



Anterior cruciate ligament reconstruction using Puddu method – preliminary report

Rekonstrukcja więzadła krzyżowego przedniego zmodyfikowaną metodą Puddu – doniesienie wstępne

© J ORTHOP TRAUMA SURG REL RES 4 (8) 2007

Opinion article/Artykuł poglądowy

MIROŚLAW JABŁOŃSKI, JAROMIR JARECKI, MIECZYŚLAW GORZELAK

Klinika Ortopedii i Rehabilitacji AM w Lublinie
Kierownik: dr hab. n. med. Mirosław Jabłoński

Address for correspondence / Adres do korespondencji:

Klinika Ortopedii i Rehabilitacji AM w Lublinie
ul. Jaczewskiego 8, 20-950 Lublin, Poland
tel. (081) 7244184, email: furjab@rubikon.pl

Statistic/Statystyka

Word count/Liczba słów 2273/1737

Tables/Tabele 2

Figures/Ryciny 7

References/Piśmiennictwo 22

Received: 15.10.2007

Accepted: 08.11.2007

Published: 14.11.2007

Summary

Knee anterior cruciate ligament (ACL) lesions often occur after rotation injuries and afterward persistent decrease in knee stability usually enhances progression of gonarthrosis. Among many ACL reconstructive techniques there is Puddu method described in 1980. It is a kind of ACL reparation procedure by transposition of distal insertion of semitendinous and gracile muscle tendons on lateral femoral condyle, what preserves intact active knee stabilisers.

The aim of this study was to present Puddu's method of ACL reconstruction as experienced by the authors. According to own material it was concluded that using Puddu's technique enables to maintain fragments of torn ACL in expectation to faster graft rebuilt with at least partially retained proprioception. We confirmed that this technique improves static and dynamic knee joint stability.

Key words: Anterior cruciate ligament, Puddu method

Streszczenie

Uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego (WKP) kolana często występują po urazach skrętnych, a utrzymujący się przez lata stan zmniejszonej stabilności zwykle przyspiesza rozwój zmian zwyrodnieniowych stawu. Wśród wielu metod rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego zwraca uwagę opisana w 1980 roku przez G. Puddu. Sposób naprawy uszkodzenia tego więzadła poprzez transpozycję przyczepu obwodowego ścięgna mięśnia półścięgnistego i smukłego na kłykiec boczny kości udowej pozwala na pozostawienie nienaruszonych stabilizatorów czynnych stawu kolannego, w tym ścięgien tworzących „gęsią stopkę”, które nieznacznie zmieniają miejsce swojego przyczepu obwodowego. Celem pracy jest prezentacja rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego metodą Puddu w oparciu o doświadczenia Kliniki Ortopedii i Rehabilitacji Akademii Medycznej w Lublinie. Na podstawie obserwacji własnych stwierdzono, że wykorzystanie metody Puddu umożliwia zachowanie kikutów zerwanego więzadła krzyżowego przedniego z oczekiwaniem szybszej przebudowy przeszczepu przy zachowanej przynajmniej częściowo propriocepcji. Stwierdziliśmy także, że sposób ten istotnie poprawia stabilność statyczną, a przede wszystkim dynamiczną stawu.

Słowa kluczowe: więzadło krzyżowe przednie, metoda Puddu

INTRODUCTION

Anterior cruciate ligament (ACL) injuries anterior cruciate ligament are among the most frequent knee joint disorders that directly cause instability and impair the normal knee function in daily activities and sports. It is most common for an anterior cruciate ligament trauma to occur when the flexion of knee joint is accompanied by varus deformity or valgus and tibial rotation whereas the foot remains in a fixed position.[1] First remarks on anterior cruciate ligament are to be found in Egyptian papyrus. Hippocrates described knee joint subluxation resulting from anterior cruciate ligament injury. Micro-injuries which are due to subluxation may damage articular cartilage as well as meniscus and contribute to premature arthritic lesions.

In the first half of the XIX century Weber and Bonet independently attended to the biomechanical mechanism of anterior cruciate ligament injury. In 1895 Mayo Robson of Leeds sutured anterior cruciate ligament ruptured at the femoral insertion. In 1914 Grekow performed the first reconstruction of anterior cruciate ligament.

Unfortunately, there is no consensus as regards the treatment of choice of a damaged anterior cruciate ligament. A review of literature on the subject indicated nonetheless that the most commonly conducted procedure is arthroscopic reconstruction by means of autografts obtained from the tendons supporting "pes anserine" muscles (semitendinosus - ST and gracilis - G) or a graft acquired from the patellar ligament (BPTB).

Both methods fail to prove free of obvious drawbacks. The former causes irreparable damage to "pes anserine" apparatus and impairs knee flexion capability. The latter entails damage to patellar ligament and, more often than not, problems with the patello-femoral joint. Still other adverse effects occur as a result of using grafts obtained from posthumous tendous tissue.

The Puddu method disturbs the biomechanics of the joint treated to a minimum degree and might be thus considered a kind of transposition of the pes anserine tendons. In addition, clinical findings imply the potential possibility of the reconstruction of thick tendons by means of thin tendon grafts, biological (appropriate vasculature of the substratum) and biomechanical (mostly cyclic strain) conditions permitting.

MATERIAL AND METHODS

The study involved 10 patient admitted to and operated on in the Orthopedics and Rehabilitation Clinic of the Medical University in Lublin over the period of 2004-2007 on account of chronic knee joint instability of ACL. Clinical tests were performed along with imaging examinations featuring ultrasonography and MRI. Clinical tests were extended to cover Lysholm-Gillquist's scale and IKDC2000 Subjective Knee Evaluation Form. Fibular stability of the knee joint was evaluated in accordance with Lachman test by means of the KT1000 apparatus and pivot-shift test. Patients with confirmed total anterior

WSTĘP

Uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego (WKP) są jednymi z częściej występujących uszkodzeń stawu kolanowego, powodujących bezpośrednio niestabilność i upośledzających sprawność kolana w zakresie życia codziennego oraz możliwości uprawiania sportu. Najczęściej do urazu więzadła krzyżowego przedniego dochodzi podczas zgięcia stawu kolanowego z jednoczesnym koślawieniem lub szpotawieniem i rotacją piszczeli przy ustabilizowanej stopie.[1] Pierwsze wzmianki na temat więzadła krzyżowego przedniego można napotkać już w egipskich papirusach, a Hipokrates opisywał podwichanie stawu kolanowego zależne od uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego. Wynikające z podwichania mikro-urazy mogą niszczyć chrząstkę stawową oraz łątki i wtórnie przyczynić się do rozwoju przedwczesnych zmian zwyrodnieniowych.

