

하악 과두 골절과 측두하악관절과의 관계

문철웅 · 김수관 · 오지수

조선대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과학교실

Abstract

Correlation Between Mandibular Condylar Process Fracture and Temporomandibular Joint

Chul-Woong Moon, Su-Gwan Kim, Ji-Su Oh

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Chosun University, Gwangju, Korea

This review evaluates the literature on the relationship between mandibular condylar process fracture and temporomandibular joint (TMJ). The topic of condylar fracture generated more discussion and controversy than any other field of maxillofacial trauma associated with TMJ. Disturbance of occlusal function, deviation of mandible, internal derangements of TMJ, and ankylosis of the joint with resultant inability to move the jaw are sequelae of condylar process fracture. Thus it is necessary to understand how the masticatory system adapts to the structural alterations that accompany fractures of the mandibular condyle. Treatment of condylar process fracture include two methods : closed treatment and open treatment. If one chooses to treat closed, one must understand that adaptations in the musculature, skeleton, and dentition will be necessary. Open treatment of condylar process fractures probably requires fewer adaptations within the masticatory system to provide a favorable functional outcome. However, one must weigh the risk of open surgery against the possible improvement in outcome. The risks are not just surgical risk, but biological risk as well, such as disruption of the blood supply to the condyle. This review presents relevant aspects of change of TMJ associated with condylar process fracture.

Key words: Temporomandibular joint, Condylar fracture

서론

악안면 영역에서 악골 골절은 다양한 부위에서 발생하나 하악 과두돌기의 골절은 다른 부위의 골절에 비해 그 치료 방법의 선택 및 예후에 있어서 많은 논쟁거리가 되는 부위이다. 하악 과두돌기 골절의 빈도는 안면골 골절 중 25-35% 정도 발생하며,^{1,2)} 소아에 있어서 28.2-62%의 빈도를 보인다는 연구도 있다.³⁾ 하지만 과두돌기의 골절이 중요시 되는 이유는 높은 발생빈도를 보여서만이 아니라 골절 이후 장기간에 걸쳐 부작용이 발생할 가능성이 있기 때문이다. 과두돌기 골절 환자가 나이들에 따라, 과두부의 성장장애로 인해 기능적, 심미적인 장애가 발생할 수 있으며 심한 하악의 열성장 또는 안모의 비대칭이 약 5-10%정도 발생

한다는 보고도 있으며,⁴⁾ 과두돌기 골절 후 성장기 동안 측두하악관절(TMJ)의 유착으로 인해 bird-face 기형도 유발될 수 있다.⁵⁾ 이러한 심각한 부작용 이외에도, 관절면, 관절원판, 주위 인대 및 근육 등 측두하악관절과 연관된 구조물의 변형 및 장애에 따라 최대개구량 감소, 최대 저작력 감소, 근육 활동 패턴의 변화, 교합변화, 개구시 하악의 변위, 측두하악관절 장애등이 발생할 수 있다.^{6,7)}

이와 관련하여 과두돌기 골절의 치료에 대해서도 많은 의견 및 연구가 보고되고 있으나, 소아의 과두돌기 골절의 치료방법으로서 비관혈적 정복술을 사용해야 한다는 것에는 의견의 일치를 보이지만, 성인의 경우에는 아직도 많은 논쟁이 이루어지고 있다. 오늘날 대부분의 외과적 방법은 비외과적인 방법으로도 만족할만한 결과를 얻을 수 있으며, 과두의

해부학적 구조물에 대한 손상 등을 이유로 비외과적 접근을 선호하고 있으나 이는 대부분 경험에 기반을 둔 것이다.

그러므로, 과두돌기 골절이 발생한 경우 측두하악관절의 구조적, 기능적 변화, 교합 변화, 골절에 대한 저작계의 적응 등에 대해 이해해야 할 필요가 있으며, 이 이해를 바탕으로 하여 치료원칙을 수립해야 할 것이다. 이에 본 논문의 목적은 과두돌기 골절 환자에서 골절 후 측두하악관절의 변화 및 기능 회복을 위한 하악의 골격적, 근신경계적, 치아적 적응에 대해 고찰하는데 있다.

