

Direct modelling of mouthguard pattern using modified impression tray

Metoda bezpośredniego modelowania wzorca ochroniacza wewnątrzustnego na zmodyfikowanej łyżce wyciskowej

**Katarzyna Mańka-Malara¹, Dominika Gawlak¹, Robert Łojczyk²,
Maciej Trzaskowski¹, Elżbieta Mierzwińska-Nastalska¹**

¹ Katedra Protetyki Stomatologicznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny
Department of Prosthodontics, Medical University of Warsaw
Head: prof. dr hab. n. med. Elżbieta Mierzwińska-Nastalska

² Zakład Propedeutyki i Profilaktyki Stomatologicznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny
Department of Propaedeutics and Dental Prophylaxis, Medical University of Warsaw
Head: dr hab. n. med. Leopold Wagner

KEY WORDS:

mouthguards, injury prevention, occlusal splints

HASŁA INDEKSOWE:

ochraniacze wewnątrzustne, profilaktyka urazów, szyny okluzyjne

Summary

Introduction. Ethylene-vinyl-acetate (EVA) custom-made mouthguards – the most common type – have one significant drawback – during fabrication the material is stretched and thinned. Many authors describe possible solutions to this side effect. However, other materials are currently available that enable manufacturing of mouthguards of predictable size. Although they have appropriate shock-absorbing properties, the laboratory procedure is more complex.

Aim of the study. To propose a new, simplified method of custom-made mouthguards formation.

Material and methods. Sixty custom-made mouthguards, prepared for 30 athletes, were assessed. They were fabricated on the basis of directly modelled mouthguard pattern. Modified double-arch impression on adapted upper arch tray was taken and then silicone pattern was adjusted. Thirty mouthguards were fabricated using Impak material (Vernon – Benschhoff Comp., USA) and another thirty using Corflex

Streszczenie

Wstęp. Najczęściej stosowane indywidualne ochraniacze wykonane z etyleno-octanu-winyli (EVA) mają istotną wadę – podczas formowania materiał ulega rozciągnięciu i wycienieniu. Wielu autorów opisuje możliwe rozwiązania tego efektu ubocznego. Obecnie są dostępne materiały umożliwiające wykonanie ochraniacza wewnątrzustnego o przewidywalnych wymiarach. Jednak, pomimo odpowiednich właściwości pochłaniających energię, procedura wykonawstwa laboratoryjnego jest bardziej złożona.

Cel pracy. Celem pracy było zaproponowanie uproszczonej procedury wykonania ochraniaczy indywidualnych.

Materiał i metody. W badaniu oceniono 60 indywidualnych ochraniaczy wewnątrzustnych wykonanych z użyciem metody bezpośredniego modelowania wzorca szyny ochronnej dla 30 sportowców. Wykonano zmodyfikowany wycisk dwuszcękowy na dostosowanej łyżce wyciskowej dla szczęki a następnie dostosowano silikonowy

Orthodontic material (Pressing Dental, Italy). All protective splints were evaluated clinically.

Results. All assessed appliances were rated as correct, meeting the quality criteria for custom-made mouthguards. Relations between the maxilla and the mandible were correct, the occlusal contacts were optimal and evenly distributed. Protective splints did not require adjustments of the insertion track, and had optimal retention, fit and correct dimensions.

Conclusions. Direct modelling of mouthguard pattern using modified impression tray is easy to perform, giving the opportunity to verify and correct the mouthguard pattern at a preliminary stage without introducing significant adjustments to the final splint. This method can be successfully used clinically.

wzorzec. Wykonano 30 ochraniaczy z materiału Impak (Vernon – Benshoff Comp., USA) i 30 z materiału Corflex Orthodontic (Pressing Dental, Włochy). Wszystkie ochraniacze poddano ocenie klinicznej.

Wyniki. Wszystkie wykonane ochraniacze zostały ocenione jako prawidłowe i spełniające kryteria indywidualnej szyny ochronnej. Relacje pomiędzy szczęką a żuchwą były prawidłowe, a uzyskane kontakty w okluzji optymalne i równomierne. Szyny nie wymagały korekt toru wprowadzania, a także cechowały się optymalną retencją, dopasowaniem i prawidłowymi wymiarami.

