

호선에 부여한 loop와 교정용 고무가 치궁만곡도 개선에 미치는 영향에 관한 광탄성학적 연구

이병태¹⁾

I. 서 론

치열의 심한 치궁만곡도는 상하악간 골격의 전후방 부조화로 인해 하악이 상대적 혹은 절대적으로 후방위치하여 하악전치가 과맹출한 II급 부정교합환자에서 흔히 나타난다¹⁾. 대개 이런 경우 anterior component of force가 존재하여 구치부의 치축경사가 전방으로 향하고 있으므로 구치부의 치축을 수직적으로 개선시켜야 하며 그 결과 Curve of Spee가 개선되도록 하여야 한다. 이 등²⁾은 하악의 치궁만곡도 개선에 있어서 효과적인 호선으로는 0.016" 이상의 두꺼운 호선이 사용되어야 하고 호선에 reverse Curve of Spee를 부여하던가 tip back bend를 적절히 가하면 더욱 효과적이라고 하였다. 골격의 부조화가 심하지 않고 구치관계가 II급이나 III급인 경우로 Curve of Spee가 심한 경우에는 교정용 고무의 사용과 함께 구치부의 치축을 개선시켜주는 동시에 치열의 이동도 함께 도모함으로써 치료기간의 단축이나 치료효과면에서 더욱 좋을 것이다³⁾.

Burstone 등⁴⁾, Graber 등⁵⁾은 생물학적인

세포활성도를 높여 양호한 치료결과를 얻기 위해서는 적절하고 지속적인 교정력이 필요하며 이러한 힘을 얻기 위해서는 호선의 하중에 대한 변형도의 감소와 작용영역의 증가에 의해 이루어질 수 있다고 하였다. 호선에 있어 이러한 힘을 얻기 위해서는 호선의 폭경을 감소시키던지 호선의 길이를 증가시켜야 하는데 폭경이 감소되면 교합력에 의한 변형이 쉽게 일어나게 되고 교정용 고무등과 같은 부수적인 교정력 발생장치에 의해 호선이 교합평면을 유지하기 어렵게 된다. 그러므로 호선의 길이증가로 이상적인 탄성을 얻는 것이 바람직하다고 하였다⁶⁾.

Multiloop Edgewise Arch Wire는 견치 원심부위에서부터 제2대구치 근심부위까지 각각의 치아사이에 수직 및 수평의 loop를 형성하므로 호선의 전체길이는 2.5배 정도가 된다. 이러한 결과로 호선의 하중에 대한 변형도가 감소되면서 지속적인 교정력을 얻을 수 있다. 또한 MEAW는 치축경사도 개선과 아울러 수직피개도와 수평피개도 조절을 동시에 할 수 있게 하며 headgear와 같은 복잡한 장치의 사용에 따른 불편감을 감소시키고 조직손상을 막을 수 있어서 특히 개교증례에서 극적인 치료효과를 나타내고 Angle I 급, II급 및 III급 부정교합의 치료에서는 많이 사용되고 있다^{7,8)}.

응력을 분석하기 위해서는 광탄성법과 유한요소법 등이 있는데 광탄성법은 복잡한 구

접수일 : 1993년 9월 1일

¹⁾ : 부산대학교 치과대학 교정학교실, 교수

* 이 논문은 1991년도 교육부지원 한국학술진흥재단의 자유광모(지방대학육성)과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

조물에 생기는 기계적인 내부응력을 가시광선형태로 전환시켜 응력의 위치나 정도를 보는 방법이다. 광탄성법으로는 물체의 전표면에서의 응력분포를 계측할 수 있고 주응력의 방향, 응력의 크기를 쉽게 알아볼 수가 있다.

1935년 Zak⁹⁾가 광탄성을 이용하여 치조골 안에서의 교정력의 영향에 대해 연구한 이후 광탄성을 이용한 응력에 대한 연구가 치과계에서 많이 이루어지고 있으며 대부분이 과도한 교합력을 적용시켜 치근주위의 치조골에 나타나는 응력을 분석 평가하고 있다¹⁰⁻¹⁵⁾.

염과 이³⁾는 MEAW가 치열에 미치는 영향, 김¹⁶⁾은 headgear가 안면골에 미치는 영향, Caputo¹⁷⁾는 견치 견인시에 견치와 대구치에서 나타나는 응력, Brodsky¹⁸⁾는 치근경사시에 나타나는 응력의 분포, Chaconas 등¹⁹⁾은 lingual appliance의 force transmission을, Chaconas²⁰⁾는 견치 견인시에 gabling의 효과에 대해 광탄성을 이용하여 연구 보고하였다.

