스포츠 마우스가드의 기능성과 안정적인 착용감을 위한 제작 증례

임중재

대전보건대학교 치기공과

Fabrication of a sport mouse guard for performance and comfortable wearing

Joong-Jae Im

Department of Dental Lab Technology, Daejeon Health Institute of Technology, Daejeon, Korea

Article Info

Received July 29, 2020

Revised August 14, 2020

Accepted August 18, 2020

Corresponding Author

Joong-Jae Im

Department of Dental Lab Technology,
Daejeon Health Institute of Technology, 21
Chungjeong-ro, Dong-gu, Daejeon 34504,
Korea

E-mail: jjim@hit.ac.kr

<https://orcid.org/0000-0002-5263-7754>

*This paper was supported by Daejeon
Health Institute of Technology in 2020.

Here, we studied the sports mouse guard as an oral device system, to minimize the sports related facial and dental injuries, jawbone fracture and brain injury, and by layering the hardened sheets for improving the activity performance and stable wearing. By pressuring and layering 2 soft- and 1 hard-layers of ethylene vinyl acetate (EVA) thermoplastic materials, for a category of martial art, record sports and leports, here we introduce a methodology for thickness control of layers to protect the teeth and oral structure. A personally customized mouse guard optimized for sports by layering a mixture of soft and hardened sheets is not easily detached during the sporting activity, easy to breathe through, comforts to wear, and also improves the sporting record. A designed EVA thermoplastic material for individual sports is used as the mouth guard, which is stably attached, easily removed, and convenient for breathing through the mouth.

Key Words: Martial art, Maxillofacial trauma, Mouth guards, Oral protection

INTRODUCTION

스포츠 활동 시 발생할 수 있는 구강계의 외상이나 장애는 치아의 파절 및 탈구와 악골 골절 등이 있는데 이는 영구적인 장애로 이행될 수 있다. 치아는 다른 인체조직과 달리 재생이 되지 않으며 상악과 하악의 치아가 맞물리며 충돌하여 생기는 충격은 치아의 손상뿐 아니라 치아의 주위조직 손상, 악골의 손상, 뇌진탕으로 인한 뇌손상으로 이어질 수 있다.

또한 운동선수뿐만 아니라 일반인의 생활 스포츠 활동이 증가하면서 스포츠로 인한 부상이 증가하는 추세이다[1]. 권투, 태권도 등 직접적인 접촉성 스포츠는 충격력으로 인한 외상 위험이 더 높으며 생활환경의 발달로 격투종목에 동호회 활동을 통한 레저스포츠가 다양화되고 있고 격투종목이나 비접촉성 종목 모두 부상의 위험을 갖고 있다.

특히 하악 하방에서 상방으로 큰 충격이 가해질 때 상악치아와 부딪치며 발생하는 충격력은 뇌에 직접 전달되어 뇌손상을 발생시킬 수 있다.

순간적으로 큰 힘을 발휘하기 위해 나타나는 치아의 악물기 현상은

교합면부의 마모, 악관절의 통증 그리고 저작근의 이상 등을 야기하는 원인이 되며 이는 스포츠 활동에 큰 방해요소가 될 수 있다[2,3].

교합의 변화가 사지 근력에 미치는 영향에 관한 연구에서는 모든 치아가 균등하게 3 mm 교합거상장치를 장착한 경우가 교합장치를 장착하지 않았을 때에 비해 유의성 있는 근력 증가를 보여 안정적인 교합이 신체기능에도 안정적인 영향을 미칠 것이라는 연구결과가 있다[4]. 마우스가드의 재료로 많이 사용되고 있는 에틸렌 비닐 아세테이트(ethylene vinyl acetate, EVA)소재는 물성이 우수하며 다루기가 쉽고 형태를 형성하기 용이하다는 장점으로 가장 많이 사용되는 재료이다[5]. 그리고 EVA소재의 두께가 두꺼울수록 충격흡수력이 증가하지만 구강내 장치이기 때문에 두꺼울수록 이물감과 호흡에 불편함이 발생한다. EVA소재의 유연하고 압축력이 있는 특성을 활용하여 충격흡수력을 유지하면서 착용감을 증대시키기 위해 여러 겹으로 제작할 때 중간에 경도가 높은 층을 삽입하여 마우스가드의 에너지 흡수를 감소시키는 방법이 활용되고 있다[6].

