

- [1] K. Bąkiewicz: "Bioactivity of Diamond", Doctor Thesis, Technical University of Lodz, 2003, Poland.
- [2] J. Ristein, M. Riedel, F. Maier, B.F. Mantel, M. Stammer, L.Ley: "Surface doping: a special feature of diamond", Journal of Physics: Condensed Matter, 13, (2001), 8979-8987.
- [3] Sh. Ida, T. Tsubota, O. Hirabayashi, M. Nagata, Y. Matsumoto, A. Fujishima: "Chemical reaction of hydrogenated diamond surface with peroxide radical initiators", Diamond and Related Materials 12, (2003), 601-605.

- [4] Bartosz M, Kedziora J, Bartosz G. "Antioxidant and prooxidant properties of captopril and enalapril". Free Radic Biol Med. 1997;23(5):729-35.
- [5] Zou CG, Agar NS, Jones GL. "Oxidative insult to human red blood cells induced by free radical initiator AAPH and its inhibition by a commercial antioxidant mixture". Life Sci. 2001 May 25; 69(1): 75-86.
- [6] A. Janiszewska, G. Bartosz: "Assay of total antioxidant capacity: comparison of four methods as applied to human blood plasma", Scand J Clin Lab.

## OCENA MODYFIKOWANEJ POWIERZCHNI NiTi ZA POMOCĄ WARSTWY NANOKRYSTALICZNEGO DIAMENTU

MAŁGORZATA CZERNIAK-RECZULSKA\*, AGNIESZKA PEŁKA\*\*,  
ANDRZEJ SYSA\*\*\*, JACEK GRABARCZYK\*\*

\*ZAKŁAD INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ,  
INSTYTUT INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ, POLITECHNIKA ŁÓDZKA

\*\*SZPITAL KLINICZNY NR 1 IM. N.BARLICKIEGO W ŁODZI

\*\*\*KLINIKA KARDIOLOGII,  
CENTRUM ZDROWIA MATKI POLKI W ŁODZI

### Streszczenie

W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie nitinolem stopem niklowo-tytanowym (NiTi), który jest materiałem coraz częściej wykorzystywanym w kardiologii interwencyjnej, m.in. do stentowania naczyń. [1] Unikalne właściwości nitinolu wynikają z jego pseudoelastyczności i zjawiska pamięci kształtu. [2] Są to bardzo korzystne cechy biorąc pod uwagę różnice wielkości naczyń krwionośnych, przez które wprowadzany jest implant. Stenty naczyniowe z jednej strony wykazują odpowiednie właściwości podporowe dla ściany naczynia z drugiej natomiast wpływają niekorzystnie na jego strukturę. W celu zapewnienia biogodności stentów naczyniowych stosuje się wytworzenie odpowiedniej warstwy powierzchni izolującej biomateriał metaliczny od otaczających tkanek. Bardzo ważne jest, aby taka powierzchnia nie pogarszała jego właściwości fizycznych i nie wywoływała odczynów alergicznych, reakcji zapalnej oraz nie działała prozakrzepowo.

Celem naszych badań była modyfikacja powierzchni nitinolu przez naniesienie warstwy nanokryształicznego diamentu (NCD) w plazmie wysokiej częstotliwości pod obniżonym ciśnieniem metodą RF PA CVD (Radio Frequency Plasma Activated Chemical Vapour Deposition) [3]. Po naniesieniu warstwy zostały przeprowadzone badania właściwości fizykochemicznych NiTi. Została również poddana ocenie biogodność zmodyfikowanej powierzchni. Oceniono *in vitro*, w jaki sposób naniesienie warstwy diamentowej wpływa na aktywację neutrofilii i płytek krwi. Zbadano zdolność neutrofilii do generowania wybuchu tlenowego oraz

## ESTIMATION NiTi SURFACE MODIFICATION FOR NANOCRYSTALLINE DIAMOND LAYER

MALGORZATA CZERNIAK-RECZULSKA\*, AGNIESZKA PEŁKA\*\*,  
ANDRZEJ SYSA\*\*\*, JACEK GRABARCZYK\*\*

\*BIOMEDICAL ENGINEERING DIVISION,  
INSTITUTE OF MATERIAL SCIENCES AND ENGINEERING,  
TECHNICAL UNIVERSITY OF LODZ, POLAND

\*\*BARLICKI CLINICAL HOSPITAL, LODZ, POLAND

\*\*\*CLINICAL CARDIOLOGY, POLISH MOTHER'S MEMORIAL HOSPITAL-RESEARCH INSTITUTE, LODZ, POLAND

### Abstract

Last years caused increasing interest in nitinol or nearly equiatomic NiTi alloy which is more often used in interventional cardiology e.g. for vascular stenting. [1] Unique properties of nitinol are owing to its superelasticity and shape memory effect. [2] These features are very profitable due to different dimension of blood vessels which are catheterized in order to place implant. On the one hand vascular stents demonstrate suitable properties in order to support vessel wall, on the other hand they affect its structures. Due to assure biocompatibility of vascular stents it is used manufacturing of suitable film isolated metallic biomaterial from surrounding tissues. It is very important this surface does not influence physical properties and does not cause allergic response, inflammatory reaction and is not thrombogenic.

