

8 WŁÓKNINA WĘGLOWA W LECZENIU UBYTKÓW CHRZĘSTNYCH RZEPKI

WOJCIECH MARIA KUŚ*, ANDRZEJ GÓRECKI*, PIOTR STRZELCZYK*,
PIOTR ŚWIĄDER*, JAN ŚWIĄTKOWSKI**

* KATEDRA I KLINIKA ORTOPEDYCZNA AKADEMII MEDYCZNEJ
W WARSZAWIE

** I ZAKŁAD RADIOLOGII KLINICZNEJ AKADEMII MEDYCZNEJ
W WARSZAWIE

Streszczenie

Praca prezentuje nową metodę leczenia rozległych ubytków chrzęstnych z użyciem włókna węglowego. Od grudnia 1993 do listopada 1994 operowaliśmy 4 chorych, u których ubytek chrząstki stawowej wypełniliśmy włókniną węglową.

Wczesne 24-miesięczne wyniki są zachęcające, choć muszą być potwierdzone w wieloletnich obserwacjach rozwoju gonartrozy.

Słowa kluczowe: Chrząstka stawowa – włókna węglowe – chirurgia kolana

Wprowadzenie

Jedną z przyczyn przewlekłych dolegliwości bólowych kolana jest uszkodzenie chrząstki stawowej [3, 5]. Oprócz świeżych urazów i mikrourazów przewlekłych przyczyną uszkodzeń chrzęstnych kolana mogą być urazy łąkotec, przewlekła niestabilność stawu, chondromalacja rzepki, oddzielająca martwica kostno-chrząstna, nabyta i wrodzona niezborność powierzchni stawowych, zapalenie stawu oraz czynniki jatrogenne (w tym – podstawowa steroidoterapia).

Chrząstka stawowa jest tkanką nie posiadającą naczyń krwionośnych, chłonnych, ochrząstnej, a jednocześnie zawiera bardzo małą liczbę elementów komórkowych [4]. Dojrzała chrząstka jest nieunierwiona, a jej silnie ograniczona zdolność gojenia się związana jest z niesprzyjającymi warunkami towarzyszącymi temu procesowi tj. niskim stężeniem tlenu, dyfuzyjnym sposobem odżywiania i usuwania metabolitów oraz działającymi na nią siłami mechanicznymi (m.in. i ścierającymi). Gojenie chrząstki przebiega odmiennie niż w tkankach unaczynionych. Brak jest fazy wysiękowej i proliferacyjnej. W obrębie uszkodzenia dochodzi do martwicy chondrocytów. Chondrocyty otaczające ubytek w ciągu pierwszych dni po urazie zwiększają syntezę białek i proteoglikanów, powstaje niepełnowartościowa warstwa macierzy. Po krótkim czasie wygasa aktywność metaboliczna chondrocytów i nie dochodzi do pełnego wygojenia ubytku.

CARBON FIBRES AS THE ALTERNATIVE WAY IN THE TREATMENT OF CARTILAGE DEFECTS OF PATELLAE

WOJCIECH MARIA KUŚ*, ANDRZEJ GÓRECKI*, PIOTR STRZELCZYK*,
PIOTR ŚWIĄDER*, JAN ŚWIĄTKOWSKI**

* MEDICAL UNIVERSITY OF WARSAW, DEPARTMENT
OF ORTHOPAEDICS

** MEDICAL UNIVERSITY OF WARSAW, DEPARTMENT
OF CLINICAL RADIOLOGY

Abstract

We present a new method of treatment of cartilage defects with the use of carbon fibres. We treated 4 patients with that method from Dec. 1993 to Nov. 1994.

Early 24-month follow-ups are good but they must be confirmed in a long-term observation.

Key words: cartilage, carbon fibres, knee joint surgery

Introduction

One of the reasons of chronic ailments of the knee is cartilage defect [3,5]. In addition to new injuries and chronic microinjuries, the reason of cartilage defects of the knee can be related to the injuries of meniscus, chronic instability of the joint, chondromalation of the patellae, bone-cartilage separating necrosis, acquired and congenital incongruence of joint surfaces, arthritis as well as iatrogenic effects (intrajoint steroidotherapy included).

