

WSPÓŁCZESNE KIERUNKI ROZWOJU KONSTRUKCJI ENDOPROTEZ STAWU BIODROWEGO

M. GIERZYŃSKA-DOLNA*, P. LACKI*
J. SZYPROWSKI**, H. WIŚNIEWSKA-WEINERT***

* POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA

** WOJEWÓDZKI SZPITAL ZESPOŁONY W CZĘSTOCHOWIE

*** INSTYTUT OBRÓBKI PLASTYCZNEJ, POZNAŃ

Streszczenie

W pracy podano podział panewek według różnych kryteriów. Omówiono ewolucję rozwiązań konstrukcyjnych i materiałowych układu ruchowego: głowa-panewka. Zwrócono uwagę na nowe rozwiązania panewek endoprotez. Podano wyniki badań oporów tarcia występujące w różnych typach endoprotez oraz wyniki pomiarów tarcia na symulatorach.

Słowa kluczowe: endoprotezy stawu biodrowego, pary tarcie, biomateriały

[Inżynieria Biomateriałów, 58-60,(2006),236-241]

Wprowadzenie

Alloplastyka stawu biodrowego jest powszechnie stosowanym zabiegiem na Oddziałach Ortopedii i Chirurgii Urazowej. Rosnące zapotrzebowanie na zabiegi implantacji endoprotez stawu biodrowego jest spowodowane następującymi czynnikami:

- wydłużającym się okresem życia człowieka,
- niewłaściwym odżywianiem i rosnącą ilością osób z zaawansowaną osteoporozą.

PRESENT-DAY DIRECTIONS IN DEVELOPMENT OF THE HIP ENDOPROSTHESIS CONSTRUCTION

M. GIERZYŃSKA-DOLNA*, P. LACKI*
J. SZYPROWSKI**, H. WIŚNIEWSKA-WEINERT***

* CZĘSTOCHOWA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

** PROVINCE SPECIALISTIC HOSPITAL IN CZĘSTOCHOWA

*** METAL FORMING INSTITUTE, POZNAŃ

Abstract

In the paper a division of acetabular cups according to the different criteria were given. Evolution in material and construction solutions of the motor system: head-acetabular cup was discussed. An attention was paid into the new solutions of endoprostheses cups. The test results of frictional resistance occurring in the different endoprostheses types and results of the tests carried out on the simulators were given.

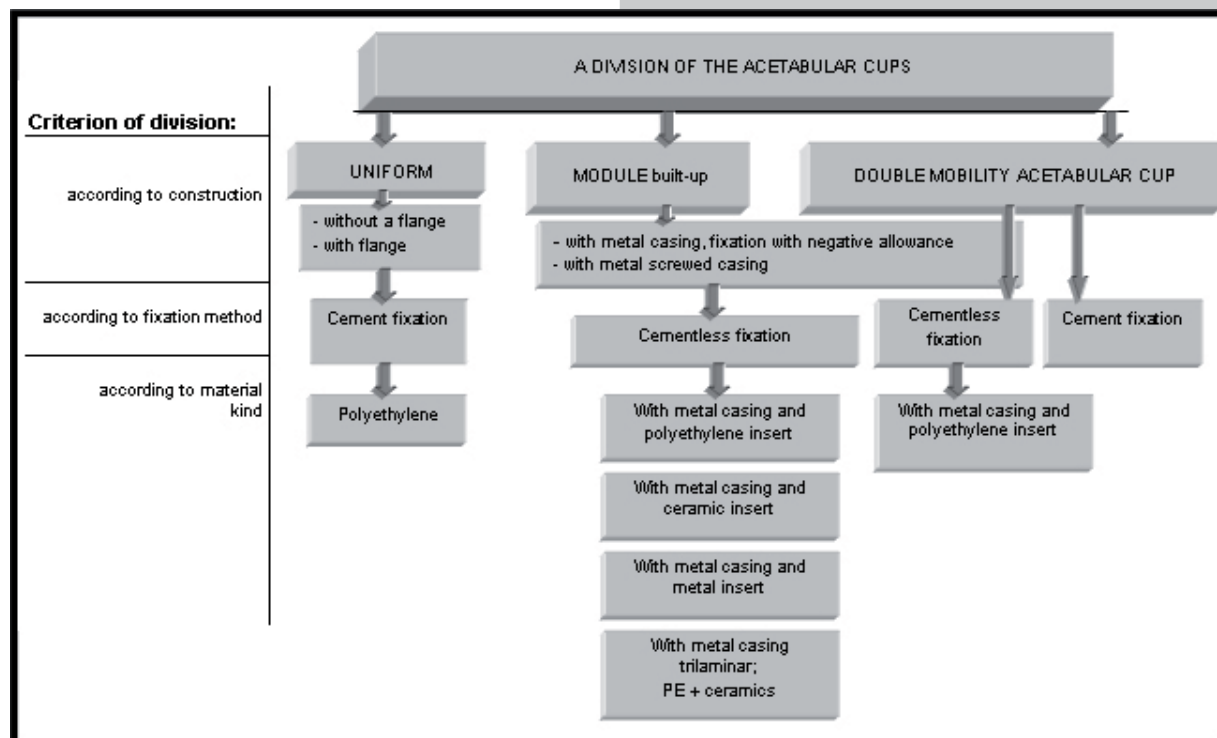
Keywords: hip endoprostheses, frictional pairs, biomaterials

