

Praca naukowa finansowana ze środków Ministra Nauki, wykonana w ramach realizacji Programu Wieloletniego pt. „Doskonalenie systemów rozwoju innowacyjności w produkcji i eksploatacji w latach 2004 – 2008” – PW 004/ITE/02/2005

## Piśmiennictwo

- [1] CHIRMED® Katalog Ogólny. Fabryka Narzędzi Medycznych [www.chirmed.pl](http://www.chirmed.pl)  
 [2] Peled I. Hooked forceps. *Ann Plast Surg* 1984; 12:385-6.  
 [3] Frankel DH. The use of a combination skin hook and tissue forceps: A new instrument for dermatologic surgery. *J. Dermatol Surg Oncol* 1988; 14: 497-9.

not change essentially, but ergonomics of the forceps is better – it is easier and more comfortable to take hold of the forceps by men.

Modification concerns only one forceps arm, what gives possibility of the easy and proper hold of the forceps in the hand without looking away from the operative field. It is especially important in the case of the asymmetric forceps, for which proper position in the hand is essential.

## References

- [4] Lalonde DH. Hook forceps. *Ann Plast Surg* 1991; 26: 597-7.  
 [5] K.J. Bathe, *Finite Element Procedures*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1996.  
 [6] ADINA R & D, Theory and Modeling Guide Volume I: ADINA Solids & Structures Inc. Report ARD 05-7 October 2005.

## OTRZYMYWANIE I WŁAŚCIWOŚCI RUREK POLIMEROWYCH Z PRZEZNACZENIEM DO REGENERACJI USZKODZONYCH NERWÓW

J. LASKA\*, A. FRĄCZEK\*, H. YOLSAL\*, S. BŁĄŻEWICZ\*, D. SZAREK\*\*, A. SOBCZAK\*, J. CHŁOPEK\*

\*AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA,  
 WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ I CERAMIKI  
 AL. MICKIEWICZA 30, 30-059 KRAKÓW  
 \*\*AKADEMIA MEDYCZNA WE WROCŁAWIU,  
 ZAKŁAD CHOROÓB UKŁADU NERWOWEGO  
 UL. TRAUUGUTTA 116, 50-458 WROCŁAW

### Streszczenie

Niniejsza praca przedstawia wstępne badania nad otrzymywaniem rurek polimerowych, które mogłyby być zastosowane jako implanty w regeneracji uszkodzonych nerwów (NGCs). Do otrzymywania rurek zastosowano nowy biogodny terpolimer - polipropylen-co-polidifluoroetylen-co-politetrafluoroetylen. Otrzymane rurki o średnicy wewnętrznej ok. 1.5 mm scharakteryzowano przy pomocy mikroskopu optycznego, elektronowego mikroskopu skaningowego oraz przeprowadzono wstępne badania ich morfologii i właściwości mechanicznych.

**Słowa kluczowe:** regeneracja nerwów, implanty rurkowe, mikrostruktura, właściwości mechaniczne  
 [Inżynieria Biomateriałów, 58-60,(2006),164-166]

### Wprowadzenie

Regeneracja uszkodzonych nerwów to trudne wyzwanie badań klinicznych. W ostatnich latach opracowano kilka metod, z których najprostsza polega na połączeniu końców przerwanego włókna nerwowego. Metoda ta pozwala jednak na odbudowę tylko bardzo małych ubytków, a i tak pełne odzyskanie funkcji danego nerwu jest niezwykle rzadkie. Regeneracja większych ubytków, a szczególnie powyżej 10 mm, wymaga zastosowania dodatkowego rusztowania. W tym celu przebadanych zostało wiele materiałów naturalnych

## MANUFACTURING AND CHARACTERIZATION OF POLYMER TUBES DESIGNED FOR NERVE REGENERATION

J. LASKA\*, A. FRĄCZEK\*, H. YOLSAL\*, S. BŁĄŻEWICZ\*, D. SZAREK\*\*, A. SOBCZAK\*, J. CHŁOPEK\*

\*AGH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY,  
 FACULTY OF MATERIALS SCIENCE AND CERAMICS,  
 AL. MICKIEWICZA 30, 30-059 KRAKÓW, POLAND  
 \*\*MEDICAL UNIVERSITY OF WROCLAW,  
 INSTITUTE OF NERVOUS SYSTEM DISEASE,  
 UL. TRAUUGUTTA 116, 50-458 WROCLAW, POLAND

### Abstract

The presented work demonstrates preliminary results of manufacture of the polymer nerve guidance channels (NGCs) for nerve reparation. New biocompatible material, polypropylene-co-polydifluoroethylene-co-polytetrafluoroethylene terpolymer, was applied for the preparation of the tubes. The obtained tubes with the inner diameter of ~1.5 mm were characterized with optical and scanning electron microscopy, and mechanical properties and morphology of the obtained tubes were investigated.

