34901116713 Bogusław Sadlik

ZNACZENIE JAKOŚCI I SPOSOBU PRZYGOTOWANIA PRZESZCZEPÓW ZE ŚCIĘGIEN ZGINACZY PODUDZIA W LECZENIU NIESTABILNOŚCI PRZEDNIEJ STAWU KOLANOWEGO TECHNIKĄ CZTEROTUNELOWĄ

Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych

Promotor:

Prof. dr hab. n. med. Tadeusz Szymon Gaździk

Zakład Fizjoterapii Katedry Fizjoterapii

Wydziału Opieki Zdrowotnej w Katowicach

WYDZIAŁ LEKARSKI
Z ODDZIAŁEM LEKARSKO – DENTYSTYCZNYM
W ZABRZU
ŚLĄSKI UNIWERSYTET MEDYCZNY W KATOWICACH

Zabrze 2009

Autor:
lek. Bogusław Sadlik
Oddział Urazowo-Ortopedyczny
NZOZ Szpital św. Łukasza
Bielsko-Biała, ul. Żółkiewskiego 40
e-mail: sadlik@lukasza.pl

Recenzenci:

Prof. dr hab. n. med. **Antoni Marian Podwiński**
Katedra i Oddział Kliniczny Chirurgii Ogólnej
W Bytomiu

Prof. dr hab. n. med. **Tadeusz Trzaska**
Instytut Rehabilitacji
Akademia Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP……...……...5

2. ZAŁOŻENIA I CEL PRACY…….25

3. MATERIAŁ I METODA…..……...……27

4. WYNIKI……..56

5. DYSKUSJA…..…….…..…68

6. WNIOSKI…….…...80

7. PIŚMIENNICTWO…….…….81

8. STRESZCZENIE...…….…….90

9. SUMMARY.....…….……92

Wykaz oznaczeń i skrótów używanych w pracy

1F – tunel udowy pęczka przednio-przyśrodkowego

2F - tunel udowy pęczka tylno-bocznego

1T - tunel piszczelowy pęczka przednio-przyśrodkowego

2T - tunel piszczelowy pęczka tylno-bocznego

GR - ścięgno mięśnia smukłego

PP - pęczek przednio – przyśrodkowy

ST – ścięgno mięśnia półścięgnistego

TB - pęczek tylno-boczny

WKP – więzadło krzyżowe przednie

WKT – więzadło krzyżowe tylne

1. WSTĘP

1.1 Wprowadzenie

Więzadło krzyżowe przednie (WKP) jest istotnym biernym stabilizatorem stawu kolanowego, który ogranicza przemieszczenie przednio-boczne piszczeli względem kłykci udowych [46, 15]. Jego niewydolność prowadzi do przedniej niestabilności stawu kolanowego, a następnie do wcześniejszego rozwoju zmian zwyrodnieniowych [50, 72, 105]. Według Akindoilre po dwudziestym szóstym tygodniu od uszkodzenia WKP znacząco wzrasta odsetek, wtórnych uszkodzeń wewnątrzstawowych, w tym najczęściej dochodzi do pęknięcia rogu tylnego łąkotki przyśrodkowej [3]. Uszkodzenie łąkotki powoduje obrażenia chrząstki kłykcia, co daje początek zmianom zwyrodnieniowym [105]. Leczeniem z wyboru w przypadku ostrej jak i przewlekłej przedniej niestabilności stawu kolanowego u aktywnych ruchowo pacjentów jest rekonstrukcja WKP [1, 2, 32].

W ostatnich latach można zaobserwować znaczący wzrost liczby wykonywanych rekonstrukcji WKP. Szacuje się że rocznie na świecie takich operacji wykonuje się od 200 do 300 tys. W samych Stanach Zjednoczonych przeprowadza się około 100 tys. rekonstrukcji WKP rocznie [16, 19, 46]. Znaczny wzrost liczby wykonywanych zabiegów operacyjnych WKP w porównaniu z ubiegłym dziesięcioleciem spowodowany jest zwiększoną podatnością stawu kolanowego na urazy, co związane jest z rozwojem motoryzacji i rosnącą liczbą wypadków komunikacyjnych. Pomimo, że poziom bezpieczeństwa biernego produkowanych samochodów ulega stałej poprawie, niewiele można uczynić dla ochrony motocyklisty w przypadku jego kolizji z samochodem lub inną przeszkodą. Urazy kończyn dolnych motocyklistów w wypadkach komunikacyjnych bardzo często skutkują poważnymi uszkodzeniami stawu kolanowego. Drugim istotnym czynnikiem powodującym wzrost liczby urazów kolana jest zjawisko socjologiczne popularnie określane jako „moda na sport”. Uszkodzenia WKP pojawiają się przede wszystkim u osób uprawiających narciarstwo alpejskie [118], gry zespołowe takie jak piłka nożna, siatkówka czy koszykówka. Równie duża urazowość jest następstwem poszukiwania silnych wrażeń przez młodych mężczyzn w czasie uprawianiu tzw. sportów ekstremalnych [8, 24, 75, 118, 120, 125]. W epidemiologii uszkodzeń WKP kolana istotne znaczenie odgrywają, również indywidualne uwarunkowania anatomiczne. Jak dowiódł

Hewett fizjologiczna koślawość kolan oraz słabsze mięśnie kończyn dolnych u kobiet są czynnikami predysponującymi do uszkodzeń WKP po skręceniu stawu kolanowego [51]. Prodromos zaobserwował trzykrotnie więcej uszkodzeń WKP u kobiet sportowców niż u mężczyzn [92].

Pierwsze sporadyczne próby chirurgicznego leczenia przedniej niestabilności stawu kolanowego miały miejsce jeszcze w latach dziewięćdziesiątych XIX wieku. Istotny przełom nastąpił dopiero w końcem lat sześćdziesiątych XXw., dzięki metodzie dynamicznej stabilizacji pozastawowej opisanej przez Slocuma i Larsona w 1968 r. [108]. Zabieg nazwany plastyką „gęsiej stopki" powodował zmianę funkcji mięśnia półścięgnistego ze zginacza na rotator wewnętrzny podudzia.

W latach siedemdziesiątych z uznaniem spotkała się idea Kennedyego [62], według której tym łatwiej jest kontrolować rotację koła im bardziej oddala się od jego osi obrotu. Była ona podstawą rozwoju tzw. rekonstrukcji okołostawowych. Wśród nich wymienić należy operację Hughston [56] lub Mc Intosh'a [78], który wykonywał tenodezę za pomocą paska wyciętego z pasma biodrowo-piszczelowego uda (ITT). Wyniki tych operacji były jednak złe. Część chirurgów wróciła do wcześniejszych pomysłów rekonstrukcji WKP zgodnie z ideą Langa z 1903r. tzn. obszycia ścięgna mięśnia półścięgnistego jedwabiem.

Idea zastąpienia uszkodzonego WKP materiałem syntetycznym rozwinęła się pod koniec lat siedemdziesiątych XXw., jednak szybko upadła wobec złych wyników wczesnych, jak i późnych [107, 110].

W latach osiemdziesiątych nadal przeważała tendencja do zachowawczego postępowania w przypadku uszkodzenia WKP kolana [42]. Rekonstrukcje WKP wykonywane początkowo poprzez artrotomię, zarezerwowane były dla zawodowych sportowców. Bruckner stosował przeszczep półwolny z zachowaniem przyczepu dystalnego więzadła rzepki, podczas gdy Hertel z powodzeniem stosował przeszczep wolny z użyciem tegoż więzadła. Technika ta wymagała dużej precyzji i dużego doświadczenia, co przekładało się na znaczącą liczbę niepowodzeń szczególnie wśród mniej doświadczonych chirurgów [42]. Dlatego w tym czasie postępowaniem z wyboru było leczenie zachowawcze oraz zakaz uprawiania sportów obciążających staw kolanowy [72, 77, 124]. Sytuacja radykalnie zmieniła się wraz z upowszechnieniem technik endoskopowych. Operacje rekonstrukcyjne z użyciem artroskopu pozwalały bowiem na znacznie precyzyjniejsze implantowanie przeszczepu WKP w porównaniu z metodą na otwarto [116].

W latach 90 ubiegłego wieku największe uznanie zdobyła metoda rekonstrukcji WKP przeszczepem autogennym, pobranym z 1/3 środkowej więzadła rzepki wraz z fragmentami kostnymi rzepki i guzowatości piszczeli - zmodyfikowana metoda Jones'a[59]. W celu stabilizacji przeszczepu Kurosaka opracował i wprowadził do praktyki klinicznej metalowe śruby interferencyjne [70]. Dolegliwości pojawiające się po pobraniu więzadła rzepki przyczyniły się do rozwoju techniki operacyjnej polegającej na przeszczepianiu ścięgien mięśni półścięgnistego i smukłego przedstawionej w 1982 roku przez Libscomb'a [71]. Badania Rodeo i Arnoczky'ego nad biologicznymi procesami rewaskularyzacji nieunaczynionego przeszczepu ścięgna prowadzone w latach osiemdziesiątych ubiegłego stulecia, w szczególny sposób przyczyniły się do rozwoju techniki mocowania przeszczepów, a co ważniejsze do prawidłowego postępowania rehabilitacyjnego w okresie wgajania przeszczepu [9, 95, 103].

W 1988r. Friedman przedstawił czterowłóknowy przeszczep zawieszony na śrubie wprowadzanej poprzecznie w stosunku do osi tunelu udowego [32]. Technika ta została rozpowszechniona została przez Larson'a, Howell'a, Rosenberga i Pinczewskiego z Sydney, którzy używali przeszczepów pobieranych z gęsiej stopki w postaci trzech lub czterech pęczków wprowadzanych od strony stawu, z mocowaniem ośmiomilimetrową śrubą interferencyjną w tunelu kłykcia udowego [55, 90, 97, 119]. W latach dziewięćdziesiątych Trzaska rozpowszechnił w Polsce technikę artroskopowej rekonstrukcji WKP [116].

Ciągłe poszukiwanie lepszych metod rekonstrukcji WKP kolana wynika z wciąż niedoskonałych rezultatów leczenia operacyjnego. Chociaż odległe wyniki rekonstrukcji WKP w ok. 75% przypadków są dobre, to nie można mówić o pełnej satysfakcji chirurga, a zwłaszcza chorego. Ponadto obserwuje się rozwój choroby zwyrodnieniowej stawu kolanowego pomimo dobrego wyniku operacji [76, 96]. Obecnie nadal poszukuje się optymalnego materiału, który mógłby zostać użyty jako przeszczep WKP. W praktyce klinicznej stosowane jest środkowe pasmo więzadła rzepki z bloczkami kostnymi, środkowe pasmo powięzi głowy prostej mięśnia czworogłowego uda, a także materiały allogeniczne np. ścięgno Achillesa czy ścięgna zginaczy podudzia lub stopy [15, 88, 103, 125, 135]. Próby z materiałami syntetycznymi stosowanymi w latach osiemdziesiątych zakończyły się niepowodzeniem [98, 110]. Obecnie najczęściej stosowanymi przeszczepami w rekonstrukcji WKP, są ścięgna zginaczy podudzia: mięśnia

półścięgnistego i mięśnia smukłego [55], ponieważ ich właściwości mechaniczne, są najbardziej zbliżone do naturalnego WKP [40, 46]. Ostatnio zwraca się uwagę na występowanie niewielkiego osłabienia siły zginaczy podudzia w przypadku pobrania ścięgien „gęsiej stopki", a także upośledzenia funkcji wyprostu kolana w przypadku pobrania części więzadła rzepki lub pasma mięśnia czworogłowego, co może mieć istotne znaczenie u profesjonalnych sportowców [39, 87, 94, 102].

Drugim kierunkiem poszukiwań chirurgów jest optymalizacja zamocowania przeszczepów w tunelu udowym i piszczelowym. Obecnie w praktyce klinicznej stosuje się kilkanaście systemów mocowań przeszczepu więzadła, jednak żaden z niech nie jest wolny od wad. Problemy wynikają z konieczności pogodzenia sztywnego i mocnego związania w tunelu kostnym wolnego odcinka ścięgna lub więzadła, który będzie ulegał procesom litycznym w trakcie jego długotrwałej przebudowy oraz konieczności jego szybkiej integracji z kością gąbczastą. Do tej pory opublikowano wiele wyników badań porównawczych, jednak nie można jednoznaczne wykazać przewagi określonego systemu mocowania przeszczepów [101]. Pewnym jest, że powodzenie rekonstrukcji WKP zależy w dużej mierze od właściwego doboru systemów mocowania, w zależności od rodzaju materiału budującego przeszczep oraz jakości podłoża kostnego [70, 128, 129].

Trzecim kierunkiem rozwoju metod leczenia niestabilności przedniej, jest poszukiwanie optymalnych technik chirurgicznych. Na przestrzeni ostatniego półwiecza rozwój artroskopii poprawił precyzję wykonywanych rekonstrukcji WKP [116], a znaczny postęp badań nad biomechaniką więzadeł kolana spowodował zmiany w koncepcji odtwarzania struktury uszkodzonego więzadła [132]. Dociekania anatomiczne i biomechaniczne zapoczątkowane przez Girgisa i Al Monajema w latach siedemdziesiątych ostatniego stulecia stworzyły podstawy dla opracowania metody wierniej odtwarzającej prawidłową anatomię WKP, a tym samym jego funkcję [37]. Istotnym przełomem w polepszeniu własności biomechanicznych rekonstruowanego WKP było poznanie jego dwupęczkowej budowy i funkcji.

Wielu autorów w latach 80 ubiegłego stulecia doszło do podobnych wniosków poddając preparaty anatomiczne WKP badaniom biomechanicznym, wytrzymałościowym oraz histologicznym [7, 48, 53, 61,69].

1.2. Anatomia i biomechanika WKP

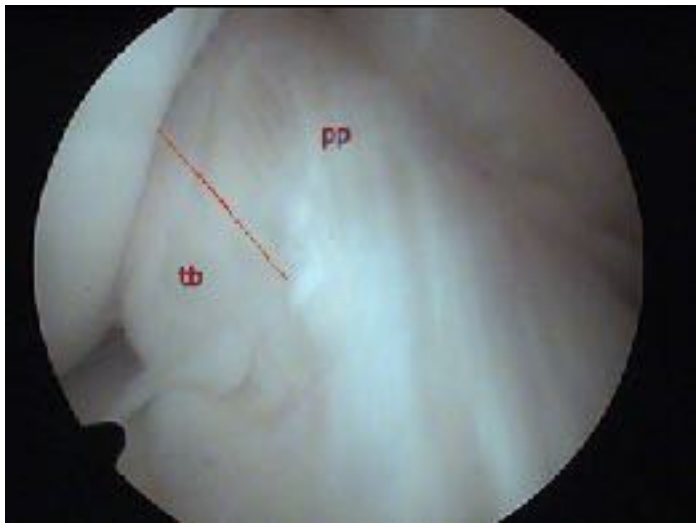
Staw kolanowy cechuje się złożoną budową anatomiczną i funkcją. W czasie chodu, a zwłaszcza podczas biegu, skoku oraz przy szybkich zmianach kierunku ruchu podlega on dużym obciążeniom dynamicznym. Zginanie i prostowanie odbywa się w płaszczyźnie strzałkowej. Ruch ten ma najważniejsze znaczenie w trakcie chodu. Dodatkowe ruchy w stawie takie jak rotacja wewnętrzna i zewnętrzna piszczeli, odwodzenie i przywodzenie, translacja przednia, tylna, boczna i przyśrodkowa odbywają się we wszystkich trzech płaszczyznach. Znaczny zakres ruchu oraz duże siły dynamiczne działające na staw kolanowy we wszystkich stopniach swobody stwarzają konieczność skutecznej, wielokierunkowej kontroli jego stabilności, co zapewniają stabilizatory czynne i bierne. Do stabilizatorów czynnych zaliczamy mięsień czworogłowy, m. dwugłowy uda i m. półbłoniasty, m. krawiecki, m. smukły, m. półścięgnisty, m. podkolanowy, m. brzuchaty łydki. Stabilizatory bierne to: kształt powierzchni stawowej, łąkotki, torebka stawowa, więzadła zewnętrzne: poboczne piszczelowe i strzałkowe, podkolanowe skośne, podkolanowe łukowate, więzadło tylne głowy strzałki (troczek więzadła łukowatego) oraz więzadła wewnętrzne: krzyżowe przednie, krzyżowe tylne, łąkotkowo-udowe tylne (Wrisberga) i przednie (Humphry'a). [14].

Pod względem funkcjonalnym stabilizatory bierne i czynne współdziałają ze sobą tworząc kompleksy: tylno-przyśrodkowy, tylno-boczny oraz przedni.

WKP zaliczane do kompleksu przedniego, należy do najważniejszych stabilizatorów biernych kolana. Jego rola polega na zapobieganiu nadmiernemu przedniemu przemieszczaniu plateau piszczeli względem uda, przeprostowaniu stawu oraz nadmiernej rotacji wewnętrznej podudzia i koślawieniu kolana. Więzadło rozciąga się pomiędzy polem międzykłykciowym przednim piszczeli, a powierzchnią przyśrodkową kłykcia bocznego kości udowej (Ryc.1). Jego długość wynosi średnio 38mm, a szerokość 11mm [23, 18].

Więzadło określane jako wewnątrzstawowe, oddzielone jest od jamy stawu osłonką błony maziowej. Błona maziowa pokrywająca więzadło składa się z dwóch warstw: obwodowej (ang. *epiligament*) i wewnętrznej (ang. *endoligament*) wnikającej do wnętrza więzadła [6]. Warstwa powierzchowna błony maziowej zanika ok. 10mm powyżej

przyczepu piszczelowego, gdzie jest zastępowana przez zbitą warstwę włóknistą, która występuje w miejscu kontaktu więzadła ze stropem dołu międzykłykciowego.



Rycina 1. Więzadło krzyżowe przednie prawego stawu kolanowego w obrazie artroskopowym: pęczek przedni-przyśrodkowy (pp) częściowo przysłania pęczek tylno-boczny (tb).

WKP jest dobrze unaczynione od strony przyczepów i błony maziowej. Źródłem unaczynienia jest tętnica środkowa oraz tętnice dolne kolana. Tkankę więzadła określa się w literaturze anglojęzycznej mianem *fibrocartilage.* Woda stanowi do 60% jej masy - jak w większości więzadeł, 35% masy więzadła to kolagen (90% typu I i 10% typu II), a 5% to elastyna [7].

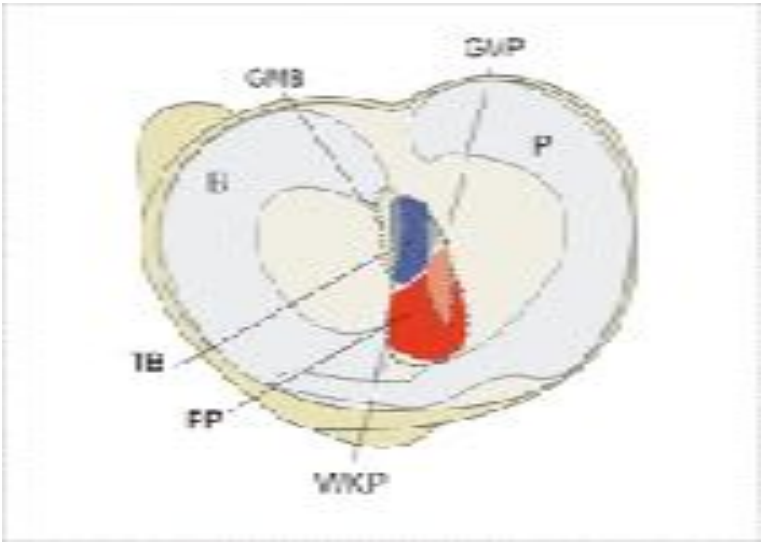
Unerwienie więzadła pochodzi od tylnego nerwu stawowego który jest gałęzią nerwu piszczelowego. Receptory WKP to mechanoreceptory (ciałka Rufiniego, Paciniego i Golgiego) oraz zakończenia wolne – nocyreceptory [14].

Girgis i współautorzy na podstawie badań nad anatomią i biomechaniką WKP w 1975 roku stwierdzili, iż posiada ono budowę wielopęczkową [37]. W jego obrębie wyróżnić można dwie grupy włókien: pęczek przednio-przyśrodkowy (PP) i pęczek tylno-boczny (TB). W stadium wyprostu oba pęczki pozostają napięte. Włókna pęczka PP są położone w pobliżu stropu dołu międzykłykciowego, równolegle do linii Blumensata w obrazie radiologicznym. Autorzy opisali komponenty niestabilności przednio-przyśrodkowej kolana, która występuje po przecięciu poszczególnych pęczków. Zaobserwowali

komponentę niestabilności rotacyjnej, po przecięciu pęczka TB oraz zwiększenie translacji przedniej piszczeli po uszkodzeniu pęczka PP. W miarę zginania kolana zmniejsza się przede wszystkim napięcie pęczka TB, ponieważ jego przyczep udowy przemieszcza się do przodu co jednocześnie prowadzi do skrzyżowania włókien obu pęczków [5, 22, 25, 31, 50]. W niektórych przypadkach można wyróżnić trzeci pęczek – pośrodkowy, który funkcjonalnie odpowiada pęczkowi PP lecz jego przyczep piszczelowy położony jest bardziej bocznie.

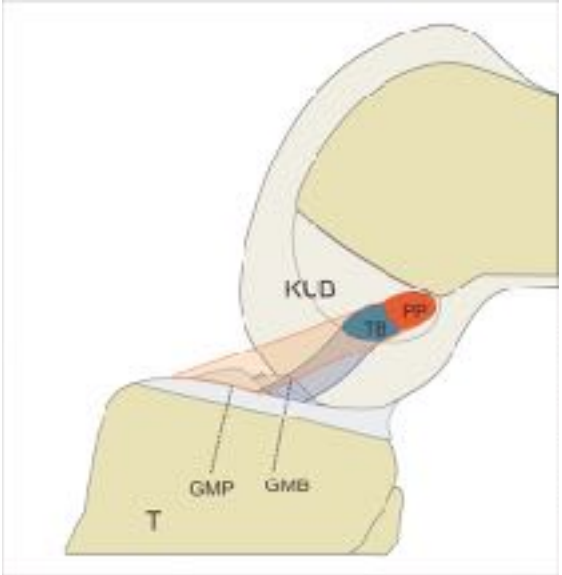
Powierzchnia pola przyczepu piszczelowego jest trzykrotnie większa, a udowego dwukrotnie większa od przekroju poprzecznego WKP w części środkowej. Pole przyczepu piszczelowego położone jest między przyczepami rogów łąkotki bocznej i guzkami międzykłykciowymi. Pole przyczepu piszczelowego ma kształt owalny, a jego długa oś leży w płaszczyźnie strzałkowej obejmując całą długość przedniego pola międzykłykciowego *(area intercondylaris anterior)* (Ryc. 2) [14].

Część przednia tego pola, zaznaczona na rycinie 2 kolorem czerwonym, to przyczep pęczka PP o polu powierzchni 56 ±21 mm2, mniejsza część tylna, zaznaczona kolorem niebieskim to przyczep pęczka TB o polu powierzchni 53±21 mm2. Pole przyczepu udowego ma kształt wydłużonego owalu [29]. W pozycji wyprostowanej kolana górna część przyczepu należy do pęczka PP o powierzchni 47 ±13 mm2, a dolna do pęczka TB o powierzchni 49±13 mm2 (Ryc.3.) [49].

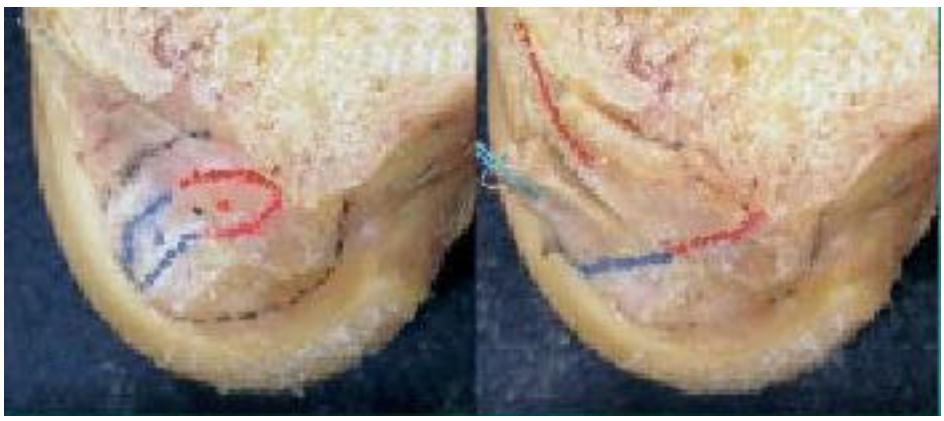


Rycina 2. Przyczep piszczelowy więzadła krzyżowego przedniego (WKP) leży pomiędzy guzkami międzykłykciowymi: bocznym (GMB) i przyśrodkowym (GMP). Pole przyczepu pęczka przednio-przyśrodkowego (PP- kolor czerwony) leży do przodu

od przyczepu pęczka tylno bocznego (TB - kolor niebieski) (łąkotki: B – boczna, P – przyśrodkowa).

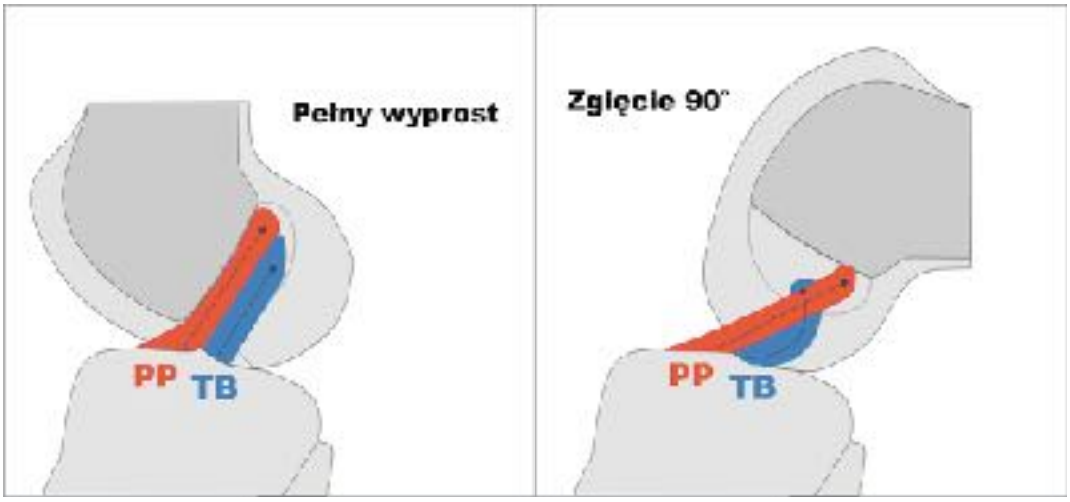


Rycina 3. Przyczep udowy więzadła krzyżowego przedniego (WKP) znajduje się na kłykciu udowym bocznym (KUB). Kolorem czerwonym zaznaczono pole przyczepu pęczka przednio-przyśrodkowego (PP) , a niebieskim pole przyczepu pęczka tylno-bocznego (TB); (guzki międzykłykciowe: GMP – przyśrodkowy; GMB – boczny; T – piszczel).



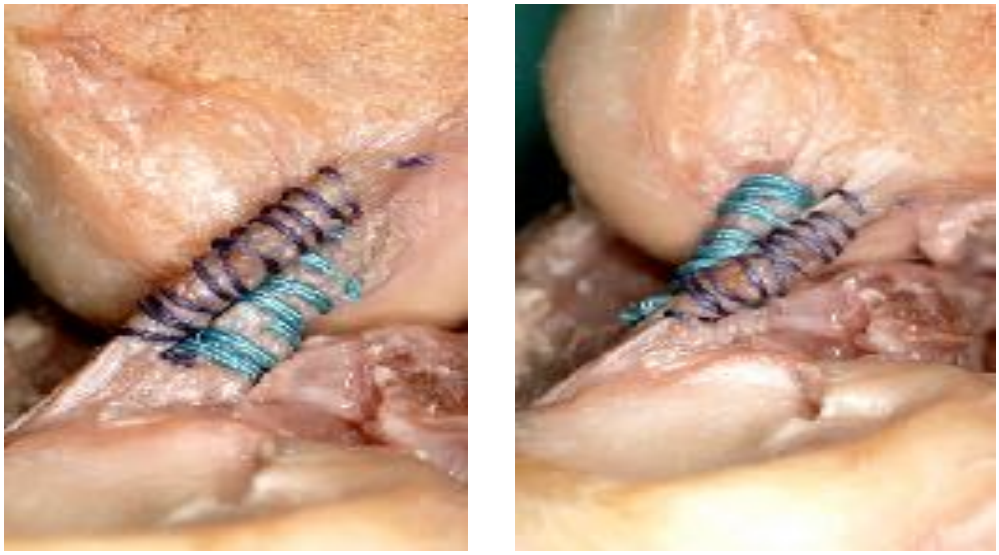
Rycina 4. Preparat anatomiczny: przyczep udowy więzadła krzyżowego przedniego rozdzielony na pęczek przednio-przyśrodkowy (kolor czerwony) oraz pęczek tylno-boczny (kolor niebieski) wg Mochizuki [81].

