

마우스가드의 역할과 기능

경희대학교 치과대학 · 치의학전문대학원 치과보철학교실
권 공 록

ABSTRACT

Role and Function of Mouthguard

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Kyung Hee University
Kung-Rock Kwon DMD, MSD, PhD

A mouthguard is a protective device normally worn on the upper jaw, to reduce injuries to the teeth, jaws and surrounding soft tissues. It has a definite role in preventing injuries to the teeth and face and for this reason it is strongly recommended for all sporting activities where there is a risk of trauma to the teeth and associated structures.

Mouthguards can be effective in reducing impact force to the teeth, and attributed to enhancement of postural control and muscle performance during teeth clenching. Although there is evidence that mouthguards reducing impact force to the teeth, and prevent orofacial trauma occurrence during sport practice, the influence of this device on athletic performance has not been systematically quantified.

Nevertheless, wearing a dentally fitted laminated mouthguard of at least 3 mm thickness can be strongly recommended during sport practice.

Key words : mouthguard, impact force, athletic performance, laminated mouthguard

Corresponding Author
Prof. Kung-Rock Kwon
Department of Prosthodontics, School of Dentistry , Kyung Hee University
Kyung Hee Dae-Ro 26, Seoul, 02447, Korea
Tel : 82-2-961-0340, E-mail : krkwon@khu.ac.kr

I. 서론

경제적 발전과 함께 생활이 풍요해지면서 비만 등에 의한 성인병 증가와 주 5일 근무제의 시행에 따른 여

가 시간의 증가로 국민들의 건강에 대한 관심이 증가하고 있다. 이에 힘입어 스포츠는 취미 활동으로서 뿐만 아니라 건강한 삶의 질의 증진을 위해 청소년, 장년, 노년, 남녀 모두에서 관심이 높아지고 있다. 스포

츠 종목의 다양화와 과격화 그리고 스포츠 활동 인구의 급격한 증가가 나타나고 이와 더불어 스포츠 활동 중에 근육의 손상, 연골 파열, 골절, tendinitis, 연조직 laceration과 타박상, 치아 파절, 뇌진탕 등의 외상과 장애도 증가하고 있는 추세이다. 이처럼 스포츠에서 사고는 항상 일어날 가능성이 존재하는데, 이런 외상과 장애는 스포츠의 본래 목적인 건강유지 및 체력향상과는 상반되기 때문에 적절한 안전 대책이 필요하다.

특히 악안면 영역의 운동외상은 치아 파절 및 탈구, 악골 골절, 연조직 손상, 뇌진탕 등이 발생하며 이에 의한 후유증은 육체적 정신적으로 상당히 중요하며 특히 두경부 충격으로 발생하는 뇌진탕이나 뇌세포의 손상은 생명과도 관계가 있다. 이 뿐 아니라 운동선수들에 있어서 구강 악안면 영역의 건강유지는 경기력 향상을 위하여 끊임없는 훈련을 수행하는데 필요한 영양 섭취를 위해 꼭 필요하며 특히 구강 악안면 영역의 외상은 음식 섭취를 불충분하게 하여 체력의 저하를 가져 올 수도 있다. 또한 운동 중에 발생하는 외상은 경기력의 저하와 목표하는 경기에 참가 할 수 없게 하는 문제를 일으킬 뿐 아니라 안면 부위의 정상적인 기능과 심미에 대한 정서적 심리적 stress문제²⁾도 발생하며, 심한 경우에는 영구적인 장애상태로 이어지기도 한다.

