

# Propozycja programu usprawniania po rekonstrukcji więzadła krzyżowego tylnego stawu kolanowego z użyciem autoprzeszczepu ze ścięgna mięśnia prostego uda

## Proposal of rehabilitation program after posterior cruciate ligament reconstruction using the autogenic rectus femoris tendon graft

Marta Milewska, Jacek Mańka

Carolina Medical Center, Warszawa

### Streszczenie

Więzadło krzyżowe przednie i więzadło krzyżowe tylne są głównymi stabilizatorami przednio-tylnych przemieszczeń kości piszczelowej podczas ruchów zginania i prostowania kolana. Urazy więzadła krzyżowego tylnego są o wiele rzadsze niż urazy innych struktur więzadłowych kolana. Praca ma na celu przedstawienie zasad usprawniania pacjentów po artroskopowej, dwupęczkowej rekonstrukcji więzadła krzyżowego tylnego.

W naszej klinice leczylimy 3 pacjentów po rekonstrukcji WKT: jedną kobietę i 2 mężczyzn. Średni wiek pacjentów wynosił 36 lat (od 22 do 50 lat). Czas od urazu do operacji wynosił średnio 16,5 miesiąca (od 9 do 24 miesięcy). Wszyscy pacjenci przeszli artroskopową, dwupęczkową rekonstrukcję WKT z użyciem autogennego przeszczepu ze ścięgna mięśnia prostego uda. Uszkodzeniem więzadła krzyżowego tylnego towarzyszyły inne patologie stawu kolanowego: uszkodzenia łąkotec i chrząstki stawowej. Program rehabilitacji składał się z dwóch faz. Faza I – przedoperacyjna (przed rekonstrukcją). W tej fazie kładliśmy nacisk na rozwój masy mięśniowej mięśnia czworogłowego uda, propriocepcję i zapobieganie bólom ze stawu rzepkowo-udowego. Faza II – pooperacyjna (po rekonstrukcji). Nasi pacjenci wrócili do poprzednio wykonywanych czynności. U żadnego z pacjentów w badaniu kontrolnym nie stwierdzono tylnej niestabilności. Przykładaliśmy szczególną uwagę do aktywnej ochrony przeszczepu, wczesnej mobilizacji pacjentów i zwiększenia siły mięśniowej (faza przedoperacyjna). Również zalecaliśmy pełne obciążenie we wczesnej fazie rehabilitacji. Progresja i sposób postępowania był determinowany przez proces przebudowy przeszczepu. [Acta Clinica 2001 2:161-173]

**Słowa kluczowe:** więzadło krzyżowe tylne, fizjoterapia, program rehabilitacji.

### Summary

Anterior cruciate ligament and posterior cruciate ligament are primary ligamentous stabilizers to anterior-posterior translation of the knee during flexion and extension. Injuries to the PCL are less frequent than ACL and other knee ligaments injuries.

This study is to make you more familiar with the rules we follow during rehabilitation after arthroscopic double-bundle posterior cruciate ligaments reconstruction.

We treated 3 patients after PCL reconstruction: one woman and two men. The average patient age was 36 years (range 22 to 50). The interval from injury to arthroscopy averaged 16,5 months (range, 9 to 24 months). All patients underwent an arthroscopic double-bundle PCL reconstruction with using of autogenic graft from rectus femoris tendon. The PCL injuries were associated with other intra-articular pathology: menisci tears and articulare cartilage damage. The rehabilitation program was divided into two stages. Stage I – preoperative (before reconstruction). In this stage we paid our attention to the mass of quadriceps muscle, proprioception, and prevention of pain coming from patello-femoral joint. Stage II – postoperative (after reconstruction).

Our patients returned to the previous activity. They demonstrated good motivation. We did not note any posterior instability.

We put particular attention to active graft protection, to early patients mobilization and to strengthening of muscle mass (preoperative stage). We also recommended full weight bearing in early phase rehabilitation. Progress and way of conducting treatment are determined by graft re-building process.

[Acta Clinica 2001 2:161-173]

**Key words:** posterior cruciate ligament, physiotherapy, rehabilitation program.

## Wstęp

Spośród uszkodzeń wszystkich stawów aż 30% dotyczy kolana. Dużą grupę poszkodowanych stanowią ludzie młodzi, aktywni uprawiający sporty. Jeszcze kilkanaście lat temu uraz kolana z uszkodzeniem więzadeł był dla sportowca równoznaczny z zakończeniem kariery. Dzisiejsze możliwości operacyjne oraz rehabilitacja umożliwiają szybki powrót do pełnej sprawności fizycznej.

Urazy więzadła krzyżowego tylnego często towarzyszą urazom kości kończyny dolnej, dlatego bywa, że pozostają niezauważone. Także fakt, iż niestabilność tylna jest lepiej tolerowana przez pacjentów niż niestabilność przednia (brak epizodów „uciekania kolana”), powoduje, że pacjenci rzadko zgłaszają lekarzowi-ortopedzie dysfunkcję kolana wynikającą z uszkodzenia więzadła krzyżowego tylnego.

Szacuje się, że urazy więzadła krzyżowego tylnego stanowią do 20% wszystkich uszkodzeń kolana. Celem tej pracy jest przybliżenie zasad postępowania rehabilitacyjnego po artroskopowej rekonstrukcji więzadła krzyżowego tylnego.

## Wybrane zagadnienia z anatomii i biomechaniki więzadła krzyżowego tylnego

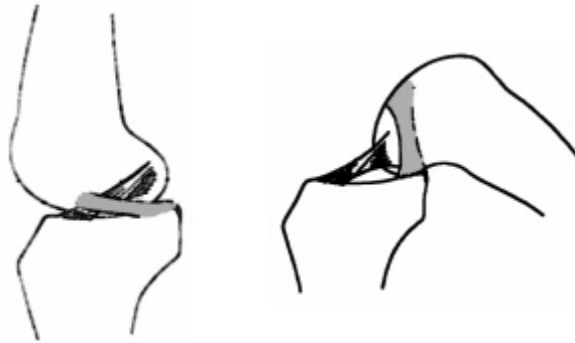
Więzadło krzyżowe tylne przyczepia się wachlarzowato do powierzchni wewnętrznej kłykcia przyśrodkowego kości udowej i biegnie ku dołowi i tyłowi, krzyżując się z więzadłem krzyżowym przednim i przyczepia się (pod kątem 45° do płaszczyzny poziomej) do pola międzykłykciowego tylnego piszczeli. Jego średnia długość wynosi 38 mm, a szerokość 13 mm (7, 11).

