

Kształcenia Podyplomowego w Warszawie, koniugaty kladribiny i kwasu 3-hydroksymasłowego wykazują istotną aktywność między innymi na komórki raka ludzkiej wątroby (HepG2). Fakt ten ma istotne znaczenie, ponieważ efektywność znanych i stosowanych metod terapii ludzkiego raka wątroby jak chemoterapia, ekstrakcja i transplantacja jest znikoma. Zgodnie z obecnym stanem wiedzy można przypuszczać, że te zachęcające wyniki mogą być wynikiem synergistycznego działania zarówno leku jak też nośnika. Produkt degradacji nośnika (kwas 3-hydroksymasłowy) jest metabolitem przemiany materii w ludzkim organizmie. Jak donoszą publikacje z ostatnich dwóch lat [33,34] związek ten hamuje procesy degradacji komórek neuronowych w chorobie Alzheimer'a. Ponadto przyspiesza procesy rekonwalescencji pacjentów po długotrwałych schorzeniach [35].

Dlatego też w dalszych pracach podjęliśmy badania nad koniugatami kwasu acetylosalicylowego i poli(3-hydroksymasłowego kwasu) (RYS.3).

Jak wiadomo kwas acetylosalicylowy jest jednym z najstarszych masowym wieloczynnościowym lekiem stosowanym jako środek przeciwzapalny, przeciwzakrzepowy, zapobiegający udarom mózgu i zawałowi serca. W oparciu o nasze dotychczasowe wyniki i stwierdzony synergizm działania, spodziewamy się, że połączenie właściwości kwasu acetylosalicylowego i nośnika, poli(3-hydroksymasłanu) może przynieść interesujące wyniki [36].

- [14] Maniar M., Domb A., Haffer A., Shab J., J. Controlled Release 30 (1994) 233.
 [15] McGee J. P., Davis S. S., O'Hagan D. T., J. Controlled Release 31 (1994) 55.
 [16] Heller J., J. Adv. Drug Delivery Rev. 10 (1993) 163.
 [17] Langer R., Ann. Biomed. Eng. 23 (1995) 101.
 [18] Sudesh K., Abe K., Doi Y., Prog. Polym. Sci. 25 (2000) 1503.
 [19] Doi Y., "Microbial Polyesters", Weinheim VCH 1990.
 [20] Reusch R. N., Sadoff H., J. Bacterial 156 (1983) 778.
 [21] Seebach D., Fritz M. G., Int. J. Biol. Macromol. 25 (1999) 217.
 [22] Gross R. A., Zhang Y., Konrad G., Lenz R. W., Macromolecules 21 (1989) 6718.
 [23] Dye, J. L. In Progress in Macrocyclic Chemistry; (Izalt, R. M.; Christianson, I. Eds.) Wiley New York, 1979.
 [24] Edwards P. P., Adv. Inorg. Chem. Radiochem. 25 (1982) 135.
 [25] Jedliński Z., Misiólek A., Głódkowski W., Janeczek H., Wolińska A., Tetrahedron 40 (1990) 3547.
 [26] Jedliński Z., Pure Appl. Chem. 65 (1993) 483.
 [27] Jedliński Z., Acc. Chem. Res. 31 (1998) 55.
 [28] Jedliński Z., M. Kowalczyk, Macromolecules 22 (1989) 3242.
 [29] Jedliński Z., Kurcok P., Lenz R. W., Macromolecules 31 (1998) 6718.
 [30] Das S., Kurcok P., Jedliński Z., Reusch R. N; Macromolecules 32 (1999) 8781.
 [31] Jedliński Z., Kurcok P., Adamus G., Juzwa M., Acta Biochim. Polon. 47 (2000) 79.
 [32] Polish Patent Appl. RP P-344778 (2000).
 [33] Kashiwaya Y., Takeshima T., Mori N., Nakashima K., Clarke K., Veech R. L. PNAS - Proc. Nat. Acad. Sci. USA (Med. Sci) 97, 5440-5444 (2000).
 [34] Veech R., Chance B., Kashiwaya Y., Lardy H. A., Cahill G. F. Jr. Life 51 (2001) 241.
 [35] Watkins S. M., Carter L. C., Mak J., Tsau J., Yamamoto S., German J. B., J. Dairy Res. 66 (1999) 559.
 [36] Polish Patent Appl. RP P-348487 (2001).

BIOMATERIAŁY WĘGLOWE W CHIRURGII KOLANA

TADEUSZ TRZASKA

WIELKOPOLSKI OŚRODEK CHIRURGII KOLANA I ARTROSKOPII W
PUSZCZYKOWIE

Streszczenie

Celem pracy jest przedstawienie możliwości leczenia niektórych schorzeń stawu kolanowego z zastosowaniem biomateriałów węglowych. Biomateriały te stosowane są najczęściej w postaci nici węglowych, włókniny węglowej, blaszek oraz różnego rodzaju śrub. Biomateriały te są opracowane i produkowane przez zespoły Katedry Ceramiki Specjalnej AGH w Krakowie i Instytutu Włókien Chemicznych w Łodzi. W leczeniu rozległych ubytków chrząstki stawowej stosujemy włókninę węglową. W leczeniu Osteochondrosis dissecans do stabilizacji fragmentu chrząstki jak i chrząstko-kostnego stosujemy inny rodzaj kompozytu węglowego jakim są śruby. Nieco inne śruby węglowe stosujemy przy stabilizacji obwodowego końca wolnego przszczepu BPTB przy rekonstrukcji ACL. Nici węglowe mogą być stosowane we wszystkich rodzajach wymienionych operacji jak i wyłącznie przy szyciu troczków.