이에 저자는 하악의 치궁만곡도 개선에 있어 수직고무, II급 고무와 III급 고무등의 교정용 고무가 나타내는 효과를 파악하고자 MEAW에서 loop의 수를 다양화한 호선을 사용하여 교정용 고무를 걸고 그에 따른 응력 분포의 변화를 알아보았다.

II. 연구 재료 및 방법

치관과 치근을 갖춘 인공레진치의 협설면을 제거하여 1/4인치 두께로 평탄하게 만들고 각각의 치관에는 치관의 크기에 맞는 용도의 slot이 0.018 inch인 twin siamese bracket (Tomy orthodontic product.)을 bonding agent (No Mix. Visco Co.)로 부착하였다. Aluminum frame내에서 제2소구치의 치궁만곡도가 5mm되게 하악좌측에 해당하는 인공레진치(중절치, 측절치, 견치, 제1,2소구치, 제1,2대구치)를 배열하였다. Solithane 113 resin (Thiokol Chemical Corporation, Trenton, NJ)

과 촉매제인 cure resin C113-300을 10:7의 비율로 4분동안 섞은 다음 15-20분동안 진공 펌프에서 기포를 제거하여 aluminum frame에 주입하고 5일간 경화시켜 모형판을 만들었다.

사각호선(0.016×0.022 inch)으로 측절치와 견치사이에 실험시 교정용 고무를 걸 수 있게 하기 위해서 hook를 납착한 제2대구치 전방에서 측절치 후방까지 loop의 수를 증가시킨 호선을 장착하여 각 loop에 5도의 tip back bend를 주었을 때와 주지 않았을 때의 교정용 고무의 사용방법에 따른 모형판의 변화를 광탄성응력해석장치(Riken Keiki Fine Instrument Co.)를 이용하여 관찰하고 ASA 1000의 film에 1초의 노출로 촬영하였으며 발생된 응력의 해석에 도움이 될 수 있도록 순수한 함입력, 정출력, 근심력과 원심력을 발생시켜 관찰하고 이를 기준으로 하였다. 제작된 각각의 호선은 90도 F에서 5분간 열처리 하였다.

III. 실험 결과

1. 수직 고무

직선상 호선인 경우에는 중절치에 원심함입력이, 견치에 정출력이 작용하였으며 제1소구치에 정출력이 집중되어 나타났다. 제1대구치에는 원심력이 작용하였으며 제2대구치에는 원심함입력이 작용하였다.

Loop가 1개인 경우 중절치에서는 원심함입력이, 제1소구치에서는 정출력이 증가하였으며 제2소구치 치근에 근심력이 작용하였다. 제1대구치에는 uprighting force가 작용하였으며 제2대구치에는 미약한 함입력이 작용하였다. Loop에 tip back bend를 준 경우 중절치에는 원심함입력이 작용하였고 측절치, 견치, 소구치부에는 전반적으로 정출력이 가해졌으며 대구치부에는 미약한 uprighting force가 작용하였다.

Loop가 2개인 경우에는 중절치에 원심함입력이 작용하였으며 견치와 제1소구치에

미약한 정출력이 작용하였고 제2소구치에는 원심함입력이 가해졌으며 제1대구치에는 미약한 원심력이 작용하였다. Loop에 tip back bend를 주었을 때 중절치에는 원심함입력이 증가하였고 정출력은 견치부위에 집중되었다. 제1대구치에는 원심력이 현저해졌고 제2대구치에는 현저한 uprighting force가 작용하였다.

Loop가 3개인 경우 중절치에는 원심함입력이, 견치에는 정출력이 작용하였으며 제1소구치와 대구치부위에는 미약한 원심력이 작용하였다. Loop에 tip back bend를 준 경우 중절치에는 원심함입력이 견치와 제1소구치에는 정출력이 작용하였으며 제2소구치와 제1,2대구치에는 원심력이 작용하였다.

Loop가 4개인 경우에는 중절치에 미약한 원심함입력이, 측절치와 견치에는 미약한 정출력이 작용하였으며 제1,2대구치에는 미약한 원심력이 작용하였다. Loop에 tip back bend를 준 경우 중절치에는 함입력이, 측절치와 견치에는 미약한 정출력이, 제2소구치와 제1,2대구치에는 원심정출력이 작용하였다.

