

## Wnioski

W wyniku cyklu proponowanych operacji technologicznych możliwe jest otrzymanie materiału o własnościach optymalnych w stosunku do stopu tytanu i hydroksyapatytu, wysokiej odporności na zużycie i pękanie, niskim module Younga.

## Piśmiennictwo

- [1] Zieliński A., Jażdżewska M., Narożniak-Luksza A., Serbiński W.: Surface structure and properties of Ti6Al4V alloy melted at cryogenic conditions. *Journal of Materials and Manufacturing Achievements* 18 (2006) 423-426.
- [2] Dong Z.L., Khor K.A., Quek C.H., White T.J., Cheang P.: TEM and STEM analysis on heat-treated and in vitro plasma-sprayed hydroxyapatite/Ti-6Al-4V composite coatings. *Biomaterials* 24 (2003) 97-105.
- [3] Eliezer D., Eliaz N., Senkov O.N., Froez N.H.: Positive effects of hydrogen in metals. *Materials Science and Engineering A280* (2000) 220-224.

## SYSTEM EKSPERCKI JAKO METODA KLASYFIKACJI DLA OPTIMALNEGO WYBORU LECZENIA W CHOROBY LEGG-CALVE-PERTHES

SYLWIA SOBIESZCZYK\*, BEATA ŚWIECZKO-ŻUREK\*,  
MAREK KRZEMIŃSKI\*\*

\*WYDZIAŁ MECHANICZNY, POLITECHNIKA GDAŃSKA,  
80-952 GDAŃSK, NARUTOWICZA 11/12,

\*\*ODDZIAŁ ORTOPEDII I TRAUMATOLOGII NARZĄDU RUCHU SZPITAL SPECJALISTYCZNY W KOŚCIERZYNIE,  
83-400 KOŚCIERZYNA, PIECHOWSKIEGO 36,  
SSOBIESZ@PG.GDA.PL

## Streszczenie

Zaproponowano utworzenie systemu eksperckiego jako metody klasyfikacji w prognozowaniu dowolnej formy leczenia dzieci z chorobą Legg-Calvé-Perthesa. Obecnie nie ma jednego optymalnego sposobu leczenia choroby Perthes'a i proponowana metoda jest próbą utworzenia wymiernego i uniwersalnego narzędzia, które będzie stanowiło podstawę przy podejmowaniu decyzji o najlepszym sposobie leczenia chorego stawu biodrowego. System ekspercki, oparty o podejście logiki rozmytej i przybliżone wnioskowanie, będzie zdolny do określenia wyników wybranego sposobu leczenia, zachowawczego lub operacyjnego, i jego wpływu na rezultat długoterminowy.

[*Inżynieria Biomateriałów*, 58-60,(2006),219-221]

## Wprowadzenie

Choroba Legg-Calvé-Perthesa (LCPD) jest chorobą stawu biodrowego wieku dziecięcego, w wyniku której dochodzi do załamania nasady głowy kości udowej. LCPD reprezentuje idiopatyczną martwicę jałową głowy kości udowej; główną patologiczną nieprawidłowością u pacjentów z tym schorzeniem jest martwica kości, w wyniku której

## Conclusion

As a result of here proposed technologies it is likely to obtain the composite biomaterial, possessing properties intermediate between those of Ti alloy and hydroxyapatite, and high wear, corrosion, tribocorrosion, fatigue and corrosion fatigue resistance, at low Young modulus.

## References

- [4] Yue M., Yu J.K., Mei Z., Man H.C.: Excimer laser surface treatment of Ti-6Al-4V alloy for corrosion resistance enhancement. *Materials Letters* 52 (2002) 206-212.
- [5] Jonasova L., Müller F.A., Helebrant A., Strnad J., Greil P.: Biometric apatite formation on chemically treated titanium. *Biomaterials* 25 (2004) 1187-1194.

## EXPERT SYSTEM AS A CLASSIFICATION METHOD FOR OPTIMAL LEGG-CALVE-PERTHES DISEASE TREATMENT

SYLWIA SOBIESZCZYK\*, BEATA ŚWIECZKO-ŻUREK\*,  
MAREK KRZEMIŃSKI\*\*

\*FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING,  
GDAŃSK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY,  
80-952 GDAŃSK, NARUTOWICZA 11/12,

\*\*TRAUMA AND ORTHOPAEDIC DEPARTMENT OF SPECIALIST HOSPITAL IN KOŚCIERZYNIA,  
83-400 KOŚCIERZYNA, PIECHOWSKIEGO 36,  
SSOBIESZ@PG.GDA.PL

## Abstract

An attempt to create the expert system as a classification method for evaluating the prognostic value of any particular form of treatment in childhood hip disorders, the Legg-Calvé-Perthes disease, is proposed. The optimal treatment of Perthes' hip disorders has not been established yet and the proposed method is an attempt to creation of a rational, unique and generalized tool which will give a base for taking decisions regarding to the best recommended treatment of a diseased hip. The expert system, based on fuzzy logic approach and approximate reasoning, will be able to determine the prognosis of a chosen treatment, conservative or operative, and its influence on the long-term outcome.

