-3 type Epoxy Resin (Measurements Group, INC. U.S.A.) 을 사용하였다. 사용 시 resin 과 hardner 를 1:1.5 의 무게 비로 각각 용기에 담아 52℃ - 56℃ 에서 약 1시간 동안 예열한 후 혼합하여 60℃ (140 °F)에 이를 때 치아가 고정되어있는 mold에 부어 광탄성 모형을 제작하였다.

3) Bracket

Acrylic판으로 만든 치아에는 non-programmed appliance인 .018" slot의 standard edgewise bracket을 사용하였으며 최후방치아인 하악우측 제2대구치에만 tube를 접착시켰다. Bracket 접착을 위해 사용한 재료는 Mono-Lok (RMO, Co) 이었다. 하악우측제2대구치는 근심방향으로 30도의 경사각이 되도록 매몰시켰고 통법으로 facial axis에 수직되게 tube를 위치시켰다. 나머지 치아들은 .017" X .025" stainless steel wire의

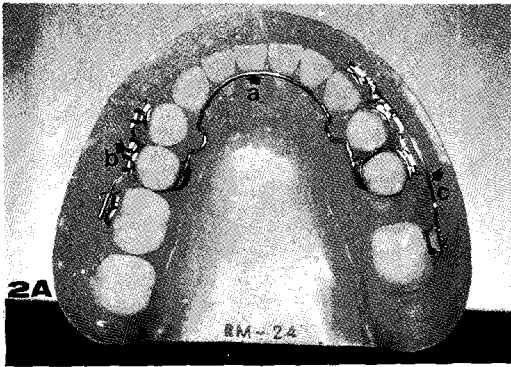


그림2-A. stabilizing arch의 교합면
a. lingual arch b. buccal segment arch
c. uprighting spring

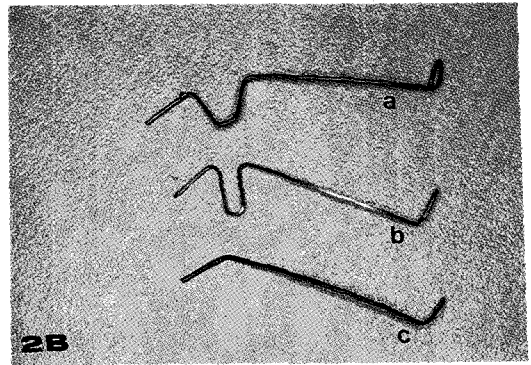


그림2-B. 본실험에 이용된 3종류의 spring
a. A형 spring b. B형 spring c. C형 spring

plain arch가 삽입될 수 있도록 치아에 bracket을 위치시킨 후 접착시켰다.

2. 실험 방법.

1) Stabilizing unit(그림2-A)

저항원으로 이용 될 치아로는 하악 제2및 제1 소구치와 견치로써 이들을 .017" X .025" stainless steel wire로 결찰 하였다. 다만 T-loop를 사용한 continuous arch system에서만 우측제2 소구치부터 우측중절치 까지를 저항원에 포함시켰다. 이때 사용된 교정용 wire는 교정력이 작용하지 않는 straight한 상태로 저항없이 삽입되도록 하였다.

2) Uprighting spring(그림2-B)

Sectional 또는 segment의 형태로 제작된 spring은 .017" X .025" TMA wire^{4,10)}로 작용기전에 따라 3종류로 분류 제작하였으며 이들의 효과를 비교하기 위하여 continuous arch system의 하나인 .017" X .025" TMA wire로 만든 T-loop spring을 사용하였다.

(1) T-loop uprighting spring : 임상에서는 stainless steel wire로 이용되고 있는 장치로써 continuous arch system의 일종이다. 실험재료의 통일성을 위하여 .017" X .025" TMA wire에

T-loop를 제작한 후 하악제2대구치에 삽입하였다. T-loop의 기저폭은 7mm, 높이 7mm으로 제작한 후 40도의 tip-back bend를 주고 tube에 삽입하였다. 이때 cinch back은 형성하지 않았다(그림6).

