— 대한치과교정학회지 : Vol. 16, No. 2, 1986 —

Laser holography를 이용한 상악 headgear견인에 따른 안면두개골의 초기반응에 관한 연구

서울대학교 치과대학 교정학교실

김 충 배·양 원 식

-목 차-

Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 연구재료 및 방법
1. 연구재료
2. 연구방법
Ⅲ. 연구결과
Ⅳ. 총괄 및 고안
Ⅴ. 결 론
참고문헌
사진부도

Ⅰ. 서 론

1802년 Cellier에 의해 탈구활자의 치료를 위한 악외 고정장치가 소개된 이래로 Kingsley, Angle, Kloehn등에 의하여 오늘날 치과 교정학 영역에서 빈번히 사용되는 교정장치로 발전되어왔다.[24]

상악 악외 고정장치는 주로 상악구치의 원심이동, 상악골의 전방성장억제, anchorage의 보강수단 등으로 사용되어진다.

사용되는 힘의 크기에 따라 대구치의 원심이동이 가능하고 정형력을 발휘하여 악골성장 저지효과를 가져오기도 한다. 저자에 따라 주장하는 힘의 크기는 차이가 있으나 대략 300~500g정도를 권유하고 있다.[1,12-14,19,20,36] 사용시간에 대해서는 Kloehn[19,20]에 의하면 10~12시간 밤에 착용토록 하고 Poulton[31,32], Ricketts[35,36]에 의하면 12~14시간 사용토록 권고하고 있으며 대부분의 저자들이 14시간 정도의 착용을 권하고 있다. 적용연령에 대해서도 저자들간에 약간의 차이가 있어 Kloehn[19], Wieslander[42]는 혼합치열 초기에, Armstrong[1]은 혼합 치열 말기에 사용토록 하여 보통 사춘기 급성장기 이전에 사용하는 것을 주장하고 있다. 상악 악외고정장치에 의한 교정력이 상악제1대구치에 가해지면 대구치는 치조골내에서 여러가지 움직임을 보인다.[15] 이들의 움직임을 통해서 교정력이 상악골에 전해지면 상악골은 후방으로 압축되든지 상방 또는 하방으로의 회전이 이루어지게 된다.[29,31,32,35] 또한 이같은 힘은 골봉합부를 통과하여 상악골에 인접하는 골들에 전도되어 최종적으로는 두개골 전체에 퍼지게 된다.[42]

종래에 상악악외 고정장치에 관한 응력과 변위를 측정하는 수단으로 광탄성법[7], straingauge법[3], 유한요소 분석법[45]등이 사용되어져 왔으며 많은 성과가 발표되어지고 있다. 그 중에서 광탄성 실험법을 이용해서 Chaconas등[7]은 수종의 headgear를 적용한 결과 cervical type의 headgear가 두개골에 광범위한 교정력의 영향이 미쳤다고 기술 하였다. 한편 straingauge법을 이용한 연구에서는 straight pull, cervical pull type견인에서는 상악골 전방부에는 인장응력이 후방부위에는 압축응력이 나타났으며 상방 30°견인에 의해서는 전후방 모두 압축응력이 나타났다고 보고했다. 국내에서도 이[40]에 의해 유한요소법을 사용하여 headgear가 상악골에 미치는 응력분산에 대한 연구가 있었다.

이와 같이 악외고정장치에 대해서 여러가지 방법에 의해서 상세한 연구가 진행되고 있다. 광탄성법의 경우 특수한 모형에 대해 실험이 행해지며 실제

골격구조를 재현 했다고는 볼 수 없다. strainguage 법의 경우 안면 두개부를 수 많은 점으로 나누어 불연속적인 점의 계측에 의해 해석이 이루어지며 유한 요소법에 경우 역시 여러 element로 분리하여 각기 골육면체에 일정한 탄성계수를 대입하여 computer를 이용한 분석이 이루어지게 되며 상악골을 둘러싼 골봉합부를 구속점으로 설정하게 되어 인접골에 미치는 영향에 대해서는 알 수 없게 된다. 여기서 실물에 대해서 입체적으로 광범위한 영역을 가시적으로 관찰할 수 있는 연구가 바람직하다고 할 수 있다.[1-6,9,21-23]

본 연구에서는 고도로 정확한 holographic interferometry를 이용하여 headgear force에 따라 치조부위와는 거리가 있는 다른 골들과 봉합부에 미치는 영향에 대하여 연구한 결과 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

Ⅱ. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

제 2 대구치가 맹출 완료된 인간의 건조두개골을 사용하여 두개골 고정장치에 modelling compound와 epoxy resin으로 양측 두정골과 후두골에 고정시키고, 상악 제 1 대구치에 double buccal tube를 welding한 교정용 band를 부착하고 순간접착제 (unibond 102, Japan)를 사용해서 치아를 고정시켰다(Fig. 1).

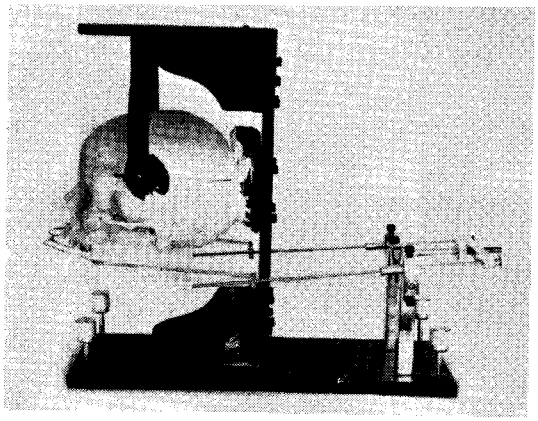


Fig. 1. Dry skull fixed by metal frame prepared with headgear traction.