Dzieli się na dwa składniki funkcjonalne (11, 4, 20, 12, 1): pęczek przednio-boczny (napinający się przy zgięciu kolana około 70–90°) oraz pęczek tylnoprzyśrodkowy (napinający się przy wyproście). Wię-

zadło krzyżowe tylne dostarcza 95% całej siły przeciwstawiającej się zjawisku tzw. „tylnej szufladzie” (4, 20). Jest także ogranicznikiem wtórnym szpotawości, koślawości, i rotacji wewnętrznej kolana (17). Oba więzadła krzyżowe są strukturami wewnątrzstawowymi i zewnątrzstawowymi. Więzadła krzyżowe tworzą układ funkcjonalny: napinają się podczas ruchu kolana prowadząc kłykcie kości udowej, dzięki czemu ruch toczenia przechodzi płynnie w ślizg (7, 13). Odgrywają one ważną rolę w stabilizacji środka rotacji kolana, kontrolując we wszystkich położeniach stawu kontakt powierzchni stawowych. Podczas ruchu zginania i prostowania kolana powierzchnie stawowe kości piszczelowej przesuwają się w płaszczyźnie strzałkowej po powierzchniach stawowych kości udowej a zmiennymi osiami obrotu są punkty skrzyżowania się więzadeł krzyżowych (7). W czasie ruchu rotacji wewnętrznej goleni, więzadła krzyżowe owijają się wokół siebie i napinają, ograniczając zakres tego ruchu. W pozycji zgięcia kolana 90 do 120° więzadło krzyżowo-tylne układa się pionowo, a jego włókna przednio-boczne są mocno napięte (7, 13) w ustawieniu maksymalnego wyprostowania kolana, włókna tylnoprzyśrodkowe napinają się, a przednio-boczne są rozluźnione (7, 13).

## Etiologia uszkodzeń więzadła krzyżowego tylnego

Pomimo iż więzadło krzyżowe tylne jest uważane za jeden z głównych stabilizatorów kolana, doczekało się stosunkowo niewielkiej literatury. Częściowo wynika to z trudności diagnostycznych urazu tego więzadła oraz stosunkowo niewielkiej dysfunkcji kolana. Pacjent bez więzadła tylnego nie doświadcza takich epizodów „uciekania kolana”, które zdarzają się po urazie więzadła krzyżowego przedniego. Postępy w dziedzinie diagnostyki (np. MRI) po-



Ryc. 1. Układ włókien więzadła krzyżowego tylnego przy maksymalnym wyproście (A) i zgięciu (B).

zwołyły na udowodnienie, że do uszkodzenia tego więzadła dochodzi znacznie częściej niż się powszechnie przypuszcza (5). Prace kliniczne z wykorzystaniem artroskopowej weryfikacji stanu stawu wykazały znaczny odsetek wczesnych uszkodzeń chrząstki. Patologia wynikająca z utraty więzadła krzyżowego tylnego to artroza stawu udowo-rzepakowego albo (i) stawu udowo-piszczelowego. Rozwija się ona na przestrzeni kilku lat. W badaniach izolowanych uszkodzeń więzadła krzyżowego średnio po 6 latach, około 90% pacjentów odczuwa, co najmniej okresowe bóle, a 65% zauważa ograniczenie aktywności. Zwykle pacjenci ci skarżą się na długotrwały, tępy ból, przyśrodkowego i przedniego przedziału kolana (15). Przy braku więzadła krzyżowego tylnego, rzepka i jej więzadło muszą działać nienaturalnie jako hamulce dla tylnego przemieszczenia piszczeli. Dodatkowo, tylne opadanie powoduje skrócony moment ramienia siły dla mięśnia czworogłowego uda. W ten sposób zmniejsza się wydolność mechaniczna mięśnia czworogłowego (17). W chwili obecnej częstość uszkodzeń więzadła krzyżowego tylnego szacuje się w granicach 5–20% urazów stawu kolanowego, przy czym jedynie połowa z nich to uszkodzenia izolowane.

Uraz podczas aktywności sportowej zwłaszcza w sportach kontaktowych oraz wypadki komunikacyjne są najczęstszymi przyczynami uszkodzenia więzadła krzyżowego tylnego.

### Material i metoda

Długotrwały brak więzadła krzyżowego tylnego prowadzi do rozciągnięcia drugorzędnych stabilizatorów stawu kolanowego, co potęguje niestabilność zwiększając degenerację stawu udowo-rzepakowego i udowo-piszczelowego. Aby zapobiec tym zmianom, wykonuje się rekonstrukcje więzadła krzyżowego tylnego, szczególnie u pacjentów aktywnych ruchowo (np.: u sportowców).

Do rekonstrukcji więzadła krzyżowego tylnego u pacjentów operowanych w Carolina Medical Center w Warszawie użyto przeszczepu własnego ze ścięgna mięśnia prostego uda z odtworzeniem jego budowy pęczkowej. W latach 1998–99 tą metodą w klinice CMC zostało zoperowanych 3 pacjentów: 1 kobieta i 2 mężczyźni o średniej wieku 36 lat (od 22 do 50 lat). Okres od urazu do operacji wynosił średnio 16,5 miesiąca (od 9 do 24 miesięcy) Rekonstrukcja poprzedzona była artroskopią, podczas której stwierdzono uszkodzenia

