

마우스가드의 이해 및 활용

조성현, 김희중, 송주현*

조선대학교 치과대학 치과보철학교실

ORCID ID

Sung-Hun Cho,  <https://orcid.org/0000-0002-0788-6233>

Hee-Jung Kim,  <https://orcid.org/0000-0002-2015-1530>

Joo-Hun Song,  <https://orcid.org/0000-0003-4229-6148>

ABSTRACT

Understanding and application of mouthguards

Sung-Hun Cho, Hee-Jung Kim, Joo-Hun Song*

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chosun University

Mouthguards are removable devices that reduce the risk of injuries in the oral and maxillofacial areas from sports activities and trauma. Mouthguards can be roughly divided into three types: stock, boil-and-bite, and custom. While all three types offer some degree of protection from injuries, custom mouthguards show superior adaptation and shock absorption. Various types of materials have been used and evaluated for their performance, and currently vacuum forming mouthguards with ethylene vinyl acetate material is the main way of fabrication. These mouthguards require regular hygiene maintenance before and after wearing and periodic evaluation from dentists.

Key words : mouthguard, ethylene vinyl acetate, Oral maxillofacial injury, impact force

Corresponding Author

Joo-Hun Song, DDS, MSD, Assistant Professor

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chosun University, Gwangju, Republic of Korea

Tel : +82-10-9288-1434 / E-mail : jhun2020@chosun.ac.kr

ACKNOWLEDGEMENT This study was supported (in part) by research funds from Education and Cultural Foundation of College of Dentistry, Chosun University, 2021)

연구비수혜 이 논문은 2021년도 재단법인 조선대학교 치과대학교육문화재단 학술연구기금의 지원을 받아 연구되었음

1. 서론

마우스가드는 스포츠활동 및 외상으로부터 구강악안면 부위 부상의 위험을 줄일 수 있는 탈착형 구강내 장치이다. 미국치과의사협회(American Dental Association)에서는 스포츠에서 마우스가드를 장착하여 구강악안면부위의 부상을 예방할 것을 권고하고 있으며, 특히 신체적 접촉 스포츠인 럭비, 권투와 같은 스포츠에서는 의무적으로 착용할 것을 설명하고 있다¹⁾.

마우스가드는 제작 방법에 따라 여러가지 종류로 나뉘며, 이러한 마우스가드는 구강악안면부위에 가해지는 충격을 흡수하여 중대한 부상이 발생하는 것을 막는 역할을 한다. 이를 위해 마우스가드는 충분한 두께를 유지해야 하고 적절한 강도를 가짐과 동시에 충격을 흡수할 수 있도록 부드러운 소재를 사용하여 제작이 필요하다²⁾.

마우스가드가 가지는 구강 내의 보호효과는 의심할 바 없지만, 여전히 마우스가드에 대한 인식이 부족하고 장착과정에서 불편하다는 이유로 아직 널리 사용되고 있지 못하다. 본 연구에서는 이전 연구들을 통해 마우스가드의 종류, 소재 및 제작방법에 대해 살펴보고, 환자에게 제공해야 할 지침들에 대해 살펴보고자 한다.

2. 마우스가드의 종류 및 형태

마우스가드의 종류는 크게 기성 마우스가드, boil & bite 마우스가드, 맞춤형 마우스가드 총 3가지 종류로 구분된다. 일반적으로 상악에 장착하게 되며, 필요할 경우 양쪽 악궁 모두다 장착하는 디자인도 가질 수 있다³⁾.

1) 기성 마우스가드

기성 마우스가드는 일반 스포츠용품점에서 쉽게 구입할 수 있다. 값이 싸고 전문가의 지도 없이 장착 및 활용 가능하다는 부분에서, 쉽게 접근할 수 있는 마우스가드이다⁴⁾. 주로 polyvinyl acetate polyethylene copolymer로 제작된다⁵⁾.

그러나 기성품으로 제작되기에 적합도가 떨어진다는 단점이 존재하며, 이는 제한된 보호기능만 제공할 수 있다는 점을 의미한다⁵⁾. 적합도가 좋지 않아 유지력이 떨어지며 이러한 단점 때문에 발음 및 호흡에 방해가 될 수 있다⁵⁾.