The cartilage is a tissue without blood vessels, lymphatic vessels, perichondrium and it contains very small number of cellular elements [4]. Mature cartilage has no nerve cells and its very limited healing ability is related to unfavourable conditions for this process, i.e. low concentration of oxygen, diffusional feeding and disposal of metabolites, and action of mechanical forces (e.g. abrasive ones). The healing of cartilage proceeds differently compared to the tissues with blood vessels. The exudation and proliferation phases are absent. In the area of defected cartilage there appears chondrocyte necrosis. The chondrocytes surrounding the defect during the first days after the injury promote synthesis of proteins and proteoglycates, which yields a defective matrix layer. After a short time the metabolic activity of chondrocytes decreases and complete healing of the defect is never achieved.

Chory Patient	Wiek Age	Przedoperacyjne dolegliwości bólowe [w latach] Ailments before the treatment [years]	Przedoperacyjny zakres ruchu Mobility range before the treatment
1	16	1	0° – 20°
2	48	15	5° – 100°
3	27	11	0° – 120°
4	31	3	0° – 90°

TAB. 1

Chory Patient	Wiek Age	Zakres ruchu po 24 miesiącach Mobility range after 24 months	Wysięki Exudates
1	16	0° - 150°	—
2	48	0° - 120°	—
3	27	0° - 130°	—
4	31	0° - 130°	—

TAB. 2

Nie stwierdziliśmy żadnych pooperacyjnych powikłań.
We have not stated any post-operation complications.

Poszukiwania skutecznej terapii ubytków chrzęstnych obejmują użycie przeszczepów autogennych, hodowli tkankowych, materiałów matrycowych dla regeneracji chrząstki czy w końcu endoprotezy chrząstki stawowej [1, 6, 10, 13].

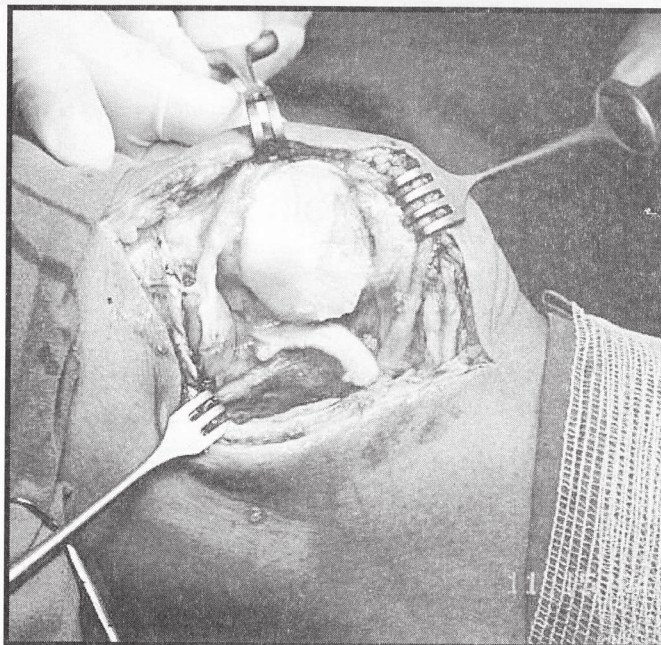
W pracy prezentujemy użycie włókniny węglowej z włókien poliakrylonitrylowych (PAN) do wypełniania ubytków chrzęstnych, która dzięki swojej znacznej porowatości, pozwala na wnikanie elementów komórkowych i na przetrwanie tkanką łączną, a nie daje jednocześnie odczynu typu około ciała obcego. Powstająca kompozytowa struktura blizny pozwala na wczesne przenoszenie obciążeń (uruchamianie stawu), bez trwałych odkształceń otwarzanej powierzchni stawowej [7, 8, 9]. Wykorzystanie szwu węglowego pozwala na pokrywanie rozległych ubytków chrzęstnych bez niebezpieczeństwa złuszczenia powstającej blizny przy uruchamianiu i bez konieczności stosowania gwoździ mocujących. Wykorzystanie materiałów węglowych nie zmusza do reoperacji jak przy usuwaniu metalowych gwoździ mocujących.

