

I. CHIN CAP 치료

경북대학교 치과대학 치과교정학 교실
교수 성 재 현

III급 부정교합은 원인에 따라 일반적으로 골격형, 기능형 및 이들의 복합형으로 분류할 수 있으며, 골격형은 다시 상악골 열성장, 하악골 과성장 및 복합형으로 세분할 수 있다. 치료는 기능형 인자를 많이 갖는 환자일수록 치료가 용이하며 치료결과 및 예후가 좋으나, 골격형인 경우에는 치료에 많은 어려움이 뒤따른다. III급 부정교합의 치료는 치료시기의 선택이 중요하고 치료시기에 따라 통상적으로 early orthopedic phase, orthodontic phase 및 surgical phase로 구분할 수 있으며, chin cap은 주로 early orthopedic phase에서 하악골 과성장에 의한 성장기 골격성 III급 부정교합 환자에 사용되는 간단한 악정형 장치물로서 하악골의 성장 방향의 변화, 하악골의 후방전위, 하악골의 remodelling 및 하악골 성장의 억제를 목적으로 이용하는 장치물이다. 그러나 아직 효과에 관해서는 많은 논란이 있다.

I. 문헌적 고찰

교정학 분야에서 악정형력의 사용은 최근의 새로운 개념이 아니다. 인간의 골 형태를 변화시킨 예는 인디언 마야족에서 행한 두개골의 변형이나, 중국여성에서 발의 길이를 작게 한 것등이 좋은 예가 된다. chin cap의 역사는 1802년 프랑스의 Cellier에 의해서 현재와 유사한 장치물이 고안되었으며 이듬해 미국의 Fox가 하악 전돌증을 치료하기 위하여 이 장치를 사용한 후 19세기 동안 상당히 인기있는 장치물로서 널리 사용되었다는 기록이 있다.

그러나 그 당시 사용된 교정력은 너무 약해서 성장에 영향을 줄 수 없었고 또한 성장이 완료된 후에 치료를 시작한 경우도 많아서 실제로 실패율이 상당히 높았다고 한다. 더구나 1900년대에 들어서면서 미국을 중심으로한 고정성 교정장치물의 발달과 더불어 사용된 악간고무는 chin cap의 인기를 상대적으로 감소 시켰다고 한다. 그러나 1940년대 초와 1950년대 초에 III급 부정교합치료의 개념적 변화가 일어났다고 볼 수 있는데, 그것은 Milwaukee brace를 장착한 환자에서 하악골의 뚜렷한 형태변화를 관찰한 결과 강한 교정력을 가할 경우 악골의 성장을 억제시킬 수 있을 것이라는 제안이 대두되었으며 교정학에 있어서 악정형력의 개념이 도입된 중요한 변화였다. 그 후 특히 하악골 과성장으로 인한 III급 부정교합의 치료에 오랜 기간동안 사용되어 오면서 많은 임상적 및 실험적 연구가 있어왔으나 아직 그 효과에 관해서 논란이 되고 있다. 일찌기 Kingsley, Case 등은 chin cap의 사용을 주장했고 Angle도 초기에는 사용했으나 그 효과에 대한 믿음이 적었다고 하며 특히 그가 개발한 고정성 교정장치가 모든 문제를 해결할 수 있다고 믿었다. Thilander, Takahashi, Tulley & Campbell등도 chin cap은 거의 효과가 없는 장치물이라고 하였으며, Tweed는 하악각이 둔각인 III급 부정교합 환자에서만 chin cap의 사용을 추천하였다. 그러나 Graber와 그의 동료들은 III급 부정교합은 어린나이에 일찍 강한 교정력으로 악외고정장치를 사용하면 부정교합을 차단시킬 수 있다고 하였다.

이러한 chin cap의 효과판정을 위하여 많은 동물실험 및 임상연구가 이루어져 왔으며 하악골의 성장량 억제 및 성장방향의 변화 그리고 하악골 형태의 변형등이 고려될 수 있다.