W pierwszej połowie XIX wieku niezależnie od siebie, Weber i Bonet opisali biomechanikę uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego. W 1895r. Mayo Robson z Leeds zszył więzadło krzyżowe przednie przerwane przy przyczepie udowym. W 1914 roku Grekow wykonał pierwszą rekonstrukcję więzadła krzyżowego przedniego.

Niestety nadal nie ustalono optymalnego leczenia uszkodzonego więzadła krzyżowego przedniego. Przegląd piśmiennictwa wskazuje jednak, że najczęściej wykonywaną procedurą jest artroskopowa rekonstrukcja z użyciem autologicznych przeszczepów ścięgien mięśni „gęsiej stopy” (mięsień półścięgnisty - ST i smukły - G) lub przeszczepem z więzadła rzepki (BPTB).

Oba te sposoby nie są pozbawione oczywistych wad. Pierwszy sprowadza nieodwracalne zniszczenie aparatu „gęsiej stopy” i osłabienie zginania kolana. Drugi wiąże się z uszkodzeniem więzadła rzepki oraz nierzadko problemami stawu rzepkowo-udowego. Inne niekorzystne zjawiska występują po zastosowaniu przeszczepów ścięgien ze zwłok.

Metoda Puddu w niewielkim stopniu narusza biomechanikę operowanego stawu, stanowiąc rodzaj transpozycji ścięgien gęsiej stopki. Ponadto obserwacje kliniczne wskazują na potencjalne możliwości przebudowy nawet cienkich przeszczepów ścięgien, położonych w miejsce grubych, jeżeli występują warunki biologiczne (odpowiednie unaczynienie podłoża) i biomechaniczne (przede wszystkim cykliczne obciążenia).

MATERIAŁ I METODY

Badaniem objęto 10 pacjentów hospitalizowanych i operowanych w Klinice Ortopedii i Rehabilitacji Akademii Medycznej w Lublinie w latach 2004-2007 z powodu przewlekłej niestabilności stawu kolanowego wynikającej z uszkodzenia WKP. U pacjentów przeprowadzono badanie kliniczne oraz badania obrazowe USG oraz MRI. Badanie kliniczne rozszerzono o skalę Lysholm-Gillquista oraz IKDC2000 Subjective Knee Evaluation Form. Stabilność strzałkową stawu kolanowego oceniano za pomocą testu Lachmana przy użyciu aparatu KT1000

cruciate ligament impairment were incorporated into the group under examination. All procedures were performed by the same professional/operator in line with the principles of Puddu technique [2]. After the procedure the limb was initially immobilized by means of cast or knee joint stabilizer. The patients were examined prior to the operative procedure as well as 6 months following the procedure.

Lachman test is conducted with the knee joint flexed at 20°. The thigh in fixed position, shins are pulled forward. If anterior cruciate ligament injury is involved, the shins markedly displace in the knee joint. The Lachman test, introduced by Torg, also indicates the tension of sciatic-tibial muscles and the so called "doorstop effect" in the posterior cornus of medial meniscus located on the medial femoral condyle [3]. Then test results involve the description fibular displacement with regard to the femoral bone (3 grades' scale – as specified below) as well as the absence or presence of the distal end (distal end hard or soft).

Lachman's scale:

	0-2mm (-) normal joint,
I ^o	3-5mm (+),
II ^o	5-10mm (++) ,
III ^o	above 10mm (+++).

oraz testu pivot-shift. Do grupy badanej włączono pacjentów z potwierdzonym, całkowitym uszkodzeniem więzadła krzyżowego przedniego. Wszystkie zabiegi zostały przeprowadzone przez tego samego operatora z zastosowaniem zasad techniki Puddu [2]. Po zabiegu operowaną kończynę unieruchamiano początkowo w opatrunku gipsowym lub w stabilizatorze stawu kolanowego. Pacjentów oceniano przed zabiegiem operacyjnym i w szóstym miesiącu po zabiegu.

Test Lachmana wykonujemy przy stawie kolanowym zgiętym do 20°. Stabilizując udo pacjenta wykonujemy ruch pociągania goleni do przodu. W przypadku uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego dochodzi do wyraźnego przedniego przemieszczania się goleni w stawie kolanowym. Test Lachmana, wprowadzony przez Torg'a, wskazuje także na napięcie mięśni kulszowo-goleniowych oraz tzw. „doorstop effect” rogu tylnego łąkotki przyśrodkowej na kłykcium przyśrodkowym uda [3]. Przy wykonywaniu testu odnotowuje się stopień przemieszczenia piszczeli względem uda (3 stopniowa skala – podana poniżej) oraz określa się obecność lub brak punktu końcowego (punkt końcowy twardy bądź miękki).

Skala Lachmana:

	0-2mm (-) staw prawidłowy,
I ^o	3-5mm (+),
II ^o	5-10mm (++) ,
III ^o	powyżej 10mm (+++).

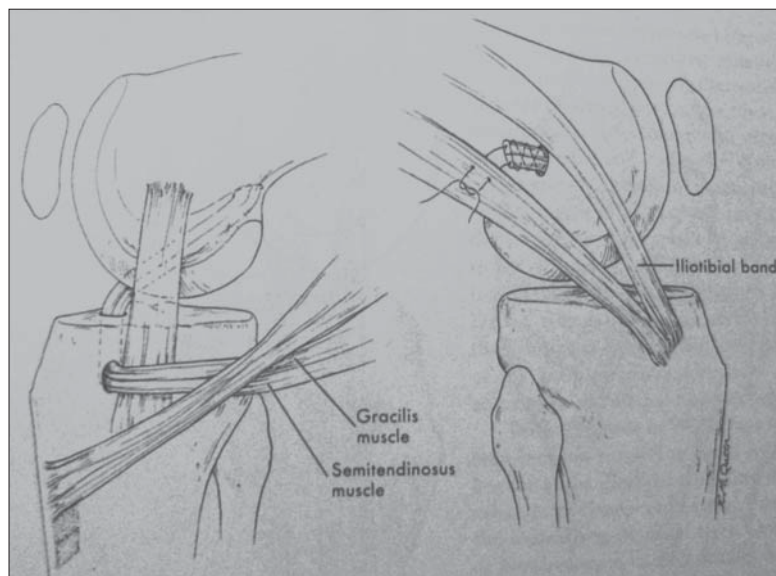


Fig. 1. Scheme of dragging the tendons of the semitendinosus and gracilis muscles in accordance with the Puddu method (Miller III R.H., Azar F.M.: "Knee injuries" Campbell's Operative Orthopaedics 1998, vol 2, ch 29, p. 1236)