스포츠 경기에서 상해를 예방하기 위해서는 육체적 정신적 상태의 개선 및 유지, 엄격한 경기규칙 그리고 적절한 보호 장구의 사용 등이 매우 중요하다. 특히 구강과 주위 얼굴부위의 손상을 방지할 수 있는 보호장치로 마우스가드가 있다. 마우스가드는 안면의 전방, 측방으로 직접 가해지는 외력으로부터 치아와 치주조직을 보호하고, 구순 및 혀 등 연조직의 손상을 방지하며, 충격력으로부터 악관절을 보호하고, 악관절 및 치아를 통한 충격력이 뇌에 가해지는 것을 흡수하여 뇌진탕³⁾이나 보다 심각한 뇌 손상을 방지하며, 운동 중 clenching의 강도가 증가하여 두경부의 근활동이 항진되고 두부의 고정력이 강화되어 경부손상을 감소시

키는 기능^{4, 5)}을 가지고 있다.

미식축구, 럭비, 아이스하키, 필드하키, 농구, 권투, 태권도등의 접촉성 운동 군에서는 외상 발생 위험이 높⁶⁻⁸⁾ 외상의 예방을 위해 여러 가지 도구를 장착하는 것이 의무화 되고 있으며 경기 규칙이 엄격하게 적용된다. 그리고 권투와 미식축구 등의 종목에서는 시합 중 마우스가드의 장착이 의무화되어 있고, 태권도의 경우 국제 경기에서는 장착이 의무화 되었고, 아이스하키와 럭비 등에서는 착용을 권장하고 있으며, 의무화 되지 않은 경우라도 선수 스스로 보호를 위하여 장착하는 경우도 있다.

그러나 우리나라에서는 마우스가드의 장착이 필요하다고 생각되는 많은 경기자에게 충분히 보급 되었다고 말할 수 없으며, 마우스가드에 대한 지식도 경기자나 지도자가 충분히 인식하지 못하고 있다고 생각되며 그 사용에 관한 조사 결과 또한 만족할 수 없는 실정이다.

현재 사용되고 있는 마우스가드는 기성 마우스가드, boil & bite형태의 마우스가드, 맞춤형 마우스가드 등 3가지로 구분된다. 기성으로 제작된 마우스가드는 유지력이 떨어지고 제작 과정 중에 교합면 두께가 얇아지게 되어, 정밀하지 못해 보호능력과 좋은 착용감을 모두 충족시킬 수 없을 뿐 아니라 경우에 따라서는 부상의 위험성을 증가시키고 경기력을 저하시킬 가능성도 있다. 이런 문제들이 치과의사가 전문 지식과 기술로 적합성과 기능을 살린 맞춤형 마우스가드의 보급이 필요한 이유이기도 하다.

II . 맞춤형 마우스가드

1. 마우스가드(Mouthguard) 란?

마우스가드는 대체적으로 상악골에 장착해서 치아와 악골, 주변 연조직을 외상으로부터 보호하는 장치이다⁹⁾. 마우스가드는 치아와 얼굴부위 손상을 방지하

임상가를 위한 특집 1

는 명백한 역할을 하기 때문에 다시 말해서, 외상을 유발할 수 있는 스포츠를 할 때는 꼭 이 장치를 착용할 필요가 있다¹⁰⁾. 600여명 이상의 엘리트 선수들을 대상으로 한 논문¹¹⁾ 결과에 의하면 마우스가드에 대한 인식도는 36~60% 정도였으며 접촉성 스포츠(contact sports) 선수들이 비접촉성 스포츠(non-contact sports) 선수들에 비해 상대적으로 인식도가 높은 것으로 나타났다. 또한 구강 손상 경험이 있는 경우가 그렇지 않은 경우보다 훨씬 인식도가 높게 나타났다. 구강 손상 경험자가 사용했던 마우스가드는 65%가 기성품(boil & bite type: 뜨거운 물에 넣으면 재료가 말랑말랑해져서 치아를 짚 깨물면 치열이 인기되어 변형 가능함)이었고 맞춤형은 불과 15%에 불과했다. 그럼에도 불구하고 대부분의 선수들은 마우스가드가 치아와 얼굴 주변 조직을 외상으로 부터 보호해 준다는 인식을 가지고 있었다. 외상을 받을 수 있는 위험요소가 있는 모든 스포츠들, 예를 들어 럭비, 킥복싱, 태권도, 막대기와 볼을 이용한 각종 운동에 마우스가드의 착용이 추천된다¹²⁾.