elementów stawowych towarzyszące zerwaniu więzadła krzyżowego tylnego takich, jak uszkodzenia łąkotek oraz zmiany w chrząstce stawowej wynikającej z przewlekłej niestabilności tylnej stawu kolanowego. Po artroskopii prowadzono rehabilitację dla osiągnięcia optymalnych warunków do rekonstrukcji więzadła (masa mięśniowa, zakres ruchu). Szczególną uwagę zwrócono na: siłę mięśnia czworogłowego uda, propriocepcję, profilaktykę dolegliwości ze stawu rzepekowo-udowego. Ważnym elementem tego etapu leczenia było uświadomienie pacjentom celu i istoty zabiegu rekonstrukcji więzadła krzyżowego oraz nawiązanie z nim dobrego kontaktu dla skuteczności procesu rehabilitacji. W drugim etapie (po rekonstrukcji) rehabilitacja przebiegała zgodnie z ogólnymi zasadami postępowania pooperacyjnego oraz zasadami biomechaniki. Szczególną uwagę zwrócono na aktywną ochronę przeszczepu i wczesne uruchomienie pacjenta. Postępowanie i sposób prowadzenia rehabilitacji zdeterminowane były przebudowa przeszczepu. W końcowym okresie rehabilitacji ważne było przygotowanie pacjenta do specyficznej aktywności zawodowej i/lub sportowej.

### **Propozycja programu rehabilitacji po operacyjnej rekonstrukcji więzadła krzyżowego tylnego stawu kolanowego**

Program rehabilitacji został oparty na 6 regułach opisanych przez Wilka i Andrews (24, 25):

1. Gojąca się tkanka nigdy nie powinna być przeciążana
2. Należy unikać szkodliwego wpływu unieruchomienia
3. Pacjent musi spełniać określone kryteria, aby przejść z jednego etapu do drugiego

4. Program rehabilitacyjny musi opierać się na bieżących badaniach naukowych i klinicznych

5. Program rehabilitacyjny nie może być „książką kucharską”, lecz dobrany do indywidualnych cech i celów pacjenta

6. Pomyślny wynik jest bezpośrednio związany z efektem pracy całego zespołu medycznego i pacjenta (rola kluczowa)

Dzisiejsze metody rekonstrukcji więzadeł krzyżowych pozwalają na bardziej dynamiczną i szybszą rehabilitację dzięki temu, że uwzględniają: natychmiastowy ruch (ciągły ruch bierny w pierwszej dobie), obciążanie kończyny (do granic bólu), pełen bierny wyprost, wczesne normalne funkcjonowanie.

Należy mieć zawsze na uwadze, że odwlekanie rehabilitacji może prowadzić do sztywności stawu, zrostów wewnątrzstawowych, zaburzenia mechanizmu wyprostowania, zaniku mięśnia czworogłowego uda, chronicznych wysięków, bólu z miejsca pobrania przeszczepu (25).

Program musi być dynamiczny, dawkowany odpowiednio do możliwości pacjenta tak, aby stanowił motywację i wyzwanie możliwe do osiągnięcia przez niego. Zrozumienie techniki operacyjnej, znajomość umiejscowienia, umocowania i siły przeszczepu są zasadnicze dla prowadzenia przez terapeutę, indywidualnego usprawniania pacjenta (24,25,18).

### **Zasady ćwiczeń otwartego i zamkniętego łańcucha kinematycznego**

Badanie przemieszczeń kości piszczelowej względem udowej w stawie kolanowym, do których dochodzi w wyniku różnego rodzaju ćwiczeń pozwoliły określić wpływ skurczu mięśni na pozycję stawu i jego dodatkowe ruchy. Wpływ ćwiczeń typu zamkniętego i otwartego łańcucha kinematycznego na układ sił w obrębie stawu

udowo-rzepakowego, przemieszczenia w stawie piszczelowo-udowym i na napięciu więzadeł był tematem badań wielu badaczy (6, 25, 22, 26).

Ćwiczenia otwartego łańcucha kinematycznego zapewniają swobodę ruchu w obrębie dystalnej części kończyny dolnej, co umożliwia izolowane zginanie i prostowanie stawu kolanowego. Zgięcie jest efektem skurczu zginaczy natomiast prostowanie następuje wskutek izolowanego skurczu mięśnia czworogłowego. Ćwiczenia zginaczy kolana w otwartych łańcuchach kinematycznych wykonywane przez izolowany skurcz zginaczy powodują silne siły ścinające i można je wprowadzić do programu rehabilitacji po 4 miesiącach od rekonstrukcji więzadła krzyżowego tylnego (24).

Ćwiczenia wyprostu w otwartych łańcuchach kinematycznych są bezpieczne dla rekonstruowanego więzadła tylnego w zakresie ruchu między  $75^\circ$  do  $0^\circ$ . Skurcz mięśnia czworogłowego podczas ruchu wyprostu z pozycji zgięcia większego od  $75^\circ$  wywołuje siły ścinające tylne na staw piszczelowo-udowy. Maksymalne siły ścinające tylne zanotowano w zakresie  $90 - 75^\circ$ . Zakres ruchu  $75 - 60^\circ$  uznano za neutralny, gdyż nie zaobserwowano przesunięcia piszczeli ani przedniego, ani tylnego podczas pracy mięśnia czworogłowego (17).

Ruch bierny podczas ćwiczeń otwartego łańcucha kinematycznego powoduje naprężenia włókien przednio-bocznych i tylnoprzyśrodkowych więzadła krzyżowego tylnego. Włókna przednio-boczne rozluźnione są w pełnym wyproście, ich napięcie wzrasta gwałtownie od  $30^\circ$  zgięcia i osiąga maksymalną wartość przy pełnym zgięciu stawu. Włókna tylnoprzyśrodkowe są najbardziej rozluźnione w zakresie  $15 - 30^\circ$  zgięcia podczas wyprostu  $0 - 20^\circ$  ulegają naprężeniu (17). Chorzy z tylną niestabilnością i po zabiegach rekonstrukcyjnych więzadła tylnego często odczuwają dyskomfort w obrębie stawu rzepko-

wo-udowego. Podczas wyprostu kolana w otwartych łańcuchach kinematycznych moment działania ramienia zgięcia rośnie w miarę, jak kolano jest prostowane od zgięcia do pełnego wyprostu. Wymaga to zwiększenia napięcia mięśnia czworogłowego i więzadła rzepki, co powoduje wzrost siły reagowania stawu rzepkowo-udowego. Szczyt reakcji tego stawu podczas ćwiczeń otwartego łańcucha przypada na  $36^\circ$  zgięcia. Kiedy kolano prostuje się, powierzchnia kontaktowa stawu rzepkowo-udowego zmniejsza się, co powoduje zwiększony nacisk na pole kontaktu, na jednostkę powierzchni stawu (17,6).