Rys. 1. Schemat przeprowadzenia ścięgien mięśni półścięgnistego i smukłego w metodzie Puddu (Miller III R.H., Azar F.M.: „Knee injuries” Campbell's Operative Orthopaedics 1998, vol 2, ch 29, p. 1236)

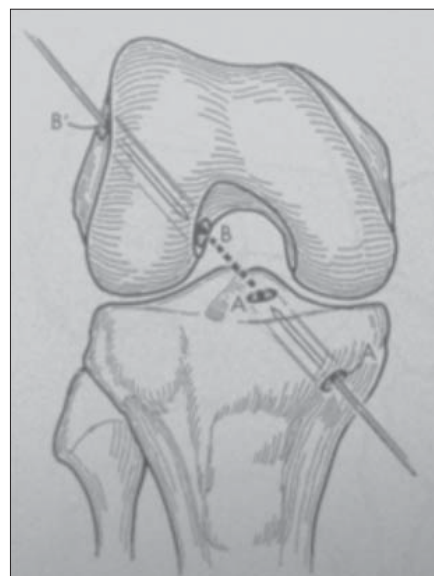


Fig. 2. Scheme of canal distribution in the reconstruction of anterior cruciate ligament by means of "pes anserine" tendons (Z Hendlar RC: Intra-articular semitendinosus ligament reconstruction. Scott WN, The knee, ST Louis, 1994, Mosby)

Rys. 2. Schemat przebiegu kanałów w rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego z użyciem ścięgien „gęsiej stopy” (Z Hendlar RC: Intraarticular semitendinosus ligament reconstruction. Scott WN, The knee, ST Louis, 1994, Mosby)

The pivot-shift test introduced by Mckintosh is pathognomonic of anterior cruciate ligament injury [4]. The correctness of its performance depends on the presence of an intact medial ligament complex and unpaired iliotibial muscle band. Extended knee rotates inwards (as caused by the anterior subluxation of the shinbone resulting from anterior cruciate ligament injury). Knee flexion elicits forced valgity. At a flexion of 20° fibular subluxation is reduced. In the course of flexion the examiner markedly rotates the shinbone inwards while simultaneously causing valgity. Articular subluxation is indicative of the underlying abnormality of the adjacent soft tissue.

International Knee Documentation Committee (IKDC2000) Subjective Knee Evaluation Form constitutes a subjective scale facilitating the evaluation of symptoms, sports activity and knee joint function prior to and following an injury.

Lysholm-Gillquist test is an objective scale that serves to evaluate the swelling of the joint, its stability, the femoral muscular cuff, the necessity to use elbow crutches.

OPERATIVE TECHNIQUE

The operation was performed in limb ischaemia under the pressure of 350-400mm Hg for a period no longer than 2 hours. The operation was external. The cut extended for 1,5cm from the medial paratibial region (Payr's access), through "pes anserine" and uncovered the knee joint along with the sciatic-tibial muscle tendons. The tendons of the semitendinosus and gracilis muscles were identified. The fascia at between the tendons of the semitendinosus and gracilis muscles was cut. Subsequently, the tendons were isolated along with a fragment of peristeum collected from the distal insertion location. The tendons were sutured by means of non-absorbing threads and mobilized through the resection of tendons. A target probe/wire was introduced inwards from the lateral tibial ligament and 3 cm below articular line towards the location of the tibial graft of ACL between the anterior-

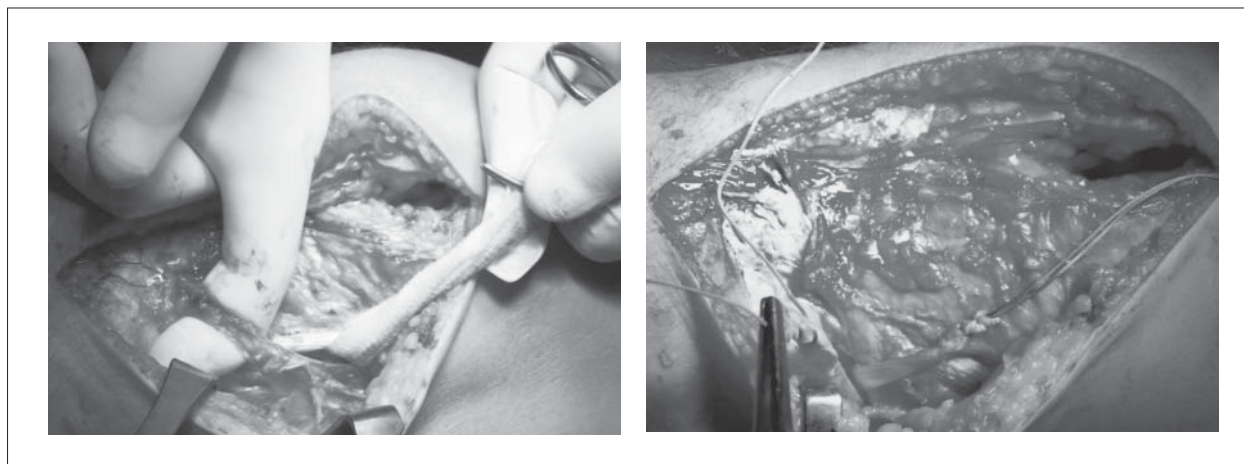
Test pivot-shift wprowadzony przez Mckintosh'a jest patognomoniczny dla uszkodzenia więzadła krzyżowe przedniego[4]. Poprawność wykonania zależy od obecności nieuszkodzonego kompleksu więzadłowego przyśrodkowego oraz od nieuszkodzonego pasma biodrowo-piszczelowego. Ustawione w wyproście kolano rotuje się do wewnątrz (powoduje to przednie podwichnięcie piszczeli, gdy uszkodzone jest więzadło krzyżowe przednie). Podczas zginania kolana, wykonuje się forsowne koślawienie. Przy zgięciu 20° dochodzi do nastawienia podwichnięcia piszczeli. Podczas zginania badający rotuje silnie goleń do wewnątrz z jednoczesnym koślawieniem. Podwichanie w stawie świadczy o patologii otaczających tkanek miękkich.