2. 연구 방법

a. headgear 적용방법

Straight pull type에서 200g, 300g, 400g의 힘을 부여하고, high pull type은 15°, 30° 상방으로 300 g의 힘으로 견인 그리고 cervical pull type에서는 long, medium의 outer bow를 그대로 둔 채 견인선이 교합평면과 30°를 이루도록 견인한 것과 15° 하방, 15° 상방으로 outer bow를 구부린 것에 각각 300g의 힘을 적용하였다(Table 1).

Table 1. Various applications of *headgear traction

types of headgear	angle between otherbow & innerbow	outerbow length	traction amount
a. Straight pull	0°	long	200g
b. Straight pull	0°	long	300g
c. Straight pull	0°	long	400g
d. High pull	15°	long	300g
e. High pull	30°	long	300g
f. Cervical pull	0°	medium	300g
g. Cervical pull	15°	medium	300g
h. Cervical pull	0°	long	300g
i. Cervical pull	-15°	long	300g

* headgear: No. 2 (Grey) DENTAURUM Co. Germany

b. Holography와 Interferometry

실험에 사용된 laser는 He-Ne laser (Model No. GLG5350 NEC, JAPAN)로써 10mW의 출력을 갖고 파장이 6328Å을 나타낸다(Fig. 2).

실험장치로는 진동방지 장치가 된 optical table (Model No. 1341 CHUO precision, industry, Co. Japan)위에서 laser, shutter, beam splitter, spatial filter등을 magnetic base로 고정하여 Fig. 3와 같이 배치하였다. 사용된 film건판으로는 유리판에 감광 emulsion이 coating된 high resolution plate (10E75, Agfa-Gevaert, Belgium)를 사용하였으며 현상및 정착은 통법[18]에 의해 시행되었다. 촬영을 위한 광선

배치는 Fig. 4 와 같다.

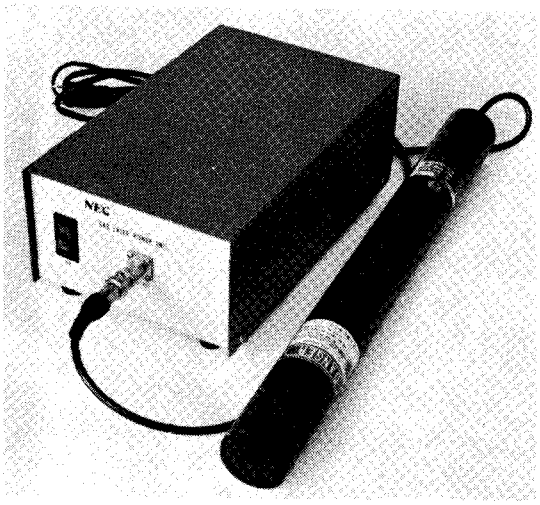


Fig. 2. 10mW He-Ne Laser (Model No. GLG 5350 NEC, JAPAN)

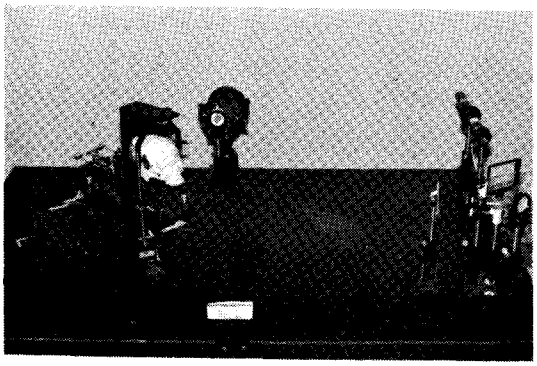


Fig. 3. Holographic equipment and the skull mounted on the antivibration air-suspended table.

Holography란 대상물을 3차원적인 입체상으로 기록할 수 있는 촬영술을 의미하며 laser광선은 beam splitter를 통해 물체광(object beam)과 참조광(reference beam)으로 나뉘며 이는 각각 lens를 통해 확산되어 참조광은 건판에 직접 조사되고 물체광은 대상물에 반사되어 건판에 이르게 된다. 이것이 대상물체를 입체적으로 기록하게 되며 다시 이 건판은 laser를 통해서 육안으로 관찰하게 된다 (Fig. 5).

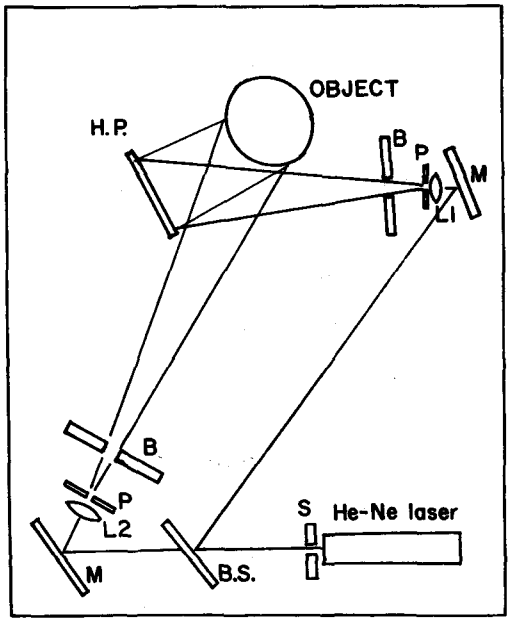


Fig. 4. Schematic representation of hologram recording setup.