[Engineering of Biomaterials, 58-60,(2006),236-241]

Introduction

Hip joint arthroplasty is a common operation at the Orthopaedic Surgery Departments. An increasing demand for implantation of the hip joints results from:

- longer and longer life span,
- improper nutrition and increasing amount of the people with advanced osteoporosis,
- growing amount of the car collisions, which result in bone-



RYS.1. Propozycja podziału panewek stosowanych w endoprotezach stawu biodrowego.

FIG.1. A division of acetabular cups used in hip endoprostheses.

- rosnącą ilością kolizji samochodowych, powodujących bardzo często urazy układu kostno-stawowego,
- niekorzystnymi warunkami klimatycznymi (długie zimy z opadami śniegu) i złym stanem dróg i chodników.

Przytoczone okoliczności sprawiają, iż z każdym rokiem rośnie ilość pacjentów wymagających implantacji endoprotezy. Wydłuża się także kolejka osób oczekujących na ten zabieg. Nie bez znaczenia jest także rosnąca ilość pacjentów wymagających zabiegu reimplantacji endoprotezy, po okresie 10-15 lat jej użytkowania.

Głównym powodem wykonywania zabiegu reimplantacji jest obłuzowanie się komponenty endoprotezy (najczęściej panewki) bądź też jej zużycia.

Rosnące zapotrzebowanie na endoprotezy stawu biodrowego inspirowane ośrodki naukowo-badawcze do intensyfikacji prac mających na celu poprawienie jakości produkowanych endoprotez.

Podstawowe problemy, na których koncentrują się prace badawcze to:

- zwiększenie trwałości endoprotez,
- poprawienie funkcjonalności endoprotezy poprzez minimalizację oporów tarcia, i zmniejszenie „przeszywnienie” układu: „implant-kość”,
- ograniczenie ilości powstających produktów zużycia,
- ułatwienie zabiegu implantacji i zapewnienie większej stabilności mocowania elementów endoprotez.

Ewolucja rozwiązań konstrukcyjnych układu ruchowego „głowa-panewka”

Układ ruchowy „głowa-panewka” stanowi podstawowy element i trwałość endoprotezy. Dlatego też na tym węźle tarcia koncentrują się prace dotyczące endoprotez stawu biodrowego.

W okresie ponad 50-ciu lat stosowania endoprotez stawu biodrowego nastąpił znaczny postęp zarówno w konstrukcji układu ruchowego „głowa-panewka” jak też w konstrukcji trzpieni. Znacznie udoskonalony został także sposób mocowania elementów endoprotez, polegający na zastępowaniu mocowania cementowego przez mocowanie bezcementowe, tam gdzie to jest możliwe. Bezcementowy sposób mocowania elementów endoprotezy (obudowy panewki i trzpienia) wymaga odpowiedniego przygotowania powierzchni, poprzez wytworzenie warstwy porowatej ułatwiającej przrost tkanki kostnej. Najczęściej jest to natryskiwanie tytanu lub hydroksyapatytu.

Wieloletnie, również negatywne doświadczenia w stosowaniu panewek polietylenowych, odznaczających się małą odpornością na zużycie, spowodowały ukierunkowanie prac badawczych na optymalizację węzła tarcia. Jednym z powodów było stwierdzenie w badaniach klinicznych negatywnego oddziaływania produktów zużycia, głównie cząstek polietylenu, na zmiany występujące w obszarze okołowszczepowym. Problemy te omówiono m.in. w pracach [1,2,3,8,9]. Modyfikacja układu ruchowego „głowa-panewka” prowadzona jest w dwóch kierunkach:

- poszukiwania materiałów na elementy trące, zapewniających niskie opory tarcia i małe zużycie,
- opracowaniu rozwiązań konstrukcyjnych, zapewniających łatwy i pewny sposób mocowania panewek endoprotez w miednicy kości biodrowej.

Na RYS.1. podano propozycję podziału panewek endoprotez stawu biodrowego ze względu na:

- cechy konstrukcyjne,
- sposób mocowania,
- rodzaj materiału.

Od wielu lat panewki endoprotez są wykonywane z polietylenu. Z biegiem czasu ulegała modyfikacji zarówno struktura

articular injuries,

- adverse weather conditions (long snowy winter).