Wzajemne położenie pęczków w zależności od kąta zgięcia kolana przedstawia rycina 5. Napięcie pęczka PP (kolor czerwony) w całym zakresie ruchu zgięcia kolana pozostaje stałe, natomiast pęczek TB (kolor niebieski) w zgięciu 90° jest luźny napina się on w pozycji bliskiej pełnego wyprostu (Ryc.5).



Rycina 5. Wzajemne położenie pęczków – przednio-przyśrodkowego (PP) i tylno-bocznego (TB) więzadła krzyżowego przedniego prawego stawu kolanowego, w zależności od kąta jego zgięcia (przekrój strzałkowy).

Rycina 6 przedstawia preparat anatomiczny lewego stawu kolanowego po odcięciu kłykcia przyśrodkowego. Zieloną nicią zaznaczono pęczek tylno-boczny, czarną pęczek przednio- przyśrodkowy. Pęczki biegną równolegle w pełnym wyprostie kolana, stopnowo krzyżując się w trakcie zginania stawu.



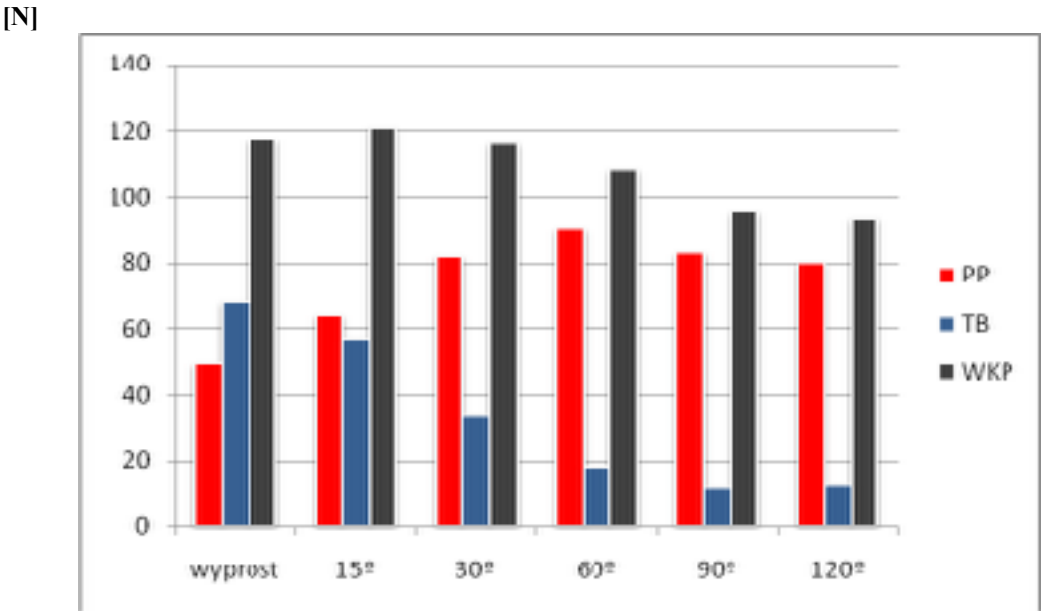
pełny wyprost **zgięcie 90º**

Rycina 6. Preparat anatomiczny lewego stawu kolanowego, widok od strony przyśrodkowej po odcięciu kłykcia przyśrodkowego. Pęczek PP zaznaczony nicią czarną, pęczek TB zaznaczony nicią zieloną wg Duthon [23].

Hollis w 1991 roku zwrócił uwagę na elastyczne właściwości WKP oraz różnicę w długości pomiędzy pęczkami WKP sięgającą 15mm w zależności od kąta zgięcia kolana i siły przemieszczającej piszczel w kierunku przednim. Dalsze badania biomechaniczne wykazały zróżnicowanie budowy histologicznej oraz właściwości biomechanicznych poszczególnych pęczków więzadeł krzyżowych kolana [22, 93]. Zróżnicowanie zawartości wody w tkance pęczków WKP widoczne w badaniu MRI, prawdopodobnie odpowiada większej elastyczności pęczka TB w stosunku do pęczka PP (Ryc.7).

Rycina 7. Przekrój strzałkowy WKP w obrazie MRI sekw. T2: ciemniejszy pęczek przednio-przyśrodkowy (pp) oraz bardziej uwodniony jaśniejszy pęczka tylno-boczny (tb).

Badania biomechaniczne wykonane przez Amisa i Dawkinsa w 1991roku, Sakane i jego zespół w 1997 roku oraz Gabriel'a i współpracowników wykazały zróżnicowanie naprężeń poszczególnych pęczków WKP przy wymuszonej translacji przedniej piszczeli, w zależności od zgięcia lub rotacji kolana [7, 35, 99]. W pełnym wyproście większe naprężenia przenoszone są przez pęczek TB, w 15º zgięcia stawu naprężenia są porównywalne, natomiast w trakcie dalszego zginania stawu pęczek PP przejmuje większość obciążeń (Ryc.8). Podobne zjawisko występuje w sytuacji wymuszonej rotacji zewnętrznej piszczeli [99, 111].



Rycina 8. Reakcja więzadła krzyżowego przedniego kolana na siłę zewnętrzną (134N) wymuszającą translację przednią piszczeli. Naprężenia pęczków przednio-przyśrodkowego (PP kolor czerwony), tylno-bocznego (TB - kolor granatowy) i całego WKP w zależności od zgięcia stawu kolanowego: od pełnego wyprostu do 120º wg Gabriel'a [35].

Ostatnie badania anatomiczne, a także obserwacje śródoperacyjne wielu chirurgów wskazują na dość dużą zmienność anatomiczną przyczepów WKP oraz zależność jego rozmiarów od wielkości wcięcia międzykłykciowego [85]. Ferretti zaobserwował zróżnicowanie w położeniu pęczka TB, który nie u wszystkich pacjentów widoczny jest w trakcie obserwacji artroskopowej z użyciem standardowych portów [29, 30]. Zaobserwowano również osobniczą anatomiczną zmienność ścięgna ST pobieranego w trakcie rekonstrukcji WKP [44].

Wyniki powyższych badań anatomicznych i biomechanicznych wskazują, iż chirurg wykonujący anatomiczne rekonstrukcje WKP musi umieć zlokalizować prawidłowo miejsca przyczepów oraz określić rozmiary przeszczepu indywidualnie dla każdego pacjenta.

1.3. Rozpoznanie uszkodzenia i wskazania do rekonstrukcji WKP

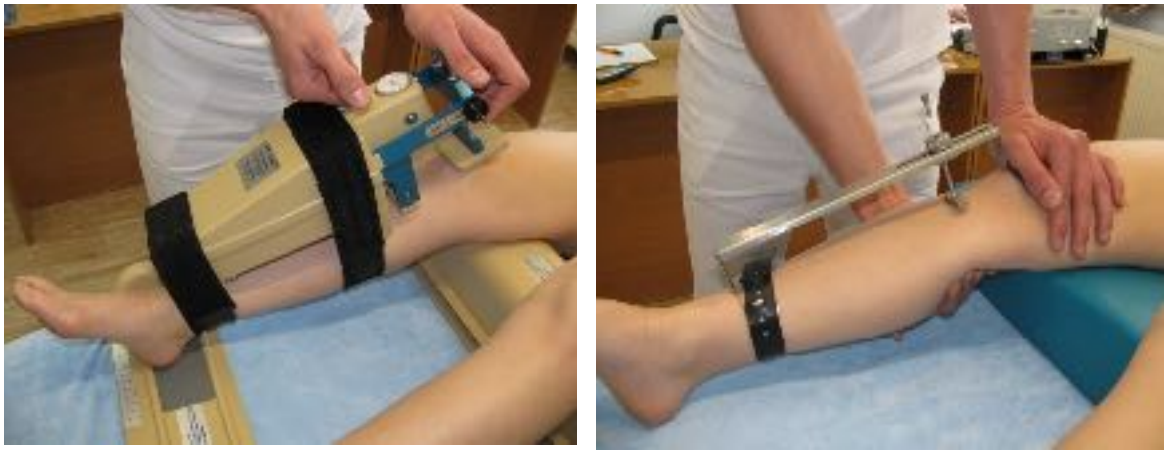
W rozpoznawaniu niestabilności przedniej kolana najważniejsze jest badanie kliniczne. Badania dodatkowe takie jak MRI, RTG oraz USG mają znaczenie uzupełniające w przypadkach szczególnych oraz dodatkowych obrażeń stawu kolanowego. W wywiadzie pacjent najczęściej podaje przebyty silny uraz skrętny stawu oraz uczucie „uciekania" kolana przy nagłej zmianie kierunku biegu lub chodu, a także trudność w dynamicznym obciążaniu stawu. Podobnie o uszkodzeniu WKP w 70-80% przypadków świadczy obecność krwiaka stawu kolanowego [77]. Dla rozpoznania świeżych obrażeń WKP decydujące znaczenie mają testy kliniczne, badanie w znieczuleniu oraz artroskopia [124]. Podstawowymi testami określającymi rodzaj i stopień niestabilności przewlekłej są testy pivot–shift (PST) i Lachmana. Test pivot-shift polega na wywołaniu przedniego podwichnięcia bocznego kłykcia kości piszczelowej w stosunku do bocznego kłykcia kości udowej, co szczegółowo omówione zostało w rozdziale 3 [36].

Test Lachmana polega na przednim podwichnięciu kości piszczelowej w stosunku do kości udowej przy zgięciu stawu kolanowego do 25º [63]. Bada się zawsze obie kończyny w celu porównania strony chorej ze zdrową. Wykonując energiczny ruch przedniego przemieszczenia podudzia przy ustabilizowanym udzie, badający stara się określić wielkość przemieszczenia piszczeli względem uda oraz stwierdzić obecność tzw. punktu końcowego, czyli biernej reakcji więzadła na przemieszczające się „plateau" piszczeli względem kłykci udowych. Stwierdzenie „twardego" punktu końcowego świadczy o zachowaniu pełnej lub częściowej wydolności WKP. Brak punktu końcowego świadczy o całkowitej niewydolności WKP.

W celu obiektywnego określenia stopnia przemieszczenia piszczeli względem uda stosuje się dwa rodzaje pomiarów. Pierwszy to artrometria polegająca na zastosowaniu specjalnego urządzenia z pomiarem elektronicznym (KT-1000) lub mechanicznym (Rolimeter – Aircast) (Ryc.9) [21, 91]. Drugi rodzaj pomiarów polega na wykonaniu zdjęć RTG w pozycji wymuszonej z użyciem urządzenia Telos. Badanie polega na wykonaniu porównawczych zdjęć RTG w projekcji bocznej, w zgięciu stawu kolanowego do 30º oraz przyłożeniu stałej siły 150 N wymuszającej przednie przemieszczenie bliższej nasady

piszczeli. Różnica w przemieszczeniu punktów kostnych piszczeli w stosunku do kłykci udowych pomiędzy kończyną zdrową i chorą, świadczy o stopniu niewydolności WKP.

Na podstawie wyników badań obiektywnych określa się stopień niestabilności przedniej za pomocą stopniowej skali: 1º – naderwanie, 2º – częściowe uszkodzenie, 3º – całkowite uszkodzenie WKP) [124]. Różnica w przemieszczeniu punktów kostnych piszczeli w stosunku do kłykci udowych pomiędzy kończyną zdrową i chorą, świadczy o stopniu niewydolności WKP. Na podstawie wyników badań obiektywnych określa się stopień niestabilności przedniej za pomocą stopniowej skali: 1º – naderwanie, 2º – częściowe uszkodzenie, 3º – całkowite uszkodzenie WKP) [124]



A **B**

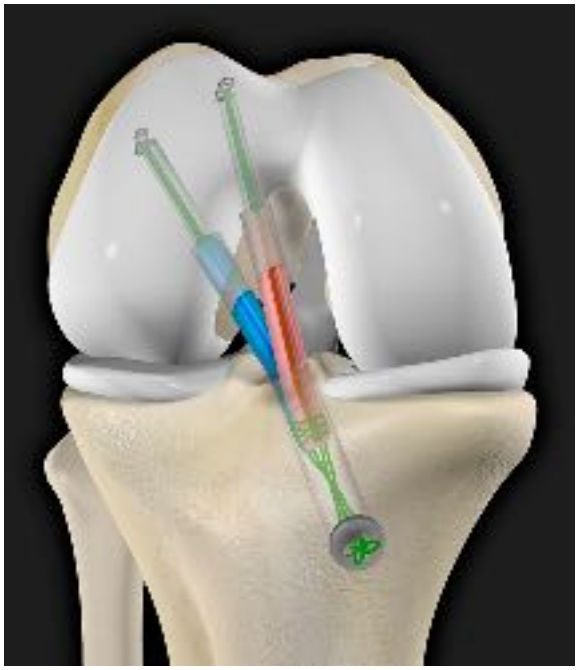
Rycina 9. Badanie artrometryczne: (A) pomiar elektroniczny z obiektywnym pomiarem siły translacji (KT-1000-Medmetric); (B) pomiar manualny z subiektywnym pomiarem siły translacji (Rolimeter – Aircast).

Trzeci stopień niestabilności przedniej jest wskazaniem do całkowitej rekonstrukcji WKP. W przypadku stwierdzenia 2º w badaniu klinicznym wraz subiektywnych objawaów niestabilności istnieje wskazanie do leczenia operacyjnego, którego zakres należy określić dokładnym badaniem artroskopowym. W przypadkach izolowanych uszkodzeń jednego z pęczków lub rozciągnięcia WKP, stosuje się metody mające na celu obkurczenie więzadła za pomocą elektrokoagulacji lub rekonstrukcje jednego pęczka [64, 66, 89, 109].

Niestabilność przednia 1º nie kwalifikuje się do leczenia operacyjnego lecz wymaga okresowego badania stabilności stawu kolanowego [127].

1.4. Rozwój techniki anatomicznej rekonstrukcji WKP

Istotnym przełomem w chirurgii kolana była wprowadzona przez Zaricznego w latach osiemdziesiątych metoda rekonstrukcji dwupęczkowej [138]. Polegała ona na odtworzeniu dwóch pęczków, których przebieg naśladuje dwupęczkową budowę więzadła krzyżowego przedniego. Wyniki operacji nie były jednak zachęcające, co zmusiło twórcę do jej zarzucenia. Wrócono do niej ponownie w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku wraz z wytworzeniem nowych instrumentariów artroskopowych oraz po przeprowadzeniu szczegółowych badań biomechanicznych kolana. Ten sposób leczenia niezależnie od siebie propagowali w Europie i USA Eichhorn, Rosenberg oraz Fu. Rekonstrukcja dwupęczkowa wykonywana była początkowo techniką trzytunelową, co oznacza osadzenie dwóch przeszczepów we wspólnym tunelu piszczelowym i dwóch tunelach udowych (Ryc.10). Najczęściej stosowano przeszczepy autogenne wykonane ze ścięgna ST i GR.



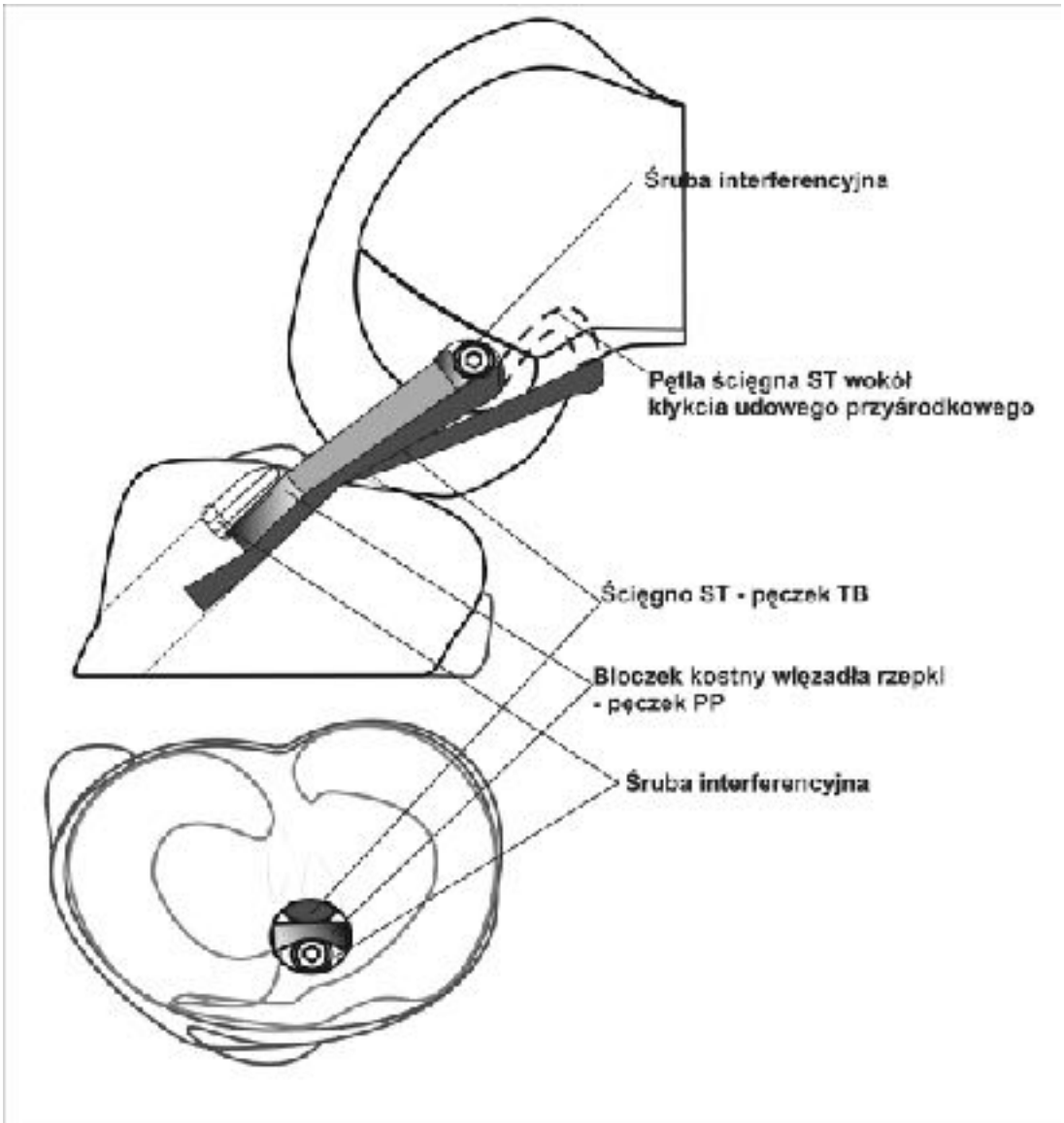
Rycina 10. Schemat rekonstrukcji dwupęczkowej więzadłą krzyżowego przedniego techniką trzytunelową wg Eichhorna, (czerwony – pęczek przednio-przyśrodkowy; niebieski – pęczek tylno-boczny) [informacja osobista].

Technika czterotunelowa zwana też rekonstrukcją anatomiczną, która pozwala na osądzenie dwóch pęczków WKP w sposób rzeczywiście niezależny, została wprowadzona w Europie przez Eichhorna [informacja osobista].

Rycina 11. Schemat rekonstrukcji dwupęczkowej WKP techniką czterotunelową wg Eichhorna (czerwony – pęczek przednio-przyśrodkowy; niebieski – pęczek tylno-boczny) [informacja osobista].

Metoda ta ma na celu odtworzenie obu pęczków WKP przednio-przyśrodkowego (PP) i tylno-bocznego (TB) dwoma niezależnie mocowanymi przeszczepami autogennymi w sposób odtwarzający ich relacje anatomiczne. Sposób niezależnego mocowania dwóch przeszczepów pozwala na dokładniejsze usytuowanie wylotów tuneli w miejscach przyczepów uszkodzonych pęczków WKP oraz umożliwia ich niezależne napięcie w końcowej fazie operacji (Ryc.11). Wielu autorów proponowało różne techniczne

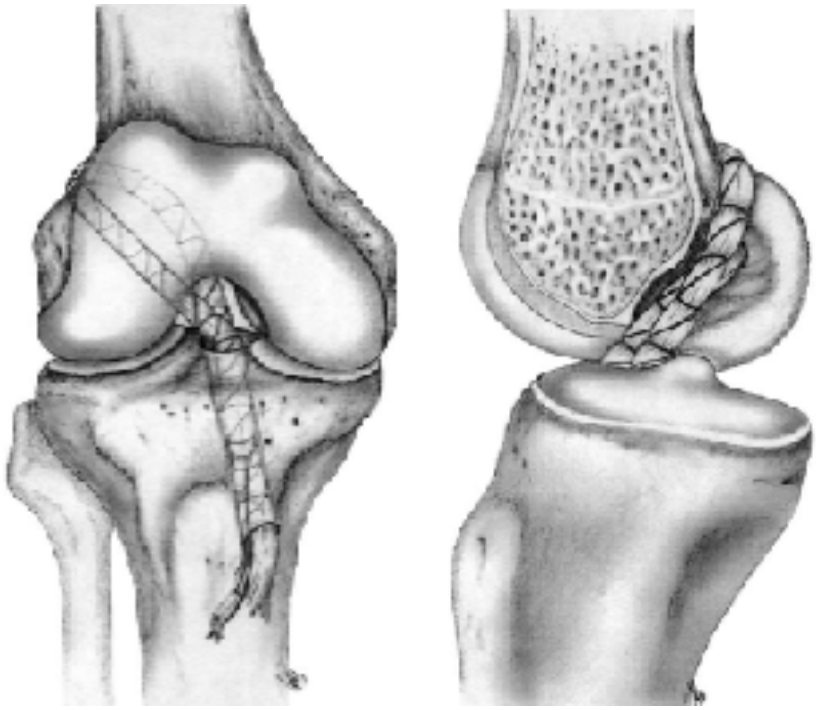
rozwiązania, których celem było wykonanie operacji. W 2000 roku Hara zaproponował wykonanie pęczka PP ze ścięgna ST, opasującego boczny kłykieć udowy w postaci pętli, natomiast pęczek TB utworzony był z więzadła rzepki w postaci przeszczepu BTB. Oba przeszczepy zamocowane były wspólnie w tunelu piszczelowym za pomocą śruby interferencyjnej (Ryc.12) [47].



Rycina 12. Rekonstrukcja dwupęczkowa WKP wg Hara: przeszczep z więzadła rzepki BTB tworzy pęczek TB; ścięgno ST tworzące pęczek PP opasuje boczny kłykieć udowy; oba pęczki zamocowane we wspólnym tunelu piszczelowym i udowym śrubami interferencyjnymi [47].

Kolejną innowację w technice rekonstrukcji dwupęczkowej WKP zaproponował Ryohei Takeuchi w 2002 stosując tzw. przeszczep kompozytowy składający się z pętli ścięgna ST, rozdzielonej kostnymi bloczkami dystansowymi (Ryc.13) [19]. Inną koncepcję przedstawił Maurillo Marcacci w 2003 roku, zaproponował technikę rekonstrukcji WKP półwolnym przeszczepem ścięgna ST, które biegnąc wspólnym tunelem piszczelowym tworzy pęczek przednio-przyśrodkowy, opasuje boczny kłykieć udowy i wchodzi na powrót do stawu tunelem udowym, a następnie wchodząc do tunelu piszczelowego tworzy pęczek tylno-boczny [75].

Rycina 13. Przeszczep kompozytowy wg Takeuchi składający się pętli ścięgna ST rozdzielonej bloczkami kostnymi pobranymi z przynasady piszczeli (d), zamocowany śrubami interferencyjnymi i skoblem (e) [19].

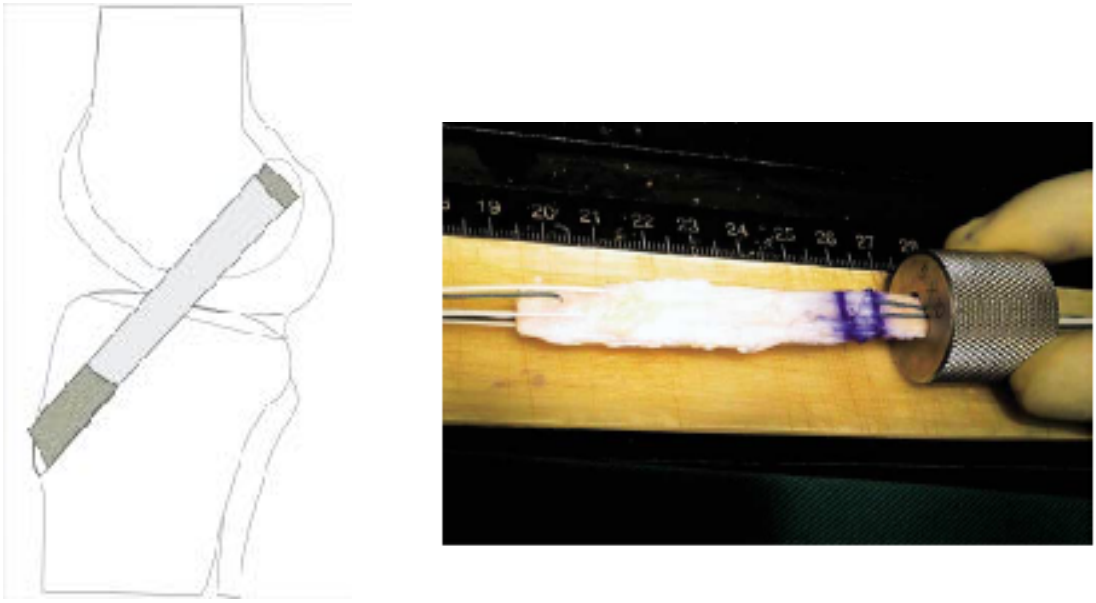


Rycina14. Schemat rekonstrukcji dwupęczkowej WKP z półwolnym przeszczepem ścięgna mięśnia ST wg Marcacciego [75].

Marcacci nie używał żadnych implantów w swojej technice zaczepiając nić obszywającą przeszczep przezkostnie w guzowatości piszczelowej (Ryc.14).

Obserwacje anatomiczne więzadła krzyżowego przedniego, które w swym przekroju przypomina bardziej taśmę niż linę, zrodziło pomysł wykonania płaskiego przeszczepu, który wprowadził do praktyki klinicznej w 2005 roku Konesei Shino [103, 104]. Tunele o przekroju prostokątnym były wytwarzane w technice Shino specjalnymi dilatatorami, sam zaś przekrój przeszczepu łącznie z bloczkami kostnymi formowany za pomocą specjalnego przymiaru (Ryc.15). Samo odtworzenie kształtu WKP nie zapewniało jednak prawidłowej funkcji biomechanicznej, z uwagi na występujące różnice naprężeń poszczególnych pęczków w zależności od wielkości zgięcia stawu kolanowego.

Pomimo różnych pomysłów anatomicznej rekonstrukcji WKP większość autorów preferuje przeszczep ze ścięgien zginaczy podudzia (hamstring) wykonując dwa wolne przeszczepy, które zamocowywane są w dwóch parach tuneli, przy czym w części udowej najczęściej stosuje się płytkę Endobutton® [19, 33, 34, 38, 58, 65, 67, 68, 106, 131, 132, 133, 136, 137]. Aglietti i współpracownicy odchodzą od tej reguły stosując w części udowej śruby interferencyjne niewielkiej średnicy, które są wytwarzane na specjalne zamówienie (Ryc.16) [2].



A **B**

Rycina 15. Rekonstrukcja WKP wg Shino: (A) przeszczep BTB z więzadła rzepki zakotwiczony w tunelach udowym i piszczelowym o przekroju prostokątnym;
(B) formowanie przeszczepu BTB [104].

Rycina 16. Mocowanie przeszczepu półwolnego w technice dwupęczkowej wg Aglietti śrubami interferencyjnymi i skoblem w części udowej oraz śrubą interferencyjną w części piszczelowej [2].