H.P.	: holographic plate	M	: mirror
		B.S	: beam splitter
B	: blocking card	S	: shutter
P	: pin hole (for spatial filtering)	L_1	: lens (X40)
		L_2	: lens (X20)

본 연구에서는 이중조사에 의한 interferogram을 촬영하였다. 먼저 힘을 가하지 않은 상태에서 촬영한 후 다시 힘을 가한 상태에서 동일한 film에 이중촬영을 한다면 변형에 따른 간섭호(interference fringe)가 생기게 된다. 그 원리는 두개의 파장이 겹쳐지면 간섭현상이 일어나게 되는데 최상점과 최하점이 만나게 되면 파장이 소멸되고 최상점 끼리나 최하점이 마주치면 증폭된다(Fig. 6).

이런 현상은 그 광선파장의 1/2에 해당하는 경우마다 일어나게 된다. 예를들어 A점이 1/4 파장길이의 변위가 일어나게 되면 Fig. 7에 나타난대로 holographic plate에 도달하는 거리의 증가는 약 1/2파장길이에 해당하므로 한개의 간섭호는 1/4파장 길이의 변화마다 생기게 되어 변위량이 커지면 간섭호의 수가 증가하고 변위방향은 간섭호의 주행방향과 직각을 이루게 된다.

본 연구에서는 두개골의 좌우측이 동일하다는 가정하에 두개골의 우측면만을 촬영한 후 얻어진 int-

erferogram을 통하여 fringe의 주행방향과 밀도를 각 경우에 따라 비교하였다.

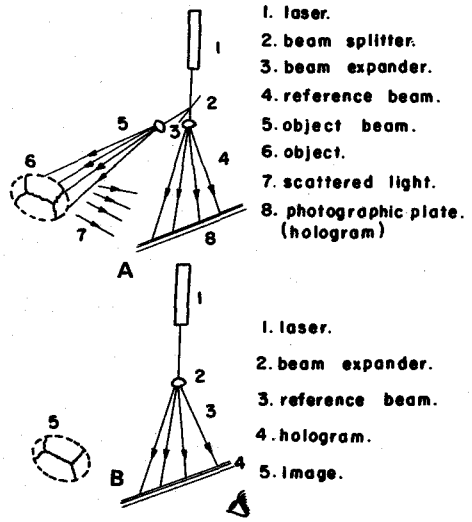


Fig. 5. Holographic technique. A, Recording. B, Reconstruction.

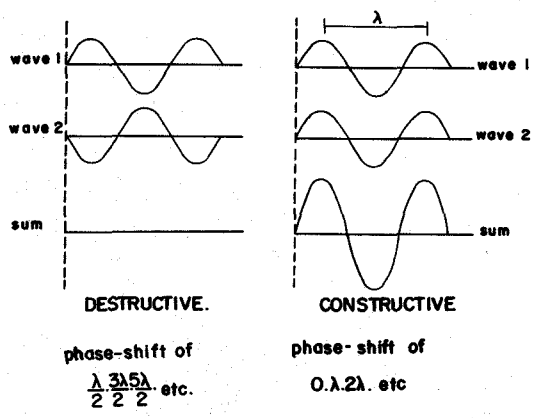
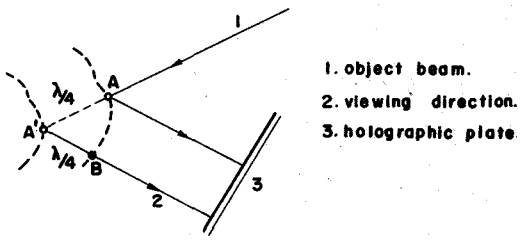


Fig. 6. Diagram illustrating destructive and constructive interference.



The lengthening is $AA' + A'B$ which is nearly $2\frac{\lambda}{4}$

Fig. 7. Change in length of the object beam due to displacement.

Ⅲ. 연 구 결 과

① straight pull

200g, 300g, 400g으로 각기 힘을 달리하여 교합평면과 평행하게 견인한 경우 · 힘의 증가에 따라 fringe의 수가 증가되었다. 협골, 측두골, 접형골의 익상판에도 변위가 일어났으며 각 골들간의 연결부인 봉합부에서 fringe의 주행방향이 달라지고 있으며 대개 한개의 골체내에서 fringe pattern은 평행선을 이루고 있었다(Fig. 8. a, b, c).

② high pull

15°상방, 30°상방으로 300g견인한 경우를 보면 상방 30°의 경우 견인방향과 거의 직각을 이루는 fringe pattern이 조밀하게 상악골에 나타나는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 8. d, e).

③ cervical pull

Outer와 inner bow의 stop길이와 일치시켜 bending하지않은 것과 bending하여 상악제일대구치의 trifurcation area에 위치하도록 하여 교합면과 견인선이 하방 30°각도를 이루도록 하여 300g으로 견인한 결과 trifurcation을 통과하지 않은 것은 하방변위를 나타내는 fringe의 밀도가 높았다(Fig. 8. f, g). outer bow의 길이를 그대로 둔채 견인선이 trifurcation area를 통과시킨 경우에서 300g straight pull의 경우와 매우 흡사한 fringe pattern을 나타냈다. (Fig. 8. b, h). 또한 15°하방으로 변형시켜 견인할 경우는 fringe가 거의 수평으로 진행되며 그 밀도도 매우 조밀하였다(Fig. 8. i).

