

투고일 : 2015. 8. 18

심사일 : 2015. 8. 22

게재확정일 : 2015. 8. 23

맞춤형 마우스가드의 효능과 실제

경희대학교 치과대학 · 치의학전문대학원 치과보철학교실 교수, 강동경희대학교치과병원장, 대한스포츠치의학회장
이 성 복

ABSTRACT

Effect and Value of Custom-made Mouthguard in Athletic Performance

Department of Biomaterials & Prosthodontics, School of Dentistry,
Dental School Hospital at Gangdong, Kyung Hee University, Seoul, South Korea
Richard Leesungbok

The aim of this document is to evaluate the effect of bite balance on physical fitness and motor capacity to determine the importance of the occlusal stability as a possible action mechanism of occlusal appliance including mouthguards on physical performances.

We all remember that day when the prominent athlete was in the news wearing a mouthguard to improve human athletic performance. I once had investigated the determinants of athletic performance in all sorts of sports. Most of the studies had overinterpretation of results and lack of evidence to support the information. However, I discovered great expectations for new possibility in this field and settled for a more academic approach to this intriguing subject.

The followings are some examples of the subject

1. Archers who wore occlusal appliances to increase the vertical dimension of occlusion by 2~3mm increased their ability to focus and to maintain good sense of balance. Their accuracy rate has been improved. The appliance was made of acrylic resin (a type of plastic).
2. Canoe players who wore occlusal appliances to increase the vertical dimension of occlusion by 5mm surpassed longtime competitor and won the race with 10 seconds gap.
3. A cycle rider who wore an occlusal appliance to treat his malocclusion surpassed his old record from 10.8 seconds to 10.3 seconds. His muscle reflexes (anaerobic exercise) and endurance (aerobic exercise) has been enhanced.
4. Occlusal appliances had a good effect on athletic performance in most sports such as swimming, diving, and weightlifting.

As for the clenching on dentition, people clench their teeth when they push their physical and mental limits during sports activities. Clenching can be induced by physical exertion when maximum muscle strength is retained and this is similarly found in different types of exercises. In addition, restraint of respiratory function is observed. Therefore, creating an occlusal balance with occlusal appliance or mouthguard promoted a favorable influence when an athlete clenches.

Key words : sports dentistry, sports activity, clenching, occlusal appliance, mouthguard, increase of occlusal vertical dimension(VD), muscle strength

Corresponding Author

이성복

경희대학교 치과대학 치의학전문대학원 치과보철학교실

강동경희대학교치과병원 치과보철과

Tel : 02-440-7520

I. 서론

사회체육이 발달한 선진국에서는 선수는 물론이고 학교 체육시간에도 구강보호장치(마우스가드)를 의무화하는 경우가 많다. 그러나 국내에서는 선수들조차 이를 회피할 정도로 치아보호에 대한 인식이 저조한 실정이다.

외국의 경우 럭비선수의 45%(영국), 하키선수의 62%(뉴질랜드), 미식축구선수의 62%(미국)가 한두 군데 이상의 상처를 얼굴이나, 치아에 가진 경험이 있는 것으로 조사되었고, 우리나라에서도 모 체육대학 학생을 대상으로 조사했을 때 약 34%의 학생들이 턱이나 코뼈의 골절, 치아 파절, 입술 찢어짐 등의 손상을 가지고 있었다. 이러한 예상치 못한 치아 및 구강손상을 예방하고 줄이는 효과적인 방법 중 하나가 구강보호장치(마우스가드, 마우스피스, 마우스 프로텍터)의 착용이다.

마우스가드는 태권도나 권투 등 격투기 종목에서 치아부상을 막기 위해 입안에 착용하는 장치로 현재 국내에서 마우스가드는 스포츠용품 등으로 판매하는 간이형 장치로 오히려 더 많이 광고되고 있다. 하지만 그렇게 제품화된 기성 마우스가드는 치아를 보호하는 데 한계가 많다. 입을 벌리면 곧바로 입에서 빠지거나, 치아에 정확하게 물리지 않아서 악관절 통증을 유발하

기도 하고, 치아의 교합을 변하게 하는 등 위험한 상황을 만드는 일이 빈번하다.