Wnioski. Pobranie wycisku na zmodyfikowanej łyżce wyciskowej jest proste w wykonaniu, pozwala wstępnie zweryfikować i skorygować wzorzec ochraniacza bez wprowadzania istotnych zmian w gotowym uzupełnieniu. Metoda ta może być z powodzeniem stosowana klinicznie.

Introduction

In manufacturing of custom-made mouthguards, which are recommended in various sport disciplines, thermoforming, conventional flasking technique and thermal injection methods are used.¹⁻⁸ Vacuum-forming of custom protective splint with heated ethylene-vinyl-acetate (EVA) is the method most commonly described in the literature and tested. The problem that is associated with this method of mouthguard formation is difficulty in obtaining the optimal thickness on all surfaces of the guard, so that proper protection against the effects of injuries is obtained.^{1,9-13} After plastification in high temperature, the material is stretched and thinned during forming.^{14,15} In the literature, the loss of up to 25% of the thickness on the occlusal surface and 50% on the labial surface was reported, resulting in the loss of the ability of the guard to weaken the impact.¹⁶ Currently, many authors publish recommendations on proper formation

Wstęp

W wykonawstwie indywidualnych ochraniaczy wewnątrzustnych, stosowanych w różnych dyscyplinach sportowych wykorzystywana jest technika formowania w głębokiego, metoda tradycyjnej polimeryzacji w puszcze i metoda wtrysku termicznego.¹⁻⁸ W piśmiennictwie najczęściej opisywane i badane jest przygotowywanie szyny ochronnej z etylenooctanu winylu – EVA. Problemem związanym z tym sposobem przygotowania ochronnej szyny okluzyjnej jest uzyskanie optymalnej grubości na wszystkich powierzchniach zębów, koniecznej w celu zapewnienia właściwego zabezpieczenia zębów przed skutkami urazów.^{1,9-13} W trakcie tłoczenia, wykonywanego po uplastycznieniu w wysokiej temperaturze, materiał ulega rozciągnięciu i wycienieniu.^{14,15} W piśmiennictwie opisywano utratę nawet do 25% grubości ochraniacza na powierzchni okluzyjnej i 50% na powierzchni wargowej, co skutkowało utratą jego zdolności tłumienia siły

of vacuum-formed and pressure-formed mouthguards, searching for suitable location of the model, as well as the proper way of warming the plates of the material.^{1,2,5,9-13} However, this method still seems to be burdened with a lack of predictability of the dimensions of the final product.

The formation of a custom-made mouthguard using traditional flasking technique or by using thermal injection is preceded by modelling the wax shape of a splint on a plaster model by a dental technician.^{2,7,8} By pressing and curing the material, which replaces the wax, or high pressure injection, accurate contact to the model is achieved, and the ultimate mouthguard's dimensions are such as designed. In the thermal injection method, maintaining high pressure until thermopolymer cools, also reduces linear shrinkage.¹⁷ Mouthguards prepared using Impak material (Vernon – Benshoff Comp., USA) – traditional flasking technique, or Corflex Orthodontic (PressingDental, Italy) – injection moulding – are positively evaluated by users and doctors.^{2,7,8} In addition, these materials have suitable properties of cushioning the energy of impact.¹⁸ In the classic protocol of custom-made mouthguards created using this methods, on the first appointment, after thorough clinical examination, impressions and the facebow transfer are taken. Then, the model is placed in the articulator.

The search for a simplified procedure, optimal relation between maxilla and mandible and maximum teeth contact in custom-made mouthguard, prompted the authors of this study to develop a method of direct modelling of mouthguards using a modified impression tray. The use of double-arch impression is not a novel solution in prosthodontics – this method has been successfully used for instance in the BPS method – Biofunctional Prosthetic System (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein).^{19,20}

uderzenia.¹⁶ Obecnie liczni autorzy publikują zalecenia dotyczące właściwego wykonania szyny ochronnej formowanej wgłębnie, szukając odpowiedniej lokalizacji umieszczenia modelu a także właściwego sposobu rozgrzewania płytek przed formowaniem,^{1,2,5,9-13} jednakże metoda ta nadal wydaje się być obciążona pewnym brakiem przewidywalności wymiarów gotowej szyny.