In addition, the amount of people who need reimplantation of the endoprostheses, which have been used for 10-15 years, grows significantly. Loosening of the endoprosthesis elements (mostly acetabular cup) or their wear are the main reason for reimplantation.

The growing demand for hip endoprostheses inspires many scientific and research centres to work for improvement in endoprosthesis quality. The works concentrate on following problems:

- increase in endoprostheses durability,
- improvement in endoprosthesis functionalities by minimisation of the frictional resistance and decrease in over-rigidity of the “implant-bone” system,
- limitation of the wear products,
- making reimplantation easier and assurance the better stability of endoprostheses clamping.

Evolution of construction of the motor system “head- acetabular cup”

The motor system “head-acetabular cup” is the basic element of the hip endoprosthesis. Frictional and wear resistance and in consequence endoprosthesis durability depend on construction of the frictional pair and material selection. Therefore many works on the hip endoprostheses concentrate on this frictional pair. In 50 years, when endoprostheses have been applied, a significant development in construction both the motor system “head- acetabular cup” and stems appeared. The way of fixation of the endoprosthesis elements was improved significantly. Cement fixation was replaced with cementless one, of course, if only it was possible. Cementless fixation of the endoprosthesis elements (cup casing and stem) needs a special preparation of the surfaces i.e. creation of the porous layer, which makes easier overgrowth of the bone tissue. It is made by spraying of the titanium or hydroksyapatite layers.

Many-years-long, also negative, experiences in application of the polyethylene cups cause that research are orientated at optimization of the frictional pair “head-acetabular cup”. Polyethylene characterises low wear resistance. Unfortunately, polyethylene wear products very often affect inflammatory states in the implant surroundings. Such problems are discussed in [1,2,3,8,9]. Therefore, modification of the motor system: „head-acetabular cup” is headed for:

- search for materials characterising low frictional resistance and low wear,
- design such constructions, which gives easy but stable fixation of the cups in the pelvis.

FIGURE 1 presents a division of the acetabular cups according to:

- cup construction,
- fixation method,
- material kind.

Acetabular cups have been made of polyethylene for many years. In the course of time polyethylene structure and its properties were modified. At present ultrahigh density polyethylene UHMWPE (Chirulen, Durasul etc.) is applied commonly.

Endoprostheses heads are made as:

- metal heads (CoCrMo),
- ceramic heads (Al_2O_3).

The oldest polyethylene Weller’s cups are mounted directly in the pelvis with bone cement. This kind of acetabular cups is still implanted at many orthopaedic divisions.

In FIGURE 2 two kinds of the polyethylene cups with and without (an older kind) a flange are shown [10].

polietylenu jak też jego własności. Obecnie powszechnie stosowany jest polietylen o dużej masie cząsteczkowej o symbolu UHMWPE znany pod nazwami firmowymi: Chirulen, Durasul, itp.

Głowy endoprotez są wykonywane w dwóch wersjach materiałowych:

- jako głowy metalowe ze stopu CoCrMo,

- jako głowy ceramiczne (z ceramiki korundowej Al_2O_3).

Najstarsze panewki polietylenowe typu Wellera (jednolite) były mocowane za pomocą cementu kostnego, bezpośrednio w miednicy kości biodrowej. Ten typ panewek, implantowany jest jeszcze obecnie w wielu oddziałach ortopedycznych. Na RYS.2a,b pokazano dwa typy panewek polietylenowych bez kołnierza (starszy typ) i z kołnierzem [10].

Kolejne prace dotyczące modernizacji układu ruchowego „głowa – panewka” doprowadziły do zastosowania panewek tzw. modułowych, składających się z metalowej obudowy i wymiennych wkładek. Wkładki stanowiące element pary trącej wykonywane są z polietylenu, lub ceramiki korundowej Al_2O_3 . Istotną zaletą tego rozwiązania jest bezcementowe mocowanie panewki endoprotezy. W tym celu metalowe obudowy wykonywane są najczęściej ze stopu tytanu z powierzchnią porowatą. Stosowane są dwa rozwiązania mocowania tytanowych obudów panewek: z gwintowaną powierzchnią bądź też obudową mocowaną na wcisk (tzw. press-fit). Na RYS. 3 i 4 pokazano najczęściej stosowane rozwiązania panewek modułowych: firmy Aesculap [11, 12] oraz firmy BIOMET[13].

Ciekawym rozwiązaniem panewek modułowych firmy BIOMET jest to, iż ceramiczna wkładka jest mocowana w metalowej obudowie poprzez pośrednią wkładkę polietylenową. Polietylenowa wkładka pośrednia spełnia w tym przypadku rolę „amortyzatora” obciążenia.