**Keywords:** nerve guidance channels, NGCs, microstructure, mechanical properties  
 [Engineering of Biomaterials, 58-60,(2006),164-166]

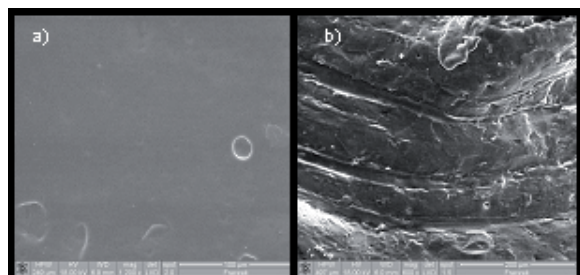
### Introduction

Nerve regeneration is a difficult clinical challenge. Several methods have been elaborated during past years. The simplest one is a coaptation of the two ends of a fractured nerve. However, only very small lesions can be restored with this method, and even then complete function recovery is rare. Greater gaps, especially over 10 mm, must be supported with an artificial scaffold. Natural materials, like bones, artery, veins and collagen as well as synthetic polymers, like silicone, polyethylene, polytetrafluoroethylene or acrylates were investigated for this purpose. Unfortunately, bridging transected nerve with these materials usually leads to changes in morphology of the newly grown nerve [1].

takich jak kości, aorty, żyły, kolagen oraz syntetycznych polimerów np. polisiloksany, polietylen, politetrafluoroetylen czy akrylany. Niestety na nowo odtworzony nerw na ogół charakteryzuje się trochę inną morfologią w porównaniu z nerwem nieuszkodzonym [1]. Obecnie najbardziej intensywne badania skierowane są na opracowanie kanalików łączących końce uszkodzonego nerwu i jednocześnie ułatwiających jego odrost [2]. W niniejszej pracy opracowana została bardzo prosta metoda wytwarzania elastycznych rurek polimerowych charakteryzujących się biogodnością oraz stosunkowo dobrymi właściwościami mechanicznymi.

## Opis eksperymentu

Rurki polimerowe otrzymano poprzez pionowe zanurzenie rurki kapilarnej o średnicy 1.45 mm w 20% roztworze terpolimeru w acetonie. Aby uzyskać porównywalną grubość ścianki na całej długości rurki należy po wyciągnięciu kapilary z roztworu obracać ją poziomo przez 3-4 minuty. Po wysuszeniu powłoki polimerowej rurkę umieszczano na dwie godziny w gorącej wodzie (~70°C), a następnie pozostawiano całość w temperaturze pokojowej do następnego dnia. Rurki scharakteryzowano przy pomocy mikroskopu optycznego Olympus CX41, skaningowego mikroskopu elektronowego The Nova Nano SEM 200, FEI Company oraz aparatu do pomiaru właściwości mechanicznych Zwick model-1435.



RYS. 1. Zdjęcia SEM wewnętrznej powierzchni a) rurki z terpolimeru, b) rurki modyfikowanej włóknami z PVA.

FIG. 1. SEM image of the inner surface of a) the terpolymer tube, b) the terpolymer tube modified with PVA fibers.