Wykonanie ochroniacza indywidualnego za pomocą tradycyjnej polimeryzacji lub przy użyciu metody wtrysku termicznego poprzedzone jest wymodelowaniem kształtu ochroniacza z wosku przez technikę dentystycznego na gipsowym modelu.^{2,7,8} Poprzez prasowanie materiału w puszce polimeryzacyjnej lub wtłaczanie go pod dużym ciśnieniem uzyskuje się dokładne przyleganie szyny do podłoża, a wymiary gotowej szyny zgodne są z zaprojektowanymi. W metodzie wtrysku termicznego utrzymywanie wysokiego ciśnienia w urządzeniu do pełnego ostygnięcia termopolimeru, wpływa na zmniejszenie jego kurczliwości liniowej.¹⁷ Ochroniacze wykonane z materiału Impak – tradycyjna polimeryzacja – i Corflex Orthodontic – metoda wtrysku termicznego – są pozytywnie oceniane przez użytkowników i lekarzy.^{2,7,8} Dodatkowo materiały te mają odpowiednie własności tłumienia energii uderzenia.¹⁸ W tradycyjnym protokole wykonania ochroniaczy indywidualnych z tych materiałów, na pierwszej wizycie po badaniu klinicznym, pobierane są wyciski i wykonywana rejestracja łukiem twarzowym, a model zębów pacjenta umieszczany jest przed kolejnymi etapami laboratoryjnymi w artykulatorze.

Poszukiwanie optymalnej relacji żuchwy w stosunku do szczęki w indywidualnym ochroniaczu skłoniło autorów tego badania do opracowania metody indywidualnego wewnątrzustnego modelowania wzorca ochroniacza, w postaci wycisku dwuszcękowego na zmodyfikowanej łyżce wyciskowej. Zastosowanie dwuszcękowego wycisku

Aim

The aim of this study was to develop a new method of preparation of custom-made mouthguards.

Material and Methods

The study involved assessing 60 custom-made mouthguards, prepared for 30 athletes, using direct modelling of the mouthguard pattern method. The number of male and female participants was the same. All participants professionally practised sport disciplines in which mouthguards are used. They were familiar with the planned course of the study and gave their informed consent. Detailed medical interview was conducted and clinical dental examination was performed with special emphasis on the evaluation of the masticatory system – the examination of masticatory muscles and temporomandibular joint.

A modified impression tray for the maxilla was used, in which most of the occlusal surface was eliminated (Fig. 1), leaving its fragment in the incisal area. Appropriate size of the tray was chosen, leaving space for the impression material and enabling partial closure of the mouth. Before the impression is taken, the ability to close the mouth to the desired height – with simultaneous control of movement of the

nie jest w protetyce stomatologicznej rozwiązaniem nowym – taka metoda jest z powodzeniem stosowana w metodzie BPS – Biofunkcjonalny System Protetyczny.^{19,20}

Cel pracy

Celem pracy było zaproponowanie uproszczonej procedury wykonania ochraniaczy indywidualnych.

Materiał i metody

W badaniu oceniono 60 indywidualnych ochraniaczy wewnątrzustnych wykonanych z użyciem metody bezpośredniego modelowania wzorca szyny ochronnej dla 30 sportowców. Liczba kobiet i mężczyzn była równa. Wszyscy uczestnicy zawodniczo trenowali dyscypliny, w których zastosowanie mają ochraniacze wewnątrzustne. Badani zapoznali się z planowanym przebiegiem badania i wyrazili zgodę na udział w nim. Przeprowadzono szczegółowy wywiad ogólny i specjalistyczny oraz wykonano kliniczne badanie stomatologiczne, ze szczególnym naciskiem na ocenę układu ruchowego narządu żucia – badanie mięśni żucia oraz badanie stawu skroniowo-żuchwowego.

Wykorzystano modyfikację łyżki wyciskowej – polegającą na pozbawieniu plastikowej łyżki do wycisków szczęki większości powierzchni okluzyjnej (ryc. 1), z pozostawieniem fragmentu w okolicy zębów siecznych. Dobrano odpowiednią wielkość łyżki, tak aby pokrywała całość łuku zębowego szczęki z pozostawieniem miejsca na masę wyciskową oraz nie utrudniała przymknięcia ust. Przed pobraniem wycisku zweryfikowano możliwość przymknięcia ust do pożądanej wysokości z jednoczesną kontrolą ruchu żuchwy – wskazane jest przeciwiczenie z pacjentem reakcji na polecenie zatrzymania ruchu oraz reakcji na delikatne prowadzenie przez lekarza.