Loop가 5개인 경우에는 중절치에는 아주 미약한 치근의 원심력이, 측절치와 견치에는 미약한 정출력이, 다른 치아들은 별다른 응력분포의 변화를 보이지 않았다. Loop에 tip back bend를 준 경우 중절치에는 미약한 치근의 원심력이, 견치와 제1소구치에는 미약한 정출력이 작용하였으며 제1,2대구치에는 원심정출력이 작용하였다.

2. 수직고무+Ⅲ급 고무

직선상 호선인 경우 중절치에는 현저한 원심함입력이 작용하였으며 측절치와 견치에는 원심력이 가해졌다. 소구치부에는 미약한 원심력이, 대구치부에는 원심력이 작용하였다.

Loop가 1개인 경우 중절치에는 현저한 함입력과 원심력이 작용하였으며 측절치와 견치에는 원심력이 가해졌다. 소구치부에는 미

약한 원심력이, 대구치부에는 uprighting force가 가해졌으며, loop에 tip back bend를 준 경우 제2대구치에 uprighting force가 현저하게 증가하였다.

Loop가 2개인 경우 중절치에는 현저한 함입력과 원심력이 작용하였으며 측절치와 견치에는 원심력이 가해졌다. 제1소구치에는 원심력이, 제2소구치와 대구치부에는 uprighting force가 가해졌다. Loop에 tip back bend를 준 경우 대구치부에 가해지는 uprighting force는 현저하게 증가하였다.

Loop가 3개인 경우 중절치에는 현저한 원심함입력이 작용하였으며 측절치와 견치에는 원심력이 현저하게 가해졌다. 제1소구치에는 uprighting force가 작용하였고 제2소구치와 제1대구치에는 uprighting force가 미약하게 작용하였으며 제2대구치에는 원심력이 아주 약하게 가해졌다. Loop에 tip back bend를 준 경우 소구치부에는 원심력이 가해졌고 대구치부에는 uprighting force가 작용하였다.

Loop가 4개인 경우 중절치에는 현저한 원심함입력이 작용하였으며 측절치와 견치에는 원심력이 현저하게 가해졌다. 소구치부에는 원심력이, 대구치부에는 uprighting force가 미약하게 작용하였다. Loop에 tip back bend를 준 경우 제2소구치, 대구치부에 가해지는 uprighting force는 증가하였다.

Loop가 5개인 경우에는 중절치에는 현저한 원심함입력이 작용하였으며 측절치와 견치에는 원심력이 현저하게 가해졌다. 소구치부에는 원심력이, 제1대구치에는 미약한 uprighting force가, 제2대구치에는 미약한 원심력이 가해졌다. Loop에 tip back bend를 준 경우 소구치부에서 대구치부로 갈수록 uprighting force는 증가하였다.

3. Ⅲ급 고무

직선상 호선인 경우에는 중절치에 현저한 원심함입력이 가해졌고 측절치와 견치에는 원심력이 작용하였다. 제1소구치에는 미약한

원심정출력이, 제2소구치에는 미약한 원심력이 가해졌으며 대구치부에는 원심력이 가해졌다.

Loop가 1개인 경우에는 중절치에 현저한 원심함입력이 가해졌고 측절치와 견치에는 원심력이 작용하였다. 제1소구치에는 미약한 원심정출력이, 제2소구치에는 미약한 원심력이 가해졌으며 제1대구치에는 *uprighting force*가 가해졌고 제2대구치에는 원심력이 작용하였다. Loop에 *tip back bend*를 준 경우 중절치에 현저한 원심함입력이 가해졌고 측절치와 견치에는 원심력이 작용하였다. 소구치부에는 원심정출력이 작용하였고 대구치부, 특히 제2대구치에 *uprighting force*가 현저하게 가해졌다.

Loop가 2개인 경우 중절치에는 현저한 원심함입력이, 측절치와 견치에는 원심력이 작용하였다. 제1소구치에는 원심정출력이, 제2소구치에는 *uprighting force*가 가해졌으며 대구치부에는 현저한 원심력과 미약한 *uprighting force*가 작용하였다. Loop에 *tip back bend*를 준 경우 대구치부위의 *uprighting force*가 증가하였다.