Metoda i materiał

Od grudnia 1993 do listopada 1994 operowaliśmy 4 chorych z wykorzystaniem opisanej niżej techniki. W grupie tej byli:

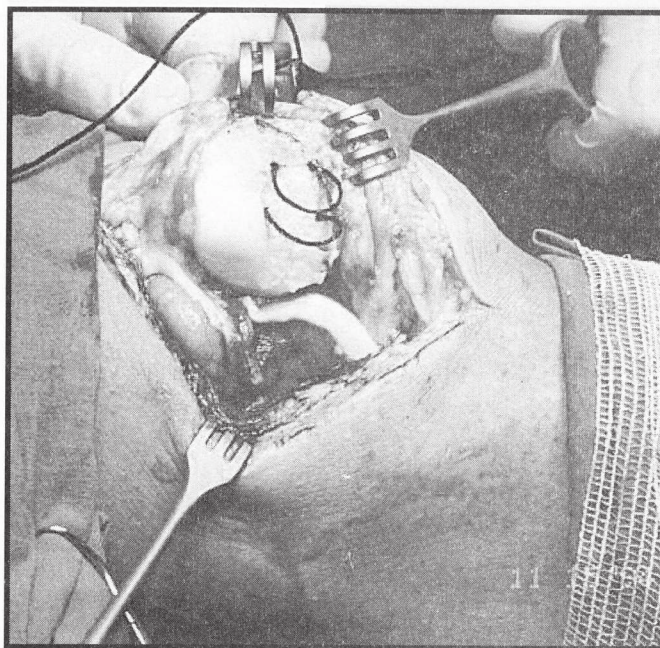
Przypadek 1

16-letni chłopiec po urazie kolana prawego przed rokiem



RYS.1. Ocena wielkości ubytku chrzęstnego i opracowanie chirurgiczne brzegów

FIG.1 Assessment of the extent of cartilage defect and surgical debridement of edges.



RYS. 2. Przeprowadzenie szwów węglowych przez rzepkę

FIG. 2. Leading of carbon sutures through the patellae.

The search for an effective treatment of cartilage defects comprises the use of autografts, cultivated tissues, matrix materials for the regeneration of cartilage and finally endoprosthesis of the cartilage [1,6, 10,13].

This paper presents the use of polyacrylonitrile fibres (PAH) to fill the cartilage defects. Owing to high porosity of this material the cell elements can penetrate and overgrow it with a connective tissue without producing the foreign body reaction. The composite structure of the scar permits early loading (activating of the joint) without deformations of the reconstructed joint surface [7,8,9]. The use of carbon suture enables treatment of big cartilage defects without a risk of scar exfoliation during activation of the joint and without the necessity of using nails. The application of carbonic materials does not require subsequent removal of the fixing elements.

Method and material

We treated four patients with the method described further in this paper from December 1993 to November 1994. The following cases were dealt with:

Case 1

A 16-year old adolescent after an injury of the right knee a year before

z nasileniem dolegliwości bólowych obu kolan, skrajnie ograniczających zakres ruchu z przewagą po stronie prawej. Śródoperacyjnie rozpoznano martwicę kostno-chrzęstną rzepki prawej.

Przypadek 2

48-letni mężczyzna z zaawansowaną obustronną gonartrozą bez przeszłości urazowej, nasiloną bardziej po stronie prawej. Chory był leczony steroidami dostawowo. Śródoperacyjnie obok ubytku chrzęstnego rzepki prawej stwierdzono zmiany chrzęstne II/IIIo obu kłykci udowych, które nawiercono oraz osteofit w okolicy wyniosłości międzykłykciowej, który usunięto.

Przypadek 3

27-letni mężczyzna bez uchwytne go urazu z martwicą kostno-chrzęstną rzepki lewej operowany przed 6 miesiącami z fiksacją chrząstki beleczkami kostnymi z niszą w obrazie rtg umiejscowioną pod rzepką.

Przypadek 4.

31-letni mężczyzna z nasiloną gonartrozą prawostronną po operacyjnej fiksacji martwicy kostno-chrzęstnej kłykcia przyśrodkowego przed 12 laty.

Wszyscy czterej przybyli ze znacznymi dolegliwościami bólowymi ograniczającymi zakres ruchu w zajętych stawach kolanowych (tab.1.)