본 론

1. 손상 후 저작계의 변화

과두돌기 골절은 저작계의 기능에 변화를 야기한다. 정상 상태에서는 한쪽 구치부로 저작하는 경우 동측 측두하악관절에서보다 반대측 측두하악관절에 더 큰 하중이 가해지지만, 한쪽 과두돌기가 손상받은 경우에는 반대측 구치부로 저작 시, 이환측 측두하악관절에 가해지는 하중을 줄이기 위해 선택적으로 이환측 교근의 활동은 감소하고 반대측 교근의 활동은 증가함으로써 반대측 측두하악관절에 가해지는 하중도 따라서 증가한다.^{8,9)} 하지만, 같은 과두골절 상황에서라도 손상받은 쪽 구치부로 저작하는 경우, 이미 정상적으로도 반대측의 측두하악관절은 많은 하중을 부담하기 때문에 반드시 근육활성도비율의 변화가 나타나는 것은 아니다. 비이환측 구치로 저작 시, 저작측의 교근은 이환측에 비해 약 1.5배의 근육활성을 보이며, 이 현상은 관혈적 정복술로 치료되었는지 비관혈적 정복술로 치료되었는지에 관계없이 나타나며 다양한 저작 활동 패턴에서도 일관되게 나타난다.^{10,11)}

골절 환자들은 최대 저작력을 낼 때 불편감이 나타날 수 있으며 이 때문에 환자들은 손상받은 측두하악관절로의 하중을 줄이기 위해 약간 더 저하된 저작력을 보일 수 있으며 이것은 손상받은 부위를 보호하기 위한 생리적 반응으로도 가정할 수 있다.

관혈적 정복술로 치료하는 경우에는 비이환측 구치로 저작하더라도 이환측 측두하악관절에 정상적인 하중이 가해지는 것을 기대할 수 있으며 실제로 이것은 비관혈적 정복술로 치료된 환자군보다 관혈적 정복술로 치료된 환자군에서 근육 활성도 비율에 있어서 정상값과 유사함으로서 증명된다.¹²⁾

과두돌기 골절로 인해 저작계의 다른 기능도 변화될 수 있다. 정상적인 측두하악관절의 회전(rotation)과 활주(translation)가 손상받는다. 과두돌기에 부착된 외측 익돌근의 작용이 감소하게 되고 결과적으로 개구시 골절된 쪽으로 하악은 편위된다. 이와 관련된 몇 연구들은 비관혈적 정

복술로 치료된 환자에서 개구 및 측방운동 시 이환측으로의 심한 편위를 보고하기도 하였다.^{13,14)} Silvennoinen 등은 비관혈적 정복술로 치료된 환자의 30%에서 영구적인 개구시 편위를 보였다고 보고하였다.¹⁵⁾

과두돌기 골절로 인해 나타날 수 있는 다른 증상으로는 저작계의 기능이상 증상으로 Lindahl은 비관혈적 정복술로 치료된 환자에서 관절잡음 동통, 개구시 편위등이 나타날 수 있으며 이는 성인에서 더 자주 발생하며 소아에서는 드물다고 보고하였으며 이는 중심위(centric relation)-중심교합(centric occlusion)간의 불일치에 의해 야기되는 것이라고 하였다.¹⁶⁾

기능이상 증상의 빈도는 문헌마다 다르게 보고되고 있으며 '이상없음'에서부터 85%까지로 매우 다양하며,¹⁷⁻¹⁹⁾ Hlawitschka와 Eckelt는 골절되지 않은쪽의 관절에서보다 골절된 쪽의 측두하악관절에서 모든 방향으로의 측방운동시 증등도에서 심한 운동제한을 보이며 비생리적인 과두경로를 가진다고 보고하였으며 이것은 과두의 활주운동의 감소로 나타나는 것이라고 하였다.¹⁹⁾

하지만 최대 저작력, 측방운동범위 측정보다는 저작행위 자체는 더 자연스럽게 이루어지고 일상적으로 행해지는 것이기 때문에 과두돌기 골절 환자들에 있어서 더 중요시되기도 한다. 비록 외측 익돌근과 측두하악관절의 운동이 방해받을 수 있다 하더라도 개폐구 및 측방운동의 자연스러운 저작행위는 정상적으로 유지될 수 있다. Throckmorton 등은 저작동안 개구량이 골절 초기에는 감소되었지만 6개월 이내에 거의 정상으로 회복되었다고 보고하였다.²⁰⁾