2. 마우스가드의 재료

교합치료나 악관절 치료에 사용되는 교합장치는 일반적으로 탄성이 거의 없는 경질의 재료가 주로 이용

되는 반면, 마우스가드 제작에 가장 많이 사용되고 있는 것은 Ethylene Vinyl Acetate-copolymer (EVA)계열로 탄성을 가지는 재료이다.

3. 마우스가드의 형태

마우스가드는 순면이 2~3mm, 교합면은 3mm, 구개면은 2mm의 두께를 유지해야 한다. 특히 구개면은 장치의 유지를 부여해주는 부위로 가능하다면 얇은 것이 착용감에 도움이 된다¹³⁾(그림 1). 교합면은 보통 3mm 정도의 두께에서 기능, 착용감 등이 우수했으며, 순측은 외상으로부터 보호를 해야 하는 부위이므로 종목별로 다양한 두께를 권장하고 운동에 방해되지 않도록 해야 한다. EVA(ethylene vinyl acetate) 샘플 두께가 4mm 정도는 되어야 외부 충격을 흡수할 수 있다는 논문¹⁴⁾을 근거로 하면 장치의 두께가 4mm 정도 되어야 하지만 착용감을 고려해서 두께를 가감해야 한다.

4. 마우스가드의 교합

치과영역에서 안정적인 교합접촉을 이루는 것은 구강기능과 저작효율에 있어서 중요하며 과두와 근신경계의 안정을 이루는데 있어서도 중요한 역할을 한다.



그림 1. 마우스 가드 design : 2~3mm의 교합면두께

부적절한 교합접촉은 근신경계의 조화를 깨뜨리며 악관절의 문제도 야기할 수 있다는 것은 잘 알려진 사실이다.

교합기능과 신체운동기능, 특히 근력과의 관련성에 대한 연구¹⁵⁾에서는 무치악 환자에서 의치 장착 시의 전신 반응시간(동작 개시 시간, 근 수축 시간, 동작 완료 시간)을 측정할 결과, 동작 개시 시간의 단축, 근수축 시간 및 동작 완료시간의 연장이 나타나 교합지지의 유무가 민첩성 측면에서 신체운동 능력에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 마우스가드 장착 시 교합설정은 매우 중요한데, 3차원 유한요소분석 결과¹⁶⁾에 의하면, 상악에 장착한 마우스가드에서 전후방 모든 치아가 접촉한 경우에 상악골이나 관절, 두경부로 전달되는 응력분산이 가장 좋게 나왔다. 즉, 전후 좌우측의 모든 치아가 안정된 접촉을 이루어진, 모든 치아가 다 안정된 상태에서 가장 좋은 효과를 발휘한다(그림 2).

교합 접촉점의 깊이는 운동의 종류나 선수의 포지션에 따라 달라야 한다. 말을 많이 해야하는 경우라면 알개 만들 필요가 있다²⁾.

일련의^{17, 18)}의 연구에서 중심위나 교두감합위로부터 시작하여 수직고경을 단계적으로 증가시켜 사지근육의 근력변화를 연구한 결과 수직고경이 2mm~3.5mm 증가되었을 때 평균근력이 가장 큰 증가를 보이는 것으로 보아 마우스가드 제작 시 두께는 3mm 내

외가 추천된다.

