

Warstwa wierzchnia Surface layer	Okres doświadczenia (tyg.) Experiment duration (weeks)	Średnia grubość torebki Average thickness of the capsule (μm)	Odchylenie standardowe Standard deviation
Ti-1Al-Mn	2	0,76	0,30
	8	0,56	0,18
TiN	2	1,08	0,35
	8	0,61	0,21
Ti(CN)	2	0,97	0,27
	8	0,60	0,12

TABELA 2. Grubość torebki łącznotkankowej wytworzonej wokół wszczepów wykonanych ze stopu tytanu Ti-1Al-1Mn oraz z wytworzonymi warstwami azotku (TiN) i węglazotku (Ti(CN)) tytanu [5].

TABLE 2. Thickness of the connective-tissue capsules formed around the implants made of the untreated Ti-1Al-1Mn titanium alloy and of this alloy coated with titanium nitride (TiN) or titanium carbonitride (Ti(CN)) layers.

Podziękowania

Praca finansowana jest przez Komitet Badań Naukowych
- projekt badawczy nr: 7 T08C 038 19

Acknowledgements

These investigations are supported by the Polish State
Committee for Scientific Research - project No: 7 T08C
038 19.

Piśmiennictwo

- [1] Czarnowska E., Wierzchoń T., Maranda - Niedbala A., Kaczmarewicz E., Journal of Materials Science: Materials in Medicine, 11, 2000, p. 73.
[2] Jacobs J. J., Skipor A. K., et al., J. Bone Joint Surg. 73A (1991) 1475.
[3] Haynes D. R., Rogers S. D., Hay S., et al., J. Bone Joint Surg. (Am), 75A (1993) 825.

References

- [4] Shinto Y., Uchida A., Yoshikawa H., et al. J. Bone Joint Surg. (Br), 75B (1993) 266.
[5] Wierzchoń T., Czarnowska E., Maranda-Niedbala A., Czyrska-Filemonowicz A., Proceed. of Euromat'2001 Conference, Rimini, June 2001, Italy.

WPŁYW RODZAJU MATERIAŁU ORAZ KSZTAŁTU TRZPIENIA ENDOPROTEZY STAWU BIODROWEGO NA ROZKŁAD NAPRĘŻEŃ W UKŁADZIE KOŚĆ- CEMENT-IMPLANT

WOJCIECH WIĘCKOWSKI

Alloplastyka stawu biodrowego jest jedyną metodą pozwalającą przywrócić funkcje uszkodzonego stawu biodrowego. Polega ona na zastąpieniu chorego stawu sztucznym stawem (endoprotezą), przez co umożliwia zlikwidowanie zmian patologicznych stawu biodrowego, zmniejszenie bólu oraz odtworzenie funkcji biodra. Obluzowanie trzpieni endoprotez jest jednym z najczęściej występujących problemów występujących w alloplastyce biodra. Powoduje to konieczność prowadzenia szeregu badań pozwalających określić przydatność danej konstrukcji endoprotezy.[1].

Decydujący wpływ na długotrwałą biofunkcjonalność sztucznego stawu biodrowego ma relacja sztywności trzpienia endoprotezy do sztywności kości, która w znacznej mie-

EFFECT OF TYPE OF MATERIAL AND HIP JOINT ENDOPROSTHESIS STEM SHAPE ON THE STRESS DISTRIBUTION IN THE BONE-CEMENT- IMPLANT SYSTEM

WOJCIECH WIĘCKOWSKI

The hip joint alloplasty is the only one method allowing to restore functions of the injured hip joint. It consists in the replacing of the damaged joint with the artificial one (endoprosthesis) and therefore allows to eliminate pathological changes of the hip joint, lessen the pain and restore the functions of the hip. Loosening of the endoprosthesis stem is one of the most common problems occurring in the hip alloplasty causing the necessity of conducting the investigations to determine the usability of the endoprosthesis construction. The relation of the endoprosthesis stem stiffness to the bone stiffness reveals the most important effect on the long-term bio-functionality of the artificial hip joint. The above relation depends mainly on the geometrical and

rze zależy od cech geometrycznych i materiałowych implantu [2,3,4]. Implantacja endoprotezy prowadzi do zakłócenia fizjologicznych mechanizmów przenoszenia obciążeń w stawie biodrowym. Zbyt duża sztywność trzpienia endoprotezy prowadzi do odciążenia bliższej części kości udowej przez co dochodzi do zaniku tkanki kostnej w okolicy krętarzowej będącej przyczyną obłuzowań trzpienia endoprotezy. W przypadku zbyt małej sztywności implantu w stosunku do sztywności kości dochodzi do wzrostu koncentracji naprężeń w proksymalnej części kości oraz warstwie cementu co prowadzi do jego pęknięcia [2,5,6].

W przypadku alloplastyki cementowej istotnym czynnikiem wpływającym na długotrwałą stabilność implantu jest wytrzymałość warstwy cementu kostnego przenoszącej obciążenia z trzpienia endoprotezy do kości, która zależy zarówno od jej grubości (równomierności) jak i własności mechanicznych cementu [7].

