

Wiktoria LEFFLER

Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Biomedycznej

Zastosowanie tworzyw polimerowych w zakresie ochrony jamy ustnej podczas uprawiania sportu

Streszczenie. W niniejszym artykule przedstawiono problematykę stosowania ochraniaczy wewnątrzustnych (mouthguards) podczas uprawiania różnych dyscyplin sportowych. Zawarto również charakterystykę typów powyższych wyrobów, dostępnych obecnie na rynku (ochraniacze typu stock, „boil and bite”, custom – made). Poruszono także problem stosowania tworzyw polimerowych w kontekście wytwarzania standardowych ochraniaczy, jak również zaprezentowano własności użytkowe niniejszych materiałów, istotne w przypadku produkcji powyższych wyrobów.

THE USE OF POLYMERIC MATERIALS FOR THE PROTECTION THE ORAL CAVITY DURING SPORTS

Abstract. This article presents the problem of the use of mouthguards during different sports. Also included are the characteristics of types of products above currently available on the market (stock mouthguards, „boil and bite” mouthguards, custom – made mouthguards). Also raised the problem of the use of polymer materials in the context of the preparation of stock mouthguards, as well as presents the useful properties of these materials, significant for the production of these products.

Wprowadzenie

Skutki urazów w obrębie ustno-twarzowym, powstałe w wyniku uprawiania sportów, są obecnie jednym z najczęstszych wyzwań stawianych stomatologii. Ryzyko pojawienia się tych urazów występuje zarówno w przypadku sportów indywidualnych, jak i drużynowych oraz dotyczy osób w każdym

wieku. Wśród najczęściej spotykanych obrażeń wyróżnia się zranienia tkanek miękkich, zwichnięcia zębów – całkowite i częściowe oraz ich złamania w części korzeniowej, bądź koronowej. Natomiast rozległość tych urazów ściśle zależy od wartości, kierunku oraz punktu przyłożenia siły, a także własności przedmiotu uderzającego – jego masy, elastyczności i prędkości uderzenia [1 ÷ 5].



Rys. 1. Ochraniacze jamy ustnej [8, 9]: a) widok, b) w jamie ustnej sportowca

Jedną z najpopularniejszych oraz najbardziej skutecznych metod ochrony jamy ustnej przed tego rodzaju urazami jest stosowanie ochraniaczy wewnątrzustnych (Rys. 1), które zostało zapoczątkowane w 1890 r. przez londyńskiego dentystę Woolf'a Krause. Pierwsze ochraniacze zostały użyte u bokserów w celu zapobieżenia powstawania ran szarpanych warg, będących najpowszechniejszymi obrażeniami doznawanymi podczas walk na ringu w tamtym okresie. Początkowo wykonywane były z gutaperki i utrzymywane na swoim miejscu poprzez zaciskanie zębów zawodnika. Ich dynamiczny rozwój spowodował, iż już w latach 30. ubiegłego stulecia stały się podstawowym wyposażeniem bokserów. Obecnie ochraniacze jamy ustnej coraz częściej znajdują zastosowanie w profilaktyce urazów występujących w obrębie twarzowo-szczękowym podczas uprawiania różnorodnych dyscyplin sportowych, wchodząc w skład sprzętu ochraniającego używanego przez wielu sportowców [1, 2, 4÷7].

Typy stosowanych ochraniaczy

Rosnąca rywalizacja oraz chęć uzyskiwania jak najlepszych wyników, a także związany z tym wzrost brutalizacji niektórych dyscyplin sportowych są jedną z głównych przyczyn powstawania urazów w obrębie twarzowo-szczękowym. Ciągły wzrost liczby obrażeń oraz stawianie coraz większego nacisku na promowanie ochrony jamy ustnej, zarówno w przypadku sportów kontaktowych (boks, hokej), jak i w

dyscyplinach uważanych powszechnie za mało urazowe (koszykówka, siatkówka) spowodowały pojawienie się na rynku szerokiej gamy modeli ochraniaczy wewnątrzustnych. Wśród modeli oferowanych przez producentów wyróżnia się trzy zasadnicze grupy powyższych wyrobów [1, 6, 10 ÷ 16]:

- *stock mouthguards* (ochraniacze fabrycznie gotowe – Rys. 2 a) – standardowy, najtańszy rodzaj ochraniaczy jamy ustnej. Wyroby tego typu produkowane są w trzech rozmiarach, bez możliwości indywidualnego dopasowania. Wadą ochraniaczy należących do niniejszej grupy jest natomiast trudność utrzymania ich we właściwej pozycji, znacznie utrudniająca oddychanie i mówienie oraz występujące ryzyko aspiracji wyrobu, powodujące niedrożność dróg oddechowych, a w konsekwencji poważne powikłania zdrowotne użytkownika,
- „*boil and bite*” *mouthguards* (ochraniacze formowane w jamie ustnej – Rys. 2 b) – będące najbardziej popularną grupą ochraniaczy wewnątrzustnych, formowane w jamie ustnej po rozgrzaniu, co umożliwia ich dopasowanie do struktur anatomicznych jamy ustnej użytkownika. Jednak, podobnie jak w przypadku standardowych ochraniaczy, również w tej grupie wyrobów występuje trudność utrzymania ich w odpowiednim położeniu, a także niestabilność kształtu, co z kolei zmniejsza skuteczność ochrony,
- *custom – made mouthguards* (ochraniacze indywidualne – Rys. 2 c) – wytwarzane przez



Rys. 2. Ochraniacze jamy ustnej [17, 18]: a) ochraniacz typu stock, b) ochraniacz typu boil and bite, c) ochraniacz typu custom-made

lekarzy dentyków oraz pracownice techniczne na gipsowym modelu wykonanego na podstawie pobranego wycisku struktur anatomicznych jamy ustnej pacjenta.

W przeciwieństwie do powyższych grup, z łatwością utrzymywane są w pożądanym położeniu, nie powodując utrudnienia mowy, czy oddychania, co z kolei skutkuje wysokim komfortem użytkowania. Ponadto, stanowią jedyny rodzaj ochraniaczy mogący być stosowany w przypadku sportowców z wadami zgryzu, a także w trakcie leczenia ortodontycznego.

Stosowane materiały w przypadku ochraniaczy standardowych

Jednymi z głównych wymagań stawianych ochraniaczom wewnątrzustnym są absorpcja oraz rozpraszanie energii powstałej w momencie uderzenia skierowanego w obszar twarzowo-szczękowy, a także zapobieganie urazom występującym w obrębie głowy i jamy ustnej. Redukują one ryzyko obrażeń szczęki, żuchwy czy zębów, a także języka i policzków oraz znacznie zmniejszają możliwość wystąpienia urazów mózgu po bezpośrednim, silnym uderzeniu w żuchwę [2, 4, 19÷22].

Ze względu na fakt, iż ochraniacze wewnątrzustne są jednocześnie wyrobami medycznymi, materiały wykorzystywane do ich wytworzenia powinny cechować się zdolnością bioelektryczną, minimalizującą inicjację i rozwój procesów korozyjnych i biodegradacji, a także posiadać odpowiedni zespół własności mechanicznych. Ze względu na podstawową funkcję spełnianą przez ochraniacze istotne znaczenie ma tu twardość oraz zdolność do pochłaniania energii [4, 23]

Zarówno szereg wymagań dotyczących zapewnienia ochrony w obrębie ustno-twarzowym, jak również dążenie do uzyskania maksymalnego komfortu użytkowania spowodowały podjęcie działań odnośnie doboru optymalnego materiału do wytwarzania niniejszych wyrobów [4].

Przy produkcji standardowych ochraniaczy wewnątrzustnych największe zastosowanie zyskały tworzywa polimerowe o charakterystyce sprężystej, bądź lepko-sprężystej, cechujące się skłonnością do dużych odkształceń sprężystych – odzyskiwaniem swojego pierwotnego kształtu, lub bardzo zbliżonej do niego postaci, po ustąpieniu obciążenia. Ponadto, wykazują zdolność do absorpcji energii, co odgrywa istotną rolę w zapewnieniu prawidłowego stopnia ochrony użytkownika [4, 24÷26].

Jednym z głównych materiałów stosowanych przez producentów sprzętu ochronnego do wytwarzania ochraniaczy jamy ustnej są sprężyste, dobrze formowalne tworzywa silikonowe, charakteryzujące się wysoką odpornością termiczną, własnościami dielektrycznymi, odpornością na utlenianie, działanie czynników atmosferycznych, gazów czy kwasów, co umożliwia ich stosowanie w środowisku jamy ustnej. Ich negatywną cechą jest natomiast ograniczona elastyczność i znaczna lipofilność.