Loop가 3개인 경우 중절치에는 현저한 원심함입력이 작용하였고 측절치와 견치에는 원심력이 가해졌다. 제1소구치에는 원심정출력이, 제2소구치에는 미약한 *uprighting force*가 작용하였고 대구치부에는 원심력이 작용하였다. Loop에 *tip back bend*를 준 경우 중절치에 가해지는 원심함입력은 증가하였고 측절치와 견치에는 원심력이 가해졌다. 견치와 제1소구치에는 정출력도 동반되었으며 대구치부위에는 원심력과 *uprighting force*가 작용하였다.

Loop가 4개인 경우에는 중절치에 원심함입력이 가해졌으며 측절치에는 원심력이, 견치에는 원심정출력이 작용하였다. 소구치부에는 미약한 *uprighting force*가 가해졌고 대구치부에는 원심력이 작용하였다. Loop에 *tip back bend*를 준 경우 중절치에는 원심함입력이, 측절치에는 원심력이, 견치에는 원심정

출력이 작용하였으며 소구치부, 특히 제2소구치에는 *uprighting force*가 명확하게 작용하였으며 제1대구치에는 원심정출력이, 제2대구치에는 현저한 *uprighting force*가 가해졌다.

Loop가 5개인 경우에는 중절치에는 미약한 함입력과 현저한 원심력이 가해졌으며 측절치와 견치에는 원심력이 작용하였다. 소구치부와 제1대구치에는 미약한 *uprighting force*가 가해졌고 제2대구치에는 미약한 원심력이 작용하였다. Loop에 *tip back bend*를 준 경우 중절치, 측절치 및 견치에는 원심력이 가해졌으며 소구치부에서 대구치부로 갈수록 *uprighting force*가 현저하게 증가하였다.

4. II급 고무

직선상 호선인 경우에는 중절치에는 함입력이 가해졌고 측절치, 견치 및 제1소구치에는 미약한 정출력이 작용하였다. 제2소구치와 제1대구치에는 근심력이 작용하였으며 제2대구치에는 근심정출력이 현저하게 작용하였다.

Loop가 1개인 경우에는 중절치에 함입력이 가해졌고 측절치, 견치 및 제1소구치에는 미약한 정출력이 작용하였다. 제2소구치와 제1대구치에는 근심력이 작용하였으며 제2대구치에는 근심정출력이 현저하게 작용하였다. Loop에 *tip back bend*를 준 경우 측절치, 견치 및 제1소구치에 가해지는 정출력은 증가하였으며 제2대구치부위의 근심정출력은 근심력이 약간 감소경향을 보였다.

Loop가 2개인 경우에는 중절치에는 함입력이 작용하였으며 견치에 미약한 정출력이 가해졌다. 제2소구치와 제1대구치에는 근심력이 작용하였으며 제2대구치에는 근심정출력이 가해졌다. Loop에 *tip back bend*를 준 경우 제1대구치에는 근심력보다는 *uprighting force*가 가해졌고 제2대구치에는 치아전체에 근심력이 가해졌다.

Loop가 3개인 경우에는 중절치에는 함입력이 가해졌고 측절치에는 미약한 정출력이

작용하였다. 제1소구치에는 미약한 근심력이 가해졌으며 제2소구치에는 미약한 함입력이 작용하였다. 제2대구치에는 근심정출력이 현저하게 작용하였으며, loop에 tip back bend를 주었을 때 중절치에는 함입력이 작용하였고 측절치, 견치 및 제1소구치에는 미약한 정출력이 가해졌고 제2대구치에는 근심경사정출력이 감소하였다.

Loop가 4개인 경우에는 중절치에 미약한 함입력이 작용하였고 측절치에는 미약한 정출력이 가해졌다. 제2소구치와 제1대구치에는 미약한 근심경사력이 가해졌고 제2대구치에는 근심경사정출력이 현저하게 작용하였다. Loop에 tip back bend를 준 경우 제1대구치에 가해지는 근심경사력은 uprighting force로 변화되었으며 제2대구치의 근심경사정출력은 감소하였다.

Loop가 5개인 경우 중절치에는 함입력이 작용하였고 측절치에는 미약한 정출력이 작용하였다. 제2대구치에는 근심경사정출력이 현저하게 작용하였다. Loop에 tip back bend를 준 경우 중절치에는 함입력이 작용하였고 측절치, 견치 및 소구치부에는 미약한 정출력이 가해졌다. 제1대구치에는 미약한 uprighting force가 가해졌으며 제2대구치에는 치아전체에 근심력이 가해졌다.