Skala International Knee Documentation Committee (IKDC2000) Subjective Knee Evaluation Form jest skalą subiektywną, dzięki której możemy ocenić objawy, aktywność sportową oraz funkcję kolana przed i po urazie.

Skala Lysholma-Gillquista jest skalą obiektywną, która ocenia obrzęk stawu, stabilność, mankiet mięśniowy uda, konieczność korzystania z pomocy kul łokciowych.

TECHNIKA OPERACYJNA

Zabieg operacyjny wykonywany był w niedokrwienu kończyny przy ciśnieniu 350-400mmHg, nie dłuższym niż 2 godziny. Operację wykonywano metodą otwartą. Z cięcia biegnącego 1,5cm od przyśrodkowej strony rzepki (dostęp Payra), przedłużonego nad „gęsią stopkę”, otwierano staw kolanowy i odsłaniano ścięgna mięśni kulszowo-goleniowych. Identyfikowano ścięgna mięśnia półścięgnistego i smukłego. Nacinano powięź na granicy pomiędzy ścięgnem mięśnia półścięgnistego i smukłego. Następnie ścięgna preparowano wraz z fragmentem okostnej pobranej z miejsca przyczepu dystalnego. Obszywano ścięgna niewchłaniającymi nićmi i mobilizowano je przez odcięcie odnóg ścięgniastych. Wprowadzano drut kierunkowy do przodu od więzadła pobocznego piszczelowego i 3cm poniżej linii stawowej w kierunku miejsca przyczepu piszczelowego WKP pomiędzy pęczek



Phot. 1. Operative access, isolating and suturing grafts – self-developed material
Zdj. 1. Dostęp operacyjny, pobranie i obszywanie przeszczepów – materiał własny

medial and posterior-lateral fasciculi. The fibular canal was drilled with the aperture reaching 6mm in diameter. A 2 cm cut extending over the lateral femoral epicondyle provided access to the epicondyle after the incision of the iliotibial band after the prior securing of the common fibular nerve. With a femoral pointer the femoral bone canal was drilled. The starting point was situated between the anterior-medial fasciculus and the posterior-lateral ACL. The mobilized tendons of the semitendinosus and gracilis muscles were stretched under the tendon of the sartorial muscle and through osseous canals with the help of threads that served to suture the tendons. The tendons were further stabilized in the femoral region at the screw [5].

RESULTS

Over the period 2004-2007 10 patients have been operated on (9 men and 1 woman). The age of patients averaged 32,5 years (min.20 – max. 51 years). The duration of monitoring period lasting from the injury to the reconstructive procedure in average was tantamount to 23 months (from 2,5 mths – 7 years). In 6 cases the damage suffered involved the right knee and in 4 cases –the left knee. MRI examination confirmed injury of the ACL in 7 cases while the same result was achieved by means of

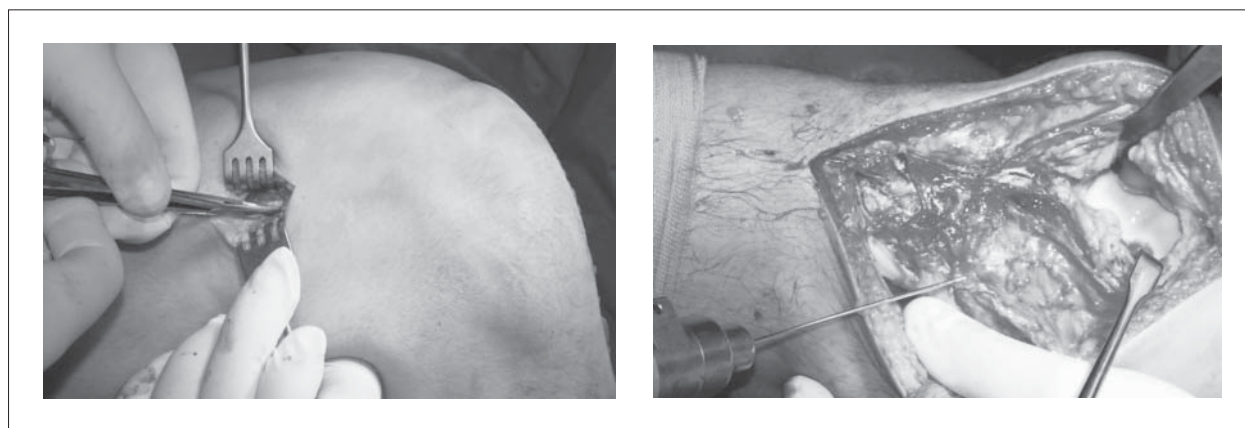
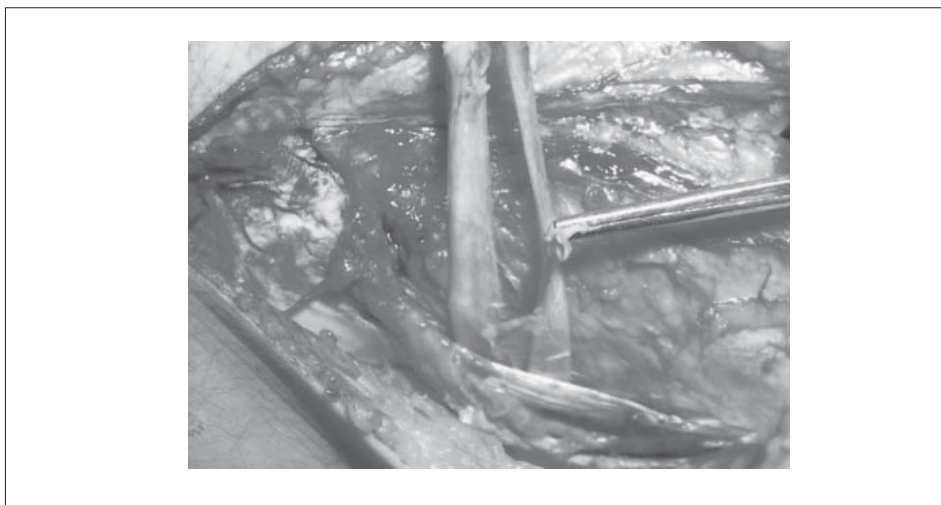
przednio-przyśrodkowy a pęczek tylno-boczny. Rozwiercano kanał piszczelowy zwykle do średnicy 6mm. Z cięcia 2cm biegnącego nad nadkłykiem bocznym uda odsłaniano nadkłykieć poprzez przecięcie pasma biodrowo-piszczelowego, po uprzednim zabezpieczeniu nerwu strzałkowego wspólnego. Przy pomocy celownika udowego rozwiercano kanał w kości udowej. Punkt wyjścia lokalizowano pomiędzy pęczkiem przednio-przyśrodkowym a tylno-bocznym WKP. Przeprowadzano zmobilizowane ścięgna mięśnia półścięgnistego i smukłego pod ścięgnem mięśnia krawieckiego, następnie przez kanały kostne wykorzystując nici służące do obszycia ścięgien. Stabilizowano ścięgna w części udowej na wkręcie [5].