Ⅳ. 총괄 및 고안

LASER(Light Amplification of Stimulated Emission of Radiation)는 유도방출에 의한 광증폭을 의미하며 이 빛이 갖는 특성은 1. 단색성(momochromaticity) 2. 응집성(coherence) 3. 고휘도(brightness) 4. 광속의 평행성(directionality)을 갖추고 있다. 즉 간단히 말해서 먼 곳까지 가늘게 직진 하는 성질이 있다. laser의 종류는 gas-laser(He-Ne, Ar, CO_2), 고체 laser(Ruby, Nd;Glass), 반도체 laser 등이 있으며 이 중 CO_2 laser는 고출력을 나타내고 있어 발생되는 열을 이용하면 지혈효과가 있어 의료용으로 사용하며 이미 국내에서 이 laser를 이용하여 보존학적인 응용의 기능성을 위한 연구와 비금속 합금에 조사하여 그 영향을 조사 보고한 바있다.[44,46]

Holography촬영을 위해서는 저출력의 He-Ne laser를 흔히 사용한다. 본 실험에서도 10mW 출력의 He-Ne laser를 사용하였다. 파장은 6328Å이며 가시광선인 적색광에 해당한다. 1947년 Dennis Gabor[11]가 개념적으로 holography를 발명하였으나 불완전한 광선을 사용했다. 1960년대에 이르러 laser가 발견되어 holography가 가치있게 발전 되었으며 치과학분야의 응용은 1972년 Wictorin이 금납착 부위의 변형에 대해 연구한 이래 Wedendal[41]등은 double pulsed holography를 이용 교합력에 따른 치아의 이동을 연구하였고 1980년에 이르러 Burstone, Prypputniewicz등에 의해 활발한 연구가 진행되어 왔다.[4-6,33,34]

Holography를 이용한 연구의 장점은 작은 변형도 가시적으로 또한 입체적으로 관찰이 가능하고 실제 골격구조를 갖는 두개골을 대상으로 할 수 있다는데 있다.

두개안면 복합체에 구강외력이 가해지면 일차 로 골체들이 움직여지는 것을 초기반응이라하며 이에 따라 골 첨가 및 흡수가 진행되는 것을 이차반응이라 한다.[22]

구강외력에 의한 안면두개의 변형에 대한 연구는 환자를 대상으로 하거나 비인간영장류를 대상으로 하여 두부방사선계측학적으로 또는 조직학적으로 연구한 결과 많은 생력학적인 정보를 제공하였다.[10,17] 하지만 환자를 대상으로 한 연구[20,35,39,42]의 경우에는 환자의 성장에 의한 변화를 상쇄할 수 없어서 순수한 초기반응을 밝혀낼 수는 없게 되며 영장류의 연구에서는 인간과 비슷하다고는 할 수 있으나 많은 점에서 다른 안면형태를 갖고 있어 문제점을 지니게 된다.

Wieslander[42]는 headgear를 적용한 환자에서 접형골이 시계방향으로 회전하는 것은 관찰하였으며 익상판과 같은 깊은 두개안면골격에 까지 영향력을 미친다고 하였다. 본 실험에서도 익상판의 경우 다수의 fringe를 나타내고 있어 구강외력이 깊숙히 위치한 안면골격에도 상당한 영향을 미치는 것으로 나타났고 골봉합부에서는 fringe가 단절되어 각기 다른 주행방향과 밀도를 갖는 fringe가 인접상악골(협골, 측두골, 접형골, 비골, 전두골)에 나타났다. 개개의 안면골체 내에서는 거의 평행한 주행과 비슷한 밀도의 간섭호를 형성한다. Poulton[31]의 연구에 의하면 상악골 자체의 저항점은 상악소구치의 치근 사이에 존재 한다고 했고 Ricketts[36]에 의하면 상악골 자체의 center of rotation은 pterygomaxillary fissure상부의 전방에 위치하며 이것을 중심으로 회전한다고 보고하고 있으며 이점의 상부를 통과하는 경우 회전력을 발휘하기가 보다는 상악골의 전하방성장을 억제하는 효과를 최대로 할 수 있다고 하였다. Cervical pull headgear에서 구개면의 전비극점이 하방변위되는 것을 관찰하였고 high pull headgear에서는 교합면이나 구개면의 변화를 일으키지 않는 것으로 보고 하였다.[35]

본 실험에서 30°의 high pull에서 후상방의 변위를 최대로 나타내었다.

Merrifield와 Cross[27]는 cervical pull type의 경우 neck strap은 환자에 따라 제2경추에서 제4경추에 위치하며 견인선의 각도는 교합평면과 대략 30°를 이룬다 하였고 midface의 sutural complex 개념으로 cervical pull headgear는 전두상악 봉합선에서는 인장력, 협골상악 봉합선에서는 전단력, 익구개봉합선에서는 압축력이 작용한다고 하였으며, Hinrichsen과 Story[17]는 봉합선으로 연결된 골에 정형력을 가했을때 급속하고 현저한 변화가 발생하며 인장력 하에서는 봉합선이 이개 된다고 하였다(Fig. 9). 그들은 cervical pull headgear에 의해서 협골측두 봉합선, 협골전두 봉합선, 익상판, 상악골의 전두돌기에 힘이 발생됨으로 인하여 상악골이 하후

방으로 변위하는데 이것은 방사선학적으로 구개면이 변위한다고 보여준 Sandusky[38], Poulton[39] 기타 연구자들의 보고와 일치하며 이는 본 실험에서도 cervical pull의 경우 하후방 변위를 나타내고 있고 (Fig. 8. h) 특히 outer bow를 15° 하방으로 bending 시킨 경우는 하방변위가 최대로 나타나고 있다(Fig. 8. i). Fish, Burstone, Dijkman 등은 치아이동의 저항점은 상악제 1 대구치의 trifurcation부근 이라고 했으며 Worms[43]는 치근의 중앙과 apical 1/3사이에 존재 한다고 하였다. Oosthusien[29]은 정형력이 center of resistance를 통과하지 않으면 치아의 tipping이 일어난다고 했으며 치아이동 양상은 outer bow의 길이와 inner bow와 outer bow 사이의 각도로 변화시켜 바꿀 수 있다고 했다.

