

## POLISULFON WZMOCNIONY WŁÓK- NEM WĘGLOWYM JAKO ELEMENT STABILIZUJĄ- CY ZŁAMANIA KOŚCI TWARZY

TADEUSZ CIEŚLIK\*, JACEK WRÓBEL\*, JAN CHŁOPEK\*\*

\*I KATEDRA I KLINIKA CHIRURGII SZCZĘKOWO-TWARZOWEJ  
ŚLĄSKIEJ AKADEMII MEDYCZNEJ W KATOWICACH

\*\*KATEDRA BIOMATERIAŁÓW AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ  
W KRAKOWIE

### Streszczenie

*Celem niniejszego opracowania było wykazanie przydatności polisulfonu z włóknami węglowymi w zespalaniu kości twarzy. Wchłaniane płytki i śruby zostały zastosowane u 3 pacjentów operowanych z powodu złamań żuchwy. Nie stwierdzono powikłań pooperacyjnych. Procesowi gojenia nie towarzyszył stan zapalny. Nie zaobserwowano przemieszczenia odłamów. Stwierdzono, że płytki i śruby z polisulfonu wzmocnionego włóknami węglowymi pozwalają uzyskać stabilne zespolenie kości części twarzowej czaszki.*

### Wstęp

Rozwój komunikacji, wzrastające tempo życia oraz rosnąca agresja w stosunkach międzyludzkich skutkują rosnącą ilością urazów głowy wśród których, znaczną część stanowią złamania w obrębie części twarzowej czaszki [5, 6]. Leczenie zachowawczo-ortopedyczne tej grupy złamań charakteryzuje się dużą ilością powikłań zapalnych, ograniczoną możliwością precyzyjnego, anatomicznego ustalenia odłamów kostnych oraz licznymi niedogodnościami, utrudniającymi codzienne funkcjonowanie pacjentów, jak na przykład utrudniona artykulacja mowy oraz przyjmowanie pokarmów. Nie bez znaczenia jest także czas leczenia, obejmujący najczęściej od 4 do 6 tygodni [1, 5, 6, 8]. Od czasu zastosowania stabilnej osteosyntezy płytkowej w chirurgii szczękowo-twarzowej przez Wintera i Thomę w 1943 roku, metoda ta była coraz szerzej akceptowana przez chirurgów szczękowych, a obecnie stała się podstawowym sposobem leczenia złamań kości. Mimo niekwestionowanych zalet stabilna osteosynteza płytkowa ma też pewne wady wynikające z zastosowania metalowych elementów zespalających. Metaliczny element zespalający znajdujący się w środowisku żywego organizmu może wywołać sze-

implications for further prosthesis designs. J. Oral Maxillofac. Surg. 1995, 53, 984-996.

[3] Van Loon J.P., De Bond L., Stegenga B., Verkerke G.J. Fitting the temporomandibular joint prosthesis to the skull. Journal of Oral Rehabilitation, 2000, 27, 853-859.

## POLYSULPHON REINFORCED WITH CARBON FIBRE AS THE STABILIZING ELEMENT IN MAXILLOFACIAL SURGERY

TADEUSZ CIEŚLIK\*, JACEK WRÓBEL\*, JAN CHŁOPEK\*\*

\*I KATEDRA I KLINIKA CHIRURGII SZCZĘKOWO-TWARZOWEJ  
ŚLĄSKIEJ AKADEMII MEDYCZNEJ W KATOWICACH

\*\*KATEDRA BIOMATERIAŁÓW AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ  
W KRAKOWIE

### Abstract

*The purpose of this study was to evaluate the usefulness of the polysulphon with carbon fibres osteosynthesis system in maxillofacial surgery. Bioabsorbables miniplates and screws were used clinically on 3 patients without any postoperative complications. The healing process was satisfying without infections and obvious displacements of bone segments. The polysulphon with carbon fibres miniplates and screws provided effective osteosynthesis of the maxillofacial skeleton.*