[*Engineering of Biomaterials*, 58-60,(2006),219-221]

## Introduction

Legg-Calvé-Perthes disease (LCPD) is a childhood hip disorder that results in infraction of bony epiphysis of the femoral head. LCPD represents idiopathic avascular necrosis of the femoral head and the primary pathologic abnormality in patients with this disease is osteonecrosis that results in flattening and collapse of the femoral head

następuje spłaszczenie i zapadnięcie się głowy kości udowej [1,2,3]. Celem leczenia, zachowawczego lub operacyjnego, jest kontrolowanie zaburzeń wzrostu oraz przywrócenie prawidłowego mechanizmu wzrostu szyjki i głowy kości udowej, umożliwiające najlepsze warunki długotrwałej przebudowy głowy kości udowej w celu uzyskania prawidłowej budowy stawu biodrowego. Leczenie powinno zapewnić przywrócenie pełnego zakresu ruchów w stawie biodrowym, korekcję podwichnięcia, pogrążenie oraz martwiczo zmienionej głowy kości udowej w panewce oraz ponowne unaczynienie bliższej nasady kości udowej [4,5].

Pomimo, iż nie można zapobiec chorobie Legg-Calvé-Perthes'a, można zastosować leczenie w celu zminimalizowania jej efektu, dając dziecku możliwość powrotu do normalnej aktywności. Choroba Perthes'a może powodować poważne uszkodzenie stawu biodrowego prowadzące do zmian zwyrodnieniowych (RYS.).

Obecnie nie jest znane optymalne podejście do leczenia pacjentów z chorobą Perthesa i istnieje potrzeba ustalenia takiego sposobu klasyfikacji, który umożliwiłby wybór najlepszej metody.

Kryteria leczenia choroby Perthesa nie są poprawnie zdefiniowane. Przy danych metodach leczenia i braku ujednolicenia, zarówno w doborze odpowiedniego sposobu, jak i kryterium oszacowania, porównanie wyników podejmowanych działań jest bardzo trudne. Lekarze opierają się głównie na własnych preferencjach i doświadczeniu [4,5,6].

Sposób leczenia choroby Perthesa zawsze był kontrowersyjny i proponowany system ekspercki mógłby stanowić dobrą podstawę przy wyborze optymalnej metody dla dzieci obciążonych tym schorzeniem.

## Metodyka badań

Istnieją różne metody leczenia choroby Legg-Calvé-Perthesa: zachowawcze, takie jak gips odwodzący, włączając rotację wewnętrzną w celu poprawienia redukcji koncentrycznego ustawienia stawu biodrowego [5], oraz leczenie operacyjne, jak osteotomia walgująca, wazyzująca lub kości miedniczej [5]

Proponowany system ekspercki, bazujący na doświadczeniu lekarzy oraz znanych kryteriach klasyfikacji choroby Perthesa, jest w stanie wybrać optymalny sposób leczenia pacjenta, dając najlepsze długoterminowe prognozowanie. System ekspercki opiera się na podejściu logiki rozmytej i rozmytego wnioskowania [7]. Jako wejście do systemu rozważane są następujące parametry klasyfikacyjne:

- wiek pacjenta (4 ÷ 10 lat),
- pokrycie głowy kości udowej przez panewkę (FHC) dla odróżnienia między normalnym i patologicznym stawem biodrowym (70 ÷ 80% w zdrowym stawie biodrowym),
- kąt Wiberga (CE), który opisuje stopień pogrążenia głowy kości udowej w panewce ( $14^{\circ} \div 20^{\circ}$ ),
- lateralizacja nasady (ATD), która opisuje stopień przemieszczenia nasady w kierunku bocznym, z uwzględnieniem przerostu krętarza większego oraz długości szyjki kości udowej (1.5 ÷ 3.5mm),
- stadium choroby na podstawie kryterium Catteralla [8], Salter-Thompsona [4] oraz ocena zajęcia procesem martwiczym bocznej kolumny głowy kości udowej wg Herringa [9].