따라서 사람마다 입 모양과 크기가 다르기 때문에 반드시 개인맞춤형 제품을 사용해야 100% 효과를 발휘할 수 있고 아울러 부작용을 방지할 수 있다. 이러한 개인 맞춤형 마우스가드가 외력으로부터 턱과 입 주위에 가해지는 충격을 완화하여 턱뼈의 골절을 방지하고, 구강 내의 연조직의 손상을 예방하며, 그 무엇보다도 중요한 치아의 파손을 막을 수 있다. 또 경기 도중 안면부 타격이나 뒤로 넘어졌을 때 뇌진탕으로부터 뇌를 보호하는 효과도 직·간접적으로 얻을 수 있다. 다시 강조하지만, 마우스가드는 가능하다면 치과의사, 더 바람직하게는 스포츠 치의학을 전문으로 하는 치과의사의 진단 하에 자신의 치아에 맞춤형으로 정확하게 제작해서 사용해야 한다(그림 1, 2).

II. 구강보호장치

구강보호장치는 일반적으로 mouthguard, mouth protector, mouth piece, gum seal 등의 명칭으로 불리고 있지만, 전문 용어로서는 아직 구미 쪽에서조차 통일되어 있지 않으므로 이 글에서는 구강보호장치 혹은 마우스가드라는 명칭으로 혼용하



그림 1. 개인맞춤형 마우스가드



그림 2. 스포츠 전문 치과의사가 맞춤형으로 정확하게 제작한 마우스가드

기로 한다.

접촉성 운동(contact sports)에 있어서 구강보호 장치는 직접적인 외상에 대해 구강 내 및 그 주변 연조직의 열상(찢어짐)을 보호할 뿐 아니라, 뇌진탕과 목의 손상을 감소시키고, 또 외부로부터의 힘에 의해 부자연스럽게 생긴 교합 접촉을 부드럽게 하는 쿠션 역할을 하는 점에서 악골의 골절을 어느 정도 방지할 수 있는 것으로 평가받고 있다.

이 구강보호장치가 충격력을 완화할 수 있는 능력은 그 재료가 에너지를 흡수할 수 있다는 점에 의한 것이고, 또 남은 에너지를 다른 곳으로 넓게 배분하여 충격력의 집중을 방지하는 역할에 의한 것으로 설명할 수 있다. 즉, 그것은 충격이 있던 실제의 부분보다 더 광범위하게 힘을 분산시키는 것으로서, 고도의 충격력이 가해진 경우, 그 결과로서 상처를 입는 일도 있지만, 이 구강보호장치를 장착하므로써 그 상처의 정도를 경감시키는 것으로 생각된다.

또 과격한 접촉성 운동활동에 참여하는 성장기 청소년이 구강보호장치를 사용할 때에는 악구강계의 성장에 동반하여 그 때마다 새롭게 바꿔줄 필요가 있지만, 성장단계에 있는 청소년에게 있어서는 그 장래를 생각해볼 때 이 구강보호장치의 착용은 특히 가치가 있는 것으로 판단된다(그림 3).

접촉성 운동이라는 것은, 선수끼리 또는 용구 등의 손상을 줄 수 있는 각종 원인과의 접촉을 동반할 가능성이 있는 운동활동 전체를 칭하는데, 일반적으로는 럭비, 축구, 아이스하키, 미식축구, 핸드볼, 농구, 격투기 및 태권도 등이 있을 것이고 위험을 동반하는 스포츠라고 인식되어 있는 것들이다.

그 대표적인 스포츠로서 미식축구를 들 수 있다. 미국에서는 20세기 초부터 이 운동의 관계자가 구강보호장치의 필요성을 말하고 그것들에 관한 연구가 의학, 치의학 관계자 사이에서 이미 활발하게 이루어지고 있다.

Ⅲ. 우리나라 운동선수들의 인식도

최근, 구미에서는 접촉성 운동활동에 관련된 악구강계와 안면의 사고가 교통사고 등에 의한 악구강계와 안면의 사고보다도 많다고 보고되고 있다.