Technika mocowania odcinka piszczelowego jest zróżnicowana. Stosuje się tutaj skoble, płytki Suture Plate®, interferencyjne śruby biowchłanialne lub tytanowe oraz fiksację hybrydową [16]. Wydaje się, że technika operacyjna wprowadzona w Europie przez Eichhorna oraz przez Rosenberga w USA, a następnie udoskonalona przez Fu najlepiej odtwarza uszkodzone WKP w sposób anatomiczny [34].

Jednak i tutaj występują pewne istotne różnice. Eichhorn wykonuje oba pęczki ze ścięgna ST, uzyskując przeszczepy o średnicy od 6,5mm do 5,0mm, tunel 1F wykonuje przez port przednio-przyśrodkowy, natomiast tunel 2F zwykle przezpiszczelowo. Tunel 2T wytwarza używając specjalnego zbieżnego celownika osadzonego w uprzednio wykonanym tunelu 1T. Napięcie i zaczepienie przeszczepów w części piszczelowej zapewniają dwie płytki piszczelowe typu Suture Plate®, podczas gdy Fu fiksuje przeszczepy śrubami interferencyjnymi (Ryc.17).

Rycina 17. Technika anatomicznej rekonstrukcji WKP wg Fu; fiksacja przeszczepów płytkami Endobutton w części udowej oraz śrubami interferencyjnymi w części piszczelowej [34].

Odmiennie od Eichhorna Fu wykonuje tunele, zaczynając od wywiercenia F2 przez dodatkowy port przyśrodkowy, następnie wykonuje tunele piszczelowe w kolejności T2 i T1, jako ostatni tunel F1 prowadząc wiertło przezpiszczelowo. Fu zaleca wykonywanie przeszczepów z poczwórnie złożonych ścięgien ST i GR, o średnicy od 7,0 do 9,0, a więc znacznie grubszych od stosowanych przez Eichhorna.

Technika czterotunelowa wg Eichhorna, posiada dwie istotne zalety. Po pierwsze dwa przeszczepy uzyskane z jednego pobranego ścięgna ST mogą mieć stosunkowo niewielką długość (ok. 70mm), gdyż nie muszą wypełniać całej długości tunelów kostnych, dzięki ich połączeniu z implantami za pośrednictwem nici. Drugą zaletą omawianej techniki operacyjnej jest możliwość regulowania pierwotnego napięcia przeszczepów w sposób płynny i niezależny od siebie, poprzez skręcanie dookoła siebie nici, biegnących śródtunelowo, za pośrednictwem dwóch płytek piszczelowych Sutur Plate® leżącym na powierzchni trzonu kości piszczelowej. Skręcając nici mocujące piszczelowy odcinek przeszczepu, ustawia się odpowiednie jego napięcie, które zostaje utrzymywane przez implanty, aż do zakończenia jego integracji w tunelach kostnych (Ryc.11).

Obecnie technika czterotunelowa rekonstrukcji WKP zyskuje coraz większe uznanie wśród chirurgów, gdyż daje nadzieje nie tylko na odtworzenie jego prawidłowej funkcji, lecz również na trwałość uzyskanego wyniku operacji.

2. ZAŁOŻENIA I CEL PRACY

Powszechne uprawianie sportu oraz wypadki komunikacyjne prowadzą bardzo często do obrażeń stawu kolanowego, a zwłaszcza więzadła krzyżowego przedniego. Jego przerwanie w znacznym stopniu upośledza funkcję kolana i może być przyczyną niemożności uprawiania sportu lub nawet trwałego inwalidztwa.

Jedną z metod pozwalających na odtworzenie więzadła krzyżowego przedniego jest technika czterotunelowa wg Eichhorna, która umożliwia wykonanie dwóch pęczków z autogennego ścięgna ST, należącego do grupy zginaczy podudzia. Jakość i średnica obok długości przeszczepu stanowią bardzo ważny parametr wpływający na jego biomechaniczne właściwości [46]. Stosunkowo często uzyskuje się materiał na przeszczep o zbyt małej średnicy i/lub długości. Inny problem stanowi jakość uzyskanego materiału. W praktyce klinicznej u większości pacjentów obserwuje się ścięgno ST o homogennej strukturze, jednak przypadki ścięgien o nierównomiernym rozłożeniu włókien wraz z masywnymi odnogami, które dają przewężenia w głównym paśmie ścięgna, nie należą do rzadkości. Pobrane ścięgno ST o znacznych odcinkowych przewężeniach z powodu masywnych odnóg lub odmian anatomicznych przyczepu dystalnego, może wpływać negatywnie na mechaniczną wytrzymałość przeszczepu. Może też utrudniać proces jego integracji w tunelu kostnym, z powodu nieprawidłowego wpasowania. W sytuacji gdzie pobrane ścięgno ST jest niewystarczające dla uzyskania odpowiedniej średnicy lub długości przeszczepów zachodzi konieczność ich wzmocnienia dodatkowo pobranym ścięgnem GR, co znacząco powiększa ich średnicę, jednak stwarza inne problemy kliniczne. Przeszczepy niestandardowe, czyli modyfikowane wymagają zastosowania większej ilości materiału szewnego co zmniejsza powierzchnię kontaktu ścięgna ze ścianą kostną tunelu, a tym samym pogarsza warunki dla wgajania się śródkostnego odcinka przeszczepu. Konieczność odstępstw od standardowego sposobu opracowania przeszczepów, może być powodem gorszych wyników rekonstrukcji WKP. Do tej pory wszyscy autorzy zajmujący się zagadnieniem anatomicznej rekonstrukcji WKP zwracali uwagę na sposób zamocowania ścięgna w kanałach kostnych kości piszczelowej i udowej, rodzaj stosowanych przeszczepów, szczegóły techniki operacyjnej oraz zasady postępowania pooperacyjnego.

Niewielką uwagę poświęcali wpływowi jakości ścięgna i modyfikacji sposobu przygotowania przeszczepów na uzyskiwane wyniki kliniczne.

Wprowadzone przeze mnie zmiany w technice przygotowania przeszczepów modyfikowanych polegają na odrzuceniu fragmentów ścięgna o zaburzonej strukturze oraz wykonaniu przeszczepu o jak największej średnicy z najlepszego jakościowo materiału kosztem długości pęczka tylno-bocznego, który może być o 15mm krótszy do pęczka przednio-przyśrodkowego.

Celem mojej pracy była:

1. Ocena wyników anatomicznej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego po zastosowaniu własnych modyfikacji techniki przygotowania przeszczepów ze ścięgien zginaczy podudzia.

2. Ocena wpływu odmian budowy ścięgna mięśnia półścięgnistego stosowanego jako przeszczep, na wynik anatomicznej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego.

3. Wyznaczenie sposobu postępowania w przypadku stwierdzenia dostatecznych wymiarów lecz złej jakości ścięgna mięśnia półścięgnistego pobranego na przeszczep.

3. MATERIAŁ I METODA

Na prowadzenie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach (zezwolenie nr NN-6501-162/I/05). Badania wykonywano w Niepublicznym Zakładzie Opieki Zdrowotnej „Szpital św. Łukasza" w Bielsku-Białej. Zabiegi rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego (WKP) wykonywano u chorych z rozpoznaniem przewlekłej niestabilności przedniej stawu kolanowego co najmniej 2 stopnia. Za przewlekłą niestabilność uznaje się zespół objawów niewydolności lub braku więzadła krzyżowego przedniego w czasie, co najmniej 6 tygodni po urazie stawu kolanowego.

W okresie od marca 2004 do kwietnia 2006 roku w Niepublicznym Zakładzie Opieki Zdrowotnej „Szpital św. Łukasza" w Bielsku-Białej. wykonano artroskopowe rekonstrukcje więzadła krzyżowego przedniego kolana techniką czterotunelową u 118 chorych.

1.Badana populacja

Grupę badaną stanowiło 102 chorych w wieku od 16 do 56 lat (średnio 29,9 lat), którzy regularnie zgłaszali się na wizyty kontrolne i posiadali udokumentowane w protokole pooperacyjnym dane na temat jakości pobranego ścięgna m. półścięgnistego i sposobu przygotowania przeszczepów. Wśród nich były 23 kobiety w wieku od 18 do 50 lat (średnio 31,3 lat) oraz 79 mężczyzn w wieku od 16 do 56 lat (średnio 29,7 lat). Pacjenci, którzy nie zgłosili się do badania w 6 i 12 miesiącu po operacji zostali wykluczeni z dalszej oceny.

2.Zasady włączenia i wykluczenia

Badaniem zostali objęci pacjenci, u których wykonano rekonstrukcję więzadła krzyżowego przedniego metodą dwupęczkową techniką czterotunelową z powodu przewlekłej niestabilności stawu kolanowego.

Wszyscy pacjenci byli operowani przez ten sam zespół chirurgów. U wszystkich chorych kwalifikowanych do operacji rekonstrukcji przedniego więzadła krzyżowego stwierdzono:

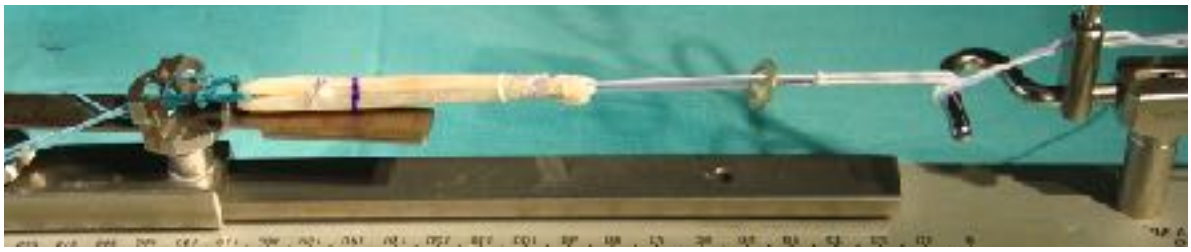
- obecność subiektywnych objawów niestabilności w postaci uczucia niepewności, „uciekania” kończyny dolnej, bądź tzw. częstych skręceń kolana;
- różnicę wielkości przedniego podwichnięcia piszczeli w porównaniu ze zdrową kończyną mierzona artrometrem ≥5mm;
- dodatni test pivot-shift oraz brak punktu końcowego w teście Lachmana;
- pełny bierny i czynny wyprost oraz zgięcie przynajmniej do 120º stawu kolanowego.

Chorych z przewlekłą niestabilnością nie kwalifikowano do leczenia operacyjnego w przypadku utrwalonych ograniczeń zakresu ruchu i zmian zwyrodnieniowych stawu kolanowego oraz przeciwwskazań wynikających ze schorzeń ogólnoustrojowych.

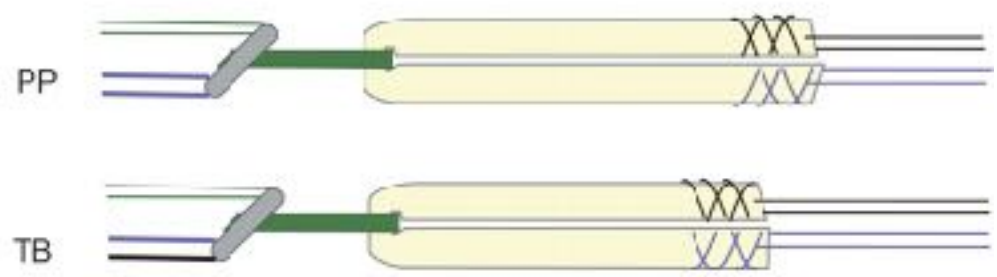
3.3. Grupy badawcze

Chorych podzielono na trzy grupy w zależności od jakości ścięgna ST i techniki przygotowania przeszczepów :

Grupa R – pacjenci z dobrą jakością i wystarczającymi wymiarami ścięgna ST, z którego wykonano dwa przeszczepy techniką standardową (grupa referencyjna) (Ryc.18 i 19).

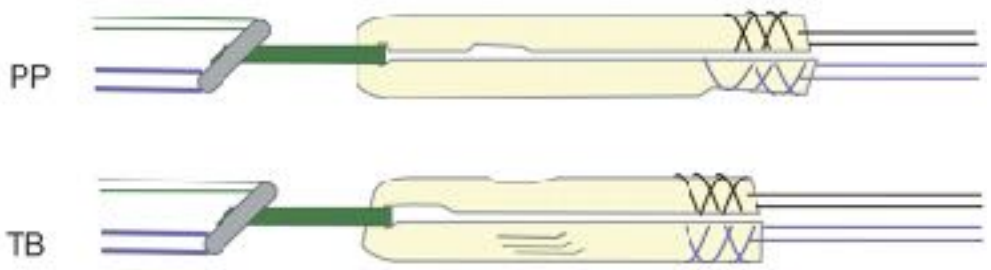


Rycina 18. Przeszczep pęczka WKP wykonany techniką standardową z pojedynczej pętli odcinka ścięgna ST, koniec dystalny obszyty dwoma nićmi (biała i fioletowa) płytką Suture Plate®, w części bliższej pętla ścięgna przewieszona przez nić łączącą z płytką Endobutton w uchwycie.



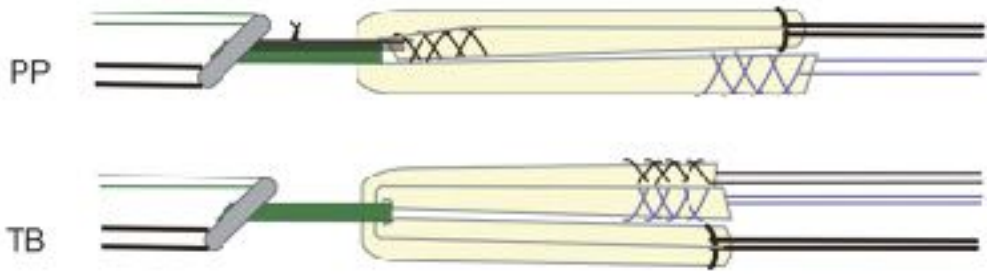
Rycina 19. Schemat przeszczepów wykonanych techniką standardową z dobrej jakości ścięgna ST: pęczek przednio-przyśrodkowy (PP), pęczek tylno-boczny (TB).

Grupa I - pacjenci ze złą jakością, lecz wystarczającymi wymiarami ścięgna ST, z którego wykonano dwa przeszczepy techniką standardową (Ryc. 20).



Rycina 20. Schemat przeszczepów wykonanych techniką standardową ze ścięgna ST o złej jakości: pęczek przednio-przyśrodkowy (PP), pęczek tylno-boczny (TB).

Grupa II - pacjenci z niewystarczającymi wymiarami ścięgna ST, z którego wykonano dwa przeszczepy techniką modyfikowaną z dodatkowym ścięgnem GR. (Ryc. 21)



Rycina 21. Schemat przeszczepów wykonanych techniką modyfikowaną ze ścięgna ST i GR: pęczek przednio-przyśrodkowy (PP), pęczek tylno-boczny (TB).

W technice modyfikowanej stosowano trzy sposoby przygotowania przeszczepów:

TN – modyfikacja pęczka PP: potrójne złożenie ścięgna ST w kształcie litery „N"; modyfikacja pęczka TB: poczwórne lub poczwórne złożenie ścięgna GR w kształcie litery „M" (Ryc. 29).

TM – modyfikacja pęczka PP: poczwórne złożenie ścięgna ST w kształcie litery „M”. i modyfikacja pęczka TB poprzez poczwórne złożenie ścięgna GR (ryc. 30).
TMA - pęczek PP utworzony z pojedynczej pętli ścięgna ST; modyfikacja pęczka TB poprzez poczwórne złożenie ścięgna GR w kształcie litery „M” (ryc. 31).

W grupie 3 najczęściej wykonywano modyfikacje przeszczepów typu TN. Zabieg taki przeprowadzono u 19 pacjentów, wśród których były 3 kobiety i 16 mężczyzn. Modyfikację TM wykonano u 3 pacjentów, wśród których był jeden mężczyzna i dwie kobiety, natomiast modyfikacje TAM wykonano u dwóch kobiet i jednego mężczyzny. Z uwagi na znikomą liczbę pacjentów z innymi modyfikacjami niż TN, nie tworzono dodatkowych podgrup badawczych, uznając wszystkich pacjentów z przeszczepami modyfikowanymi jako grupę jednorodną.

Do grupy R zakwalifikowano 67 pacjentów w wieku 16 - 56 lat (średnio 29,4 lat), co stanowi 65,7% badanych. Wśród nich było 15 kobiet w wieku od 18 do 50 lat (średnio 27,7 lata) oraz 52 mężczyzn w wieku od 16 do 56 lat (średnio 30,1 lat) (Tabela I).

Grupa I obejmuje 10 chorych w wieku 22 - 41 lat (średnio 33,5 lat), co stanowi 9,8% badanych. Wśród nich były 3 kobiety w wieku od 24 do 41 lat (średnio 33,2 lata) oraz 7 mężczyzn w wieku od 22 do 41 lat (średnio 33,9 lat) (Tabela I).

Do grupy II zakwalifikowano 25 pacjentów w wieku od 17 do 51 lat (średnio 29,5 lat), co stanowi 24,5 % badanych. Wśród nich było 5 kobiet w wieku od 18 do 50 lat (średnio 29,9 lat) oraz 20 mężczyzn w wieku od 17 do 51 lat (średnio 29,2 lat) (Tab. I).

Tabela I. Dane demograficzne chorych zakwalifikowanych do badania wg grup badawczych.

Pacjenci	**Grupa R**	**Grupa I**	**Grupa II**
Liczba	67 (65,7%)	10 (9,8%)	25 (24,5%)

Średni wiek w trakcie operacji (zakres)	29,4 (16 – 56)	33,5 (22 – 41)	29,5 (17 – 51)
Płeć: M / K	52 : 15	7 : 3	20 : 5

3.4. Opis operacji

Operacje wykonywano w znieczuleniu ogólnym lub zewnątrzoponowym w pozycji chorego na wznak. Niedokrwienie kończyny zapewniała opaska Esmarcha założona na udzie przy ciśnieniu około 350mmHg.

Po przygotowaniu pola operacyjnego wykonywano cięcie skórne o długości 4 – 5 cm w stosunku do długiej osi podudzia około 2,5cm przyśrodkowo od guzowatości piszczeli. Preparując tkankę podskórną w kierunku powięzi pokrywającej „gęsią stopkę", palpacyjnie identyfikowano najgrubsze ścięgno, nad którym wykonywano horyzontalne nacięcie powięzi o długości ok. 2 cm. Po rozdzieleniu i dokładnej identyfikacji ścięgien zginaczy podudzia pobierano ścięgno mięśnia półścięgnistego (ST). Przyczep dystalny odcinano nożem oraz raspatorem wraz z paskiem okostnej o szerokości ok. 15mm i długości od 20 do 25mm. Oddzielenie ścięgna od brzuśca mięśniowego wykonywano striperem zamkniętym o średnicy 6mm (Ryc.19).

Rycina 22. Oddzielenie ścięgna od brzuśca mięśnia ST striperem zamkniętym. Przyczep uwolniony od „gęsiej stopki" obszyty fioletową nicią.

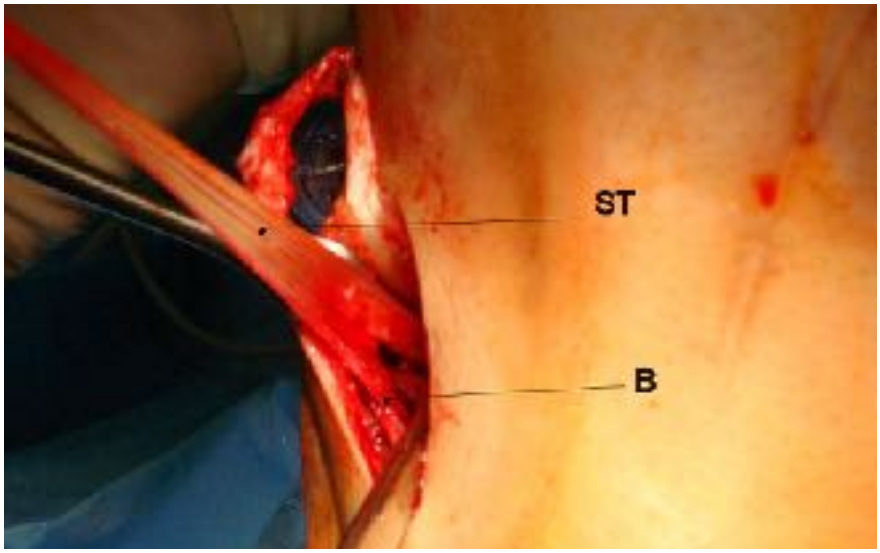
Pobrane ścięgno przekazywano na stolik pomocniczy, gdzie oczyszczano go z tkanki mięśniowej i tłuszczowej oraz mierzono jego długość. Wynik pomiaru długości ścięgna ST wahał się od 24 do 34 cm. Następnie odcinano rozwłóknione fragmenty i kikuty odnóg,

oceniano materiał pod względem jakościowym oraz dokonywano wstępnego pomiaru średnicy przeszczepów. Po złożeniu ścięgna w ¼ i ¾ jego długości mierzono

średnicę podwójnie złożonego odcinka z dokładnością do 0,5mm. Jeżeli ścięgno miało długość co najmniej 28 cm oraz minimalną średnicę podwójnie złożonego odcinka 5,5 mm wykonywano dwa przeszczepy. W przypadku niewystarczających rozmiarów średnicy lub długości pobierano dodatkowo ścięgno mięśnia smukłego, co było konieczne u 24 (23,5%) pacjentów.

3.4.1 Pobranie ścięgna i ocena jego jakości

W większości przypadków ścięgno ST ma horyzontalny przebieg odcinka końcowego i jest łatwe do wypreparowania. Idąc w kierunku bliższym jego przebiegu napotyka się zwykle dwie lub trzy odnogi, których przyczepy znajdują się w przyśrodkowej okolicy trzonu kości piszczelowej lub łączą się z innymi ścięgnami zginaczy podudzia (Ryc.22). Odnogi te należy wypreparować i odciąć od głównego pasma, zanim rozpocznie się procedurę pobierania striperem. Stosunkowo często budowa ścięgna ST znacznie utrudnia jego pobranie i rodzi śródoperacyjne trudności. Główny problem to zaburzenia anatomicznej lokalizacji przyczepu, który możne rozpościerać się wachlarzowato w kierunku dystalnym od guzowatości piszczeli. Ten typ przyczepu uniemożliwia jego pobranie w całości, tracąc wówczas część włókien tworzących poboczne pasma, co skutkuje zwężeniem grubości dystalnego odcinka ścięgna. Drugim problemem, są odnogi w przebiegu głównego masywu ścięgna, dające lokalne jego przewężenia, które „kradną" część włókien należących do pasma głównego. Masywne odnogi osłabiają mechanicznie ścięgno, pomimo jego zadowalającej grubości w pomiarze całościowym.



Rycina 23. Pobieranie ścięgna ST z masywną odnogą w części proksymalnej: ST – ścięgno, B – odnoga.

Z własnych obserwacji śródoperacyjnych wynika, że każde ścięgno ST posiada od dwóch do trzech odnóg, jednak u niektórych osób są one tak masywne, że nastręczają trudności w odróżnieniu pasma głównego (Ryc.23). Lokalne przewężenia nie tylko stwarzają ryzyko uszkodzenia mechanicznego przeszczepu, lecz upośledzają ścisłe dopasowanie końcowych odcinków przeszczepu w tunelu kostnym. Jeżeli przewężony odcinek znajdzie się wewnątrz tunelu udowego lub piszczelowego, przeszczep nie jest prawidłowo dopasowany do średnicy otworu, pomimo prawidłowych pomiarów całościowych (Ryc.24). Sytuacja taka stwarza gorsze warunki dla jego wgajania, z powodu złego uszczelnienia tunelu i przedostawania się płynu stawowego do jego światła. Innym spotykanym defektem pobranego ścięgna ST jest odcinkowe rozwłóknienie jego struktury (Ryc.25).

Rycina 24. Przewężenie w okolicy przyczepu piszczelowego wynoszące 4mm w stosunku do 6 mm grubości głównego pasma ścięgna ST, przeszczep taki zaliczano do grupy ze złą jakością ścięgna.

Rycina 25. Ścięgno ST złej jakości z powodu rozwłóknionej struktury głównego pnia.

Zatem istotny element omawianej techniki rekonstrukcji, jakim jest uzyskanie ścisłego dopasowania odcinków krańcowych przeszczepów do ich odpowiednich czterech tuneli kostnych, może być zaburzony pomimo prawidłowo prowadzonych pomiarów. Jeżeli przewężony odcinek przeszczepu znajdzie się śródstawowo, stanowi on jedynie miejsce osłabienia mechanicznego, które w przyszłości może być przyczyną jego zerwania pomimo jego prawidłowego wgojenia. W tunelach kostnych niestety, nie jest możliwe zaplanowanie ułożenia przewężeń przeszczepu względem tuneli, przed jego implantacją, natomiast wykonanie dwóch pętli z jednego ścięgna ST, uniemożliwia odrzucenie jego przewężonych lub rozwłóknionych odcinków.

Aby precyzyjniej określać zagrożenia dla przeszczepu związane z jego złą jakością na podstawie obserwacji i doświadczeń własnych, przyjąłem następujące kryteria klasyfikacji ścięgna ST.

Jakość przeszczepu uznaje się za dobrą, jeżeli nie stwierdza się więcej niż trzech przewężeń w jego przebiegu i różnica grubości odcinka przewężonego do pasma głównego, jest mniejsza niż 2mm, przy czym jego struktura jest jednolita. Taką jakość przeszczepu oznaczyłem symbolem A.

Jakość przeszczepu uznaje się za złą, jeżeli stwierdza się więcej niż trzy przewężenia w jego przebiegu lub/i różnica grubości odcinka przewężonego do pasma głównego, jest większa lub równa 2mm, lub występuje odcinkowe rozwłóknienie jego struktury. Taką jakość przeszczepu oznaczyłem symbolem B.

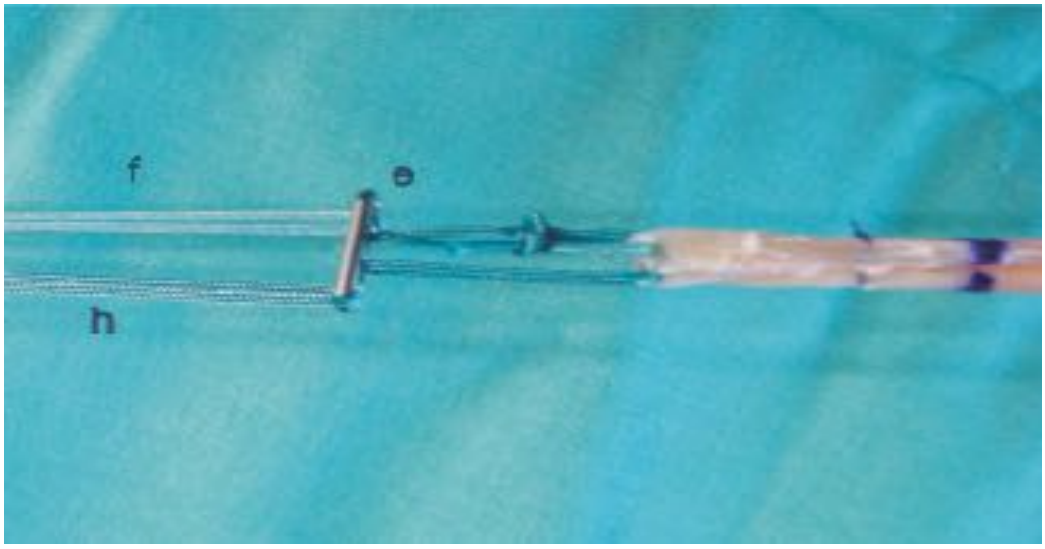
Powyższą klasyfikacje stosowałem przy kwalifikacji chorych do określonych grup badawczych.

3.4.2. Przygotowanie przeszczepów

Równolegle do pracy zespołu chirurgicznego na stoliku pomocniczym przygotowywano przeszczepy. Po oczyszczeniu i wyrównaniu odnóg ścięgno przecinano asymetrycznie, różnicując długości dwóch odcinków o około 1cm.W klasycznej technice przygotowanie przeszczepów pęczków PP i TB polegało na wykonaniu dwóch pojedynczo złożonych odcinków ścięgna ST. Dłuższy i grubszy odcinek ścięgna przeznaczano na pęczek PP, a krótszy i cieńszy na pęczek TB. Wolne końce odcinków obszywano, wykonując trzy przeszycia nicią Premicron 3.0 (Braun-Aesculap) na długości około 2 cm. Po obszyciu obu

ścięgien silnie naprężano nici, aby uzyskać dokładne zaciśnięcie szwu. Tak przygotowane odcinki ścięgna łączono z implantem udowym Endobutton® (Aesculp-Braun lub ChM) (Ryc.26) za pośrednictwem taśmy Mercilene 4mm lub podwójnej pętli nici Dagrofil 6.0 (Braun-Aesculap). Płytka udowa była wcześniej uzbrajana w nić holującą Dagrofil 6.0 (Braun-Aesculap) oraz nić rotującą Syntofil 3.0 (Braun-Aesculap) (Ryc.27).