(2) A형uprighting spring : open vertical loop의 기저폭은 3 mm,높이는 7mm 정도로 제작한 후 tube에 삽입시 bracket 바로 전방에 위치할 TMA wire에 welding stop을 형성해 준다. 그런 다음 loop의 apex를 Tweed loop forming plier로 벌려 loop의 기저폭이 6mm 정도되게 활성화, 즉 40도의 tip-back bend를 형성한 다음(30도의 경사도를 갖는 제2대구치 이므로 실제로 70도의 tip-back 효과가 있음) stabilizing unit의 stop 원심축에 걸게되면 uprighting spring의 lever arm의 hook는 전방으로 빠져나가려는 경향과 동시에 근심경사된 치아를 후방으로 밀어내는 작용이 있게 된다. A형에서는 tube 후방으로 나오는 wire에 cinch back을 형성해주시 않는다(그림 3-A, B).

(3) B형 uprighting spring : loop의 기본형태는 A형과 같이 하되 loop의 원심쪽 wire, 즉 tube에 삽입시 tube 바로 전방에 위치할 wire에 40도의 tip-back bend를 형성하여 실질적으로 70도의 tip-back bend의 효과를 기대할 수 있다. 이때 A

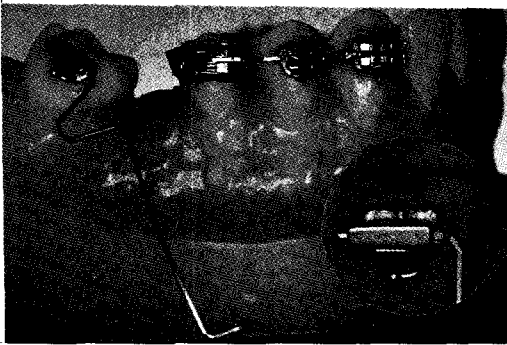


그림3-A. A형spring을 activation후 tube에 삽입한 상태로 loop의 base가 떨어져 있음. 원 내의 확실표는 welding stop을 나타냄

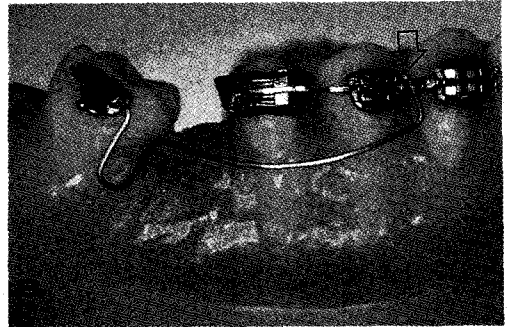


그림3-B. A형spring을 stabilizing unit에 건 상태 lever arm hook 전방에 sliding hook로 만든 stop이 있음

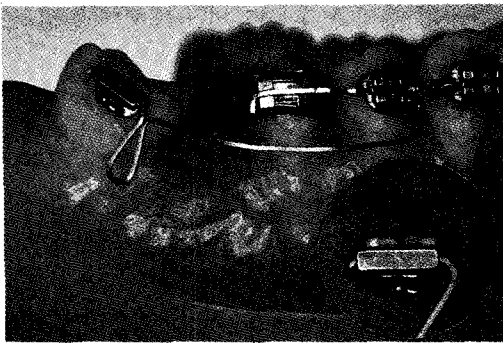


그림4-A. B형spring을 activation 시킨 후 stabilizing unit에 장착시 lever arm hook의 위치는 제1소구치 bracket 바로 전방이되며 이때 loop base는 closing됨

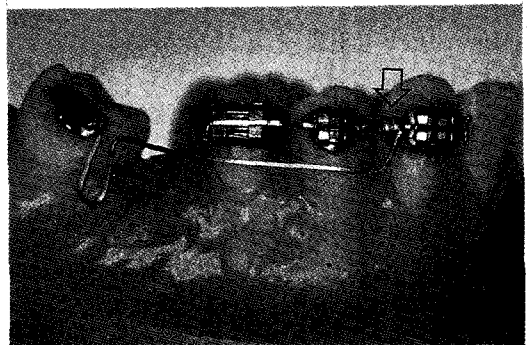


그림4-B. B형spring의 lever arm hook를 전방으로 건인 후 hook가 후방으로 밀리지않도록stop을 형성하였고 loop base는 open됨