마우스가드의 종류를 분류하면 Type I, stock type; Type II, mouth-formed type; Type III, custom made type의 세 종류로 분

류할 수 있다[7]. Stock type은 이미 완성된 제품으로 구강 내에서 조절할 수 없기에 접합력은 낮다. 실제로 선수들이 사용하는 마우스가드의 종류는 mouth-formed type으로 치열 형태로 제작되어진 기성제품으로 열가소성재질의 제품을 사용자가 뜨거운 물에 담근 후 연화시켜 입속에 넣고 조작해 접합시켜 맞추어 사용하게 된다.

Custom made type은 치과 의료인이 구강인상을 채득하여 모형상에서 맞춤형 제작을 하는 방법으로 vacuum-forming technique과 heat and pressure-laminating technique으로 분류할 수 있으며 열을 이용한 가압형 제작 방법이다.

Mouth-formed 혹은 boil and bite형이라고 불리는 기성품도 연성의 EVA재료이다[5]. 두 연질층 사이에 경질층이 삽입된 형태의 마우스가드가 하중 시 상대적으로 고른 응력 분산을 보인다는 연구가 있다[8]. 이와 같이 마우스가드의 스포츠 외상 예방 효과에 대해 많은 스포츠인이 인식하고 있지만 호흡과 부적절한 접합성으로 인해 탈락되는 등의 불편함으로 사용을 기피하는 사례가 있다[9].

본 연구에서는 스포츠 마우스가드를 접촉성 격투종목과 비접촉성 기록경기종목, 유소년 및 청소년 레포즈종목으로 분류하고 각각의 개인 맞춤형으로 제작하였다. 대상자들에게 만족스러운 장치물을 제공하고자 하였으며 본 연구를 통해 치과기공분야 종사자들에게 참고자료로 제공하고자 한다.

CASE REPORT

본 증례는 custom made type 제작 방법으로 개인의 치열모형에 EVA열가소성 시트를 연성시트와 경성시트를 3층 열가압 성형방법으로

로 제작하였다. 3명의 스포츠인을 선정하여 1) 접촉성 격투종목용 스포츠 마우스가드, 2) 비접촉성 기록경기종목용 스포츠마우스가드, 3) 유소년 및 청소년 레포즈종목용으로 분류하여 각각의 종목에 개인 맞춤형으로 제작하였다.

스포츠 마우스가드를 제작하기 전 진단과정으로 치열과 치주조직 상태, 전치부와 구치부의 피개정도 및 교합상태, 악관절의 개구량과 통증 유무의 증상 등이 있다. 문진항목으로는 스포츠 마우스가드의 사용목적, 사용 경험 정보, 장치의 희망사항이 있으며 사용자의 스포츠 종목이 가장 큰 정보가 된다. 사례자 3인 모두는 mouth-formed type 제품을 사용하고 있거나 사용해본 경험이 있으며 이 모든 정보를 기초하여 제작과정을 소개한다.

첫 번째 사례자는 25세 남성이며 아마추어 권투선수로서 스포츠 마우스가드는 접촉성 격투종목용으로 제작하였다. 인상채득은 수교성 인상재료를 사용하였으며 인상재를 치조제의 은협 이행부의 최심부와 소대부를 운동시켜 채득하였다.

채득된 인상체에 경성고를 주입하여 모형의 기포제거와 베이스 트리밍하였다(Fig. 1).

교합관계는 중심위로 채득하는 방법으로 상악 치아가 거상하여 바이트업 유지장치를 이용해 채득하였다. 바이트 블록은 경질의 EVA plate를 U자 형태로 치아의 교합면 크기에 맞게 오려서 구멍을 만들어 바이트 재료와 접착이 잘 되도록 만들었다.

바이트채득은 deli bite fast (Sherpa, Busan, Korea)로 스포츠자세를 재현하며 채득하였다(Fig. 2). 상악 모형을 전치부는 20 mm, 구치부는 15 mm가 되도록 베이스 트리밍하여 정중구개부와 양쪽 상악 제 1대구치가 가상선상에서 만나는 부위에 자석콘이 위치되도록 하여 상

Figure 1. Impression taking and model making. (A) Taking an impression, (B, C) stone pouring, (D) model trimming.