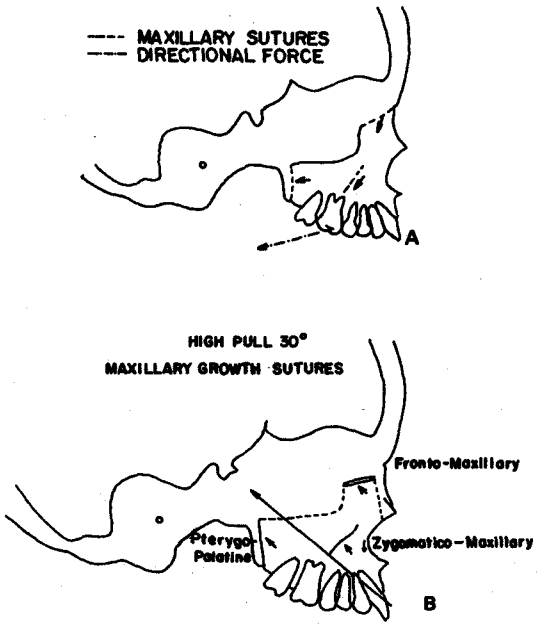


Fig. 9. Diagrams illustrate maxillary growth sutures affected headgear traction.
a. Cervical traction headgear causes a compression of the pterygopalatine suture, The zygomaticomaxillary suture, The zygomaticomaxillary suture exhibits a shearing action and the frontomaxillary suture is placed under tension.
b. High pull traction headgear (30°) causes compression of all three of the primary growth sutures of the maxilla.

본 실험에서는 outer bow의 길이를 inner bow 와 일치시킨 것과 outer bow의 길이를 변화시키지 않는것을 가상적 저항점인 trifurcation부위를 통과시켰다(Fig. 8g, h). 여기서 상악제 1 대구치의 치체이동의 여부에 상관없이 상악골의 변위방향은 다르게 나타났다. 이는 견인선의 방향을 대구치의 trifurcation부위를 통과 시킨다 할지라도 치아자체는 이론상 치체이동이 가능하나 상악골은 회전운동을 하며 상악골 자체의 저항점을 달리 갖고 있다는 것을 나타내고 있다. Ricketts[36]에 의하면 facial type에 따라서 face bow의 선택이 이루어져야 한다고 주장하고 있다. mesofacial, brachyfacial type의 경우에는 cervical headgear를 high pull headgear는 dolicho facial type의 환자에 사용토록 하고 있다. cervical type에서 나타나는 molar extrusion에 의한 mandibular rotation이 강한 근육형인 brachy facial type에서는 잘 일어나지 않게되며 dolicho facial type에서는 mandibular rotation으로 인한 하악골 후퇴로 역효과를 나타낸다고 했다. Duterloo[9]등의 연구에 의하면 교합평면과 견인선의 각도를 일정하게 했을 때에도 facial morphology에 따라 상악골 이동이 다르게 된다고 하였다. 즉 hyperdivergent한 경우(S-N-occlusal plane angle, SN-mandibular plane angle 이 큰 경우)에는 더 큰 하방변위를 일으킨다고 한다. holography를 이용한 연구는 headgear견인에 따른 안면두개골의 초기반응을 입체적으로 광범위한 영역까지 관찰할 수 있어 응력분석과 변위를 측정하는 효과적 방법으로 생각되며 앞으로 다양한 연구가 시도된다면 더욱 확립된 실험결과를 얻을 수 있게될 것이다.

V. 결 론

치과 교정임상에서 활용되는 상악 headgear에 대하여 holography 간섭법을 이용해서 상악 제 1 대구치에 가해진 교정력이 안면두개골에 전달되는 양상을 광범위하게 입체적으로 또한 가시적으로 해석할 수 있는 연구를 하였다. 상악 headgear를 장착한 인간의 건조 두개골을 실험대상으로 하여 하중조건(outer bow의 길이, 하중량, 견인방향)에 따라 변화된 간섭호의 주행 양상을 비교 연구하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 하중량의 증가에 따라 간섭호의 밀도가 조밀해졌다.

2. 상악 headgear에 의한 작용은 상악골 뿐만 아니라 상악골에 인접한 측두골, 협골, 비골, 전두골, 접형골에 영향을 미쳤다.

3. 30°상방견인시 상후방의 변위를 최대로 나타내고 있어 상악골 성장을 저지하는 최적의 견인방향으로 사료된다.