그림5-A. C형spring을 activation후 tube에 삽입한 상태로 loop를 제작하지 않았으며 stop, cinch back을 형성하지 않음



그림5-B. C형spring을 stabilizing unit에 위치 시킨 상태로 lever arm hook가 free하도록 stop이 없음

형과의 차이점은 loop의 활성화가 loop의 apex를 벌려줌으로써 활성화 되는 것이 아니다. Lever arm의 hook가 stabilizing unit에 걸릴 때 근심경사된 제2대구치를 원심으로 회전시키는 moment가 발생하나 lever arm의 hook를 전방으로 견인시킨 후 stabilizing unit에 걸어줌으로써 A형과 달리 근심경사된 제2대구치를 전방으로 이동시킴과 동시에 직립효과를 얻을 수 있다. 이때는 tube 후방에 cinch back을 형성해 준다(그림 4-A, B).

(4) C형 uprighting spring : 우리가 흔히 사용하고 있는 canti-lever style의 uprighting spring으로 기존의 stainless steel wire가 아닌 TMA wire로 제작하였으며 A, B형과 달리 loop를 제작하지 않는다. 활성화를 위한 tip-back bend의 양은 약 40도이지만 이미 치아의 경사각이 30도이므로 실질적인 tip-back bend의 양은 A, B형과 같이 70도이다. 이 때도 B형과 마찬가지로 cinch back을 형성해 준다(그림 5-A, B).

위와 같이 제작된 광탄성모형에 T-loop spring을 포함한 4종류의 uprighting spring을 stabilizing unit에 삽입한 후 발생하는 fringe pattern을 관찰하기 위하여 Circular transmission polariscope (Model PA-420, Riken Keiki Fine Instrument Co. Ltd., Japan)을 이용하였고 나타난 응력분포를 ASA 100의 Kodak film에 1/2 노출로 촬영하였다. 응력분포의 양상은 최대주응력과 최소주응력의 차인 전단응력 성분의 크기에 따라 다색상의 반복무늬로 나타나는데 등색선을 추적하여 무늬차 수를 분석하였다. 이러한 등색선은 black / yellow / red / blue-green / yellow / red / green / yellow / red / green 등의 반복된 순서로 나타난다. 무늬차 수를 구하는 방법은 암시야에서 black이 0차, red와 blue / green 사이가 1차, 두번째 red와 green 사이가 2차, 세번째 red와 green 사이가 3차로 점점 증가되는 응력상태를 나타낸다²¹⁾(표 1).

T-loop spring을 제외한 3종류의 uprighting spring의 lever arm이 걸리는 위치는 하악우측

표 1. 색상변화를 통한 fringe pattern을 해석하기 위한 기본 표

Color	Approximate Fringe Order
Black	0
Yellow	0.6
Red	0.9
Purple(Tint of Passage)	1.0
Blue-Green	1.2
Yellow	1.5
Red	1.75
Red/Green Transition	2.0
Green	2.2
Yellow	2.5
Red	2.8
Red/Green Transition	3.0
Green	3.2

견치와 제2소구치 사이를 지나가는 stabilizing arch wire가 되며 A형의 lever arm hook는 전방으로 밀리는 것을 방지하기 위하여 견치와 hook사이에 stop을 위치시키고 B형은 후방으로 미끄러짐을 막기위하여 제2소구치와 hook 사이에 stop을 위치시킨다. C형도 같은 위치에 hook를 위치시키지만 A, B형과는 달리 lever arm hook의 전후방에 어떠한 stop도 위치시키지 않는다. 따라서 A, B형의 uprighting spring이 근심경사된 하악우측제2대구치에 가해지는 수직교정력(vertical force)은 같으나 C형은 loop를 제작하지 않기 때문에 상대적으로 수직교정력이 클 수 밖에 없고 이러한 결과는 실험을 통해서 입증되었다.