5. II급 고무×수직 고무

직선상 호선인 경우에는 전치부에 근심력이 작용하면서 중절치에 함입력이 가해졌으며 견치에는 정출력이 가해졌다. 소구치부에는 근심력과 함입력이 작용하였으며 제1대구치에는 근심력이, 제2대구치에는 현저한 근심정출력이 작용하였다.

Loop가 1개인 경우에는 전치부에 근심력이 작용하면서 중절치에는 함입력이 가해졌고 견치에는 정출력이 가해졌다. 소구치부에는 근심력과 미약한 함입력이 작용하였으며 제1대구치에는 근심력 및 미약한 uprighting force가 가해졌고 제2대구치에는 현저한 근심

정출경사력이 작용하였다. Loop에 tip back bend를 준 경우 제2대구치에 가해지는 경사력은 감소하는 경향을 보였다.

Loop가 2개인 경우에는 전치부에 근심력이 작용하면서 중절치에 함입력이 가해졌고 견치에는 정출력이 작용하였다. 제2소구치에는 근심함입력이 가해졌으며 제1대구치에는 근심력 및 미약한 uprighting force가 작용하였다. 제2대구치에는 현저한 근심정출경사력이 가해졌다. Loop에 tip back bend를 준 경우 제1대구치에 가해지는 uprighting force는 증가하였으며 제2대구치의 경사력이 치체력으로 변하였다.

Loop가 3개인 경우에는 전치부에 근심력이 작용하면서 중절치에 함입력이 가해졌다. 견치에는 정출력이 가해졌으며 소구치부에는 근심함입력이 작용하였다. 제1대구치에는 미약한 근심력이 가해졌으며 측절치와 견치에는 정출력이 작용하였다. 제1소구치에는 미약한 원심력이, 제2소구치에는 근심력이 가해졌다. 제1대구치에는 미약한 uprighting force가 가해졌고 제2대구치에는 근심정출력이 작용하면서 경사력은 감소하였다.

Loop가 4개인 경우에는 전치부에는 미약한 근심력이 작용하면서 중절치에 가해지는 함입력은 미약하게 나타났다. 측절치에는 정출력이 미약하게 가해졌으며 소구치부에는 근심함입력이 작용하였다. 제1대구치에는 근심력과 미약한 uprighting force가 가해졌으며 제2대구치에는 현저한 근심경사정출력이 가해졌다. Loop에 tip back bend를 준 경우 전치부는 비슷하며 제1소구치의 치근에 근심력이 작용하였으며 제2소구치에는 근심력이, 제1대구치에는 근심력과 uprighting force가 증가하였으며 제2대구치에는 근심정출경사력이 현저하게 가해졌다.

Loop가 5개인 경우에는 전치부에 미약한 근심력이 작용하면서 중절치에 함입력이 미약하게 나타났다. 측절치와 견치에 미약한 정출력이 가해졌으며 소구치부에는 미약한 근심함입력이 가해졌다. 제1대구치에는 근심

력이, 제2대구치에는 현저한 근심정출경사력이 가해졌다. Loop에 tip back bend를 준 경우 전치는 비슷한 양상이었으며 전치에 정출력이 나타났다. 소구치부와 제1대구치에는 근심력과 uprighting force가 작용하였으며 제2대구치에는 근심력과 현저한 uprighting force가 가해졌다.

IV. 고 안

MEAW는 하중에 대한 변형도를 감소시킴으로써 약한 힘을 적용할 수 있음으로 인해 치료말기단계에서 생리적인 치아이동을 시킬 수가 있다. 또한 leveling후에 여러가지 목적, 즉 치축경사도의 개선, 수평피개도와 수직피개도의 개선 및 en masse movement에 의한 급속한 구치관계 개선을 목적으로 사용된다⁸⁾. 이 호선은 편측당 5개의 loop를 가지고 있어서 하중에 대한 변형도를 10배 감소시킬 수 있으며 tip back bend는 제1소구치의 근심부 loop에서 부터 시작하여 마지막 대구치쪽으로 진행되며 bend의 양은 Kim⁷⁾은 3내지 5도라 하였고 장⁸⁾은 5 내지 10도 정도라 하였다. 본 연구에서는 구치의 근심경사로 인한 심한 curve of Spee의 개선효과를 관찰하기 위해 오히려 제2대구치 전방에서 부터 축절치 후방쪽으로 loop의 수를 증가시켰다.