Rycina 26. Implanty stosowane w metodzie czterotunelowej: guziki piszczelowe Suture Plate® (sp), płytki udowe Endobutton® (e).



Rycina 27. Sposób zamocowania przeszczepu do płytki „endobutton" (e) w metodzie standardowej, (h) nić holująca, (f) nić rotująca.

Wstępnie przygotowany przeszczep poddawano naprężeniu siłą 70N, przez co najmniej 5 min. w celu maksymalnego rozciągnięcia ścięgna i zaciśnięcia szwów. Nici obszywające część piszczelową łączono z implantem (Suture Plate Aesculap lub ChM) (Ryc.28). Przed wykonaniem otworów w kościach, dokonywano ostatecznego pomiaru średnic odcinka bliższego i dalszego przeszczepów oraz w razie potrzeby zmieniano średnicę frezów i wierteł. Po wywierceniu tuneli udowych mierzono ich długość, która wahała się od 32 do 70 mm. Wewnątrzkostny udowy odcinek przeszczepu ustalano w zależności od długości

uzyskanego ścięgna, długości tunelu udowego oraz spodziewanej długości odcinka wewnątrzstawowego. Wymiar ten ustalano pomiędzy 18, a 25mm. Ostatnia czynność przygotowania przeszczepu polegała na związaniu pętli łączącej koniec bliższy przeszczepu z płytką udową. Długość pętli obliczano w taki sposób, aby stanowiła różnicę długości tunelu udowego i zakładanego odcinka wewnątrzkostnego przeszczepu, odpowiednio dla tunelu przednio-przyśrodkowego (1F) i tylno-bocznego (2F). Dodatkowo wszywano niewielki fragment okostnej w odległości ok. 18mm od końca bliższego przeszczepu oraz zaznaczano markerem linię graniczną wciągnięcia przeszczepu do tunelu kostnego, gdy płytka udowa przechodzi 7mm poza dogłowowy wylot tunelu udowego, co umożliwia rotacje płytki udowej tuż nad powierzchnią korową, unikając interpozycji tkanek miękkich. Przygotowane przeszczepy pozostawiano pod naprężeniem i zwilżane solą fizjologiczną, aż do momentu implantacji.

Rycina 28. Dwa przeszczepy wykonane z dwóch odcinków ścięgna ST, przygotowane do implantacji, pozostają w naprężeniu. Granica wejścia do tunelu udowego zaznaczona fioletowym markerem.

3.4.2. Modyfikacje przeszczepów z dodatkowym użyciem ścięgna GR

W standardowej metodzie anatomicznej rekonstrukcji WKP z systemem Aesculap-POSITION przeszczepy pęczka PP oraz pęczka TB wykonuje się z dwóch odcinków autogennego ścięgna ST złożonych w pętlę. W większości przypadków anatomiczne

wymiary ścięgna ST pozwalają na zapewnienie wystarczających wymiarów obu przeszczepów.

W przypadku niewystarczających rozmiarów średnicy lub długości pobranego ścięgna ST występuje konieczność modyfikacji wykonania przeszczepów z użyciem dodatkowego materiału autogennego. Przeszczepy modyfikowane zwykle wykonuje się z użyciem ścięgna m. smukłego, a sposób przygotowania pęczków dobiera indywidualnie tak, aby uzyskać jak najlepsze wymiary ich średnicy i długości. U operowanych chorych najczęściej wykonywano pęczek PP z potrójnie złożonego ścięgna ST, a pęczek TB z poczwórnie lub potrójnie złożonego ścięgna GR.

Uwzględniając wymiary anatomiczne poszczególnych pęczków WKP i właściwości mechaniczne ścięgien zginaczy, założono minimalne dopuszczalne średnice pojedynczo złożonego odcinka ścięgna ST. Minimalna średnica pęczka PP to 5,5mm, natomiast pęczka TB to 4,5mm. Konieczne warunki dla prawidłowego wgojenia się przeszczepu do kości, to m.in. co najmniej osiemnasto-milimetrowy, wewnątrzkostny odcinek przeszczepu w tunelu piszczelowym jak i udowym. Biorąc pod uwagę anatomiczną długość śródstawową 35mm dla pęczka PP oraz 20mm dla pęczka TB, uznano minimalną dopuszczalną długość przeszczepu pęczka PP jako 7,5cm oraz analogicznie 6,0cm dla pęczka TB. Oznacza to, że długość pobranego ścięgna ST nie może być mniejsza niż 27cm (Ryc.29).

Rycina 29. Ścięgno ST (ok. 25cm) zbyt krótkie do utworzenia dwóch pętli, rozdzielenie włókien w okolicy przyczepu piszczelowego stwarza dodatkowo konieczność odcięcia tego nieprawidłowego odcinka.

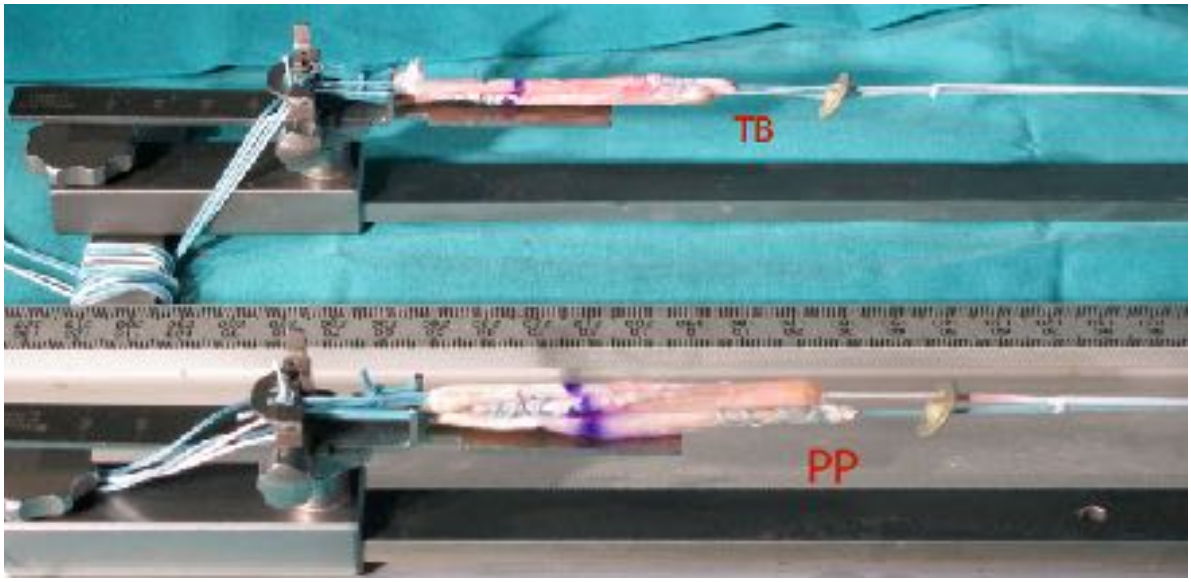
W przypadkach, gdy nie można było zapewnić minimalnych dopuszczalnych wymiarów przeszczepów, pobierano dodatkowo ścięgno GR (Ryc.30) i przygotowywano je

w sposób modyfikowany, tak aby uzyskać możliwie największe wymiary ich średnicy i długości.

Własne zmiany w technice przygotowania przeszczepów modyfikowanych polegają na odrzuceniu fragmentów ścięgna o zaburzonej strukturze, kosztem długości przeszczepu. Długość przeszczepu pęczka tylno-bocznego może być nawet o 15mm mniejsza do pęczka przednio-przyśrodkowego lecz priorytetem jest uzyskanie jak największej średnicy z najlepszego jakościowo materiału. Uwzględniając powyższe założenia wykonywano najczęściej potrójne złożenie ścięgna ST i poczwórne złożenie ścięgna GR implantując dłuższy przeszczep w miejsce pęczka PP, a krótszy w miejsce pęczka TB (Ryc.31 i 32). Potrójne lub poczwórne złożenie przeszczepu wymaga stosowania dodatkowych nici dla fiksacji końców przeszczepów. Dodatkowy materiał szewny wprowadzany do tuneli kostnych może stanowić przeszkodę dla wgajania się przeszczepu.

Procedurę pobierania ścięgna (ścięgien) kończono zeszyciem rozciętej powięzi podudzia.

Rycina 30. Oczyszczone ścięgna ST i GR. Ścięgno GR dodatkowo pobrane z powodu zbyt cienkiego ścięgna ST pomimo jego wystarczającej długości.



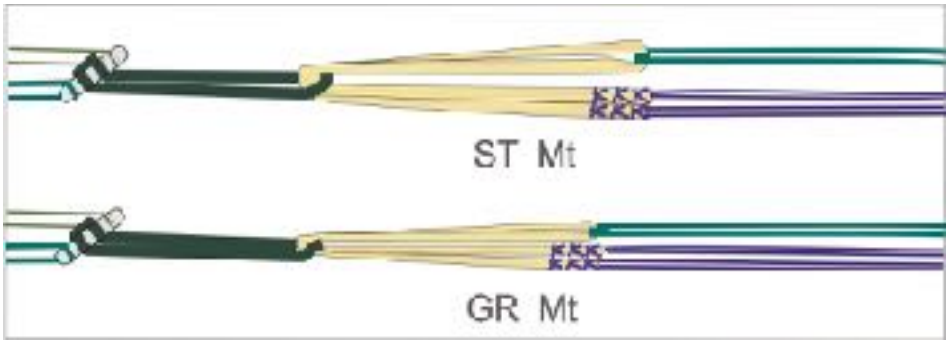
Rycina 31. Przeszczep modyfikowany: Pęczek PP wykonany z potrójnie złożonego ścięgna ST oraz pęczek TB wykonany z poczwórnie złożonego ścięgna GR.

W praktyce klinicznej stosowano trzy sposoby modyfikowanego przygotowania przeszczepów:

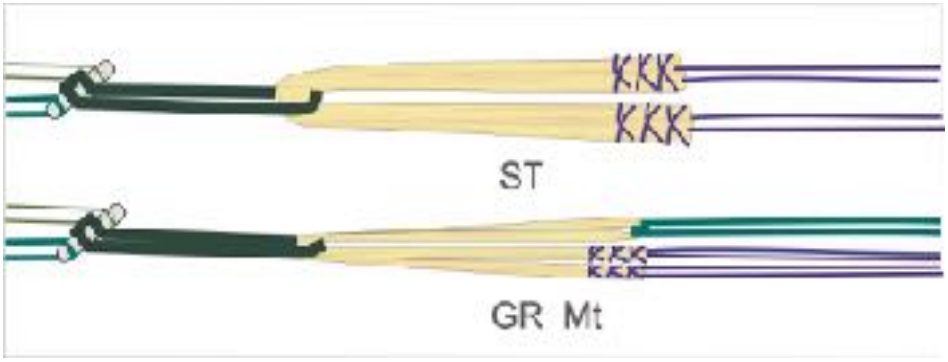
1. TN – technika modyfikacji w kształcie litery „N", czyli potrójne złożenie ścięgna ST dla pęczka PP i poczwórne lub potrójne złożenie ścięgna GR dla pęczka TB. Technika stosowana w przypadku pobrania zbyt krótkiego ścięgna ST. Sytuacja taka najczęściej występuje u osób drobnej budowy ciała i niskiego wzrostu (Ryc.32).
2. TM – technika modyfikacji w kształci litery „M", czyli poczwórne złożenie obu ścięgien ST i GR dla obu pęczków. Technika stosowana w przypadku pobrania wystarczająco długiego, lecz zbyt cienkiego ścięgna ST. Sytuacja taka często ma miejsce u osób szczupłych i mało aktywnych fizycznie (Ryc.33).
3. TAM – technika modyfikacji polegająca na wykonaniu podwójnego złożenia krótkiego odcinka ST w kształcie litery „A" dla pęczka PP i poczwórnego złożenia ścięgna GR w kształcie litery „M" dla pęczka TB. Technika stosowana w przypadku preamputacji ścięgna ST lub jego zaburzeń anatomicznych. Ścięgno ST ma prawidłową średnicę, jednak długość pobranego odcinka pozwala wytworzyć jedynie jedną pętlę, która

tworzy pęczek PP, a wyjątkowo wystarcza jedynie na pęczek TB. Poczwórnie złożone ścięgno GR tworzy wówczas pęczek PP (Ryc.34).

Rycina 32. TN (technika „N") – modyfikacja pęczka PP: potrójne złożenie ścięgna ST w kształcie litery „N"; modyfikacja pęczka TB: poczwórne złożenie ścięgna GR w kształcie litery „M".



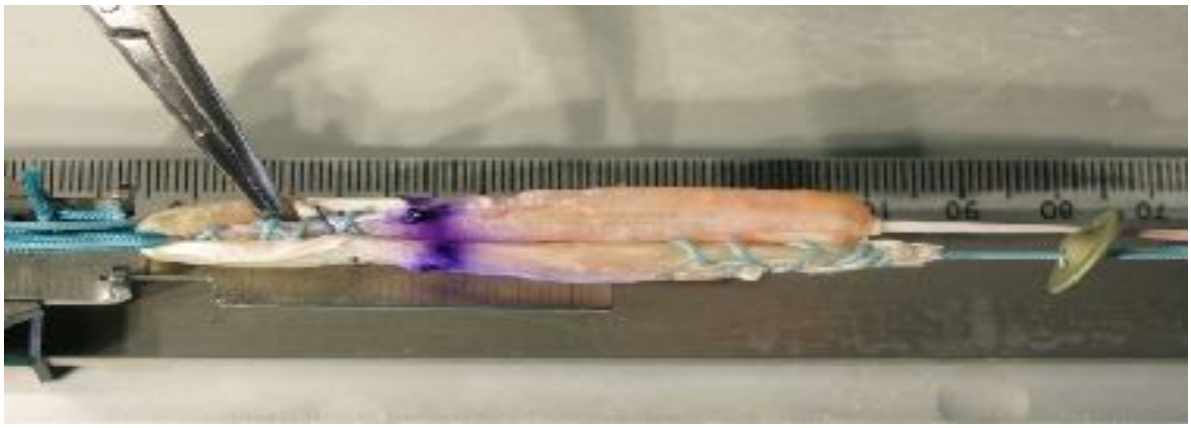
Rycina 33. TM (technika „M") – pęczek PP tworzy poczwórnie złożone ścięgno ST w kształcie litery M; podobne złożone ścięgno GR tworzy pęczek TB.



Rycina 34. TAM **(**technika „A" i „M") - pęczek PP tworzy pojedyncza pętla ścięgna ST; pęczek TB utworzony przez poczwórnie złożone ścięgno GR w kształcie litery „M".

Reasumując, w przypadku gdy wymiary pobranego ścięgna ST były niewystarczające, technika modyfikowana pozwala uzyskać przeszczepy o lepszych właściwościach

biomechanicznych, jednak wymaga zastosowania większej objętości materiału szewnego w tunelu piszczelowym, a czasami również w tunelu udowym (technika modyfikacji „N"). (Ryc.35). Sytuacja taka pogarsza warunki bezpośredniego kontaktu powierzchni odcinka wewnątrzkostnego przeszczepu ze ścianą tunelu.



Rycina 35. Sposób przygotowania przeszczepu modyfikowanego przez potrójne złożenie ścięgna ST.

3.4.3. Implantacja przeszczepów.

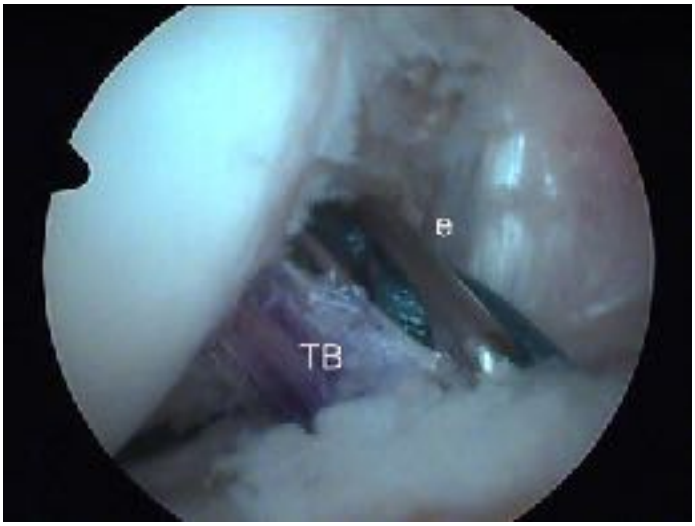
Wykonując artroskopię stawu kolanowego umiejscawiano portal przednio-boczny oraz przednio-przyśrodkowy blisko brzegu więzadła rzepki tak, aby ułatwić operowanie w strefie dołu międzykłykciowego. Przed przystąpieniem do rekonstrukcji WKP badano cały staw kolanowy i wykonywano wymagane dodatkowe procedury naprawcze, dotyczące najczęściej uszkodzeń łąkotek lub powierzchni stawowych. Po oczyszczeniu stropu dołu międzykłykciowego uda oraz częściowej resekcji pozostałości przyczepu piszczelowego WKP ustalano za pomocą celownika piszczelowego punkt wylotu pierwszego tunelu dla pęczka PP. W ustalonej pozycji wprowadzano pręt kierunkowy, po którym prowadzono wiertło o średnicy odpowiadającej średnicy odcinka piszczelowego przygotowanego przeszczepu PP. Następnie za pomocą specjalnego celownika, w podobny sposób wiercono drugi tunel piszczelowy dla pęczka TB, którego wylot wychodził w bezpośrednim sąsiedztwie więzadła krzyżowego tylnego (WKT) i bocznego guzka międzykłykciowego (Ryc.36)

Rycina 36. Obraz artroskopowy prętów kierunkowych wprowadzonych przed rozwiercaniem tuneli: 1T – tunel piszczelowy dla pęczka PP, 2T – tunel piszczelowy dla pęczka TB.

Następnie przez pierwszy tunel piszczelowy wprowadzano pierwszy celownik udowy, którym w zgięciu stawu kolanowego do ok 110º wkręcano pręt kierunkowy dla pierwszego tunelu udowego. Celownik udowy zapewniał wprowadzenie pręta kierunkowego w punkcie oddalonym o 4mm o tylnej krawędzi kłykcia udowego bocznego. Po pręcie kierunkowym wytwarzano pierwszy tunel udowy dla pęczka PP. Drugi tunel udowy dla pęczka TB wykonywano analogicznie przez drugi tunel piszczelowy w zgięciu stawu kolanowego do ok. 90º. Po wykonaniu wszystkich wierceń, ściany tuneli piszczelowych wygładzano dilatatorami oraz usuwano ze stawu wióry kostne. Przez odpowiednie pary tuneli przeprowadzano pętle nici holujących, do których zaczepiano odpowiednie przeszczepy (Ryc.37).

Rycina 37. Obraz artroskopowy nici holujących wchodzących do tuneli udowych: 1F – tunel udowy dla pęczka PP, 2F – tunel udowy dla pęczka TB.

W pierwszej kolejności, pomocą nici holującej, wciągany był przeszczep pęczka TB . Zakotwiczenie udowe odbywało się przez wyciągnięcie implantu Endobutton® 7mm poza proksymalny wylot tunelu udowego, wykonanie rotacji płytki nicią rotującą oraz cofnięcie przeszczepu tak, aby implant osiadł na powierzchni kości udowej. W obrazie artroskopowym stwierdzano cofnięcie się przeszczepu w kierunku dystalnym. W analogiczny sposób wykonywano implantację pęczka PP (Ryc.38), wprowadzając go przez tunel piszczelowy leżący bliżej guzowatości piszczeli (Ryc.39).



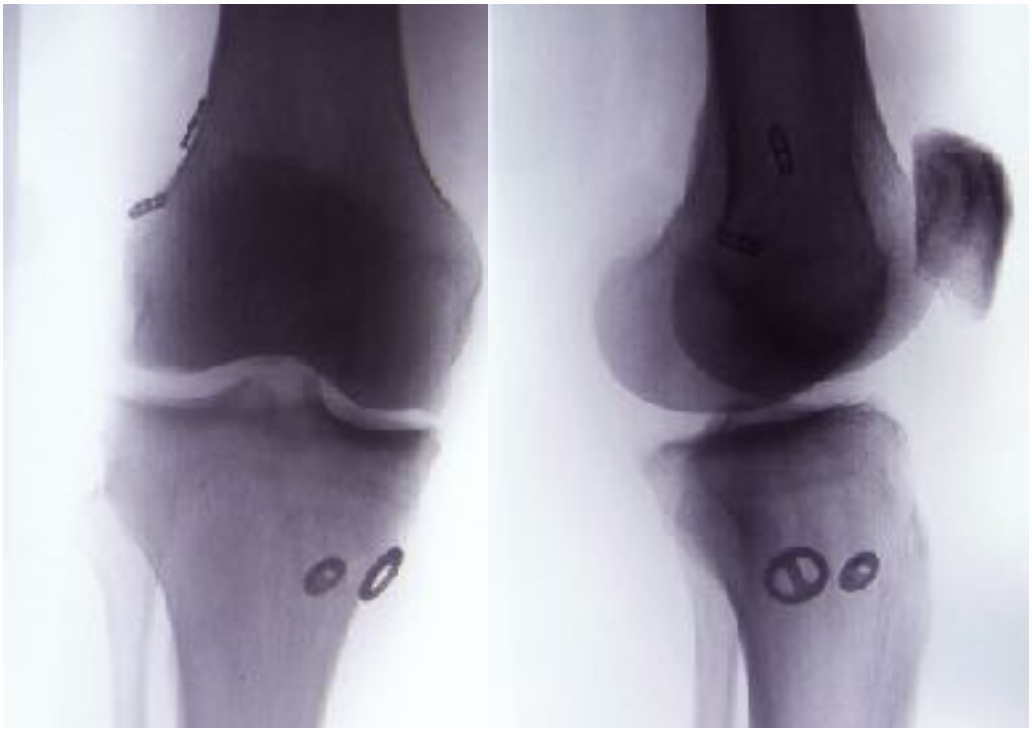
Rycina 38. Obraz artroskopowy wprowadzania pęczka PP w momencie przechodzenia przez staw płytki „endobutton” (e), po zaimplantowaniu pęczka TB.

Rycina 39. Wprowadzanie pęczka PP do stawu przez pierwszy tunel piszczelowy.

Rycina 40. Obraz artroskopowy prawidłowo napiętego przeszczepu WKP, pęczek PP prawie w całości przysłania pęczek TB.

Po ostatecznym ułożeniu przeszczepów wykonywano zakotwiczenie piszczelowe zawiązując nici na implantach piszczelowych oraz wstępne napięcie przeszczepów, skręcając nici poprzez rotację implantów specjalnym narzędziem dynamometrycznym. Przeszczep PP napinano w zgięciu stawu 45° z siłą 50N, a przeszczep TB w zgięciu 10° z podobną siłą. Kontrolne badanie artroskopowe wykonywano celem sprawdzenia prawidłowego napięcia pęczków (Ryc.40). Jednocześnie wykonywano ewentualne korekcje, następnie odcinano nadmiar nici implantów piszczelowych (Ryc.41) Rany zszywano warstwowo. Drenowano jamę stawu i przestrzeń podpowięziową.

Rycina 41. Implanty piszczelowe Suture Plate® po ostatecznym napięciu przeszczepów i odcięciu nadmiaru nici.



Rycina 42. Obraz RTG kolana prawego po anatomicznej rekonstrukcji WKP.

3.4.4. Postępowanie pooperacyjne

Wczesny okres pooperacyjny.

Po zabiegu operacyjnym chorzy przebywali w oddziale średnio 3 doby. W ramach antybiotykoterapii profilaktycznej stosowano cefuroksym 1,0g lub cefazolin 1,0g – pierwszą dawkę podawano tuż przed operacją, a dwie następne w odstępach 12 godzinnych. Drenaż utrzymywano do 24 godzin. Po zmianie opatrunku i usunięciu drenów chorzy byli pionizowani w asekuracji kul łokciowych. W trakcie leczenia pooperacyjnego stosowano profilaktykę przeciwzakrzepową w postaci iniekcji enoksaparyny 40mg lub nadroparyny 2850j.m. aXa/ 0,3ml 1x na dobę w przeddzień i 20 dni po operacji, pończochy przeciwzakrzepowe na oba podudzia oraz ruchy czynne stopą przez 10 min. co 2 godz. Przez 14 dni od operacji stosowano schładzanie kolana przez 20min. co 2 godziny. Ćwiczenia izometryczne mięśni oraz ruch bierny operowanej kończyny w zakresie 0 - 30° wprowadzano w drugiej lub trzeciej dobie po operacji w zależności od dolegliwości bólowych pacjenta. Chorzy byli wypisywani do domu w trzeciej dobie po operacji.

Usprawnianie i rehabilitacja

Do czternastego dnia po operacji stosowano unieruchomienie za pomocą łuski do chodzenia, zezwalając na ruch bierny w zakresie 0 - 45º, bez obciążania operowanego stawu. Ćwiczenia kontynuowano w warunkach domowych. Chodzenie o dwóch kulach z odciążaniem operowanej kończyny utrzymywano do 6 tygodnia po operacji. Program rehabilitacji pooperacyjnej rozpoczynano w trzecim tygodniu, który kontynuowano do końca trzeciego miesiąca po operacji. Zakres ruchu biernego stopniowo zwiększano oraz wprowadzano ćwiczenia ruchu czynnego od 4 tygodnia po operacji dążąc do uzyskania pełnego zakresu ruchu stawu w 8 tygodniu po operacji. Fizykoterapia była stosowana w postaci ultrasonoterapii przed ćwiczeniami oraz krioterapii wodą lodową przez 15-20 min. po ćwiczeniach. W przypadku występowania bólu w okolicy pobrania ścięgna wykonywano dodatkowo zimny masaż gęsiej stopki.

Ćwiczenia były wykonywane codziennie w warunkach domowych, a co najmniej raz w tygodniu pacjent wykonywał ćwiczenia z rehabilitantem. Wśród zalecanych ćwiczeń szczególne znaczenie miały ćwiczenia izometryczne mięśnia czworogłowego z kokontrakcją tylnej grupy mięśni uda, mięśni pośladkowych, kulszowo-goleniowych i przywodzicieli uda. Poza tym chorzy wykonywali autostretching bez obciążenia do

pełnego wyprostu stawu kolanowego oraz automobilizację rzepki 5 razy dziennie. Od 4 tygodnia wprowadzane były ćwiczenia czynne na rowerze stacjonarnym, toczenie piłki obiema kończynami dolnymi do góry po ścianie, oraz czynne zginanie stawu kolanowego w pozycji stojącej. Od 6 tygodnia wprowadzano stopniowo coraz większy zakres ćwiczeń czynnych oraz ćwiczenia czynne z oporem – początkowo z obciążeniem 1 kg. Obciążenia były zwiększane, co tydzień o 1 kg aż do obciążeń maksymalnych począwszy od 12 tygodnia. Od 5 tygodnia prowadzono naukę symetrycznego chodu na bieżni oraz ćwiczenia propriocepcji takie jak wypady na niestabilne podłoże, stanie na krążku, płytkie przysiady na niestabilnym podłożu oraz tor przeszkód pokonywany przodem a począwszy od 8 tygodnia tyłem. Standardowy program rehabilitacji był rozszerzany o specjalistyczne ćwiczenia dla sportowców w zależności od dyscypliny. Policentryczny, ramowy stabilizator dwuszynowy typ Don Joy® 4-titude zalecany był po odstawieniu kul, zwykle od 6 tygodnia po operacji, w czasie zajęć rekreacyjno - sportowych i chodzenia po nierównym lub śliskim terenie. Ortezę zalecano maksymalnie do 10 miesiąca po operacji. Kontrola lekarska zazwyczaj miała miejsce w drugim, siódmym i dwunastym tygodniu, potem 6-tym i 12-tym miesiącu po operacji. Kontrolne badanie radiologiczne wykonywano w dwunastym tygodniu po operacji (Ryc.42).

3.5. Metody badania

Badanie kliniczne przeprowadzano w trakcie rutynowych wizyt kontrolnych w 6 i 12 miesiącu po operacji.

Wyniki leczenia niestabilności stawu kolanowego oceniano stosując ocenę subiektywną za pomocą skali Lysholma (Tab. III) [73].