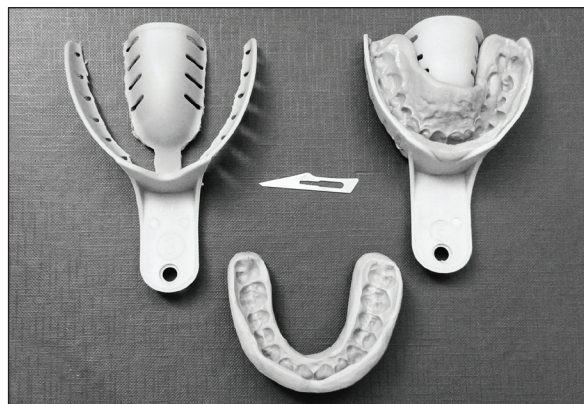


Fig. 1. Modified impression tray.

Ryc. 1. Zmodyfikowana łyżka wyciskowa.



Fig. 2. Mouthguard pattern.

Ryc. 2. Wymodelowany wzorzec indywidualnego ochraniacza wewnątrzustnego.

mandible – is verified; it is important to practise with the patient his/her reaction to the command to stop movement and reaction to dentist's gentle guiding. Patient's jaw should not move to the side or forward. The impressions were taken using Zeta Plus (Zhermack). When the impression tray with material is being placed in the oral cavity, dentist's index fingers should be placed under the occlusal surfaces, where the impression material is not supported, so that full recording of the dental arches is achieved. The patient slowly closes the mouth under dentist's supervision. The part of the impression tray in the anterior region additionally prevents the complete closure, which would result in a lack of space for the mouthguard material between the arches. The impression material can also be moved with a finger to the vestibule of the oral cavity to achieve full and accurate representation of the dental arch. By using a modified tray the impression of the maxillary teeth and alveolar processes is recorded, as well as the proper relation of maxillary and mandibular teeth in the prepared splint. The impression was released from the tray after setting. The excess material was cut off with a scalpel and the final pattern of the mouthguard was shaped (Fig. 2). Then the correct thickness of the pattern splint (about 3 mm on the outer

Pacjent nie powinien przemieszczać żuchwy w bok lub doprzędno. Wycisk pobierano z zastosowaniem masy Zeta Plus (Zhermack). Podczas wprowadzania łyżki wyciskowej do jamy ustnej pacjenta, wskazujące palce lekarza powinny znajdować się pod powierzchniami okluzyjnymi, gdzie masa wyciskowa pozbawiona jest podparcia, aby możliwe było pełne odwzorowanie łuków zębowych. Po wprowadzeniu łyżki pacjent pod kontrolą lekarza przymyka usta. Fragment łyżki w odcinku przednim chroni przed całkowitym zamknięciem ust – skutkowałoby ono brakiem miejsca na materiał ochraniacza w przestrzeni między łukami zębowymi. Masa wyciskowa może zostać dodatkowo doprowadzona palcem w przedsionku jamy ustnej w celu osiągnięcia pełnego i wysokiego odwzorowania łuku zębowego. Zastosowanie zmodyfikowanej łyżki wyciskowej pozwoliło na rejestrację jednocześnie wycisku zębów i wyrostków zęboodołowych szczęki oraz prawidłowego kontaktu zębów szczęki i żuchwy w planowanym ochraniaczu. Po związaniu masy wycisk uwalniano, nadmiary masy odcinano za pomocą skalpela, nadając jej kształt wzorca ochraniacza wewnątrzustnego (ryc. 2). Wzorzec ochraniacza sprawdzany był za pomocą grubościomierza w celu weryfikacji uzyskania prawidłowej grubości szyny (ok. 3 mm na powierzchni zewnętrznej).²¹ Wymodelowany wzorzec ochraniacza oceniany był wewnątrzustnie u pacjenta – sprawdzano prawidłowość relacji szczęki i żuchwy, pokrycie łuków zębowych i komfort pacjenta w uzyskanej relacji.