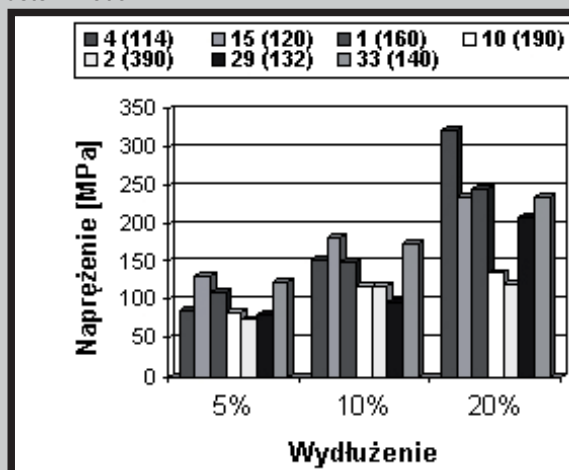
## Dyskusja wyników

Opracowano bardzo prostą metodę otrzymywania elastycznych rurek polimerowych, które mogą służyć jako implanty do regeneracji nerwów. Zastosowano metodę pokrywania szklanej rurki kapilarnej o odpowiedniej średnicy poprzez zanurzenie jej w 20% roztworze terpolimeru statystycznego (polipropylen-co-polidifluoroetylen-co-politetrafluoroetylen). Aby otrzymać różne grubości ścianki proces zanurzania powtarzano kilkakrotnie. Pokrycie kapilary jedną lub więcej warstw rozpuszczalnego w wodzie poli(alkoholu winylowego) ułatwia zdjęcie rurki polimerowej. Pomimo iż zastosowany terpolimer charakteryzuje się biogodnością np. w zastosowaniach ortopedycznych, to nie był on nigdy stosowany do regeneracji nerwów. Z tego względu konieczne są szczegółowe badania in vitro. Badania mikroskopowe i SEM pokazały, że rurki charakteryzują się bardzo gładką powierzchnią wewnętrzną (RYS.1a), aczkolwiek zarówno morfologia powierzchni jak i porowatość ścianki może być modyfikowana przez dodatek rozpuszczalnych w wodzie włókien (RYS.1b).

Presently, the most intense research is directed towards developing channels serving as guidance for a restoring nerve [2]. In this work we elaborated a simple method of manufacturing of elastic polymer tubes showing reasonably good mechanical characteristics and smoothness of the inner surface.

## Experimental

The polymer tubes were prepared by subsequent dip-coating of the glass capillary tube of diameter 1.45 mm in a 20 wt% terpolymer solution in acetone. After withdrawing the capillary tube from the solution it was rotated horizontally for 3-4 minutes to obtain similar wall thickness along the axis of the tube and to evaporate the solvent. The dry coated capillary tubes were immersed in hot water (~70°C) for 2 hrs and then left in water overnight. The polymer tubes were slipped off the glass capillary and characterized using Olympus CX41 optical microscope, scanning electron microscope The Nova Nano SEM 200, FEI Company, and Zwick model-1435 apparatus for mechanical properties determination.



RYS.2. Wytrzymałość na rozciąganie rurek z terpolimeru. Liczby w nawiasach, zamieszczone w legendzie, oznaczają grubość ścianki rurek w  $\mu\text{m}$ .

FIG.2. Tensile strength of the terpolymer tubes. Numbers in brackets in the legend show the wall thickness of the tubes in  $\mu\text{m}$ .

## Results and discussion

This work shows a very simple method of producing elastic polymer tubes, which can will be verified as nerve guidance biomaterials. The tubes were prepared of polypropylene-co-polydifluoroethylene-co-polytetrafluoroethylene statistical terpolymer by dip-coating of the glass capillary of a given diameter. To obtain different wall thickness, the dip-coating of the capillary tube was repeated several times. To facilitate the separation of the polymer tube from the glass one, first layer was made of PVA which is soluble in water. In spite that the terpolymer is known as biocompatible, it never before was applied for nerve reparation. Hence, careful in vitro studies are in course. Microscopic and SEM study show that the inner surface of the tubes is very smooth (FIG.1a). However, both morphology of the surface or porosity of walls can be modified by addition of water soluble fibers (FIG.1b).

Mikrogeometria powierzchni prawdopodobnie ma znaczący wpływ na wzrost nowego nerwu. Wpływ taki był obserwowany przez Bellamkomdę [2], który stwierdził, że jeśli uszkodzony nerw zostanie umieszczony w żelu agarowym wypełnionym włóknami nylonowymi, to proces wzrostu przebiega głównie na włóknach. Rezultatem naszych badań są więc także rurki (kable) z wieloma kanalikami o średnicy kilkudziesięciu mikronów, równoległymi do osi rurki. Prezentowane badania są wstępne i wymagają dalszej pracy. Właściwości mechaniczne otrzymanych rurek są wystarczająco dobre, tzn. rurki są bardzo giętkie i elastyczne. Zszywanie i klejenie nie powoduje ich rozrywania. Wytrzymałość rurek na rozciąganie, niezależnie od grubości ścianki, jest podobna (RYS.2). Wydłużenie przy zerwaniu dla wszystkich rurek wynosi ok. 50%.