Panewki modułowe współpracują z głowami metalowymi (CoCrMo) lub ceramicznymi. Mamy tu, zatem parę trącą typu: polietylen – CoCrMo lub „ceramika-ceramika”. Główną zaletą pary trącej „ceramika-ceramika” jest to, iż zostały tu wyeliminowane cząsteczki polietylenu jako produkty zużycia. Zużycie pary trącej „ceramika-ceramika” jest znacznie niższe od zużycia występującego w parze trącej typu: „polietylen-metal”. Natomiast wadą układu „ceramika-ceramika” jest większa sztywność układu, co wynika z faktu, iż moduł Younga ceramiki Al_2O_3 wynoszący 3.8 GPa jest wielokrotnie wyższy od modułu Younga kości. Duża różnica modułów sprężystości implantów i kości może mieć wpływ na wartość naprężeń występujących w układzie „implant-kość”

W rozwiązaniach panewek modułowych spotyka się również propozycję wkładek metalowych, jak np. panewka firmy



RYS.2. Panewki polietylenowe typu Wellera, a) bez kołnierza, b) z kołnierzem [10].
FIG.2. Polyethylene Weller's cups with and without a flange [10].

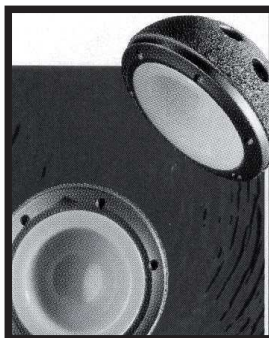
Successive works on modernisation of the motor system “head-acetabular cup” result in application of the modular cups, which consist of the metal casing and replaceable inserts. The inserts are made of polyethylene and Al_2O_3 corundum ceramics. Cementless fixation of the cups is the essential advantage of this solution. To that end metal casings are mostly made of titanium alloy having porous layer. Two fixation methods of titanium casings are used: with a screwed surface or with negative allowance (so-called press-fit). FIGURES 3 and 4 show the most often applied solutions of the modular cups. The ceramic insert fixed in metal casing by the intermediate polyethylene insert (modular cups – BIOMET [13]) seems to be a very interesting solution as the polyethylene insert plays a role of the shock absorber.

Modular cups collaborate with the metal (CoCrMo) or ceramic heads so we deal with the following frictional pairs: “polyethylene – CoCrMo” or “ceramics–ceramics”. Elimination of polyethylene debris is the main advantage of the “ceramics-ceramics” pair. Wear of such a pair is much less than wear occurring in the “polyethylene-metal” pair. However higher rigidity of the „ceramic-ceramic” pair is a significant disadvantageous. Young's modulus of Al_2O_3 ceramics is 3,8GPa and is much higher than the bone one. High difference between Young's modulus of the implant and bone can affect stresses in “implant-bone” system.

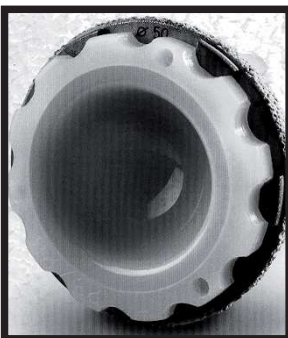
Among the modular cups there are also metal inserts i.e. cups of the METALOCK or BIOMET MERCK firms. The metal insert is fixed directly in metal casing via the polyethylene insert. The inner part of the metal cup, which is made of CoCrMo alloy, collaborates with metal head, which is also made of CoCrMo alloy. In FIG.5, for example, “head-acetabular cup” system of “metal-metal” type is shown.

Similar solutions basing on the “metal-metal” pair are also proposed by the other firms. Now it is difficult to answer in clear-cut way which solution: “ceramics-ceramics” or “metal-metal” is more favourable. Only results of the distant clinical tests can give the answer.

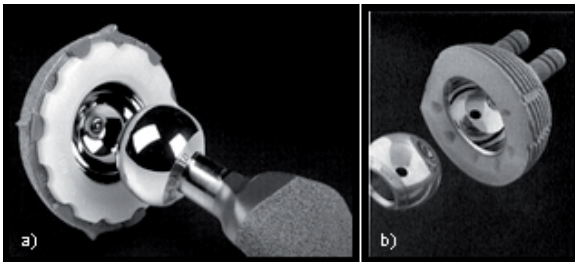
Striving for decrease in frictional resistance and increase in mobility of the joints some firms create new solutions of the cup construction so called “double mobility acetabular cups”. FIG.6 illustrates the double mobility acetabular cup of the BIOMET firm.



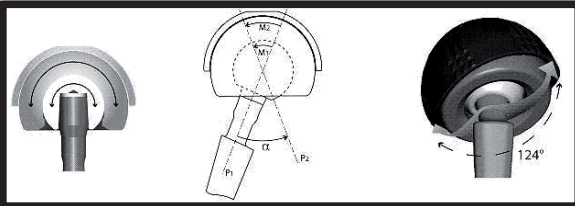
RYS.3. Panewka modułowa firmy Aesculap z wkładką ceramiczną [11,12].
FIG. 3. The modular cup with a ceramic insert of Aesculap firm [11,12].