III. 맞춤형 마우스가드의 기능과 역할

1. 완충 효과

(effect in reducing impact force)

최근 국내에서도 스포츠 치의학에 대한 관심이 높아지고 있으며 이에 따라 다양한 연구들이 발표되고 있다. 이러한 연구 중 한 분야는 스포츠 외상의 예방에 대한 것으로 접촉성 스포츠에서 발생하는 악안면, 두경부 영역의 외상에 대한 마우스가드의 유효성에 관한 것이다. 미식 축구단 선수들에게 마우스가드를 장착시킨 후 Cephalometric 방사선 사진을 촬영하여 분석한 결과, 하악 과두, 경추를 비롯한 해부학적 구조들이 재위치 됨을 확인하고 두경부 손상이 감소된 것으로 나타났다¹⁹⁾. 그밖에도 마우스가드가 스포츠 활동 중 발생하는 두경부 영역의 외상을 효과적으로 예방해 줄 수 있다는 연구들은 많이 발표된 바 있으며 권투를 비롯하여 일부 접촉성 스포츠 활동 시 마우스가드의 장착이 의무화되기도 하였다. 마우스가드의 역할은 정적, 동적 하중이 부하되는 스포츠 활동 시 외력을 보다 효과적으로 분산시켜 역학적 안정상태를 도모하는 것이다. 즉, 교합상태의 동적인 힘은 물론 외력이 가

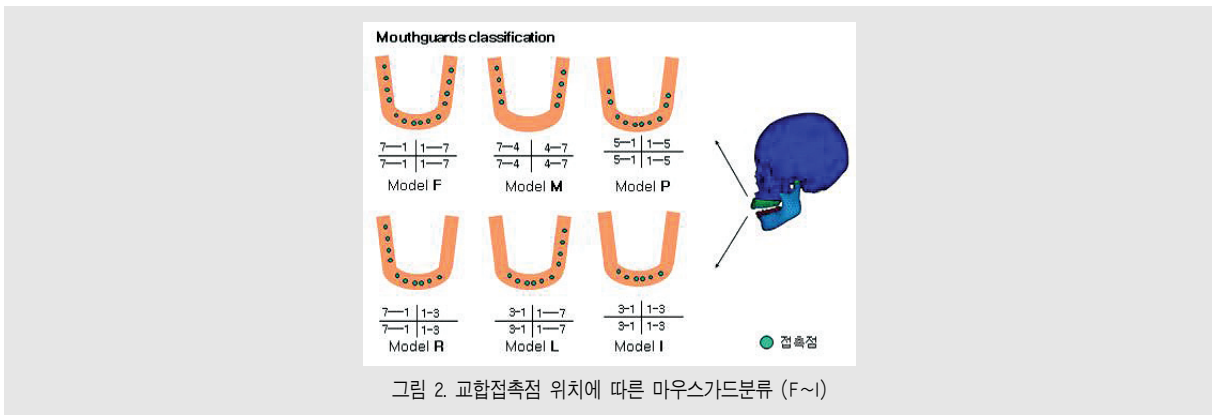


그림 2. 교합접촉점 위치에 따른 마우스가드분류 (F~I)

임상가를 위한 특집 1

해졌을 때의 동적인 힘이 치아나 악골로 전달될 때 완충작용을 하는 것이다.

강철구로 pendulum에서 치아절편에 충격을 가한 실험에서 마우스가드 장착 시 8~30% 응력 감소를 보여주었으며²⁰⁾, 사체에 impact-deliver를 이용하여 하악 턱끝 부위에 하방으로부터 충격을 가했을 때 마우스가드 장착 여부에 따른 골의 응력분포 및 변화량을 측정했는데, 치조골 및 하악골의 과두 부분과 하악 각에 발생하는 응력과 변위량이 마우스가드를 장착했을 때 상당히 감소됨을 알 수 있었다²¹⁾. 충격 물체에 따른 마우스가드의 충격 흡수 능력을 향아보기위해 사체와 pendulum을 이용한 실험 결과 마우스가드를 장착한 피검자에서 응력이 작게 나타났다²²⁾(그림 3, 4). 사체를 대상으로 한 다른 연구에서 마우스가드가 치아와 치조골 뿐만 아니라 턱관절의 공간을 증가시켜 두개골로 전달되는 응력 또한 감소시키는 것으로 나타났다²³⁾.