Dla każdego pacjenta wykonano dwa indywidualne ochraniacze wewnątrzustne – z materiału Impak (Vernon – Benshoff Comp., USA) oraz Corflex Orthodontic (PressingDental, Włochy). W celu otrzymania szyn ochronnych z materiału Impak wymodelowany wzorzec ochraniacza umieszczano w wypełnionej gipsem puszcze polimeryzacyjnej. Po związaniu gipsu materiał silikonowy usuwano a w

surface) was checked, using thickness gauge.²¹ The pattern was verified in the oral cavity of the patient – the correct relation between maxilla and mandible, the cover of dental arches, teeth contact and the comfort of the user in the obtained relationship were checked.

There were two custom-made mouthguards prepared for each athlete – one made of Impak material (Vernon – Benshoff Comp., USA) and the second made of Corflex Orthodontic (Pressing Dental, Italy. In order to obtain mouthguards made of Impak, the pattern was placed in flask filled with plaster. After plaster had set, silicone material was removed and replaced with the mixed Impak material, pressed and cured according to manufacturer's recommendations. After removing from flask, the splint was cleaned, finished and polished in dental laboratory. To prepare a mouthguard from Corflex Orthodontic, the pattern was placed in the flask filled with plaster, leaving sprue and outlet channel. After plaster had set, the silicone was removed and then the material was pressure-injected in Mg-Newpress device. After cooling the mouthguard was removed, finished and polished.

Custom-made mouthguards were evaluated when they were given to the athletes and during the follow-up visits. The verification included the correctness of the laboratory formation, the cover of dental arches, teeth contact, the shape, thickness and smoothness of the protective splint, retention, ease of placing in the oral cavity and maxilla-mandible relationship in the mouthguard.

Results

All assessed appliances were rated as correct since they met the quality criteria of custom-made mouthguards. Despite the lack of registration with facebow, obtained relations between the maxilla and the mandible were correct, and the occlusal contacts were optimal

jego miejscu umieszczano materiał Impak, po zmieszaniu odpowiedniej ilości proszku i płynu. Po sprasowaniu i polimeryzacji według zaleceń producenta ochraniacz uwalniano z puszki, oczyszczano, opracowywano i polerowano w pracowni techniki dentystycznej. W celu wykonania ochraniacza z materiału Corflex Orthodontic wzorec szyny ochronnej umieszczany był w puszce, wypełnionej następnie gipsem, z pozostawieniem kanałów wlewowych. Po związaniu gipsu silikon usuwano, a materiał wprowadzano techniką wtrysku termicznego w urządzeniu Mg-Newpress. Po całkowitym schłodzeniu opracowywano i polerowano gotowy ochraniacz indywidualny.

Wykonane ochraniacze indywidualne oceniano podczas wizyty, na której oddawane były do użytkowania przez sportowców oraz wizyty kontrolnej. Weryfikowano prawidłowość wykonania gotowej szyny, pokrycie łuków zębowych, ukształtowanie ochraniacza, retencję, łatwość wprowadzania oraz relację szczęki do zuchwy w szynie ochronnej.

Wyniki

Wszystkie wykonane ochraniacze zostały ocenione jako prawidłowe i spełniające kryteria indywidualnej szyny ochronnej. Pomimo braku rejestracji z użyciem łuku twarzowego relacje pomiędzy szczęką a zuchwą były prawidłowe, a uzyskane kontakty w okluzji optymalne i równomierne. Szyny nie wymagały korekt toru wprowadzania, a także cechowały się optymalną retencją, dopasowaniem i prawidłowymi wymiarami. Tabela 1 zawiera klinicznie istotne różnice, występujące pomiędzy ochraniaczami indywidualnymi wykonywanymi z materiałów Impak i Corflex Orthodontic.