Materiał i metoda. W latach od 1989 roku do chwili

CARBON BIOMATERIALS IN THE KNEE SURGERY

TADEUSZ TRZASKA

REGIONAL CENTER FOR KNEE SURGERY AND ARTHROSCOPY
IN PUSZCZYKOWO

Abstract

Aim of the study is the valuation of the possibility in the treatment of the defects of the knee to apply of the carbon biomaterials. The biomaterials are in the form of the carbon filaments, screws, rafts, fibres and others. The biomaterials are the results of laboratory work of the team of the Chair of Special Ceramics AGH in Kraków, as well as of the team from Institute of Chemical Fibres in Łódź. Carbon fibre we use of the treatment of the cartilage damage specially. Carbon screws are mainly used in case of: stabilisation of the BPTB transplant of the ACL reconstruction (interference screws) and for stabilisation of the free osteochondral fragments and of the fragments of the fractures of the knee region. Carbon filaments to apply of all types operation with used carbon biomaterials and others without biomaterials too.

Materials and methods. In our department in the years 1989 - 2000 we performed 39 operation with used carbon biomaterials. In 28 one we performed reconstruction of the joint surface using carbon fibre.

obecnej wykonaliśmy 35 zabiegów z zastosowaniem biomateriałów węglowych. W tym 28 podczas rekonstrukcji powierzchni stawowej z zastosowaniem włókniyny węglowej. Wskazaniem do zastosowania włókniyny węglowej (u 28 chorych) były a) duży ubytek w powierzchni stawowej chrząstki, b) brak innej możliwości leczenia oraz c) młody wiek pacjenta. Wskazaniem do zastosowania śruby węglowej były 2 przypadki osteochondrosis dissecans z niepełnym oddzieleniem fragmentu chrzęstnego. Wskazaniem do zastosowania śruby podobnej do interferencyjnej (u 5 chorych) była stabilizacja obwodowych końców wolnego przeszczepu BPTB podczas rekonstrukcji ACL. Okres obserwacji wynosi 1,5 roku do 10 lat.

Omówienie. W oparciu o doświadczenia własne jak i opracowania spostrzegane w literaturze można stwierdzić, że stosowane implanty węglowe w różnej, aktualnie dostępnej postaci są bardzo przydatne i co najważniejsze nie wywołują alergicznych reakcji odczynowych ograniczających wskazania do ich stosowania. Postęp technik operacyjnych powinien stanowić przyczynek do dalszych badań na możliwościach zastosowania nowych implantów węglowych spełniających wymagania mechaniczne i biologiczne.

Wnioski. 1) Wraz z rozwojem technik operacyjnych w chirurgii kolana możliwe jest coraz szersze stosowanie bioametriatów węglowych. Dalsze badania nad zastąpieniem ich kompozytami węglowymi powinny być dalej prowadzone.

2) Śruby węglowe są dobrym materiałem zespalającym, nie wywołują odczynu na ciało obce i eliminują dodatkowe operacje usuwania łączników metalowych.

3) Włókniyna węglowa jest dobrym implantem do wypełniania ubytków chrzęstno-kostnych, natychmiast eliminuje ból, jednak powoli ulega przerastaniu tkanką łączną chrzęstopodobną i właściwą twardość uzyskuje średnio ok. 1 roku po zabiegu operacyjnym.

4) Stosując biomateriały węglowe nie obserwuje się masywnych reakcji odczynowych na ciało obce a stwierdzone odczyny maziowe w postaci przekrwienia (spozrzegane artroskopowo) są klinicznie nieme i nie powodują reakcji wysiękowych.

Wprowadzenie

Gwałtowny postęp techniczny ostatnich lat jak i zmiany w trybie życia społeczeństwa charakteryzują się lawinowym wzrostem liczby wypadków komunikacyjnych, w pracy jak i sportowych. Stawia to przed lekarzem coraz większe wymagania w leczeniu z wykorzystaniem najnowocześniejszych metod zarówno diagnostyki jak i terapii. Mając do dyspozycji coraz szerszą gamę możliwości diagnostycznych, decydujemy się coraz częściej na leczenie operacyjne, mimo że dawniej nie proponowalibyśmy takiego leczenia. Takie postępowanie umożliwiły zdobycze techniki ostatnich lat, które wymuszają niejako zrewidowanie poglądów na dotychczasowe leczenie. Artroskopia w sposób szczególnie przyczyniła się do wzbogacenia możliwości diagnostycznych schorzeń stawu kolanowego. Pozwoliła na lepszą orientację patologii wnętrza stawu kolanowego zarówno pod względem anatomii a szczególnie anatomii czynnościowej jak i topografii stwierdzonych zmian chorobowych [9,17,21]. To nowe spojrzenie na patologię stawu kolanowego zaowocowało nowymi formami leczenia niestabilności a więc nowymi technikami rekonstrukcji więzadeł kolana, szczególnie więzadła krzyżowego przedniego. Liczba uszkodzeń więzadłowych kolana stale wzrasta. Wzrasta również liczba precyzyjnych wskazań do ich rekonstrukcji. Rekonstrukcje więzadeł krzyżowych wykonuje się zarówno

Indications to use carbon fibre were: a)-big loss of chondral defects, b)-lack of other treatment possibilities and c)-young age of the patient. In our analysis we discuss only patients with defects above 2 cm². Indication for usage carbon screw were 2 cases of osteochondrosis dissecans with incomplete separation of cartilage fragment. Indications to use interferens screw (5 cases) was stabilisation of the ends of the BPTB grafting used to the ACL reconstruction. Arthroscopy was performed before every operation. Carbon rafts was use of the treatment colleteral ligament lesions with two patients and with two patients also of the treatment patella tendon rupture. All the patients were exactly informed about the methods of treatment with carbon fibres and agreed for suggested treatment. The time of observation is 1,5 to 11 years.