그러나, 우리 나라에서는 매년 증가하는 접촉성 운동에 의한 악구강계와 안면의 사고를 보호하기 위한 대책이 마련되어 있지 못한 실정이고, 구강보호장치의 필요성에 관한 그 인식이 운동선수 자신에게까지 아직 생각조차 미치지 못하는 것으로 생각된다. 가까운 일본에서 럭비리그 동일본 1부에 소속되어 있는 한 팀 및 관동학생 미식축구 1부에 소속되어 있는 한 팀의 138명에 대해, 구강보호장치의 인식도에 대한 앙케이트를 시행한 바 있다. 앙케이트의 집계는 138명 중 모든 항목에 대해 유효회답이 얻어진 101명에 대해서 시행되었다. 여기에서는 지면 사정상 이하의 4항목에 관해서만 그 결과를 설명한다.

1. mouth protector의 소지상태 및 사용상태
2. mouth protector의 사용상태
3. mouth protector의 장착에 의한 불쾌감
4. mouth protector의 장착에 의한 효과

구강보호장치를 소지하고 있는지 물어보았을 때, 101명 중 73명(72.3%)이 소지한 것으로 나타났으나, 그 모든 장치들은 시판되고 있는 기성제품이었다. 더욱 안타까운 것은 장치의 소지자 73명 중 44명(60.3%)만이 실제로 운동시 착용한다고 답하였다는 것이다.

구강보호장치의 연습 중 및 시합 중에서의 사용상태는, 44명 중 연습 때에만 가끔 사용하고 있던 사람은 5명, 연습 중에만 항상 사용하고 있던 사람은 1명, 시합 중에만 가끔 사용하고 있던 사람은 3명, 시합 중에만 항상 사용하고 있던 사람은 5명, 연습 중과 시합 중에 가끔 사용하고 있던 사람은 5명, 연습 중과 시합 중에 항상 사용하고 있던 사람은 단 25명(24.8%)뿐이었다.

구강보호장치의 효과에 관해서는 101명 중 94명 (93.1%)이 어떠한 효과가 있다고 생각하고 있었고, 어떠한 효과를 생각하고 있는가를 항목별로 보면, 94명 중 치아 및 악골의 외상 예방을 생각하고 있는 사람은 52명, 치아에 의한 구강 연조직의 손상 예방을 생각하고 있는 사람은 35명, 뇌진탕의 예방을 생각하고 있는 사람은 53명, 전신 스포츠 능력의 향상을 생각하고 있는 사람은 37명이었다. 그 외에 장치의 착용에 의해 안심하고 자신감있게 운동활동에 참여할 수 있을 뿐만 아니라 운동에 집중할 수 있었다고 생각하는 사람도 약간 있었다.

이상에 의해 구강보호장치의 효과에 관해서는 93.1%의 선수가 인정하고 있었고, 항목별로는 50% 정도였으며, 그 인식도가 낮은 것이 바로 구미에 비해 이 보호장치의 보급이 늦어지고 있는 원인으로 생각된다. 그러나 대한스포츠치의학회(Korean Academy of Sports Dentistry / www.sportsdent.com)가 2003년에 발족되어 서서히 그 필요성이 알려지고 있으며 이론과 실제의 보급에 박차를 가하고 있다.

IV. 스포츠 활동시 구강악안면영역에서의 손상

다음으로 이 접촉성 운동활동에서 받는 두경부예의

손상을 조사해 보면, 핀란드에서는 연간 대충 계산하여 150만건의 외상성 손상이 있다고 하고, 그 중에 14%, 약 21만건 이상이 스포츠에 의한 사고라는 보고가 있다. 게다가 그 중에서 악구강계에 영향을 주는 것은 약 30%나 되어 특히 나라를 대표하는 일류선수에서는 45%라는 높은 수치가 나와있다. 또 접촉성 운동 중 손상을 받은 선수의 67~87%는 남성으로, 연령도 15~24세 경의 선수에게서 발생빈도가 높다고 되어있다.