Figure 2. Obtaining occlusal relationships. (A) Bite block, (B) bite material, (C) occlusal bite, (D) bite acquisition.

악 모형을 부착시켰다. 그 이유는 모형을 가압성형기에서 시트를 3회에 걸쳐 성형할 때 움직임이 없게 하고 교합기에서 모형의 탈부착을 쉽게 하기 위함이다. 모형의 교합기 장치는 채득한 바이트를 이용하여 평균치 교합기(Labo 80; Song Young Inc., Seoul, Korea)에 마운팅하였다(Fig. 3).

시트는 탄력성이 있는 실리콘재질인 EVA재질로 다양한 두께로 시판되고 있다. 경계선의 설계는 실리콘재질로 피개하는 부분이 치아와 그 아랫부분 치근의 위치까지 최대한 피개하며 설정하였다. 치아에 가해지는 충격이 안면부 전반에 가해질 수 있고 특히 하악 하방에서 상방으로 큰 충격이 가해질 때 상악치아와 부딪치며 발생하는 충격력은 뇌에 직접 전달될 수 있음을 고려하여 은협 이행부의 최심부까지 설계하였다(Fig. 4).

가압성형 시 실리콘 시트가 모형에 묻어나지 않도록 분리제(Duosep; Dreve Dentamid GmbH, Unna, Germany)를 도포하였

으며 분리제가 완전히 건조된 후 사례자가 선택한 시트(Drufosoft colourmix; Dreve Dentamid GmbH)로 가압성형기에서(Drufosmart; Dreve Dentamid GmbH)성형하였다. 1차 가압성형은 칼라시트 3 mm로 시행하였으며 가압성형 후 시트의 두께는 교합면부는 2.5 mm로 줄었고 전방부는 은협이행부는 1.5 mm의 두께로 확인되었다. 그 이유는 가압성형기에서 열이 발생되어, 진공가압성형방식으로 시트가 3 mm의 두께로 되는 성형 후 변화가 일어났기 때문이다(Fig. 5).

가압성형 후 시트를 경계선을 따라 삭제하고 두께를 조정하였다. 사용자의 불편함을 줄이기 위해 혀가 움직이는 공간 즉 설측은 치아와 조직부의 경계에서 변연을 설정하였다. 두께는 협측의 두께와 같이 조정하여 충격흡수에 지장이 생기지 않도록 전치부는 1.5 mm, 협측부는 1.8 mm, 교합면부는 2 mm로 두께를 조정하였다. 전치부와 협측의 변연부는 설계선에 맞추어 은협 이행부까지 설정하여 조정하였다(Fig. 6).

Figure 3. Mounting process.

Figure 4. Design of the model. (A) Direction of impact (arrows), (B, C) dentiform margin design, (D, E) model design.

Figure 5. Vacuum pressure molding. (A) Separator application, (B) color sheet, (C) pressurized molding machine, (D) pressurized sheet.

Figure 6. Adjustment after first pressure molding. (A) Sheet separation, (B) sheet bonding, (C, D) sheet trimming.

Figure 7. Adjustment after secondary pressure molding. (A) Primer apply, (B, C) hard sheet pressure, (D) sheet trimming.

Figure 8. Adjustment after third press molding. (A) Clear sheet pressure, (B-D) occlusion adjustment, (E) setting.

Figure 9. Impression and occlusion relationship taking. (A, B) Impression taking, (C, D) occlusion relationship taking.

2차 가압성형은 경질의 바이오펀 0.5 mm 시트로 시행하였다. 조정이 끝난 1차 시트에 접착제(Drufosoft Primer; Dreve Dentamid GmbH)를 도포한 후 경질의 시트를 가압성형하였다. 2차 시트의 변연은 1차 시트 변연보다 2 mm 짧게 조정하여 나중에 1차 시트와 3차 시트가 직접 접합하도록 하였다(Fig. 7).

3차 시트는 실리콘계열의 투명한 3 mm 시트를 사용하였고 시트 표면에 접착제를 도포한 후 가압성형하였다. 가압성형이 완료된 시트를

모형에서 분리하여 변연을 조정하고 교합기에 장착하여 교합관계를 조정하였다. 교합관계는 전치부터 구치까지 선택적 교합으로 조정하여 완성하였다(Fig. 8).