어떤 종류의 마우스가드가 효과적인가? OTC(over the counter) 마우스가드와 3mm이상 두께의 맞춤형 마우스 가드의 완충효과를 비교한 논문²⁴⁾에서 맞춤형 마우스가드가 MTBI(minor trauma brain injury)를 훨씬 더 줄여주었다고 보고되었다.

마우스가드의 재료는 충격 흡수 능력을 갖는 연성 재료여야 하며 최근에는 보다 효과적인 작용을 위해 형태, 재질 및 두께에 대한 연구가 진행되고 있다. 연구에 의하면 마우스가드가 치아에 접촉하는 면이 연질층의 재료일 때가 경질층일 때보다 응력 분산이 컸다. 또한 연질+경질+연질 즉, 치아쪽에 연질층으로 제작되거나, 두 연질층 사이에 경질층이 개재된 마우스가드가 하중 시 응력을 고르게 분산하는 것으로 나타났다²⁵⁾.

Clenching 유무에 따른 차이에서는, 치아를 꼭 깨물었을 때 근력이 더 증가되었다. 럭비 선수의 공격 및 수비 운동 시 머리 충격가속도가 마우스가드를 장착한

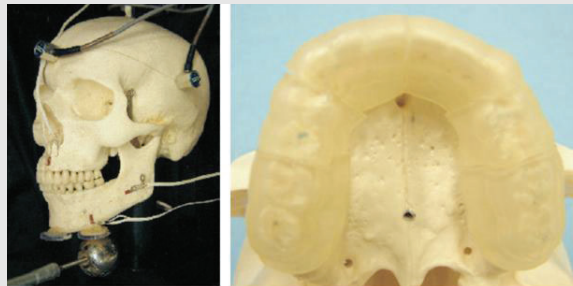


그림 3. Skull model (좌) 과 마우스가드가 장착된 하악골 교합면 (우)

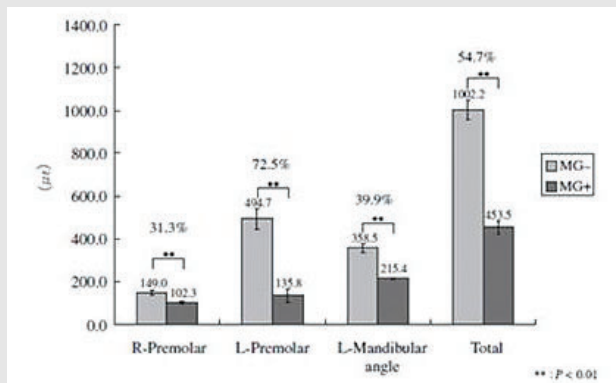


그림 4. 마우스가드 장착 유무에 따른 하악골의 변위량

상태에서 어금니를 짝 물었을 때 더 감소된 결과를 보여주고 있는 것으로 보아 clenching이 충격 완화를 증대 시킨다²⁶⁾. 그럼에도 불구하고 마우스가드가 head의 충격완화 효과를 보고한 다양한 RCT 또는 cohort 연구가 있지만 효과의 명백한 차이가 있다고 단정할 수는 없는 실정이다.

2. 경기력 향상효과 (effect on performance enhancement)

현재 활발히 연구되고 있는 스포츠 치의학의 또 다른 분야는 하악의 위치변화와 같은 악안면 영역의 변화가 전신의 운동능력에 미치는 영향에 대한 것으로 대부분 자세균형과 근력에 관한 연구들이다^{27~29)}. 악안면 근육들과 전신 간에 복잡한 관계가 있기 때문에 상하악의 부적절한 관계를 수정함으로써 적합한 생리적 상태가 얻어질 수 있는데, 이때 사용되는 장치를 MORA(mandibular orthopedic repositioning splint)라고 명명하였다^{30~32)}. MORA를 장착한 사람을 대상으로 Fukuda-Unterberger stepping test를 시행한 결과 MORA가 균형감각을 유의성 있게 향상시켰으며³³⁾, MORA 장착 후에 사지근의 근력 증가가 나타났다^{34, 35)}.