RYS 4. Panewka modułowa firmy Biomet Merck z wkładką ceramiczną i polietylenową [13].
FIG.4. The modular cup with the ceramic and polyethylene inserts of Biomet Merck firm[13].



RYS.5. Panewka z wkładką metalową: a) firmy METALOCK [14] i b) firmy MATCHYS [15].
FIG.5. Acetabular cup with the metal insert of a) METALOCK firm [14], b) MATCHYS firm [15].



RYS.6. Głowo-panewka firm BIOMET [16].
FIG.6. Double mobility acetabular cup of the BIOMET firm [16].

METALOCK lub panewki firmy BIOMET MERCK. W tym ostatnim rozwiązaniu metalowa wkładka jest mocowana w obudowie metalowej za pośrednictwem wkładki polietylenowej. Metalowa panewka wewnętrzna wykonana ze stopu CoCrMo współpracuje z głową metalową wykonaną również ze stopu CoCrMo. Mamy wówczas parę trącą typu „metal-metal”.

Przykłady rozwiązań układu głowa-panewka typu „metal-metal” pokazano na RYS.5.

Podobne rozwiązania bazujące na parze trącej typu „metal-metal” proponują również inne firmy.

Na obecnym etapie trudno jest dać jednoznaczną odpowiedź na pytanie które z proponowanych rozwiązań par trących: ceramika-ceramika, czy też „metal-metal” jest bardziej korzystne. Wykażą to dopiero odległe wyniki badań klinicznych.

W dążeniu do obniżenia oporów tarcia i zwiększenia ruchomości stawów kilka firm opracowało nowe rozwiązania panewek pod nazwą „głowo-panewki”. Są to panewki o tzw. podwójnej ruchomości. Przykład głowo-panewki firmy BIOMET ilustruje RYS.6.

Zaletą tego rozwiązania panewek jest nie tylko zwiększenie ruchomości stawu i zmniejszenie zużycia, ale także większą łatwość przeprowadzenia zabiegów rewizyjnych. Głowo-panewki, o różnych rozwiązaniach konstrukcyjnych są produkowane w wersji cementowej i bezcementowej.

Nowe rozwiązania panewek endoprotez stawu biodrowego

Nowym kierunkiem badań, realizowanych również w kraju jest zastosowanie panewek z proszków spiekanych.

Badania prowadzone przez zespół na Politechnice Białostockiej [6] miały na celu opracowanie panewek spiekanych z proszku CoCrMo. Badano wytworzone materiały kompozytowe na bazie spieków z proszków CoCrMo typu Vitalium z 10% udziałem modyfikatora. Stwierdzono, że dobre własności mechaniczne posiada kompozyt na bazie stopu CoCrMo z 10% dodatkiem pirofosforanu wapnia. Wprowadzenie jako dodatku: węgla boru i azotku krzemu nie dało oczekiwanych wyników w sensie obniżenia współczynnika tarcia. Należy sądzić, iż prace te będą dalej kontynuowane.

Innym kierunkiem badań mającym na celu poprawę warunków tarcia i smarowania w węzle trącym „głowa-panewka” była modyfikacja chropowatości wewnętrznej powierzchni

Apart from the increase in joint mobility and decrease in wear, such a cup makes the revision operation much easier. Double mobility acetabular cups with different construction are produced as the cement and cementless versions.

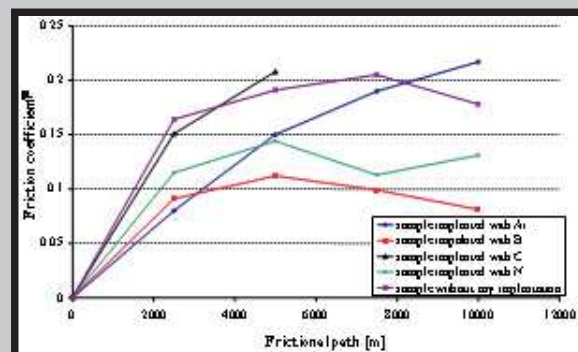
New solutions of the acetabular cups

An application of the cups made of sintered powder is a new direction in research (also in our country).