### Introduction

The development of means of transport, the increase of speed of life and growing aggression in interpersonal relations results in a raising number of head injuries, which most include maxillofacial injuries [5, 6]. Preservative and orthopedic treatment of those injuries includes many inflammatory complications, limited possibility of a precise, anatomical bone fragments positioning and numerous inconveniences in everyday functions such as speaking or eating. The time of treatment, most often from 4 to 6 weeks, plays also an important part [1, 5, 6, 8]. Since the introduction of the stable plate osteosynthesis in maxillofacial surgery by Winter and Thoma in 1943, this method has been widely accepted by maxillofacial surgeons and now has become a basic method of bone fracture treatment. Despite unquestionable advantages, rigid plate osteosynthesis has also some disadvantages resulting from the use of metal elements. Metal plates placed in a live organism can induce several unfavorable reactions connected with its corrosion, electric and magnetic activity, and also with a difference between mechanical parameters of a bone and a metal [5, 6, 10].

Corrosion caused by metal ions merging into the tissue

reg niekorzystnych reakcji związanych z jego korozją, oraz aktywnością elektryczną i magnetyczną a także różnicą parametrów mechanicznych między kością a metalem [5,6,10].

Korozja spowodowana przenikaniem jonów metalu do płynów tkankowych może indukować procesy nowotworowe lub reakcje alergiczne. Ingerencje wszczepu w naturalny układ elektryczny w okolicy złamania może upośledzać procesy osteogenezy, co skutkuje zaburzeniami zrostu kostnego. Ponadto wywoływane przez metal różnice potencjałów sprzyjają agregacji krwinek i wywoływaniu zakrzepów [5, 10].

Działanie zewnętrznych pól elektromagnetycznych na organizm żywy zawierający element metalowy może być destrukcyjne [10]. Powoduje to pewne ograniczenie w procesie diagnostycznym na przykład wyklucza badanie MRI. Różnice sprężystości pomiędzy metalem a kością powodują, że stosowane elementy zespalające powodują zbyt sztywne zespolenie odłamów, utrudniające powstawanie kostnyń zewnętrznej [4, 5, 6, 10].

Wymienione mankamenty powodują, że wielu autorów wskazuje na konieczność usunięcia metalowych elementów zespalających po uzyskaniu zrostu kostnego [1, 4, 7, 8]. Wynika z tego faktu konieczność przeprowadzenia powtórnego zabiegu operacyjnego, co stanowi kolejne obciążenie dla pacjenta.

Powyższe obserwacje dały bodziec badaniom naukowym mającym na celu uzyskanie materiału o dużej biogodności, porównywalnych do metalu parametrach mechanicznych nie wywołującego odczynów alergicznych i toksycznych oraz ulegającego biodegradacji. Najbliższymi spełnieniami tych wymagań są elementy zespalające wykonane z polimerów kwasu mlekowego (PLLA), kompozytów węglowych i polisulfonu [1, 4, 5, 6, 8, 9, 12]. Prace technologiczne pozwalają na otrzymanie materiałów o ściśle określonych właściwościach, co umożliwiło zastosowanie ich w wielu dziedzinach medycyny, jak na przykład w okulistyce, urologii, laryngologii czy ortopedii [2, 3, 9, 11, 12]. Najczęściej z kompozytów węglowych wykonuje się elementy różnorodnych protez oraz elementy zespalające. Pewnym ograniczeniem stosowania kompozytów węglowych była ich kruchość. Dla poprawy właściwości mechanicznych kompozytu podjęto próby połączenia go z innymi materiałami. Wyjątkowo korzystne efekty uzyskano stosując biogodny i termoplastyczny polisulfon, co pozwoliło uzyskać dobry materiał implantacyjny o sprężystości zbliżonej do tkanki kostnej i właściwościach mechanicznych porównywalnych ze stopami metalicznymi [4,5,6,10].

## Zastosowanie kliniczne

Zachęcające wyniki badań na zwierzętach pozwoliły na zastosowanie elementów zespalających z polisulfonu wzmocnionego włóknami węglowymi do stabilizacji złamań kości twarzy.