Discussion. Our experience and of the results in the literature of the treatment of the cases with the pathological problems of the knee to apply carbon biomaterials are very positive. The pathological and allergic reaction are not observed. The use carbon fibre is not discussion, but the problem is about carbon plates in the treatment of the fractures of the knee, because the modelling of these is not possible. Carbon rafts are used of the best in the treatment collateralligament injury and as well as of the revision reconstruction anterior crucial ligament. The good results are too of the treatment extensor aparat of the knee - patella ligament specially. The new scientific search of the carbon biomaterials are indicated.

Conclusions. 1) The scientific evolution of the biomaterials and progress of the surgical procedures of the knee contribute to the carbon biomaterials apply. 2) Carbon screws are very good of the material in the stabilisation, du not provocated allergic reaction. 3) Carbon fibre is a very good implant for the treatment cartilage defects, completely deterioration of the pain, but the operation overgrown by fibroses tissue is very slowly and reaches the exact hardness by more or less 1 year after operation. 4) After operation with used carbon biobaterial do not observed of the mass allergic reactions to corpus alienum and synovial reactions occurred in the form of the arthroscopy view are clinically negative and do not result in exhudation.

Introduction

In a very particular way arthroscopy enriched the diagnostic possibilities of the pathology syndromes of the knee. It allows a much better orientation in case of changes of the inside of the knee joint as for functional anatomy as well as topography of the knee. This new point of view on pathology of the knee bore fruits in other forms and methods of therapy in stability of the knee, specially in case of ACL reconstruction. To a much bigger extend arthroscopy changed the way of treatment of cartilage damage [9,17,18,21,23]. One of the new methods of therapy was the usage of carbon biomaterials [8]. The present forms of the carbon biomaterials of the surgery of the knee are the results of laboratory work of the team of the Chair of Special Ceramics AGH in Kraków, led by prof. Pampuch [2,11] as well as the team from Institute of Chemical Fibres in Łódź. We have to pay special attention to the scientific cooperation between AGH in Krakow and Clinic of Orthopaedics in Warsaw. Scientific experience as well as the usage of carbon biomaterials in surgery of the Knee bore fruits in form of dissertation works (Benke, Górecki, Kuś), [8]. Great practical experiences in using carbon biomaterials in surgery of the knee wear presented by Staszaków, Trzaska, Kotela and others. In surgery of the knee we use carbon

metodą otwartą jak i zamkniętą przy pomocy artroskopu. W jeszcze większym stopniu obrazy spostrzegane w artroskopii przyczyniły się do leczenia patologii chrząstki stawowej [18,23]. Okazało się bowiem, że dotychczasowe metody leczenia nie zawsze były tak skuteczne jak byśmy tego oczekiwali. Wykorzystanie nowych form diagnostyki umożliwiło wytworzenie nowych metod leczenia. Jedną z nowych metod leczenia było wykorzystanie biomateriałów węglowych, węglowodorków czy kompozytów węglowych [8]. Aktualne rodzaje biomateriałów węglowych stosowane w chirurgii kolana są wynikiem żmudnych prac zespołu Katedry Ceramiki specjalnej AGH w Krakowie pod kierunkiem profesora Pampucha [2,11], oraz Instytutu Włókien Chemicznych w Łodzi. Na szczególną uwagę zasługuje współpraca naukowa między AGH w Krakowie a Kliniką Ortopedii AM w Warszawie. Zastosowanie kompozytów węglowych w chirurgii kolana owocowało 11 pracami doktorskimi i 4 habilitacyjnymi (S. Błażewisz, T. Cieślak, A. Górecki i W.M. Kuś) [8]. Duże doświadczenie praktyczne w stosowaniu kompozytów węglowych w chirurgii kolana prezentowali w piśmiennictwie i na zjazdach naukowych Staszaków, Trzaska, Kotela i inni. W chirurgii kolana mają zastosowanie nici węglowe, śruby w leczeniu niestabilności oraz przy zespalaniu złamań śródstawowych, włókniny w leczeniu ubytków chrząstki stawowej, plecionki i taśmy węglowe stosowane przy rekonstrukcji więzadeł oraz blaszki do zespalania odłamów przy złamaniach okołostawowych kolana.

Nici węglowe są stosowane są przy wielu typach zabiegów operacyjnych w obrębie stawu kolanowego. Są to: szew więzadeł przy częściowym ich uszkodzeniu, stabilizacja włókniny przy wypełnianiu ubytków chrząstki stawowej rzepki i kłykci udowych, szew troczków. Założone szwy spełniały swoje zadanie pod względem wytrzymałości, nie powodowały alergicznych reakcji odczynowych.

Śruby węglowe mają również wielorakie zastosowanie: śruby interferencyjne stosowane do stabilizacji końców przeszczepu BPTB przy rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego. Śruby te charakteryzują się odpowiednią twardością, mają bowiem stabilizować końce kostne przeszczepu. Po operacji rekonstrukcji więzadeł krzyżowych już w I dobie po operacji rozpoczyna się ćwiczenia usprawniające a więc ustabilizowanie końców przeszczepu ma bardzo duże znaczenie praktyczne. Końce te nie mogą się przesuwać podczas napinania wywołanego ruchem. Śruby stosowane do stabilizacji końców przeszczepu najlepszymi okazały się śruby z polisulfonu wzmocnione krótkimi włóknami węglowymi (...). Inne rodzaje śrub węglowych to: śruby korowe o podobnej konsystencji jak interferencyjne jednak o innym gwincie, stosowane do stabilizacji złamań śródstawowych i okołostawowych, śruby kompozytów węgiel-węgiel o zmniejszonej twardości używane do stabilizacji wolnych i półwolnych fragmentów chrzęstno-kostnych np. w "Osteochondritis dissecans". Ta zmniejszona twardość ma znaczenie przy odcinaniu fragmentu śruby po uzyskaniu stabilizacji. W ostatnim czasie trwają prace na śrubowym implantem węglowym pomysłu autora, który ma zastosowanie w wypełnianiu ubytków chrzęstno-kostnych (opatentowany przez autora). Zagadnienie wypełniania ubytków chrzęstno-kostnych stawu kolanowego ma ogromne znaczenie ze względu na lawinowy wzrost uszkodzeń chrząstki stawowej oraz możliwości nowoczesnego rozpoznawania