저작에 있어서 측방 운동은 가장 큰 변화를 보이는데 정상인에서는 오른쪽, 왼쪽 저작시 이상적인 저작주기의 모양을 보이나 골절 환자에서는 골절측과 비골절측으로의 저작에 있어서 매우 큰 차이를 보인다.²¹⁾ 또한 개구운동에 있어서 개구 동안의 하악운동이 폐구동안보다 더 큰 영향을 받는 것으로 보고되며, 이는 개구운동은 temporomandibular ligament와 외측 익돌근에 의해 조절되는데 골절 시 이러한 구조물들의 운동이 방해받기 때문인 것으로 여겨지며 이와 반대로 폐구운동은 여러 폐구근에 의해 조절되며 과두돌기 골절에 영향을 덜 받기 때문이다.²²⁾ 따라서 과두돌기 골절을 관혈적 정복술로 치료하는 경우 과두의 원래 위치를 수복함으로써 저작시 이러한 변화를 최소화 할 수 있다.²⁰⁾

2. 비관혈적 정복술 후 측두하악관절의 기능회복

과두돌기 골절 후 측두하악관절은 저작기능 회복을 위해 복잡한 적응을 거치게 되는데 이는 손상 후 즉시 시작되나 개인마다 시기 및 중요성, 정도에 차이가 존재한다. 과두돌기 골절의 치료로서 비관혈적 정복술 후 기능회복을 위해 이루어지는 적응은 유형별로 다음과 같이 1) 근신경계적 적

응(Neuromuscular adaptation), 2) 골격적 적응(Skeletal adaptation), 3) 치아적 적응(Dental adaptation) 등으로 분류할 수 있다.

1) 근신경계적 적응(Neuromuscular adaptation)

양측성 과두돌기 골절 환자에서, 특히 골편이 변위된 경우 임상상은 만족스러운 교합 및 저작계를 회복하기 어려운 경우가 많다. 많은 임상자들은 이러한 양측성 과두돌기 골절의 경우 비관혈적 정복술을 주로 선택하게 되는데 이런 경우의 합병증으로 전치부 개방교합이 나타나는 경우가 많은데 이를 이해하는 데는 하악의 lever system이 좋은 도구가 된다.^{23,24)} Gysi는 하악운동을 lever system으로 설명하였는데 하악의 운동은 lever III system으로 측두하악관절이 받침점(fulcrum)이 되고, 이 관절과 전방부 교합점 사이에 근육의 힘이 vector로 작용한다는 것이다.²⁵⁾ 양측성 하악과 두 골절의 경우 측두하악관절이 손상을 입음으로 인해 받침점이 소실되므로 측두근, 교근, 상설골근 등 근육의 당기는 힘에 의해 구치부가 붕괴되고 구치부의 조기접촉 및 전치부의 개방교합을 보이게 되는 것이며 이는 대부분의 경우 발생하지만 모든 경우에 해당하는 것은 아니다. 어떤 환자의 경우 손상 후 별다른 치료를 하지 않았음에도 불구하고 조기에 정상 교합을 보이는 경우가 있는데 이와 같은 경우가 근신경계적인 적응이 이루어지는 경우이며 이 때는 후방 측두근(posterior temporalis fiber)의 EMG가 상승됨이 보여진다.²⁶⁾ 근돌기에 부착된 후방 측두근의 활성이 증가됨에 따라 하악은 후방으로 당겨지는 힘을 받게 되고 다른 근육들의 힘과 균형을 이루어 하악 전치부가 상방으로 이동하게 되어 전치부 개방교합이 발생하지 않게 되는 것이다. Hjorth 등은 과두돌기 골절 환자에서 외상 후 1년 후까지 교근의 비대칭은 잔존하였지만 근육의 EMG가 시간이 지남에 따라 정상화되는 것을 보고한바 있으며,²⁷⁾ Ingervall 등은 양측성 과두돌기 골절 환자에서 점차적으로 새로운 관절기능이 형성되었으며 저작근의 EMG 활성화도 정상화를 보임을 보고하였다.²⁸⁾

개인에 따라 이러한 힘의 정도 및 근육의 활성화 정도는 차이가 발생하지만, 근신경계적인 적응이 적절히 이루어진 경우 하악운동을 위한 관절의 기능이 상실되더라도 적절한 저작기능을 회복할 수 있다.