Pobranie wycisku na zmodyfikowanej łyżce wyciskowej jest proste w wykonaniu, a docięcie silikonowego wzorca ochraniacza nie jest

Table 1. Comparison of custom-made mouthguards made with Impak and Corflex Orthodontic material

Impak Mouthguards	Corflex Orthodontic Mouthguards
Hybrid acrylic material	Vinyl resin
Traditional flasking technique	Injection moulding technique
Transparent material	Different colours of the material
Possible consistency adaptation by change of the power to liquid ratio	Capsules of material with defined proportions of components

Table 2. Comparison of methods used for mouthguard fabrication – traditional and with the use of mouthguard pattern

Stage	Traditional method	Method with mouthguard pattern
Thorough examination of the patient	+	+
Selection of standard impression tray	+	-
Selection of modified impression tray	-	+
Alginate impression of maxilla and mandible	+	-
Modified double-arch impression tray	-	+
Bite registration	+	-
Registration with facebow	+	-
Gypsum cast placement in articulator	+	-
Modelling of mouthguard shape with the wax	+	-
Adjusting the silicone mouthguard pattern	-	+
Flasking and mouthguard formation according to manufacturer's recommendations	+	+
Adjustment of final mouthguard	+	+

and evenly distributed. Protective splints did not require adjustments of the insertion track, and they also had optimal retention, fit and correct dimensions. Table 1 shows clinically important differences between custom-made mouthguards made with Impak and Corflex Orthodontic material.

Impression on a modified tray is easy to take and cutting silicone mouthguard pattern to shape is not time consuming. Application

czasochłonne. Zastosowanie modelu z silikonu zamiast wymodelowania z wosku nie spowodowało konieczności modyfikacji dalszych etapów laboratoryjnych, a gotowe ochroniacze indywidualne mogły być wykonane zgodnie z zaleceniami producentów materiałów. Porównanie tradycyjnej metody z metodą modelowania wzorca ochroniacza zawarto w tabeli 2.

of the silicone pattern instead of the wax one did not result in the need to modify the later stages of laboratory formation and thus mouthguards could be made in accordance with the recommendations of manufacturers. Comparison of methods of mouthguard fabrication – traditional and with the use of mouthguard pattern is included in Table 2.

Discussion

Mouthguard is a modification of flexible intraoral occlusal splint. In prosthodontics soft splints made by pressure-forming in Erkopress-type devices are used for temporary wear before the final occlusal splint is presented to the patient, or as a lining for a hard splint.²² However, such appliances are short-term only because their long-term use may lead to occlusal disturbances, displacements of teeth, formation of premature contacts or masticatory muscles overload.²³ According to *Glass et al.*²⁴ mouthguards should be regarded as therapeutic appliances. The dentist should periodically evaluate the condition of the protective splint and exclude the possibility of its iatrogenic impact. Studies indicate, however, that as many as 20% of mouthguard users do not replace the protective splint,²⁵ nor do they present it for dentist's evaluation. Thus, the intraoral appliance should be designed and constructed in the most optimal way – ensuring balanced occlusal contact and lack of overload, and patients should be properly educated. *Murakami et al.*²⁶ indicate that patients with temporomandibular disorders should not use mouthguards with occlusal surface thickness higher than 3 mm. *Kostrzewa-Janicka et al.*²⁷ proposed a model based on facial morphology analysis, to determinate for each patient individually the degree of mandibular abduction at which the patient has minimum bite force. This method is not used in standard custom-made mouthguard fabrication. A recent study