Przy ćwiczeniach zamkniętego łańcucha kinematycznego moment ramienia zgięcia wrasta w miarę, jak rośnie kąt zgięcia kolana. Potrzeba większego napięcia mięśnia czworogłowego i więzadła rzepki, aby przeciwdziałać zwiększonemu momentowi ramienia zgięcia. Powoduje to wzrost siły reakcji stawu rzepkowo-udowego, gdy kolano zgina się. Jednak siła ta podzielona jest na większe pole kontaktu tego stawu, co minimalizuje wzrost nacisku na jednostkę powierzchni. Ćwiczenia zamkniętego łańcucha kinematycznego stosowane są częściej, gdyż pozwalają przywrócić funkcje stawu kolanowego i całej kończyny. Dystalny segment kończyny dolnej pozostaje ustalony i ruchom jednego stawu towarzyszą możliwe do przewidzenia ruchy innego stawu w łańcuchu kinematycznym, jakim jest kończyna dolna. Podczas ćwiczeń tego rodzaju zachodzi jednoczesny wyprost biodra i kolana (tak, jak gdy człowiek wstaje, czy prostuje się z pozycji zgiętej). W rezultacie mięsień prosty uda wydłuża się przy biodrze i skraca przy kolanie. Mięśnie zginające kolano zachowują się odwrotnie – wydłużają się przy kolanie i skrcają przy biodrze. Wynikające z tego skurcze eks- i koncentryczne po przeciwnych końcach mięśni wytwarzają skurcz

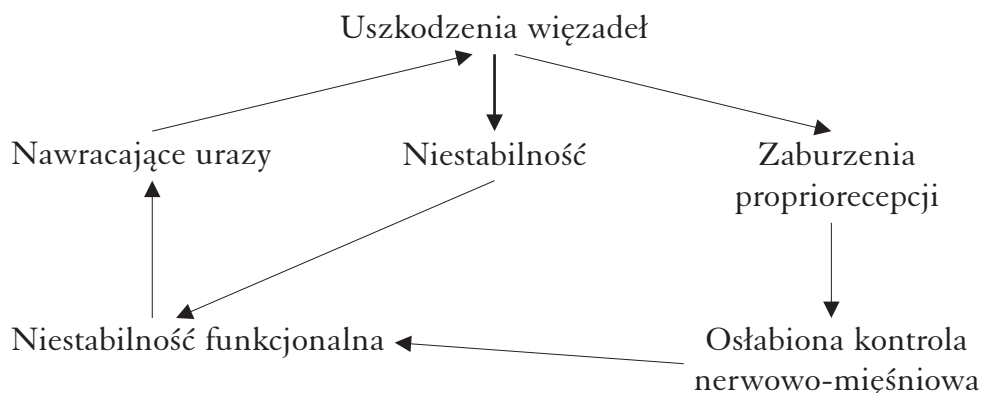
„pseudo-izometryczny”. Ten typ skurczu używany jest przy codziennym funkcjonowaniu podczas chodzenia poruszania się po schodach, biegania itp. Nie można go odtworzyć w czasie ćwiczeń otwartego łańcucha kinematycznego (17,6). Podczas ćwiczeń zamkniętego łańcucha kinematycznego występuje samoistna odruchowa kokontrakcja mięśni zginających kolano i mięśnia czworogłowego, co minimalizuje przesunięcie piszczeli. Jednak składnik siły ścinającej tylnej, wytworzonej przez ścięgna mięśni zginaczy, musi być pokonany przez składnik skierowanej do przodu siły ścinającej wytworzony przez mięsień czworogłowy uda. Jako bezpieczny zakres ruchu dla więzadła krzyżowego tylnego podczas ćwiczeń zamkniętego łańcucha uznano 0 – 60° zgięcia (przewaga siły ścinającej przedniej) (17,24,25). Największe siły ścinające tylne w ćwiczeniach zamkniętego łańcucha zarejestrowano w zakresie 85 – 105° (27). Aby zmniejszyć aktywność zginaczy i działanie sił ścinających tylnych na kolano należy zminimalizować kąt zgięcia tułowia podczas tych ćwiczeń.

### Propriorecepcja

Do programu rehabilitacji należy włączyć trening propriorepcji aby rozwinąć

równowagę dynamiczną i kontrolę nerwo-mięśniową stawu operowanego. Uraz więzadeł, powodujący niestabilność mechaniczną oraz zaburzenia propriorepcji, przyczynia się do niestabilności funkcjonalnej, mogącej prowadzić do dalszych mikro-urazów i ponownych urazów.

Operacja rekonstrukcyjna z użyciem autoprzyszczepu ma na celu odtworzenie nie tylko mechanicznego stabilizatora stawu, ale także przywrócenie odruchowej stabilizacji mięśniowej wywołanej przez układ nerwo-mięśniowy (jego sprzężenie zwrotne). Uraz tkanek zawierających receptory mechaniczne może powodować częściową deafferencjację, przyczyniając się do zaburzeń propriorepcji. Zrekonstruowane więzadła przywracają w procesie rehabilitacji kinestezję i odczuwanie pozycji stawu. Dla sportowców po operacji pragnących kontynuować uprawianie sportu odzyskanie kontroli nerwo-mięśniowej jest warunkiem podstawowym (24). Ćwiczenia propriorepcji należy rozpocząć, wprowadzając kontrolowaną aktywność z chwilą, gdy pacjent jest bezobjawowy (bez bólu i obrzęku) i wystarczająco funkcjonalny. Ogólny postęp różnych aktywności rozwijających równowagę dynamiczną i kontrolę postawy, przebiega od działań powolnych do szybszych, od lżejszych



Ryc. 2. Następstwa nieleczonych urazów więzadeł (19)



do trudniejszych i od w pełni kontrolowanych do niekontrolowanych. Pacjenci powinni przejść etapy: chód, jogging, bieg, sprint, przyspieszanie i zwalnianie, hamowanie, skoki, ruchy z siłą ścinającą, obroty, ruchy skrętne. Postęp aktywności musi być celem specyficznym dla danego zadania, w którym jednostka ma uczestniczyć.