손상으로서 교통사고 등의 경우와 비교하면 많이 복잡하지는 않으나, 악안면 골절이 제일 많다. 그 분포로는 일반적으로는 안면 골격의 중앙 1/3의 골절이 중례 중 59~82%를 달하고 있다고 한다. 하악 골절에 대해서는 2/3가 단순 골절로서 그 중 가장 흔히 있는 유형은 하악두(33%)와 하악골체(32%)의 골절이다.

이러한 손상은 구강보호장치의 사용 효과(재료가 그 충격력을 흡수하고, 다른 곳으로 그 힘을 배분하는 것)에 의해 현저히 감소될 것으로 생각된다.

치아에 대한 손상으로는 상악 중절치가 72%로 가장 빈도가 높다. 예를 들면 아이스하키 선수에서는 손상의 54%에서, 치아에 손상을 받은 5명중의 1명 꼴로 3개의 치아 혹은 그 이상의 치아에 손상이 있고, 치관부 파절이 가장 많은 유형으로 69%라는 보고도 찾아볼 수 있다(그림 3).



그림 3. 성장기 청소년의 구강안면영역 손상

V. 구강보호장치와 뇌진탕 경감

운동활동시 뇌진탕에 의한 후유증에 대해서는 이미 많이 인지하고 있으나, 이 또한 구강보호장치를 착용함으로써 어느 정도 그 손상을 경감시킬 수 있다고 생각한다. 이것은 두개내압의 파동의 진폭을 작게 하고 골 자체의 뒤튐림을 어느 정도 감소하는 것에 의한 것이라고 생각된다. 스포츠 의학의 분야로부터도 이들 손상에 대해 그 중요한 방지책으로 구강보호장치(mouthguard)의 사용을 장려하고 있다.

턱관절에 분포하는 신경으로는 주로 하악 신경의 이개측두신경이 분포하고 있다. 이개측두신경은 하악 신경의 외측지로서 이것으로부터 5개의 가지가 분포하고 있다. 즉, 외이도 신경, 이하선지, 안면신경과의 교통지, 전이개신경, 천측두지이다. 또 저작근을 지배하는 교근 신경과 후심측두신경으로부터의 가지도 일부 악관절에 분포하고 있고, 이것들의 신경섬유가 악관절의 주위에서 가느다란 관절지를 내어 하방으로부터 하악두의 전방, 후방을 따라 상행하여 관절낭(capsule)에 분포하고 있다. 구강보호장치의 장착은 이들 신경이 모이는 하악구후부를 포함하여 측두 하악골의 관절부를 통해 두개에의 쇼크를 감소시키는 것으로도 생각된다.

하악을 폐구시키는 것에 의한 손상의 원인은 하방으로부터 하악이 위로 들어올려짐에 의한 뇌진탕 등이 일어날 위험성이 있다는 것을 보여준다. 하방으로부터 들어올려진 후의 힘의 분배는 뇌로 가속되어 전달된다. 또 악골의 선단에 받는 힘은 하악을 통해 직접 후방으로 가서, 직선적으로 뇌로 가는 것이 되어 뇌에 손상과 의식상실을 발생시키는 것으로 생각된다. 이러한 정도의 손상을 받기 쉬운 접촉성 운동활동에 있어서 구강보호장치를 장착하는 것은 직접적인 외향에 대해 하악두 등이 전하방으로 위치하는 것으로 후부에 의 손상을 경감시켜주기 때문에, 직선적인 손상에 대한 경감 외에 악관절부의 손상 경감 및 뇌진탕, 목의 손상을 현저하게 감소시키고, 또 외부로부터의 힘으

로 부자연스럽게 생긴 교합접촉을 부드럽게 하는 완충의 역할을 함으로써 하악골체 등의 골절을 어느 정도 방지할 수 있다고 생각된다.

VI. 구강보호장치의 형태

구강보호장치에는 일반적으로 기성품(stock type), 구강내에서 형성가능한 기성품(mouth formed type), 그리고 개인 맞춤형(custom made type)의 3 종류가 있다. stock type은 기성품으로 운동선수의 구강 내에 맞추어 형태를 조정하는 것이 불가능하다.