운동선수들에게 마우스가드 또는 교합안정장치를 장착 시켰을 때, 근력과 균형 감각이 향상되었고^{36, 37)}, 골프선수를 대상으로 한 실험에서 교합안정장치를 장

착한 경우 클럽 스윙 시 드라이버 비거리와 공의 초속도가 증가되거나 그 성적의 일관성이 향상되었다^{38, 39)} (표 1).

교합평형이 신체 균형에 영향을 미치는 것을 알아보기 위해서 CR splint를 장착한 피검자와 부정교합 상태의 splint 를 장착한 피검자를 stepping test와 gait test를 시행 한 바, CR splint를 장착한 경우 즉, 교합이 잘 이루어졌을 때 훨씬 더 신체 균형이 잘 잡힌다는 결과를 얻었다⁴⁰⁾. stepping test는 반경 0.5, 1mm 두개의 동심원을 그려놓고 제자리 걸음(100보)을 시키고 나서 제자리에 있느냐 혹은 얼마나 벗어났느냐를 측정하는 것이고, gait test는 눈을 감고 6m의 거리를 걸어 갈 때, 얼마나 중심선에서 이동했는지를 전진 시와 후진 시 각각 측정하는 방법이다. 기준선에 근접한 것이 균형 감각이 좋다는 의미로 해석되는 실험이다.

Foot scan을 이용한 교합균형이 신체 중심의 동요도에 영향을 미치는가 하는 실험⁴¹⁾에서도 교합이 좋은 교합안정장치를 착용한 경우에 좌우측 발바닥의 접촉압력이 균형있게 나타났다(그림 5, 6).

Clenching했을 때, 근육의 근력이 증가하는데, 2mm, 3mm, 3.5mm 두개의 splint중에서 특히 3mm 두개의 경우에 효과가 가장 뛰어났다⁴²⁾. 교합이 잘맞는 마우스가드가 경기력 향상을 증가시켜준다는 증거는 비교적 충분하다.

Table 1. Mean values of club head speed(CHS), initial ball speed(IBM), driving distance(DD) and accuracy of putting(AP) at bilateral molar contact

	No splint		Stabilization splint			Mouthguard		
	M	SD	M	SD	p-value	M	SD	p-value
CHS(mph)	109.49	13.82	111.54	10.30	.035 *	111.77	12.20	.026 *
IBM(mph)	126.26	13.83	126.29	13.34	.942	126.67	13.78	.421
DD(yard)	189.43	24.75	191.81	22.23	.029 *	191.83	21.79	.022 *
AP(cm)	26.02	21.74	26.03	21.97	.997	26.61	21.86	.818

* : significantly different (p<0.05).