먼저 chin cap이 하악골 성장억제 효과에 관해서는 동물실험을 통하여 많은 기초적 연구가 이루어져 왔다. Copray는 백서 하악과두 연골을 조직배양하여 압축력을 가할 경우 증식능력이 감소된다고 하였으며, Janzen과 Blucher는 원숭이에서 하악골을 후방견인 시킬 경우 하악과두후면과 관절외에 골 흡수상 및 하악과두 전면의 골 침착상을 인지하였으며 염증성 및 퇴행성 변화는 나타나지 않았다고 하였다. Joho도 원숭이에서 하악골을 후방견인 시킬 경우 관절외 및 관절과두에 골 개조가 많이 일어난다고 하였으며, Matsui도 토끼에서 강한 후방 견인력을 사용할 경우 하악과두의 변형을 보고 하였다. Tominaka는 돼지에서 후방견인력을 하악골에 가할 경우 하악지골양의 변화와 하악과두 연골층의 전방이동을 관찰하였으며 연골대 골화가 억제되는 부위에서는 비대층과 성숙층이 구별되지 않는 단일층의 연골이 직접 접하는 것처럼 보인다고 하였다. Petrovic(그림 1)은 백서에서 전연골아세포의 수가 감소하고 따라서 연골층의 높이도 감소하였다고 하였

으며 Arima도 백서에서 연골층의 최대풍용부가 후방으로 이동되고 전반적으로 연골층의 두께도 얇아졌다고 하였다. 국내에서는 이는 백서에서 하악골에 후방견인력을 가할 경우 하악과두 후방부위의 연골층 폭이 현저히 증가하였다고 하였으며, 경은 백서 하악과두의 전상방부 연골층 감소를 가져왔다고 하였다. 이러한 악정형력에 대한 동물실험의 조직학적 연구에서 전반적으로 하악과두연골은 다른 연골과는 달리 그 조직학적 양상이 달라서 후방견인력에 쉽게 순응하며 결과적으로 하악골 성장의 억제 효과를 가져올 수도 있다는 것을 나타낸다고 볼 수 있다.

동물실험에 의한 하악골 형태변화의 연구에서 Janzen과 Blucher는 원숭이에서 하악골의 후방이동, 하악하연각 및 하악각의 감소, 하악지 고경의 성장감소와 하악전치의 순축경사를 보고하였으며, Joho도 원숭이에서 하악골의 후하방 회전 및 하악각의 감소를 보고 하였다. Matsui는 토끼에서 하악체부 하연 및 하악각부 외측에 골의 첨가가 일어난다고 하였다. Kasai는 돼지하악골에서 하악골 장경의 성장감소, 하악지 고경의 성장감소, 하악각부간의 폭경 및 하악과두간의 폭경증가, 하악각의 감소와 더불어 상하치열궁 및 악안면 두개에도 변화가 나타났다고 하였다. 백서를 이용한 실험에서 Petrovic은 이공에서 하악과두 후연까지의 거리가 감소되었다고 하였으며 Asano 및 정도 하악골 장경의 감소를 보고하였다. 이상의 동물실험을 통한 연구결과 성장기 동안에 가한 하악골 후방견인력은 하악골의 성장억제 및 하악골 성장방향과 하악골의 형태변형이 가능하다는 것을 나타낸다고 볼 수 있다.

chin cap에 의한 응력분포를 알아내기 위한 실험에서 Alba등은 인간의 견조두개골을 이용하여 광탄성 실험을 한 결과 응력이 하악두의 전방부위, 하악과두와의 후방부위, 하악구치부 후방부위 등에 집중하였다고 하였으며 하악과두의 head와 neck 부위가 bending되었다고 하였다. Fukui는 strain gauge법으로 응력 분포를 연구한 결과 하악과두에서 하악지에 걸친 외측면에 그리고 하악체의 협면에는 인장응력