Taśmy węglowe Jedną z metod stosowanych przy rekonstrukcji jest wykonanie przeszczepu z taśmy węglowej. Dla zabezpieczenia przed ewentualnymi reakcjami odczynowymi obszywa się taśmę węglową płatem z powięzi szerokiej uda. Wówczas kiedy nie były jeszcze rozpowszechnione w Polsce metody artroskopowej rekonstrukcji więza-

filaments, carbon screws, carbon fibres and carbon rafts specially during the reconstruction of the ligaments.

Carbon filaments are mainly used in case of: suture of the ligaments by their partial damage, stabilisation of the carbon fibre on the reconstruction of the cartilage damage, suture of the retinacula. Carbon filaments are very lasting and give no allergic reactions.

Carbon screws are mainly used in case of: stabilisation of the BPTB transplant of the ACL reconstruction (interference screws). Those screws possess high hardness because they have to stabilise the transplant during early rehabilitation exercises. Other kind of carbon screws are cortical screws used for stabilisation of the fragments of the fractures of the knee region. Not others screws there are "soft" screws, with a lower hardness used for stabilisation of the loose fragments of the osteochondritis dissecans syndrome. This lower hardness is important in case of screws resection after receiving full stabilisation. Lately scientific works are going on special screw carbon implant (of the authors own idea) which can be used in case of cartilage damage (private patent). The problem of the treatment of the cartilage damage of the knee is very important at present because of avalanche progress of damages of this kind and the new possibilities of diagnosis.

Carbon rafts. Instability of the knee is still the big problem for the therapy. The number the knee with the damage of the ligament a specially the crucial ligament is permanently hayer. The method of the reconstruction of the crucial ligament is open and arthroscopy technique possibility. One of them of the open technique is reconstruction with used carbon rafts. The protection of the intraarticular part of the carbon raft is very important. There is for elimination of the allergic reaction in the carbon materials. The protection is possibility with used "fascia lata". The reconstruction crucial ligament with used carbon raft is very good method, but at now, when arthroscopy technique of the reconstruction ACL is across the board, every open techniques are less popularly. Presently the operations with used the carbon rafts in the reconstruction crucial ligament are reserved only for the revision reconstruction. The same procedures for collateral ligaments are still recommended.

Carbon plate Indications for the application carbon plate in the surgery of the knee is limited, because the modelling of these is not possible.

Carbon fibre have to apply on the treatment on the dip cartilage damage. The best results we observed, when carbon fibre is stabilised by carbon filaments. On the surgery of the knee the moving is obligated and we do not observed complications after excised. In arthroscopy observation after 3 months we see a change of colour black to grey and its consistence was not hard. Evident hardening of implanted carbon fibre was observed about 6 months after operation, in same cases up to 18 months. The characteristically symptom after operation cartilage damage with implantation the carbon fibre is completely deterioration of the pain. The allergic reaction after operation with used carbon fibre are do not observed.

Carbon matrix for the breeding of the chondrocytes. The new method of the treatment of the cartilage damage is the chondrocytes transplantation, or implantation the special matrix with chondrocytes. The special matrix must be make possible the grows of the chondrocytes. One of them is special matrix with carbon composites.

Screw carbon implant. Lately scientific works are going on special screw carbon implant (of the authors own idea)

deł krzyżowych, ten typ operacji znacznie stracił na wartości, gdyż znacznie zwiększa rozległość operacji. Metoda sama w sobie jest metodą dobrą, nie wywołującą w zasadzie reakcji odczynowych alergicznych w postaci nadmiernych wysięków, wtórnych zrostów co prowadzi do zmniejszenia zakresu ruchu a więc do upośledzenia sprawności ruchowej. Jednak w dzisiejszej dobie, kiedy przy pomocy technik artroskopowych rutynowo wykonuje się rekonstrukcje materiałami autogennymi, które nie wymagają dodatkowego pokrycia tkanką powięziową, ten typ operacji należy zarezerwować jedynie do przypadków szczególnych a przede wszystkim do operacji rewizyjnych. Z powodzeniem natomiast taśmy węglowe stosuje się przy rekonstrukcji więzadeł pobocznych.

Błaszki węglowe. Zastosowanie blaszek węglowych w chirurgii kolana w leczeniu złamań śródstawowych czy okołostawowych jest ograniczone ze względu na to, że jeszcze nie można wyprodukować blaszki odpowiednio wyprofilowanej. Złamania okolicy kolana a szczególnie bliższej nasady piszczeli wymagają stosowania blaszek, które mogą być modelowane w czasie zabiegu operacyjnego a tych możliwości nie mają obecnie dostępne blaszki węglowe. Na dzień dzisiejszy dysponujemy jedynie blaszkami prostymi co bardzo ogranicza wskazania.