Dyskusja

Ochraniacz wewnątrzustny jest modyfikacją elastycznej szyny okluzyjnej. W protetyce stomatologicznej miękkie szyny wykonywane metodą formowania wgłębnego wykonywane w urządzeniu typu Erkopress stosowane są do czasowego użytkowania przed oddaniem właściwej szyny zgryzowej lub jako podbudowa twardej szyny.²² Tego rodzaju uzupełnienia są zalecane jednak jedynie na krótki okres czasu, ponieważ ich długoczasowe użytkowanie może doprowadzać do zaburzeń w okluzji poprzez wysuwanie pojedynczych zębów, powstawanie przedwczesnych kontaktów, a także przeciążenie mięśni.²³ Według *Glass'a i wsp.*²⁴ ochraniacz wewnątrzustny powinien być postrzegany jako urządzenie terapeutyczne. Lekarz dentysta podczas regularnych wizyt kontrolnych powinien oceniać zarówno stan uzupełnienia, jak i wykluczać jego działanie jatrogenne. Badania jednak wskazują, że aż 20% użytkowników ochraniaczy nigdy nie wymienia stosowanej szyny ochronnej,²⁵ a tym bardziej nie poddaje jej ocenie lekarza dentysty. Oddawane do użytkowania uzupełnienie powinno być więc zaprojektowane i wykonane w sposób możliwie najbardziej optymalny, zapewniający równomierny kontakt w okluzji, brak przeciążeń, a pacjenci odpowiednio edukowani. *Murakami i wsp.*²⁶ podają że pacjenci z zaburzeniami stawu skroniowo-żuchwowego nie powinni użytkować ochraniacza wewnątrzustnego o powierzchni okluzyjnej podniesionej powyżej 3 mm. *Kostrzewa-Janicka i wsp.*²⁷ zaproponowali wzór opierający się na zbiorczej analizie parametrów budowy czaszki pozwalający na określenie indywidualnie dla każdego pacjenta stopnia odwodzenia żuchwy, przy którym występuje minimum siły zgryzowej. Sposób ten nie jest jednak wykorzystywany w codziennej praktyce wykonania ochraniaczy wewnątrzustnych. Ostatnie badania *Verissimo*

by Verissimo et al.²⁸ emphasizes that achieving balanced occlusion and maximum teeth contact allow obtaining proper stress distribution on impact through appropriate stabilization of the mouthguard.

Conclusions

Direct modelling of mouthguard pattern using modified impression tray is easy to perform. It gives the opportunity to verify and correct the mouthguard pattern at the preliminary stage without introducing significant adjustments in the final splint. Simplified procedure of custom-made mouthguard formation can be successfully used clinically.

i wsp.²⁸ podkreślają, że dążenie do uzyskania zrównoważonej okluzji i maksymalnych kontaktów z zębami pozwalają na uzyskanie właściwego rozkładu naprężeń podczas uderzenia poprzez odpowiednią stabilizację szyny ochronnej.

Wnioski

Proponowana technika bezpośredniego modelowania wzorca ochroniacza jest prosta w wykonaniu. Daje możliwość wstępnej weryfikacji wymodelowanego wzorca szyny ochronnej bez konieczności wprowadzania znaczących korekt w gotowym uzupełnieniu. Uproszczona procedura wykonania ochroniacza indywidualnego z zastosowaniem techniki bezpośredniego modelowania wewnątrzustnego może być z powodzeniem stosowana klinicznie.

References / Piśmiennictwo

1. Mizuhashi F, Koide K: Formation of vacuum-formed and pressure-formed mouthguards. *Dent Traumatol* 2017; 33: 295-299.
2. Mańka-Malara K, Gawlak D: The comparison of mouthguards used in combat sports. *Dent Med Probl* 2013; 50: 205-209.
3. Mizuhashi F, Koide K: Formation of vacuum-formed and pressure-formed mouthguards. *Dent Traumatol* 2017; 33: 295-299.
4. Gawlak D, Mańka-Malara K, Mierzwińska-Nastalska E, Roman G, Kamiński T, Łuniewska M: A comparison of impact force reduction by polymer materials used for mouthguard fabrication. *Acta Bio* 2017; 19: 89-95.
5. Fukosawa S, Churei H, Chowdhury RU, Shirako T, Shahrin S, Shrestha A, Wada T, Uo M, Takahashi H, Ueno T: Difference among shock-absorbing capabilities of mouthguard materials. *Dent Traumatol* 2017; 32: 474-479.
6. Bochnig MS, Oh MJ, Nagel T, Ziegler F, Brinkmann PGJ: Comparison of the shock absorption capacities of different mouthguards. *Dent Traumatol* 2017; 33: 205-213.
7. 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. *Dent Traumatol* 2015; 31: 113-117.
8. Gawlak D, Mierzwińska-Nastalska E, Mańka-Malara K, Kamiński T: Comparison of usability properties of custom-made and standard self-adapted mouthguards. *Dent Traumatol* 2014; 30: 306-311.
9. Mizuhashi F, Koide K, Mizuhashi R: Influence of working model angle on the formation of a pressure-formed mouthguard. *Dent Traumatol* 2017; 33: 189-193.
10. Takahashi M, Araie Y, Satoh Y, Iwasaki S: Influence of continuous use of a vacuum-