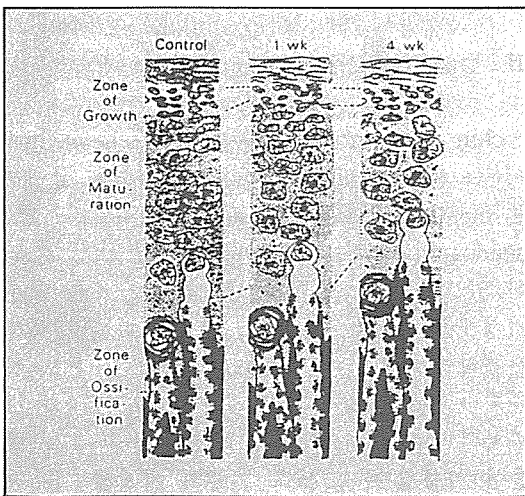


그림 1. 백서하악골에 chin cap을 사용하였을 경우 나타나는 과두연골층의 조직학적 도해 (From Petrovic).

을, 하악지의 내측면과 하악체의 설측면에는 압축응력을 관찰할 수 있었다고 하였으며, 성인 두개골과 소아두개골의 비교시 소아두개골에서 응력의 분포가 더 균일하였다고 하였고 주된 응력 방향이 여러 부위에서 더 많이 회전하여 힘의 방향의 변화를 동반하였다고 하였다. Yamada등은 원숭이에 chin cap을 적용하여 strain gauge법으로 실험한 결과 교합이 되었을 경우에는 각 부위의 변형 양상은 일정한 응력의 분포를 나타내지 않았으며, 상하악 견치만 접촉한 상태에서의 변형양상은 접촉치아보다 주변골에 응력의 분산이 현저하였고, 상하악 치아가 접촉하지 않는 상태에서는 하악각의 각도를 감소시키는 경향을 관찰할 수 있었다고 보고하였다.

그러나 동물실험과 응력분석을 통한 이러한 뚜렷한 변화와는 달리 chain cap의 임상적 효과에 관해서 아직 많은 논란이 되고 있다. Graber, Suxzuki, Sakamoto, Wendell등 등은 환자의 연령이 적을수록 chin cap의 효과가 크다고 하였으며 Kanematsu는 치료를 조기에 시작해야 할 뿐만 아니라 사춘기 성장이 끝나는 시기까지 계속 사용을 주장하였다. Thilander는 chin cap의 치료효과를 치조골의 변화에 의한 것으로 보았고, Susami등은 chin cap의 효과는 양호하나 하악골의 성장억제효과는 의문시 된다고 하였다. Mitani와 Sakamoto는 인간에서는 개인에 따라 성장양상이 다양하므로 chin cap으로 하악골 성장의 시기와 속도를 변화시킬 수 있는지에 관해서 결론을 내리지 못하였으며 하악골의 성장은 타고난 유전인자에 의해서 결정되는 것 같다고 하였다. 그러나 Suzuki는 chin cap사용으로 하악골 길이의 감소를 가져올 수 있다고 주장하였으며 Graber는 chin cap사용군이 대조군보다 하악지 고경의 성장억제, 하악각의 감소, 하악골의 원심회전과 더불어 하악골의 수평적 성장양상이 수직적으로 변화한다고 하였다. Wendell등도 chin cap을 사용한 군이 대조군보다 하악골의 길이, 하악지의 길이 및 하악골 체부의 길이가 감소되었다고 하였다. 이상의 임상연구에서는 성장기 아동에서 chin cap의

사용은 상당한 임상적 효과와 함께 어떤 형태로든 하악골의 성장에 영향을 미친다고 볼 수 있다. 그러나 이러한 효과가 장치제거후 성장과 더불어 유지되는가에 관심이 집중된다. 백서를 이용한 실험에서 Petrovic과 Asano는 장치제거 후에도 하악골 장경이 대조군에 비하여 유의성 있는 감소를 나타내었다고 하였으나 경은 장치제거후에는 성장과 더불어 하악골 장경이 실험군과 대조군 사이에 유의한 차이를 나타내지 않았다고 하였다.