Rys. 3. Standardowy silikonowy ochraniacz jamy ustnej z warstwą żelową [27]

W celu zwiększenia komfortu użytkowania ochraniaczy silikonowych, wielu producentów wzbogaca ich konstrukcję o dodatkową warstwę żelową (Rys. 3), będącą w bezpośrednim kontakcie ze strukturami anatomicznymi jamy ustnej oraz zwiększającą stopień ochrony [4, 25, 26].

Kolejną grupą tworzyw stosowaną przy produkcji niniejszych wyrobów stanowią poli-

uretany, zarówno twarde, jak i miękkie, odznaczające się dobrym zespołem własności mechanicznych – dobrą wytrzymałością zmęczeniową, a także wytrzymałością na rozerwanie, definiowaną jako wartość naprężenia, przy której dochodzi do rozerwania badanego materiału. Ze względu na wysokie wartości powyższych parametrów ochraniacze wykonane z poliuretanów są jednymi z najlepiej zapewniających ochronę obszaru twarzowo-szczękowego [4, 24, 26, 28, 29].

Coraz częściej spotyka się również ochraniacze standardowe wykonane z kopolimeru etylenu i octanu winylu (EVA), będącego obecnie jednym z najbardziej optymalnych tworzyw służących do wytwarzania niniejszych produktów. Materiał ten cechuje się dobrą odpornością na działanie kwasów, zasad i wody, co jest istotne w przypadku wykorzystywania go do produkcji wyrobów przeznaczonych do stosowania w obrębie jamy ustnej. Podczas badań przeprowadzanych przez Wilkinsona i Powersa odnotowano, iż średnia twardość EVA w 37°C dla próbek o grubości 2 – 3,9 mm wynosi 86°Sh A (stopni Shore'a w skali A) i mieści się w granicach optymalnego zakresu twardości, określonego przez Goinga i Loehmana na 66-86°Sh A. Na podstawie swoich badań Going i Loehman stwierdzili również, że zbyt twardy ochraniacz nie zapewni optymalnej ochrony ze względu na fakt, iż cała energia uderzenia zostanie bezpośrednio przekazana strukturalnym anatomicznym jamy ustnej. Dodatkową zaletą kopolimeru EVA są dobre własności mechaniczne charakteryzujące się wysoką wartością wytrzymałości na rozerwanie, co powoduje rosnącą popularność stosowania go w przypadku produkcji ochraniaczy jamy ustnej [4, 24, 28, 30, 31].

Podsumowanie

Rozwój materiałów polimerowych, jak również coraz większy nacisk kładziony na ochronę obszaru twarzowo-szczękowego zawodników uprawiających różne dyscypliny sportowe są jednymi z głównych przyczyn

rozpowszechniania ochraniaczy wewnątrzustnych. Mimo, iż wyroby te stanowią w Polsce obowiązkowe wyposażenie zawodników tylko w przypadku boksu i kickboxingu, coraz częściej stosowane są również podczas uprawiania sportów uważanych powszechnie za mało kontuzyjne, jak siatkówka czy koszykówka.

Zarówno pojawianie się nowych tworzyw oraz opracowanie innowacyjnych technologii znajdujących zastosowanie przy produkcji ochraniaczy jamy ustnej, jak i dążenie do maksymalnego komfortu użytkownika przyczyniły się do powstania szerokiej gamy modeli tychże wyrobów, nieustannie poszerzanej i udoskonalanej.

Bibliografia

1. Gawlak D., *Ocena użytkowania wewnątrzustnych ochraniaczy u młodzieży uprawiającej różne dyscypliny sportowe – wstępne badania kliniczne*, Czasopismo Stomatologiczne 2009, 62, 2: 141 – 148.
2. Gawlak D., *Ocena potrzeb profilaktycznych w zakresie ochrony jamy ustnej u młodzieży uprawiającej różne dyscypliny sportowe na podstawie badań ankietowych*, Protetyka Stomatologiczna 2008, 58, 1: 56 – 63.
3. Takeda T., Ishigami K., *The influence of impact object characteristics on impact force and force absorption by mouthguard material*, Dental Traumatology 2004, 20: 12 – 20.
4. Gawlak D., Mańka K., *Ocena wytrzymałości ochraniaczy jamy ustnej – przegląd piśmiennictwa*, Protetyka Stomatologiczna 2011, 61, 6: 490 – 495.
5. Reed R., *Origin and early history of the dental mouthpiece*, British Dental Journal 1994, 77: 478 – 490.
6. McCrory P., *Do mouthguards prevent concussion?*, British Journal of Sports Medicine 2001, 35: 81 – 82.
7. Nowjack – Raymer R. E., Gift H. C., *Use of mouthguards and headgear in Organized Sports by school-aged children*, Public Health Reports 1996, Volume III: 82 – 86
8. Strona internetowa www.shockdoctor.com, 14.05.2014.
9. Strona internetowa www.sportsdentistry.info, 14.05.2014.