WYNIKI

W latach 2004-2007 operowano 10 pacjentów (9 mężczyzn i 1 kobieta). Średnia wieku pacjentów wynosiła 32,5 roku (min.20 – max. 51 lat). Okres obserwacji od urazu do zabiegu rekonstrukcji wynosił średnio 23 miesiące (od 2,5 mies. – 7 lat) W 6 przypadkach uraz dotyczył prawego kolana, w 4 przypadkach lewego. Badanie rezonansu magnetycznego potwierdziło uszkodzenie WKP w 7 przypadkach, badanie usg u 3 pacjentów. W pierwszych dobach po zabiegu operacyjnym pacjenci

Phot. 2. Grafting below the tendon of sartorial muscle – self-developed material

Zdj. 2. Przeprowadzenie przeszczepów pod ścięgnem mięśnia krawieckiego – materiał własny



Phot. 3. Preparation of the fibular and femoral canals – self-developed material

Zdj. 3. Przygotowanie kanałów piszczelowego i udowego – materiał własny

ultrasonography in 3 patients. Within the first days of the operative procedure the patients reported pain originating from the tension of sciatic-tibial muscles. The ailments were alleviated by way of pharmaceutical means. Immobilization with cast or a knee joint stabilizer lasted for 6-8 weeks. Immobilization was followed by an intensive rehabilitation. The monitoring period ranged from 6 months to 3 years.

In clinical examination a positive result of the Lachman test was achieved in all patients prior to the procedure (+++) with a soft distal end and a positive result of the pivot shift test (+). Within 6 months of the operation in all patients the Lachman test yielded positive results (3 patients +, 5 patients ++, 2 patients +++) with a hard distal end. A residual pivot shift test was observed in 2 patients.

The findings of Liu et al. concerning total ACL injuries and acquired through MRI have harnessed similar results. According to Liu et al. the criterion for CL reconstruction should be arthrometric KT1000 evaluation along with clinical examination [6].

Eight patients recovered a the activity level the enjoyed prior to the injury and 2 reported minor limitations in mobility as compared with their activity level prior to the injury.

During follow-up examination a full extent of the mobility of the treated knee joint was noted in all patients, comparable with that of the healthy knee joint. The patients reported no ailments connected with the sciatic-tibial muscles. In all of them an emaciation of the medial femoral quadriceps muscle head was detected

On the subjective IKDC2000 scale the patients received a mean total of 27, 8 prior to the procedure and 56, 7 6 months after the operation.

In Lysholm-Gillquist test the patients achieved a mean result of 60,6 points before the operation and 84,8 points following the operation. During a follow-up examination 2 patients were considered in a very good condition,

skarżyli się na dolegliwości bólowe ze strony napiętych mięśni kulszowo-goleniowych. Dolegliwości łagodzone farmakologicznie. Unieruchomienie gipsowe lub stabilizator stawu kolanowego utrzymywano przez okres 6-8 tygodni. Po czasie unieruchomienia prowadzono intensywną rehabilitację.

Okres obserwacji pacjentów po zabiegu wahał się od 6 miesięcy do 3 lat.

W badaniu klinicznym przed zabiegiem u wszystkich pacjentów stwierdzono dodatni wynik testu Lachmana (+++) z miękkim punktem końcowym oraz dodatni wynik testu pivot shift (+). W 6 miesięcy po operacji u wszystkich pacjentów test Lachmana był dodatni (3 pacjentów +, 5 pacjentów ++, 2 pacjentów +++) z twardym punktem końcowym. Śladowy test pivot shift stwierdzono u 2 pacjentów. Subiektywnie pacjenci nie stwierdzali niestabilności podczas wykonywania codziennych czynności.

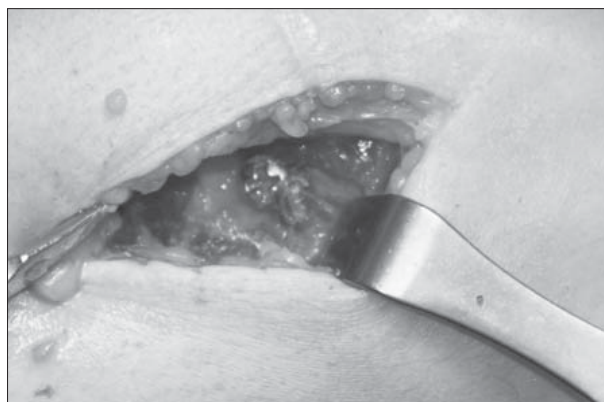
Zbliżone wyniki dotyczące rozpoznania pełnych uszkodzeń WKP w rezonansie magnetycznym miał Liu i wsp. Według tego autora decyzja o rekonstrukcji WKP powinna być podejmowana po ocenie artrometrem KT1000 i badaniu klinicznym [6].

Ośmiu pacjentów powróciło do aktywności sprzed urazu, a dwu określiło nieznaczne ograniczenia w powrocie do pełnej aktywności.

Podczas badania kontrolnego stwierdzono pełny zakres ruchów operowanych stawów kolanowych, porównywalny ze stroną przeciwną. Pacjenci nie zgłaszali dolegliwości ze strony mięśni kulszowo-goleniowych. U wszystkich pacjentów utrzymywało się wychudzenie głowy przysrodkowej mięśnia czworogłowego uda w porównaniu ze stroną przeciwną.

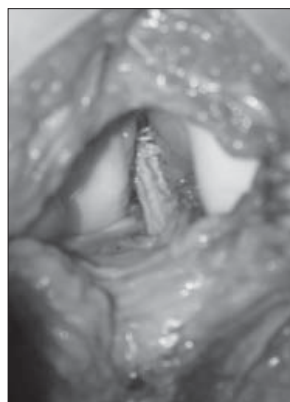
W subiektywnej skali IKDC2000 pacjenci z przed zabiegiem uzyskali średni wynik 27,8, a 6 miesięcy po zabiegu 56,7.