임상적 연구에서 Nakamura는 chin cap의 효과가 성장과 더불어 유지되는지에 관하여 결론을 내리지 못하였으며 본 저자의 중례(그림 2)에서도 chin cap치료동안 하악골이 수직 방향으로 성장하다가 chin cap제거후 성장기동안 다시 수평방향으로 재발되는 양상을 관찰하였다. 최근 Sugaware등은 63명의 일본여자를 대상으로 각각 7세, 9세, 11세 부터 평균 4년 반 동안 chin cap을 장착시킨후 17세 까지 관찰하여 III급 부정교합자인 대조군과 비교한 결과 치료초기에 크게 개선된 Skeletal profile이 성장과 더불어 유지되지 않는다고 하였으며 chin cap은 유전적으로 타고난 하악골의 성장양을 거의 억제할 수 없으므로 효과를 과대평가해서는 안되며 적절한 진단과 치료계획하에서 사용해야 한다고 하였다.

II. Chin Cap의 구조

chin cap의 구조는 두부고정원인 headcap과 이부고정원인 chincap 그리고 견인력을 발생하는 elastic material로 구성되어 있다(그림 2). headcap의 재료는 천이나 가죽 및 비닐로 되어 있으며 직접 만들어 사용하거나 혹은 많은 기성제품이 나와 있으므로 기호에 따라 선택해 사용하면 편리하다. chincap의 재료는 천도 사용되나 주로 금속이나 플라스틱으로 제작되며, 환자의 chin 부위의 인상을 채득해서 직접 만들어 사용할 수도 있고 기존의 기성제품을 사용하더라도 대부분 환자에서 잘 적합이 된다. chin에 직접 닿는 부위는 부드러운 천으로 패드를 부착시키는 것이 chin 부위의 피부자극을

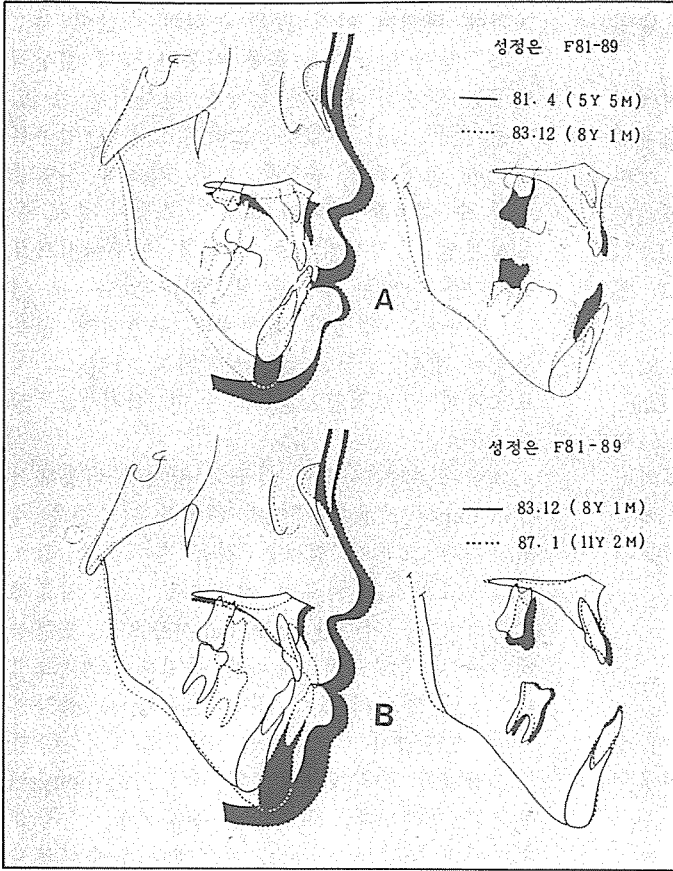


그림 2. 5세 아동에서 2년 8개월간 chin cap을 사용한 후(A)와 chin cap제거후 11세까지 성장과 더불어 나타난 변화(B)를 나타낸 증례의 측모두부방사선 규격사진 중첩도.

