

수종의 마우스가드에 대한 파절방지효과 비교

김 남 중, 김 소 민*

신흥대학교 치기공학과, 단국대학교 보건복지대학원 구강보건학과*

Experimental Study on Fracture Protect Effect in Mouthguards

Nam-Joong Kim, So-Min Kim*

Dept. of Dental Technology, Shinheung College University
Dept. of Oral Health, Graduate School of Public Health & Social Welfare, Dankook University*

[Abstract]

In recent year, the population for sports has been increased and lots of wounded patients at the oral & facial portion were troubled with the accidents. So, it was needed to protect them from the sports accident, by the use of the mouthguard appliance.

This study was done as ae guide for selection of the mouthguard materials. Such mouthguards classified as E.V.A., PE, silicone as material, Scheu(Germany), Tru-Tain(U.S.A.), Dreve(Germany) as companies, 1.5mm, 3.0mm, and 4.0mm as thickness and single sheet, soft double sheet, hard double sheet methods were selected for experiment to compare the fracture protect test.

The obtained results are as follows.

1. All types of mouthguards, whatever differences there are in material, production company, procedure and the thickness, were effective for fracture protect effect.
2. The most effective one for fracture protection was recommended as E.V.A. in material, and Tru-Tain in company.
3. More thick, and soft & hard multi sheets productions were more effective for fracture protection.

○Key word : Mouthguards, Mouthguard materials, Fracture protect effect

교신저자	성명	김 남 중	전화	010-4282-3000	E-mail	wnj120@hanmail.net
	주소	경기도 의정부시 호원동 117번지, 신흥대학 치기공학과				
논문접수	2009. 4. 30		수정재접수	2009. 6. 16		

I. 서 론

마우스가드는 1892년 Dr. Woolf에 의해 처음 소개되었으며⁹⁾ 외상으로부터 치아와 치주조직을 보호하고 구강외상을 줄이는 것을 목적으로 장착되는 구강 내 탄성장치이다.⁸⁾ 현재 미국에서 사용되고 있는 마우스가드의 90% 이상이 스포츠 상점에서 구입되고 있으며 10%만이 치과의사의 진단에 의해 디자인되고 있으며 아직도 우리나라에서는 시중에 판매되고 있는 마우스 가드가 부족한 실정이다.²⁾

레저와 스포츠에 의한 악구강영역에서의 외상은 치아파절, 입술열상, 하악골의 골절 등 다양한 형태로 나타나며 육체적, 정신적으로 많은 후유증을 남길 수 있다. 특히 두 경부충격에 의한 뇌신경세포 등의 손상은 생명에도 많은 영향을 미칠 수 있다. 또 낮은 연령층에서의 외상은 외상의 정도나 발생비율이 적을 지라도 장기적으로 보았을 때 치열부정이나 교합이상, 악골의 비대칭적 발육 등 심각한 문제를 야기할 수 있다.

우리는 이러한 외상으로 부터 악구강영역을 보호하기 위하여 마우스 가드를 착용하여 왔으며 그 효과는 외상으로 부터의 보호뿐만 아니라 선수들의 경기력 향상에 까지 이르고 있다. 이렇듯 스포츠로 인한 외상과 장애는, 건강을 유지하고 나아가 증진시키며 체력 향상을 목적으로 하는 스포츠의 목표와는 상반된 것으로 예방을 하는 것이 가장 중요하다.

마우스가드는 스포츠 활동 시 악구강영역에서의 외상을 효과적으로 예방할 수 있는 대표적 구강보호장치이다. 이것은 구강 내에서 입술과 구강 연조직을 치아로부터 보호하고 외부로부터 치아에 가해지는 충격을 분산시켜 파절이나 탈구가능성을 줄여준다. 또한 악골의 골절과 변위를 방지하고 충격을 흡수해 준다.^{3-6,13,15)}

마우스가드를 제작하여 제공할 때에는 치아우식, 치주염과 같은 치과질환에 대한 치료가 적절하게 완료되어 있어야 한다. 그리고 지나친 overjet과 구순의 치아피개부족(짧은 구순)의 두 가지는 치아외상의 매우 위험한 요인

이어서 전돌치를 가진 아이의 외상발생 빈도는 정상교합인 아이의 약 2배에 이른다. 또한 외상에 대한 기왕력이 있는 자가 다시 외상을 받을 확률은 4-30%로 보고되고 있다.¹⁰⁾ 따라서 치아의 외상기왕력 환자에 대해서는 외상경력 및 치료경력을 충분히 문진, 진찰하여 불량 수복물과 보철물이 있을 때에는 적절한 치료를 한 뒤에 마우스가드를 하는 것이 바람직하다.