Technika chirurgiczna

Staw otwieramy z przyrzepkowego dostępu Payra. Rozległość zabiegu zależy od zakresu zniszczeń stawu kolanowego. Po odwróceniu rzepki oceniamy wielkość ubytku chrząstki (rys. 1), a następnie przycinamy włókninę węglową i dopasowujemy ją do kształtu ubytku. Cztery otwory nawiercamy przez rzepkę od strony stawowej. Płuczemy staw kolanowy i usuwamy osteofity, a drobne uszkodzenia chrząstki wygładzamy lub nawiercamy [11]. Przez wytworzone kanały w rzepce przeprowadzamy szwy węglowe (rys. 2), którymi mocujemy przygotowaną do kształtu ubytku łątkę z włókniny węglowej (rys. 3). Szwy wiążemy ponad rzepką (rys. 4). Kontrolujemy położenie włókniny. Zakładamy drenaż ssący i zamykamy

with an acute ailment of both knees, extremely limited mobility, especially on the right side. Intraoperatively recognised bone-cartilage necrosis of the right patellae.

Case 2

A 48-year old man with an advanced bilateral gonarthrosis, without traumatic past, with stronger effects on the right side. The patient had undergone intrajoint treatment with steroids. The intraoperatively recognised cartilage defect of the right patellae and cartilage defects II/IIIo of both femoral condyles were drilled and the osteophyte near the intercondyle eminence was removed.

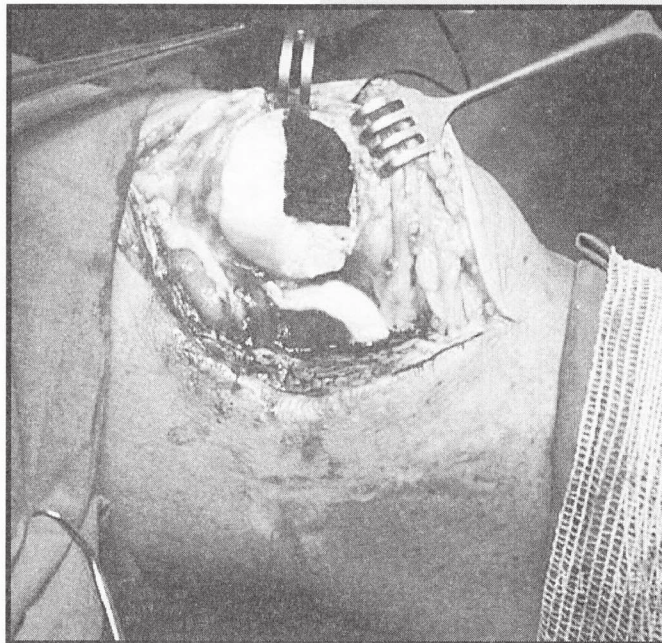
Case 3

A 27-year old man without a visible injury, with bone-cartilage necrosis of the left patellae, treated 6 months before by fixation of cartilage with osseous beams. On the X-ray image the defect was situated under the patellae.

Case 4

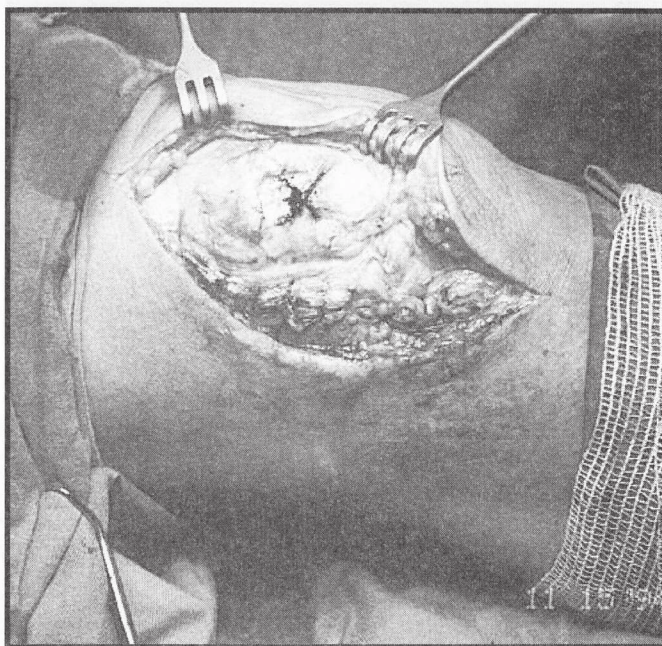
A 31-year old male with strong gonarthrosis on the right side after the surgical fixation of bone-cartilage necrosis of the medial condyle 12 years before.