III. 실험 결과

근심경사된 하악제2대구치에 4종류의 uprighting spring을 삽입한 후 치아이동 형태를 협측에서 관찰한 후 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. T-loop spring(그림 6)

하악제2대구치의 근심치근의 치근침을 포함하여 그로부터 치근침 1/3되는 근심면에서 0.9차의

fringe pattern을 나타내었고 치근침에서는 미약한 1차의 fringe pattern을 관찰할 수 있었다. 원심치근의 치근침에서는 상당히 미약한 0.7차의 fringe가 나타났다. 저항원으로 사용된 전치부와 소구치에서는 각 치아의 치조정에서 치근의 중앙부위 까지 이르는 0.6차의 fringe pattern을 보였는데 T-loop와 인접한 제2소구치와 wire의 끝이 걸리는 중절치의 원심면이 다른 치아에 비해 더 넓고 균일한 응력분포를 보였고 중절치, 측절치, 제1및 제2소구치의 치근단에서도 0.6차의 fringe pattern을 나타냈다. 대구치의 원심치근보다 근심치근에서 더 넓게 나타난 응력분포로 보아 T-loop spring의 초기작용은 치근을 근심방향으로 견인하는 형태의 장치로 생각된다. 다른 3가지의 spring과 달리 나타난 fringe의 양상이 미약한 것은 T-loop를 제작함으로써 wire의 교정력이 낮아졌기 때문인 것으로 생각된다.

2. A형 uprighting spring(그림 7)

하악제2대구치의 원심치근 부위가 근심치근부위보다 더 강한 응력분포를 보였다. 원심치근의 치근단에서는 1.75차의 fringe pattern이 나타났고 중앙부위는 비교적 넓은 범위로 0.9차를, 치조정에서는 1.2차의 fringe pattern을 보였다. 근심치근의 치근면과 치근침에서는 상당히 미약한 0.9차의 fringe pattern을 보였다. 저항원에 해당하는 중절치, 측절치는 wire가 삽입되지 않았기 때문에 전혀 fringe pattern이 나타나지 않았고 lever arm의 hook가 걸리는 견치와 제1소구치 사이의 치조정과 제2소구치 원심면, 그리고 견치와 제 1, 2 소구치의 치근침에서 0.6차의 fringe pattern을 보였다. 이러한 fringe 양상으로 미루어 볼 때 A형의 uprighting spring은 치아를 후방으로 밀어냄과 동시에 치아를 바로세우는 효과가 있는것으로 보인다.

3. B형 uprighting spring(그림 8)

하악제2대구치의 근심치근부위가 원심치근부위에 비해 더 강한 응력분포를 보였다. 근심치근

에서는 근심치근의 근심측의 중간부위가 1.2차의 fringe를, 치근침에서는 1.75차의 fringe pattern을 보였으며 치조정에서는 미약한 0.9차의 fringe를 보였다. 원심치근에 나타난 fringe pattern은 치근단에서 미약한 1.3 차의 fringe pattern을, 원심치근면에 미약하지만 비교적 균일한 0.9차의 fringe pattern을 나타냈지만 근심치근에 비해 상대적으로 약하게 나타났다. 중절치, 측절치에서의 응력변화는 나타나지 않았으며 견치와 제1소구치 사이의 치조정에서 0.9차의 fringe pattern이 나타났고 견치와 제1소구치의 치근단에서는 0.6차의 fringe pattern이 나타났다. 이러한 양상으로 미루어 B형 uprighting spring은 A형에 비해 근심경사된 구치가 전방으로 이동됨과 동시에 구치를 바로세우는 효과가 있는것으로 보인다.

4. C형 uprighting spring(그림 9)

A형과 B형의 uprighting spring에서 관찰할 수 있는 fringe pattern이 혼합된 형태로 나타났다. 제2대구치의 근원심 치근의 모든 부위에서 비교적 광범위한 2차의 fringe가 나타났는데 이는 마치 mulberry의 모양과 비슷하였다. 근심치근의 근심측 중간부위에서 부터 치근침을 지난 부위까지 강한 2.0차의 fringe pattern을 보였으며 원심치근의 원심측에도 치조정에서 부터 치근침에 이르는부위까지 1.5에서 1.75차의 fringe pattern을 보였으나 근심치근에 비해서는 상대적으로 약하게 나타났다. 중절치와 측절치는 A, B형에서와 같이 0차의 fringe pattern을 보였으며 견치와 제1, 2 소구치 사이의 치조정에서 0.7차를, 치근침에서 0.6차의 fringe pattern을 보였다. 이러한 fringe의 양상으로 미루어 A형이 조절된 경사이동(controlled tipping)이고 B형이 치근이동(root movement) 이라면 C형은 uncontrolled tipping의 양상을 보인다고 할 수 있다.