2) Boil & bite 마우스가드

기성 마우스가드의 획일화된 형태로 인한 적합도 저하를 해결하기 위해 고안된 제품이다. 기성 마우스가드처럼 일반 스포츠용품점에서 구입 가능하다. 뜨거운 물에 넣어 연화 시킨 후 구강내 장착한 상태로 냉각시켜 구강내에 적합시킨다. 맞춤형 마우스가드보다는 떨어지지만 기성 마우스가드보다 양호한 적합도를 보이며 보다 안정적이고 편안함을 제공할 수 있다⁵⁾.

그러나 어느정도 조정 가능하다고 하더라도 기성품으로 제공되기에 표준과 다른 형태의 악궁을 가지고 있거나, 치아가 맹출중이거나 하는 경우에는 사용하기에 제한적일 수 있다⁶⁾.

3) 맞춤형 마우스가드

맞춤형 마우스가드는 환자 구강내에 맞춰 치과 의사에 의해 제작된다. 기성 마우스가드 및 boil & bite 마우스가드에 비해 뛰어난 적합도, 유지력, 보호기능을 제공할 수 있으며 마우스가드의 표준형태로 간주된다^{1,3,7)}. 개개인별로 상황에 맞추어 제작되기 때문에, 기성

마우스가드와 boil & bite 마우스가드에서 사용하기 어려웠던 특수한 경우에도 사용이 가능하다.

일반적으로 인상채득과정을 통해 환자 구강내를 복제한 석고모형을 만들고 이를 이용하여 개개인의 상태에 맞춰 마우스가드제작을 진행하게 된다. 이때 주로 사용하는 재료는 EVA(ethylene vinyl acetate)이다^{4,5,8,9)}.

4) 마우스가드의 형태

마우스가드가 구강내 장착되어 외력으로부터 구강 악안면부위를 보호하기 위해서는 적절한 형태와 충분한 두께를 가져야 한다^{5,10)}. 마우스가드는 힘을 비교적 덜 받는 구개부위를 제외하고 교합면과 순면에서 최소 3 mm 정도의 두께를 가지는 것이 좋다¹¹⁾. 일부 연구에서는 최소 4mm의 두께를 추천하고 있으며, 이는 두께가 마우스가드의 보호효과와 밀접한 연관을 가지기 때문이다¹²⁾. 두께가 두꺼울 수록 보호력은 커지나^{5,10)}, 3-4mm이상의 두께 증가에서 얻을 수 있는 보호력의 증가 효과는 미비하고^{11,12)}, 두께가 두꺼울 수록 장착 시 불편감은 커지기 때문에 적절한 두께 확보는 양호한 마우스가드 사용성을 제공하기 위해 필수적이다¹³⁾.

마우스가드는 입술, 볼 그리고 치은과 같은 연조직에 손상을 주어서는 안되며, 특히 소대운동을 방해하지 않도록 주의해야 한다²⁾. 마우스가드는 유지력의 향상 및 연조직과 치아를 분리시켜 보호하는 목적을 가지기 위해 치아를 넘어서까지 디자인되어야 한다(Fig. 1)¹⁴⁾. 순측 변연부는 전정에서 2mm 근방까지 접근하도록 디자인되어야 하고, 구개 변연부는 구개 치은 변연에서 10mm이상 넘어가지 않도록 디자인되어야 한다(Fig. 2)¹³⁾.

제작된 마우스가드는 표면 거칠기를 줄이기 위해 표면을 최종 연마하는 과정이 필요하다. 표면 연마를 통해 미생물이 자랄 수 있는 공간을 줄이고 이는 향후 마우스가드의 유지관리에 중요한 영향을 미친다¹⁵⁾.

3. 사용되는 재료 및 방법

맞춤형 마우스가드 제작에 있어서 가장 널리 사용되는 재료는 EVA이다⁵⁾. EVA는 비 알레르기성이며 생체 적합성, 유연성, 열가소성의 특징 및 탄성이 있어 마우스가드 제작에 좋은 성질을 가지고 있다(Fig. 3)^{4,5,8,9)}. EVA의 탄성은 충격이 가해졌을 때 먼저 변형되어 물



Fig. 1. Custom-made mouthguard (CAD design)