최근 국민들의 사회체육활동과 레저활동 참여 증가로 인해 악구강영역에서의 외상이 증가하고 있으며, 이를 방지하기 위해 마우스가드의 사용을 권장하고 있다. 이에 본 연구에서는 마우스가드에 치아파절실험을 하여 재질, 제작사, 두께 그리고 제작방법별로 마우스가드의 치아파절방지효과에 대한 차이를 비교함으로써 임상적 적용에 대한 중요한 정보를 제공하고자 한다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 실험 대상

본 연구에서는 마우스가드를 마우스가드 제작용 시트의 재질별, 제작사별, 두께별 그리고 마우스가드의 제작방법별로 분류하여 비교하였다.

재질별(3.0mm)로는 Ethylene Vinyl Acetate(이하 EVA라고 함)(Bioplast, Scheu, Germany), Polyethylene(이하 PE라고 함)(Easy-Vac Gasket, 3A-Medes, Korea), Silicone(Odontosil 60, Dreve, Germany)으로 나누었고, 제작사별(EVA, 3.0mm)로는 Tru-Tain(Mouthguard material, USA), Dreve(Drufosoft, Germany), Scheu(Bioplast, Germany)으로 분류하였으며, 두께별(EVA, Bioplast)로는 1.5mm, 3.0mm, 4.0mm로 그리고 제작방법별(4.0mm)로는 단층법, 적층법3+1(soft+soft), 적층법3+1(soft+hard)으로 분류하여 각각 6개씩의 마우스가드를 제작하여 총 72개(4×3×6=72)를 실험대상으로 하였다(Table 1).

Table 1. 실험대상

Total N : 72

Material	N	Company	N	Thickness	N	Method	N
EVA	6	Scheu (Germany)	6	1.5mm	6	Single Sheet 4,0mm	6
PE	6	Tru-Tain (USA)	6	3.0mm	6	Double Sheet 3+1(Soft+Soft)	6
Silicone	6	Dreve (Germany)	6	4.0mm	6	Double Sheet 3+1(Soft+Hard)	6
Total	18	Total	18	Total	18	Total	18

2. 파절실험방법

1) 모형제작

상악 Denti-form(Q500A, Nissin Dental, Japan)을 Silicone(Elite Double 22, Zhermark, Italy)으로 복제하여 mold를 제작하였다. 이 때 silicone은 Silicone mixer (Dospers-m/4, Dreve, Germany)를 사용하여 혼합하였다. 초경석고(FUJIROCK, GC, Japan)를 혼수비에 맞춰

혼합한 후 제작된 mold에 채워 마우스가드를 제작하기 위한 모형을 제작하였다. 제작된 모형의 높이가 25mm가 되도록 base를 삭제하였다.

치아가 압력을 받을 때 항상 일정한 위치에서 파절되도록 하기위해서 기본 모형의 양중절치순면(절단에서 5.0mm 하방)에 notch(폭, 깊이 1.0mm)를 형성하여 파절실험용 기본모형을 제작하였다(Fig. 1). 제작된 파절실험용 기본모형을 silicone으로 복제하여 mold를 제작한 후 초경석고



Fig. 1. 파절실험 모형제작

를 채워 파절실험용 모형을 제작하였다.

2) 마우스가드 제작

가압 성형기(Biostar, Scheu Dental, Germany)를 이

용하여 재질별(EVA, PE), 제작회사별(Scheu, Dreve, Tru-Tain), 두께별(1.5, 3.0, 4.0mm)Thermoforming Materials(이하 시트)로 단층의 마우스가드를 제작하였



Fig. 2. 단층법으로 마우스가드 제작

다(Fig. 2).

적층법 마우스가드의 제작은 먼저 3.0mm 두께의 시트(Bioplast, Scheu Dental, Germany)로 마우스가드를 제작하고 그 표면에 결합력을 높여주기 위해 Osamu

bond(Scheu, Germany)를 도포하였다. 그리고 1.0mm 두께의 soft한 시트(Bioplast, Scheu Dental, Germany) 또는 1.0mm 두께의 hard한 시트(Impleron "s", Scheu Dental, Germany)를 추가로 성형하여 마우스가드를 제

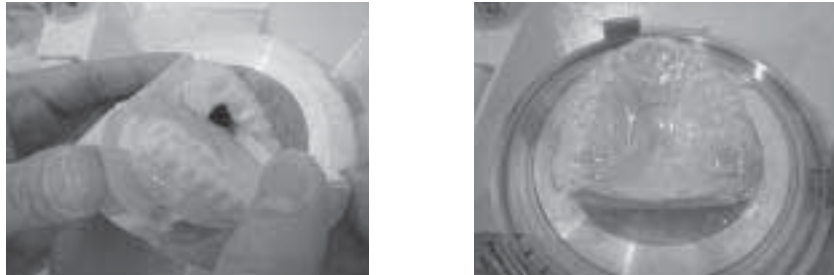


Fig. 3. 적층법으로 마우스가드 제작

작하였다(Fig. 3).