출일수 있으며, 공기가 잘 통할 수 있도록 여러군데 구멍을 뚫어 주는 것이 좋다. Traction 재료로는 굵은 고무링이나 기성제품화된 coil spring등이 사용된다. 장치의 디자인은 힘의 양이나 방향 및 기간보다 중요한 사항은 아니며 전반적으로 장치의 착탈이 용이하고 환자가 가장 편안하도록 제작하면 되며 장착후 제 위치에 잘 유지되도록 하는 것이 중요하다.

III. Chin Cap의 사용법

Chin Cap의 교정력은 나이가 어릴수록 힘의 양을 적게하며 처음 장착시에는 힘을 약하게 한 후 점차 증가 시킨다. Graber는 초기에 170-34g 힘을 사용하다가 점차 450-900g까지 증가시킨다고 하였다. 너무 강한 힘은 악관절 부위에 장애를 야기 시킬 수도 있으므로 저자의 경험으로는 유치열기에서는 30g전후의 힘

을 그리고 혼합치열기에서는 약 11b(450g) 전후의 힘을 사용하면 충분한 효과를 얻을 수 있었다.

교정력의 강도보다 더욱 중요한 것은 장착기간이며 하루에 최소 12-14시간 동안 장착하도록 한다. 낮 시간은 장착을 피하고 즉 주로 TV를 볼 때 그리고 자는 시간을 이용한다. 나이가 어릴수록 반응이 빨리 나타나지만, 나이가 많을 수록 반응이 잘 나타나지 않는 경우도 있으며 그러한 경우에는 하루 2-3시간 더 장착하도록 한다. chin cap치료에 있어서 중요한 것이 장착시간이므로 환자가 동기유발을 일으킬 수 있도록 해야하며, 환자의 협조도를 평가하기 위해서 매일 장착하는 시간을 기록해 둘 수 있도록 하여야 한다. 치료효과 및 치료기간은 부정교합의 정도, 치료시기 및 나이 그리고 각 개인의 조직 반응 및 협조도에 따라 짧게는 수 개월에서 길게는 수년이 소요되며, 일단 부

정교합이 치료가 되면 장착시간을 점차 줄인다.

견인방향은 일반적으로 symphysis 부위에서 하악과두부를 향하도록 하지만 개교의 경우에는 더 수직적으로 traction한다(그림 3). 그리고 특히 나이가 어릴 경우 힘이 너무 과도하면 두개에 headcap의 가죽이 나타나는 경우도 있다. 이 때에는 며칠간 장착을 중단시킨 후 힘을 조금 줄여서 사용하면 된다. 특히 여름철에는 chin 부위에서 soreness가 나타날 수 있으며 이럴 경우에는 cortisone cream, talc, zinc oxide등을 발라주며 통기가 잘 되도록 해주어야 한다. 그리고 chincap의 상단 가장자리가 하악전치부를 눌러서 하악전치의 순측 치은을 퇴축시키는 경우가 있으므로 주의를 기울여야 한다.

IV. Chin Cap의 치료효과

Chin cap은 골격성 하악전돌증 환자에서 성장기동안 하악골 성장억제를 목적으로 사용되는 악정형 장치로서 다수의 임상 의들이 실제 임상에서 사용하고 있음에도 불구하고 그 치료

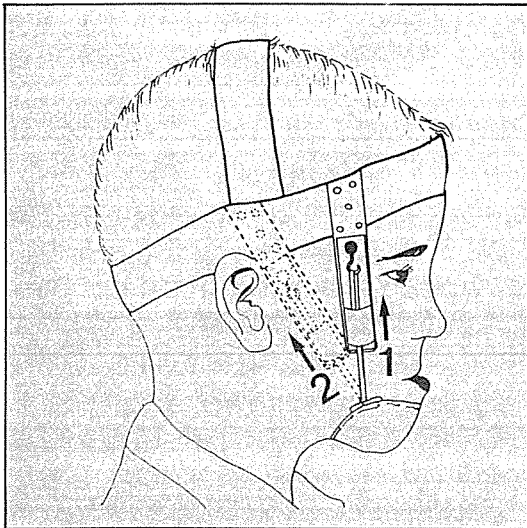


그림 3. Chin cap의 구조와 견인방향을 나타낸 그림. 개교가 있을 경우에는 1과같이 더욱 수직방향으로 견인한다(From Graber).