Dotychczas wyżej wymienione elementy zastosowano w I Klinice Chirurgii Szcękowo-Twarzowej w Zabrze u 3 pacjentów operowanych z powodu złamania żuchwy. U dwóch wykonano osteosyntezę w obrębie trzonu żuchwy i kąta żuchwy, a u jednego pacjenta w obrębie trzonu i wyrostka kłykciowego żuchwy.

We wszystkich przypadkach uzyskano stabilne anatomiczne zespolenie odłamów, a w okresie pooperacyjnym nie odnotowano powikłanego gojenia rany. Zastosowanie elementów zespalających z polisulfonu z włóknem węglowym nie wpłynęło na wydłużenie procesu zrostu kostnego.

Na wykonanych radiogramach kontrolnych zastosowane elementy nie były widoczne, a o ich obecności świadczyły jedynie dostrzegalne kanały kostne dla śrub oraz ana-

fluid can induce neoplastic processes and allergic reactions. Intrusion of an implant into natural electric system at the site of a fracture can destroy osteogenetic processes, which results in synostosis disturbances. Moreover, the potential differences stimulated by the metal are conducive to blood cells aggregation and thromboses [5, 10].

The influence of external electromagnetic fields on a live organism including a metal element can be destructive [10]. It creates some limitations in a diagnostic process; for example, MRI is not possible. Differences in resilience between a metal and a bone make the connecting elements produce anastomosis too stiff to produce enough external callus [4, 5, 6, 10].

The above listed disadvantages make many authors indicate a necessity of removing metal anastomosing elements after bone junction [1, 4, 7, 8]. It means that another operation would be necessary, which means another burden for a patient.

The above-described observations were an incentive for a research study on a material of big biocompatibility, comparable to a metal of mechanical parameters which do not provoke allergic and toxic reactions and undergo biodegradation. Fixation elements made of lactic acid polymers (PLLA), carbon and polysulphon composites [1, 4, 5, 6, 8, 9, 12] are the closest to fulfill those requirements. Some technologies produce materials of precisely defined properties, which could be used in different medical fields; for example, in ophthalmology, urology, laryngology, and orthopedics [2, 3, 9, 11, 12]. Carbon composites are most often used to produce prostheses and fixing elements. One limitation of using composites was their fragility. To improve mechanical properties of the composite, it was mixed with other materials. Very favorable results were obtained with biocompatible and thermoplastic polysulphon, which resulted in a very good implantation material of resilience similar to bone tissue and mechanical properties comparable to metallic alloys [4, 5, 6, 10].

## Clinical use

Encouraging results of the studies on animals enabled the application of fixating elements made of polysulphon reinforced with carbon fibres to stabilize facial bone fractures.

So far such elements were used in Maxillofacial University Hospital in Zabrze in 3 patients operated due to mandible fractures. Two patients had the osteosynthesis within the corpus and angle of the mandible, and another one within the body and condylar process of the mandible.

Rigid anatomic fixation of the bone fragments was received in all patients. No postoperative complications in wound healing were noted. Application of the fixating elements made of polysulphon with carbon fibre did not prolong the process of bone junction.

The control radiograms did not show the applied elements. Their presence was certified only by bone canals for the screws and anatomic position of the bone fragments. However, fracture fissures were visible along the whole radiograms.

## Discussion

Widely preferred treatment of facial fractures consisting of rigid plate osteosynthesis of bone fragments has only used metal fixating elements. Introduction into medicine such plastic materials as lactic acid polymers or carbon materials enabled working out systems of plates and screws with mechanical parameters similar to metal elements and also

## Dyskusja

Preferowany obecnie sposób leczenia złamań części twarzowej czaszki, polegający na stabilnej osteosyntezie płytkowej odłamów, stosowany był dotychczas wyłącznie w oparciu o metalowe elementy zespalające. Wprowadzenie do medycyny takich tworzyw sztucznych jak polimery kwasu mlekowego czy węglowe materiały złożone pozwoliło na opracowanie systemów płytek i śrub mających zbliżone do elementów metalowych parametry mechaniczne, a ponadto ulegających biodegradacji [1, 4, 5, 6, 8, 10, 12].