두 번째 사례자는 26세이며 역도를 즐기는 남성으로 구강계 인상채득과 교합관계 채득 후 모형을 제작하여 경계선의 설계를 하였다. 비접촉성 기록경기종목이라 외부에서 충격이 가해지지 않기 때문에 장치물은 치아만 감싸는 설계를 하였다(Fig. 9).

평균치 교합기(Labo 80; Song Young Inc.)에 채득한 바이트를 이용하여 마운팅 하였다(Fig. 10).

모형에 분리제를 바르고 칼라시트를 선택하여 1차 가압성형한 후 경계선에 따라 삭제하였다. 경계선은 치아만 감싸는 구조로 시트의 두께를 전방부와 협측부, 설측부, 교합면부를 1.5 mm로 조정하며 조정하였다. 본 사례자는 기록종목이며 순각적으로 이를 악물게되어 이를 차단하며 힘을 주어도 분리되지 않는 장치물이어야 하기 때문에 교합면부가 특히 강한 힘을 버틸 수 있게 하였다. 3차 시트를 완성한 후에 교합면부를 2 mm로 유지하기 위하여 1차 시트의 두께를 1 mm로 조정하였다(Fig. 11).

2차 가압성형은 경질의 바이오론 1.5 mm 시트로 시행하였다. 1차 시트는 치아와 조직부의 충격 흡수 역할을 하게 위함이고 3차 시트는 입술과 볼의 충격 흡수를 위함이다. 2차 시트의 변연은 1차 시트 변연보다 2 mm 짧게 조정하여 나중에 1차 시트와 3차 시트의 접합이 용이하도록 하였다(Fig. 12).

3차 시트는 1차 시트와 같은 실리콘계열의 투명한 2 mm 시트를 사용하였으며 시트 표면에 접착제를 도포한 후 가압성형하였다. 교합합제로 체크하며 교합조정을 하여 전치부터 구치까지 모든 치아가 선택적 교합이 되도록 조정하였다(Fig. 13).

세 번째 사례자는 50세 여성으로 자전거를 취미로 하고 있다. 인상채득과 교합관계 채득 후 모형을 제작하여 스포츠 마우스가드의 설계를 하였다. 스포츠 시 비접촉성 종목이지만 넘어지거나 부상의 위험에서 보호하고자 치아 설측부에서 전치부와 협측부의 은협 이행부까지 조직부를 감싸는 설계를 하였다(Fig. 14).

채득한 바이트를 이용하여 평균치 교합기(Labo 80; Song Young Inc.)에 채득한 바이트를 이용하여 마운팅한 후 칼라 시트 2 mm로 1차 가압성형한 후 경계선에 따라 삭제하였다. 시트를 모형에 장착하여 시트의 두께를 전방부와 협측부, 설측부, 교합면부를 1.0~1.5 mm로 조정하며 경계선을 조정하였다(Fig. 15).

2차 가압성형은 경성의 바이오론 0.5 mm 시트로 시행하였다. 2차

Figure 10. Mounting. (A) Direction of impact (arrows), (B) design of the model, (C-E) mounting.

Figure 11. Adjustment after first pressure molding. (A) Separator application, (B) pressurized sheet, (C-E) occlusal adjustment.

Figure 12. Adjustment after secondary pressure molding. (A) Primer apply, (B) hard sheet pressure, (C, D) sheet trimming.

Figure 13. Adjustment after third press molding. (A) Clear sheet pressure, (B, C) occlusion adjustment, (D) finished.

Figure 14. Impression and occlusion taking. (A, B) Impression taking, (C, D) occlusion relationship taking, (E) direction of impact (arrows), (F, G) design of the model.

Figure 15. Mounting and adjustment after first press molding. (A) Mounting, (B) pressure molding, (C, D) adjustment.

시트의 변연은 1차 시트 변연보다 2 mm 짧게 조정한 후 3차 시트의 접합이 용이하도록 하였다. 3차 시트는 투명한 2 mm 시트를 사용하였으며 교합합계로 체크하며 교합조정을 하여 전치부터 구치까지 모든 치아가 선택적 교합이 되도록 조정하였다. 교합면의 최종 두께는 2 mm이다(Fig. 16).

연성 시트의 두께를 조절하며 경성의 시트를 적층하여 제작한 스포

츠 마우스가드는 강도가 증가되었고 기능적이며 안정적으로, 스포츠 활동 시 쉽게 탈락되지 않고 호흡이 편하며 착용감이 우수하였다.