All these patients came with strong ailments of the knees, largely limiting mobility of the affected joints (Table 1).



RYS.3. Dopasowanie włókniny węglowej do kształtu ubytku i umocowanie jej szwami węglowymi

FIG.3. Shaping of the carbon fibre to fit the defect and its fixing with carbon sutures.



RYS.4. Wiązanie szwów nad rzepką

FIG.4 Tying-up of sutures above the patellae.

Surgical technique

The joint is opened up from a peripatellar Payr's access. The extent of treatment depends on the size of defect within the knee joint, which we assess after turning over of the patellae (Fig.1). Then we cut the carbon fibre and shape it to fit the defect. We drill four holes in the patellae on the joint side. Subsequently we wash the knee joint and remove osteophytes, small damages of cartilage being smoothed or drilled away [11]. Through the channels in the patellae we lead carbon sutures (Fig.2) which fix the earlier-prepared carbon patch (Fig.3). We tie up the sutures above the patellae (Fig.4), then

staw w sposób typowy. Stosujemy opatrunek typu "kokon". Artrotomię zwykle poprzedzamy artroskopią zwiadowczą.

Postępowanie pooperacyjne

Po zabiegu kończyna zostaje unieruchomiona w wyproście w łusce "Adama". W drugiej dobie po operacji drenaż zostaje usunięty, a chory rozpoczyna bierne ćwiczenia kolana (CPM - continuous passive motion). Kąt zgięcia na szynie CPM zwiększany jest codziennie o 100. Przy usuwaniu szwów zgięcie zwykle przekracza 900. Ćwiczenia bierne (CPM) przeprowadzane są przez pierwsze 30 dni [12]. Elektrostymulacja od 3-4 doby pooperacyjnej i ćwiczenia izometryczne zapobiegają zanikowi mięśniowemu. Limitowane ćwiczenia czynne pod ścisłą kontrolą fizjoterapeuty rozpoczynane są w 7 dobie, a chodzenie o kulach bez obciążania kończyny tak wcześniej jak tylko pozwala kondycja i samopoczucie chorego. Od 3 tygodnia wprowadza się ćwiczenia czynne zginania i prostowania kolana na podwieszakach oraz ćwiczenia w odciążeniu w basenie pływakim. Rutynowo podajemy hyaluronian sodu dostawowo raz w tygodniu (20 mg) przez kolejnych 5 tygodni począwszy od 14 doby.

Wczesne wyniki

W 24 miesiące po operacji kontrolne badanie ujawniło u 2 chorych brak dolegliwości bólowych w czasie czynnego zgięcia kolana, a u 2 pozostałych ból o nieznacznym nasileniu. U wszystkich stwierdzono poprawę siły mięśniowej i wzrost obwodu nadrzepkowego (mierzony na wysokości 5 cm nad rzepką) średnio o 2 cm, brak wysięków, poprawę zakresu ruchu w stawie kolanowym (tab. 2) i powrót do ich wcześniejszej aktywności fizycznej.

Dyskusja

Powszechność występowania uszkodzeń chrzęstnych i brak satysfakcji z wyników leczenia zachowawczego skłania wielu chirurgów do poszukiwania skuteczniejszych metod leczniczych. Wysoka cena i niedostępność w Polsce hodowli tkankowych autogennych chondrocytów uniemożliwia ich stosowanie.

Prezentowana praca stanowi alternatywę postępowania terapeutycznego w uszkodzeniach chrząstki stawowej poprzedzającą protezoplastykę. Wykorzystanie chondrogennych właściwości włókniny węglowej w połączeniu z technicznym rozwiązaniem jej mocowania przy pomocy szwu węglowego pozwala na polecenie tego nowego sposobu terapeutycznego, zwłaszcza w rozległych uszkodzeniach chrzęstnych. Zachęcające wczesne wyniki pokrywające się z prezentowanymi szwedzkimi wynikami (2) muszą być jednak potwierdzone w wieloletnich obserwacjach rozwoju gonartrozy.