Aby ustalić wskazówki dla postępowania pooperacyjnego po rekonstrukcji więzadła krzyżowego tylnego, konieczne jest dobre zrozumienie biomechaniki i anatomii kolana, oraz podstawowych zasad rehabilitacji. Proces przebudowy zrekonstruowanego więzadła oraz gojenie się tkanek miękkich w okolicy operowanej determinują program rehabilitacji. W pierwszym okresie po rekonstrukcji więzadła następuje osłabienie tkanek przeszczepu. W wyniku martwicy niedokrwiennej występuje degeneracja oraz dezorganizowanie się i osłabienie mechaniczne tkanki zastępczej. W dalszym okresie około 8–12 tygodnia przeszczep rewitalizuje się, następuje rewaskulizacja, formułuje się zewnątrzkomórkowa macierz, i jednocześnie poprawia się wartość mechaniczna „nowego” więzadła (ryc. 3) (4,3)

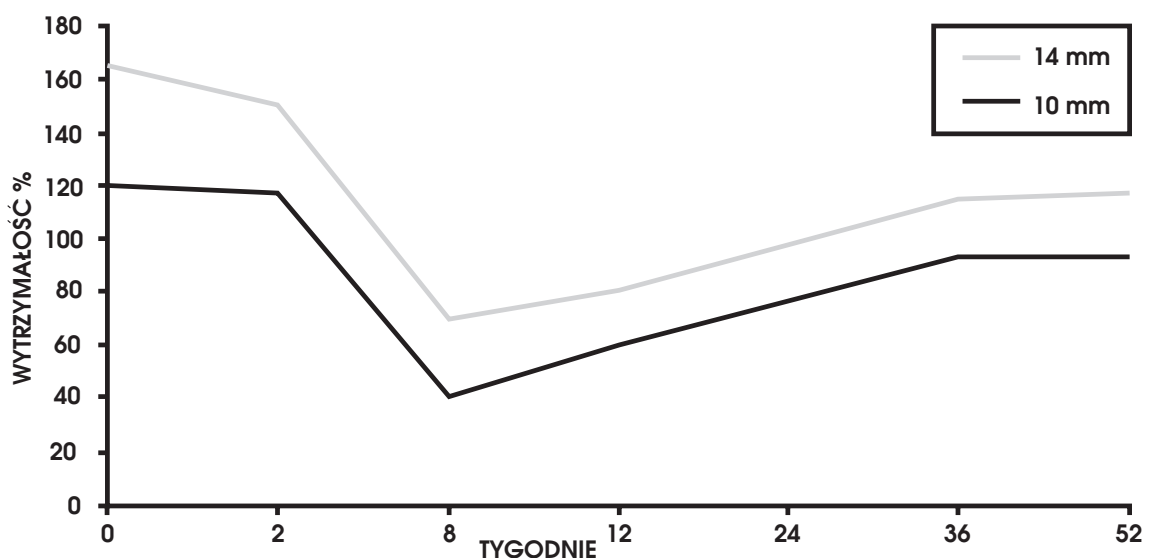
Jest to porównanie wartości przeszczepu 14 i 10 mm. Teoretycznie można przyjąć go jako reprezentatywny dla wszystkich rodzajów autoprzszczepu.

### Etapy programu usprawniania pooperacyjnej rekonstrukcji więzadła krzyżowego tylnego stawu kolanowego

#### *Etap przedoperacyjny*

Cele i zadania:

- uzyskanie pełnego zakresu ruchu w stawie kolanowym,
- maksymalne wzmocnienie siły mięśnia czworogłowego uda oraz innych mięśni kończyny dolnej,
- ćwiczenia propriocepcji,
- profilaktyka dolegliwości stawu rzepekowo-udowego,
- przygotowanie do funkcjonowania po zabiegu i nauka aktywnej ochrony przeszczepu,
- nauka chodu o kulach,
- zabiegi fizykoterapii przeciwbólowe, przeciwobrzękowe – według potrzeb.



Ryc. 3. Wytrzymałość autoprzszczepu z więzadła rzepekowego w różnych okresach przebudowy (25)

*Etap pooperacyjny  
(po rekonstrukcji więzadła)*

### I. Okres 0 – 2 tygodnie

Fizjoterapia zaczyna się w 2 – 3 dobie po operacji.

Cele i zadania:

a) nie zaburzać procesu gojenia się tkanek miękkich

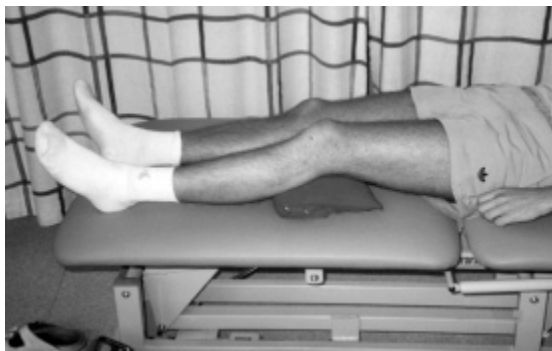
- odpoczynek w pozycji leżącej z zabezpieczeniem piszczeli przed translacją tylną wywołaną grawitacją oraz izolowanym napięciem zginaczy kolana

- elewacja kończyny operowanej

- pionizacja maksymalnie do 2 godzin dziennie

- orteza wyprostna zakładana na noc (zabezpiecza przed maksymalnym przeprostem i zgięciem oraz ruchami skrętnymi kolana, chroniąc włókna przeszczepu przed biernym ich rozciąganiem)

- zmniejszenie wysięku (stosowanie chłodzenia na staw kolanowy – *Cryo-Cuff* lub *Cold Pack* – 20 minut co 2 godziny)



Rys. 4. Zabezpieczenie piszczeli przed tylną translacją

b) zapobieganie negatywnym skutkom unieruchomienia takim, jak:

- zaburzenia krążenia obwodowego

- atrofia mięśni

- zrosty wewnątrzstawowe

- degeneracja chrząstki

- obniżenie siły więzadła

- niekorzystne tworzenie się kolagenu (25,3)

Poprzez stosowanie:

- ciągłego ruchu biernego (CPM) w zakresie 0 – 45°

- wczesną pionizację pacjenta z obciążeniem kończyny do granicy bólu

- napięcia izometryczne mięśnia czworogłowego uda i przywodzicieli uda

- c) profilaktyka dolegliwości stawu rzepkowo-udowego (mechanika tego stawu ulega zaburzeniu w wyniku osłabienia mięśnia czworogłowego uda poprzez: pobranie ścięgna mięśnia prostego uda jako materiału dla autoprzeszczepu; reakcji na wysięk w stawie kolanowym i ograniczenie aktywności kończyny operowanej)

1. utrzymanie wyprostów stawu kolanowego:

- ćwiczenia rozciągające mięśnie zginacze stawu kolanowego

- ćwiczenia izometryczne mięśnia czworogłowego uda w zakresie 0 – 60° wykorzystując ćwiczenia samokontrolowane np. przy użyciu aparatu do przezskórnej EMG *Myo Track*

2. ćwiczenia rozciągające pasmo biodrowo-piszczelowe i mięśnie odwodzące ud

3. mobilizacja rzepki

4. elektrostymulacja mięśnia obszernego przyśrodkowego

d) nauka chodu o kulach oraz chodzenia po schodach krokiem dostawnym.

### II. Okres 2 – 8 tygodni

a) Ze względu na obniżoną siłę więzadła należy zadbać o maksymalną ochronę przeszczepu

- podczas snu kończyna operowana unieruchomiona w ortezie wyprostnej

- zapobieganie translokacji tylnej piszczeli wywołanej grawitacją

- zakaz wymachów golenią przy rozluźnionych stabilizatorach dynamicznych kolana



- zakaz ruchów skrętnych na kończynie operowanej

b) zapobieganie zwłóknieniom wewnątrzstawowym

- biernie ćwiczenia z zakresu ruchu  $0 - 90^\circ$

- ćwiczenia samowspomagane zginania np. przy użyciu kończyny zdrowej

- mobilizacja rzepek

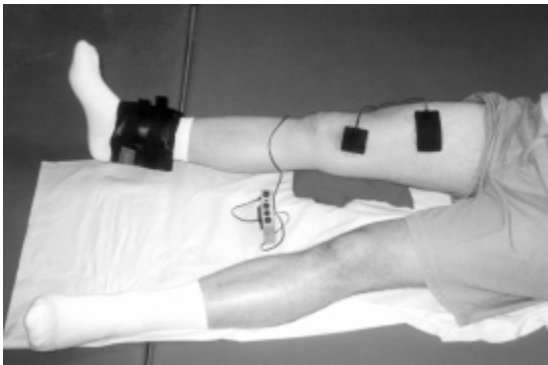
c) zwiększenie siły i wytrzymałości mięśni

– mięsień czworogłowy uda (praca eks-i koncentryczna):

- ćwiczenia w otwartych łańcuchach kinematycznych w zakresie  $0 - 30^\circ$

- ćwiczenia w zamkniętych łańcuchach kinematycznych w zakresie  $0 - 30/60^\circ$  – mini przysiady ze zminimalizowanym pochyleniem tułowia w przód; ćwiczenie ostatniej fazy wyprostowania z oporem na tylnej stronie podudzia

- mięśnie przywodziciele uda



Rys. 5. Ćwiczenia wyprostowania w otwartym łańcuchu kinematycznym z elektrostymulacją, w zakresie  $0 - 30^\circ$

– w tym okresie pacjent rozpoczyna ćwiczenie czynne mięśni tylnej strony uda (mięśni pośladkowych, kulszowo-goleniowych). W celu uniknięcia tylnych sił ścinających pacjent wykonuje ww. ćwiczenia przy zaryglowanym w wyprostie stawie kolanowym, ruch odbywa się w stawie biodrowym

d) propriocepcja

1. ćwiczenia chodu początkowo o kulach, następnie gdy poprawia się kontrola

mięśnia czworogłowego uda pacjent odstawia kule.

Stopniowo wprowadzamy:

- chodzenie po płaskim, twardym podłożu stopy w jednej linii

- po pojedynczych materacach półmiękkich

- po bardzo miękkich materacach

2. ćwiczenia równowagi – stojąc na wyprostowanej nodze operowanej, pacjent zmienia położenie środka ciężkości, wysuwając nogę zdrową w przód, bok, tył. Ćwiczenie to wykonuje stopniowo na twardym podłożu, a następnie na materacach.



Rys. 6. Ćwiczenia wyprostowania w zamkniętym łańcuchu kinematycznym w zakresie  $0 - 30/60^\circ$

- e) profilaktyka dolegliwości stawu udowo-rzepakowego
  - mobilizacja rzepki
  - rozciąganie mięśni zginaczy i bocznej strony uda
  - elektrostymulacja głowy przyśrodkowej mięśnia czworogłowego uda
  - ćwiczenia czynne przywodzicieli
- f) fizykoterapia – stosowana objawowo
  - przeciwbólowa (np. prądy TENS, chłodzenie *Cryo-Cuff*, masaż lodem)
  - przeciwwysiękowa (prąd interferencyjny, chłodzenie *Cryo-Cuff*)
  - przeciwzapalnie (np. ultradźwięki)
- g) mobilizacja blizny pooperacyjnej w okolicy pobrania materiału do przeszczepu około 6 tygodnia, jeżeli istnieje takie wskazanie.