수직고무를 걸고 loop의 수를 증가시켰을 때 전치부의 함입력은 감소하면서 대구치부에 가해지는 uprighting force는 소구치부까지 영향이 나타났다. 즉 후방으로 공간을 확보하고 전치부의 위치를 가능한 유지하고자 할 경우에는 수직고무를 사용하여 대구치부터 uprighting 및 원심이동됨으로써 치궁만곡도를 개선시킬 수가 있을 것으로 생각된다.

수직고무와 III급 고무를 걸었을 때 수직고무만을 걸었을 때보다 하악 전치부에 가해지는 정출력이 현저해지고 구치부에 가해지는 원심력 및 uprighting force는 증가하였으며 더군다나 loop의 수가 증가할수록 이러한 힘은 증가하였다. 그러므로 골격성 III급인

환자에서 수술을 거부하거나 그 정도가 미약할 경우에는 수직고무와 III급 고무를 함께 걸게 되면 치열의 후방이동 및 치궁만곡도 개선의 양호한 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

수직고무, 수직고무와 II급 고무의 사용에서 loop가 2개인 경우에 대구치부의 uprighting force가 가장 크게 나타났는데 이것은 치궁만곡도가 제일 깊은 제2소구치 후방에서 tip back bend의 활성도가 가장 크게 나타난 결과로 생각된다.

II급 고무를 걸었을 때 전치부의 근심함입력이 나타나고 대구치부의 근심정출력이 현저하게 나타났는데 loop의 수가 증가할수록 이러한 힘은 증가양상을 보였다. 구치가 근심경사되어 있는 상황에서 II급 고무의 사용은 구치를 더욱 더 근심경사시키고 전치를 근심함입시켜 교합평면이 전하방으로 하강하게 되어 치열의 악간관계가 개선되더라도 전안모 고경이 증가하고 II급 골격관계가 심화되어 안모는 더 나빠질 수 있으므로 치궁만곡도가 심한 II급 골격환자에는 사용시 각별한 주의를 기울이는 것이 좋을 것으로 사료된다.

II급 고무와 수직고무를 걸었을 때도 구치부의 효과는 II급 고무의 사용 때와 유사하며 소구치부는 오히려 정출력보다 함입력이 나타났으므로 치궁만곡도가 더 깊어질 우려가 있는 것으로 나타났다.

V. 결 론

하악의 치궁만곡도 개선에 있어 MEAW에서 교정용 고무의 효과를 파악하고자 L-loop의 수를 변화시키면서 응력분포의 변화를 관찰하였다. 인공치로 만든 하악치열에 치궁만곡도를 제2소구치에 5mm 부여하고 치조골부위를 광탄성 물질인 Solithane 113 레진으로 형성하게 하였다. 각각의 치판에는 slot이 0.018 inch의 bracket를 집착하였다. 0.016×0.022 inch의 각선으로 직선상 호선과

제2대구치 전방에서부터 측절치 후방까지 loop의 수를 증가시키고 각 loop에는 5도의 tip back bend를 부여하여 이를 실험군별로 모형판에 장착, 결찰하여 수직고무, III급 고무, 수직고무와 III급 고무, II급 고무 및 II급 고무와 수직고무를 교정치료에서 사용하는 경우와 맞게 걸어 나타나는 응력의 발생과 변화를 광탄성응력해석장치로 관찰비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 수직고무를 걸고 loop수를 증가시켰을 때 전치부에 가해지는 함입력은 감소하였으며 구치부에 가해지는 uprighting force는 소구치부까지 영향이 나타났다.

2. 수직고무와 III급 고무, III급 고무를 걸고 loop수를 증가시켰을 때 치열의 원심력 및 uprighting force는 현저하게 증가하였다.