또, mouth formed type은 기성제품이지만 뜨거운 물에 넣으면 쉽게 변형시킬 수 있는 재질로서, 운동선수가 스스로 입에 넣어 깨물어서 맞물리는 형태를 만들어 주기 때문에 자칫 잘못하면 비뚤어진 상태로 맞물릴 수 있는 제품이기도 하다.

하지만 개인 맞춤형(custom made type)은 치과 의사에 의해 선수 개인 전용으로 만들어지기 때문에 위의 두 개의 유형과 비교하여 위화감이 적고 적합성도 크게 개선할 수 있고, 게다가 구강 내의 기능면에 있어서 구강보호장치의 장착에 의한 장해를 가장 적게 줄 수 있다(그림 4).

다음으로, 구강보호장치의 대강의 두께는 재질과도 연관이 있지만, 입술 쪽에서 3mm, 혀가 닿는 쪽에서 1mm 정도가 좋은 것 같다. 단, 구강 내는 당연히 사람마다 제각각이기 때문에 입술 쪽은 그 사람에게 맞는 두께를 찾아주는 것이 좋다고 생각된다. 너무 얇으면 외부로부터의 힘에 대해 보호장치의 역할을 다하지 못하게 된다. 따라서 문헌 등에 의해 3mm가 일단 추천된다.

마우스가드 사용시 주의사항을 열거하면 다음과 같다. 1. 구강환경이 변화하여 잇몸 염증이 빈발하고 이를 적절히 관리하지 못하면 치아우식증, 치주질환 등이 발생할 수 있으며, 나아가서는 치아의 상실뿐 아니



그림 4. 개인맞춤형 마우스가드를 장착하고 금메달을 획득한 2014년 인천아시안게임 우수 국가대표

라 심한 경우에는 전신건강을 해칠 우려가 매우 높다는 보고도 있다. 2. 잘 맞는 마우스가드라 할지라도 조정 없이 오래 장착하면 치아의 이동이 발생하여 장착이전의 상태로 돌아갈 수 없는 영구적 변형이 발생하여 전체적 치아를 교정 또는 보철을 해야 하는 심각한 사태가 발생할 수 있다. 이러한 상황은 일반인들이 느끼는 것보다 훨씬 빨리 진행이 되며, 문헌상 장착 후 2주 이상이면 이러한 변화가 가능하다. 따라서 치과 의사가 정기적으로 반드시 점검해야 한다. 이러한 상황은 사용 시 주의한다고 예방되는 것이 아니고 장착 전에 반드시 전문가가 살펴보고 또 장기간 사용 시 중간 중간에 그 변화를 관찰하고 조정하거나 다시 제작하여야 예방할 수 있다. 3. 잘 맞지 않는 마우스가드를 장착하면 치아가 교정력을 받아서 수 주일이내에 제 위치에서 벗어나게 되며, 그 변화는 영구적인 변화를 야기할 수 있다. 따라서 이를 적절히 관리하지 않으면 전체적인 교정치료, 보철치료와 정신적 문제, 저작 곤란으로 인한 전신건강의 폐해 등이 발생할 수 있다. 4. 턱관절 질환의 발생이 우려된다. 잘 맞지 않는 마우스가드를 장착하고 운동을 하게 되면 운동의 속성과 반사 작용으로 이를 악물게 되고 이로 인해 구강구조의 특성 때문에 턱관절에 과도한 하중이 가해지게 되고 관절의 마모, 변형, 염증이 발생하는 관절염의 발생이 가능하고 이로 인해 비가역성 변화가 초래되면, 전형적인 악관절 질환 즉 개구 장애, 저작 장애, 통증,

정신적 손상, 사회활동 장애등으로도 이행될 수 있다. 이의 치료는 쉽게 되지 않고 최악의 경우는 인공관절 대체술 등으로 이어질 수 있으며, 대체되더라도 그 기능은 자연 상태보다 못하다고 하겠다.