2) 골격적 적응(Skeletal adaptation)

과두돌기 골절 후 새로운 측두하악관절이 발달하기 시작하며 이는 저작계 내에서 서서히 적응하게 된다. 이러한 적응은 손상 직후 시작되고 수개월에 걸쳐 지속된다. 새로이 과두가 형성되는 것은 Class III lever system에서 기능회복을 위해 받침점인 측두하악관절이 형태적, 기능적으로 회복이 이루어지는 것이며 3가지 과정이 동반되어 발생한다.

다:²⁹⁾ (1) 과두의 재생, (2) 측두하악관절에서 측두골의 변화, (3) 상행지의 변화

(1) 과두의 재생(condylar regeneration)

과두의 재생은 골격적 적응에서 가장 확실한 결과를 보이며, 새로운 측두하악관절이 만들어지는 대부분을 차지한다. 과두의 재생은 연령, 치료와 연관되며 매우 다양하게 나타난다. 과두의 재형성(condylar remodeling)이 일어나는 이유는 과두의 조직학적 구조 및 동물 연구에 의해 설명되며 과두 연골이 존재하는 시기에는 하악의 운동 뿐만 아니라 과두의 골절, 변위에서도 연령과 연관되어 적응을 하게 된다고 보고한다. 소아에서의 과두는 섬유성 관절조직과 함께 연골 cap(cartilage cap)으로 구성되어 있으나 반면에 성인의 경우는 섬유성 관절 조직에 덮인 골성 cap(bony cap)으로 특징지어진다. 동물 연구에서, 기능적 장치로 하악을 전방운동 시키는 것이 과두 연골의 후방면에서의 증식을 야기시킨다는 것이 관찰되었고 과두돌기의 골절과 변위가 발생한 경우에도 연골의 증식이 나타나지만 성장이 완료된 경우에는 연골이 적었고, 과두의 재형성과 재생이 감소되는 것으로 보고되었다.³⁰⁻³³⁾

Lindhahl 등은 비관혈적 정복술로 치료한 과두돌기 골절 환자에서 시간이 지남에 따라 방사선학적으로 새로운 과두가 형성되는 것을 관찰하였고,³⁴⁾ 소아에서 거의 완전한 과두 재생이 이루어짐을 보고하였고, 다른 많은 연구자들도 연령과 연관된 골격적 적응으로 과두의 재생을 보고하였다.^{35,36)}

과두의 재생은 치료 방법과도 관련이 있으며 관혈적 정복술을 시행한 경우 정복 및 고정과 관련된 정도의 차이는 있지만 과도한 과두 재형성의 필요성이 감소되며, 비관혈적 정복술을 시행한 경우 약간고정으로 동요도를 허용하지 않는 것보다는 물리치료를 시행하는 것이 활발한 과두 재생을 보이는 것으로 보고된다.^{37,38)}

(2) 측두골의 변화

과두의 재생과 더불어 나타나는 골격적 적응에는 측두하악관절을 이루는 관절와, 즉 측두골의 변화가 포함된다. Lindahl 등은 방사선학적 연구에서 골절 후 관절와의 내면이 골조직으로 채워지는 것을 관찰하였고,³⁴⁾ 이러한 골격적 적응은 새로운 관절을 형성하기 위한 과두의 재생량을 줄이기 위해 관절와를 이루는 측두골의 골면이 더 하방으로 이동하는 것이라고 보고하였다. 종종 새로 형성된 측두하악관절은 원래의 위치보다 더 전방이나 하방으로 위치되기도 하며 관절면이 편평화(flattening)되는 것으로 나타나기도 한다.³⁹⁾

(3) 상행지의 변화

과두돌기 골절이 발생한 경우 골편의 변위정도에 따라 상

행지 수직고경의 감소가 발생하고 이로 인해 하악의 편위, 교합간섭 등이 발생하지만, 골격적 적응에 따라 하악 상행지의 수직이동이 발생한다. 이도 역시 새로운 측두하악관절을 재형성하기 위한 일련의 과정들 중 하나이며 상행지가 상방이동함으로써 골절된 과두골편과 측두골 관절면과의 거리를 감소시키게 된다. 이런 변화는 과두의 완전한 재생의 필요성을 감소시킬 수 있다.