## Piśmiennictwo

## References

- [1] P. Weiss *Biomaterials* **19** (1998) 1919-1924  
 [2] R.V. Bellamkomda *Biomaterials* **27** (2006) 3515-3518 (and references cited therein)

## BADANIA UWALNIANIA FLUORU ZE STAŁYCH WYPEŁNIEŃ STOMATOLOGICZNYCH

JOANNA MYSTKOWSKA\*, JAN R. DĄBROWSKI\*,  
 GRAŻYNA MARCZUK-KOLADA\*, ELŻBIETA ŁUCZAJ-CEPOWICZ\*\*

\*POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA, WYDZIAŁ MECHANICZNY, BIAŁYSTOK,  
 \*\*AKADEMIA MEDYCZNA, ZAKŁAD STOMATOLOGII DZIECIĘCEJ,  
 BIAŁYSTOK,  
 JOASIA@PB.BIALYSTOK.PL

### Streszczenie

*W pracy przedstawiono wyniki badań uwalniania fluoru, chropowatości powierzchni i aktywności antibakteryjnej wypełnień stomatologicznych. Badaniom poddano dwa handlowe materiały: cement szkłoionomerowy Fuji IX i kompozyt modyfikowany polikwasem Dyract AP. Uwalnianie jonów fluorkowych mierzono metodą potencjometrii bezpośredniej. Aktywność antibakteryjną oceniano przy wykorzystaniu procesu dyfuzji w podłożu agarowym. Analizowano topografię powierzchni materiałów przy pomocy elektronowego mikroskopu skaningowego.*

**Słowa kluczowe:** materiały stomatologiczne, uwalnianie fluoru, chropowatość, aktywność przeciwbakteryjna

[*Inżynieria Biomateriałów, 58-60,(2006),166-169*]

### Wprowadzenie

Wśród wielu wymagań stawianych materiałom na stałe wypełnienia stomatologiczne ważną cechą jest przeciwdziałanie procesom próchnicowym. W tym odniesieniu ważną rolę spełnia fluor. Jego głównym zadaniem jest remineralizacja szkliwa oraz zębiny [1]. Liczne badania wskazują, że fluor może być także inhibitorem kariogennego działania

It was assumed that differences in surface microgeometry influence nerve growing process. Recently it was observed by Bellamkomda [2] that if the regenerating nerve is placed in agarose gel filled with nylon fibers, the growing process occurs on the surface of the fiber. Therefore, we elaborated a method for polymer cables with very thin channels along the mandrel. The results, however, are preliminary and further research has to be done. Mechanical properties of the tubes are reasonably good, i.e. they show very high flexibility and elasticity. They can be both sutured or glued without break. Strength of the tubes is practically independent on the wall thickness which means the uniform microstructure in all cases (FIG.2). The elongation at break for all tubes is around 50%.

## FLUORIDE RELEASE FROM DENTAL MATERIALS

JOANNA MYSTKOWSKA\*, JAN R. DĄBROWSKI\*,  
 GRAŻYNA MARCZUK-KOLADA\*, ELŻBIETA ŁUCZAJ-CEPOWICZ\*\*

\*BIAŁYSTOK TECHNICAL UNIVERSITY, FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING, BIAŁYSTOK  
 \*\*MEDICAL UNIVERSITY OF BIAŁYSTOK, DEPARTMENT OF DENTAL PROSTHETICS, BIAŁYSTOK  
 JOASIA@PB.BIALYSTOK.PL

### Abstract

*This work present results of research of fluoride release, surface roughness and antibacterial activity of dental materials. Two commercial restorative materials were investigated: glassionomer cement Fuji IX and polyacid-modified composite resin Dyract AP. Fluoride release was measured using direct potentiometry method. The antibacterial activity was evaluated with agar diffusion test. The topography of materials surface was observed using electron scanning microscope.*

**Keywords:** dental materials, fluoride release, surface roughness, antibacterial activity  
 [*Engineering of Biomaterials, 58-60,(2006),166-169*]

### Introduction

Among a lot desirable requirements of materials for dental fillings, significant quality is anticariogenic effect. Fluoride ions play key role in this process. The main task of fluoride is dental and enamel remineralisation [1]. Numerous researches show that fluoride can also be an inhibitor of cariogenic effect of microorganisms. The influence of fluoride for anticariogenic effect is especially characteristic in case of applying of glassionomer and compomer materi-