이 밖에도 무수한 부작용이 있겠지만, 중요 사항만 언급했으며 비전문가가 의료행위인 마우스가드 시술을 시행하게 될 경우, 그 피해는 아무것도 모르는 소비자에게 전가되며, 무지로 인하여 소비자가 자기가 겪는 병적인 증상을 무시하게 되면 그 부작용이 영구적인 질환으로 진행되어 소비자에게 돌이킬 수 없는 신체적-정신적 고통뿐 아니라 재산상의 피해와 사회적 피해를 끼치게 된다.

단순히 비전문가가 구강인상 채득법을 배워서 장착만하고 책임지지 않는 것은 선진국에서는 있을 수 없는 일이며, 구강환경과 교합에 대한 전문적인 지식이 있는 치과의사가 이를 관리하여 부작용을 최소화 하여야 한다. 실제 외국에서는 치과의사가 관리하여도 이의 부작용이 근본적으로 근절되지 않는 부분이 있어서, 이를 전문으로 연구하는 “대한스포츠치의학회”라는 모임을 통하여 교육하고 있는 실정이다.

VII. 결론

스포츠인을 위한 치과의사의 역할은 구미에서는 이

미 정착되어 있는 상태이고, 우리나라에서도 조만간에 그 필요성에 대한 논란이 나올 것 같다. 예를 들면, 청소년 때부터 참가하는 접촉성 운동(contact sports)의 경우, 스포츠에 의한 악안면 및 구강의 손상을 예방하는 것에 관해 특히 치과의사(sports-team dentist)의 역할이 중요하게 될 것으로 생각한다.

치과의사 자신이 선수의 구강 내 상태를 인식하고, 손상을 받았을 때 즉각적인 처치를 하는 등, 이 분야의 전문지식이 기본적으로 필요하게 될 것임에 틀림없다. 특히, 청소년의 경우, 접촉성 운동에서 치아가 손상을 받아 보존 불가능하게 된 경우, 장래에 그 것을 치료하는 비용도 만만치 않게 들것이고, 또 구강 내의 조건도 나쁘게 변화해 갈 것이다. 따라서 팀닥터로서의 치과의사는 반드시 운동 시즌의 개막 전에는 선수의 치아를 미리 검사해 두고, 한사람 한사람의 구강보호장치(mouth protector)를 잘 사용하고 있는지, 아니면 새롭게 다시 제작해 주어야 하는 지 등을 재평가 해주

는 것이 중요하다.

또한 접촉성 운동 중 하악골의 골절을 방지하기 위해서는 하악의 제3대구치를 미리 평가해 두는 것이 중요하다. 앞에서 서술한 것처럼 미맹출 제3대구치의 존재가 하악골 우각부의 골절에 영향을 준다는 것은 여러 환자 증례를 통하여 입증되어 있기 때문에, 그러한 접촉성 운동활동에 참가하고 있는 청소년은 예방적 지지발치를 17~18세 경에 미리 해두는 것을 추천하고 있다.

스포츠 의학과 더불어 스포츠 치의학의 특별한 역할은 앞으로 더욱 두드러지게 그 중요성이 대두될 것이다. 따라서 구강 생리와 전신 운동과의 관계를 운동 생리학적으로 해명하고, 스포츠 치학을 학문적으로 체계화시키는 것이 지금부터 절실하게 요구되며, 모든 스포츠인과 사회체육활동으로서의 체육인들에게 악안면구강계를 포괄한 스포츠 치의학이 되었으면 하는 바람이다.

참 고 문 헌

1. 이성복, 최대균, 한광영: 한국 운동선수의 스포츠 치의학에 대한 인지도 및 치아교모상태에 관한 연구. 대한치과턱관절기능교합학회지, 18(4):235-250, 2002
2. Adair S.M., Durr D.P. : Practical clinical applications of sports dentistry in private practice. Dent. Clin. North Am., 35(4):757-770, 1991.
3. Bureaus of Health Education and Audiovisual Services ; Mouth protectors and sports team dentists. JADA., 109:84-87, 1984.
4. Pinkham JR., Kohn D.W. : Epidemiology and prediction of sports-related traumatic injuries, Dent. Clin. North Am., 35(4):609-626, 1991.
5. Chapman P.J. : Mouthguards and the role of sporting team dentists. Aust. Dent. J., 34(1):36-43, 1989.
6. Padilla R., Balikov S. : Sports dentistry: coming of age in the '90s. Calif Dent Assoc., 21(4):27-34, 1993.
7. Elliott M.A. : Professional responsibility in sports dentistry. Dent. Clin. North Am., 35(4):831-840, 1991.
8. Pollack B.R. : Legal considerations in sports dentistry. Dent. Clin. North Am., 35(4):809-829, 1991.
9. Stephen D. Smith D.M.D. : Muscular strength correlated to jaw posture and the temporomandibular joint. NYS Dental Journal., 278-282, 1978.
10. Greenberg M.S., Gary cohen S., Springer P.