REFERENCES

1. Armstrong, M.M.: Controlling the magnitude, direction and duration of extraoral force, Am. J. Orthod., 59: 217-243, 1972.
2. Barton, J.J.: High-pull headgear cervical traction: A cephalometric comparison. Am. J. Orthod., 62: 517-529, 1972.
3. Breacher, H.J., Muhl, Z.F. and Randolph, R.G.: Clinical measurement of distally directed headgear loading, Am. J. Orthod., 88: 125-132, 1985.
4. Burstone, C.J., Pryputniewicz, R.J., and Bowley, W.W.: Holographic measurement of tooth mobility in three dimensions, J. Periodon. Res., 13: 283-294, 1978.
5. Burstone, C.J., and Pryputniewicz, R.J.: Holographic determination of centers of rotation produced by orthodontic forces, Am. J. Orthod., 77: 396-409, 1980.
6. Burstone, C.J., Every, T.W., Pryputniewcz, R.J.: Holographic measurement of incisor extrusion, Am. J. Orthod., 82: 1-9, 1982.
7. Chaconas, S.J., Caputo, A.A., and Davis, J.C.: The effects of orthopedic forces on the craniofacial complex utilizing cervical and headgear appliances, Am. J. Orthod., 69: 527-539, 1976.
8. Dermaut, L.R., Beerden, L.: The effect of Class II elastic force on a dry skull measured by holographic interferometry, Am. J. Orthod., 79: 296-304, 1981.
9. Duterloo, H.S., Kragt, G. and Algra, A.M.: Holographic and cephalometric study of the relationship between craniofacial morphology and the initial reactions to high-pull headgear traction, Am. J. Orthod., 88: 297-302, 1985.
10. Elder, J.R., Tuenge, R.H.: Cephalometric and histologic changes produced by extraoral high-pull traction to the maxilla in Macaca mulatta, Am. J. Orthod., 66: 599-617, 1974.
11. Gabor, E., Kock, W.E., Stroke, G.W. The fundamentals, properties, and applications of holograms are reviewed, Science, 173: 11-23, 1971.
12. Gould, I.E.: Mechanical principles in extraoral anchorage, Am. J. Orthod., 43: 319-333, 1957.
13. Graber, T.M.: Orthodontics, principles and practice, Philadelphia-London, W.B. Saunders Co., 1972.
14. Graber, T.M. and Swain: Current orthodontic concepts and techniques, W B. Saunders Co., 1975.
15. Greenspan, R.A.: Reference charts for controlled extraoral force application to maxillary molars, Am. J. Orthod., 58: 486-491, 1970.
16. Hershey, H.G. Houghton, C.W Burstone, C.J.: Unilateral facebows: a theoretical and laboratory analysis, Am. J. Orthod., 79: 229-249, 1981.
17. Hinrichsen, G.J., Storey, E.: The effect of force on bone and bones, Angle Orthod., 38: 155-165, 1968.
18. Joeng, T.H.: Holography using a Helium-Neon Laser, Metrologic Instruments, Inc. 1981.
19. Kloehn, S.J.: Guiding alveolar growth and

eruption of teeth to reduce treatment time and produce a more balanced denture and face, Angle Orthod., 17: 10-33, 1947.

20. Kloehn, S.J.: Evaluation of cervical anchorage force in treatment, Angle Orthod., 31: 91-104, 1961.
21. Kragt, G., Ten Bosch, J.J. and Borsboom, P.C.F.: Measurement of bone displacement in a macerated human skull induced by orthodontic forces; a holographic study, J. Biomech., 12: 905-910, 1979.
22. Kragt, G., Duterloo, H.S., and ten Bosch. J.J.: The initial teaction of a macerated skull caused by orthodontic cervical traction determined by laser metrology, Am. J. Orthod., 81: 49-56, 1982.
23. Kragt, G.,Duterloo, H.S.: The initial effects of orthopedic forces: A study of alterations in the craniofacial complex of a macerated hyman skull owing to high-pull headgear traction, Am. J. Orthod., 81: 57-63, 1982.
24. Kresnoff, C.S.: An investigation of the use of occipital anchorage in orthodontic treatment, Angle Orthod., 12: 124-136, 1942.
25. King, E.W.: Cervical anchorage in Class II, Div. 1 treatment a cephalometric appraisal, Angle Orthod., 27: 98-104, 1957.
26. Kuhn, R.J.: Control anterior vertical dimension and proper selection of extraoral anchorage, Angle Orthod., 38: 340-349, 1968.
27. Merrifield, L.L. and Cross, J.J.: Directional forces, Am. J. Orthod., 57: 435-464, 1970.
28. Mills, C.W., et al.: Heavy intermittent cervical traction in Class II treatment, Am. J. Orthod., 74: 361-379, 1978.
29. Oosthuizen, L. et al.: A mechanical appraisal of the Kloehn extraoral assembly, Angle Orthod., 43: 221-232, 1973.
30. Pavlin, D. and Bukicevic, D.: Mechanical reactions of facial skeleton to maxillary expansion determined by laser holography, Am. J. Orthod., 85: 498-507, 1984.
31. Poulton, D.R.: Changes in Class II malocclusions with and without occipital headgear therapy, Angle Orthod., 29: 234-250, 1959.
32. Poulton, D.R.: The influence of extraoral traction, Am. J. Orthod., 53: 8-12, 1967.
33. Pryputniewicz, R.J., Burstone, C.J. and Bowley, W.W.: Determination of arbitrary tooth displacements, J. Dent. Res., 57: 633-674, 1978.
34. Pryputniewicz, R.J., Burstone, C.J.. The effect of time and force magnitude on orthodontic tooth movement. J. Dent. Res., 58: 1754-1764, 1979.
35. Ricketts, R.M.: The influence of orthodontic treatment on facial growth and development, Angle Orthod., 30: 103-133, 1960.
36. Ricketts, R.M., et al.: Bioprogressive therapy (Book 1), rockey mountain/orthodontics, 71-91, 1979.
37. Ryden, H., Bjelkhagen, H., Soder, P.. The use of laser beams for measuring tooth mobility and tooth movement: An vitro study, J. Period. R., 45: 283-287, 1974.
38. Sandusky, W.C.: Cephalometric evaluation of the effects of the Kloehn type of cervical traction used as an auxiliary mechanism following Tweed's principles for correction of class II, division 1 malocclusion, Am. J. Orthod., 51: 262-287, 1965.
39. Schudy, F.F.: The rotation of the mandible resulting from growth: It's implications in orthodontic treatment, Angle Orthod., 35: 36-50, 1965.
40. Wedendal, P.R. and Bjelkhagen, H.I.: Holographic interferometry on the elstic deformation of prosthodontic appliances as stimulated by bar element, Acta Odont. Scand., 32: 189-199, 1974.