[1,2,3]. The aim of the treatment, conservative or surgical, is to control the growth disturbance and restore the normal growth mechanism within the femoral neck and head providing the best environment for long-term remodelling of the femoral head, towards obtaining a congruent hip joint. The treatment should give the restoration of movement of the hip, correction of subluxation, containment and revascularization of the necrotic proximal epiphysis of the femur [4,5].

Although Legg-Calvé-Perthes disease cannot be prevented, some treatments can be undertaken towards minimizing its effects, giving a child an opportunity to return to normal activity. Legg-Calvé-Perthes disease may cause severe hip damage, which can lead to permanent arthritis of the hip (FIG.).



The optimal surgical or conservative treatments of patients with Perthes' disease has not been decided and there is a need to establish such classification method which can allow to choose the best method of medical course.

The criteria of Perthes' disease treatment have been ill defined. At a variety of various methods of treatment and lack of uniformity in both selection of a specific treatment and choice of criteria of its evaluation, it is very difficult to compare the results

of current studies. The treatment approaches are evolved on the basis of preferences, experiences, and training of various surgeons [4,5,6].

The medical course of Perthes' disease has always been controversial and the expert system can give the best advice for appropriate treatment of the children with Perthes' disease.

## Methods and methodology

There are different methods of the Legg-Calvé-Perthes' disease treatments: conservative, like abduction braces or casts, including subcutaneous adduction tenotomy to enhance concentric reduction in hips [5], and operative treatments, like valgus, varus femoral osteotomy and pelvis osteotomy [4].

The proposed expert system, based on experience of the surgeons and known criteria for Perthes' disease classification, will be able to choose the optimal treatment for the patient resulting in the best long-term results. The expert system is based on fuzzy logic approach and fuzzy reasoning system [7]. As an input to the system some classification parameters are considered, like:

- age of patients (4 ÷ 10 years),
- coverage of the femoral head by the acetabulum (FHC) for distinguishing between normal and abnormal hips (70 ÷ 80% in healthy hips);
- the center-edge angle (CE), which describes the degree of containment, measuring the acetabular covering of femoral head ( $14^{\circ} \div 20^{\circ}$ );
- the articular-trochanteric distance (ATD), which describes the degree of trochanteric overgrowth and length of the femoral neck (1.5 ÷ 3.5mm);
- the stage of the disease, based on Catterall [8], Salter-Thompson [4], and Herring lateral pillar classification system [9].

Przestrzeń rozważań dla zbiorów wejściowych została ustalona na podstawie literatury [4,5,10,11,12] a następnie podzielona na trzy wartości rozmyte "mały, średni i duży", dla uproszczenia systemu. Baza reguł jest tworzona na podstawie doświadczenia lekarzy oraz przeglądu literatury [4,6,10,11]. Wynik procesu rozmytego wnioskowania i w następstwie optymalnej metody leczenia choroby Legg-Calvé-Perthesa, który jest wyjściem z systemu eksperckiego, wybierany jest automatycznie.

## Wnioski

Proponowana metoda może być bardzo użyteczna, ponieważ jak dotąd nie istnieje uniwersalny i jednolity sposób podejmowania decyzji o planowanym leczeniu choroby Perthesa. Leczenie tego rodzaju schorzenia zawsze było kontrowersyjne i utworzenie systemu eksperckiego umożliwiłoby podjęcie decyzji o odpowiednim leczeniu dzieci z chorobą Perthesa, biorąc pod uwagę najlepsze prognozy długoterminowe i celowość zapewnienia dziecku jak najszybszego powrotu do normalnej aktywności.

The domain of discourse for the input sets may be established based on the literature [4,5,10,11,12] and divided into fuzzy values: "small, average, large" for the simplicity of the system. Rule base is created based on the experience of the surgeons and the review of the literature [4,6,10,11]. As a result of fuzzy reasoning process, the optimal method for Legg-Calvé-Perthes' disease treatment – the output parameter of the expert system – can be automatically chosen.

## Conclusions

The proposed approach would a very substantial help to treat the considered illness as so far there are no uniform and unambiguous methods which can help to take decision about the Perthes' disease treatment. The medical course of Perthes' disease has always been controversial and this system can give the best advice for the appropriate management of the children with Perthes' disease assuring the fast returning to their normal activities.