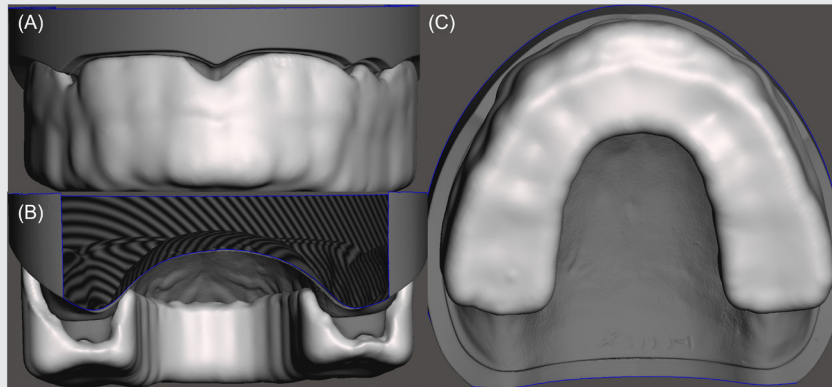


Fig. 2. Custom-made mouthguard on the upper jaw (CAD design)
(A) Frontal view, (B) Rear view, (C) Occlusal view

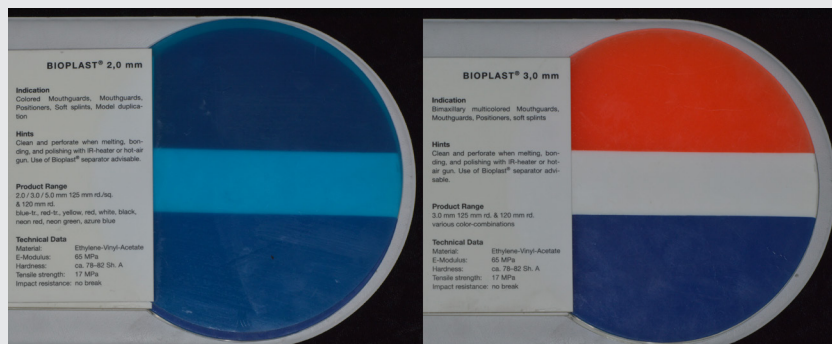


Fig. 3. EVA(Ethylene Vinyl Acetate)

체와의 접촉시간을 길게 하고 이를 통해 충격 에너지의 크기를 줄여 구강악안면 부위에 가해지는 충격을 흡수한다²⁾.

EVA가 사용 시 매우 유용한 재료이긴 하지만, 보다 더 좋은 충격 흡수 및 물성을 위해 다양한 시도가 이루어졌다. 1mm 두께의 두 장의 EVA 사이에 다공성 고무 재료를 넣거나¹⁶⁾, polyolefin과 polystyrene-poly-

olefin copolymer 소재의 사용¹⁷⁾, 아크릴 같은 보다 단단한 재료의 삽입과 같은 방법²⁾, photopolymerized urethane diacrylate 재료의 사용¹⁸⁾, EVA 안에 공기가 들어갈 수 있는 공간을 형성하는 방법¹⁹⁾, 치아에 적합 되는 부분은 견고한 polycarbonate로 제작하고 외곽부분을 EVA로 제작하는 방법과 같은 다양한 방법들에 대한 연구가 발표되었다²⁰⁾. 그러나 제작 방



Fig. 4. Vacuum former

법의 복잡성 및 제작 비용이 증가하고 아직 누적된 데이터가 적으며, 효용성에 대해서 논란의 여지가 있고²¹⁾, 이미 충분한 두께의 EVA도 구강내에서 효율적으로 기능한다는 부분 때문에 현재에도 EVA를 이용한 마우스가드 제작이 가장 널리 사용되고 있다²³⁾.

맞춤형 마우스가드 제작을 위해 일반적으로 사용하는 방법은 진공 성형 방법과 압력 성형 방법이 있고, 진공 성형 방법이 비용이 적게 들고 간단한 방법으로 널리 사용되고 있다²²⁾. 진공 성형기를 이용하여 우선 EVA 시트를 열을 가해 연화 시킨 후 연화 된 시트를 모델 위로 덮는 방법으로 제작한다(Fig. 4)³⁾. EVA를 열을 가해 연화 시키고 모델위로 위치시키는 과정 중에 본래 EVA 시트 두께보다 얇아지거나 적합도가 저하되는 일이 발생할 수 있으며 이러한 변화의 예방을 위해 EVA 시트를 모델위에 위치시킨 직후 모델을 20mm

전방으로 이동시키거나²³⁾, 진공 성형기의 높이를 낮추거나 모델의 각도를 45도 정도 부여하는 방법이 보고되었다²⁴⁾.