참 고 문 헌

- Kotwick J.E., Vegso J.J. : Mandibular position and upper body strength: a controlled clinical trial. *JADA.*, 103:576-579, 1881.
11. Kumamoto D.P., Diorio L.P. : An Interprofessional Learning Experience in Sports Dentistry. *J. of Dental Education.*, 53(8):491-213, 1989.
 12. Athanasious A.E., Melsen B., Kimmel P. : Occlusal tooth contacts in natural normal adult dentition in centric occlusion studied by photocclusion technique. *Scand J. Dent. res.*, 97:439-445, 1989.
 13. Russell M. D., Grant A. A. : The relationship of occlusal wear to occlusal contact area. *J. of Oral Rehabilitation.*, 10:383-391, 1983.
 14. Woda A., Vigneron D., Kay D. : Nonfunctional and functional occlusal contacts. A review of the literature. *J. Prosthet. Dent.*, 42(3):335-341, 1979.
 15. Hoffmann F., Eismann D. : The total surface and number of occlusal contacts in the static and dynamic occlusion of the teeth. Development of the methods. *Bilt Udruz Ortodonata Jugosl.*, 24(2): 71-78, 1991.
 16. Takenoshita Y. Yamamoto M. Ikebe T. Oka M. : Occlusal contact area and temporomandibular joint symptoms. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, 72(4):388-394, 1991.
 17. Berry D. : Temporomandibular joint, Occlusion. *J. Prosthet. Dent.*, 50(3):386-391, 1983.
 18. Lyons M.F., Sharkey S.W., Lamey P.J. : An evaluation of the T-Scan computerised occlusal analysis system., *Int. J.Prostodont.*, 5(2):166-172, 1992.
 19. Yamamura M., Takahashi A., Aoki H., Endo Y., Tamaki K. : A study on display and accuracy of occlusal contacts by means of T-Scan System. *Kanagawa Shigaku.*, 25(2):236-241, 1990.
 20. Godwin W.C. : The role of the sports team dentist. *Dent. Clin. North Am.*, 35(4):701-705, 1991.
 21. Makofsky H.W. : The effect of head posture on muscle contact position using the T-Scan system of occlusal analysis. *Cranio.*, 9(4):316-321, 1991.
 22. 최희철, 이성복, 최대균, 박남수 : 정상교합인의 두부위치변화에 따른 교합접촉점의 변화에 관한 연구. *경희치대논문집*, 16(1):205-215, 1994.
 23. 송미령, 강동완, 고현주 : 측두악장애 환자의 교합접촉 대칭성에 관한 연구. *대한악기능교합학회지.*, 10(1):55-65, 1994.
 24. Woda A., Gourdon A.M., Faraj M. : Occlusal contacts and tooth wear. *J. Prosthetic. Dent.*, 57(1):85-93, 1987.
 25. Philip L. : A method to determine occlusal contact and moncontact areas; Preliminary report. *J. Prosthet. Dent.*, 52(1):106-110, 1984.
 26. 이성복, 최대균, 최부병 : Superimposed Rubber Pattern법에 의한 성인 정상 및 비정상 교합자의 교합 양상에 관한 연구. *대한악기능교합학회지*, 33(3):467-491, 1995.
 27. 森脇祥博 : Athlete における咬合状態について. *奥羽大齒學誌.*, 18:132-152, 1991
 28. 安井 利一 : スポーツ選手の咬合状態に関する解析. *日本歯科醫師會雜誌.*, 11(6):371-374, 1992.