Według niektórych autorów metalowe elementy zespalające mimo swych niezaprzeczalnych zalet mogą powodować w żywym organizmie szereg niekorzystnych zjawisk, dlatego wymagają usunięcia po uzyskaniu kostnozrostu [1, 4, 5, 6, 10]. Z kolei Van Loon uważa, że produkty rozpadu elementów biowchłaniających mogą niekorzystnie zmieniać pH w okolicy złamania, co może opóźnić osteogenezę [5, 10]. Nie znajduje to potwierdzenia w naszych badaniach, gdyż u wszystkich pacjentów proces gojenia przebiegał bez powikłań, a po sześciu tygodniach uzyskano całkowity zrost odłamów.

Część autorów uważa, że mniejsza wytrzymałość wchłanianych płytek i śrub ogranicza ich zastosowanie jedynie do okolic, które nie podlegają dużym obciążeniom. Jednak dobre wyniki uzyskane przez innych naukowców nie potwierdzają tych obserwacji [4, 5, 12]. Niektórzy autorzy podkreślają, że dzięki swej małej gęstości elementy niemetalowe nie przesłaniają szczeliny złamania w badaniu rentgenowskim, co pozwala na ocenę procesu gojenia [1, 4, 6, 8]. Cecha ta jednak może uniemożliwiać rozpoznanie uszkodzeń płytek lub śrub w okresie pooperacyjnym. Znacznie ważniejszą zaletą tak zwanej radioprzejrzystości jest możliwość dokładnego obliczenia dawki promieniowania u chorych onkologicznych w czasie radioterapii [5, 6, 7]. Wykonanie rekonstrukcji niektórych okolic twarzoczaszki, jak oczodół, wyrostek kłykciowy żuchwy czy przednia ściana zatoki szczękowej wymaga zastosowania znacznie zmniejszanych elementów zespalających. W takich przypadkach przewagę zyskują elementy tytanowe, dające się ponadto łatwo kształtować i dostosowywać do naturalnych krzywizn. Znaczna grubość płytek i śrub z kompozytów i polimerów ogranicza ich zastosowanie w wymienionych okolicach [1, 8]. Z kolei za stosowaniem tych elementów w trudnodostępnych miejscach przemawia ich najistotniejsza zaleta - biodegradacja pozwalająca na uniknięcie kolejnego zabiegu operacyjnego, co jest znacznym obciążeniem dla pacjenta i podnosi koszty leczenia.

## Podsumowanie

Zastosowanie płytek i śrub z kompozytu węglowego wzmocnionego polisulfonem do zespalań odłamów żuchwy pozwoliło na uzyskanie dobrych wyników leczniczych porównywalnych z zastosowaniem elementów metalowych. Wskazuje to, iż użyte elementy spełniają wymagania stawiane stabilnej osteosyntezie płytkowej i w przyszłości będą stanowić alternatywę dla systemów tytanowych.

biodegradable. [1, 4, 5, 6, 8, 10, 12].

According to some authors, metal fixing elements, despite their unquestionable advantages, can cause numerous unfavorable processes, therefore they need to be removed after bone junction [1, 4, 5, 6, 10]. While Van Loon thinks that the products of bioabsorbable elements degradation can change pH unfavorably, which can delay osteogenesis [5, 10]. It was not confirmed in our study, since the healing process in all patients was without any complications and the complete bone healing was obtained after six weeks.

Some authors think that the lower durability of the absorbed plates and screws restricts their application to the areas that do not undergo heavy loads. However, favorable results obtained by other authors did not confirm those observations [4, 5, 12]. Some authors emphasize that due to their low density, non-metal elements do not shade the fracture fissure in radiograms which allows an evaluation of the healing process [1, 4, 6, 8]. On the other hand, this feature can prevent recognizing damages to plates and screws in the post-operative period. The more important advantage of the so-called radiotransparency is a possibility to calculate as precise radiation dose in case of patients with cancers for their radiotherapy [5, 6, 7]. Reconstruction of some areas of the facial skeleton, such as orbital cavity, condylar process of the mandible or front wall of maxillary sinus requires fairly miniaturized fixation elements. In those cases, titanium elements are superior, since they are easy to shape and to adapt to natural curves. Considerable thickness of composite and polymer plates and screws limits their application in the above-mentioned areas [1, 8]. While, biodegradation not requiring another operation, which is a burden for the patient and raises treatment costs, is the most essential advantage in applying those elements in areas difficult to access.