DISCUSSION

구강 내 장치로써 스포츠 활동 시 발생할 수 있는 구강계 외상 예방

Figure 16. Adjustment after third press molding and final completion. (A) Primer apply, (B) insert label, (C) sheet pressure, (D) occlusion adjustment, (E) setting.

에 마우스가드의 필요성은 많은 연구 자료에서 언급되었다. 그럼에도 마우스가드의 착용 경험자가 사용을 기피하는 이유에는 호흡과 발음의 어려움 등 착용 시 생기는 불편함 때문이다. 특히 잘 맞지 않는 장치물은 치아를 이동시키는 구강계 교정력이 발생할 수 있기 때문에 재질에 따른 장치물의 제작방법에 관한 연구를 통해서 사용자가 편리하게 사용하는 데 목적을 두었다.

본 연구는 접촉성 격투종목, 비접촉성 기록경기종목, 유소년 및 청소년 레포츠포츠종목으로 분류하여 개인 맞춤형으로 종목 특성에 맞도록 연성 시트와 경성 시트를 적절히 적층하며 두께를 조정해 접합력과 이물감 감소, 교합 시 안정적인 마우스가드를 제작하였다.

첫 번째 사례자의 마우스가드는 접촉성 격투종목용이며 피개 정도는 혀의 운동반경인 설측은 치아부위만 피개하고 전치부와 협측은 외부에서 가해지는 충격의 흡수 및 완화를 위해 조직부를 넓게 피개하였다. 1차 시트와 3차 시트는 각각 3 mm이며 그 사이에 1 mm의 경성의 재질인 바이오론 시트를 삽입하였다. 완성 후 교합면의 두께는 3 mm로 재현하였으며 설측과 협측은 2.5 mm로 하였다. 구강조직과의 접합도는 안정적이며 불편함도 현저히 감소하였다. 그 이유는 경성시트가 삽입되어 최적변화가 안정적이었기 때문으로 생각된다. 특히 격투종목은 스포츠 활동 중에 순간적인 호흡 내뿜기와 안면부와 턱에 충격이 가해지거나 상하악치아의 악물기가 발생될 때 장치물이 치아를 중심으로 협측과 설측으로 벌어지며 탈락이 생길 수 있기 때문에 접합력이 좋아야 한다고 생각된다.

두 번째 사례자의 장치는 교두감합위로부터 출발할 수직 교합고경의 증가가 사지근력에 미치는 영향에 관한 연구에서 수직고경을 2 mm 증가시키는 교합장치를 장착했을 때 평균 근력이 가장 많이 증가했다는 연구결과에 따라 교합면 두께를 2 mm로 완성하였다[10]. 제작은 연성의 칼라시트 2 mm와 경성의 시트 1 mm, 그리고 연성의 투명시트 2 mm로 가압성형하였으며 장치의 피개 정도는 외부에서 가해지는 충격이 없기 때문에 치열만 감싸고 교합면과 협측, 설측 두께는 2 mm로 장치의 두께를 최소화하였다. 마우스가드를 장착하고 최대의 힘을 발휘하여 악물기를 하여도 벌어짐 없이 착용감은 안정적이었다.

골프, 스키, 승마 등의 레저 스포츠가 활성화 되면서 스포츠 활동 중에 부상의 위험이 발생될 수 있다. 이때 마우스 가드의 장착으로 직·간접적 외압에 의한 치아의 상해, 구강 연조직의 외상, 악골 및 악

관절 상해, 두경부 외상 등을 방지 할 수 있으며, 심리적 효과에 따른 운동 능력 향상의 효과를 가진다고 하였다[11]. 세 번째 사례자의 장치는 연성의 칼라시트 2 mm와 경성의 시트 0.5 mm 그리고 연성의 투명시트 2 mm를 순서대로 가압성형하여 교합면의 두께는 2 mm로, 설측과 협측의 두께는 1.5 mm로 완성하였다.

본 연구에서는 마우스가드의 두께조정은 연성시트를 가압성형 중 열 전달 정도와 가압성형 후 시트를 삭제하면서 조정하였고 경성시트는 두께의 선택과 삽입기술로 시행하였다. 조직부는 은혈 이행부까지 최대한 피개하였다.