### III. Okres 8 – 14 tygodni

W tym okresie więzadło staje się coraz silniejsze, pozwala to na zwiększenie aktywności pacjenta oraz spanie bez zabezpieczenia ortezą wyprostną stawu operowanego.

a) stopniowe zwiększanie zakresu zgięcia kolana – około 10 – 12 tygodnia przy swobodnym zgięciu do 100 – 110° pacjent może rozpocząć ćwiczenia na rowerze stacjonarnym przy wysokim ustawieniu siodełka, w 14 tygodniu wskazane jest uzyskanie pełnego zakresu ruchu 0 – 130°

b) wzmocnienie siły mięśni kończyny operowanej:

- mięsień czworogłowy (ważnym elementem pracy tego mięśnia jest jego skurcz ekscentryczny, którego jakość warunkuje powrót do chodzenia po schodach krokiem przemiennym) mięśnie przywodziciele uda

- mięśnie zginaczy stawu kolanowego, około 12 tygodnia wprowadzone zostają ćwiczenia czynne zginania kolana, którym musi towarzyszyć przeciwucisk na proksymalną 1/3 tylną część podudzia.



Rys. 7. Ćwiczenia czynne zginaczy kolana z przeciwuciskiem na bliższą 1/3 tylną część piszczeli

c) rozszerzenie ćwiczeń z zakresu propriocepcji:

- chodzenie po chwiejnej równoważni różnymi sposobami

- ćwiczenia równoważne na tzw. susz-kach (różnych kształtów): obunóż i jedno-nóż – początkowo na kolanie wyprostowa-nym, następnie z jego ugięciem

d) rozszerzenie aktywności sportowej

- pływanie (nogi muszą pracować przy wyprostowanych kolanach, zakaz pływania stylem klasycznym do dwóch lat od ope-racji)

- trucht, jogging

e) profilaktyka dolegliwości stawu rzepakowo-udowego (tj. w okresie II)

f) fizykoterapia stosowania objawowo.

### IV. Okres 14 – 18 tygodni

Rehabilitacja sportowo-specjalistyczna, dostosowana do indywidualnych potrzeb i stanu pacjenta

a) wzmacnianie mięśni kończyny dolnej – siłownia (2 razy w tygodniu)

- suwnica (miniprzysiady) 0 – 60°

- przysiady ze sztangą 0 – 60°

- ćwiczenia czynnego wyprostowania 30 – 0°

- ćwiczenia czynne przywodzicieli uda

- rozciąganie wszystkich grup mięśniowych poddanych obciążeniom treningowym

b) trening aerobowy:

- rower

- stepper



Rys. 8. Ćwiczenia oporowe mięśni kończyn dolnych w zamkniętym łańcuchu kinematycznym (suwnica)



Rys. 9. Ćwiczenia czynnego wyprustu z oporem

- bieg
- pływanie
- c) rozszerzony program propriorepcji:
  - bieg po różnym podłożu
  - przyspieszanie i zwalnianie podczas biegu
  - skoki obu i jednoonóż na batucie
  - skakanka
  - ćwiczenia na suszkach z użyciem elementów danej dyscypliny sportowej (np. piłka, rakieta tenisowa)

## V. Okres 18 – 24 tygodnie

Powrót do pełnej aktywności sportowej

- a) siłownia (2 – 3 razy w tygodniu)
- b) trening aerobowy (rower, stepper, bieg, pływanie, wioślarstwo)
- c) trening propriorepcji – tj. w okresie IV oraz:

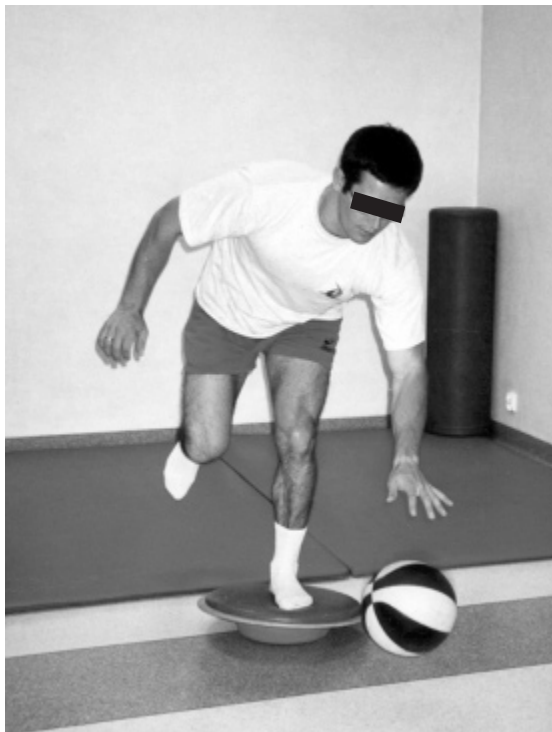
- nauka hamowania
- nauka zmian kierunku ruchu podczas biegu
- zeskoki, przeskoki itp.
- elementy specjalistyczne ruchu w danej dyscyplinie sportowej.

Powrót do sportu warunkują kryteria (24):

- bezbolesny, pełen zakres ruchu
- minimum 85% siły mięśni kończyny operowanej względem kończyny nie operowanej



Rys. 10. Dynamiczne ćwiczenia propriorepcji na batucie



Rys. 11. Ćwiczenia propriocepcji z użyciem elementów określonej dyscypliny sportowej.

- stabilny staw (badanie kliniczne np. KT 1000)
- testy funkcjonalne (tj. podskoki, bieg) – 85% względem kończyny nie operowanej
- sprawność kończyny satysfakcjonująca pacjenta

Od dnia operacji do około dwóch lat po zabiegu pacjent pozostaje pod stałą kontrolą operatora – chirurga-ortopedy.

Stabilność stawu i postępy rehabilitacji sprawdzane są podczas wizyt kontrolnych w 2, 6 tygodni, 3, 6 miesięcy, 1 rok i po 2 latach po operacji.

## Wnioski

Pacjenci operowani i uczestniczący w programie rehabilitacyjnym w Carolina Medical Center w Warszawie zostali specjalnie przygotowani do zabiegu rekonstrukcji więzadła krzyżowego tylnego. Uświadomienie pacjentom celu i istoty za-

biegu oraz nawiązanie dobrego kontaktu przyspieszyło i ułatwiło postępowanie pooperacyjne.