최근 3D 프린터가 치과분야에 활용되면서 이를 이용하여 맞춤형 마우스가드를 제작하는 방법에도 보고되었다²⁵⁾. CAD 디자인 시 마우스가드 내부에 공기층을 쉽게 디자인 할 수 있으며, EVA를 이용한 일반적인 방법을 통해 제작된 마우스가드에 비해 보다 양호한 충격 흡수 양상을 보였음을 보고하였다²⁵⁾.

4. 마우스가드의 용도 및 효과

마우스가드가 운동 시 구강악안면부위의 보호에 효과적임은 이미 알려진 사실이다³⁾. 그러나 여전히 마우스

스가드 장착 필요성에 대한 인식은 부족하다^{26,27)}. 일반 인구에 비해 운동 선수에서 치과 외상의 비율은 높은 편이며 마우스가드의 사용은 이와 같은 외상의 예방에 도움이 된다²⁸⁾. 미식축구, 럭비, 하키, 복싱과 같은 접촉이 많은 스포츠에서 마우스가드가 부상을 예방하는 효과적인 방법이며²⁹⁾, 야구와 농구 같은 접촉이 보다 적은 스포츠에서도 마우스가드는 예상치 못한 구강악안면 부위의 부상 예방에 도움이 된다³⁰⁾.

운동선수가 마우스가드의 장착을 꺼리는 이유는 불편감도 있지만 운동능력이 저하될지도 모른다는 불안감이 또 다른 이유일 수 있다. 그러나 맞춤형 마우스가드의 착용은 운동 시 산소 섭취량을 방해하지 않음이 보고되었다³¹⁾. 심지어 마우스가드를 장착하고 벤치 프레스 운동을 했을 때 더 향상된 최대 힘과 최대 가속도가 측정되었다는 연구도 있다³²⁾.

설문조사를 토대로 연구한 결과 마우스가드에 대한 인식 및 착용 필요성을 느끼는데 운동 코치와 부모의 영향이 크다²⁷⁾. 따라서 마우스가드의 착용 및 활용도를 높이기 위해서는 운동 선수 및 환자 뿐만 아니라 학회 및 협회 차원에서 전반적인 교육이 필요하다.

5. 향후 마우스가드의 발전 가능성

마우스가드의 장착을 통해 외상에 대한 보호 뿐만 아니라 다른 활용을 위해서 연구가 진행되고 있다. 마우스가드 안에 바이오센서를 넣어 대사 산물을 측정하고 이를 이용해 착용자의 건강 및 스트레스 수준에 대한 실시간 정보를 얻어내는 것에 대한 연구가 보고되었다³³⁾. 향후 마우스가드 제작에 있어서 3D 프린터의 활용 및 다양한 센서를 함께 사용한다면 마우스가드의 역할은 단순히 외상의 보호를 넘어 보다 다양한 구강 내 데이터를 얻을 수 있는 효과적인 방법이 될 수 있을 것으로 사료된다.

6. 마우스가드의 관리 및 치과의사의 역할

마우스가드의 위생관리는 중요하다. 관리가 되지 않는 마우스가드는 우식 및 구강 내 질환을 야기할 수 있다¹⁵⁾. 마우스가드는 치약과 칫솔을 이용해 매일 관리되어야 하며 발포성 세정제를 사용하여 세정 후 한번 더 깨끗한 물로 씻어내는 방법도 효과적이다³⁴⁾. 사용하지 않을 경우에는 공기가 통할 수 있는 보관함에 보관하며 주기적으로 치과에 내원하여 마우스가드의 상태를 체크하는 것도 중요하다³⁵⁾.

치과의사는 마우스가드가 필요한 환자에게 그 필요성을 설명하고 적절한 마우스가드를 선택할 수 있도록 도와줘야 한다. 맞춤형 마우스가드를 장착한 후 환자들이 잘 사용할 수 있도록 동기부여 및 적절한 관리가 필요하다³⁾. 마우스가드를 처음 장착한 환자는 불편함을 호소하며 적응기간이 필요하다⁷⁾. 마우스가드를 장착해서 얻을 수 있는 이점과 부상 예방 효과에 따라 운동 능력에 집중할 수 있음에 대해 설명을 해줌으로써 적절한 동기부여를 해줄 수 있다³⁾.