W skali Lysholm-Gillquista pacjenci przed zabiegiem operacyjnym uzyskali średni wynik 60,6pkt, natomiast po zabiegu operacyjnym średnia wartość wyniosła 84,8pkt.



Phot. 4. Stabilization przeszczepu w części udowej na wkręcie – self-developed material

Zdj. 4. Stabilizacja przeszczepu w części udowej na wkręcie – materiał własny



Phot. 5. Fixed graft. The tissue at the base of the graft is constituted by the remainder of the anterior cruciate ligament stump – self-developed material

Zdj. 5. Osadzony przeszczep. Widoczna u podstawy przeszczepu tkanka jest pozostałością kikuta więzadła krzyżowego przedniego – materiał własny

7 – in a good condition and 1 patient was regarded as being in a satisfactory condition.

DISCUSSION

There is an ongoing debate as to the treatment of choice in cases of a knee joint instability [7]. Thus the choice of reconstruction technique applied to anterior cruciate ligament and of the operative system depends on the chiropractic. What is of salience is the correct operative technique, especially in terms of osseous canals distribution so that the graft is isometric within the entire extent of knee joint mobility. [8]

Dynamic operative methods are less frequently performed than reconstructive procedures with the use of autografts obtained from the tendons of the semitendinosus and gracilis muscles or patellar ligament.

In the method presented no damage of the functional knee joint stabilizers such as sciatic-tibial muscles is entailed. Only the localization of their peripheral insertion is altered.

Experiments on animal material demonstrate that the cicatrization of the graft in the osseous canals occurs in the period from 6 to 12 weeks following the operation [9,10,11] through Sharpey's fibers [12] and hence immobilization by cast or splint-belt stabilizer with flexion and extension angle regulation was implemented for the period of tendon graft consolidation with the substratum.

The method employed in our Clinic is comparable with EndoButton system in terms of biomechanics. Nebelung et al. [13] declare that the strain to which the flexed ligament stabilized over the core layer is subject-

Podczas badania kontrolnego 2 pacjentów uzyskało wynik bardzo dobry, 7 pacjentów wynik dobry, 1 pacjent wynik dostateczny.

DYSKUSJA

Do chwili obecnej trwają spory co do optymalnego leczenia zdestabilizowanego stawu kolanowego [7]. Wybór sposobu rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego i systemu operacyjnego uzależniony jest więc przede wszystkim od operatora. Zasadniczą rolę odgrywa prawidłowa technika wykonania operacji, a zwłaszcza położenie kanałów kostnych, zapewniające izometrię przeszczepu w pełnym zakresie ruchu stawu kolanowego. [8]

Dynamiczne metody operacyjne nie są obecnie tak często wykonywane jak zabiegi rekonstrukcyjne z wykorzystaniem wolnych autologicznych przeszczepów ścięgien mięśni półścięgniowego i smukłego lub więzadła rzepki.

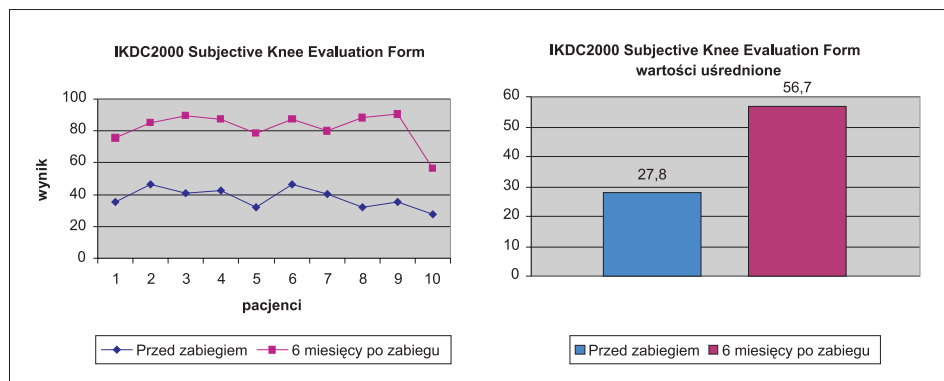
W prezentowanej przez nas metodzie nie dochodzi do naruszenia czynnych stabilizatorów stawu kolanowego jakim są mięśnie kulszowo-goleniowe, a jedynie zmienia się ich miejsce przyczepu obwodowego.

Doświadczenia na materiale zwierzęcym dowodzą, że wgajanie się przeszczepu w kanałach kostnych zachodzi pomiędzy 6-12 tygodniem po operacji [9,10,11] poprzez włókna Sharpey'a [12] i dlatego też na czas konsolidacji przeszczepu ścięгна z otoczeniem stosowaliśmy unieruchomienie gipsowe bądź stabilizator szynowo-opaskowy z regulowanym kątem zgięcia i wyprostu.

Metoda stosowana w naszej Klinice może być pod względem biomechanicznym porównana do systemu EndoButton. Nebelung i wsp.[13] twierdzą, że siły jakim

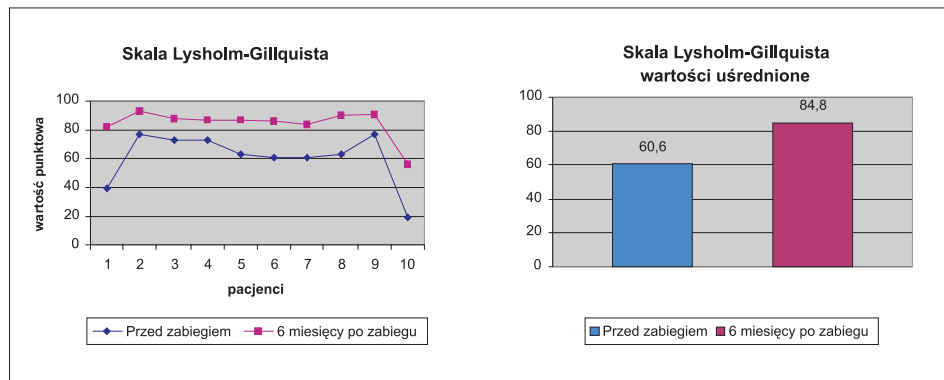
Tab. 1. Comparative analysis of the subjective evaluation of knee condition according to the IKDC2000 questionnaire as specified by the patients before and six months after the procedure.