일반적으로 T-loop spring을 제외한 A, B, C형에서 lever arm 이 걸리는 견치와 제1소구치 사이의 치조정이 제1, 2 소구치 사이보다 좀 더 강한 fringe pattern을 보였다. 이는 lever arm이 해

당부위를 압하하는 것으로 생각된다.

IV. 총괄 및 고찰

근심경사된 구치부를 바로세우는 목적은 치아를 정상적인 치축관계와 이상적인 위치로 수복해 줌으로써 염증성 치주질환과 외상성 교합을 예방해 주기 위함이다. 근심경사된 구치부를 바로 세우면 지대치 형성시 치수의 노출을 감소시켜 근관치료의 가능성을 줄이고 보철물의 삽입경로가 치근의 장축과 평행하게 되므로 지대치의 삭제량을 최소로 할 수 있으며 양호한 가공치 설계를 할 수 있다.²⁰⁾

발치부위 치조골의 협설측 두께가 이미 좁아져 있는 경우에는 하악제2대구치의 근심이동으로 공간폐쇄를 시도하는 것은 바람직하지 않으며 설령 많은 시간과 노력으로 성공할지라도 치간공극(proximal embrasure)이 넓어져 치태침착으로 인한 치주질환의 진행이 염려될 수도 있다. 이런 경우에는 오히려 치아를 후방으로 이동시켜 공간을 확보한 후 fixed bridge로 유도함이 바람직하다.^{18,25)} 이미 근심경사된 하악 제2대구치의 근심측에 loss of attachment 정도가 심하다면 치근직립을 통한 공간폐쇄는 오히려 치주질환을 유도하는 방법이므로 이때는 치관직립을 시도하되 후에 보철물(pontic)이 제작될 수 있는 정도의 공간확보가 필수적이다. 이때에는 치아 정출이 반드시 동반되므로 치관삭제를 피할 수 없다. 결국 이러한 치관직립이 치주질환의 개선은 물론 보철물제작에 유리한 치관치근 비율을 개선시킬 수 있다. 그러나 Graber¹¹⁾는 결손된 하악제1대구치를 치료하는 방법으로서 구치부의 공간폐쇄는 불가능하다고 하였고 무치악 치조능선이 협설측으로 좁아져있는 경우 치조골의 상실, 치은열개 및 불완전한 공간폐쇄가 이루어지기 때문에 치관의 원심이동에 의한 구치부 바로 세움을 주장한 반면 Hom이나 Turley¹³⁾는 제1대구치의 공간폐쇄가 바람직하다고 주장하는 등 논란의 대상이 되고있다.