7. 결론

마우스가드는 신체접촉이 많은 스포츠에서 필수적인 장비이며, 그렇지 않은 스포츠에서도 부상 예방을 위해 효율적인 장비이다. 기성 마우스가드, boil & bite 마우스가드 및 맞춤형 마우스가드 모두 부상 예방에 도움이 되지만, 맞춤형 마우스가드가 보다 훌륭한 적합도 및 안정적인 충격 완화효과를 보인다. 맞춤형 마우스가드를 제작하기 위해 다양한 재료들을 사용 및 평가해왔지만, 현재는 EVA 재료를 가장 많이 사용하고, 이를 이용해 마우스가드를 제작하기 위해 진공 성형 방법을 주로 사용한다. 이렇게 제작된 마우스가드는 장착 전후 위생관리가 필요하며, 치과의사에 의

해 주기적으로 관리가 필요하다. 현재에도 마우스가드의 장착 필요성에 대한 인지정도는 낮으며 보다 효율

적인 마우스가드 장착을 위해 학회 및 협회차원의 교육이 필요하다.

참 고 문 헌

- Gould TE, Piland SG, Caswell SV, et al. National athletic trainers' association position statement: Preventing and managing sport-related dental and oral injuries. *Journal of athletic training*. 2016;51(10):821-839.
- Bochnig MS, Oh MJ, Nagel T, Ziegler F, Jost-Brinkmann PG. Comparison of the shock absorption capacities of different mouthguards. *Dental traumatology*. 2017;33(3):205-213.
- Sliwkanich L, Ouanounou A. Mouthguards in dentistry: Current recommendations for dentists. *Dental Traumatology*. 2021;37(5):661-671.
- Parker K, Marlow B, Patel N, Gill DS. A review of mouthguards: effectiveness, types, characteristics and indications for use. *British dental journal*. 2017;222(8):629-633.
- Guérard S, Barou JL, Petit J, Poisson P. Characterization of mouthguards: Impact performance. *Dental Traumatology*. 2017;33(4):281-287.
- van Vliet KE, Kleverlaan CJ, Lobbezoo F, de Lange J, van Wijk AJ. Maximum impact heights of currently used mouthguards in field hockey. *Dental traumatology*. 2020;36(4):427-432.
- Gawlak D, Mierzwińska-Nastalska E, Mańka-Malara K, Kamiński T. Assessment of custom and standard, self-adapted mouthguards in terms of comfort and users subjective impressions of their protective function. *Dental Traumatology*. 2015;31(2):113-117.
- D'Ercole S, Martinelli D, Tripodi D. The Triple Role of Individual Mouthguard in Athlete Health. *icSPORTS*. 2018:132-138.
- Firmiano TC, de Oliveira AA, Costa PVdM, Cardoso LS, Pereira RD, Verissimo C. Influence of different ethylene-vinyl acetate brands used for custom-fitted mouthguard fabrication on the stress and strain during an impact. *Dental Traumatology*. 2022.
- Tran D, Cooke MS, Newsome PRH. Laboratory evaluation of mouthguard material. *Dental Traumatology*. 2001;17(6):260-265.
- Gialain IO, Coto NP, Driemeier L, Noritomi PY, Dias RBE. A three-dimensional finite element analysis of the sports mouthguard. *Dental traumatology*. 2016;32(5):409-415.
- Maeda M, Takeda T, Nakajima K, et al. In search of necessary mouthguard thickness. Part 1: From the viewpoint of shock absorption ability. *Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi*. 2008;52(2):211-219.
- Gómez-Gimeno À, Zamora-Olave C, Cordobés-Navarro M, Willaert E, Martínez-Gomis J. Satisfaction with shortening the palatal extension of a mouthguard for water polo players: a randomized crossover study. *Dental Traumatology*. 2019;35(2):135-141.
- Bergman L, Milardović Ortolan S, Žarković D, Viskić J, Jokić D, Mehulić K. Prevalence of dental trauma and use of mouthguards in professional handball players. *Dental traumatology*. 2017;33(3):199-204.
- Almeida MH, Ceschim GV, Iorio NLPP, et al. Influence of thickness, color, and polishing process of ethylene-vinyl-acetate sheets on surface roughness and microorganism adhesion. *Dental Traumatology*. 2018;34(1):51-57.
- Miyahara T, Dahlin C, Galli S, Parsafar S, Koizumi H, Kasugai S. A novel dual material mouthguard for patients with dental implants. *Dental Traumatology*. 2013;29(4):303-306.
- Fukasawa S, Churei H, Chowdhury RU, et al. Difference among shock-absorbing capabilities of mouthguard materials. *Dental Traumatology*. 2016;32(6):474-479.
- Guevara PA, Ranalli DN. Techniques for mouthguard fabrication. *Dental Clinics of North America*. 1991;35(4):667-682.
- Westerman B, Stringfellow PM, Eccleston JA. An improved mouthguard material. *Australian dental journal*. 1997;42(3):189-191.
- Kalman L, Dal Piva AMdO, de Queiroz TS, Tribst JPM. Biomechanical behavior evaluation of a novel hybrid occlusal splint-mouthguard for contact sports: 3D-FEA. *Dentistry Journal*. 2021;10(1):3.
- Sousa AM, Pinho AC, Messias A, Piedade AP. Present status in polymeric mouthguards. A future area for additive manufacturing? *Polymers*. 2020;12(7):1490.
- Bridgman H, Kwong MT, Bergmann JHM. Mechanical safety of embedded electronics for in-body wearables: A smart mouthguard study. *Annals of biomedical engineering*. 2019;47(8):1725-1737.
- Takahashi M, Bando Y. Thermoforming technique for maintain-