Włókniny węglowe są najczęściej stosowane w leczeniu ubytków chrzęstno-kostnych zarówno rzepki jak i kłykci udowych. Najlepsze wyniki uzyskuje się przy dokładnym wypełnieniu ubytku zmoczoną włókniną stabilizując ją szwami węglowymi przeprowadzonymi poprzez kanały kostne w rzepce czy kłykciach udowych. Mimo, że obowiązuje zasada szybkiego uruchomienia operowanego kolana to właśnie stabilizacja włókniny szwami zezwala na rozpoczęcie szybkiego usprawniania. W obserwacjach artroskopowych wszczepionej włókniny po 3 miesiącach od operacji obserwujemy zmianę barwy z czarnej na szarą czy nawet jeszcze jaśniejszą. W jamie stawowej nie obserwowaliśmy reakcji odczynowych z wyjątkiem nadmiernego przekrwienia błony maziowej stwierdzonego w kilku kolanach. Charakterystycznym objawem po wypełnieniu ubytku włókniną węglową jest natychmiastowe ustąpienie dolegliwości bólowych istniejących przed operacją. Dalsze obserwacje wykazują jednak, że proces twerdnienia przeszczepu jest długotrwały a wytworzona tkanka włóknisto-chrzęstna na podłożu matrycy węglowej jaką jest włóknina twardnieje około 1 roku.

Matryce węglowe dla hodowli chondrocytów. Najnowszymi metodami uzupełniania ubytków chrząstki stawowej są przeszczepy autogennych chondrocytów wyhodowanych na specjalnych pożywkach, w laboratoriach zapewniających super sterylność. Można wszczepiać hodowle chondrocytów pod płyty okostnowe lub specjalnie przygotowane matryce z chondrocytami gwarantującymi lepsze i jednolite wypełnienie ubytku. Jedną z form takiej matrycy jest matryca węglowa.

Śrubowy implant węglowy (SIW). Duże ubytki chrząstki stawowej można uzupełnić implantem węglowym, który w założeniach odtwarza gładką powierzchnię poślizgową wolną od reakcji z tkanką łączną a więc nie może wytwarzać zrostów. Natomiast część śrubowa powinna mieć możliwości łączenia się z podłożem celem przetrwania co powoduje jego stabilizację i zapobiega powstawaniu mikro-ruchów w każdej płaszczyźnie. Zaletą tej metody jest podobnie jak w plastyce mozaikowej jednorazowy zabieg operacyjny, bez konieczności stosowania dodatkowej stabilizacji.

Materiał własny. W Wielkopolski Ośrodku Chirurgii Kolana i Artroskopii w Puszczykowie od 1989 do 2000 roku wykonaliśmy 39 zabiegów z zastosowaniem biomateria-

which can be used in case of cartilage damage (private patent). Idea screw carbon implant is the replay of the articulate surface after the cartilage damage. The articulate surface of the carbon implant must be plain as well as normal cartilage surface. The second part of the implant - screw part must be impregnated special carbon composite with possibility stabilised reaction between the implant and the bone. Other allergic reaction is du not possible of course. Quality of these method of the reconstruction cartilage defect is as well as in mosaic plasty, only one operation without the additional stabilisation

Material and methods

In our department in the years 1989 - 2000 we performed 39 operation with used carbon bioamaterials. In 28 one we performed reconstruction of the joint surface using carbon fibre. Indications to use carbon fibre were: a)-big loss of chondral defects, b)-lack of other treatment possibilities and c)-young age of the patient. In our analysis we discuss only patients with defects above 2 cm². Indication for usage carbon screw were 2 cases of osteochondrosis dissecans with incomplete separation of cartilage fragment. Indications to use interferens screw (5 cases) was stabilisation of the ends of the BPTB grafting used to the ACL reconstruction. Carbon rafts was use of the treatment colleteral ligament lesions with two patients and with two patients also of the treatment patella tendon rupture. Arthroscopy was performed before every operation. All the patients were exactly informed about the methods of treatment with carbon fibres and agreed for suggested treatment.

Results

By control check up we stated, in case of all the patients pain of the operated knees disappeared. No negative reactions were observed as for chronicl, exudation, limited movement or longterm overheating of the skin of the operated joint. Overheating was observed and noticed by patients only after too intensive exercises. Limited bending up to 900 occurred by 3 patients and was reaction on incorrect rehabilitation. By other patients we did not observe limited movement of the knee joint. After 3 months we carefully observed implanted carbon fibre while removing metal clamers. That time followed a change of colour black to grey and its consistence was not hard. Evident hardening of implanted carbon fibre was observed about 6 months after operation, in same cases up to 18 months. By patients after ACL re-constructions were observed in 1 case decrease of the flexion for 100 of the knee with full stabilisation of the knee joint. Allergic reakcjon do not to be present in all cases. On the radiological pictures were do not observed pathological reactions about carbon screws. Process after operation by patients with carbon bioamaterial transplantation was the same with other ones.

We agreed the following practical criteria of evaluation of results: very good - walking with full burdening of operated limb, full movement, no pain reaction, good - slight pain after long term walking, limited bending up to 1000, medium - walking with croches outside the house, permanent pain of different degree, after long walks in particular and limited bending up to 900. poor - permanent usage of croches, permanent pain, limited bending less than 900, con-tracture, hobbling. Evaluating our patients based on criteria mentioned above we achieved 62,5% very good, 25% good, 12,5% medium results. No poor results were observed.

łów węglowych. W tym 28 podczas rekonstrukcji powierzchni stawowej z zastosowaniem włókniny węglowej. Małą liczbą zabiegów operacyjnych z zastosowaniem biomateriałów węglowych wynika z braku atestów biomateriałów.

Wskazaniem do zastosowania włókniny węglowej (u 28 chorych) były a) duży ubytek w powierzchni stawowej chrząstki, b) brak innej możliwości leczenia oraz c) młody wiek pacjenta.