41. Wedendal, P.R. and Bjelkhagen, H.I.: Dynamics of human teeth in function by means of double pulsed holography: An experimental investigation, Appl. Opt., 13: 2481-2485, 1974.
42. Wieslander, L.: The effect of orthodontic treatment on the concurrent development of the craniofacial complex. Am. J. Orthod., 49: 15, 1963.
43. Worms, F.W., Isaacson, R.J., Speidel, T.M.: A concept and classification of centers of rotation and extraoral force systems, Angle Orthod., 43: 384-401, 1973.
44. 김경남 : 레이저가 치과주조용 비금속합금에 미치는 영향에 관한 연구, 대치지, 22 : 781, 1984.
45. 이인수, 손병화 : headgear가 상악골에 미치는 영향에 관한 유한요소법적분석, 대치교지, 15 : 221—227, 1985.
46. 이종만, 이정석 : CO_2레이저조사에 따른 치수강내 온도변화에 관한 실험적 연구, 대한치과보존학회지, 10 : 43, 1984.
49. 新井治成 : ホログラフイ干渉法による 上顎顎外固定装置の作用機序に關する研究, 日矯歯誌, 44 : 288—301, 1985.

A STUDY ON THE INITIAL REACTION OF CRANIOFACIAL COMPLEX TO MAXILLARY HEADGEAR TRACTION BY LASER HOLOGRAPHY

Choong Bae Kim, Won Sik Yang

Dept. of Orthodontics, College of Dentistry
Seoul National University

≫ Abstract ≪

The purpose of this study is to examine the initial reaction of craniofacial complex to the traction of headgears which are frequent used in clinical practice by using holographic interference method. Changes in the fringe pattern according to the traction conditions (outer bow length, load amount, direction) were compared. Human dry skull was used as experimental material, the results were as follows.

1. The density of fringes increased with an increase in load.
2. Maxillary headgear affected circummaxillary bones-temporal bone, zygomatic bone, nasal bone, frontal bone, sphenoid bone as well as maxilla.
3. The most upward-backward displacement was observed in a high pull head gear (30°), this is though to be a optimal direction for supressing the growth of the maxilla.

Fig. 8. Photographs of holographic reconstruction.

a. Straight pull headgear with long outer bow, traction amount (200g)

b. Straight pull headgear with long outer bow, traction amount (300g)

c. Straight pull headgear with long outer bow, traction amount (400g)

d. High pull headgear with long outer bow bended up (15°), traction amount (300g)

e. High pull headgear with long outer bow bended up (30°), traction amount (300g)

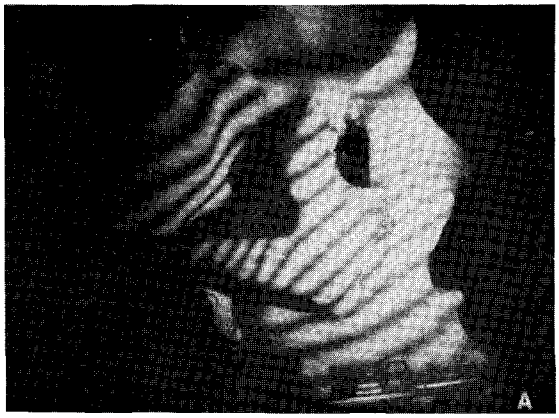
f. Cervical pull headgear with medium outer bow, traction amount (300g)

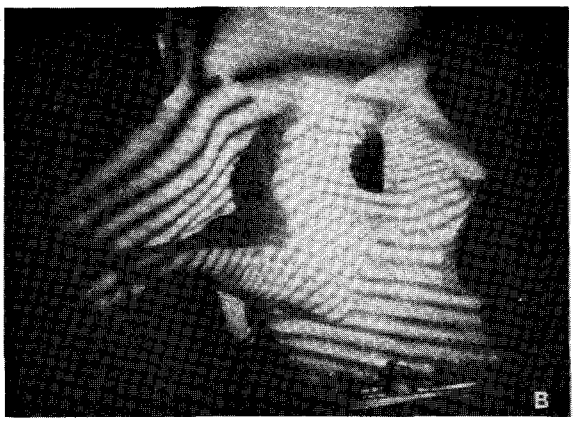
g. Cervical pull headgear with medium outer bow bended up (15°), traction amount (300g)