Obecnie prowadzonych jest wiele prac z zastosowaniem obliczeń numerycznych, których celem jest dopasowanie sztywności implantu do sztywności otaczającej go struktury kostnej poprzez optymalizację kształtu endoprotezy jak też poszukiwanie nowych biomateriałów [8,9,10,11].

W celu określenia wpływu rodzaju materiału oraz kształtu endoprotezy stawu biodrowego na obciążenie kości udowej przeprowadzono obliczenia numeryczne rozkładu naprężeń w kości udowej w otoczeniu implantu. W tym celu zbudowany został trójwymiarowy model układu kość-cement-endoproteza. Obliczenia przeprowadzono dla trzech materiałów trzpieni endoprotez o różnych parametrach wytrzymałościowych [12,13].

Modele geometryczne implantów zbudowano na podstawie pomiarów endoprotezy cementowej Centrament oraz Weller II firmy *Aesculap*. Obliczenia numeryczne rozkładu naprężeń w badanym modelu kość - cement - trzpień endoprotezy przeprowadzone zostały przy wykorzystaniu programu ADINA 7.4.

Uzyskane wyniki obliczeń rozkładu naprężeń i odkształceń występujących w obszarze kości korowej i beleczkowej wykazują znaczący wpływ konstrukcji implantu na sposób przenoszenia obciążeń w układzie kość-cement-implant, co jest głównym czynnikiem wpływającym na procesy adaptacyjne zachodzące w kości i długotrwałe zamocowanie implantu.

Piśmiennictwo

- [1] Biliński P., Wolański R., Gumański R., Mątewski D.: Wyniki leczenia zmian zwyrodnieniowych stawu biodrowego endoprotezoplastyką cementową Wellera. *Chirurgia Narządów Ruchu i Ortopedia Polska*, LXI, Supl. 3a, 17-20, 1996
- [2] Będziński R.: *Biomechanika inżynierska*, Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław

material properties of the implant.

In order to determine the effect of the kind of material and the endoprosthesis shape on the femur loading, numerical calculations of the stress distribution in the femur in implant surroundings were performed. Three-dimensional model of the bone-cement-endoprosthesis system was constructed. The calculations were performed for three materials of endoprosthesis stem having different strength parameters. Geometrical models of the implants were constructed on the basis of measurement of the Centrament and Weller II cemented endoprosthesis (*Aesculap*). Numerical calculations of the stress distribution in the tested bone-cement-stem model were made with use of ADINA 7.4 system.

The results obtained from the calculations of the stress and strain distribution occurring in the region of the cortical and cancellous bones show the significant influence of the implant construction on the method of transmitting the loading in the bone-cement-implant system. It seems to be the main factor affecting both the adaptative processes occurring in a bone and long term functionality of the implant.

References

- [3] Kusz D.: Biomechaniczne aspekty endoprotezoplastyk stawu biodrowego, *Inżynieria Materiałowa*, Nr 2/1997
- [4] Baliń A.: Mechaniczne i materiałowe uwarunkowania stabilności trwałości endoprotezy stawu biodrowego - studium zagadnienia, *Inżynieria Materiałowa*, Nr 2/1997
- [5] Bernakiewicz M., Będziński R.: Ocena relacji charakterystyk sztywności trzpieni endoprotez stawu biodrowego i kości udowej, *Mechanika w Medycynie*, Rzeszów 1996
- [6] Pandorf T., Haddi A, Wirtz D. Ch. i in.: Numerical simulation of Adaptive bone remodeling, *Journal of Theoretical and applied mechanics*, No 3, Vol. 37, 1999
- [7] Baliń A., Toborek J.: Właściwości użytkowe cementu chirurgicznego, *Biology of Sport*, Vol. 15, Sup. 8 1998
- [8] Prendergast P. J.: Finite element models in tissue mechanics and orthopaedic implant design, *Clinical Biomechanics*, Vol. 12, No 6, pp 343-366, 1997
- [9] Piszczatowski S., Skalski K., Kędzior K.: Wytrzymałościowe projektowanie indywidualnie dopasowanych endoprotez stawu biodrowego, *Biology of Sport*, Vol. 15, Sup. 8 1998
- [10] Dietrich M., Kędzior K., Skalski K.: Design and manufacturing of the human bone endoprostheses using computer-aided system, *Journal of Theoretical and applied mechanics*, No 3, Vol. 37, 1999
- [11] Kowalczyk P., Telega J. J.: Numerical approach to shape sensitivity analysis of femoral implants, *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, Vol. 1, No 1, 1999
- [12] Marciniak J.: *Biomateriały w chirurgii kostnej*, Wyd. Polit. Śląskiej, Gliwice 1992
- [13] Chłopek J., Błażewicz St.: Węglowo-ceramiczna endoproteza stawu biodrowego, *Mechanika w medycynie*, Rzeszów 1996