Wskazaniem do zastosowania śruby węglowej były 2 przypadki osteochondrosis dissecans z niepełnym oddzieleniem fragmentu chrzęstnego. Wskazaniem do zastosowania śruby interferencyjnej (u 5 chorych) była stabilizacja obwodowych końców wolnego przeszczepu BPTB podczas rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego. Taśmę węglową zastosowaliśmy u 2 chorych do rekonstrukcji więzadeł pobocznych i także u 2 chorych do rekonstrukcji zerwanego więzadła rzepki. Wszyscy pacjenci zostali szczegółowo poinformowani o sposobie leczenia i wyrazili zgodę na proponowane leczenie. Każda operacja była poprzedzona artroskopową oceną stawu kolanowego. Okres obserwacji wynosi 1,5 roku do 11 lat.

Wyniki

W czasie badań kontrolnych u wszystkich operowanych chorych ustąpiły dolegliwości bólowe operowanych kolan. Nie obserwowano reakcji odczynowych w postaci nawracających wysięków, ograniczenia ruchomości czy długotrwałego nadmiernego ucieplenia skóry okolicy operowanego stawu. Nadmierne ucieplenie zarówno w odczuciach pacjentów jak i w czasie badań kontrolnych występowało po zbyt intensywnych ćwiczeniach. Zmniejszenie zakresu zginania do 900 wystąpiło u 3 pacjentów i było wynikiem niewłaściwie prowadzonego leczenia usprawniającego. Po 3 miesiącach, kiedy konieczne było wyjmowanie łączników metalowych, bacznie obserwowaliśmy wszczepioną włókninę. Po 3 miesiącach, następowała wyraźna zmiana barwy czarnej na szarą, ale jej konsystencja nie była twarda. Wyraźne twardnienie wszczepionej włókniny stwierdziliśmy dopiero ok. 6 miesiąca po operacji, które trwało w 3 przypadkach do 1,5 roku. U chorych po wykonaniu rekonstrukcji ACL w czasie obserwacji stwierdziliśmy w 1 przypadku zmniejszenie zginania do 1000 przy pełnej stabilności stawu. Nie stwierdziliśmy odczynów alergicznych ani odczynu na ciało obce u żadnego chorego. Przebieg pooperacyjny u operowanych chorych nie różnił się od innych operowanych chorych.

Stosując typowe kryteria oceny wyników uzyskaliśmy 62,5% wyników bardzo dobrych, 25% wyników dobrych oraz 12,5% wyników dostatecznych. Nie zaobserwowaliśmy wyników złych.

Omówienie

Badania właściwości **nici węglowych** Carbomed były prowadzone w Katedrze Ceramiki Specjalnej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie (Pamuła, Błażewicz) jak i w Instytucie Włókien Chemicznych w Łodzi, gdzie badania dotyczyły wchłaniających plecionych nici węglowych. Wyniki badań w obu tych ośrodkach są zgodne co do przydatności stosowania ich w chirurgii. Niewielkie różnice w wynikach dotyczą czasu biodegradacji tych nici. Nici Carbomed, zaczynają powoli tracić swoje właściwości mechaniczne w okresie od 3 do 6 tygodni, a dla wchłaniających nici węglowych czas resorpcji wynosi 10-12 tygodni. Nici wchłaniając się stymulują rozrost łącznotkankowy zeszytej okolicy. Ta cecha nici węglowych jest bardzo cenna z praktycznego punktu widzenia. Powoduje bowiem wzmocnienie blizny zeszytej tkanki.

Discussion

Scientific examination of the **carbon filaments** Carbomed was realised of Catedra Special Ceramic AGH in Kraków (Pamuła, Błażewicz)[12] and of Institute of Chemical Fibres in Łódź. Results scientific examination from both wear the same of the practically greatness in surgery of the knee. A little differences relate only the problem of the biodegradation of the carbon filaments. Time of absorption of the carbon filaments is from 6 to 12 weeks.

Carbon screws of the carbon-carbon composit was the first of the carbon biomaterials used in the surgery [3]. Scientific research by Staszaków [13] and by Szczurek and all [14] do not proved of the pathological reaction about the carbon composites and do not observed the produce process of the new tissue on the border of the screw- bone. There is e very good characteristic in smooch is better stabilisation of the screw. The screws of the carbon-carbon composites are used in the surgery of the knee in the stabilisation osteochondral fragments [19]. The bigger hardness of them have the composites polymer screws. Kmita i Chłopek [5] provided then the best results are with carbon screw from polisulfon, with strengthen the shortcarbon fibre. There are screws are used in the treatment intraarticular fractures of the knee and as well as interfenrens screws in the reconstruction anterior crucial ligament.

Carbon rafts in the surgery of the knee was and are used in the operation procedures of the reconstruction of the ligaments [6]. From eny years ego in the scientific papers we so critical reaction of the use carbon rafts without special protection. The suggest related allergic and hypatrophic reaction in the knee joint. Actually the carbon rafts have special indication in the treatment of the collateral ligament injury [15] and in the treatment straighten system of the knee damage. In these casestghe carbon rafts are the special matrix for the hypertrophy reaction of the operating tissue.

Carbon plates from the carbon composites have limited indications because they do not have deflect possibility [7,8,10]. The operation procedures of the bone of the knee require of the plate modelation necessarily. This procedure is possible in the metallic plate only.

Carbon fibre have a big indication in the treatment of the cartilage damage and the results after operation are very good. [1,10,16,20,22] Everyone seed, then the pai very big for the operation is absent after operation with implantation carbon fibre. In arthroscopy observation after 3 months we see a change of colour black to grey and its consistence was not hard. Evident hardening of implanted carbon fibre was observed about 6 months after operation, in same cases up to 18 months[16].