Ocenę obiektywną przeprowadzano zgodnie z zasadami Formularza Badania Stawu Kolanowego IKDC2000 (Tab. II). Formularz zawiera siedem grup badań, jednak jedynie wyniki pierwszych trzech brane są pod uwagę w ocenie końcowej stanu klinicznego stawu kolanowego. W grupie pierwszej określano obecność wysięku w stawie, natomiast w grupie drugiej oceniano zakres ruchomości biernej. Grupa trzecia składa się z badań oceniających wydolność stabilizatorów stawu kolanowego. Z uwagi na ocenę wyników rekonstrukcji uszkodzonego WKP oraz wyłączenia z badania przypadków uszkodzeń wielowięzadłowych, ograniczono badanie stabilności do testu Lachmana z użyciem

artrometru Rolimeter – Aircast [21, 91] oraz testu Pivot-shift [36], uznając je za wystarczające w ocenie niestabilności przedniej stawu, zgodnie z powszechnie stosowaną praktyką kliniczną [63].

Tabela II. Formularz oceny stawu kolanowego IKDC 2000. Badanie podzielono na siedem grup, przy czym w końcowej ocenie uwzględniane są wyniki badania trzech pierwszych grup. Wyniki wszystkich badań klasyfikowane są w czterostopniowej skali: A, B, C, D.

2000
IKDC KNEE EXAMINATION FORM

Patient Name:_____ Date of Birth:_____/_____/_____ (Day / Month / Year)

Gender: ☐F ☐M Age:_____ Date of Examination:_____/_____/_____ (Day / Month / Year)

Generalized Laxity:	☐tight	☐normal	☐lax
Alignment:	☐obvious varus	☐normal	☐obvious valgus
Patella Position:	☐obvious baja	☐normal	☐obvious alta
Patella Subluxation/Dislocation:	☐centered	☐subluxable	☐subluxed ☐dislocated
Range of Motion (Ext/Flex):	Index Side: passive_____/_____/_____ active_____/_____/_____		
	Opposite Side: passive / / active / /		

SEVEN GROUPS		FOUR GRADES A Normal	B Nearly Normal	C Abnormal	D Severely Abnormal	*Group Grade A	B	C	D
1.	**Effusion**	☐ None	☐ Mild	☐ Moderate	☐ Severe	☐	☐	☐	☐
2.	**Passive Motion Deficit**								
	ΔLack of extension	☐ <3°	☐ 3 to 5°	☐ 6 to 10°	☐ >10°				
	ΔLack of flexion	☐ 0 to 5°	☐ 6 to 15°	☐ 16 to 25°	☐ >25°	☐	☐	☐	☐
3.	**Ligament Examination** (manual, instrumented, x-ray)								
	ΔLachman (25° flex) (3mm)	☐ -1 to 2mm	☐ 3 to 5mm(1+) ☐ <-1 to -3	☐ 6 to 10mm(2+) ☐ <-3 stiff	☐ >10mm(3+)				
	ΔLachman (25° flex) manual max	☐ -1 to 2mm	☐ 3 to 5mm	☐ 6 to 10mm	☐ >10mm				
	Anterior endpoint:	☐ firm		☐ soft					
	ΔTotal AP Translation (25° flex)	☐ 0 to 2mm	☐ 3 to 5mm	☐ 6 to 10mm	☐ >10mm				
	ΔTotal AP Translation (70° flex)	☐ 0 to 2mm	☐ 3 to 5mm	☐ 6 to 10mm	☐ >10mm				
	ΔPosterior Drawer Test (70° flex)	☐ 0 to 2mm	☐ 3 to 5mm	☐ 6 to 10mm	☐ >10mm				
	ΔMed Joint Opening (20° flex/valgus rot)	☐ 0 to 2mm	☐ 3 to 5mm	☐ 6 to 10mm	☐ >10mm				
	ΔLat Joint Opening (20° flex/varus rot)	☐ 0 to 2mm	☐ 3 to 5mm	☐ 6 to 10mm	☐ >10mm				
	ΔInternal Rotation Test (30° flex prone)	☐ <5°	☐ 6 to 10°	☐ 11 to 19°	☐ >20°				
	ΔExternal Rotation Test (30° flex prone)	☐ <5°	☐ 6 to 10°	☐ 11 to 19°	☐ >20°				
	ΔPivot Shift	☐ equal	☐ ~glide	☐ ++(clunk)	☐ +++(gross)				
	ΔReverse Pivot Shift	☐ equal	☐ glide	☐ gross	☐ marked				
4.	**Compartment Findings**			crepitation with		☐	☐	☐	☐
	ΔCreptus Ant. Compartment	☐ none	☐ moderate	☐ mild pain	☐ >mild pain				
	ΔCreptus Med. Compartment	☐ none	☐ moderate	☐ mild pain	☐ >mild pain				
	ΔCreptus Lat. Compartment	☐ none	☐ moderate	☐ mild pain	☐ >mild pain				
5.	**Harvest Site Pathology**	☐ none	☐ mild	☐ moderate	☐ severe				
6.	**X-ray Findings**								
	Med. Joint Space	☐ none	☐ mild	☐ moderate	☐ severe				
	Lat. Joint Space	☐ none	☐ mild	☐ moderate	☐ severe				
	Patellofemoral	☐ none	☐ mild	☐ moderate	☐severe				
	Ant. Joint Space (sagittal)	☐ none	☐ mild	☐ moderate	☐ severe				
	Post. Joint Space (sagittal)	☐ none	☐ mild	☐ moderate	☐ severe				
7.	**Functional Test**								
	One Leg Hop (% of opposite side)	☐ >90%	☐ 85 to 90%	☐ 75 to 84%	☐ <75%				
Final Evaluation						☐	☐	☐	☐

Tabela III. Skala Lysholma

WYWIAD	PUNKTACJA
1. Utykanie	**5**
bez	5
niewielkie lub okresowe	3

wyraźne i stałe	0
2. Zaopatrzenie ortopedyczne	**5**
bez	5
kula lub laska	3
niemożliwe obciążanie	0
3. Blokowanie i przeskakiwanie	**15**
bez blokowania i przeskakiwania	15
przeskakiwanie bez blokowania	10
blokowanie - rzadkie	6
częste blokowanie	0
4. Niestabilność	**25**
brak „uciekania” (giving way)	25
rzadkie uciekanie w czasie sportu i większego wysiłku	20
częste uciekanie w czasie sportu i ww	15
rzadko przy codziennych czynnościach	10
często przy codziennych czynnościach	5
„uciekanie” przy każdym kroku	0
5. Ból	**25**
brak bólu	25
niewielki ból w czasie uprawiania sportu lub większych wysiłków	20
wyraźny podczas wysiłku	15
po przejściu 2 km	10
po chodzeniu poniżej 2 km	5
stały ból	0
6. Obrzęk, wysięk	**10**
brak wysięków	10
przy większym wysiłku	6
przy każdym wysiłku	2
stały obrzęk lub wysięk	0
7. Chodzenie po schodach	**10**
bez problemów	10
nieznacznie utrudnione	6
co stopień przerwa	2
niemożliwe	0
8. Kucanie	**5**
bez problemów	5
nieco utrudnione	4
do 90 stopni zgięcia	2
niemożliwe	0
MAKSYMALNA SUMA	**100**

3.5.1. Skala Lysholma

Subiektywna ocena wyniku operacji wg skali Lysholma polega na określeniu wartości punktowej informacji podawanych przez pacjenta. W trakcie wywiadu lekarz pyta o osiem

różnych aspektów określających stan operowanego stawu kolanowego oraz związanych z nim deficytów motorycznych takich jak: utykanie, stosowanie pomocy ortopedycznych, blokowanie i przeskakiwanie w stawie, uczucie niestabilności, występowanie bólu operowanego kolana, występowanie obrzęku lub wysięku, trudności przy chodzeniu po schodach oraz kucaniu. Każdy z ośmiu punktów oceniany jest w odpowiednim zakresie punktowym, przy czym największa liczba 25 punktów, przyznawana jest w ocenie bólu i uczucia niestabilności. Zatem za bezbolesny chód i brak „uciekania" kolana można przyznać w sumie 50 punktów. Brak blokowania i przeskakiwania w stawie oceniane jest na 15 punktów. Pozostałe pięć aspektów uznawane, jako mniej istotne, oceniane jest mniejszą liczbą punktów. Całościowa maksymalna liczba punktów w skali Lysholma to 100, przy czym uznaje się 95-100 punktów za wynik bardzo dobry, 84-94 jako dobry, 65-83 dostateczny, <65zły. Tabela III przedstawia szczegółową punktację w skali Lysholma.
Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej.

3.5.2. Badanie artrometryczne

Obiektywny pomiar przedniego przemieszczenia piszczeli względem uda był wykonywany przy użyciu artrometru Rolimeter – Aircast. Badanie artrometryczne polega na pomiarze przemieszczenia piszczeli względem uda w kierunku przednim, w zgięciu kolana 25º, pod wpływem siły ręki badającego, przyłożonej z tyłu podudzia na wysokości głowy strzałki. Urządzenie pomiarowe artrometr, ułożone jest w tym momencie na przedniej powierzchni podudzia opierając się częścią bliższą w okolicy szczytu rzepki, natomiast część dalsza spoczywa na goleni, gdzie jest dodatkowo ufiksowana taśmą gumową (Ryc.43). Zderzak pomiarowy, który jest elementem ruchomym urządzenia spoczywa na guzowatości piszczeli. Wykonując badanie, guzowatość piszczeli przesuwa zderzak, który pozostaje w pozycji przemieszczonej, a skala znajdująca się na jego trzonie pozwala odczytać wartość przemieszczenia z dokładnością do 1mm (Ryc.44). Pomiaru dokonuje się na kończynie chorej jak i zdrowej. Różnica uzyskanych pomiarów stanowi wynik badania wyrażony w milimetrach. Aby badanie było dokładne, powinno być wykonywane przez jedną osobę, z tą samą na obu kończynach siłą ok. 130N i w tym

samym ustawieniu rotacyjnym podudzi. Zgodnie z klasyfikacją opisaną w trzeciej grupie formularza badania stawu kolanowego IKDC2000 (Tab. II) określa się 4 stopnie niestabilności przedniej w zależności od wielkości przedniego przemieszczenia piszczeli względem zdrowej kontrlateralnej kończyny (*SSD – side to side diffrence*).

A *(normal)* – do 2mm SSD świadczy o prawidłowej stabilności przedniej stawu kolanowego.

B *(nearly normal)* – od 3 do 5mm SSD świadczy o niewielkiej przedniej niestabilności przedniej stawu kolanowego.

C *(abnormal)* – od 6 do 10mm świadczy o pełnej niestabilności przedniej.

D *(severely abnormal)* – powyżej 10mm SSD świadczy o bardzo dużej niestabilności przedniej.

Rycina 43. Badanie artrometryczne: Rolimeter – Aircast ułożony na lewym podudziu w pozycji neutralnej.

Rycina 44. Badanie artrometryczne: przemieszczenie piszczeli względem uda pod wpływem siły ręki badającego, wynik pomiaru określa przemieszczenie zderzaka artrometru z białym ogranicznikiem.

Wyniki badania artrometrycznego były analizowane jako średnia statystyczna oraz jako rozkład procentowy ocen wg IKDC 2000.

3.5.3. Test pivot- shift wg Jakoba

Pozytywny test pivot-shift występuje w przypadku deficytu rotacyjnej stabilności przednio-przyśrodkowej stawu kolanowego związanej z niewydolnością WKP. Test wykonuje się chwytając ręką bliższą badającego podudzie pacjenta w okolicy głowy strzałki, ręka dalsza fiksuje piętę i tyłostopie badanej kończyny. W trakcie testu wywołuje się rotację wewnętrzną podudzia i silne koślawienie w stawie kolanowym, następnie ruch zgięcia kolana do około 40º (Ryc.45). W przypadku pozytywnym piszczel podwicha się do przodu i boku względem kości udowej wywołując charakterystyczny przeskok pasma biodrowo-piszczelowego nad bocznym kłykciem udowym. Ruch wyprostowania stawu

kolanowego powoduje repozycję podwichnięcia zaznaczoną ponownym przeskokiem pasma biodrowo-piszczelowego.

Rycina 45. Test pivot-shift: Lewa ręka badającego wykonuje silną rotację wewnętrzną piszczeli, podczas gdy prawa napierając na boczną powierzchnie podudzia w okolicy głowy strzałki wymusza koślawienie stawu kolanowego. Podczas biernego prostowania stawu występuje przeskok pasma biodrowo piszczelowego nad bocznym kłykcie udowym.

W zależności, od jakości i charakteru obserwowanego przeskoku określa się 4 stopnie testu zgodnie z klasyfikacją opisaną w trzeciej grupie formularza badania stawu kolanowego IKDC 2000 (Tab. II):

A (-) - brak możliwości podwichnięcia przedniego kłykcia bocznego kości piszczelowej świadczy o prawidłowej stabilności rotacyjnej kolana.

B (1+) - wyczuwalne przemieszczenie kłykcia bocznego kości piszczelowej bez wyraźnego przeskoku świadczy o niewielkiej rotacyjnej niestabilności stawu kolanowego (typ *„glide”)*.

C (2+) - zauważalne przemieszczenie kłykcia bocznego kości piszczelowej z niewielkim przeskokiem świadczy o umiarkowanej niestabilności rotacyjnej stawu kolanowego (typ *„clunk”*).

D (3+) - wyraźne przemieszczenie kłykcia bocznego kości piszczelowej z wyraźnym przeskokiem świadczące o pełnej niestabilności rotacyjnej stawu kolanowego (typ

„gross”).

Wyniki testu pivot-shift były analizowane statystycznie, jako rozkład procentowy ocen wg IKDC 2000.

3.5.4. Badanie ograniczeń ruchu biernego *(PMD – passive motion deficit)*

Celem badania było określenie wielkości przykurczów stawu kolanowego po operacji rekonstrukcyjnej. Chorych badano w pozycji leżącej. Pomiary wykonywano za pomocą kątomierza ortopedycznego, badając zakres ruchu biernego i porównując go z zakresem zdrowej kończyny kontrlateralnej. W zależności od ograniczenia zgięcia lub wyprostu wyrażanego w stopniach, wyniki pomiarów zapisywane były w czterostopniowej skali zgodnie z klasyfikacją opisaną w drugiej grupie formularza badania stawu kolanowego IKDC 2000 (Tab. II):

A *(normal)* – poniżej 3º deficytu wyprostu lub 0º do 5º deficytu zgięcia świadczy o prawidłowym zakresie ruchu biernego stawu kolanowego.

B *(nearly normal)* – od 3º do 5º deficytu wyprostu lub od 6º do 15º deficytu zgięcia świadczy o niewielkim ograniczeniu ruchu biernego.

C *(abnormal)* – od 6º do 10º deficytu wyprostu lub od 16º do 25º deficytu zgięcia świadczy o znacznym ograniczeniu ruchu biernego.

D *(severely abnormal)* – powyżej 10º deficytu wyprostu lub powyżej 25º deficytu zgięcia świadczy o bardzo dużym ograniczeniu ruchu biernego.

Ocena ograniczeń ruchomości biernej była analizowana statystycznie, jako rozkład procentowy grup wg IKDC 2000.

3.5.5. Badanie wysięku w stawie

Chorych badano w pozycji leżącej. Badając objaw chełbotania oraz objaw balotowania rzepki, określano ilości płynu w stawie w porównaniu do zdrowej kończyny kontrlateralnej. Jeżeli stwierdzano znaczną ilość płynu wykonywano punkcję stawu określając jego objętość w ml. Wynik badania zapisywano w czterostopniowej skali zgodnie z klasyfikacją opisaną w pierwszej grupie Formularza Badania Stawu Kolanowego IKDC 2000 (Tab. II):

A *(normal)* – brak wysięku w stawie.

B *(nearly normal)* – śladowy wysięk.

C *(abnormal)* – wysięk umiarkowany do 30ml płynu uzyskanego w punkcji.

D *(severely abnormal)* – duży wysięk przekraczający objętość 30ml.

Ocena wysięku w operowanym stawie była przedstawiona, jako rozkład procentowy ocen wg IKDC 2000.

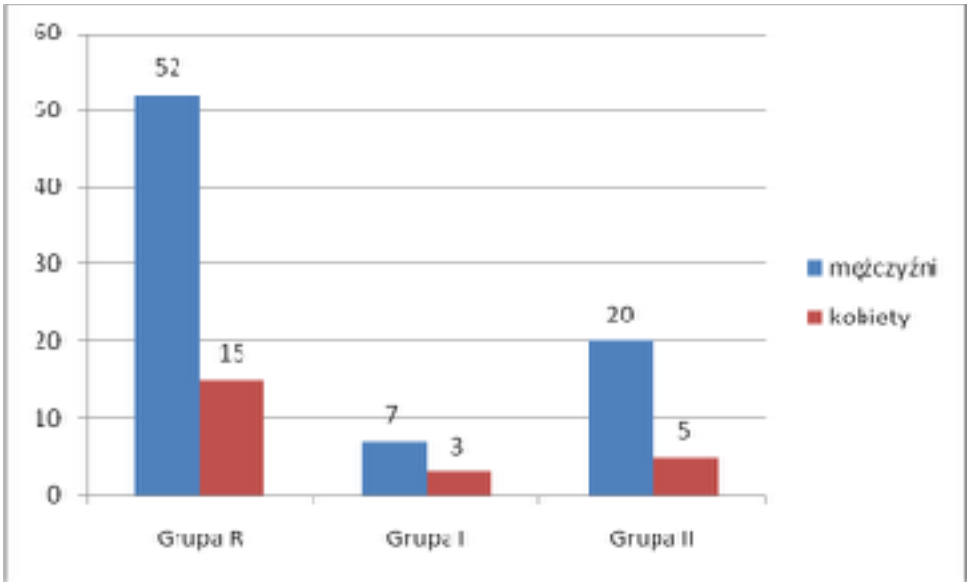
3.5.6. Ocena statystyczna

Baza danych została utworzona w arkuszu kalkulacyjnym EXCEL XP firmy Microsoft. W analizie statystycznej przyjęto poziom istotności $p(\alpha)<0,05$.

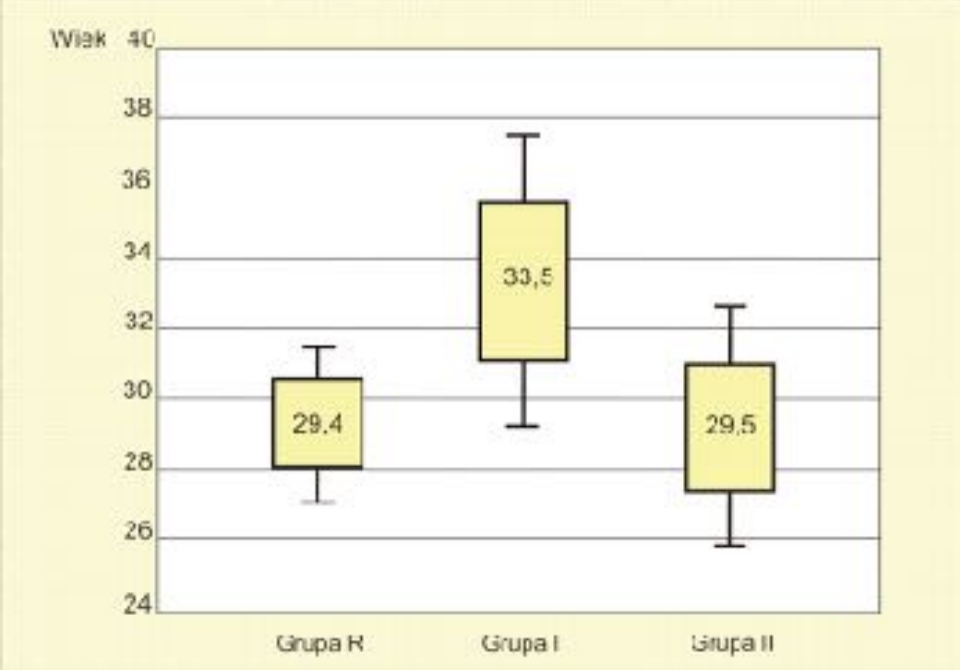
W obliczeniach statystycznych został wykorzystany program STATISTYCA v. 5.1 firmy STATSOFT. Analizę statystyczną przeprowadzono testem sumy rangu Manna-Whiteneya, porównując wyniki uzyskane w grupie I oraz II w odniesieniu do wyników grupy R, która stanowiła grupę referencyjną, gdyż obejmowała pacjentów z dobrą jakością ścięgna ST, operowanych metodą standardową. Dodatkowo porównywano odsetek wyników bardzo dobrych ocenionych jako A wg IKDC 2000, stosując test U Manna-Whiteneya modyfikowany parametrem chi2.

4. WYNIKI

Ocenę wyników rekonstrukcji WKP u pacjentów zakwalifikowanych do badania przeprowadzono w 6 i 12 miesiącu (±1 m-c) po przebytej operacji. U chorych we wszystkich grupach poddano analizie płeć oraz wiek. Nie stwierdzono znamienności statystycznej w ocenie wyników rekonstrukcji w zależności od wieku oraz płci pacjentów. Różnica liczebności kobiet i mężczyzn oraz wiek w grupach nie była istotna statystycznie (Ryc. 46; Ryc. 47).



Rycina 46. Wykres liczebności grup w odniesieniu do płci.



Rycina 47. Wiek pacjentów w poszczególnych grupach.

4.1. Wyniki badań u wszystkich leczonych chorych

W pierwszym okresie badawczym uzyskano średni wynik wg skali Lysholma 88,9 pkt oraz 91,7 pkt w drugim. Wyniki w obu okresach badawczych były porównywalne (Tab. Ia).

Tabela Ia. Średnie statystyczne wyników wg skali Lysholma, uzyskanych u wszystkich leczonych chorych po 6 i 12 miesiącach od rekonstrukcji WKP metodą czterotunelową; (SD –odchylenie standardowe).

okres badawczy	min	max	średnia	SD	mediana
po 6 miesiącach	25,00	100,00	88,85	12,86	95,00
po 12 miesiącach	64,00	100,00	91,73	9,84	95,00

Pomiary przedniego przemieszczenia piszczeli wykonano artrometrem Rolimeter – Aircast. Po 6 i 12 miesiącach uzyskano średnią ststystyczną pomiarów odpowiednio 0,86mm i 0,84mm nie stwierdzając znamienności statystycznej pomiędzy okresami badawczymi (Tab. IIa).

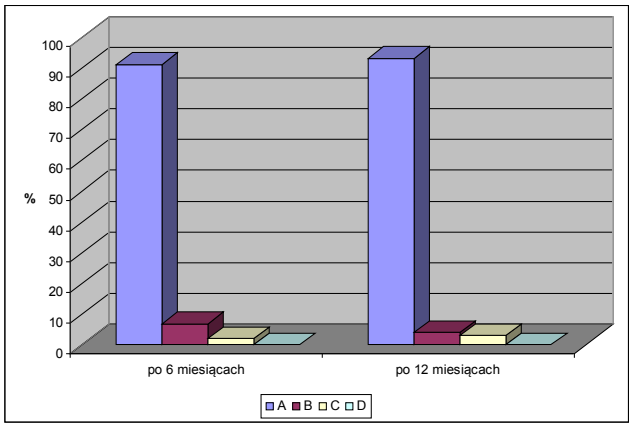
Tabela IIa. Średnie statystyczne wyników badania artrometrycznego, uzyskanych u wszystkich leczonych chorych po 6 i 12 miesiącach od rekonstrukcji WKP metodą czterotunelową; (SD –odchylenie standardowe).

okres badawczy	min	max	średnia	SD	mediana
po 6 miesiącach	-4,00	6,00	0,86	1,31	1,00
po 12 miesiącach	0,00	6,00	0,84	1,35	0,00

Oceniając wyniki badania artrometrycznego wszystkich leczonych chorych wg IKDC2000, po 6 miesiącach od operacji uzyskano ocenę bardzo dobrą (A) u 93 (91,2%) chorych, dobrą (B) u 7 (6,8%), dostateczną (C) u 2 (2%) chorych, nie odnotowano oceny niedostatecznej (D). Po 12 miesiącach uzyskano 95 (93,1%) wyników bardzo dobrych, 4 (3,9%) dobrych, 3 (3,0%) dostatecznych, podobnie nie odnotowano wyniku niedostatecznego (Tab. IIIa). Wyniki w obu okresach badawczych były porównywalne (Ryc. 48).

Tabela IIIa. Liczba i odsetek wyników badania artrometrycznego, bardzo dobrych (A), dobrych (B), dostatecznych (C) i niedostatecznych (D) wg skali IKDC2000, uzyskanych u wszystkich leczomych chorych po 6 i 12 miesiącach od rekonstrukcji WKP metodą czterotunelową.

okres badawczy	A		B		C		D	
	N	%	N	%	N	%	*N*	%
po 6 miesiącach	93	91,2	7	6,8	2	2,0	0	0,0
po 12 miesiącach	95	93,1	4	3,9	3	3,0	0	0,0

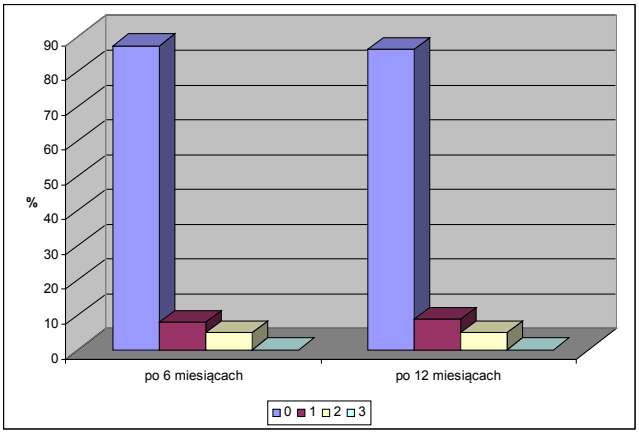


Rycina 48. Rozkład procentowy wyników badania artrometrycznego, bardzo dobrych (A), dobrych (B), dostatecznych (C) i niedostatecznych (D wg skali IKDC2000, uzyskanych u wszystkich leczonych chorych po 6 i 12 miesiącach od rekonstrukcji WKP metodą czterotunelową.

Oceniając wyniki testu pivot-shift wszystkich leczonych chorych wg IKDC2000 po 6 miesiącach od operacji uzyskano ocenę bardzo dobrą u 89 (87,3%) pacjentów, dobrą u 8 (7,8%), dostateczną u 5 (4,9%) chorych, oceny niedostatecznej nie stwierdzono. Po 12 miesiącach uzyskano 88 (86,3%) wyników bardzo dobrych, 9 (8,8%) dobrych, 5 (4,9%) dostatecznych, podobnie nie odnotowano wyniku niedostatecznego (Tab. IIIa). Wyniki w obu okresach badawczych były porównywalne (Ryc. 49).

Tabela IVa. Liczba i odsetek wyników testu Pivot-Shift, bardzo dobrych (A), dobrych (B), dostatecznych (C) i niedostatecznych (D) wg skali IKDC2000, uzyskanych u wszystkich leczonych chorych po 6 i 12 miesiącach od rekonstrukcji WKP metodą czterotunelową.

okres badawczy	A		B		C		D	
	N	%	N	%	N	%	*N*	%
po 6 miesiącach	89	87,3	8	7,8	5	4,9	0	0,0
po 12 miesiącach	88	86,3	9	8,8	5	4,9	0	0,0

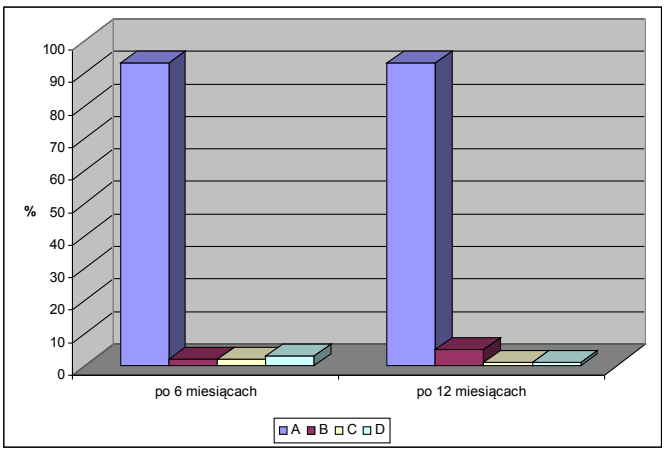


Rycina 49. Rozkład procentowy wyników testu pivot-shift, bardzo dobrych (A), dobrych (B), dostatecznych (C) i niedostatecznych (D) wg skali IKDC2000, uzyskanych u wszystkich leczonych chorych po 6 i 12 miesiącach od rekonstrukcji WKP metodą czterotunelową.