임상가를 위한 특집 1

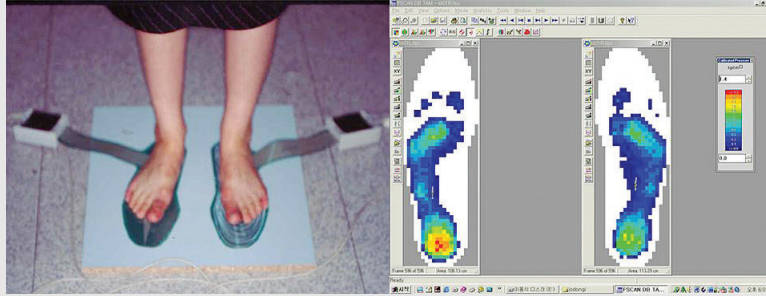


그림 5. Foot scan

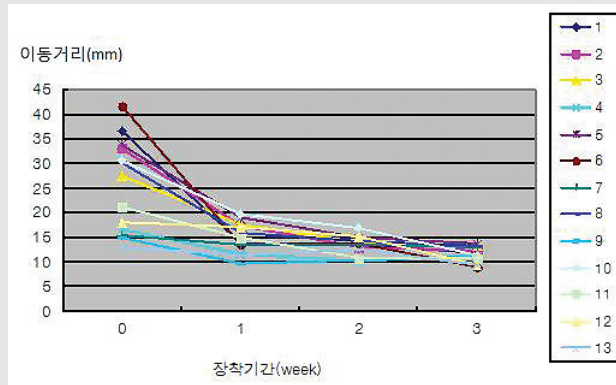


그림 6. COP (무게중심) 흔들림

IV. 마우스가드의 한계성

마우스가드가 운동경기 중 발생하는 악구강계의 외상을 방지한다는 증거가 있음에도 불구하고 이 장치가 경기력 향상에 영향을 미친다는 결론에 대해서는 체계적인 정량화 되어 있지 않은 실정이다. 치아에 잘 적합되는 맞춤형 라미네이트 마우스가드는 boil & bite 형태와 비교 시 상악에 장착해서 외상방지 효과가 우수하며, 이를 위해 충격을 완화시키기 위해 특별 규격

으로 정확하게 적합되어야 한다.

충격 완충 효과에 관한 많은 근거에도 불구하고, 마우스가드 장착 유무 혹은 이 악물기 여부가 머리에 가는 충격을 감소시키는데 효과가 있다는 증거를 얻기에는 아직 연구가 부족한 실정이다. 그럼에도 마우스가드는 자세를 조절하고 이악물기 시 근력을 증진시킬 수 있다고 판단할 수 있다.

참 고 문 헌

1. Adegbesan OA & Onyeaso CO. Perception of Nigerian athletes of the use of mouth guards to prevent the stresses of sports injury. Br J Sports Med. 2004;38:685-689
2. Krizek TJ. Management of maxillofacial trauma. Advances in Trauma, vol 2. Chicago, Yearbook Medical Publishers, 1987; 131-162
3. Reed R. Origin and early history of the dental mouthpiece. Br Dent J, 1994;77:478-90
4. Takeda T et al. Can mouthguards prevent mandibular bone fractures and concussions? A laboratory study with an artificial skull model. Dent Traumatol. 2005 Jun;21(3):134-40
5. Chapman P. The prevalence of orofacial injuries and the use of mouthguards in Rugby league. Aust J Sci Med sport 1985;17:15-18
6. Kay E et al. Orofacial and dental injuries in club rugby players. Br J Sport Med. 1990;24:271-3.
7. de Loes M & Goldie I. Incidence rate of injuries during sport activity and physical exercise in a rural Swedish municipality: Incidence rates in 17sports. Int J Sports Med. 61-467,1988
8. Hulkko A. Stress fractures in athletes. University of Oulu, Oulu, 1988
9. Guidelines for the fabrication, use and maintenance of sports mouthguards. Australian Dental Association. 2014
10. McCrory P et al. Consensus statement on concussion in sport-the 4th international conference on concussion in sport held in Zurich, November 2012.
11. 박 능석 등. 운동선수들의 구강악안면 영역에서의 스포츠외상에 관한 설문조사. 대한치과보철학회지, 제45권 4호, P534-544 2007
12. Ishigami K et al. Introduction of Sport dentistry, Igaku Joho-Sha, 2015
13. Dorney B. Sports related dental trauma and guidelines for mouthguard design and construction, Int. J. Sports Dent. 2 : 19-24, 2009
14. Masahiko Maeda et al. In Search of Necessary Mouthguard Thickness. Part 1: From the Viewpoint of Shock Absorption Ability, J. Jpn. Prosthodont. Soc., 52 : 211-219, 2008
15. 小西, 石島, 平井 : 咬合機能が身体運動におよぼす影響. 補綴誌, 37: 201,1993
16. 7)
17. 안수진 등, 수직적 교합고경의 증가가 사지 근력에 미치는 영향에 관한 연구, 대한악기능교합학회지, 제17권 4호, 231-244, 2001
18. 홍 동희. 교두감합위로부터 출발한 수직교합고경의 증가가 사지근력에 미치는 영향에 관한 연구. 2002. 석사학위 논문
19. Stenger JM, Lawton EA, Wright JM, Ricketts J. Mouthguards :protection against shock to head, neck and teeth. J Am Dent Assoc. 1664 ;69:273-81
20. Morri H. A study on mouth protectors influence of mouth protedctors on the shock absorption ability of bovine teeth. Nihon Univ Dent J, 1998;72:331-338
21. Keichi Ishigami et. al., Sprrts dentistry: For the future dentistry in japan. 2002;38:195-202
22. Tomotake T. et.al., The influence of impact object characteristics on impact force and force absorption byn mouthguard material. Dent Traumatol. 2004;20:12-20
23. Hickey & Morris. The relation of mouth protectors to cranial pressure and deformation. J Am Dent Assoc 1967;74:735-740
24. 8)
25. 소 웅섭. 서로다른 물성의 재료를 층으로 혼용하여 제작된 구강보호장치가 치아 및 악골에 미치는 영향에 관한 유한요소 연구. 2006 박사학위 논문
26. Ken Hasegawa, et al. Does clenching reduce indirect head acceleration during rugby contact?, Dental Traumatology, 30: 259-264, 2014
27. Padilla R & Balikov S. Sports dentistry : Coming of age in the '90s. J Calif Dent Assoc. 1993 Apr;21(4):27-34, 36-7.
28. Godwin WC. The role of the sports team dentist. Dent Clin North Am. 1991Oct; 35(4):701-5
29. Elliot MA. Professional responsibility in sports dentistry. Dent Clin North Am. 1991 Oct;35(4):831-40
30. Gelb H & Bernstein I. Clinical evaluation of two hundred patients with temporo-mandibular joint