그리고 재질별 비교를 위한 Silicone 마우스가드의 제

작은, 먼저 제작된 EVA재질(두께 3.0mm)의 마우스가드(Bioplast)를 이용하여 매몰법으로 silicone 마우스가드를



Fig. 4. Silicone 마우스가드 제작

제작하였다(Fig. 4).

3) 파절실험기

파절실험기는 파절강도측정기(BFG2500N, Mecmesin,

England), Press(Multitest 1, AND, Korea), Computer (DatePlot 프로그램이 설치된), Model Holder로 구성되었다(Fig. 5).



Fig. 5. 파절실험기

4) 파절실험

파절실험은 마우스가드가 장착된 모형의 양중절치 순면

에 파절강도 측정기의 Jig를 위치시키고(notch에서 1mm 절단축으로) 5mm/min의속도로 하강시켜 모형의 양중절치가 파절되는 강도를 측정하였다(Fig. 6).



Fig. 6. 파절실험과 그 결과

3. 통계처리

재질별, 제작사별, 두께별, 그리고 제작방법별로 제작된 마우스가드의 사용 시 파절방지에 대한 효과의 결과는 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)과 사후검정으로 Tukey HSD test를 실시하였다. 통계분석은 SPSS 12.0 KO(SPSS, USA)를 사용하였으며 유의수준은 $\alpha=0.01$ 로 하였다.

Table 2. 재질별 파절방지효과 비교

평균값 단위 : kg

Material	N	M ± SD	P
Without MG	6	6.54 ± 0.83 ^a	P<0.01
EVA	6	12.28 ± 0.61 ^b	
PE	6	10.77 ± 1.14 ^c	
Silicone	6	12.17 ± 0.88 ^b	

*a, b, c : 같은 글자는 유의한 차이가 없음을 의미(by Tukey)

III. 연구결과

1. 재질별 파절방지효과 비교

재질별 파절실험의 결과에서는 모든 재질에서 마우스가드의 사용이 치아 파절방지효과가 있었으며 통계적으로도 유의하였다.

재질 중에 가장 효과가 높은 것은 EVA이고, 가장 낮은 것은 PE였다. EVA는 약 87.8%, PE는 약 64.7%정도의 파절강도가 증가하여 두 재질 간에는 어느 정도의 차이가 있었다. 그리고 각 재질간에서는 유의한 차이가 없었으나 EVA, PE간에만 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 2).

2. 제작사별 파절방지효과 비교

제작사 중에 가장 효과가 좋은 것은 Tru-tain사이고 약 90.1%로 두 배에 가깝게 파절강도가 증가하였다. Dreve사는 약 85.0%로 가장 낮았다. 그러나 각 제작사간에 큰 차이는 없는 것으로 나타났으며, 통계적으로도 유의한 차이가 없었다.

제작사별 실험결과에서 모든 제작사의 마우스가드 사용이 파절방지에 효과가 있었으며 통계적으로도 유의하였다(Table 3).

Table 3. 제작사별 파절방지효과 비교

평균값 단위 : kg

Company	N	M ± SD	P
Without MG	6	6.54 ± 0.83 ^a	P<0.01
SCHEU	6	12.28 ± 0.61 ^b	
Dreve	6	12.10 ± 1.04 ^b	
TRU-Tain	6	12.43 ± 1.18 ^b	

*a, b : 같은 글자는 유의한 차이가 없음을 의미(by Tukey)

Table 5. 제작방법별 파절방지효과 비교

평균값 단위 : kg

Method	N	M ± SD	P
Without MG	6	6.54 ± 0.83 ^a	P<0.01
Single 4	6	13.07 ± 0.69 ^b	
Double sheet 3+1(S+S)	6	14.06 ± 1.24 ^b	
Double sheet 3+1(S+H)	6	16.16 ± 1.41 ^c	

*a, b, c : 같은 글자는 유의한 차이가 없음을 의미(by Tukey)

3. 두께별 파절방지효과 비교

모든 두께의 마우스가드 사용이 파절방지에 효과가 있었으며 통계적으로 유의하였다.