Oceniając ograniczenia ruchomości biernej (PMD) operowanego stawu u wszystkich leczonych chorych wg IKDC2000 po 6 miesiącach od operacji uzyskano ocenę bardzo dobrą u 95 (93,1%), dobrą u 2 (2,0%), dostateczną u 2 (2%) oraz niedostateczną u 3 (2,9%) pacjentów. Po 12 miesiącach uzyskano 95 (93,1%) wyników bardzo dobrych, 5 (4,9%) dobrych, 1 (1,0%) dostateczny oraz 1 (1,0%) niedostateczny (Tab. Va). Nie stwierdzono różnic znamiennych statystycznie pomiędzy okresami badawczymi (Ryc. 50).

Tabela Va. Liczba i odsetek wyników oceny ograniczeń ruchomości biernej (PMD), bardzo dobrych (A), dobrych (B), dostatecznych (C) i niedostatecznych (D) wg skali IKDC2000, uzyskanych u wszystkich leczonych chorych po 6 i 12 miesiącach od rekonstrukcji WKP metodą czterotunelową.

okres badawczy	A		B		C		D	
	N	%	N	%	N	%	*N*	%
po 6 miesiącach	95	93,1	2	2,0	2	2,0	3	2,9
po 12 miesiącach	95	93,1	5	4,9	1	1,0	1	1,0

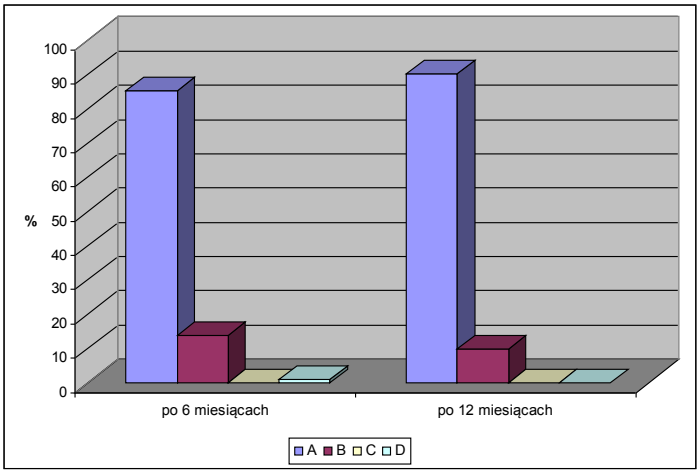


Rycina 50. Rozkład procentowy wyników oceny ograniczeń ruchomości biernej (PMD), bardzo dobrych (A), dobrych (B), dostatecznych (C) i niedostatecznych (D) wg skali IKDC2000, uzyskanych u wszystkich leczonych chorych po 6 i 12 miesiącach od rekonstrukcji WKP metodą czterotunelową.

Oceniając obecność wysięku w operowanym stawie u wszystkich leczonych chorych wg IKDC2000, po 6 i 12 miesiącach od operacji stwierdzono odpowiednio brak wysięku u 87 (85,3%) i 92 (90,2%), a śladowy wysięk odpowiednio u 14 (13,7%) i 10 (9,8%), chorych nie stwierdzono przypadku obecności miernego wysięku. Odnotowano w pierwszym okresie badawczym jeden przypadek (1%) masywnego wysięku (Tab. VIa). Nie stwierdzono znamienności statystycznej pomiędzy okresami badawczymi (Ryc. 51).

Tabela VIa. Liczba i odsetek wyników oceny obecności wysięku w stawie, bez wysięku (A), śladowy wysięk (B), mierny wysięk (C) i znaczny wysięk (D) wg skali IKDC2000, uzyskanych u wszystkich leczonych chorych po 6 i 12 miesiącach od rekonstrukcji WKP metodą czterotunelową.

okres badawczy	A		B		C		D	
	N	%	N	%	N	%	*N*	%
po 6 miesiącach	87	85,3	14	13,7	0	0,0	1	1,0
po 12 miesiącach	92	90,2	10	9,8	0	0,0	0	0,0



Rycina 51. Rozkład procentowy wyników oceny obecności wysięku w stawie, bez wysięku (A), śladowy wysięk (B), mierny wysięk (C) i znaczny wysięk (D) wg skali IKDC2000, uzyskanych u wszystkich leczonych chorych po 6 i 12 miesiącach od rekonstrukcji WKP metodą czterotunelową.

4.2. Wyniki badań w grupach badawczych

Wyniki uzyskane w grupach badawczych przedstawiają tabele Ib, IIb, IIIb, IVb, V i VIb. Kolorem czerwonym zaznaczono wyniki różniące się statystycznie w porównaniu z grupą referencyjną (R).

Średnia wyników wg skali Lysholma odnotowana po 6 i 12 miesiącach od zabiegu operacyjnego wynosiła odpowiednio w grupie referencyjnej (R) 89,3 i 92,2pkt, w grupie I 87,7 i 88,7 pkt, w grupie II 88,2 i 91,6 pkt (Tab. Ib). Zarówno w pierwszym jak i drugim okresie badawczym nie stwierdzono różnic statystycznych pomiędzy grupami R i I oraz R i II. Stwierdzono nieznamienną poprawę wyniku we wszystkich grupach w ostatnim okresie badawczym w porównaniu do pierwszego (Tab.Ib.).

Tabela Ib. Średnie statystyczne wyników wg skali Lysholma, uzyskanych w grupach badawczych R, I i II, po 6 i 12 miesiącach od rekonstrukcji WKP metodą czterotunelową; (SD - odchylenie standardowe).

Grupy	min	max	średnia	SD	mediana
po 6 miesiącach					
Gr R	42,00	100,00	89,27	12,86	95,00
Gr I	75,00	100,00	87,70	10,77	90,00
Gr II	25,00	100,00	88,20	16,62	95,00
po 12 miesiącach					
Gr R	64,00	100,00	92,22	9,84	95,00
Gr I	80,00	100,00	88,70	9,31	87,50
Gr II	68,00	100,00	91,60	9,44	95,00

Średnia statystyczna wyników badania artrometrycznego odnotowana po 6 i 12 miesiącach od zabiegu operacyjnego wynosiła odpowiednio w grupie R 0,96mm w obu okresach, w grupie I odpowiednio 1,50 i 1,40mm, w grupie II 0,36 i 0,32mm pkt (Tab. IIb).

Zarówno w pierwszym jak i drugim okresie badawczym nie stwierdzono różnic statystycznych pomiędzy grupami R i I, przy czym odnotowano znamiennie lepszy wynik w grupie II w stosunku do grupy R, w obu okresach badawczych. (Tab.IIb.). (test U Manna-Whitneya; po 6 miesiącach Z =2,6010, p =0,0093 oraz po 12 miesiącach Z =2,3742 p =0,0176).

Tabela IIb. Średnie statystyczne wyników badania artrometrycznego, uzyskanych w grupach badawczych R, I i II, po 6 i 12 miesiącach od rekonstrukcji WKP metodą czterotunelową; (SD - odchylenie standardowe).

Grupy	min	max	średnia	SD	mediana
po 6 miesiącach					
Gr R	-4,00	4,00	0,96	1,25	1,00
Gr I	0,00	6,00	1,50	2,41	0,50
Gr II	0,00	1,00	0,36	0,49	0,00
po 12 miesiącach					
Gr R	0,00	6,00	0,96	1,27	0,00
Gr I	0,00	6,00	1,40	2,50	0,00
Gr II	0,00	2,00	0,32	0,63	0,00

Badanie artrometryczne poddano ocenie wg klasyfikacji IKDC200, po 6 i 12 miesiącach od operacji. W grupie R uzyskano odpowiednio ocenę bardzo dobrą u 62 (92,5%) i 64 (95,5%) chorych, dobrą u 3 (4,5%) i 1 (1,5%), dostateczną u 2 (3%) chorych w obu okresach. W grupie I ocenę bardzo dobrą u 8 (80%) i dobrą u 2 (20%) pacjentów w obu okresach nie odnotowując innych ocen. W grupie II bardzo dobrą u 23 (92%) w obu okresach badawczych, dobrą odpowiednio u 2 (8,0%) i 1 (4,0%) oraz dostateczną u jednego (4%) chorego w drugim okresie. W żadnej grupach badawczych nie odnotowano oceny niedostatecznej (Tab. IIIb). Oceniając rozkład procentowy wyników badania artrometrycznego wg IKDC 2000 nie stwierdzono znamienności statystycznej pomiędzy grupami, natomiast porównując wyłącznie odsetek wyników bardzo dobrych (A) stwierdzono w grupie I znamiennie gorszy wynik w porównaniu z grupą R w obu okresach

badawczych (po 6 miesiącach chi2 =5,98 p =0,0145; po 12 miesiącach chi2 =10,29 p =0,0013). (Tab. IIIb).

Tabela IIIb. Liczba i odsetek wyników badania artrometrycznego, bardzo dobrych (A), dobrych (B), dostatecznych (C) i niedostatecznych (D) wg skali IKDC2000, uzyskanych w grupach badawczych R, I i II, po 6 i 12 miesiącach od rekonstrukcji WKP metodą czterotunelową.

Grupy	A		B		C		D	
	N	%	N	%	N	%	*N*	%
po 6 miesiącach								
R	62	92,5	3	4,5	2	3,0	0	0,0
I	8	80,0	2	20,0	0	0,0	0	0,0
II	23	92,0	2	8,0	0	0,0	0	0,0
po 12 miesiącach								
R	64	95,5	1	1,5	2	3,0	0	0,0
I	8	80,0	2	20,0	0	0,0	0	0,0
II	23	92,0	1	4,0	1	4,0	0	0,0

Badanie stabilności rotacyjnej stawu kolanowego oceniono testem Pivot-Shift wg klasyfikacji IKDC200, po 6 i 12 miesiącach od operacji. W grupie R uzyskano odpowiednio ocenę bardzo dobrą u 58 (86,6%) i 57 (85,1%), dobrą u 7 (10,4%) i 8 (11,9%), a dostateczną u 2 (3%) chorychw obu okresach. W grupie I ocenę bardzo dobrą u 8 (80%) i dostateczną u 2 (20%) pacjentów w obu okresach nie odnotowując innych ocen. W grupie II bardzo dobrą u 23 (92%), dobrą u 1 (4,0%) oraz dostateczną u jednego (4%) chorego w obu okresach badawczych. W żadnej z grup badawczych nie odnotowano oceny niedostatecznej (Tab. IVb).

W ocenie rozkładu procentowego wyników badania Pivot-shift wg IKDC 2000 nie stwierdzono znamienności statystycznej pomiędzy grupami, natomiast porównując odsetek wyników bardzo dobrych (A) stwierdzono w grupie I znamiennie mniejszą wartość w porównaniu z grupą R w obu okresach badawczych (Tab. IVb). Po 6 miesiącach chi2 =13,90 p =0,0002; po 12 miesiącach chi2 =16,22 p =0,0001.

Tabela IVb. Liczba i odsetek wyników testu pivot-shift, bardzo dobrych (A), dobrych (B), dostatecznych (C) i niedostatecznych (D) wg skali IKDC2000, uzyskanych w grupach badawczych R, I i II, po 6 i 12 miesiącach od rekonstrukcji WKP metodą czterotunelową.

Grupy	A		B		C		D	
	N	%	N	%	N	%	*N*	%
po 6 miesiącach								
R	58	86,6	7	10,4	2	3,0	0	0,0
I	8	80,0	0	0,0	2	20,0	0	0,0
II	23	92,0	1	4,0	1	4,0	0	0,0
po 12 miesiącach								
R	57	85,1	8	11,9	2	3,0	0	0,0
I	8	80,0	0	0,0	2	20,0	0	0,0
II	23	92,0	1	4,0	1	4,0	0	0,0

Następnie oceniano ograniczenia zakresu ruchomości biernej (PMD) operowanego stawu zgodnie z klasyfikacją IKDC2000, po 6 i 12 miesiącach od operacji. W grupie R uzyskano ocenę bardzo dobrą u 63 (94,0%) pacjentów w obu okresach badawczych, dobrą u 2 chorych (3,0%) i niedostateczną w 2 (3,0%) przypadkach w pierwszym okresie badawczym. W drugim okresie stwierdzono poprawę zakresu ruchomości u pacjentów z oceną niedostateczną (D), którzy uzyskali ocenę dobrą, stanowiąc w sumie cztery przypadki (6,0%) oceny B. W grupie I ocenę bardzo dobrą uzyskano u 9 (90%) i dostateczną u jednego (10%) chorego w pierwszym okresie, który w drugim badaniu uzyskał ocenę dobrą (B). W grupie II uzyskano ocenę bardzo dobrą u 23 (92%), chorych a dostateczną u jednego (4,0%) pacjenta, który w drugim okresie badawczym uzyskał oceną dobrą. U jednego (4,0%) pacjenta stwierdzono znaczne ograniczenie zakresu ruchomości biernej w obu okresach badawczych dające ocenę niedostateczną (Tab. Vb).

Oceniając rozkład procentowy wyników badania ograniczeń ruchu biernego stawu wg IKDC 2000 nie stwierdzono znamienności statystycznej pomiędzy grupami, jak również nie stwierdzono różnic statystycznych porównując odsetek wyników bardzo dobrych (A), w obu okresach badawczych (Tab. Vb).

Tabela Vb. Liczba i odsetek wyników oceny ograniczeń ruchomości biernej (PMD), bardzo dobrych (A), dobrych (B), dostatecznych (C) i niedostatecznych (D) wg skali IKDC2000, uzyskanych w grupach badawczych R, I i II, po 6 i 12 miesiącach od rekonstrukcji WKP metodą czterotunelową.

Grupy	A		B		C		D	
	N	%	N	%	N	%	*N*	%
po 6 miesiącach								
R	63	94,0	2	3,0	0	0,0	2	3,0
I	9	90,0	0	0,0	1	10,0	0	0,0
II	23	92,0	0	0,0	1	4,0	1	4,0
po 12 miesiącach								
R	63	94,0	4	6,0	0	0,0	0	0,0
I	9	90,0	0	0,0	1	10,0	0	0,0
II	23	92,0	1	4,0	0	0,0	1	4,0

Badając obecność wysięku w operowanym stawie zgodnie z klasyfikacją IKDC2000, po 6 i 12 miesiącach od operacji stwierdzono w grupie R brak wysięku odpowiednio u 63 (94,0%) i 65 (97,0%) oraz śladowy wysięk u 4 (6,0%) i 2 (3,0%) chorych. W grupie I odpowiednio brak wysięku u 6 (60,0%) i 7 (30,0%) chorych oraz śladowy wysięk u 4 (40,0%) i 3 (30,0%). W grupie II brak wysięku odpowiednio u 18 (72,0%) i 20 (80,0%), śladowy wysięk u 6 (24,0%) i 5 (20,0%) chorych oraz jeden przypadek (4%) masywnego wysięku, który był wynikiem autolizy przeszczepu w pierwszym okresie badawczym (Tab.VIb).

W ocenie rozkładu procentowego obecności wysięku w stawie wg IKDC 2000 stwierdzono znamiennie gorszy wynik w grupie I, jak i II w porównaniu do grupy R (różnica między grupami R/I testem U Manna-Whitneya po 6 miesiącach: Z =-3,2684 p =0,0010; po 12 miesiącach: Z =-3,2129 p =0,0013; różnica między grupami R/II testem U Manna-Whitneya po 6 miesiącach: Z =-2,9107 p =0,0036; po 12 miesiącach: Z =-2,7233 p =0,0065).

Porównując odsetek wyników A (brak wysięku) uzyskanych w grupach badawczych I i II z grupą referencyjną R stwierdzono znamienność statystyczną na korzyść tej ostatniej (różnica między grupami R/I testem U Manna-Whitneya po 6 miesiącach chi2 =17,15 p =0,0000; po 12 miesiącach: chi2 =26,46 p =0,0000; różnica między grupami R/II testem

U Manna-Whitneya po 6 miesiącach: chi2 =17,15 p =0,0000; po 12 miesiącach: chi2 =14,20 p =0,0002).

Największy odsetek przypadków obecności śladowego wysięku (B) stwierdzono w grupie I w obu okresach badawczych (Tab. VIb).

Tabela VIb. Liczba i odsetek wyników oceny obecności wysięku w stawie, bez wysięku (A), śladowy wysięk (B), mierny wysięk (C) i znaczny wysięk (D) wg skali IKDC2000, uzyskanych w grupach badawczych R, I i II, po 6 i 12 miesiącach od rekonstrukcji WKP metodą czterotunelową.

Grupy	A		B		C		D	
	N	%	N	%	N	%	*N*	%
po 6 miesiącach								
R	63	94,0	4	6,0	0	0,0	0	0,0
I	6	60,0	4	40,0	0	0,0	0	0,0
II	18	72,0	6	24,0	0	0,0	1	4,0
po 12 miesiącach								
R	65	97,0	2	3,0	0	0,0	0	0,0
I	7	70,0	3	30,0	0	0,0	0	0,0
II	20	80,0	5	20,0	0	0,0	0	0,0

4.3. Powikłania

W okresie pooperacyjnym stwierdzono następujące powikłania:

Ostry jałowy stan wysiękowy w 3 tygodniu po operacji z autolizą przeszczepu i destabilizacją stawu kolanowego u jednego pacjenta zakwalifikowanego do grupy II, co stanowi 1,0% wszystkich operowanych chorych. Pacjent pozostał w obserwacji do końca badania, następnie został poddany operacji rewizyjnej WKP.

Ostry jałowy stan wysiękowy we wczesnym okresie pooperacyjnym stwierdzono u trzech pacjentów zakwalifikowanych do grupy R oraz jednego chorego zakwalifikowanego do grupy I, co stanowi 3,9% wszystkich leczonych. Po wykonaniu artroskopowego płukania stawu z częściową synowektomią w 3 tygodniu po operacji, leczeniu przeciwzapalnym oraz antybiotykoterapii profilaktycznej objawy zapalenia ustąpiły.

Artrofibroza z ograniczeniem zakresu ruchu w stawie wystąpiła u trzech pacjentów w grupie R i jednego pacjenta w grupie II, co stanowi 3,9% wszystkich leczonych chorych. Po wykonaniu artroskopowej artrolizy w 3 miesiącu po zabiegu uzyskano poprawę zakresu ruchu i zadowalający wynik końcowy. U dwóch pacjentów pozostało śladowe ograniczenie zakresu ruchomości w ostatnim okresie obserwacji (PMD-ocena B wg IKDC2000).

Nie stwierdzono powikłań infekcyjnych u żadnego z leczonych chorych. Stwierdzono w sumie dziewięć powikłań, co stanowi 8,9% wszystkich operowanych chorych (Tab. IV). Nie stwierdzono znamienności statystycznej w ilości powikłań pomiędzy grupami. Pozostali pacjenci czuli się dobrze, nie zgłaszali dolegliwości. W późnym okresie pooperacyjnym nie stwierdzono powikłań.

Tabela IV. Liczba i rodzaj powikłań stwierdzonych u chorych leczonych z powodu niestabilności przedniej metodą czterotunelową w grupie R, I i II we wczesnym okresie po rekonstrukcji WKP.

POWIKŁANIE	Grupa R	Grupa I	Grupa II

RODZAJ	LICZBA		
Autoliza przeszczepu	-	-	1
Ostre wysiękowe zap. stawu	3	1	-
Artrofibroza	3	-	1
Infekcja	-	-	-
RAZEM	**6**	**1**	**2**

5. DYSKUSJA

Uszkodzenie więzadła krzyżowego przedniego stawu kolanowego jest bardzo częstym obrażeniem u osób uprawiających amatorsko lub zawodowo sport [24, 74, 77, 120, 123]. Ze względu na szeroką popularyzację sportu amatorskiego, również wśród starszej populacji, w najbliższych latach będzie prawdopodobnie wzrastać liczba wykonywanych rekonstrukcji WKP. Całkowite uszkodzenie WKP powoduje rozwój niestabilności przedniej z przednio-przyśrodkową komponentą rotacyjną [42, 36], co prowadzi do wtórnych uszkodzeń wewnątrzstawowych takich, jak uszkodzenie łąkotek, w tym najczęściej przyśrodkowej [3, 12, 17, 105]. Obecnie leczeniem z wyboru jest rekonstrukcja więzadła krzyżowego metodą artroskopową, która pozwala na znacznie precyzyjniejsze wykonanie operacji w porównaniu z technikami otwartymi, nie mówiąc o znacznym zmniejszeniu urazu okołooperacyjnego [116]. Wczesne wyniki rekonstrukcji WKP wykonywanych współczesnymi technikami są dobre, jednak nie idealne. Niestety, z czasem ulegają one pogorszeniu i w późniejszej obserwacji autorzy stwierdzają od 11% do 25% wyników słabych i złych [2, 12, 25, 38, 41, 48, 96, 100, 126]. Niepokój budzi fakt, że pomimo dobrego wyniki rekonstrukcji, u wielu pacjentów rozwijają się zmiany zwyrodnieniowe w operowanym stawie [76]. Powyższe fakty zmuszają chirurgów do poszukiwań metody, dającej jeszcze lepszą stabilizację stawu kolanowego, po uwzględnieniu najnowszych doniesień w zakresie jego anatomii i biomechaniki [7, 10, 22, 23, 54, 85, 99, 113, 134]. W ostatnim dziesięcioleciu nastąpił rozwój technik anatomicznej rekonstrukcji WKP. Wydaje się, iż odtworzenie pęczka TB powinno lepiej korygować komponentę rotacyjną niestabilności [16].

Uważa się, że ideę rekonstrukcji anatomicznej WKP zapoczątkował Mott, publikując w 1983r. opis opracowanej przez siebie techniki STAR (Semitendinosus Anatomic Reconstruction) [82]. Odległe wyniki rekonstrukcji STAR nie zostały nigdy przedstawione, co może sugerować, że nie były zachęcające. W 1987 Zariczny pierwszy opublikował wyniki dwuletniej obserwacji u 14-tu pacjentów po rekonstrukcji dwupęczkowej metodą otwartą. W dwunastu przypadkach wyniki operacji były bardzo dobre. Lata 90 przyniosły rozwój technik artroskopowych oraz kolejną falę poszukiwań najlepszych sposobów anatomicznej rekonstrukcji WKP. Na ten temat powstało wiele doniesień naukowych

przedstawiających różne koncepcje anatomicznego odtworzenia budowy WKP [2, 10, 16, 67, 68, 75, 84, 106, 132, 137]. Zadziwiającym jest fakt, że metoda ta dynamicznie rozwija się tylko w kilku krajach: Japonii, USA, Niemczech, Włoszech oraz Francji [137],

a ostatnio również w naszym kraju. Wśród doświadczonych chirurgów w tej dziedzinie, takich jak Paolo Aglietti, Nobuo Adachi, Pascal Christel, Jürgen Eichhorn, Freddie H. Fu, Toru Fukabayachi, Kunio Hara, Andreas Imhoff, Takeshi Muneta, Wolf Petersen, Rainer Siebold, Kazunori Yasuda, Thore Zantop oraz innych, widać znaczące rozbieżności w zakresie optymalnego sposobu odtworzenia uszkodzonego WKP. Dotyczą one zarówno techniki wykonywania tuneli udowych sposobem przezpiszczelowym lub przez portalowym, jak i materiału stosowanego jako przeszczepy, sposobu ich przygotowania i fiksacji, wielkości kąta zgięcia stawu w momencie ich napinania, jak również wartości siły z jaką powinny być napinane.

Na początku obecnego wieku wyniki anatomicznej rekonstrukcji WKP uzyskiwane przez wielu doświadczonych chirurgów nie były znacząco lepsze od rezultatów rekonstrukcji jednopęczkowych lub nieanatomicznych dwupęczkowych. Na podstawie publikacji z ostatnich trzech lat można stwierdzić, iż uległy one znacznej poprawie, co związane jest zapewne z udoskonaleniem techniki operacyjnej. Oponenci rekonstrukcji anatomicznych podnoszą uzasadniony zarzut, o niepotrzebnym komplikowaniu i tak złożnej operacji w sytuacji, gdzie rezultaty leczenia są nieznacznie lepsze od wyników po zastosowaniu metod klasycznych [4, 48]. Mnogość opisywanych technik dowodzi, że wciąż trwają poszukiwania złotego standardu anatomicznej rekonstrukcji WKP. Crawford uważa, że trudno mówić o anatomicznej rekonstrukcji WKP wobec stosowania na świecie różnych metod, w zależności od pomysłu chirurga. Wydaje się zatem, iż mamy nadal do czynienia z eksperymentem medycznym [19]. W opublikowanym przez Siebolda w 2007 roku badaniu ankietowym przeprowadzonym u 22 ortopedów wykonujących anatomiczne rekonstrukcje WKP, widać pewien konsensus co do stosowanej techniki zabiegu i postępowania pooperacyjnego. Znacząca większość respondentów używa ścięgien zginaczy podudzia w konfiguracji ST i GR lub samo ST z warunkowym użyciem GR. Do fiksacji udowej używana jest najczęściej płytka udowa Endobutton®, natomiast do fiksacji piszczelowej płytka Suture Plate® lub biowchłanialna śruba interferencyjna. Większość autorów

wykonując tunel udowy AM stosuje technikę przezportalową, a tunel PL przezpiszczelowo [137].

Muneta i współpracownicy opublikowali w 1999 pierwsze prospektywne badanie wyników anatomicznej rekonstrukcji dwupęczkowej u 54 pacjentów po dwuletniej obserwacji [84]. Uzyskali oni średni wynik skali Lysholma 94,5 punktu, wynik badania atrometrem KT-1000 2,0 ± 1,9mm przy maksymalnej ręcznej sile translacji. U dwóch

pacjentów (3,7%) stwierdzono deficyt wyprostu oceniony jako C lub D wg IKDC 2000. Nie oceniono testu pivot-shift [86] oraz obecności wysięku w stawie kolanowym. U moich chorych uzyskałem lepszą stabilność przednią, która wynosiła 0,84 ± 1,35mm oraz nieco mniejszy odsetek kolan z ograniczeniem wyprostu większym od 5º, który obserwowałem w dwóch (2,0%) przypadkach. Ponadto po zakończeniu leczenia uzyskałem nieznacznie gorszy wynik wg skali Lysholma 91,7 punktu. Należy zauważyć, że praca Munety była najwcześniejszym doniesieniem oceniającym wyniki artroskopowej anatomicznej rekonstrukcji WKP. Od tego czasu technika operacyjna uległa udoskonaleniu, zatem wyniki leczenia powinny obecnie być lepsze.

W 2001 Hamada opublikował wyniki dwuletniego badania prospektywnego z udziałem 160 pacjentów, u których wykonano rekonstrukcję jednopęczkową (57 pacjentów) lub nieanatomiczną dwupęczkową (2 tunele udowe i 1 piszczelowy - 49 pacjentów). Autor uzyskał wynik badania artrometrycznego 0,9 ± 1,8mm w grupie jednopęczkowej oraz 0,7 ± 1,2mm w grupie dwupęczkowej. Niestety, nie badał on testu pivot-shift oraz innych parametrów uwzględnionych w moim badaniu [45]. Hamada wykonywał rekonstrukcje WKP techniką trzytunelową, używając ścięgien ST i GR w 59,2% przypadków, a w pozostałych samo ścięgno ST. W moim badaniu ścięgno GR było dodatkowo pobrane u 23,5% chorych.

W 2004 Adachi z współpracownikami przeprowadził prospektywne, randomizowane badanie 53 anatomicznych rekonstrukcji WKP w porównaniu z 55 rekonstrukcjami jednopęczkowymi. Wyniki obserwacji po upływie 2 - 3 lat były porównywalne. Nie uwzględniał on badania stabilności rotacyjnej, natomiast znacząco rzadziej wykonywał plastykę stropu dołu międzykłykciowego u pacjentów z anatomiczną rekonstrukcją (18,9%) w porównaniu do rekonstrukcji jednopęczkowych (36,4%) [1].

W 2006 Yasuda z współpracownikami opublikował badanie prospektywne, które porównywało wyniki rekonstrukcji jednopęczkowych, nieanatomicznych dwupęczkowych oraz anatomicznych u młodych sportowców. Po dwóch latach od operacji stwierdził przewagę stabilizacji rotacyjnej i przedniej w grupie anatomicznych rekonstrukcji, gdzie w badaniu artrometrycznym uzyskano 1,1 ± 0,9mm, a 91,6 % pacjentów otrzymało ocenę A stabilności przedniej wg IKDC2000 [131]. Porównywalne rezultaty uzyskano w naszym ośrodku (A - 93,1%). Badanie niestabilności rotacyjnej testem pivot-shift wg Yasudy (A-87,5%; B-12,5% wg IKDC2000) było porównywalne z moimi wynikami (A-86,3%; B-

8,6%; C-4,9%). Ograniczenie ruchomości biernej wystąpiło u dwóch (8,3%) pacjentów Yasudy. W moim materiale ograniczenie zakresu ruchomości stwierdziłem u siedmiu (6,9%) chorych.