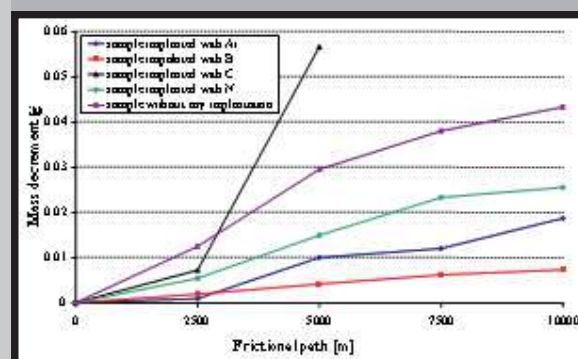
Research carried out at the Technical University of Białystok [6] aimed at elaboration of the sintered acetabular cups made from CoCrMo powder. Composite materials basing on the sinters made from CoCrMo (Vitalium) with 10% of modifier. It was stated that composite basing on CoCrMo alloy with 10% of calcium pyrophosphate characterised good mechanical properties. Additives such as: boron carbide and silicon nitride did not decrease the frictional coefficient. It seems that research should be carried on.

Another attempt to improve frictional conditions in the frictional pair “head-acetabular cup” is modification in roughness of the inner surface of the polyethylene cup by heat treatment. The authors [7] carried out the heat treatment of UHMWPE polyethylene in medical oil at temperature of 125 – 150°C. As a result a porous structure of the polyethylene surface was obtained, what improved tribological conditions significantly. On the other hand polyethylene mechanical properties (compression strength) decreased.

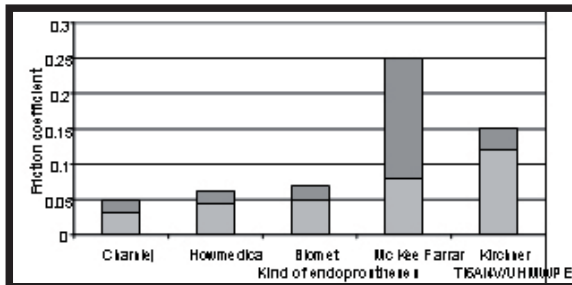
The research carried out at Częstochowa University of Technology, within the framework of research project No7T08C03809 [5], showed that ion implantation into UHMWPE surface caused the decrease in frictional coefficient and increase in wear resistance. In FIGs. 7 and 8 the test results of tribological properties of the polyethylene which



RYS.7. Wpływ implantacji jonów na wsp. tarcia polietylenu UHMWPE [5].
FIG.7. An influence of ion implantation into UHMWPE polyethylene on frictional coefficient [5].



RYS.8. Wpływ implantacji jonów na zmniejszenie polietylenu UHMWPE [5].
FIG.8. An influence of ion implantation into UHMWPE polyethylene on decrease in wear [5].



RYS.9. Wartości współczynników tarcia dla różnych typów endoprotez wg badań [8].
FIG.9. Values of the frictional coefficient for different kind of endoprosthesis [8].

panewki polietylenowej poprzez obróbkę cieplną. Autorzy pracy [7] przeprowadzili obróbkę cieplną polietylenu UHMWPE w oleju medycznym w temperaturze 125–150°C. W wyniku tej obróbki uzyskano porowatą strukturę powierzchni polietylenu, co poprawiło warunki tribologiczne w węzle tarcia. Obniżyły się natomiast własności mechaniczne (wytrzymałość na ściskanie) polietylenu.

Badania prowadzone w Politechnice Częstochowskiej [5] nad implantacją jonów w powierzchnię UHMWPE dały korzystny efekt w sensie obniżenia współczynnika tarcia i odporności na zużycie. Na RYS.7,8 przedstawiono wyniki badań prowadzonych w Politechnice Częstochowskiej nad modyfikacją własności tribologicznych polietylenu poprzez implantację jonów B, N, C, Ar. Implantację jonów przeprowadzono w Instytucie Fizyki Jądrowej w Krakowie.

Jak to wynika z przeprowadzonych badań, najlepsze efekty uzyskano poprzez implantację UHMWPE jonami boru.

Wyniki badań tribologicznych biomateriałów prowadzonych przez różne ośrodki

Dużo informacji o proponowanych rozwiązaniach układu „głowa-panewka” mogą dostarczyć badania na symulatorach. Na RYS.9 zestawiono wartości współczynników tarcia dla różnych typów endoprotez wg. badań R.M. Halla i A. Unswortha [8].

Z przeprowadzonych badań wynika, iż wartości współczynnika tarcia w endoprotezach z panewkami polietylenowymi zawarte są w granicach $\mu = 0.03-0.069$. Najwyższe opory tarcia zarejestrowano w endoprotezach Mc Kee-Farrary, dla których $\mu = 0.08-0.25$. Pomimo wysokich oporów tarcia ten typ endoprotezy oceniany był przez wielu lekarzy pozytywnie. Na RYS.10 zestawiono wyniki pomiarów współczynnika tarcia dla układu „głowa-panewka”, prowadzonych przez różne ośrodki.