참 고 문 헌

- syndrome. J Prosthet Dent. 1983 Feb;49:234-43.
31. Gelb H et al. The relationship between jaw posture and m-uscular strength in sports dentistry: a reappraisal. Cranio. 1996Oct;14(4):320-5
 32. Gelb H & Tarte J. A two-year clinical dental evaluation of 200 cases of chronic headache: the craniocervical-mandibular syndrome. J Am Dent Assoc. 1975 Dec;91(6):1230-6
 33. Milani RS et al. Relationship between dental occlusion and posture. Cranio. 2000 Apr;18:127-34.
 34. Forgione AG et al. Strength and bite, Part 1: An analytical review. Cranio. 1991 Oct;9(4):305-15
 35. Forgione AG et al. Strength and bite, Part 2: Testing isometric strength using a MORA set to a functional criterion. Cranio. 1992 Jan;10(1):13-20
 36. Kaufman RS. Case reports of TMJ repositioning to improve scoliosis and the performance by athletes. N Y State Dent J. 1980;46:206-9
 37. Kaufman A & Kaufman RS. An experimental study on the effects of the MORA on football players. Funct Orthod. 1985 Jul-Aug;2(4):37-44
 38. Egret C et al. Effect of mandibular orthopedic repositioning appliance on kinematic pattern in golf swing. Int J Sports Med. 2002 Feb;23(2):148-52.
 39. Ahran Pae et al. The Effects of Mouth Guards on the Athletic Ability of Professional Golfers. Dent Traumatol. 2013;29:47-51
 40. 정 성진. 교합평형이 전신균형에 미치는 영향에 관한 연구. 2002 경희대학교 대학원 석사학위논문
 41. 이 윤 등, 교합균형이 자세중심에 미치는 영향, 대한치과턱관절 기능교합학회지, 제19권2호, P 57-67, 2003
 42. 안수진 등, 수직적 교합고경의 증가가 사지 근력에 미치는 영향에 관한 연구, 대한약기능교합학회지, 제17권 4호, 231-244, 2001