Również Muneta ze współpracownikami opublikował w 2006 roku wyniki anatomicznej rekonstrukcji WKP po dwuletniej obserwacji 79 chorych. Jego badanie dotyczyło największej grupy leczonych za pomocą anatomicznej rekonstrukcji WKP spośród publikowanych do tej pory doniesień z tego zakresu. Technika Munety różni się od stosowanej w naszym ośrodku metodą piszczelowej fiksacji przeszczepów. Polega ona na zaczepieniu nici dystalnego odcinka przeszczepu o śrubę korową w okolicy wylotu tuneli piszczelowych. Autor stosuje tę samą technikę opracowania przeszczepów oraz ich fiksacji udowej za pomocą płytki udowej, jednak dopuszczalne minimalne wymiary przeszczepów są mniejsze w porównaniu do naszej metody. Minimalna długość pęczka dopuszczona przez autora wynosi 55mm, przy czym uważa on, iż 10mm odcinek wewnątrztunelowy jest wystarczający. Nasza technika zakłada, że długość odcinka wewnątrztunelowego nie może być mniejsza niż 18mm, co wymusza 70mm minimalną długość przeszczepu AM. Autor ten rzadziej, w porównaniu do mnie (24,5% przypadków), stosuje technikę modyfikowaną przygotowania przeszczepów z użyciem ścięgna GR (6% przypadków), co ma zapewne związek z założeniem mniejszych dopuszczalnych wymiarów przeszczepów [83]. Uzyskał on wynik 1,9 ± 1,9mm w badaniu atrometrycznym. Rozkład procentowy wyników testu pivot-shift (A-79%; B-19%; C-2%; D-0%) jest porównywalny z moimi obserwacjami (A-86,3%; B-8,8%; C-4,9%; D-0%). Ocena wg skali Lysholma (93 punkty) w jego i moim

badaniu była porównywalna. Autor nie oceniał ograniczeń zakresu ruchomość i obecności wysięku w stawie.

Badaniem, które przedstawia sposób oceny wyników dwupęczkowej anatomicznej rekonstrukcji WKP najbardziej zbliżonym do mojego jest przedstawiona przez Siebolda ocena prospektywna, po upływie roku, dwudziestoosobowych grup chorych po rekonstrukcji jedno- i dwupęczkowej. Technika Siebolda rożni się od mojej sposobem fiksacji piszczelowej przy użyciu biowchłanialnych śrub interferencyjnych, stabilizujących przeszczepy śródtunelowo. Przeszczepy wykonywane były zwykle z obu ścięgien zginaczy podudzia, co zapewniało większe długości i średnice pęczków (średnica 7,0 do 7,5mm AM oraz 5,5 do 6,5mm PL). Autor przedstawił swoje wyniki podczas kongresu ESSKA 2000 w Innsbrucku w 2006 roku: średnia ocena wg skali Lysholma wynosiła 89 punktów; średni wynik badania artrometrycznego 1,0 ± 1,1mm oraz A=85%, B=15% wg IKDC2000, test Pivot-shift A=80%; B=20% wg IKDC2000 [106]. W przypadkach grubych ścięgien autor stosował przeszczep podwójnie złożony z najgrubszego odcinka ścięgna zginacza, odrzucając jego nadmiar, co można porównać do techniki klasycznej stosowanej w grupie R mojego badania. W przypadku mniejszych wymiarów materiału autogennego, Siebold wykonywał pęczek AM przez potrójne złożenie ścięgna ST, a pęczek PL z poczwórnie złożonego ścięgna GR. Niestety autor, nie rozdzielił tej grupy w zależności od powyższego parametru, co uniemożliwia porównanie z moimi wynikami.

Wyniki badania artrometrycznego anatomicznej rekonstrukcji WKP w moim materiale (0,84 ± 1,35mm), są porównywalne do wyników Hamady, Yasudy i Siebolda, oraz lepsze od uzyskanych przez Munetę. Ten ostatni autor stosuje technikę przezpiszczelową, co jak uważa Kondo, może być przyczyną niedokładnego umiejscowienia wylotów tuneli [67]. U 86,3% moich chorych test pivot-shift był ujemny, co było porównywalne do rezultatów uzyskanych przez Yasudę (87,5%) i Siebolda (80%). Wszyscy Ci autorzy nie oceniali obecności wysięku w stawie w przeciwieństwie do moich badań. W piśmiennictwie znaleziono jedynie badanie Siebolda o podobnym do mojego jednorocznym czasem obserwacji, pozostałe oceny przeprowadzono po upływie dwóch lat. W moim badaniu ocenę translacji przedniej wykonywano z użyciem artrometru Rolimetr-Aircast®. Większość cytowanych autorów stosuje artrometr KT-1000 Medmetric®. Pomimo powyższych różnic, wyniki u moich chorych nie są gorsze od rezultatów Munety i innych

autorów. Ponadto nie znaleziono żadnej pracy badawczej odpowiadającej moim założeniom, która uwzględniałaby wpływ jakości przeszczepów i sposobów ich opracowania na rezultat leczenia.

Na końcowy wynik rekonstrukcji WKP, poza błędami technicznymi wpływają także, czynniki materiałowe i biologiczne. Na podstawie własnego doświadczenia i wniosków wielu doświadczonych chirurgów [3, 23, 60, 64] można wyróżnić następujące czynniki warunkujące pozytywny efekt leczenia: odpowiednia jakość materiału na przeszczep; odpowiednie przygotowanie przeszczepów z uwzględnieniem jakości i ilości materiału szewnego; precyzyjne określenie wylotów tuneli odpowiadające miejscom anatomicznych przyczepów pęczków WKP [10, 128]; odpowiednie dopasowanie średnicy przeszczepów do średnic tuneli kostnych [130]; precyzyjna i sprawna technika operacyjna; oszczędzanie tkanek otaczających wyloty śródstawowe tuneli, które stanowią źródło rewaskularyzacji przeszczepu [23]; odpowiednie wstępne napięcie przeszczepów; pewna i trwała fiksacja przeszczepów w tunelach kostnych; brak niekorzystnych czynników biologicznych w okresie wgajania przeszczepu, takich jak: przewlekłe wysiękowe zapalenie stawu, infekcje, uczulenia na materiał szewny; opóźniona rewaskularyzacja przeszczepu oraz inne nieznane czynniki; odpowiednia rehabilitacja i współpraca pacjenta w okresie wgajania przeszczepu.

Technika anatomicznej rekonstrukcji WKP opracowana przez Eichhorna z modyfikacjami ortopedów Szpitala św. Łukasza w Bielsku-Białej pozwala na zapewnienie powyższych warunków, jednak występują pewne trudności w uzyskaniu trwałego zakotwiczenia przeszczepów. Stosowana fiksacja piszczelowa implantami Suture Plate® nie eliminuje mikroruchów przeszczepu w tunelu piszczelowym wobec występujących cyklicznych naprężeń w trakcie pracy stawu. Zjawisko to określane jako „efekt bangee", może wywierać negatywny wpływ na proces wgajania się przeszczepu. Pomimo tej wady omawiany sposób fiksacji ma pewne bardzo istotne zalety: płytka piszczelowa w postaci podobnej do guzika zamykającego wylot zewnętrzny tunelu piszczelowego pozwala na regulację napinania przeszczepu, poprzez jej skręcanie. Nici napinające koniec piszczelowy przeszczepu związane w otworach płytki, podobnie jak przyszyty jest guzik do koszuli, ulegają względnemu skróceniu poprzez skręcanie nici wokół siebie. Dodatkową zaletą tego systemu mocowania jest możliwość wykonania korekt napięcia przeszczepów poprzez skręcanie lub odkręcanie płytki, gdy wykonuje się śródoperacyjny test Lachmanna pod kontrolą

artroskopu. Należy pamiętać, że zbyt długi przeszczep może uniemożliwić prawidłowe jego napięcie, gdyż wolny, śródtunelowy odcinek nici powinien mieć co najmniej 20mm długości, aby można je było bezpiecznie skręcić wokół siebie. W przeciwnym razie, może dojść do pęknięcia skręcanych nici. Niestety, żaden inny system fiksacji przeszczepów WKP, nie posiada takich możliwości. Jakość i wytrzymałość nici Dacron® 3 stosowanych do obszywania przeszczepów jest moim zdaniem słabym punktem tej techniki operacyjnej. Śródtunelowe cykliczne przesuwanie się przeszczepu poza utrudnieniem jego wgajania, może wywoływać „wycieranie" ściany tunelu, co zdaniem niektórych autorów powoduje powiększanie się jego średnicy obserwowane po kilku miesięcach od operacji. Przeciwnicy tej teorii dowodzą, że omawiane zjawisko można zaobserwować, również u pacjentów, gdzie przeszczep kotwiczą wewnątrztunelowo śruby interferencyjne [27, 40]. Powyższa sytuacja mogłaby być wyeliminowana przez stosowanie hybrydowej fiksacji z dodatkowym użyciem biowchłanialnych śrub interferencyjnych w piszczeli oraz nici o wysokiej wytrzymałości jak Orthocord®. Niestety uwarunkowania ekonomiczne nie pozwalają na standardowe stosowanie takiego rozwiązania w naszym kraju.

Niewątpliwą zaletą omawianej techniki jest możliwość wykonania obu pęczków z autogennego ścięgna ST, co w przeciwieństwie do innych anatomicznych technik rekonstrukcji WKP, pozwala oszczędzić ścięgno GR, które przejmuje funkcję głównego rotatora wewnętrznego podudzia [39, 107, 121]. Ponadto można również przypuszczać, że pozostawienie ścięgna GR polepszy warunki regeneracji ścięgna ST, co opisane zostało przez wielu autorów, jako zjawisko „jaszczurczego ogona" [20, 26]. Gobbi pobiera jedynie ścięgna ST oszczędzając GR w trakcie rekonstrukcji WKP. Stwierdził on mniejsze upośledzenie siły rotacji wewnętrznej podudzia chorych, u których zachowano ścięgno GR [39]. Również Nakamura i inni autorzy dowodzą, że osłabienie siły zginania i rotacji wewnętrznej podudzia po pobraniu ścięgien zginaczy, jest znacznie mniejsze w przypadku zachowania ścięgna GR [53, 87, 102, 117].

Z analizy przedstawionego materiału wynika, że dwa podwójnie złożone odcinki ścięgna ST są wystarczające dla zapewnienia wysokiej wytrzymałości przeszczepu. Handl, w badaniach biomechanicznych opublikowanych w 2007 roku udowodnił, że wytrzymałość takiego przeszczepu znacznie przewyższa wytrzymałość naturalnego WKP [46]. Nie zawsze jednak jakość i wymiary pobranego ścięgna ST zapewniają zadowalające parametry

mechaniczne wykonanych przeszczepów. W przeważającej liczbie przypadków według naszego doświadczenia samo pobrane ścięgno ST zapewnia uzyskanie dwóch dobrej jakości przeszczepów, jednak u ¼ pacjentów pobieraliśmy dodatkowo ścięgno GR celem wykonania wzmocnionych przeszczepów modyfikowanych. Decyzja o dodatkowym pobraniu zależy od zaplanowania operacji, masy ciała i aktywności fizycznej pacjenta, wielkości stawu, prawidłowej wstępnej oceny ścięgna ST oraz od osobistego doświadczenia chirurga. Do tej pory nie powstał żaden algorytm opisujący sposób postępowania dla ustalenia właściwych parametrów przeszczepu w zależności od wielkości stawu, masy oraz aktywności fizycznej pacjenta. Muneta dodatkowo pobierał ścięgno GR u 6% [83], natomiast Hamada w 59% chorych [45]. Jak widać rozbieżności w ocenie chirurga mogą być znaczne. Wytrzymałość przeszczepu zależy również od jakość budującej go tkanki, którą w warunkach operacji można zbadać jedynie organoleptycznie. W naszych obserwacjach spoistość i jednorodność struktury ścięgien związana z obecnością masywnych odnóg jest wyraźnie zmieniona u niektórych pacjentów. Oprócz aspektów mechanicznych ścięgna należy wziąć pod uwagę aspekty biologiczne związane z jego integracją w tunelu kostnym oraz procesem ligamentyzacji. Wgajanie się nieunaczynionego przeszczepu zaczyna się od czterotygodniowej fazy jego obumierania, która zostaje zahamowana przez proces rewaskularyzacji trwający od 3 do 8 tygodnia po operacji [80, 95, 122]. W 6-tym tygodniu zaczynają się namnażać komórki mezynchymalne różnicujące się w fibroblasty i pojawiają się włókna kolagenowe łączące zewnętrzną powierzchnię przeszczepu ze ścianą tunelu, których synteza przebiega najintensywniej do 12-tego tygodnia [43, 95, 122]. W następnym okresie, trwającym nawet do 2 lat, rozpoczyna się przebudowa przeszczepionego ścięgna w tkankę zbliżoną budową histologiczną do więzadła, co określa się jako proces „ligamentyzacji” [5, 80, 114]. Najtrudniejszy dla powodzenia rekonstrukcji WKP jest okres martwicy przeszczepu, który przebiega z objawami zapalenia. Objawia się to wysiękiem w stawie, obrzękiem maziówki oraz podniesionym poziomem cytokin prozapalnych w płynie stawowym takich jak: interleukina 1β, interleukina 6 czy TNF-α [52, 80, 139]. Na podstawie moich obserwacji uważam, że masywny wysięk trwający po szóstym tygodniu od zabiegu najczęściej kończy się całkowitą autolizą przeszczepu. Taka sytuacja miała miejsce u leczonego w naszym ośrodku chorego, którego zakwalifikowano do grupy II.

W grupie I, do której zakwalifikowani zostali pacjenci ze stwierdzoną złą jakością materiału pobranego na przeszczep pomimo jego zadowalających wymiarów, obserwowałem średni wynik stabilności przedniej nieznamiennie gorszy w stosunku do grupy referencyjnej (Tab. IIb). Jednak, porównując liczbę wyników bardzo dobrych (A) zgodnie z formularzem IKDC2000, wystąpiła znamienna statystycznie różnica na niekorzyść grupy I (Tab. IIIb). Podobnie, porównując rezultaty testu stabilności rotacyjnej pivot-shift, odsetek wyników bardzo dobrych (A) był znamiennie gorszy w grupie I, w obu okresach badawczych, pomimo braku znamiennych różnic w ocenie całościowej według formularza IKDC2000 (Tab. IVb). W omawianej grupie, śladowy wysięk w stawie kolanowym utrzymywał się w pierwszym okresie badania u czterech chorych, natomiast w ostatnim okresie u trzech (Tab. VIb). Porównując odsetek pacjentów ze śladowym wysiękiem, stwierdziłem znamienną różnicę na niekorzyść grupy I w obu okresach badawczych. (Tab. VI). Z uwagi na brak porównywalnego badania w dostępnym piśmiennictwie oraz na niewielką liczebność grupy I w porównaniu do grupy R uważam, że do uzyskanych wyników należy podchodzić z ostrożnością. Znamienny jest jednak fakt występowania znacznego odsetka pacjentów ze śladowym wysiękiem w stawie po roku od wykonania operacji, co jest związane prawdopodobnie z przewlekłym umiarkowanym, wysiękowym zapaleniem stawu. W naszych badaniach nie wykonywaliśmy badań płynu stawowego, ani nie oznaczaliśmy w nim mediatorów zapalenia, dlatego nie możemy jednoznacznie określić jego przyczyny i charakteru. Możemy jedynie wysnuć przypuszczenia o związku stanu zapalnego z zaburzeniami wgajania się przeszczepu. Być może w takich przypadkach dochodzi do powolnej lizy przeszczepów, której efektem klinicznym jest pogorszenie pierwotnej stabilności stawu, zarówno przedniej jak i rotacyjnej, co może nasilać przewlekły stan zapalny. W badaniach eksperymentalnych wgajania się ścięgna w tunelu kostnym, przeprowadzonych na psach lub owcach udowodniono, że proces integracji przeszczepu rozpoczyna się na styku jego powierzchni ze ścianą tunelu [95, 122]. W badaniach śródoperacyjnych wykonanych podczas rekonstrukcji rewizyjnych, Fankhauser udowodnił, że podobne zjawiska zachodzą w organizmie ludzkim [28]. Można zatem wysnuć wniosek, że w początkowej fazie wgajania przeszczepu ważne jest ścisłe przyleganie ścięgna do ściany tunelu kostnego. Niespójna struktura morfologiczna przeszczepu, jaką obserwowano u pacjentów w grupie I, może być powodem zmniejszenia powierzchni jego kontaktu z tunelem kostnym oraz przeciekania

płynu stawowego do światła tunelu. Może to zaburzać proces rewaskularyzacji przeszczepu, a następnie jego integrację ze ścianą tunelu kostnego. Słabe ukrwienie przeszczepu może być przyczyną jego stopniowej dezintegracji i przewlekłych wysięków, jako reakcji na produkty rozpadu przeszczepionej tkanki. Być może zaobserwowane zmiany morfologii ścięgna spowodowane są jego odmienną budową histologiczną, która powoduje bliżej nieznaną reakcję autoimmunologiczną. W literaturze nie znalazłem prac oceniających wyżej opisane zjawiska. Rodzi się zatem pytanie o właściwe postępowanie w przypadku gorszego materiału na przeszczep. Nie wiemy czy zwiększenie średnicy lub długości przeszczepów poprzez dodatkowe użycie ścięgna GR, poprawi wynik operacji w przypadku złej jakości ścięgna ST. Ponadto, czy zastosowanie w takich przypadkach innego materiału autogenicznego poprawi sytuację, jak również nie wiemy czy wprowadzenie leków przeciwzapalnych lub immunosupresyjnych we wczesnym okresie pooperacyjnym wpłynie korzystnie na wynik rekonstrukcji. Odpowiedzi na te pytania wymagają nowych prac badawczych. Zaobserwowane przeze mnie zjawiska wymagają potwierdzenia przez obserwację większej grupy pacjentów, w dłuższym okresie czasu.

Teza o gorszych wynikach rekonstrukcji anatomicznej WKP z użyciem przeszczepów modyfikowanych i związaną z tym koniecznością użycia większej ilością materiału szewnego w tunelach kostnych nie została potwierdzona w moim badaniu. W grupie II uzyskałem znamiennie lepszy wynik średniej badania artrometrycznego w porównaniu z grupą R, w obu okresach badawczych, pomimo, że jedyny przypadek całkowitej autolizy przeszczepu należał właśnie do grupy II (Tab.IIb). Wyniki artrometrii w ocenie rozkładu procentowego wg IKDC2000 były jednak porównywalne z grupą referencyjną. W badaniu stabilności rotacyjnej wyniki w grupie II były nieco lepsze od grupy referencyjnej, choć nie stwierdzono znamienności statystycznej (Tab.IVb). Śladowy wysięk obserwowany w obu okresach badawczych pojawiał się znamiennie częściej w grupie II w porównaniu do grupy referencyjnej, choć nie tak często jak w grupie I (Tab.VIb). Należy tutaj zwrócić uwagę na profil grupy II, która składała się z pacjentów, u których stwierdzono ścięgno ST o prawidłowej lub zaburzonej morfologii i niewystarczających wymiarach, co wymagało dodatkowego użycia ścięgna GR. Autologiczny materiał przeszczepu charakterystyczny dla grupy I był również, częściowo stosowany w grupie II, co może być przyczyną pojawiania się wysięków. Być może pewną rolę odgrywa zwiększona ilość materiału szewnego w tunelach kostnych. Stosunkowo grube przeszczepy uzyskiwane w omawianej grupie

badawczej, pomimo zachodzących procesów autolitycznych, zapewniają wystarczającą stabilizację stawu kolanowego. Wyniki oceny wg skali Lysholma oraz ograniczenia biernej ruchomości stawu były porównywalne we wszystkich grupach badawczych (Tab.Ib i Tab.Vb). Należy zatem wysnuć wniosek, że przeszczepy o gorszej strukturze ścięgna powinny mieć zwiększone wymiary w stosunku do standardowych. Z drugiej strony uważam, że zbyt duża średnica przeszczepów nie jest korzystna. Cienkie przeszczepy powinny lepiej się integrować z kością, gdyż korzystniejszy jest stosunek ich objętości do powierzchni styku z kością. Powyższą tezę, w pewnym stopniu potwierdzają badania Huntera, który uzyskał lepsze wyniki u pacjentów, u których wykonano rekonstrukcję WKP przeszczepem pobranym z więzadła rzepki o stosunkowo małej średnicy [57].

Chociaż wyniki artroskopowych rekonstrukcji WKP znacznie się poprawiły w ciągu ostatnich dwóch dekad, to poszukiwania optymalnej techniki operacyjnej nadal trwają [2, 4, 12, 13, 15, 25, 31, 40, 41, 88, 132]. Na początku obecnego dziesięciolecia zwolennicy anatomicznej rekonstrukcji WKP, opierając się na badaniach biomechanicznych [35] spodziewali się znacznej poprawy, szczególnie w zakresie stabilności rotacyjnej stawu kolanowego. Stosując powyższe techniki operacji uzyskano polepszenie wyników w obserwacji krótkookresowej, jednak nadal nie są one w pełni zadowalające [58, 131]. Wobec braku wyników obserwacji wieloletnich nie można stwierdzić czy po rekonstrukcjach anatomicznych podobnie, jak w jednopęczkowych będzie dochodziło do stopniowej utraty stabilności stawu [112]. Na pewno bardzo ważna jest sama technika operacyjna, która powinna w sposób możliwie najlepszy odtworzyć indywidualne warunki anatomiczne. Badając dość liczną grupę pacjentów mojej pracy, którzy byli operowani jednym sposobem przez ten sam zespół chirurgów, można stwierdzić, że został wyeliminowany wpływ techniki chirurgicznej na wynik operacji. Anatomiczne odtworzenie pęczków WKP, poza znaczeniem funkcjonalnym, wpływa na zwiększenie dynamicznej wytrzymałości mechanicznej przeszczepu, na co wskazał Scheffler i współpracownicy. Wykazali oni większą wytrzymałość przeszczepu anatomicznej rekonstrukcji WKP przy obciążeniu kolana cyklicznymi siłami, w porównaniu z nieanatomicznym jego umiejscowieniem [106].

W mojej pracy badawczej zwróciłem uwagę na zaledwie dwa czynniki spośród wielu, które mogą mieć wpływ na wynik rekonstrukcji WKP. Próby zapobiegania negatywnemu

wpływowi czynników, takich jak niedoskonałości sposobu mocowania przeszczepów [4, 79]; upływu czasu od momentu urazu [41]; osobniczej zmienności anatomii WKP [31, 85, 115]; poszerzanie się średnicy tunelu w okresie wgajania przeszczepu [27]; nieprawidłowe wstępne napięcia przeszczepu [11, 33]; zaburzenia procesu rewaskularyzacji i ligamentyzacji [80] może znacząco poprawić uzyskiwane wyniki kliniczne. Technika zabiegów operacyjnych nadal się rozwija, nie znane są wszystkie aspekty biologii wgajania się wolnych przeszczepów, a czas obserwacji badań prospektywnych doświadczonych chirurgów nie przekracza obecnie 5-ciu lat. Niedoskonałością niniejszego badania jest znaczna różnica w liczebności grup, której nie można wyeliminować w sposób naturalny, gdyż ścięgna gorszej jakości znajduje się u ok. 13% pacjentów. Dla zmniejszenia ryzyka błędu w ocenie statystycznej badania należałoby powtórzyć na większej grupie chorych, po dłuższym czasie obserwacji. Ponadto należałoby sprawdzić, czy istnieją różnice w histologicznej budowie ścięgna ocenianego makroskopowo jako zła lub dobra jakość. Wreszcie należy porównać wyniki rekonstrukcji WKP w zależności od średnicy przeszczepów poszczególnych pęczków, masy ciała oraz wzrostu pacjenta, aby stworzyć algorytm pozwalający na lepszy dobór wymiarów przeszczepu do określonego chorego. Nadal nie jest jasne, kiedy należy koniecznie poświęcić ścięgno GR dla poprawy stabilności po rekonstrukcji, a kiedy można go oszczędzić, aby nie osłabiać siły rotatorów wewnętrznych podudzia. W poszukiwaniu dalszego udoskonalenia anatomicznej rekonstrukcji WKP należy spodziewać się wprowadzenia implantów biowchłanialnych i biostymulujących, cienkich nici o zwiększonej wytrzymałości i sztywności oraz sztucznych materiałów augmentacyjnych w postaci cienkich taśm, które będą stabilizowały staw w okresie wgajania się przeszczepu biologicznego. Nadzieję na lepsze poznanie indywidualnej anatomii WKP, niesie rozwój badania rezonansem magnetycznym. Już obecnie można zobrazować pojedyncze pęczki WKP.

Oceniając uzyskane przez zespół ortopedyczny Szpitala św. Łukasza wyniki anatomicznej dwupęczkowej rekonstrukcji WKP u wszystkich badanych chorych, stwierdzam, że nie odbiegają one od uzyskanych przez doświadczonych chirurgów takich jak, Muneta, Yasuda, Siebold [86, 106, 131] oraz innych, których nie cytowałem w niniejszej pracy. Widoczne makroskopowo odmienności w budowie ścięgna mięśnia półścięgnistego pobranego celem wykonania przeszczepów implantowanych w omawianej procedurze operacyjnej, zwracają uwagę na indywidualne biomechaniczne i biologiczne

właściwości materiałów autogennych stosowanych w operacjach rekonstrukcji WKP oraz innych stabilizatorów stawu kolanowego. Wnioski uzyskane w mojej pracy rodzą pytanie, czy makroskopowo widoczne odmienności budowy ścięgna ST mają odzwierciedlenie w budowie mikroskopowej i jaki ma to wpływ na proces wgajania się nieunaczynionego przeszczepu. Zaobserwowane zjawiska oraz wyniki opisane w niniejszej pracy spowodowały zmiany techniki operacyjnej stosowanej w ośrodku. Obecnie bardziej krytycznie podchodzimy do oceny jakości i wymiarów pobranego ścięgna ST, a w sytuacjach granicznych zwykle stosujemy augmentację ścięgnem GR. U pacjentów z dużą masą ciała zwiększyliśmy minimalne dopuszczalne grubości przeszczepów o 0,5mm. Natomiast w przypadkach gdy pobrane ścięgno ST ma znaczne przewężenia i stwierdzamy śródoperacyjnie zbyt luźne wpasowanie przeszczepu w świetle tunelu kostnego, stosujemy dodatkową jego kompresję biowchłanialną śrubą interferencyjną. Jak obserwujemy w praktyce klinicznej, daje to jeszcze lepsze wyniki leczenia operacyjnego przedniej niestabilności stawu kolanowego u naszych chorych.

6. WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wyników można przedstawić następujące wnioski:

1. Własna modyfikacja sposobu przygotowania przeszczepów z ścięgien zginaczy podudzia w przypadku ich niedostatecznych wymiarów umożliwia uzyskanie porównywalnych wyników klinicznych do uzyskiwanych po anatomicznej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego ze ścięgnem mięśnia półścięgnistego o prawidłowych wymiarach i dobrej jakości.

2. Najczęstszymi powikłaniami po anatomicznej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego u chorych ze złą jakością ścięgna mięśnia półścięgnistego są utrzymujące się śladowe wysięki oraz gorsza stabilność przednia i rotacyjna stawu kolanowego.

3. W przypadku pobrania ścięgna mięśnia półścięgnistego o złej jakości pomimo dostatecznych jego wymiarów, zalecane jest wzmocnienie przeszczepów ścięgnem mięśnia smukłego.