효과에 관해서 아직 많은 논란의 대상이 되고 있다. 앞서 언급한 동물을 이용한 몇몇 실험적 연구는 악관절 부위의 성장을 변화시킬 수 있다는 것을 보여 주었다. 그러나 임상적 연구는 이러한 조직학적 관찰등 기타 기초적 실험을 행할 수 없을뿐 아니라 효과의 측정이 주로 두 부방사선 규격사진만을 통해서 이루어지므로 학자마다 다양한 결과를 보고하고 있다. 또 어떤 학자들은 일정한 한계내의 간헐적인 힘은 오히려 골의 성장을 촉진시킨다고 하여 그 치료효과에 부정적인 견해를 가진 학자들도 많다.

그러나 많은 임상적 연구는 성장기 아동에서 chin cap의 사용은 분명히 하악골 전돌증을 개선하는데 효과가 있다는 것을 부여주고 있으며, 치료시기가 빠르면 빠를수록 더욱 치료효과적이다. 이러한 chin cap사용으로 문헌상에 나타나 있는 치료효과를 종합해 보면(그림 4), 하악 전치의 순측 혹은 설측경사, 상악전치의 순측경사, 하악하연각의 감소, 하악골의 성장방향이 수직방향으로의 변화, Symphysis 부위의 형태변화, 하악골의 후방회전, 상악골 후방부의 수직성장 감소, 하악과두의 수직성장 감소, 하악지 고경의 성장감소, 하악체 및 하악골 장경의 성장감소 등으로 인하여 상하기저골의 부조화 및 연조직 축모의 개선이 된다. 본 저자의 연구에서는 SNB 각의 감소, 안면

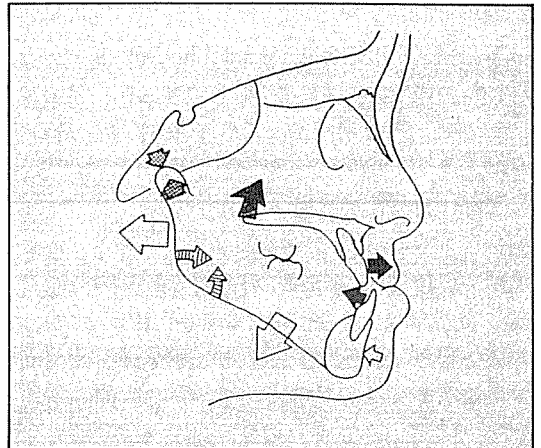


그림 4. Chin cap에 의해서 기대되는 효과를 종합한 그림.

각의 감소, SN-MP각의 증가, Y-AXIS각의 증가가 일어났고, S-Go의 길이는 변화가 다양한 반면 N-Me거리는 정상적인 연간 성장양보다 크게 증가되었으며 하악각은 증례에 따라 증가 및 감소가 일어났다. 그리고 Ar-Gn길이 즉 하악골 장경은 정상적인 연평균 성장양과 비교하여 차이가 없었다. 학자들간에 chin cap의 치료효과가 다양하게 나타나는 것은 각 개인의 성장양상이 다양할 뿐만 아니라 사용하는 장치의 교정력의 양 및 방향에 변화가 많기 때문으로 사료되며 또한 동물실험과는 달리 적절한 대조군의 설정이 어렵다는 것이 그 이유중의 하나라고 생각된다.