Tab. 1. Porównanie wyników subiektywnej oceny kolana wg formularza IKDC2000 przez pacjentów przed zabiegiem operacyjnym i w szóstym miesiącu po zabiegu operacyjnym



Tab. 2. Comparative analysis of punctuated values according to the Lysholm-Gillquist test prior to and 6 months after the operation

Tab. 2. Porównanie wartości punktowych w skali Lysholm-Gillquista przed zabiegiem operacyjnym i w szóstym miesiącu po zabiegu operacyjnym.



ed may be responsible for the extension of osseous canals and the “windscreen wiper” or “bungee” effect. According to Peyrach et al. [14] concentric micromovements of the graft within the femoral canal may trigger inflammation and lead to the extension of the femoral canal itself. In the wake of undue mobility synovial fluid may penetrate the space between the graft and the canal wall delaying the cicatrisation of the graft [15]. The fragment of peristeum obtained from tibial tuberosity during the isolation of the tendons of the semitendinosus and gracilis muscles is not only to accelerate the cicatrisation of the graft but also to act as plug at the first stage of graft cicatrisation within the femoral canal by reducing the inflow of synovial fluid into the femoral canal [16].

In the implementation of the Puddu method there was an attempt to retain the stumps of the anterior cruciate ligament by transposing tendons through it. Takashi Shimizu has confirmed the presence of mechanoreceptors in the ACL stumps in his studies [17]. Elsewhere than in the free nervous endings, mechanoreceptors are seldom detected in the deep layers of anterior cruciate ligament tissue whereas they are numerous in the peripheral areas of the ligament [18]. The retention of the stumps of the ruptured anterior cruciate ligament may accelerate the cicatrisation of the graft extending right through it. Another factor that may facilitate the process of regaining deep sensations is the presence of Vater-Paccini's corpuscles responsible for rapid movements or Ruffini's corpuscles mediating the extension mechanism.

The innervation of isolated tendous grafts is reduced and is only recovered after 8 weeks. To the best of our knowledge, the maintenance of the tendous-muscular continuity of the graft guaranteed by the method implemented improves and accelerates the recovery of deep sensations and proprioception development.

Many authors describe lesions in the knee joint resulting from either rotation instability, progressive meniscus injuries or posttraumatic arthritis in non-treated anterior cruciate ligament injuries [19]. Some authors hold that the knee joint underwent accelerated arthritic changes owing to the ACL injury and arthritis develops at an accelerated rate [20]. The Puddu reconstructive method succeeds in restoring functional but not necessarily normal (comparable to that prior to injury) stability in most cases of anterior cruciate ligament injuries (positive Lachman's test results in all patients involved). The improvement achieved allows the patient to increase the level of daily activity without raising the risk of an additional injury [21]. Thanks to the method introduced a safe dynamical knee joint stability is secured. The stability concerned may be apparently lesser than that achieved in the currently implemented methods depending on the use of “pes anserine” tendons. The author of the method nonetheless received comparable results [2]. A minor subluxation of the joint may give rise to an earlier onset of arthritic lesions in the long run by contrast with other methods. It is worthy of note that the

jest podawane napięte więzadło stabilizowane nad warstwą korową mogą być odpowiedzialne za poszerzenia kanałów kostnych, i wywołanie efektu zwanego jako „efekt wycieraczki” lub „efekt bungee”. Wg Peyracha i wsp.[14] okrężne mikroruchy przeszczepu w kanale udowym mogą wywołać stan zapalny i powodować poszerzenie kanału udowego. W konsekwencji nadmiernej ruchomości, pomiędzy przeszczep, a ścianę kanału może przedostawać się płyn stawowy co może spowalniać wgajanie się przeszczepu [15]. Pobierany przez nas fragment okostnej z guzowatości piszczeli podczas wypręparowywania ścięgien mięśni półścięgnistego i smukłego ma za zadanie nie tylko przyspieszyć wgajanie przeszczepu, ale także działać we wczesnej fazie gojenia przeszczepu w kanale udowym jak korek, ograniczający wpływ płynu stawowego do kanału udowego[16].

W metodzie Puddu starano się pozostawiać kikuty więzadła krzyżowego przedniego, przeprowadzając przez nie transponowane ścięgna. Takashi Shimizu w swoich badaniach potwierdził obecność mechanoreceptorów w kikutach więzadła krzyżowego przedniego [17]. Poza wolnymi zakończeniami nerwowymi, mechanoreceptory są bardzo rzadko wykrywane w głębokich warstwach więzadła krzyżowego przedniego, natomiast duża ich liczba znajduje się w częściach obwodowych więzadła[18]. Pozostawienie kikutów rozerwanego więzadła krzyżowego przedniego może przyspieszać wgajanie się przeprowadzonego przez nie przeszczepu, a dodatkowo obecne tam są m. in. ciała Vater-Paccini'ego odpowiadające za szybkie ruchy czy ciała Ruffiniego odpowiedzialne za rozciąganie wpływają na czucie głębokie.

Pobranie przeszczepów ścięgnistych pozbawia je unerwienia, które powraca dopiero po 8 tygodniach. Zachowanie ciągłości ścięgno-mięśniowej przeszczepu w naszej metodzie naszym zdaniem poprawia i przyspiesza powrót czucia głębokiego i rozwój propriocepcji.

Wielu autorów opisuje zmiany w stawie kolanowym spowodowane niestabilnością rotacyjną, postępującym uszkodzeniem łąkotec i pourazową artrozę w nie leczonych uszkodzeniach więzadła krzyżowego przedniego[19]. Niektórzy uważają, że staw kolanowy z uszkodzonym więzadłem krzyżowym przednim przechodzi przyspieszoną degenerację i wcześniej rozwija się choroba zwyrodnieniowa [20]. Metoda rekonstrukcji Puddu przywraca funkcjonalną, lecz niekoniecznie normalną (taką jak przed urazem) stabilność w większości uszkodzeń więzadła krzyżowego przedniego (dodatni test Lachmana u wszystkich pacjentów). Uzyskana poprawa pozwala jednak pacjentowi na zwiększenie codziennej aktywności bez dodatkowego, zwiększonego ryzyka urazu [21]. W prezentowanej przez nas metodzie uzyskuje się bezpieczną dynamiczną stabilizację stawu kolanowego. Jest ona pozornie mniejsza niż w obecnie stosowanych metodach z użyciem ścięgien „gęsiej stopki”. Porównywalne wyniki stabilności osiągnął autor metody [2]. Niewielkie podwichanie stawu może w odległym czasie spowodować wcześniejszy rozwój zmian zwyrodnieniowych w porównaniu z innymi metodami. Warto dodać,

technique may be implemented with the use of arthroscopy as was evidenced in a procedure performed in case of the female patient. What might be furthermore conjured is a bifascicular version of the Puddu method and its elaboration is precisely the current objective of the authors of the study presented herein.