In the last years the scientific information seen of the special tissue engineering. The new method of the tissue engineering of the treatment of the cartilage damage is the chondrocytes transplantation, or implantation the special matrix with chondrocytes. Special idea in this scientific problem are the biomaterial matrix [4]. The special matrix must be make possible the grows of the chondrocytes

Screw carbon implant. (of the authors own idea) is the replay of the articulate surface after the cartilage damage. The articulate surface of the carbon implant must by plain as well as normal cartilage surface. The allergic reaction is du not possible of course, must by bioaccommodating.

Śruby węglowe kompozytów węgiel - węgiel stanowiły jeden z pierwszych biomateriałów węglowych za-stosowanych w chirurgii ortopedycznej [3]. Badania Staszko-wa [13], Szczurka i wsp.[14] nad zachowaniem się ich w organiźmie nie wykazały obecności patologicznych reakcji odczynowych a ponadto badania te wykazały, że na granicy śruba-kość nie wytwarza się żadna torebka łącznotkankowa, która mogłaby powodować obluźowanie. Śruba węglowa jest więc w bezpośredniej styczności z kością, co zwiększa wartość stabilizacji. Śruby kompozytów węgiel-węgiel stosujemy obecnie w chirurgii kolana najczęściej do stabilizacji frag-mentów chrzęstno-kostnych [19]. Większą trwałość i twardość wykazują kompozytowe śruby polimerowe. Kmita i Chłopek [5] wykazali, że najlepsze wartości uzyskano w śrubach z polisulfonu wzmacnianych włóknem węglowym krótkim oraz ciągłym. Te śruby ze względu na ich parametry mają zastosowanie jako śruby korowe do zespalania złamań okołostawowych oraz w innej formie jako śruby in-terferencyjne do stabilizacji wolnych przeszczepów z wię-zadła rzepki przy rekonstrukcji więzadeł krzyżowych.

Taśmy węglowe w chirurgii kolana były i są stosowane w czasie operacji rekonstrukcyjnych aparatu wię-zadłowe-go [6]. W literaturze spotyka się krytyczne uwagi dotyczące stosowania taśmy węglowej do rekonstrukcji więzadeł krzy-żowych, bez dodatkowej osłony np. powięzią. Założenia stosowania taśm węglowych przy rekonstrukcji więzadeł krzyżowych oparte były na właściwościach tworzenia rusz-towania dla tkanki łącznej. Niestety obserwacje w tych przy-padkach nie są zachęcające z powodu dużych odczynów przerostowych błony maziowej. Te reakcje odczynowe spo-wodowały zmianę techniki operacyjnej, która polegała na obszyciu taśmy węglowej w odcinku wewnątrzstawowym płatem powięzi szerokiej. Wówczas nie obserwowano re-akcji odczynowych. Natomiast dla stosowanie taśm węglo-wych do rekonstrukcji więzadeł pobocznych nie ma prze-ciwwskazań [15]. W tych przypadkach tendencje do reakcji przerostowych tkanki łącznej na podłożu "matrycy" węglo-wej są elementem bardzo korzystnym.

Błaszki z kompozytów węglowych mają niezbyt czę-ste zastosowanie ze względu na nieregularne obrysy na-sad tworzących staw kolanowy. Operacje zespalające na-sad kości tworzących staw kolanowy wymagają bardzo czę-sto specjalnego domodelowywania blaszek co jest możli-we w przypadku blaszek metalowych. Problem polega na tym, że blaszkom węglowym nie można nadawać nowych kształtów dostosowanych do obrysów nasad.

Włóknina węglowa ma szerokie zastosowanie w chirur-gii kolana w leczeniu ubytków chrzęstnych czy chrzęstno-kostnych powierzchni stawowej. Przydatność włókniny wę-glowej do tych celów jest podkreślana przez wielu auto-rów.[1, 10, 16, 20, 22] U wszystkich chorych po wszczepieniu włókniny ustępowały uporczywe dolegliwości bólowe. Ob-serwacje artroskopowe 3 miesiące po operacji wykazywały zmianę barwy włókniny z czarnej na szaro-białą. Jednak twardość zbliżoną do prawidłowej chrząstki uzyskuje się dopiero po upływie około 1 roku [16].

W ostatnich latach coraz częściej mówi się o roli inżynierii tkankowej w medycynie. Spotyka się donie-sienia na temat uzupełnianie ubytków chrząstki wszczepianiem chon-drocytów pod płyty okostnowe, czy wypełnianie ich matry-cami (skafoldami) z chondrocytami uzyskanymi z hodowli. I tutaj wkraczają biomateriały. Znane są prace nad hodow-lami chondrocytów na matrycach węglowych (Górecki, Strzel-czyk) [4]. Matryce te powinny zapewniać fizjologiczny roz-rost odpowiednich komórek we właściwej macierzy. Ponadto matryca powinna ulegać stopniowej degradacji jednak w określonym czasie.

Conclusions

1. The scientific evolution of the biomaterials and progress of the surgical procedures of the knee contribute to the carbon biomaterials apply.
2. Carbon screws are very good of the material in the stabilisation, do not provoked allergic reaction
3. Carbon fibre is a very good implant for the treatment cartilage defects, completely deterioration of the pain, but the operation overgrown by fibroses tissue is very slowly and reaches the exact hardness by more or less 1 year after operation.
4. After operation with used carbon biobaterial do not observed of the mass allergic reactions to corpus alienum and sinovial reactions occurred in the form of the arthroscopy view are clinically negative and do not result in exhudation.