어린나이에 골에 어떤 외력을 가하면 그 형태가 변한다는 것은 이미 인류학적으로도 증명된 사실이나 그 절대적인 부피를 변화시킬 수 있는지에 관해서는 아직 불명확하다. 예로서 중국여성에서 나타나는 전족의 경우도 실제 발의 전후적인 길이는 짧아 졌지만 반대로 발의 고경은 상당히 증가된 양상을 보여준다. 하악골의 경우에서도 가능한 조기에 성장기 아동을 대상으로한 chin cap치료는 III급 부정교합의 양상을 개선시키는 것은 분명한 사실인것 같으나 그 주된 이유는 하악골의 성장억제 효과로 판단하기 보다는 하악골의 성장방향 및 형태의 변화에 주로 기인한 것으로 생각된다. 그러나 무엇보다 중요한 것은 이러한 초기의 변화가 성장과 더불어 유지되는지에 관심이 집중되고 있다.

본 저자의 임상적 경험으로는 초기에 비록 훌륭한 치료결과를 얻었던 많은 증례들이 다시 재발되는 경향을 보여주고 있어 앞서 언급한 Mitani, Sugawara등의 연구결과와 일치하는 경향을 보여주었다. 그래서 어떤 학자들은 성장이 완료될 때까지 chin cap의 계속 사용을 주장하기도 하지만 실제 임상적으로 그러한 협조를 기대하는 것은 쉽지 않다. 그러나 향후 성장이 완료될 때까지 장기간 동안 chin cap의 계속 사용을 주장하기도 하지만 실제 임상적으로 그러한 협조를 기대하는 것은 쉽지 않다. 그러나 향후 성장이 완료될 때까지 장기간 동안 chin cap을 사용한 증례들의 연구결과가 기

대된다.

결론적으로 Chin Cap의 효과는 가능한 어린 시기에 사용할 수록 치료효과가 양호하며, 하악골의 성장억제를 목표로 하기보다는 성장방향의 변화나 형태변화를 목적으로 사용하는 것이 좋을 것으로 사료된다. 그러나 많은 경우에 있어서 성장과 더불어 재발되는 경향이 강하므로 그 치료효과를 과신해서는 안되며 적절한 진단과 치료목표하에서 증례의 선택에 신중을 기해야 한다.

REFERENCES

1. de Alba, J.A., Chaconas, S.J., Caputo, A.A. : Orthopedic effect of the extraoral chin cup appliance on the mandible. *Am. J. Orthod.*, 69 : 29-41, 1976.
2. de Alba, J.A., Chaconas, S.J., Caputo, A.A., Emison, W. : Stress distribution under highpull extraoral chin cup traction. *Angle Orthod.*, 52 : 69-78, 1982.
3. Angle, E.H. : Treatment of malocclusion of teeth, Philadelphia, 1907, S. S. white Dental Manufacturing Company.
4. Arima, H. : Histological investigations to the effect of the retraction apparatus applied to the rat, *J. Japan Orthod* 47 : 485-506, 1988.
5. Asano, T. : Effects of mandibular retractive force to growth of the rat mandible. *Jap. J. Orthod.* 44 : 19-30, 1985.
6. Case, C. : Dental orthopedics, Chicago. 1921, C.S. Case Company.
7. Copray, J. C. V. M., Jansen, H. W. B. and Duterloo, H.S. : Effects of compressive forces proliferation and matrix synthesis in mandibular condylar cartilage of the rat in vitro,