두께는 두꺼울수록 그 양에 비례하여 효과가 더 좋은 것으로 나타났는데 4.0mm에서는 두 배에 가까운 99.8%의 파절강도가 증가하였으며, 1.5mm에서는 55.0%가 증가하였다. 통계적으로는 3.0mm와 4.0mm에서만 유의한 차이가

Table 4. 두께별 파절방지효과 비교

평균값 단위 : kg

Thickness	N	M ± SD	P
Without MG	6	6.54 ± 0.83 ^a	P<0.01
1.5mm	6	10.14 ± 0.43 ^b	
3.0mm	6	12.28 ± 0.61 ^c	
4.0mm	6	13.07 ± 0.69 ^c	

*a, b, c : 같은 글자는 유의한 차이가 없음을 의미(by Tukey)

없었다(Table 4).

4. 제작방법별 파절방지효과 비교

가장 효과가 좋은 제작방법으로는 적층법으로 만든 것 중에 Soft+Hard(3+1)한 것이었고, 단층법(Single 4mm)으로 제작 한 것이 가장 효과가 적었다. 적층법Soft+Hard(3+1)는 2.5배에 가까운 약147.1%의 파절강도가 증가하였으며, 단층법에서도 두 배에 가깝게 파절강도가 증가하였다. 통계적으로는 단층법과 적층법 Soft+Soft(3+1)사이에만 유의한 차이가 없었다. 모든 제작방법에서 마우스가드의 사용이 파절방지에 효과가 있었으며 통계적으로 유의하였다(Table 5).

IV. 고찰

마우스가드의 원리는 재료가 에너지를 직접 흡수하고, 남은 에너지를 다른 곳으로 넓게 확산시켜 충격력이 집중되는 것을 예방하는 것이다.¹⁶⁾ 박지혜 등(2006)의 연구에서도 응력이 집중되는 부위에 구강보호장치를 장착하지 않은 경우는 하중을 가한 부위와 상악전치나 상악구치 등의 좁은 부위에 최대 응력이 집중되는 반면, 구강보호장치를 장착했을 경우에는 보다 넓은 부위에 약하고 고른 응력이 분포되는 양상을 관찰할 수 있고, 또 최대응력에서 급격하게 감소하는 시점이 빠르게 나타났으며 충격이 소멸되는 시간도 빠른 것으로 나타났다.¹⁾

치아파절실험은 마우스가드가 장착된 모형의 중절치부위에 압력을 가하여 파절되는 강도를 측정하였다. 재질별 파절실험의 결과에서는 모든 재질에서 마우스가드의 사용이 치아파절방지에 효과가 있는 것으로 나타났으며, 각 재질 중에 가장 효과가 높은 것은 EVA이고, 가장 낮은 것은 PE로 나타났다. 미나베(1992)는 말랑한 재료의 마우스가드에 충격이 가해졌을 때 충격완화 효과는 높지만 그 부분에 집중되고, 딱딱한 재료를 사용한 경우는 충격완화 효과는 적지만 전체적으로 분산시키는 효과를 기대할 수 있다고 하였다.⁷⁾ 작은 타점에 순간적으로 타격을 주는 충격에 대한 흡수효과와 양중절치 전체의 일정한 면적에 압력을 가하는 파절에 대한 방지 효과는 재질을 기계적 물성에 따라 서로 다른 양상으로 나는 것으로 보인다.

제작사별 파절실험의 결과에서 제작사 중에 가장 효과가 좋은 것은 Dreve사이고 Tru-tain사가 가장 낮았는데 EVA 제품의 물리적 성질은 중합방법과 VA함량에 따라

달라진다. VA함량이 증가하면 탄성, 유연성, 내충격성이 향상되고 VA함량이 감소하면 강성, 내유성, 전기적 특성이 향상된다.²⁾ 따라서 각 제작사의 시트에 첨가된 VA함량의 차이에 의한 결과로 보인다. 역시 모든 제작사의 마우스가드 사용이 파절방지에 효과가 있었다.

모든 두께의 마우스가드 사용이 파절방지에 효과가 있으며, 두꺼울수록 그 양에 비례하여 효과가 더 좋은 것으로 나타났다. 이것은 두께는 같은 조건에서 제작사나 재료의 물성차이만 다르게 한 앞의 실험들과는 다른 것으로 마우스가드 두께의 차이는 충격이나 압력을 받는 시간과 면적에 관계없이 일정하게 나타나는 것으로 보인다.