치아를 바로세우는데에는 지렛대의 원리, 즉 moment의 개념을 응용하는 것이 바람직하기 때

문에 continuous arch system 보다 segmented 또는 sectional arch의 개념이 유리하다.^{5,28,29)} 일반적으로 한개의 대구치를 치관직립 시키기 위해서는 1200 - 1500 gm.mm의 moment가 필요한데 이때 이용하는 moment arm의 길이가 30mm 정도라면 해당치아에 가해지는 수직적 교정력은 약 27 - 40 gm정도이다. 이 정도의 교정력이라면 치아에 손상없이 대구치를 바로 세울 수 있다. 최근의 논문에 소개된 4종류의 spring은 모두 근심치근면과 근원심 치근단에만 응력이 발생하였고 응력의 크기는 약간의 차이를 보였지만 비교적 균일하게 관찰되어 치근면과 치주조직에 큰 손상없이 치아를 직립시킬 수 있는 장치라 하였다.^{22,32)} 그는 또한 modified T-loop spring을 제외한 모든 경우에서 제2대구치의 정출력이 발생하여 외상성교합으로 인한 교합조정이 필요하다고 하였다. 임상에서 널리 사용하는 continuous arch system으로 제작된 spring이라면 대개 근심경사된 대구치 앞에 tip-back bend를 형성함으로써 치아를 바로 세우려 한다. 그러나 제2대구치와 제 1, 2소구치의 배열상태를 보면 plain arch가 삽입될 수 없어 이에 따른 다양한 형태의 loop를 형성하거나 탄성이 높은 wire를 선택하게 된다. 결국 loop 후방에 형성한 tip-back bend는 Burstone⁵⁾이 언급한 T-loop mechanism에서와 같이 공간을 폐쇄시키려는 작용을 갖게되므로 공간을 확보함과 동시에 치아를 직립시키려는 치료계획을 세웠다면 본 실험에 이용된 A형의 uprighting spring을 고려해야 할 것이다. 또한 continuous arch system으로 치아를 원심이동 시키고자 한다면 최후방치아의 tube 후방으로 이동시키고자 하는 양 만큼의 wire를 연장시켜야 하는데 이는 오히려 구치부 후방의 주위 구강점막에 해를 줄 수도 있어 바람직하지 않다. 근심 경사된 구치를 바로 세울때에는 sectional arch system이 우선 고려되어야 한다고 본다. 본 실험에서 나타난 바와 같이 T-loop spring이 가장 낮은 응력분포를 보였고 loop없는 spring이 가장 큰 응력분포를 보였는데 이는 loop를 형성해 줌으로써 wire의 길이가 증가하여 치아에 가해지는 교정력이 낮아지기 때문이다. T-loop

spring의 fringe pattern이 가장 약하게 나타난 것은 치아에 가해지는 교정력이 다른 spring에 비해 약하게 나타난 것이며 이는 치근흡수 등의 부작용은 예방할 수 있으나 치아를 바로세우기 위한 최소한의 moment를 얻기에는 가장 불리하다고 할 수 있다. 따라서 T-loop spring을 사용하면 load deflection rate가 높은 wire를 선택하는 것이 바람직하다고 생각한다. A형과 B형은 그 fringe pattern의 크기나 양상이 비슷한데 비해 C형은 loop가 없는 spring이기 때문에 A, B형에 비해 크고 광범위하게 나타난 것으로 생각된다. 치아에 가해지는 교정력은 술자가 wire의 재료, 굵기 및 단면의 선택과 길이를 조절해줌으로써 증감할 수 있지만 치아를 어떠한 형태로 움직일 것인가는 실험결과에서 나타난 바와 같이 loop의 어느부위를 어떻게 activation 시킬 것인가를 고려해야 한다. 다만 근심경사된 대구치와 저항원으로 이용하는 전치부 및 소구치부위에 손상을 최소화하며 구치의 직립을 극대화 하기 위한 장치의 연구와 개발이 계속되어야 할 것으로 생각된다.

V. 결 론

근심 경사된 하악우측 제2대구치를 바로 세우는데 있어서 치아이동 형태에 따른 uprighting spring을 .017" X .025" TMA wire로 T-loop spring, A형, B형, C형 uprighting spring으로 설계, 제작하고 이러한 장치의 효과를 확인하기 위하여 하악 우측부를 단순화 시킨 광탄성 모형을 제작한 후 응력분포 양상을 2차원 광탄성법을 이용하여 비교 분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. A형 uprighting spring은 근심치근 보다 원심치근에서 더 큰 fringe pattern을 보여 치아의 원심이동이 기대되는 공간확보형(space regaining type)의 치아직립장치로 보였다.
2. B형 uprighting spring은 원심치근 보다 근심치근에서 더 큰 fringe pattern을 보여 치아의 근심이동이 기대되는 공간폐쇄형(space clos-

ing type)의 치아직립장치로 보였다.

3. C형 uprighting spring은 근원심치근 모두에서 A형과 B형보다 큰 fringe pattern을 보여 치관의 원심이동과 치근의 근심이동이 기대되는 부분 공간확보형(partial space regaining type)의 치아직립장치로 보였다.