참 고 문 헌

- ing the thickness of single-layer mouthguard during pressure formation. *Dental Traumatology*. 2019;35(4-5):285-290.
24. Farrington T, Coward T, Onambele-Pearson G, Taylor RL, Earl P, Winwood K. The effect of model inclination during fabrication on mouthguard calliper-measured and CT scan-assessed thickness. *Dental Traumatology*. 2016;32(3):192-200.
 25. Saunders J, Lišner M, Townsend D, Petrinic N, Bergmann J. Impact behaviour of 3D printed cellular structures for mouthguard applications. *Scientific Reports*. 2022;12(1):1-12.
 26. Raaij F, Vaidya N, Vaidya K, et al. Patterns of mouthguard utilization among atom and pee wee minor ice hockey players: A pilot study. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2011;21(4):320-324.
 27. Collins CL, McKenzie LB, Roberts KJ, Fields SK, Comstock RD. Mouthguard BITES (behavior, impulsivity, theory evaluation study): what drives mouthguard use among high school basketball and baseball/softball athletes. *The journal of primary prevention*. 2015;36(5):323-334.
 28. Ferrari CH, De Medeiros JMF. Dental trauma and level of information: mouthguard use in different contact sports. *Dental Traumatology*. 2002;18(3):144-147.
 29. Yamada T, Sawaki Y, Tomida S, Tohnai I, Ueda M. Oral injury and mouthguard usage by athletes in Japan. *Dental Traumatology*. 1998;14(2):84-87.
 30. Newsome PRH, Tran DC, Cooke MS. The role of the mouthguard in the prevention of sports-related dental injuries: a review. *International Journal of Paediatric Dentistry*. 2001;11(6):396-404.
 31. Gebauer DP, Williamson RA, Wallman KE, Dawson BT. The effect of mouthguard design on respiratory function in athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2011;21(2):95-100.
 32. Dias A, Redinha L, Tavares F, Silva L, Malaquias F, Pezarat-Correia P. The effect of a controlled mandible position mouthguard on upper body strength and power in trained rugby athletes-A randomized within subject study. *Injury*. 2022;53(2):457-462.
 33. Kim J, Valdés-Ramírez G, Bandodkar AJ, et al. Non-invasive mouthguard biosensor for continuous salivary monitoring of metabolites. *Analyst*. 2014;139(7):1632-1636.
 34. Fathi H, Martiny H, Jost-Brinkmann PG. Efficacy of cleaning tablets for removable orthodontic appliances. In: Springer; 2015.
 35. Mark AM. Staying in the game with mouthguards. *The Journal of the American Dental Association*. 2022.