## Piśmiennictwo

- [1] Stulberg D., Cooperman D.R., Wallenstein R.: The natural history of Legg-Calvé-Perthes disease. *J Bone Joint Surg* (1981); 63: 1095-1108.
- [2] Dega W.: Ortopedia i rehabilitacja. Tom I, red. Marciniak W., Szulc A., wyd. lek. PZWL, Warszawa 2003.
- [3] Sponseller P., Stephens H.: Ortopedia dziecięca. MEN, Kraków 2000.
- [4] Krzemiński M.: Wyniki leczenia choroby Perthesa osteotomią wazyżującą kości udowej. Rozprawa doktorska, Klinika Ortopedii Akademii Medycznej w Gdańsku, 1990.
- [5] Czapiński J.: Ocena odległych następstw choroby Perthesa leczonej zachowawczo w aspekcie kształtowania się stawu biodrowego. Rozprawa doktorska, Katera i Klinika Ortopedii Akademii Medycznej we Wrocławiu, 1994.
- [6] Yrjonen T.: Long-Term Prognosis of Legg-Calvé-Perthes Disease: A Meta – Analysis. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, Part B, 8: 169-172, 1999.
- [7] Łachwa A.: Rozmyty świat zbiorów, liczb, relacji, faktów, reguł i decyzji. Problemy współczesnej nauki, teoria i zastosowania. Akad. Oficyna Wyd. EXIT, Warszawa, 2001.

## References

- [8] Hardcastle P.H., Ross R., Hamalainen M., Mata A.: The Catterall grouping of Perthes' disease: an assessment of observer error and prognosis using the Catterall classification. *J Bone Joint Surg* (1980); 62: 428-431.
- [9] Farsetti P., Tudisco C., Caterini R., Potenza V., Ippolito E.: The Herring lateral pillar classification for prognosis in Perthes disease. *J Bone Joint Surg* (1995); 77: 739-742.
- [10] Wiig O., Terjesen T., Svenningsen S.: Inter-observer reliability of radiographic classifications and measurements in the assessment of Perthes' disease. *Acta Orthop Scand* (2002); 73 (5): 523-530.
- [11] Podeszwa D.A., Stanitski C.L., Stanitski D.F., Woo R., Mendelov M.J.: The effect of pediatric orthopaedic experience on interobserver and intraobserver reliability of the Herring lateral pillar classification of Perthes disease. *Journal of Pediatric Orthopaedics* (2000) 20: 562-564.
- [12] Broughton N.S., Brougham D.I., Cole W.G., Menelaus M.B.: Reliability of radiological measurements in the assessment of the child's hip. *J Bone Joint Surg* (1989); 71: 6-8.

## SKŁAD FAZOWY WARSTWY WIERZCHNIEJ BIOSTOPU Ti-6Al-4V PRZETOPIONEJ LASEREM

BEATA ŚWIECZKO-ŻUREK, MAGDALENA JAŻDZEWSKA,  
ANDRZEJ ZIELIŃSKI

WYDZIAŁ MECHANICZNY,  
POLITECHNIKA GDAŃSKA,  
UL. G. NARUTOWICZA 11/12, 80-952 GDAŃSK,  
E-MAIL: BSWIECZKO@MECH.PG.GDA.PL

[*Inżynieria Biomateriałów, 58-60,(2006),221-223*]

## Wprowadzenie

Wśród wielu technik poprawy własności powierzchni biostopów Ti proponowana jest także obróbka laserowa. Rezultaty uzyskane po zastosowaniu obróbki laserowej stopów Ti [1-3] wykazały dodatnie strony tej metody. Do tej pory obróbki dokonywano poprzez przetopienie warstwy laserem ekscymerowym. Metoda ta zwiększyła twardość

## THE PHASE COMPOSITION OF THE SURFACE LAYER OF LASER MELTED Ti-6Al-4V BIOALLOY

BEATA SWIECZKO-ZUREK, MAGDALENA JAZDZEWSKA,  
ANDRZEJ ZIELINSKI

GDANSK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, MECHANICAL DEPARTMENT,  
FACULTY OF MATERIAL ENGINEERING  
UL. G. NARUTOWICZA 11/12, 80-952 GDANSK,  
E-MAIL: BSWIECZKO@MECH.PG.GDA.PL

[*Engineering of Biomaterials, 58-60,(2006),221-223*]

## Introduction

Among different techniques of surface improvement of the Ti bioalloys, the laser surface treatment has been proposed. The results obtained with an use of a laser have revealed as a rule for Ti alloys [1-3] the advantages of this approach. So far results have been obtained by laser melting of a surface layer with an excimer laser. This procedure