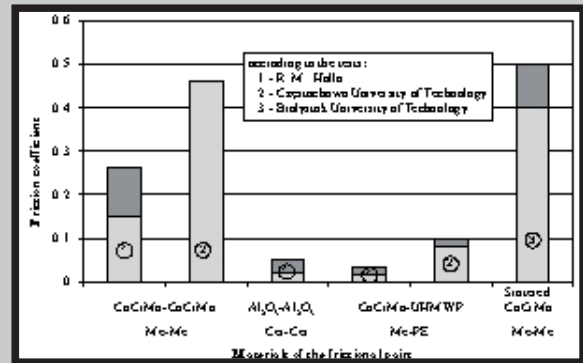
Z dokonanego zestawienia wynika, iż do korzystnych par trących można zaliczyć:

- CoCrMo – UHMWPE,
- $Al_2O_3 - Al_2O_3$.

Nowe propozycje zastosowania porowatych materiałów spiekanych wymagają jeszcze dalszych badań.

Wnioski

1. O trwałości endoprotez decydują procesy zużycia występujące w układzie: głowa-panewka oraz stabilność mocowania panewki i trzpienia.
2. Korzystną parą trącą jest układ $Al_2O_3 - Al_2O_3$ pod warunkiem zastosowania amortyzującej wkładki z polietylenu.
3. Za przyszłościowy kierunek badań należy uznać pracę nad zastosowaniem porowatych materiałów spiekanych na jeden z elementów pary trącej.



RYS.10. Wyniki pomiarów współczynnika tarcia dla różnych materiałów pary trącej „głowa-panewka”, 1 - wg [9] 2 – wg badań prowadzonych na Politechnice Częstochowskiej [5], 3 – wg badań prowadzonych na Politechnice Białostockiej [6].
FIG.10. Test results of the frictional coefficients for different materials of the frictional pairs “head-acetabular cup” according to: 1 – [9], 2 – the tests carried out at Częstochowa University of Technology [5], 3 – the tests carried out at Białystok University of Technology [6].

was implanted with B,N,C,Ar ions are presented. Ion implantation was carried out at Institute of Nuclear Physics, Kraków.

According to the tests the best results were obtained for the implantation with boron ions.

The results of tribological tests carried out with biomaterials at different research centres

It is possible to obtain much information on the proposed solutions of the “head-acetabular cup” system from the tests carried out on the simulators. In FIG.9 values of the frictional coefficients for different type of endoprosthesis according to the tests carried out by R.M. Hall and A. Unsworth [8] are presented.

According to the tests frictional coefficient for the endoprosthesis with polyethylene cups is $\mu = 0.03-0.069$. The highest frictional resistance were registered for Mc Kee-Farrary endoprosthesis i.e. $\mu = 0.08-0.25$. Despite this fact many doctors assessed these endoprosthesis positively. In FIG. 10 the frictional coefficients measured for the „head-acetabular cup” system by different canters are put together.

According to the FIGURE it can be stated that good results were obtained for the: CoCrMo – UHMWPE, $Al_2O_3 - Al_2O_3$ pairs.

The proposal of application of sintered porous materials for frictional elements of endoprosthesis needs further tests.

Results

1. Both wear processes occurring in „head - acetabular cup” system and stability of fixation of the acetabular cups and stems affect endoprosthesis durability.
2. $Al_2O_3 - Al_2O_3$ system seems to be a favourable frictional pair on condition that the absorbing polyethylene insert will be applied.
3. Works on the application of porous sintering materials as one element of the frictional pair seems to be a very interesting and future direction of the research.

Piśmiennictwo

- [1] Gierzyńska-Dolna M.: Biotribologia. Wyd. Polit. Częst. Czeszochowa, Poland, 2002
- [2] Gierzyńska-Dolna M.: Tribological problems in natural and artificial humans' joints. Inżynieria Biomateriałów 1997, No1
- [3] Chmielewski D., Górecki A.: Immunologiczne i mechaniczne aspekty obłuzowania endoprotez stawu biodrowego. Inżynieria Ortopedyczna i Protetyczna 1999, Białystok
- [4] Lacki P., Adamus J., Jałbrzykowski M.: Charakterystyki tribologiczne par kinematycznych stosowanych w endoprotezach stawu biodrowego. Tribologia 2005, No 3
- [5] Multi-author work edited by Gierzyńska-Dolna M.: Optymalizacja doboru materiałów i obróbki powierzchniowej niektórych endoprotez narządów ruchu człowieka w oparciu o badania tarciowo-życiowe. Report of the research projekt 7T08C03809 (unpublished material)
- [6] Grądzka-Dahlke M., Dąbrowski J. R.: Ocena własności kompozytu na bazie stopu implantacyjnego CoCrMo. Inżynieria Biomateriałów 2004, No 38-42