3) 치아적 적응(dental adaptation)

과두돌기 골절을 비관혈적으로 치료하는 경우 절치의 정출(extrusion)과 구치의 함입(intrusion)이 관찰된다.²⁴⁾ 이것은 골절 후 새로운 측두하악관절이 형성되도록 하악 상행지가 상방으로 이동하기 때문에 발생하며 이는 특히 양측성 과두돌기 골절 환자에서 종종 발생하는데 이 환자들에서는 전방개교합의 경향이 강하게 나타난다. 하악 상행지는 상방으로 이동되고 이부(chin)는 최후방 구치의 조기접촉으로 인해 하방으로 이동하게 되는데, 비관혈적 정복술로 치료한 양측성 과두돌기 골절 환자에서 하악평면각(mandibular plane angle)이 증가하는 것으로도 확인된다.²⁶⁾

비관혈적 정복술의 치료로서 탄성고무줄을 사용하게 되는데 이때 전치부는 정출되고 구치부는 함입된다. 그러므로 골격적 적응이 이루어지는 데는 정상적인 교합관계가 유지되는 치아적 적응이 필요하다. 이상으로 미루어보아 골절된 과두골절을 관혈적 정복술로 치료하는 것은 수직고경의 감소를 줄임으로서 근신경계적, 골격적, 치아적 적응에 있어서 더 유용하다고 보고하는 학자들도 있다.^{40,41)}

결 론

성인에서 발생한 과두돌기 골절의 치료는 아직도 논의가 되고 있는 부분이지만 성공적인 치료결과를 얻기 위해서는 저작계의 적응능력과 과두의 변화에 대해서도 잘 이해해야 할 필요가 있으며 환자 개인에 따라 차이가 있으나 이러한 적응능력이 감소된 경우에는 불량한 결과가 발생할 수 있다.

최근에는 과두돌기 골절의 치료 방법으로서 관혈적 정복술이나 비관혈적 정복술 어느 것을 시행하더라도 악골의 조기운동 및 기능적 재활을 도모하는 것이 중요하다고 보고되며 이를 위해서는 대부분 탄성고무줄과 교합장치를 이용한다. 그리고 부득이하게 악간고정이 필요한 경우가 아니라면 비관혈적 정복술을 시행한다 하더라도 오랜 기간의 악간고정은 필요치 않으며 조기에 개구운동 및 물리치료를 시행하는 것이 좋다.

과두돌기 골절 환자가 내원하는 경우 환자의 증상에 따라 우선 관혈적 정복술과 비관혈적 정복술의 술식을 결정하고 만일 비관혈적 정복술을 시행하는 경우라면 근신경계적 요소, 골격적 요소, 치아적 요소에 대한 적응과정에 대해 고려

해야 한다. 관혈적 정복술 후에는 이런 적응과정들의 필요성이 다소 감소하지만 적응과정을 충분히 이해하고 있어야 술 후 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