Piśmiennictwo

References

- [1] Benke G., Kuś W.M., Górecki A.: Włóknina węglowa w wypełnieniu ubytków chrzęstnych. Biomateriały węglowe w medycynie 1995, 184-202
- [2] Błażewicz M.: Węgiel jako materiał; Ceramika 2001.Vol 63, (praca habilitacyjna)
- [3] Chłopek Jan.: Kompozyty węgiel-węgiel. Otrzymywanie i za-stosowanie w medycynie. Ceramika 1997.Vol.52 (praca habilita-cyjna)
- [4] Górecki A., Strzelczyk P.: Węglowe matryce dla kulturkomórko-wych stosowane w naprawie uszkodzonej chrząstki stawowej. Inż.Biomat.,17.18.19/2001, 85
- [5] Kmita G., Chłopek J.: Ocena twardości kompozytowych śrub polimerowych....; Inż.Biomat. 17.18.19/2001, 67-69
- [6] Kotela I., Kuś W.M.: Rekonstrukcja aparatu wyprostnego kola-na włóknem węglowym. Biomateriały węglowe- Rytro 1992, 72-73
- [7] Kotela I., Bołtuć W., Powroźnik A.: Zastosowanie biomateriałów węglowych w chirurgii urazowo-ortopedycznej. Kolano 7, 1995, 34-41
- [8] Kuś W.M.: Biomateriały węglowe w medycynie. 1994 Kraniowi-ce.
- [9] Kuś W.M.: Artroskopia kolana. 1997
- [10] Kuś W.M., Górecki A., Reluga A., Świąder P., Tramś M., Wisz-niowski M., Strzelczyk P., Powroźnik A.: Włókna węglowe w Pol-skiej Ortopedii. Biomat. w med. i wet. Rytro 1996, 47-50
- [11] Pampuch R., Błażewicz S., Chłopek J., Górecki A., Kuś W.M.: Nowe materiały węglowe w technice i medycynie.PWN Warszawa 1988
- [12] Pamuła E., Błażewicz S.; Badanie właściwości normowych nici węglowych w odniesieniu do nici chirurgicznych powszechnego użytku. Kolano 7, 1995, 46-58
- [13] Staszko E., Kuś W.M.: Kompozytowe śruby węglowe do ze-spoleń odłamów kostnych. Biomateriały węglowe w medycy-nie.1995,164-176
- [14] Staszko E.,Szczurek Z., Sabat D., Chłopek J.: Wpływ śruby węglowej na tkankę kostną po 12 miesiącach od wykonanego wsz-czepu. Kolano 7. 1995, 12-22
- [15] Tokarowski A., Papież M.,Milka S.:Plecionka węglowa w pla-стыce więzadeł pobocznych stawu kolanowego. Biomateriały wę-glowe Rytro 1992, 17-19
- [16] Trzaska T., Krajewski M.: Wczesne wyniki leczenia rozległych uszkodzeń chrząstki stawu kolanowego z zastosowaniem mate-riałów węglowych. Biomat. w med. i wet.Rytro 1996, 70-72
- [17] Trzaska T.: Artroskopia w Polsce. Kolano; 1990;1: 52-53
- [18] Trzaska T.: Krwiak i uszkodzenia chrząstki stawu kolanowe-go. Kolano 3. 1993, 48-49
- [19] Trzaska T.: Zastosowanie biomateriałów węglowych w chirur-gii kolana. Kolano 7, 1995, 31-33

Śrubowy implant węglowy (SIW) pomysłu autora ma na celu wypełnieniu ubytku chrzęstno-kostnego w sposób zapewniający stabilność. W założeniach, SIW ma być odpowiednio twardy, o gładkiej powierzchni i jak wszystkie dotychczasowe bioimplanty węglowe bez powodowania reakcji odczynowych czyli musi być biozgodny.

W oparciu o doświadczenia własne oraz opracowania spostrzegane w literaturze można stwierdzić, że stosowane implanty węglowe w różnej dostępnej aktualnie postaci są bardzo przydatne i co najważniejsze - nie wywołują alergicznych reakcji odczynowych ograniczających wskazania do ich stosowania. Postęp technik operacyjnych powinien stanowić przyczynek do dalszych badań nad możliwościami zastosowania nowych implantów węglowych spełniających wymagania mechaniczne i biologiczne

Wnioski

W oparciu o wyniki własne jak i spostrzegane w piśmiennictwie można ustalić następujące wnioski

1. Wraz z rozwojem technik operacyjnych w chirurgii kolana możliwe jest coraz szersze stosowanie bioametriatów węglowych. Dalsze badania nad zastąpieniem ich kompozytami węglowymi powinny być dalej prowadzone.
2. Śruby węglowe są dobrym materiałem zespalającym, nie wywołują odczynu na ciało obce i eliminują dodatkowe operacje usuwania łączników metalowych.
3. Włóknina węglowa jest dobrym implantem do wypełniania ubytków chrzęstno-kostnych, natychmiast eliminuje ból, jednak powoli ulega przerastaniu tkanką łączną chrzęstopodobną i właściwą twardość uzyskuje średnio ok. 1 roku po zabiegu operacyjnym.
4. Stosując biomateriały węglowe nie obserwuje się masywnych reakcji odczynowych na ciało obce a stwierdzone odczyny maziowe w postaci przekrwienia (spostregane artroskopowo) są klinicznie nieme i nie powodują reakcji wysiękowych.

[20] Trzaska T.: Transpozycja chrzęstno-kostna w leczeniu ubytków chrząstki stawu kolanowego; 1999 Poznań. Praca habilitacyjna

[21] Trzaska T., Widuchowski J.: Pourazowe uszkodzenia chrząstki stawu kolanowego. Chir.Narz.Ruchu Ortop.Pol.1992 LVII,Supl.2, 1-20

[22] Ucieklak J., Rapala K., Obrębski M.: Zastosowanie włókniny węglowej w leczeniu chrzęstno-kostnych stawów. Kolano 7. 1995, 30

[23] Widuchowski J., Smolik M., Chrobok a.: Uszkodzenia chrząstki stawowej w obrazie artroskopowym. Kola-no.1994; 5: 25-27.