References

- [7] Pincuk L.S., Tsvetkova J.A. et.al.: A frictional material for endoprostheses with cartilage – simulating structure. Friction and Wear, 1995, No16
- [8] Hall R.M., Unsworth A.: Review Frictional in hip prostheses. Biomaterials, 1997, No 18 pp. 1017-1026
- [9] Unsworth A., Hall R.M. et.al.: Frictional resistance of new and explanted artificial hip joints. Wear, 1995, No 190 pp. 226-231
- [10] Charnley acetabular componets of the THACKRAY Firm
- [11] Aesculap: The modular ceramic bearing No 0-132-02
- [12] Aesculap: Plasmacup SC No 0-147
- [13] Modular cup system RingLoc, Firm BIOMET-MERCK, 2000
- [14] Metal on metal articulation firm BIOMET-MERCK FLH 094
- [15] <http://www.mathysmedical.com>
- [16] AVANTAGE ACETABULUM SYSTEM, Firma BIOMED, www.biomet.fr

WPŁYW ZASTOSOWANYCH PŁYNÓW DO ZARABIANIA PROSZKU O SKŁADZIE: α TCP-DCPD NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE I BIOZGODNOŚĆ OTRZYMYWANYCH CEMENTÓW KOSTNYCH

JOANNA KARAS^{*}, STANISŁAW PIELKA^{**}, DANUTA PALUCH^{**},
LIDIA CIOŁEK^{*}, STANISŁAW TRACZYK^{*}

^{*}INSTYTUT SZKŁA I CERAMIKI, ZAKŁAD BIOCERAMIKI
^{**}ZAKŁAD CHIRURGII EKSPERYMENTALNEJ I BADANIA BIOMATERIAŁÓW, AKADEMIA MEDYCZNA WE WROCŁAWIU
E-MAIL: BIOCERAMIKA@NEOSTRADA.PL

Streszczenie

Praca przedstawia wyniki badań cementów wapniowofosforanowych otrzymanych z komponentu o składzie α TCP-DCPD i płynów do jego zarabiania w postaci wody lub wodnych roztworów polimerów naturalnych lub innych substancji organicznych. Określono właściwości fizyczne cementów jak czas wiązania, wytrzymałość na ściskanie, jak i oceniono ich zarabialność, podatność na iniekcję i integralność w SBF. Przeprowadzono badania cytotoksyczności w bezpośrednim kontakcie z fibroblastami mysimi. Wykazano istotny wpływ płynów na właściwości fizyczne i biogodność otrzymanych cementów.
[Inżynieria Biomateriałów, 58-60,(2006),241-245]

Wprowadzenie

Konieczność zastąpienia utraconej tkanki kostnej z powodu chorób układu kostnego takich jak reumatyzm i osteoporoza oraz tworzenia się cyst i nowotworów lub też urazów, wymaga stosowania materiałów syntetycznych. Przedmiotem szczególnego zastosowania są cementy wapniowofosforanowe, które łączą wysoką biogodność i bioaktywność z możliwością szczelnego wypełnienia ubytków o nieregularnych kształtach [1,2,3]. W ISiC opracowano szereg cementów wapniowofosforanowych otrzymanych na bazie fosforanów krystalicznych

INFLUENCE OF LIQUIDS USED IN MIXING α TCP-DCPD POWDER ON PHYSICAL PROPERTIES AND BIOCOMPATIBILITY OF THE OBTAINED BONE CEMENTS

JOANNA KARAS^{*}, STANISŁAW PIELKA^{**}, DANUTA PALUCH^{**},
LIDIA CIOŁEK^{*}, STANISŁAW TRACZYK^{*}

^{*}INSTITUTE OF GLASS AND CERAMICS, DEPARTMENT OF BIOCERAMICS,
^{**} DEPARTMENT OF EXPERIMENTAL SURGERY AND BIOMATERIALS RESEARCH, MEDICAL UNIVERSITY IN WROCLAW
BIOCERAMIKA@NEOSTRADA.PL

Abstract

The paper presents results of research on calcium-phosphate cements obtained from α TCP-DCPD component and liquids used in cement mixing, such as water or aqueous solutions of natural polymers or other organic substances. Physical properties of cements such as: setting time, compressive strength have been determined and also their workability, injectability and integrity in SBF. Analysis of cytotoxicity in immediate contact with mouse fibroblasts has been performed. It was demonstrated that liquids significantly affect physical properties and biocompatibility of the obtained cements.

[Engineering of Biomaterials, 58-60,(2006),241-245]

Introduction

In case of replacement of tissue lost as a result of the skeletal system illnesses, such as rheumatism and osteoporosis, and in case of cysts and tumours or injuries, it is necessary to use synthetic materials. Application of calcium phosphate cements is of significant importance as they combine biocompatibility and bioactivity with the possibility to fill tightly irregularly shaped defects [1,2,3]. In ISiC many calcium-phosphate cements were obtained on the basis of crystalline phosphates, produced in high-temperature processes, as well as in precipitation from aqueous solutions. From among many cements developed from various powder components and with different liquids applied, we have cho-