References

1. Rowe NL, Killey HC : Fractures of the Facial Skeleton(ed 2). Edinburgh, E&S Livingstone, 1968, p.121.
2. Tasanen A, Lamberg MA : Transosseous wiring in the treatment of condylar fractures of the mandible. J Maxillofac Surg 4 : 200, 1976.
3. Thoren H, Hallikainen D, Iizuka T : Condylar process fractures in children : A follow-up study of fractures with total dislocation of the condyle from the glenoid fossa. J Oral Maxillofac Surg 59 : 768, 2001.
4. El-sheikh MM, Medra AM, Warda MH : Bird face deformity secondary to bilateral temporomandibular joint ankylosis. J Craniomaxillofac Surg 24 : 96, 1996.
5. Lund K : Mandibular growth and remodeling processes after condylar fractures : A longitudinal roentgen-cephalometric study. Acta Odontol Scand 32 : 1, 1974.
6. Wood WW : A review of masticatory muscle function. J Prosthet Dent 57 : 222, 1987.
7. Turp JC, Stoll P, Schlotthauer U : Computerized axiographic evaluation on condylar movements in cases with fractures of the condylar process : A follow-up over 19 years. J Craniomaxillofac Surg 24 : 46, 1996.
8. Greaves WS : A functional analysis of carnassial biting. Biol J Linnean Soc 20 : 353, 1983.
9. Throckmorton GS, Groshan GJ, Boyd SB : Muscle activity patterns and control of temporomandibular joint loads. J Prosthet Dent 63 : 685, 1990.
10. Van Eijden TM : Jaw muscle activity in relation to the direction and point of application of bite force. J Dent Res 69 : 901, 1990.
11. Van Eijden TM : Three-dimensional analysis of human bite force magnitude and moment. Archs Oral Biol 36 : 353, 1991.
12. Ellis E, Throckmorton GS : Bite force after open or closed treatment of mandibular condylar process fractures. J Oral Maxillofac Surg 59 : 389, 2001.
13. Proffit WR, Vig KWL, Turvey TA : Early fracture of the mandibular condyles : Frequently an unsuspected cause of growth disturbances. Am J Orthodont 78 : 1, 1980.
14. Wood GD : Assessment of functional following fracture of the mandible. Br Dent J 149 : 137, 1980.
15. Silvennoinen U, Iizuka T, Oikarinen K : Analysis of possible factors leading to problems after nonsurgical treatment of condylar fractures. J Oral Maxillofac Surg 52 : 793, 1994.
16. Lindahl L : Condylar fractures of the mandible. IV. Function of the masticatory system. Int J Oral Surg 6 : 159, 1977.
17. Risdon F : Ankylosis of the temporomaxillary joint. J Am Dent Assoc 21 : 1933, 1934.
18. Gruber LW, Lyford J : The conservative treatment of simultaneous fractures through the necks of both mandibular condyles associated with multiple fractures of other parts of the mandible. Am J Orthod 28 : 258, 1942.
19. Hlawitschka M, Eckelt U : Assessment of patients treated for intracapsular fractures of the mandibular condyle by closed techniques. J Oral Maxillofac Surg 60 : 784, 2002.