참 고 문 헌

1. Baeten, L.R.: Canine retraction : A photoelastic study, *Am. J. Orthod.*, 67:11-23, 1975
2. Brodsky, J. F.: Root tipping: A photo elastic histopathologic correlation, *Am. J. Orthod.*, 67:11-23, 1975
3. Brown, I. S.: The effect of orthodontic therapy on certain types of periodontal defects, I. Clinical findings, *J. Periodontol.*, 44:742-756, 1973
4. Burstone, C. J. and Goldberg, J.: Beta-titanium : A new orthodontic alloy, *Am. J. Orthod.*, 7:121-132, 1980
5. Burstone, C. J.: The segmented arch approach to space closure, *Am. J. Orthod.* 82:361-378, 1982
6. Caputo, A. A.: Photoelastic visualization of orthodontic forces during canine retraction, *Am. J. Orthod.*, 65:250-259, 1974
7. Chaconas, S. J.: Effects of wire size, loop configuration and gabbling on canine retraction springs, *Am. J. Orthod.*, 65:58-71, 1974
8. Chasens, A.: Indications and contraindications for adult tooth movement, *Dent. Clin. Nort. Am.* July, p423, 1972
9. Glickman, I., Roeber, F. W., Brion, M., and Pameijer, J. H. N.: Photoelastic analysis of internal stresses in the periodontium created by occlusal forces, *J. Periodontol.*, 41:30-35, 1970
10. Goldberg, J. and Burstone, C. J.: An evaluation of beta titanium alloys for use in orthodontic appliances, *J. Dent. Res.* 58:593-600, 1979
11. Graber, T.M.: *Orthodontics: Principles and Practice.* 3rd ed., Philadelphia, W.B. Saunders Company, 866-876, 1972
12. Hirschfeld, L.: Tooth repositioning as an adjunct to oral rehabilitation. *Dent. Clin. Nort. Am.* Nov., p 737, 1963
13. Hom, B. M., and Turley, P. K.: The effects of space

- closure of the mandibular first molar area in adults, *Am. J. Orthod.*, 85:457-469, 1984
14. Khuow, F. E., and Norton, L. A.: The mechanism of fixed molar uprighting. *J. Prosthet. Dent.*, 27:381-389, 1972
 15. Kraal, J. H., Diglancinto, J. J., Dail, R. A., Lemmerman, K., and Peden, J. W.: Periodontal conditions in patients after molar uprighting, *J. Prosthet. Dent.*, 43:156-167, 1980
 16. Kratochvil, F.J., and Caputo, A. A.: Photoelastic study analysis of pressure on teeth and bone supporting removable partial dentures, *J. Prosthet. Dent.*, 32:52-59, 1974
 17. Marks, M., and Corn, H.: The role of tooth movement in periodontal therapy, *Dent. Clin. Nort. Am.*, Jan, p229, 1969
 18. Orton, H. S., and Jones, S. P.: Correction of mesially impacted lower second and third molars, *J. Clin. Orthod.*, 21:176-181, 1987
 19. Reynolds, J. M.: Abutment selection for fixed prosthodontics, *J. Prosthet. Dent.*, 19:483-488, 1968
 20. Roberts, W. W., Chacker, F. M., and Burstone, C. J.: A segmental approach to mandibular molar uprighting, *Am. J. Orthodont.*, 81:177-184, 1982
 21. Tech Note : Introduction to stress analysis by the photostress method, Measurements Group, INC., North Carolina, pp.1-12, 1981
 22. Tuncay, O. C., Biggerstaff, R. H., Cutcliffe, J. C., and Berkowitz, J.: Molar uprighting with T-loop springs. *J. Am. Dent. Assoc.*, 100:863-866, 1980
 23. Tylman, S.: Crown and bridge prosthesis. The C. V. Mosby Co., St. Louis, p. 20, 1974
 24. Wheeler, R. C.: Dental anatomy, physiology and occlusion, 5th ed., Philadelphia, W. B. Saunders Company, pp. 172-298, 1974
 25. Vanarsdall, R.L.: Uprighting the inclined mandibular molar in preparation for restorative treatment. Continuing education series, vol. 1, No. 2, University of Pennsylvania, School of dental medicine, 1977
 26. Zak, B.: Photoelastic analysis in der Orthodontischen Mechanik, *Oesterr. Z. Stomatol.*, 33:22-37, 1935
 27. 김광호 : 각종의 head gear를 사용한 정형력이 두개 안면골에 미치는 영향에 대한 광탄성학적 연구, *대한치과교정학회지*, 16:71-84, 1986
 28. 박영철 : Segmented arch technique을 이용한 최신 교정치료법. *대한치과외과학회지* 24:499, 593, 698, 871, 1986
 29. 박영철 : Segmented arch technique을 이용한 성인환자의 교정치료. *대한치과외과학회지* 27:1-15, 1989
 30. 염정배, 이병태 : Multiloop Edgewise Arch Wire가 야기하는 응력분포에 관한 광탄성학적 연구, *대한치과교정학회지*, 20:357-372, 1990
 31. 전윤식 : 치주질환이 있는 성인환자의 교정치료, *월간치과임상*, 9: 17-25, 1993
 32. 최진휴, 김종철 : Molar uprighting spring에 의해 발생하는 치조골내의 응력분포에 관한 광탄성학적 연구, *대한치과교정학회지*, 21:353-366, 1991