- Arch Oral Biol. 30 : 299-304, 1985.
8. Fukui, T. : Effect of the chin cap on the human mandible based upon the strain distribution, J. Osaka Dent. Univ. 5 : 109-128, 1971.
 9. Graber, L.W. : Chin cup therapy for mandibular prognathism. Am. J. Orthod. 72 : 23-41, 1977.
 10. Irie, M., Nakamura, S. : Orthopedic approach of severe skeletal class III malocclusion. Am. J. Orthod. 67 : 377-392, 1975.
 11. Janzen, E.K., Bluher, J.A. : The cephalometric, anatomic and histologic changes in *Macaca mulatta* after application of continuous-acting retraction force on the mandible. Am. J. Orthod. 51 : 823-855, 1965.
 12. Joho, J. P. : The effects of extraoral low-pull traction to the mandibular dentition of *Macaca Mulatta*, Am. J. Orthod. 64 : 555-577, 1973.
 13. Kanematsu, S. : Dentofacial changes produced by extraoral posterior force on the mandible of *Macaca irus*. J. Jap. Dent. Assoc. 47 : 1-36, 1988.
 14. Kasai, K. : Four dimensional study of growth and development of dentofacial complex-restraint effects of retractor in the mandible of miniature pigs-, J. Japan Orthod. 43 : 157-184, 1984.
 15. Kingsley, N.W : Oral deformities, New York, 1879, D. Appleton & Comany.
 16. Matsui, Y. : Effect of chin cap on the growing mandible, J. Japan Orthod. 24 : 165-181, 1965.
 17. Mitani, H. : Prepubertal growth of mandibular prognathism. Am. J. Orthod. 80 : 546-553, 1981.
 18. Mitani, H. : An individual longitudinal study of the effects of extraoral force to the mandibular growth during puberty, J. Japan Orthod. 43 : 200-221, 1984.
 19. Mitani, H., Fukuzawa, H. : Effects of chin cap force on the timing and amount of Mandibular growth associated with anterior reversed occlusion (Class III malocclusion) during puberty. Am. J. Orthod. 90 : 454-463, 1986.
 20. Mitani, H. and Sakamoto, T. : Chin cap force to a growing mandible, Angle Orthod. 54 : 93-122, 1984.
 21. Nakamura, S. : Stability of occlusion after orthopedic approach, J. Japan Orthod. 38 : 132-143, 1979.
 22. Petrovic, A. G., Stutzmann, J. J. and Oudet, C.L. : Control Processes in the postnatal growth of the condylar cartilage of the mandible, In McNamara (editor) : Determinations of mandibular form and growth, Ann Arbor, Center for Human Growth and Development, Univ of Michigan, 1979, pp.101-153.
 23. Sakamoto, T. : Effective timing for the application of orthopedic force in the skeletal class III malocclusion. Am. J. Orthod., 80 : 411-416, 1981.
 24. Sagawara, S., Asano, T., Endo, N. & Mitani, H. : Long term effect of chin cap therapy on skeletal profile in mandibular prognathism, Am. J. Orthod. 98 : 127-133, 1990.
 25. Susami, K. et al. : Cephalometric survey of retraction to orthodontic treatment in anterior cross-bite cases, part III ; cases treated with the chin cap, J. Japan Orthod. 25 : 75-82, 1966.
 26. Suzuki, K. : A Cephalometric observation on the effect of the chin cap, J. Japan Orthod. 31 : 64-74, 1972.
 27. Takahashi, S : Current orthodontics, 8

- th ed, Kyoto, Nagasue Book Co., 1968.
28. Thilander, B. : Treatment of Angle class III malocclusion with chin cap. Trans. Eur. Orthod. Soc. 39 : 384-398, 1963.
 29. Tominaka, Y. : Histological investigations to the effect of retraction apparatus applied to the miniature pig, J. Japan Orthod. 44 : 419-434, 1985.
 30. Tulley, W.J., Campbell, A.C. : A manual of practical orthodontics, 3rd ed., Bristol John Wright & Sons Ltd., 1970.
 31. Tweed, C.H. : Clinical orthodontics : St. Louis, The C.V.Mosby Company, 1966.
 32. Vego, V. : Early orthopedic treatment for calss III skeletal patterns. Am.J. Orthod., 70 : 59-69, 1976.
 33. Wendell, P.D., Nanda, R., Sakamoto, T. and Nakamura, S. : The effects of chin cup therapy on the mandible : A longitudinal study, Am.J.Orthod. 87 : 265-274, 1985.
 34. 경희문 : 백서하악골 후방견인후의 하악골 성장에 관한 실험적연구, 대한치과교정학회지 19 : 15-33, 1989.
 35. 성재현 : 성장기아동의 반대교합 치료에 관한 임상적 고찰(-이모효과-), 대한치과교정학회지 12 : 117-126, 1982.
 36. 이백민 : Orthopedic force에 의한 백서 악관절 주위조직의 변화에 대한 조직학적 연구, 대한치과교정학회지 13 : 155-161, 1983.