Piśmiennictwo

- [1] Bentley G.: Grafts and implants for cartilage repair and replacement. *Crit. Rev. Biocomp.*, 5, (1989), 245-246
- [2] Brittberg M., Faxen E., Peterson L.: Carbon fiber scaffolds in the treatment of early knee osteoarthritis. *Clinical Orthop.* 307, (1994), i55-164
- [3] Ficat P., Ficat C., Gedeon P. Arthrose post-traumatique et chondrose post-constitutive. *Rev. Chir.Orthop.* 64, (1978), 19-34
- [4] Freeman M.A.R. Adult articular cartilage, Pitman Med. London (1979)
- [5] Gaździk T. Głębokie uszkodzenia chrząstki stawowej, *Chir. Raz. Ruchu Orthop. Pol.* 52, (1987), 94-99
- [6] Grande D.A., Pitman M.I., Peterson L., Menche D., Klein M. The repair of experimentally produced defects in rabbit articular cartilage by autologous chondrocyte transplantation, *J.Orthop.Res.*, 7, (1989), 208-218
- [7] Kuś W.M., Biomateriały węglowe w medycynie. Kraków, (1994), 184-198
- [8] Kuś W.M., Górecki A., Benke G. Uzupełnienie ubytków chrząstki stawu kolanowego włókniną węglową w badaniach doświadczalnych. *Kolano*, 1, (1989), 95-97

we check positioning of the carbon fibre patch, we install a suction tube and close up the joint in a typical way. We put a cocoon -type dressing. The arthrotomy is usually preceded by an exploratory arthroscopy.

Post-operation procedure

After the treatment the limb is immobilised in a straightened position in Adam's shell. On the second day the drainage tube is removed and the patient begins continuous passive motion (CPM). The bending angle of the CPM splint is increased by 100 every day. At the moment of suture removal the bending angle is usually greater than 900. The CPM exercises are made during first 30 days [12]. Electrostimulation started on the third or fourth day after the treatment and isometric exercises prevent muscular atrophy. Limited active motion guided by a physiotherapist begins after 7 days whereas walking on crutches without overloading the limb is started as soon as possible, depending on patient's condition. From the third week on active motion is practised, i.e. bending and straightening of the knee on suspensions, or in load-free conditions in the swimming pool. Sodium hyaluronate is administered intrajointly once a week (20 mg) for 5 consecutive weeks, starting from 14 th day after the treatment.

Early results

The early 24-month follow-up has not shown any ailments in active bending of the knee in two cases, and slight ailments in two other cases. It has been stated that in all cases the muscle strength increased and the circumference measured 5 cm above the patellae was on average 2 cm greater, there were no exudates, the mobility range of the knee joint was better (Table 2) and all the patients regained normal physical activity.

Discussion

The frequent occurrence of cartilage defects and unsatisfactory results of conservative therapy make that many surgeons search for more effective methods. High prices and lack of autogenic chondrocyte tissues cultivated in Poland disable their use in practice. This paper presents an alternative way in the treatment of cartilage before the prosthesoplasty. The chondrogenic properties of carbon fibre in combination with technical feasibility of its fixation with carbon suture make the new therapy worth recommendation, especially in the case of extended cartilage defects. The encouraging early results confirm those reported by Swedish surgeons [2] but should be verified in long-term observations of the gonarthrosis development.

References

- [9] Kuś W.M., Górecki A., Pawłowski W. Osteochondrosis dissecans patellae. *Kolano*, 5, (1994), 60-63
- [10] O'Driscoll S.W., Keeley E.W., Salter R.B. Durability of regenerated articular cartilage produced by free autogenous periosteal grafts in major full-thickness defects in joint surfaces under the influence of continuous passive motion, *J. Bone Jt. Surg.*, 70-A, (1988), 595-606
- [11] Pridie K.H., A method for resurfacing osteoarthritic knee joints. *J. Bone Jt. Surg.*, 41-B, (1959), 618-619
- [12] Salter R.B., Minster R.R., Clements H., Bogoch E.E., Beil R.S., Continuous passive motion and the repair of full-thickness articular cartilage defects a one-year follow-up, *Orthop. Trans.*, 6, (1982), 266-267
- [13] Wakitani S., Kimura T., Hirooka A., Ochi T., Yoneda M., Yasui H., Owaki H., Ono K., Repair of rabbit articular surfaces with allograft chondrocytes embedded in collagen gel. *J. Bone Jt. Surg.*, 71B, (1989), 74-80