## Conclusion

The application of the carbon fibre plates and screws reinforced with polysulphon provided good treatment results in comparison with the application of metal elements. It means that the applied elements fulfill the requirements of a stable plate osteosynthesis and will be an alternative for titanium systems in the future.

## Piśmiennictwo

## References

- [1] Bessho K., Iizuka T., Murakami K-I.: A Bioabsorbable Poly-L-Lactide Miniplate and Screw System for Osteosynthesis in Oral and Maxillofacial Surgery. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 1997, 55, 941-945.
- [2] Błażewicz S., Pamuła E., Bielecki I., Pilch J., Gierek T., Maliński M.: Węglowo-polimerowy warstwowy kompozyt dla kraniowo-tchawicznej rekonstrukcji - doniesienie wstępne. *Inż. Biomater.* 2000, 3 (10), 18-22.
- [3] Błażewicz M., Błażewicz S., Konieczna B., Pamuła E.: Nowy materiał dla laryngologii. *Inż. Biomater.* 2001, 4 (14), 21-26.
- [4] Boltuć W., Kotecka I., Bryła A.: Możliwości zastosowania płytki z kompozytu polisulfon- włókno węglowe w leczeniu złamań kości. *III Sympozjum Inżynieria Ortopedyczna i Protetyczna, IOP 2001*, 23-28.
- [5] Cieślik T.: Płytki i śruby z kompozytu węgiel- węgiel do zespolenia odłamów żuchwy. *Badania doświadczalne i kliniczne. Rozprawa habilitacyjna* ŚAM Katowice 1993.
- [6] Cieślik T., Pogorzelska - Stronczak B.: Kliniczna ocena płytek i śrub z materiału złożonego węgiel- węgiel stosowanych do zespolenia złamanej żuchwy. *Czas. Stomat.* XLIX, 1996, 559-562.

- [7] Cieślík T., Pogorzelska - Stroncak B., Szczurek Z., Skowronek J., Koszowski R., Sabat D., Zajęcki W.: Odpowiedź tkankowa na wszczep z materiału złożonego z włókien węglowych i polisulfonu. *Biomateriały w medycynie i weterynarii*, Rytro 1996, 21-24.
- [8] Haidemann W., Gerlach K. L.: Anwendung eines resorbierbaren Osteosynthesystems aus Poly (D, L) Laktid In der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 2002, 1, 50-53.
- [9] Kinoshita Y., Kobayashi M., Hidaka T.: Reconstruction of Mandibular Continuity Defects in Dogs Using Poly (L-Lactide) Mesh and Autogenic Particulate Cancellous Bone and Marrow. Preliminary Report. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 1997, 55, 718-723.

- [10] Marciniak J. *Biomateriały w chirurgii kostnej*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1992.
- [11] Pisarev V. B., Mukhaev B. B., Brel A. K.: Ispolovanie poristogo polisulfona v kachestve novogo materiala dlia implantatsii v orbitu. *Biul. Eksp. Biol. Med.* 1996 Jun. 121, 6, 707-710.
- [12] Suuronen R., Pohjonen T., Vasenius J., Vainionpää S.: Comparison of Absorbable Self-Reinforced Multilayer Poly-L-Lactide and Metallic Plates for the Fixation of Mandibular Body Osteotomies. An Experimental Study in Sheep. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 1992, 50, 255-262.