제작방법별 비교에서는 적층법으로 만든 것 중에 Soft+Hard(3+1)한 것이 가장 효과적인 것으로 적층법으로 제작한 것이 체적의 안정성이 좋으며^{11,14)} 경질의 재질을 섞어서 사용하는 것이 효과적이라고^{7,12,17)} 한 선행의 연구결과와 같은 것으로 생각된다.

본 연구는 최근 구강영역에서의 외상에 대한 방지의 중요성이 대두되면서 관심 받고 있는 마우스가드를 제작하여 그 재료와 제작방법에 따른 치아파절방지효과의 차이가 있는지를 비교하여 임상적으로 마우스가드의 제작 및 사용에 있어서 효율성을 높이기 위한 중요한 정보를 제공하는데서 그 의의를 찾을 수 있다. 그러나 본 연구에서 마우스가드에 대한 충격력 측정과 치아파절을 위한 충격방법과 같은 실제상황 재현 등의 어려움이 있었음을 인정하며, 앞으로 좀 더 구체적이고 사실적인 다양한 실험을 통하여 더욱 현실적이고 정확한 마우스가드 사용의 효용에 대한 결과를 도출할 필요가 있다고 사료된다.

V. 결론

저자는 마우스가드의 치아파절방지효과를 비교할 목적으로 재질, 제작사, 두께 및 제작방법별 마우스가드를 제작하였다. 그 후 파절실험을 통하여 마우스가드 사용 시 치아의 파절강도를 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 본 실험에서 마우스 가드의 사용은 재질, 제작사, 두께 및 제작방법별로 파절방지에 모두 효과가 있었다.

2. 파절방지효과는 재질은 EVA, 제작사는 Tru-Tain이 가장 좋았다.
3. 두께는 두꺼울수록 파절방지의 효과가 좋았다.
4. 제작방법은 적층법(Soft+Hard)으로 제작한 것이 파절방지의 효과가 가장 좋았다.

참고 문헌

- 박지혜, 이성복, 권공록, 최대균. 악안면부 충격 시 치아와 악골의 응력 분포에 대한 구강보호장치의 역할에 관한 유한요소분석. 대한치과보철학회지 2006; 44(5): 537-548.
- 오영일, 이덕연, 이상배, 최병재, 김광만, 김경남. Ethylene-vinyl acetate계 구강보호기의 물성. 치과기재학회지 2002; 29(1): 111-116.
- 이우식. 알기쉬운 스포츠치위생학과 마우스가드 제작. 서울, 명문출판사, 2004.
- 이 윤. 이악물기 시 발생하는 치아변형에 대한 구강보호장치의 역할, 박사학위논문, 경희대학교 대학원. 서울, 2008.
- 정 훈, 최대균, 권공록, 김미자. 스포츠 마우스가드 핸드북. 서울, 군자출판사, 2008.
- 최대균. MOUTHGUARD 제작법. 서울, 대한나래출판사, 2004.
- 미나베 토시유키 등. 제3회 스포츠치학연구회 초록집7, 1992.
- ADA Bureau of health education and audiovisual services, council on dental materials, instruments, and equipment: Mouth protectors and sports team dentists. JADA 1984; 109: 84-87.
- American society for testing and materials. Standard practice for care and use of mouthguards. ASTM F697-680. Philadelphia:

reapproved 1986. ASTM.

Andreasen JO and Andreasen FM: Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth(3rd ed.). Copenhagen, Munksgaard, 1994.

Miura J, Maeda Y, Machi H, Matsuda S. Mouthguard : difference in longitudinal dimension stability between single- and double-laminated fabrication techniques. Dent Traumatol 2007; 23: 9-13.

Taketa T, Ishigami K, Handa J, Nakajima K, Shimada A, Ogawa T. The influence of the sensor type on measured impact absorption of mouthguard material. Dent Traumatol 2004; 20: 29-35.

Taketa T, Ishigami K, Kawamura S, Nakajima K, Shimada A, Ogawa T. The influence of impact object characteristics on impact force and force absorption by mouthguard material. Dent Traumatol 2004; 20: 12-20.

Waked EJ, Lee TK, Caputo AA. Effects of aging on the dimensional stability of custom-made mouthguard. Quintessence Int. 2002; 33: 700-705.

Walker J., Jakobsen J., Brown S.. Attitudes concerning mouthguard use in 7-to-8 year old children. J of Dent. Children 2002; May-August: 207-211.

Westerman B, Stringfellow PM, Eccleston JA. The effects on energy absorption of hard inserts in laminated EVA mouthguards. Australian Dental Journal. 2000; 45: 21-23.

Westerman B, Stringfellow PM, Eccleston JA. EVA mouthguards; how thick should they be? Dent Traumatology 2002; 18: 24-27.