-ABSTRACT-

A PHOTOELASTIC STUDY ON THE INITIAL STRESS DISTRIBUTION BY 3 TYPES OF MOLAR UPRIGHTING SPRING

Youn-Sic Chun

Division of Orthodontics, Department of Dentistry, College of Medicine, Ewha Womans University

The aim of this investigation was to identify which spring is more suitable for uprighting of the 30 degree inclined lower second molar in different situations. Between four different molar uprighting springs which were A, B, C type and T-loop spring, the author tested T-loop spring as a control material and the other springs were experimental group. Each spring was fabricated from .017" X .025" TMA wire and preactivated with 40 degree tip-back bend.

Stabilizing unit included from the lower right central incisor to the lower right second premolar which were made by acrylic resin.

The photoelastic overview of the lower right quadrant showed that stress concentrations were observed in its photoelastic model.

The obtained results were as follows.

1. Higher concentration of compression can be seen clearly at the distal curvature than the mesial of the lower second molar when A type uprighting spring was applied, which can be used as a space regainer.
2. Higher level compression was presented at the mesial root apex area than the distal of the lower second molar in B type uprighting spring, which can be used as a space closer.
3. Areas of higher compression and tension were observed about the mesial and distal root of the lower second molar than A and B type in C type uprighting spring, which can be used as a partial space regainer.

KOREA. J. ORTHOD. 1994 ; 24(3) : 709-719

Key words : uprighting spring, TMA wire, photoelastic model, space regainer, space closer

논문사진부도



그림 6. T-loop uprighting spring

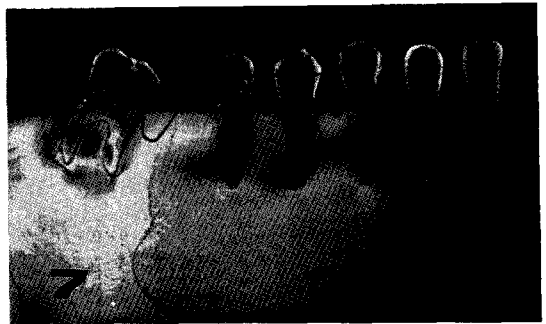


그림 7. A type uprighting spring



그림 8. B type uprighting spring

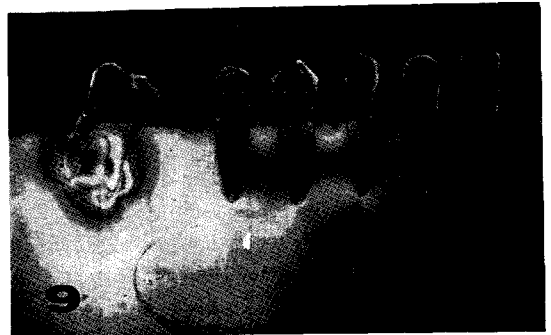


그림 9. C type uprighting spring