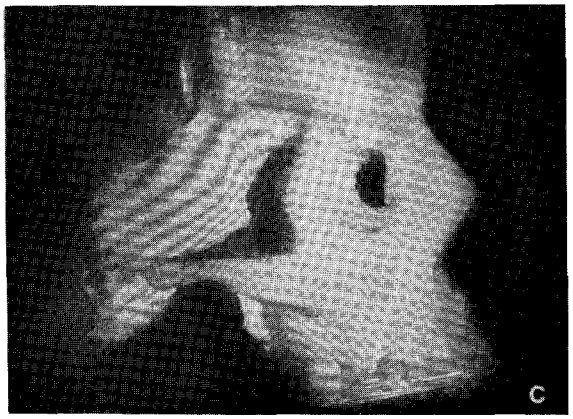
h. Cervical pull headgear with long outer bow, traction amount (300g)

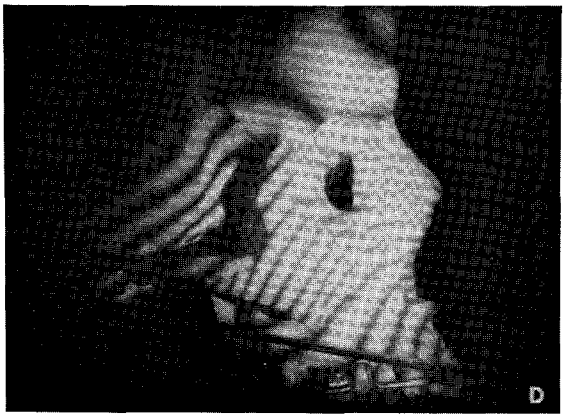
i. Cervical pull headgear with long outer bow bended down (−15°), traction amount (300g)

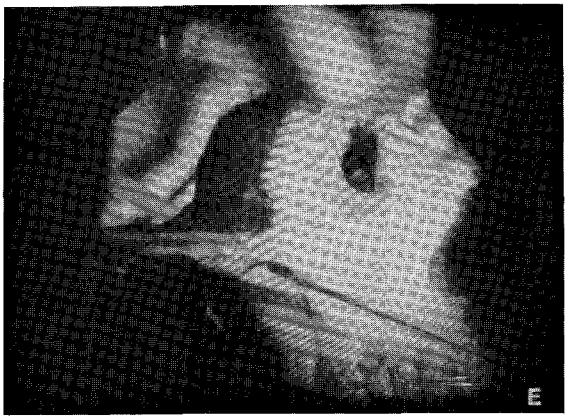
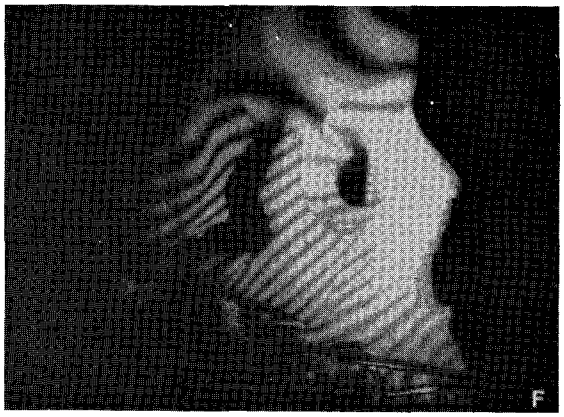
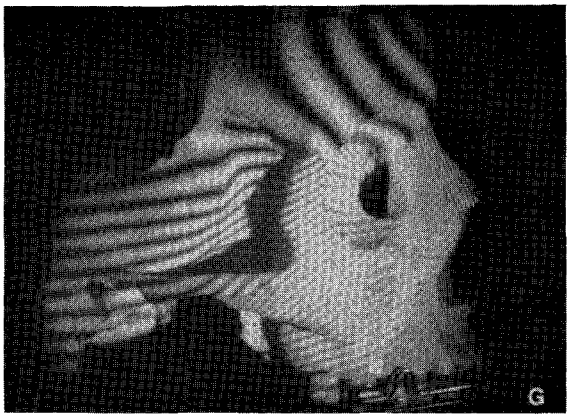
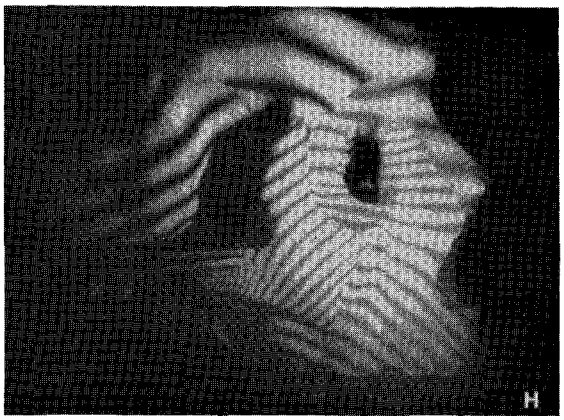
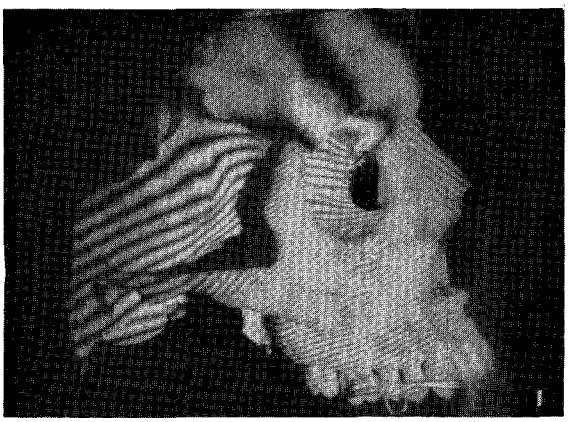
論文 寫眞附圖 ①











論文 寫眞附圖 ②