20. Throckmorton GS, Ellis E, Hayasaki H : Masticatory motion after surgical or non-surgical treatment for unilateral fractures of the mandibular condylar process. *J Oral Maxillofac Surg* 62 : 127, 2004.
21. Throckmorton GS, Ellis E, Hayasaki H : Jaw kinematics during mastication following unilateral fractures of the mandibular condylar process. *Am J Orthod* 124 : 659, 2003.
22. Osborn JW : A model to describe how ligaments may control symmetrical jaw opening movements in man. *J Oral Rehabil* 20 : 585, 1993.
23. Rees AM, Weinberg S : Fractures of the mandibular condyle : Review of the literature and presentation of five cases with late complications. *Oral Health* 73 : 37, 1983.
24. Gotz G, Ducker J, Otten J : Correlation between open bite and skeletal pattern after condylar fractures, in Hjorting Hansen E(ed). *Oral and Maxillofacial Surgery, Proceedings from 8th International Conference on Oral and Maxillofacial Surgery*. Chicago, IL, Quintessence, 1985, p.196.
25. Gysi A : Studies on the leverage problem of the mandible. *Dental Digest* 23 : 74, 1921.
26. Talwar RW, Ellis E, Throckmorton GS : Adaptations of the masticatory system after bilateral fractures of the mandibular condylar process. *J Oral Maxillofac Surg* 57 : 500, 1999.
27. Hjorth T, Melsen B, Moller E : Masticatory muscle function after unilateral condylar fractures : A prospective and quantitative electromyographic study. *Europ J Oral Sci* 105 : 298, 1997.
28. Ingervall B, Lindahl L : Masticatory muscle function in patients treated for condylar fractures of the mandible. *Int J Oral Surg* 9 : 359, 1980.
29. Ellis E, Throckmorton GS : Treatment of mandibular condylar process fractures : Biological considerations. *J Oral Maxillofac Surg* 63 : 115, 2005.
30. McNamara JA, Carlson DS : Quantitative analysis of temporomandibular joint adaptations to protrusive function. *Am J Orthod* 76 : 593, 1979.
31. McNamara JA, Hinton RJ, Hoffman DL : Histologic analysis of temporomandibular joint adaptations to protrusive function in young adult rhesus monkeys(Macaca mulatta). *Am J Orthod* 82 : 288, 1982.
32. Hinton RJ, McNamara JA : Temporal bone adaptations in response to protrusive function in juvenile and young adult rhesus monkeys(Macaca mulatta). *Europ J Orthod* 6 : 155, 1984.
33. Hinton RJ, McNamara JA : Effect of age on the adaptive response of the adult temporomandibular joint. A study of induced protrusion in *Macaca mulatta*. *Angle Orthodont* 54 : 154, 1984.
34. Lindahl L, Hollender L : Condylar fractures of the mandible. II. Radiographic study of remodeling processes in the temporomandibular joint. *Int J Oral Surg* 6 : 153, 1977.
35. Sarnat BG, Engel MBA : A serial study of mandibular growth after removal of the condyle in the *Macaca rhesus* monkey. *Plast Reconstr Surg* 7 : 364, 1951.
36. Spence DR : Post injury condylar remodeling in children. *Oral Surg* 53 : 340, 1982.
37. Hotz RP : Functional jaw orthopedics in the treatment of condylar fractures. *Am J Orthod* 73 : 365, 1978.
38. Amaratunga NA : A study of condylar fractures in Sri Lankan patients with special reference to the recent views on treatment, healing and sequelae. *Br J Oral Maxillofac Surg* 25 : 391, 1987.
39. Thomson HG, Farmer AW, Lindsay WK : Condylar neck fractures of the mandible on children. *Plast Reconstr Surg* 34 : 452, 1964.
40. Ozmen Y, Mischkowski RA, Lenzen J : MRI examination of the TMJ and functional results after conservative and surgical treatment of mandibular condyle fractures. *Int J Oral Maxillofac Surg* 27 : 33, 1998.
41. Iizuka T, Ladrach K, Geering AH : Open reduction without fixation of dislocated condylar process fractures : Long term clinical and radiological analysis. *J Oral Maxillofac Surg* 27 : 191, 1998.
42. Thoma KH : Fractures and fracture dislocations of the mandibular condyle : A method internal wiring and one for skeletal fixation with a report of thirty-two cases. *J Oral Surg* 3 : 3, 1945.
43. Thoma KH : Treatment of the condylar fractures. *J Oral Surg* 12 : 112, 1954.
44. Bellinger DH, Henny FA, Peterson LW : Fracture of the mandibular condyle. *J Oral Surg* 1 : 48, 1943.
45. Silverman SG : New operation for displaced fractures at neck of condyle. *Int J Orthod* 67 : 876, 1925.
46. Zide MF, Kent JN : Indication for open reduction of mandibular condyle fracture. *J Oral Maxillofac Surg* 41 : 89, 1983.
47. Kim JH, Kim SM, Kwon GJ : Clinical review of various surgical approaches in the treatment of mandibular condyle fracture. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 30 : 72, 2008.
48. Jeong KH, Jeon IS, Shin YG *et al* : Muscle weakness and vision disorder following open reduction of both condylar fracture-case report. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 22 : 697, 2000.

저자 연락처

우편번호 501-759
광주광역시 동구 서석동 375번지
조선대학교 치과대학(원) 구강악안면외과학교실
김수관

원고 접수일 2010년 04월 16일
게재 확정일 2010년 06월 16일

Reprint Requests

Su-Gwan Kim
Department of Oral and Maxillofacial Surgery,
School of Dentistry, Chosun University
375, Seosuk-dong, Dong-gu, Gwangju, 501-759, Korea
Tel: +82-62-220-3815 Fax: +82-62-228-7316
E-mail: sgckim@chosun.ac.kr

Paper received 16 April 2010
Paper accepted 16 June 2010