## ZASTOSOWANIE ŚRUB BIKORTYKALNYCH W CHIRURGII ORTOGNATYCZNEJ

JOANNA HERMAN, TADEUSZ CIEŚLIK

I KATEDRA I KLINIKA CHIRURGII SZCZĘKOWO-TWARZOWEJ ŚLĄSKIEJ AKADEMII MEDYCZNEJ

### Wstęp

Chirurgia ortognatyczna jest gałęzią chirurgii szczękowo-twarzowej zajmującą się korygowaniem wrodzonych i nabytych wad zębowo-twarzowych, a w szczególności dysproporcji pomiędzy wyrostkami zębodołowymi szczęki i żuchwy oraz związanych z nimi kości. Obecnie rozwój technik operacyjnych pozwolił na efektywne korygowanie niemal wszystkich takich wad. Jedną z najczęściej operowanych wad jest progenia, czyli nadmierny rozwój żuchwy ku przodowi. Procedury chirurgiczne niwelujące taką deformację kostną były opisane już na początku XX wieku, lecz osteotomia korygująca progenię nie była wykonywana rutynowo do 1950 r. Obecnie najpopularniejszym zabiegiem stała się tzw. strzałkowa osteotomia rozszczepiająca gałąź żuchwy. Po raz pierwszy została ona zastosowana przez Obwegesera w 1965 r. Od tego czasu sposób i technika operacyjna zostały odpowiednio zmodyfikowane, wprowadzono nowe metody nastawienia i sztywnego zespolenia odcinków kostnych, chociaż główna koncepcja i zalety procedury pozostają takie same. Stosuje się dwie metody sztywnej fiksacji: śruby bikortykałne oraz płytki monokortykałne wykonane z czystego tytanu bądź z nierdzewnej stali chromowo-niklowo-molibdenowej o niskiej zawartości węgla. Obecnie sztywna wewnętrzna fiksacja powszechnie zastępuje osteosyntezę wykonywaną drutem, co zmniejsza lub zupełnie eliminuje potrzebę fiksacji szczękowo-żuchwowej w utrzymaniu stabilności efektu chirurgicznego [3, 4].

### Materiał i metoda

W I Klinice Chirurgii Szczękowo-Twarzowej Śląskiej Akademii Medycznej w Zabrze wykonuje się zabiegi obustronnej strzałkowej osteotomii rozszczepiającej gałąź żuchwy, korygujące jej wrodzone zaburzenie rozwojowe w postaci progenii. W okresie od października 2002 do stycznia 2003 roku przyjęto do naszej kliniki 3 pacjentów: mężczyznę oraz kobietę w wieku lat 20 z rozpoznąną progenią

## THE APPLICATION OF BICORTICAL SCREWS IN ORTHOGNATHIC SURGERY

JOANNA HERMAN, TADEUSZ CIEŚLIK

I DEPARTMENT AND CLINIC OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY OF SILESIAN MEDICAL ACADEMY

### Introduction

The orthognathic surgery is the part of the maxillofacial surgery focusing on the correction of congenital and acquired dentofacial deformities particularly disproportions between alveolar processes and associated bones. Nowadays almost all these defects can be effectively treated thanks to the development of new surgical procedures. The mandibular prognathism is one of the most frequently corrected malformations. The surgical procedures correcting this bone deformation have already been described at the beginning of XX century, but the osteotomy in corrective treatment of the progenia hasn't been largely performed up till 1950. Recently the mandibular bilateral sagittal split osteotomy has become the most popular technique. This osteotomy was performed for the first time in 1965 by Obwegeser. Then it has been developed gradually and adequately modified. New methods of repositioning and rigid fixation of bone fragments were introduced but the main conception and benefits of this procedure are still the same. Two methods of rigid fixation are used: bicortical screws and monortical plates made of pure titanium or stainless chromium-nickel-molybdenum steel with low carbon content. The rigid fixation has largely replaced the wire osteosynthesis and reduces or eliminates the requirements for maxillo-mandibular fixation while preserving the stability of the surgical result [3, 4].

### Material and method

In the I Department and Clinic of Oral and Maxillofacial Surgery of Silesian Medical Academy in Zabrze the mandibular prognathism is corrected by bilateral sagittal split osteotomy. From October 2002 to January 2003 three patients were admitted to our clinic: one man and one woman at the age of 20 with diagnosed progenia and one man at the age of 22 with diagnosed progenia, laterogenia and retrognathia.