Although the operative Puddu method has evolved towards quadrifascicular reconstruction in the recent years, the outcome achieved by its means is satisfactory [22].

CONCLUSIONS

1. The employment of Puddu method provides the means to leave intact the functional knee joint stabilizers, featuring pes anserine tendons which change the localization of peripheral insertion to a minor degree.
2. By virtue of preserving the stump of the ruptured anterior cruciate ligament it is possible to facilitate a prompt cicatrization of the graft and at least partial maintenance of deep sensations.
3. The method improves functional joint stability.

że sposób ten daje się wykonać z użyciem artroskopu – zabieg wykonano u jednej zoperowanej pacjentki. Można sobie ponadto wyobrazić wersję dwuściępkową metody Puddu, do czego zmiierzają obecnie autorzy pracy.

Chociaż w ostatnich latach operacja metodą Puddu przeszła ewolucję w kierunku rekonstrukcji czteropęczkowej, rezultaty osiągnięte po jej zastosowaniu są zadowalające [22].

WNIOSKI

1. Wykorzystanie metody Puddu pozwala na pozostawienie nienaruszonych stabilizatorów czynnych stawu kolanowego, w tym ścięgien gęsiej stopki, które tylko nieznacznie zmieniają miejsce przyczepu obwodowego
2. Poprzez zachowanie kikutów zerwanego więzadła krzyżowego przedniego możliwe jest szybsze wgojenie się przeszczepu oraz przynajmniej częściowe zachowanie czucia głębokiego
3. Metoda poprawia czynną stabilność stawu

References/Piśmiennictwo:

1. Widuchowski J.: *Kolano-urazy i obrażenia sportowe*. Wyd. I, Katowice: G-Kwadrat s.c.; 1997.
2. Puddu G.: *Method for reconstruction of the anterior cruciate ligament using the semitendinosus tendon*. *Am J Sports Med* 1980; Nov-Dec:8(6):402-4.
3. Torg JS, Conrad W, Kalen V.: *Clinical diagnosis of anterior cruciate instability in the athlete*. *Am J Sport Med* 1976; 4: 84–92.
4. Galway HR, Beaupre A, Mckintosh DL. *The pivot shift: A clinical sign of symptomatic anterior cruciate ligament deficiency*. *J Bone Joint Surg* 1972; 54B: 763–764.
5. Miller III R H, Azar F M.: *Knee injuries*. W: Canale TS (red.) *Campbell's Operative Orthopaedics*. Wyd. 9. St. Louis: Mosby: 1998; s. 1235.
6. Liu S H, Osti L, Henry, Bocchi L.: *The diagnosis of acute complete tears of the anterior cruciate ligament. Comparison of MRI, arthrometry and clinical examination*. *J Bone Joint Surg* 1995; 77B: 586-588.
7. Mioduszewski A.: *Strategia postępowania w uszkodzeniach więzadeł krzyżowych*. *Acta Clinica* 2002; 2(1): 17-25.
8. Ziółkowski M, Kozieł T, Stolarczyk A, Surowiecki R, Deszczyński J.: *Rekonstrukcja więzadła krzyżowego przedniego kolana (WKP) z wykorzystaniem autogennych ścięgien mięśni półścięgniętego i smukłego (ST i G) i mocowania Biosteon Cross-Pin*. *Artroskopia i Chirurgia Stawów* 2005; 1(1): 45-53.
9. Weiler A, Hoffmann R, Bail H et al.: *Tendon healing in a bone tunnel: Part II: Histological analysis after biodegradable interference fit fixation in a model of anterior cruciate ligament reconstruction*. *Arthroscopy* 2002; 18: 124-35.
10. Blickenstaff K, Grana W, Eglar D.: *Analysis of a semitendinosus autograft in a rabbit model*. *Am J Sports Med* 1994; 25: 344-51.
11. Pinczewski LA, Clingeleffer AJ, Otto DD i wsp.: *Integration of Hamstring Tendon Graft With Bone in Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament Arthroscopy*. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 1997; 13(5):641-643.
12. Sharpey W, Ellis GV, eds. *Elements of anatomy by Jones Quain*. Vol. 1, London: Walton and Moberley; 1856.
13. Nebelung W, Becker R, Merkel M I i wsp.: *Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus tendon using EndoButton fixation on the femoral side*. *Arthroscopy* 1998;14:810-15.
14. Peyrache MD, Djian P, Christel P i wsp.: *Tibial tunnel enlargement after anterior cruciate reconstruction by autogenous bone-patellar tendon-bone graft*. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1996;4:2-8.
15. Morrisom JB.: *Function of the knee joint various activities*. *J Biomech* 1969;4: 573-580.
16. Chen CH, Chen WJ, Shih CH i wsp.: *Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with periosteum-enveloping hamstring tendon graft*. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2004;12(5):398-405.
17. Shimizu T, Takahashi T, Wada Y i wsp.: *Regeneration process of mechanoreceptors in the reconstructed anterior cruciate ligament*. *Arch Orthop Trauma Surg* 1999;119:405–409.
18. Aydog˘ ST, Korkusuz P, Doral MN i wsp.: *Decrease in the number of mechanoreceptors in rabbit ACL: the effects of ageing*. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14:325–329.
19. Finterbush A, Frankl U, Matan Y.: *Secondary damage to the knee after isolated damage to the ACL*. *Am J Sport Med* 1990;18:47.
20. Satku K, Kumar VP, Ngoi SS.: *Anterior cruciate ligament injuries. To counsel or to operate?* *J Bone Joint Surg* 1986;8B:458-461.
21. Anderson AF, Snyder RB, Lipscomb AB Sr.: *Anterior cruciate ligament reconstruction using the semitendinosus and gracilis tendons augmented by the loose iliotibial band tenodesis. A long-term study*. *Am J Sports Med*. 1994; 22(5):620-6.
22. Barrett GR, Miller C, Richardson K.: *Combined single-strand distal semitendinosus-iliotibial band tenodesis (Puddu) for anterior cruciate ligament augmentation*. *Am J Knee Surg*. 1995;8(1):13-8.