3. II급 고무, II급 고무와 수직고무를 걸고 loop의 수를 증가시켰을 때 구치부의 근심경사가 심해지고 전치부에 전하방으로 힘을 가해 치궁만곡도를 더욱 깊게 만들었다.

REFERENCES

1. Mulie, R. M., Hoeve, A. T. : The Limitations of Tooth movement within the Symphysis studied with laminagraphy and standardized occlusal films, *J.Clin. Orthod.*, 10 : 882-899, 1976.
2. 이상국, 이병태 : 치궁만곡도 개선을 위한 교정용 호선이 야기하는 응력분포에 관한 광탄성학적 연구, 부산치대 논문집, 7 : 185-212, 1990.
3. 염정배, 이병태 : Multiloop Edgewise Arch Wire가 야기하는 응력분포에 관한 광탄성학적 연구, 대한치과교정학회지, 20 : 357-372, 1990.
4. Burstone, C. J., Baldwin, J. J. and Lawless, D.T. : The application of continuous forces to orthodontics, *Angle Orthod.*, 31 : 1-14, 1961.
5. Graber, T. M., Swain, B. F. : Current orthodontic concepts and techniques. 2nd edition. 240-242, Philadelphia, W. B.

- Saunders Co., 1975.
6. Kusy, R. P. : Analysis of moment/force ratios in the mechanics of tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 90 : 127-181, 1986.
7. Kim, Y. H. : Anterior openbite and its treatment with Multiloop Edgewise Archwire, *Angle Orthod.*, 57 : 290-321, 1987.
8. 장영일 : 전치개교에 관한 임상적 연구, 대한치과의사협회지, 16 : 35-49, 1986.
9. Zak, B. : Photoelastic analysis in der orthodontischen mechanik, *Oesterr. Z. Stomatol.*, 33 : 22-37, 1935.
10. 조인호 : 총의치 교합형태에 따른 3차원적 광탄성 응력 분석, 대한치과의사협회지, 20 : 945-967, 1982.
11. 김동원, 김영수 : 각종 형태의 골내 임플란트와 해부학적 치형에 관한 광탄성응력 분석, 대한치과의사협회지, 3 : 25-35, 1984.
12. 윤성일, 장익태 : 양측성 유리단 국소의치의 설계 변화에 따른 광탄성 응력분석에 관한 연구, 대한치과의사협회지, 23 : 45-49, 1985.
13. 한동후, 이호용 : 지대치 유지장치 설계에 따른 가철성의 치 하부조직에 가해지는 응력에 관한 광탄성학적 연구, 대한치과의사협회지, 25 : 155-170, 1987.
14. 이희철, 정현근 : 고정가공의치에 대한 하중이 2차 주위 조직에 미치는 광탄성 응력분석, 대한치과의사협회지, 27 : 161-170, 1989.
15. 유운재, 정현근 : 경사진 지대치를 가진 고정가공의치의 지대치 치근주위조직에 발생하는 응력, 대한치과의사협회지, 27 : 49-60, 1989.
16. 김광호 : 각종의 head gear를 사용한 정형력이 두개안면 골에 미치는 영향에 대한 광탄성학적 연구, 대한치과교정학회지, 16 : 71-84, 1986.
17. Caputo, A. A. : Photoelastic visualization of orthodontic forces during canine retraction, *Am. J. Orthod.*, 65 : 250-259, 1974.
18. Brodsky, J. F. : Root tipping : A photoelastic-histopathologic correlation, *Am. J. Orthod.*, 67 : 1-10, 1975.
19. Chaconas, S. J., Caputo, A. A., Brunetto, A. R. : Force Transmission Characteristics of Lingual Appliances, *J. Clin. Orthod.*, 24 : 36-43, 1990.
20. Chaconas, S. J. : Effects of wire size, loop configuration and gabling on canine retraction springs, *Am. J. Orthod.*, 65 : 58-71, 1974.

- ABSTRACT -

**A PHOTOELASTIC STUDY OF THE EFFECT OF LOOPS IN ARCH WIRE
AND ORTHODONTIC ELASTICS IN RELIEF OF CURVE OF SPEE**

Byung-Tae Rhee, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Pusan National University

Multiloop Edgewise Archwire(MEAW) is effective in relief the Curve of Spee in mandibular arch but up & down orthodontic elastics must be used with it. The purpose of this study was to analyse the effect of orthodontic elastics, like as up & down elastics, Class II elastics, and Class III elastics, and the effect of L loop in Multiloop Edgewise Archwire.

1. Intrusive force of MEAW in anterior teeth was reduced and uprighting force in premolars was increased by up & down elastics.
2. Uprighting force was significantly increased with Class III elastics in multiple L loop arch wire.
3. The force of Class II elastics made molars tip mesially and Curve of Spee deep.

KOREA J. ORTHOD 1993 ; 23(4) : 485-492.

Key words : photoelastic study, curve of spee