10. Jegier A., Nazar K., Dziak A., *Medycyna Sportowa*, Polskie Towarzystwo Medycyny Sportowej, Warszawa 2005, rozdział XVII: 641 – 642.
11. Bemelmans P., Pfeiffer P., *Incidence of dental, mouth, and jaw injuries and the efficacy of mouthguards in top ranking athletes*, *Sportverletz Sportschaden* 2000, 14, 4: 139 – 143.
12. Brionnet J., Roger – Leroi V., Tubert – Jeannin S., Garson A., *Rugby players satisfaction with custom-fitted mouthguards made with different materials*, *Community Dentistry and Oral Epidemiology* 2001, 29, 3: 234 – 238.
13. DeYoung A., Robinson E., Godwin W., *Comparing comfort and wearability: custom-made vs self-adapted mouthguards*, *Journal of the American Dental Association* 1994, 125, 8: 1112 – 1118.
14. Gawlak D., Gawor E.; *Postępowanie kliniczne i laboratoryjne w wykonawstwie ochraniaczy jamy ustnej stosowanych podczas uprawiania różnych dyscyplin sportowych*, *Magazyn Stomatologiczny* 2007, 9: 26 – 29.
15. Waked E., Lee T., Caputo A., *Effects of aging on the dimensional stability of custom-made mouthguards*, *Quintessence International* 2002, 33, 9: 700 – 705.
16. Banky J., McCorry P., *Mouthguards use in Australian football*, *Journal of Science and Medicine in Sport* 1999, 2: 20 – 29.
17. Strona internetowa www.gladiatorguards.com, 21.05.2014.
18. Strona internetowa <http://www.custommouthguardstore.com/>, 21.05.2014.
19. Johnsen D. C., Winters J. E., *Prevention of intraoral trauma in sports*, *Dental Clinics of North America* 1991, 35, 4: 657 – 666.
20. Morikawa M., Taniguchi H., Ohya T., *Evaluation of athletic mouthguard through vibration test on maxillary teeth of human dry skull*, *Journal of Medical and Dental Sciences* 1998, 45, 1, 9 – 18.
21. Scott J., Burke F. J., Watts D. C., *A review of dental injuries and the use of mouthguards in contact team sports*, *British Dental Journal* 1994, 176, 8, 310 – 314.
22. Mihalik J. P., McCaffrey M. A., Rivera E. M., Pardini J. E., Guskiewicz K. M., Collins M. W., Lovell M. R., *Effectiveness of mouthguards in reducing neurocognitive deficits following sports-related cerebral concussion*, *Dental Traumatology* 2007, February, 23, 1, 14 – 20.
23. Marciniak J., *Biomateriały*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2013.
24. Going R. E., Loehman R. E., Chan M. S., *Mouthguard materials: their physical and mechanical properties*. *Journal of the American Dental Association* 1974, 89,(1), 132 – 138.
25. Gawlak D., *Materiały i metody stosowane w wykonawstwie ochraniaczy jamy ustnej użytkowanych podczas uprawiania różnych dyscyplin sportowych*, *Stomatologia Współczesna* 2010, 1, 8 – 15.
26. Dobrzański L. A., *Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo: materiały inżynierskie z podstawami projektowania materiałowego*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne Gliwice – Warszawa 2002.
27. Strona internetowa www.orient-mma.com.pl, 25.05.2014.
28. Knapik J. J., Marshall S. W., Lee R. B., Darakjy S. S., Jones S. B., Mitchener T. A., Dela Cruz G. G., Jones B. H., *Mouthguards in Sport Activities. History, Physical Properties and Injury Prevention Effectiveness*, *Sports Medicine* 2007, 37, (2), 177 – 184.
29. Gould T. E., Piland S. G., Shin J., Hoyle C. E., Nazarenko S., *Characterization of mouthguards materials: Physical and mechanical properties of commercialized products*, *Dental Materials* 2009, 25, (6), 771 – 780.
30. Craig R. G., Godwin W. C., *Properties of athletic mouth protectors and materials*, *Journal of Oral Rehabilitation* 2002, 29, 146 – 150.
31. Wilkinson E., Powers J., *Properties of custom made mouth – protector materials*, *Physician and Sports Medicine* 1986, 14, 77 – 84.