The aim of investigation was surface modification of nitinol by coating the material with nanocrystalline diamond (NCD). The diamond layer was making by radio frequency plasma activated chemical vapour deposition (RF PA CVD) process [3]. After the layer manufacturing examinations of mechanical and surface properties were carried out and biocompatibility of modified layer was examined. It was investigated *in vitro* whether diamond film making on nitinol influences neutrophils and platelets activity. The ability of neutrophils to respiratory burst and the expression of solutable form selections were examined.

**Keywords:** NiTi, modification surface, biocompatibility.

[Engineering of Biomaterials, 38-43, (2004), 193-194]

## Piśmiennictwo

[1] Duerig, T.; Pelton, A.; Stöckel, D. "An overview of nitinol medical applications"; *Materials Science and Engineering*: Volume: 273-275, December 15, 1999, pp. 149-160.

[2] Donald L. Wise: "Biomaterials and Bioengineering Handbook": 855-867.

## References

[3] S. Mitura, A. Mitura, P. Niedzielski, P. Couvrat: "Nanocrystalline diamond coatings" *Biomaterials*: Volume: 17, Issue: 6, March, 1996, pp. 587-595.

[4] P. Rocher at all.: "Biocorrosion and cytocompatibility assessment of NiTi shape memory alloys" :*Scripta Materialia*: 50 (2004) 255-260.

# WPŁYW WYBRANYCH METOD OBRÓBK CHEMICZNEJ NA WŁAŚCIWOŚCI STRUKTUR KOSTNYCH

Ostrowska A.\*, Kuropka P.\*\*, Będziński R.\*, Kuryszko J.\*\*

\*POLITECHNIKA WROCŁAWSKA,  
UL ŁUKASIEWICZA 7/9, 50-371 WROCŁAW

\*\*AKADEMIA ROLNICZA, UL.KOŹUCHOWSKA 5, 51-631 WROCŁAW  
**[Inżynieria Biomateriałów, 38-43, (2004), 194-196]**

# THE INFLUENCE OF CHOISING CHEMICAL METHODS TO BONE STRUCTURES PROPERTIES

Ostrowska A.\*, Kuropka P.\*\*, Będziński R.\*, Kuryszko J.\*\*

\*POLITECHNIKA WROCŁAWSKA,  
UL ŁUKASIEWICZA 7/9, 50-371 WROCŁAW

\*\*AKADEMIA ROLNICZA, UL.KOŹUCHOWSKA 5, 51-631 WROCŁAW  
**[Engineering of Biomaterials, 38-43, (2004), 194-196]**

## Wprowadzenie i cel pracy

Określenie mechanicznych parametrów tkanki kostnej należy do badań podstawowych, mających duże znaczenie w oszacowaniu prawidłowych relacji sztywności kości-implant. W literaturze dotyczącej tematu, dużo miejsca poświęca się oszacowaniu takich parametrów jak moduł Young'a, wytrzymałość oraz poszukiwaniu korelacji między parametrami mechanicznymi i strukturalnymi. Jednak znaczne różnice, nawet do 400% w wartościach tych parametrów, wymagają coraz to szerszej liczby pomiarów. Różnice te spowodowane są między innymi różnymi technikami pomiarowymi jak i w sposobie przechowywania i przygotowania próbek do badań. Z drugiej strony, tkanka kostna oprócz masy kostnej złożonej z kolagenu i części mineralnej do swojego prawidłowego, fizjologicznego funkcjonowania wymaga dodatkowych struktur takich jak: szpik kostny i naczynia krwionośne. Aby oszacować dokładny udział poszczególnych struktur tworzących tkankę kostną (w szczególności macierzy kostnej) potrzebnym zabiegiem wydaje się być zastosowanie jednej z technik maceracji. Maceracją nazywamy chemiczne usuwanie dodatkowych struktur z tkanki kostnej. W literaturze dotyczącej tematu [1, 2, 3], możemy znaleźć wiele technik maceracji wprowadzonych przez liczne ośrodki w kraju i za granicą. Jednak stosowanie różnych związków chemicznych, w badaniach służących określeniu parametrów mechanicznych, może w istotny sposób zmienić wartości żądanych parametrów. Dlatego też, głównym celem niniejszych badań opisanych w artykule było oszacowanie wpływu wybranych metod maceracji na badane parametry mechaniczne tkanki kostnej.

## Introduction and purpose of study

The determination of bone tissue mechanical properties is one of the basic research topic, which has a significant meaning to provide proper relations of bone-implant stiffness. Many papers has been published in which such values like Young's modulus, ultimate strength and also the correlation between mechanical and structural bone properties are quested. However, huge differences in those results, even up to 400%, turns scientists to perform large amounts of tests.. Those differences are caused by different system loading or storage and maceration method using. On the other hand, extra structures such as: bone marrow, blood vessels are required along with bone matrix, composite by collagen and minerals, to fulfil properly all physiological functions. For this reason maceration methods seems to be advisable to determine a real density of bone (especially bone matrix). Maceration we call the resection of all the extra structures, using special chemical solutions. The maceration methods used by many researchers [1, 2, 3] consist of many of techniques. However, each of this methods may induct changes in bone structure and thus affect values of mechanical properties. That is why the main aim of this investigation is to define a influence of maceration methods to mechanical properties values.

## Material and methods

Research, was carried out on three bovine femur bone. The investigations were divided into few parts. First, was the tissue sample preparation of dimension 4x4x20 mm (10