- forming machine for mouthguard thickness after thermoforming. *Dent Traumatol* 2017; 33: 188-194.
11. Mizuhashi F, Koide K, Mizuhashi R: Influence of working model angle on the formation of a pressure-formed mouthguard. *Dent Traumatol* 2017; 33: 189-193.
 12. Takahashi M, Koide K, Satoh Y, Iwasaki S: Shape change in mouthguards sheets during thermoforming. *Dent Traumatol* 2016; 32: 379-384.
 13. Takahashi M, Koide K, Satoh Y, Iwasaki S: Heating methods for reducing unevenness softening of mouthguard sheets in vacuum-pressure formation. *Dent Traumatol* 2016; 32: 316-320.
 14. Del Rossi G, Leyte-Vidal M: Fabricating a better mouthguard. Part I: Factors influencing mouthguard thinning. *Dent Traumatol* 2007; 23: 149-154.
 15. Del Rossi G, Lisman P, Signorile J: Fabricating a better mouthguard. Part II: The effect of color on adaptation and fit. *Dent Traumatol* 2008; 24: 197-200.
 16. Newsome P, Tran D, Cooke M: The role of mouthguard in the prevention of sports-related dental injuries: a review. *Int J Paediatr Dent* 2001; 11: 396-404.
 17. Caesar H: Stosowanie tworzyw dentystycznych. *Dental Labor* 2002; 3: 48-61.
 18. Gawlak D, Mańka-Malara K, Mierzwińska-Nastalska E, Roman G, Kamiński T, Łuniewska M: A comparison of impact force reduction by polymer materials used for mouthguard fabrication. *Acta Bio* 2017; 19: 89-95.
 19. Okoński P, Roski D, Łasek K, Mierzwińska-Nastalska E: Application of Biofunctional Method in prosthetic rehabilitation of a patient after surgical treatment in the maxillofacial area. *Protet Stomatol* 2011; 4: 304-311.
 20. Saini V, Singla R: Biofunctional prosthetic system: a new era complete denture. *J Pharm Bioallied Sci* 2011; 3:170-172.
 21. Gialain IO, Coto NP, Diemeier L, Noritomi Y, Dias RB: A three-dimensional finite element analysis of the sports mouthguard. *Dent Traumatol* 2016; 32: 409-415.
 22. Naikmasur V, Bhargava P, Guttal K, Burde K: Soft occlusal splint therapy in the management of myofascial pain dysfunction syndrome: A follow-up study. *Indian J Dent Res* 2008; 19: 196-203.
 23. Więckiewicz W, Predel A, Wawrzyńczak-Głuszko M: Nieprawidłowe zastosowanie elastycznych szyn zgryzowych TMD i TMJ w początkowej terapii dysfunkcji narządu żucia powodem długotrwałego leczenia przyczynowego – opis przypadku. *Protet Stomatol* 2009; 5: 321-326.
 24. Glass RT, Conrad RS, Wood RC, Warren AJ, Kohler GA, Bullard JW, Benson G, Gulden JM: Protective athletic mouthguards: Do they cause harm? *Sports Health* 2009; 1: 411-415.
 25. Mańka-Malara K, Łuniewska J, Łuniewska M, Hovhannisyan A, Gawlak D: Assessment of intraoral mouthguards: usage and hygiene issues. *Protet Stomatol* 2017; 67: 182-196.
 26. Murakami S, Maeda Y, Ghanem A, Uchiyama Y, Kreiborg S: Influence of mouthguard on temporomandibular joint. *Medicine and Science in Sports* 2008; 18: 591-595.
 27. Kostrzewa-Janicka J: Siła zgryzowa a budowa morfologiczna części twarzowej czaszki u pacjentów ze schorzeniami skroniowo-żuchwowymi. *Protet Stomatol* 2007; 57: 316-324.
 28. Verissimo C, Bicalho AA, Soares PBF, Tantbirojn D, Versluis A, Doares CJ: The effect of antagonist tooth contact on the biomechanical response of custom-fitted mouthguards. *Dent Traumatol* 2017; 33: 57-63.

Zaakceptowano do druku: 7.07.2019 r.

Adres autorów: 02-091 Warszawa, Binieckiego 6.

© Zarząd Główny PTS 2020 r.