Program rehabilitacyjny został opracowany na podstawie najnowszych badań anatomiczno-biomechanicznych oraz dostosowany do techniki operacyjnej wykorzystanej przy rekonstrukcji więzadła krzyżowego tylnego z użyciem autoprzyszczepu ze ścięgna mięśnia prostego uda, z odtworzeniem budowy pęczkowej tego więzadła. Ponadto ścisły kontakt pacjenta, lekarza i terapeuty pozwalał na stałą kontrolę postępów i ewentualną korektę programu usprawniania. W trakcie wizyt kontrolnych u lekarza prowadzącego (operatora) sprawdzana była stabilność stawu operowanego.

U wszystkich pacjentów badanie to wypadło pomyślnie, zgodnie z przewidywaniem. Po upływie 6 miesięcy pacjenci powrócili do sprawności sprzed urazu. Bez ograniczeń mogli wykonywać czynności dnia codziennego.

Podczas aktywności sportowej otrzymali zalecenie stopniowania obciążeń treningowych i zwrócenia szczególnej uwagi na ćwiczenia propriocepcji na różnorodnym podłożu.

## Bibliografia

1. Allen A., Harner Ch., Fu F.: Anatomy of Biomechanics of the PCL. Sports Med. Arth. Rev. 1994 vol. 2 s. 81 – 87
2. Borsa P., Souers E., Lephart S.: Functional Training for the Restoration of Dynamic Stability in the PCL Injuries Knee. J. Sports Rehab. 1999 vol. 8. 362 – 378
3. Bosch K., Decker B., Kasperczyk W.: Collagen Fibril Organization in the Patellar Tendon Autograft after PCL Reconstruction. Am. J. Sports Med. 1995 vol. 23 s. 196 – 201
4. Bosh K., Kasperczyk W., Oestern H., Tscherner H.: Biology of pcl Healing. Sports Med. Arth. Rev. 1994 vol. 2 s. 88 – 99
5. Dziak A.: Rehabilitacja po urazach i w schorzeniach kolana. Rehab. Med. 1999 vol. 3 s. 6 – 12

6. Gianni E., Scola A., Puddu G.: Rehabilitation Following the Surgical and Nonsurgical Management of PCL Injuries. *J. Sports Trauma. Related Research* 1998 vol. 20 s. 23 – 40
7. Górecki A. (red.): Uszkodzenia stawu kolanowego. PZWL Warszawa 1997 s. 16 – 62, 119 – 154
8. Griffin L.Y.: Rehabilitation of the Injured Knee. Churchill Livingstone, Second Edition Chapter 2 s. 7 – 17
9. Griffin L.Y.: Rehabilitation of the Injured Knee. Churchill Livingstone, Second Edition Chapter 13 s. 149 – 163
10. Gryzlo St., Patek R., Pink M., Perry J.: Electromyographic Analysis of Knee Rehabilitation Exercises. *J. O. S. P.T.* 1994 vol. 20 s 36 – 43
11. Harner Ch., Xerogeanes J., Livesay G., Coglein G., Smith B., Kusayama T., Kashivaguuchi Sh., Woo S.: The human pcl complex Interdisciplinary study. *am. j. sports med.* 1995 vol. 23 s. 736 – 745
12. Harner Ch., Vorgin T., Woo S.: Anatomical and Biomechanical Consideration of the PCL. *J. Sports Rehab.* 1999 vol. 8 s 260 – 278
13. Kapandji J. A.: The Physiology of the Joints. Churchill Livingstone. 1987 vol. 2 s. 64 – 147
14. Lephart S., Pincinero D., Giraldo J., Fu F.: Current Concept the Role of Proprioception in the Management and Rehabilitation of Athletic Injuries. *Am. J. Sports Med.* 1997 vol. 25 s. 130 – 137
15. Miller M.: PCL Injuries: History, Examination And Diagnostic Testing. *Sports Med. Arth. Rev.* 1994 vol. 2 s. 100 – 105
16. Morgan C., Kalman U., Grawl D.: The Anatomic Origen of the PCL Reconstruction. *J. Arth. Related Surgery* 1997 vol. 13 s. 325 – 331
17. Schutz E., Iwgang J.: Rehabilitation Following PCL Injury of Reconstruction. *Sports Med. Arth. Rev.* 1994 vol. 2 s. 165 – 173
18. Shelbourne K. D., Davis Th., Patel D.: The Natural History of Acute, Isolated, Nonoperatively Treatment PCL Injuries. *Am. J. Sports Med.* 1999 vol. 27 s. 276 – 283
19. Sobotta, Atlas anatomii człowieka, Putz R., Pabst R. (red.). Urban&Partner Wrocław 1997 tom 2 s. 281 – 293, 348 – 354
20. Spindler K., Benson E.: Natural History of PCL Injury. *Sports Med. Arth. Rev.* 1994 vol. 2 s. 73 – 80
21. Stäubli H.: Posteromedial and Posterolateral Capsular Injuries Associated with PCL Insufficiency. *Sports Med. Arth. Rev.* 1994 vol. 2 s. 146 – 164
22. Stuart J.: Comparison of Intersegmental Tibiofemoral Joint Forces and Muscule Activity During Various CKC Exercises. *Am. J. Sports Med.* 1996 vol. 24 s. 792 – 799
23. Vergis A., Gillqist J.: Sagittal Plane Translation of the Knee During Stair Walking. *Am. J. Sports Med.* 1998 vol. 26 s. 841 – 846
24. Wilk K., Andrews J., Clancy W., Grockett H., O Mara J.: Rehabilitation Programs of PCL Injured and Reconstructed Knee. *J. Sports Rehab.* 1999 vol. 8 s. 333 – 361
25. Wilk K. Andrews J.: Current Concepts in the Treatment of ACL Distruption. *J. O. S. P. T.* 1992 vol. 15 s. 279 – 293
26. Wilk K.: Comparison of Tibiofemoral Joint Forces and Electromyographic Activity During OKC and CKC Exercises. *Am. J. Sports Med.* 1996 vol. 24 s. 518 – 527
27. Yasuda K., Tohayama H., Inoue M.: The Effect of PCL Injuring on Muscule Performance. *J. Sports Rehab.* 1999 vol. 8 s. 322 – 332

**Adres do korespondencji / Address for correspondence:** Marta Milewska, Carolina Medical Center, ul. Broniewskiego 89, 01 – 876 Warszawa