맞춤형 마우스가드 제작과정에서 경성시트를 삽입해 두께를 조정하여 사용자의 불편함 해소와 기능성 및 안정감을 증대시키는 방법을 연구하였다. 이 제작방법은 mouth-formed type 제품보다 접합력과 기능 등에서 우수하다. 그러나 연구의 제한점은 증례 연구로 착용자의 접합력 및 강도의 실험연구는 시행할 수 없었다는 점이다. 향후 마우스가드 착용을 높이기 위해서 종목별 특성에 맞는 마우스가드의 제작기술 표준화와 부위별 접합력 및 강도에 대한 실험 연구, 질감과 만족도에 대한 분석연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 스포츠 마우스가드 제작 시 연성 시트 사이에 경성 시트를 삽입하여 강도를 증가시키고 두께를 조정하여 체적 안정화와 접합력, 이물감, 교합 시 강도 등 접합성에 대하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 종목의 특성에 따라 연성 시트의 두께를 조정한 후 경성 시트를 적층하여 제작한 마우스가드는 접합력이 안정적이고 기능성과 착용감이 우수하였다.
2. 접촉성 격투종목용 스포츠 마우스가드는 연성 시트 6 mm 사이에 경성 시트 1 mm를 삽입하여 완성한 후 교합면부 3 mm, 설면부 3 mm, 협면부는 조직부까지 최대한 피개하여 2.5 mm로 최종 완성한 장치는 기능성이 우수하고 착용감이 좋았다.
3. 비접촉성 기록종목용 스포츠 마우스가드는 연성 시트 5 mm 사이에 경성 시트 1.5 mm를 삽입하여 완성한 후 두께는 교합면부 2 mm, 설면부 2 mm, 협면부는 치아만 2 mm로 피개하여, 최종 완성한 장치는 교합의 안정화로 이 악물기 등 큰 힘을 발휘할 수 있었다.
4. 유소년 및 청소년 레포츠포츠종목용 스포츠 마우스가드는 부상의 위험에서 심리적 안정과 운동 능력 향상을 위해서 장치로 연성시트 4 mm 사이에 경성시트 0.5 mm를 삽입하여 완성한 후 두께는 교합면부

2 mm, 설면부 2 mm, 협면부는 조직부까지 2 mm로 피개하여, 최종 완성한 장치는 장시간 착용할 수 있었다.

CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ORCID

Joong-Jae Im, <https://orcid.org/0000-0002-5263-7754>

REFERENCES

1. Daly B, Batchelor P, Treasure E, Watt R. Essential dental public health. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press; 2013.
2. Ranalli DN. Sports dentistry and dental traumatology. *Dent Traumatol*. 2002;18:231-236.
3. Barth JT, Freeman JR, Winters JE. Management of sports-related concussions. *Dent Clin North Am*. 2000;44:67-83.
4. Nho KT. The effect of occlusal contact type on appendage muscle strength [master's thesis]. Seoul: Kyung Hee University, 2006.
5. Park JB, Shaul KL, Overton B, Donly KJ. Improving mouth guards. *J Prosthet Dent*. 1994;72:373-380.
6. Westerman B, Stringfellow PM, Eccleston JA. The effect on energy absorption of hard inserts in laminated EVA mouthguards. *Aust Dent J*. 2000;45:21-23.
7. ASTM International. ASTM F697-16, standard practice for care and use of athletic mouth protectors [Internet]. West Conshohocken: ASTM International; 2016 [cited 2020 Jul 28]. Available from: <https://www.astm.org/Standards/F697.htm>.
8. So WS, Lee HJ, Choi WJ, Hong SJ, Ryu KH, Choi DG. Finite element analysis of the effects of mouthguard produced by combination of layers of different materials on teeth and jaw. *J Korean Acad Prosthodont*. 2011;49:324-332.
9. Park NS, Woo YH, Bak J, Choi DG. The survey on oral health and maxillofacial trauma incidence of the sports players in Korea. *J Korean Acad Prosthodont*. 2007;45:534-545.
10. Hong DH. Effect on human appendage muscle strength due to increase in occlusal vertical dimension from intercuspal position of mandible [master's thesis]. Seoul: Kyung Hee University, 2002.
11. Ohyama T. Sports mouth guard handbook. Jung H, Choi DG, Kwon GR, Kim MJ, translators. Seoul: Koonja Publishing, 2008.