7. PIŚMIENNICTWO

1. Adachi N, Ochi M, Uchio Y, Iwasa J, Kuriwaka M, Ito Y. Reconstruction of the anterior cruciate ligament. Single- versus double-bundle multistranded hamstring tendons. J Bone Joint Surg Br. 2004; 86:515–520.
2. Aglietti P, Buzzi R, Zaccherotti G & DE, Biase P; Patellar tendon vs doubled semitendinosus and gracilis tendons for anterior cruciate ligament reconstruction; Am J Sports Med 1994, Vol22, n°2, p211-218.
3. Akindoilre J, Wilits K, Shelton WR, Giffin R, Bryant D, Kirkeley A The effect of surgical timing on meniscal reparability during ACL reconstruction Presented at the AAOS 75th Annual Meeting, San Francisco, CA, March 2008.
4. Allum R. Complications of Arthroscopic Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament JBJS(B) 2003; Vol.85-B:12-6.
5. Amiel D, Kleiner JB, Roux RD, Harwood FL, Akeson WH The phenomenon of ‘‘ligamentization’’: anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon. J Orthop Res (1986) 4(2):162.
6. Amiel D., Frank C., Harwood F., Frontek J. et all. Tendons and ligaments morphological and biomechanical comparison J.Orthop. Res. 1984 1: 257-265.
7. Amis AA, Dawkins GPC; Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions and related to ligament replacement and injuries. J Bone Joint Surg (1991) Br 73:260-267.
8. Angel J, Arendt E, Bershadsky B: Anterior Cruciate Ligament Injury in National Collegiate Athletic Association Basketball and Soccer. Am J. Sports Med. 2005; 33(4): 524-531.
9. Arnoczky SP, Tarvin GB, Marshall JL Anterior cruciate ligament replacement using patellar tendon. An evaluation of graft revascularization in the dog. J Bone Joint Surg Am (1982) 64(2):217.
10. Arnold M.P., Kooloos J, Van Kampen A. Single-incision technique misses the anatomical femoral anterior cruciate ligament insertion: a cadaver study. (2001) Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 9:194–1998.
11. Asagumo H., Masashi Kimura, Yasukazu Kobayashi, Masanori Taki, Kenji Takagishi Anatomic Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament Using Double-Bundle Hamstring Tendons: Surgical Techniques, Clinical Outcomes and Complications . Arthroscopy 2007;23: 602-609.
12. Bach B.R. Jr. Revision anterior cruciate ligament surgery. Arthroscopy 2003; 19:14-19(suppl.1.)
13. Barber FA, Elrod BF, McGuire DA, Paulos LE, Is an anterior cruciate ligament reconstruction outcome age dependent, Arthroscopy 1996, 12(6), 720.
14. Bochenek A., Reicher M. Anatomia Człowieka Tom I PZWL 1997 Warszawa.

15. Brown CH Jr, Steiner ME, Carson EW (1993) The use of hamstring tendons for anterior cruciate ligament reconstruction.Technique and results. Clin Sports Med. (1993) 12:723–756.

16. Buoncristiani AM, Tjoumakaris FP, Starman JS, Ferretti M, Fu FH, Anatomic Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction - Current Concepts. Arthroscopy, 2006, 22(9):1000-6.

17. Cha PS, Bruckner PU, West RV, Zelle BA, Yagi M, Kurosaka M, Fu FH Arthroscopic double bundle anterior cruciate ligament reconstruction: an anatomic approach. Arthroscopy (2005) 21: 1275.

18. Colombet P, Robinson J, Christel P, Franneschi JP, Dijan P, Bellier G. Sbihi A. Morphology of Anterior Cruciate Ligament attachments for anatomic reconstruction: a cadaveric dissection and radiographic study. Arthroscopy, 2006 Sep; 22(9): 984-92.

19. Crawford C, Nyland J, Landes S, Jackson R, Anatomic double bundle ACL reconstruction: a literature review Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy (2007) 15:946-964.

20. Cross, M, Roger G, Kujawa P. Regeneration of the semitendinosusand gracilis tendons following their transection forrepair of the anterior cruciate ligament. Am J Sports Med. 1991;20:221-223

21. Daniel DM, Malcolm LL, Losse G, Stone ML, Sachs R, Burks R Instrumented measurement of anterior laxity of the knee. J Bone Joint Surg Am (1985) 67:720-726.

22. Dede O, Maheedhara S L-Y, Kilger RH, Abramowitch SD, Woo S L-Y Differences in the Structural Properties of the Anteromedial and Posterolateral Bundles of the Human Anterior Cruciate Ligament; 6th Biennial ISAKOS Congress, Florence Italy 2007.

23. Duthon V.B., Abrassart S., Barea C., Menterey J. Anatomy of the Anterior Cruciate Ligament: a multi-media approach. (mat. zjazdowe) 11th Congress ESSKA2000, Athens 2004.

24. Dziak A, Traya S: Urazy i uszkodzenia w sporcie. Kraków: Wydawnictwo Kasper, 1999.

25. Eriksson K How good are the results of ACL reconstruction? Knee Surg. Sports Traumatolgy and Arthroscopy (1997) 5:137.

26. Eriksson K, Hamberg P, Jansson E, et al. Semitendinosusmuscle in anterior cruciate ligament surgery: Morphology and function. Arthroscopy 2001;17:808-817.

27. Fahey M, Indelicato PA Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament replacement. Am J Sports Med. (1994) 22(3):410.

28. Fankhauser F, Passler JM, Schippinger G, Boldin C, Scarpatetti M Tendon-to-Bone Healing of a Quadrupled Hamstring Tendon Graft Fixed With Biodegradable Screws in an Immature Athlete: A Radiologic, Arthroscopic, Histologic, and Electromicroscopic Investigation. Arthroscopy: (2004) Vol 20, No 9: pp 992-997.

29. Ferreti M, Levicoff EA, Macpherson TA, Moreland MS, Cohen M, Fu FH: The fetal Anterior Cruciate Ligament. An Anatomical and Histological Study. Arthroscopy 2007, 23(3): 278-283.

30. Ferretti M., Starman J., Zantop T., Kaz R., Zelle B.A., Fu F.H., Arthroscopic Anatomy of the Posterolateral Bundle of the ACL 6th Biennial ISAKOS Congress, Florence Italy 2007.

31. Freedman KB, D'Amato MJ, Nedeff DD, Kaz A, Bach BR Jr.Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: A: A metaanalysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts. Am J Sports Med 2003;31:2-11.

32. Friedman MJ. Arthroscopic semitendinosus (gracilis) reconstruction for anterior cruciate ligament deficiency. Techniques in Orthopaedics 2:74-80. 1988.

33. Fu FH ,Ranawat A Tensioning in Double-Bundle ACL Reconstruction. Arthroscopy 2007; 23: 1027.

34. Fu FH, Bennet CH, Ma CB, Menterey J, Lattermann C (2000) Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part II. Operative procedures and clinical correlations.

35. Gabriel MT, Wong EK, Woo SL, Yagi M, Dębski RE Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. J Orthop Res (2004) 22(1): 85-89.

36. Galway HR, Mc Intosh DL The lateral pivot shift: a symptom and sign of anterior cruciate ligament insufficiency. Clin Orthop Relat Res (1980) 147:45–50.

37. Girgis FG, Marshall JL, Al Monajem ARS. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. Clin Orthop 1975;106:216-231.

38. Giron F, Aglietti P, Cuomo P, Mondanelli N, Ciardullo A Anterior cruciate ligament reconstruction with double-looped semitendinosus and gracilis tendon graft directly fixed to cortical bone: 5-year results. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2004)13(2):81–91.

39. Gobbi A, Hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: is it necessary to sacrifice the gracilis? Arthroscopy (2005) 21:3 275-80.

40. Goldblatt JP, Fitzsimmons SE, Balk E, John C. Richmond JC, Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament: Meta-analysis of Patellar Tendon Versus Hamstring Tendon Autograft Arthroscopy (2005) 21; 791-803.

41. Goradia V, Grana W. A comparison of outcomes at 2 to 6 years after acute and chronic anterior cruciate ligament reconstructions using hamstring tendon grafts. Arthroscopy 2001;17:383-392.

42. Górecki A, Uszkodzenia stawu kolanowego Wydanie II, PZWL Warszawa ISBN: 83-200-2611-3.

43. Grassman SR, McDonald DB, Thornton GM, Shrive NG, Frank CB Early healing processes of free tendon grafts within bone tunnels is bone-specific: a morphological

study in a rabbit model. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy (2002) 9:21–26.

44. Hamada M, Shino K, Tomoki M, et al. Cross-sectional area measurement of the semitendinosus tendon for anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy 1998;14:696-701.
45. Hamada M, Shino K, Horibe S et al Single-versus bisocket anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous multiple-stranded hamstring tendons with endobutton femoral fixation: a prospective study. Arthroscopy (2001) 17(8):801–807.
46. Handl M, Držík M, Cerulli G, Povýšil C, Chlpík J, Varga F, Amler E, Trč T; Reconstruction of the anterior cruciate ligament: dynamic strain evaluation of the graft. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy (2007) 15:233-241.
47. Hara K, Kubo T, Suginoshita T, et al. Reconstruction of the anterior cruciate ligament using a double bundle. Arthroscopy 2000;16:860-864.
48. Harner CD, Poehling GG Double bundle or double trouble? Arthroscopy 2004; 201013-1014.
49. Harner CD, Goo HB, Vorgin T, Carlin G, Kashwaguchi S, Woo S: Quantitive Analysis of Human Cruciate Ligament Insertions. Arthroscopy, 1999, 15(7): 741-749.
50. Hart AJ, Buscombe J, Malone A, Dowd GSE Assessment of osteoarthritis after reconstruction of the anterior cruciate ligament. J Bone J Surgery 2005; 87:1483.
51. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athlets. Am J Sports Med. 2005; 33:492-501.
52. Higuchi H, Shirakura K, Kimura M et al Changes in biochemical parameters after anterior cruciate ligament injury. Int Orthop 2006;
53. Hioki S., Fukubayashi T., Ikeda K., Niitsu M., Ochiai N.,Effect of harvesting the hamstrings tendonfor anterior cruciate ligament reconstruction on the morphologyand movement of the hamstrings muscle:a novel MRI technique; Knee Surgery Sports Traumatology and Arthroscopy (2003) 11 : 223–227.
54. Hollis, Takai The effects of knee motion and external loading on the length of the anterior cruciate ligament (ACL): J Biomech Eng. 1991;30(1):43.
55. Howell SM. Gold standard-DLSTG graft. Presented at the AAOSM Specialty Day, New Orleans, LA, February 2003.
56. Hughston J.C.: Complications of anterior cruciate ligament surgery. Orthop.Clinic North Am., 1986, t.16, str.237-240.
57. Hunter RE, The role of graft size and surgical technique on functional outcome following ACL reconstruction, Arthroscopy 1996, 12(3), 380.
58. Järvelä T. Double-bundle versus single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomize clinical study . Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 2006. 10.1007/s00167-006-0254-z.

59. Jones KG, Reconstruction of the anterior cruciate ligament. A technique using the central one-third of the patellar ligament - a follow-up report. J. Bone Join Surg., 52A: 1302-1308, 1970.

60. Jonsson H, Riklund-Ahlstrom K, Lind JT, Positive pivot shift after ACL reconstruction predicts later osteoarthritis:63 patients followed 5-9 years after surgery. Acta Orthop Scand 2004; 75:594-599.

61. Kawamura S, Ying L, Kim HJ, Dynybil C, Rodeo SA Macrophages accumulate in the early phase of tendon-bone healing. J Orthop Res (2005) 23(6):1425.

62. Kennedy JC: Biomechanics of the Knee. Spronger Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1978, str.19-21.

63. Kim SJ, Kim HK Reliability of the anterior drawer test, the pivot shift test and the Lachman test. Clin Orthop. 1995; 317:237-242.

64. Kleiner JB, Amiel D, Roux RD, Akeson WH Origin of replacement cells for the anterior cruciate ligament autograft. J Orthop Res.1986; 4(4):466.

65. Kondo E, Yasuda K, Second-Look Arthroscopic Evaluations of Anatomic Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Relation With Postoperative Knee Stability. Arthroscopy (2007) (Vol. 23, Issue 11, Pages 1198-1209)

66. Kondo E, Yasuda K, Tohyama H, Kudoh T, Aoki Y, Minami A; The effect of electrothermal shrinkage on biomechanical properties of the anterior cruciate ligament. Arthroscopy (2003) (Vol. 19, Issue 6, Pages 48-49)

67. Kondo E, Yasuda K., Ichiyama H, Azuma C,Tohyama H Radiologic Evaluation of Femoral and Tibial Tunnels Created With the Transtibial Tunnel Technique for Anatomic Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, Arthroscopy 2007; 23: 869-876.

68. Kubo T, Hara K, Suginoshita T et al. Anterior cruciate ligament reconstruction using the double bundle method. J Orthop Surg (Hong Kong) 2000; 8(2):59–63.

69. Kuroda R, Kurosaka M, Yoshiya S, Mizuno K (2000) Localization of growth factors in the reconstructed anterior cruciate ligament: immunohistological study in dogs. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2000) 8(2):120.

70. Kurosaka M, Yoshiya S, Andrish J. : A biomechanical comparison of different surgical techniques of graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction Am. J. Sports Med. 15:225-229, 1987.

71. Lipscomb AB, Johnston RK, Synder RB et al. Evaluation of hamstring strength following use of semitendinosus and gracilis tendons to reconstruct the anterior cruciate ligament. Am. J. Sports Med., 1982; 10:340-342.

72. Lohmander L.S. Ostenberg A., Englund M., Roos H. High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury. Arthritis Rheum 2004;50:3145-3152.

73. Lysholm J, Gillquist J Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of scoring scale. Am J Sports Med., 1982; 10:150–15.

74. Łukasik P, Widuchowski J, Faltus R, Widuchowski W, Kwiatkowski G, Reszka P Epidemiologia uszkodzeń więzadła krzyżowego przedniego; Chir. Kolana Artroskopia Traumatologia Sportowa, Nr 3/2006; 27-36.

75. Marcacci M, Paladini-Molgora A, Zaffagnini Z, Alberto Vascellari A, Iacono F, Lo Presti M. Anatomic Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Hamstrings. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, Vol 19, No 5 (May-June), 2003: pp 540-546.

76. Mattias L, Rostgard L, Ejerhed L, Sernert N, Karlsson J, Kartus J, Osteoarthritic changes after Anterior Cruciatel Ligament reconstruction using Bone-patellar tendon-bone or hamstring tendon autografts, A retrospective 7 year follow-up study. 6th Biennial ISAKOS Congress, Florence Italy 2007.

77. Mazurkiewicz S: Współczesne możliwości rozpoznawania i leczenia obrażeń stawu kolanowego. Chirurgia Narządu Ruchu i Ortop. Polska. 1992; 57(2): 3-6.

78. Mc Intosh DL, Darby TA, Lateral Substitution Reconstruction J.Bone J. Surgery, 1976, vol 58-B, 142-145.

79. McGuire DA, Barber FA, Milchgrub S, Wolchok JC. A postmortem examination of poly-L lactic acid interference screws 4 months after implantation during anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy 2001;17:988-992.

80. Ménétrey J, Duthon V. B., Laumonier T, Fritschy D, "Biological failure" of the anterior cruciate ligament graft Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy (2008) 16:224–231.

81. Mochizuki T, Muneta T, Nagase T, Shirasawa S, Akita K, Sekiya I, Cadaveric Knee Observation Study for Describing Anatomic Femoral Tunnel Placement for Two-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Arthroscopy (2006) Vol 22, No 4 : pp 356-361.

82. Mott HW. Semitendinosus anatomic reconstruction for cruciate ligament insufficiency. Clin Orthop (1983);172:90-92.

83. Muneta T, Koga H, Morito T, Yagishita K, Sekiya I, A retrospective study of the mediterm outcome of two-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using quadrupled semitendinosus tendon in comparison with one-bundle reconstruction. Arthroscopy 2006; 22(3), pp252-258.

84. Muneta T, Sekiya I, Yagishita K, Ogiuchi T, Yamamoto H, Shinomiya K, Two-Bundle Reconstruction of the Anterior Cruciate LigamentUsing Semitendinosus Tendon With Endobuttons: Operative Technique and Preliminary Results Arthroscopy: (1999) 15, No 6 (September), pp 618–624.

85. Muneta T, Takakuda K, Yamamoto H. Intercondylar notch width and its relation to the configuration and cross-sectionalarea of the anterior cruciate ligament. A cadaveric knee study. Am J Sports Med 1997; 25:69-72.

86. Muneta T., Koga H, Mochizuki T, Ju Y-J, Hara K, Nimura A, Yagishita K, Sekiya I; A Prospective Randomized Study of 4-Strand Semitendinosus Tendon Anterior Cruciate

Ligament Reconstruction Comparing Single-Bundle and Double-Bundle Techniques. Arthroscopy (2007); 23: 618-628.

87. Nakamura N, Shuji Horibe S, Sasaki S, Kitaguchi T, Tagami M, Mitsuoka T,Toritsuka Y, Hamada M, Shino K, Evaluation of active knee flexion and hamstring strength after anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendons; Arthroscopy (2002) Vol. 18, Issue 6, 598-602.

88. Noyes FR, Barber-Westin SD, Revision anterior cruciate surgery with use of bone-patellar tendon-bone autogenous grafts. J Bone Joint Surg Am. 2001; 83-A:1131–1143.

89. Ochi M, Adachi N, Deie M, Kanaya A, Anterior cruciate ligament augmentation procedure with 1 incision technique: anteromedial bundle or posterolateral bundle reconstruction. Arthroscopy 2006; 22(4):463.e1-463.e5

90. Pinczewski L. : Two-year results of endoscopic reconstruction of isolated ACL ruptures with quadruple hamstring tendon autograft and interference screw fixation, AAOS Annual Meeting, San Francisco, CA, 1997.

91. Pollet V. ,. Barrat D, Meirhaeghe E. , Vaes P. And Handelberg F. The role of the Rolimeter in quantifying knee instability compared to the functional outcome of ACL-reconstructed versus conservatively-treated knees , Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2004 (7:204–208)

92. Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, Joyce B, Shi K, A Meta-analysis of the Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears as Function of Gender, Sport, and a Knee Injury. Arthroscopy, 2007 Dec; 23(12): 1320-1325.

93. Race A, Amis AA. The mechanical properties of the two bundles of the human posterior cruciate ligament. J Biomechanics 1994; 27:13-24.

94. Rispoli DM, Sanders TG, Miller MD, et al Magnetic resonance imaging at different time periods following hamstring harvest for anterior 17:2–8 ligament reconstruction. Arthroscopy 2001;17:2–8 17:2–8.

95. Rodeo SA, Arnoczky SP, Torzilli PA, Hidaka C., Warren RF, Tendon healing in a bone tunnel. A biomechanical and histological study in the dog. J Bone Joint Surg Am, 1993; 75(12): 1795-1803.

96. Roe J, Pinczewski LA, A 7-year follow-up of patellar tendon and hamstring tendon grafts for arthroscopic ACL rec.: AM J Sports Med. 2005; 33: 1337.

97. Rosenberg TD, Graf B, Techniques for ACL reconstruction with Multi-Trac drill guide. Mansfield, MA: Acufex Microsurgical, 1994.

98. Rushton N, Dandy DJ, Taylor CP: The clinical arthroscopic and histological findings after replacement of the ACL with carbon fibre. J.Bone Joint Surg. 1983; 65-B,308.

99. Sakane M, Fox R, Woo SL, In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads: J Orthop. Res, 1997, 15(2): 285-293.

100. Salmon L, Russel V, Musgrove T, Pinczewski L, Refshauge K, Incidence and risk factors for graft rupture and contralateral rupture after anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy 2005; 8:948-957.

101. Scheffler SV, Südkamp NP, Göckenjan A, Hoffmann RFG, Weiler A. Biomechanical comparison of hamstring and patellar tendon graft anterior cruciate ligament reconstruction techniques: The impact of fixation level and fixation method under cyclic loading. Arthroscopy 2002; 18:304-315.

102. Segawa H, Omori G, Koga Y, et al. Rotational muscle strength of the limb in anterior cruciate ligament reconstruction using semitendinosus and gracilis tendon. Arthroscopy 2002; 18:177-182.

103. Shino K, Kawasaki T, Hirose H, et al. Replacement of the anterior cruciate ligament by allogenic tendon graft: An experimental study in dogs. J Bone Joint Surg Br 1984; 66:672-681.

104. Shino K, Nakata K, Nakamura N, Toritsuka Y, Nakagawa S, Horibe S Anatomically Oriented Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with a Bone–Patellar Tendon–Bone Graft via Rectangular Socket and Tunnel: A Snug-fit and Impingement-Free Grafting Technique. Arthroscopy, 2005; 21, No 11 (Nov), 1402.e1-1402.

105. Shirakura K., Terauchi M., Kizuki S., Moro S., Kiura M., The natural history of untreated anterior cruciate tears in recreational athletes, Clin. Orthop. 1995; 317,227.

106. Siebold R, Dehler C, ACL reconstruction with hamstrings: prospective randomized comparison of ‘‘double-bundle’’to ‘‘single-bundle’’ technique. Proceedings of the 12th ESSKA 2000 Congress, Innsbruck, Austria, May 24–27, 2006.

107. Sisto DJ, Cook DL, Revision of failed synthetic ACL reconstructions, Arthroscopy 1996; 12(3), 269-271.

108. Slocum DB, Larson RL, Pes Anserinus Transplantation: A Surgical Procedure for Control of Rotatory Instability of the Knee. J.Bone Jt Surgery, 1968, t. 50-A, p. 226-242.

109. Smith DB, Pickle AR, Whitehead TS, Oliver S, Johnson DJ, Electrothermal Shrinkage for the Lax Anterior Cruciate Ligament: A Look at Longer Term Results 6th Biennial ISAKOS Congress, Florence Italy 2007.

110. Strum GM, Larson RL, Clinical experience and early results of carbon fibre augmentation of ACL reconstruction of the knee. Clin. Orthop.1985; 196, 124.

111. Takai S, Woo SL, Livesay GA, Adams DJ, Fu FH. Determination of the in situ loads on the human anterior cruciateligament. J Orthop Res 1993; 11:686-695.

112. Tohyama H, Beynnon BD, Johnson RJ, et al. The effect of anterior cruciate ligament graft elongation at the time of implantation on the biomehanical behavior of the graft and knee. Am j Sports Med. 1996; 24:608-614.

113. Tohyama H, Yoshikawa T, Yasuda K, Revascularization in the tendon graft following anterior cruciate ligament reconstruction of the knee: Its mechanism and regulation Journal of Biomechanics, 2006 (Vol. 39, Page S61).

114. Toritsuka Y, Shino K, Horibe S et al., Second-look arthroscopy of anterior cruciate ligament grafts with multistranded hamstring tendons. Arthroscopy 2004; 20(3):287–293.

115. Treme GP, Hart J, Miller M, Carson EW, Diduch DR Relationship of Clinical Anthropometric Measurments with Hamstring Autograftt Size Presented at the AAOS 75th Annual Meeting, San Francisco, CA, March 2008.

116. Trzaska T. Aktualne metody rekonstrukcji więzadeł krzyżowych kolana. Med.Sport. 2002; 6 (Suppl.2), 19.

117. Viola R, Sterett W, Newfield D, et al. Internal and externaltibial rotation strength after anterior cruciate ligament reconstructionusing ipsilateral semitendinosus and gracilis tendon autografts. Am J Sports Med 2000;28:552-555.

118. Viola R., Steadman R., Mair S., Briggs K., Sterett W. Anterior Cruciate Ligament Ijury Among Male and Female Professional Alpine Skiers. Am. J. Sports Med.. 1999; 27(6): 793-795.

119. Warren RF, Primary Repair of the Anterior Cruciate Ligament. Clin.Orthop.,1983; t. 172, 65.

120. Webb J, Corry I, Injuries of the sporting knee, Br. J. Sports Med. 2000; 34(5), 395.

121. Webster KE, Feller JA, Semitendinosus or Combained Semitendinosus and Gracilis Tendons for Four Strand Hamstring Tendon ACL Reconstruction? 6th Biennial ISAKOS Congress, Florence Italy 2007.

122. Weiler A, Hoffmann RFG, Bail HJ, Rehm O, Südkamp NP Tendon healing in a bone tunnel. Histologic analysis after biodegradable interference fit fixation in a model of anterior cruciate ligament reconstruction in sheep. Arthroscopy 2002; Vol 18, No 2: pp 124–135.

123. Widuchowski J : Artroskopia w diagnostyce i leczeniu uszkodzeń urazowych i schorzeń stawu kolanowego. Katowice: wyd.: Sport&Med., 2002.

124. Widuchowski J. Diagnostyka obrażeń stawu kolanowego u sportowców. Med.Sport. 1998, 2(4), 27.

125. Witoński D, Dorman T, Rekonstrukcja więzadła krzyżowego przedniego autogennym przeszczepem kostno-więzadłowo-kostnym – ocena zależności pomiędzy lokalizacją kanałów kostnych a wynikiem klinicznym. Chir. Narz. Ruchu Ortop.Pol. 2003; 68, 1, 29.

126. Wright V, Warren RF, Wiskiewicz TL, Pavlov H, Marx RG Long-Term Results of ACL Reconstruction with Bone-Patell-Bone Autograft: 23 Year Follow-Up; Presented at the AAOS 75th Annual Meeting, San Francisco, CA, March 2008.

127. Yagi M, Kuroda R, Hoshino Y et al., Prospective-randomized comparison of single antero-medial, single postero-lateral and anatomic ACL reconstruction. 12th ESSKA 2000 Congress, Innsbruck, Austria, May 24–27, 2006, Oral Presentation#32.

128. Yagi M, Wong EK, Kanamori A, Dębski RE, Fu FH, Woo SL, Biomechanical Analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sprts Med 2002; 30:660-666.

129. Yamamoto Y, Hsu Y, Woo SL et al. Knee stability and graft function after anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of a lateral and an anatomical femoral tunnel placement. Am J Sports Med. 2004; 32(8):1825-1832.

130. Yamazaki S, Yasuda K, Tomita F, et al. The effect of graft-tunnel disparity on healing of the double flexor tendon graft within the bone tunnel in anterior cruciate reconstruction. The American Journal of Sports Medicine, 2002; 30:498-505.

131. Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H, Tanabe Y, Tohyama H Clinical Evaluation of Anatomic Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Procedure Using Hamstring Tendon Grafts: Comparisons Among 3 Different Procedures, Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery; March 2006 (Vol. 22, Issue 3, Pages 240-251)

132. Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H, Tanabe Y, Tohyama H Surgical and biomechanical concepts of anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. Operative Techniques in Orthopaedics; April 2005 (Vol. 15, Issue 2, Pages 96-102)

133. Yasuda K., Kondo E., Ichiyama H., et al. Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligemant Rusing hamstring tendon grafts. Arthroscopy 2004;20:1015-1025.

134. Yoshiya S, Andrish JT, Manley MT, Bauer TW Graft tension in anterior cruciate ligament reconstruction. An in vivo study in dogs. Am J Sports Med (1987) 15(5):46.

135. Yunes M, Richmond JC, Engels EA, Pinczewski LA Patellar versus hamstring in anterior cruciate ligament reconstruction: a meta analysis. Arthroscopy (2001) 17:248-257.

136. Zantop T, Petersen W, Sekiya JK, Musahl V, Fu FH, Anterior cruciate ligament anatomy and function relating to anatomical reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2006 Oct; 14 (10): 982-92.

137. Zantop T, Kubo S, Petersen W, Musahl V., Fu FH, Current Techniques in Anatomic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Arthroscopy 2007; 23:938-947.

138. Zariczny J B. Reconstruction of the anterior cruciate ligament using free tendon graft Am J Sports Med. 1983, Vol 11, n°3, p164- 176.

139. Zysk SP, Refior HJ. Operative or conservative treatment of the actuely torn anterior cruciate ligemant in middle-aged patients. A follow-up study of 133 patients between the ages of 40 and 59. Arch. Orthop. Trauma Surg. 2000, 120(1) 5.

8. STRESZCZENIE

Wprowadzenie: Artroskopowa rekonstrukcja więzadła krzyżowego przedniego jest postępowaniem z wyboru w przypadku przedniej niestabilności stawu kolanowego. Obecnie obserwuje się dynamiczny rozwój techniki anatomicznej rekonstrukcji WKP za pomocą dwóch pęczków, która ma na celu odtworzenie jego prawidłowej budowy i funkcji. Stosowana przez wielu chirurgów technika mocowania przeszczepów systemem Endobutton® jest wymagająca zważywszy, że jedną z zasad metody jest przygotowanie dwóch przeszczepów z autogennego ścięgna ST, bez użycia ścięgna GR. Wymiary przeszczepów muszą zapewnić odpowiednią ich wytrzymałość mechaniczną i wystarczająco długie odcinki wewnątrzkanałowe, dla prawidłowego przebiegu procesów wgajania i ligamentyzacji. W wielu przypadkach nie uzyskuje się autogennego ścięgna o zadowalających wymiarach, a czasami pomimo dobrych wymiarów jego struktura jest złej jakości. W takich sytuacjach, aby uzyskać odpowiednią wielkość i jakość przeszczepu, modyfikuje się sposoby przygotowania przeszczepu pęczków, pobierając dodatkowo ścięgno GR.

Cele pracy:

1. Ocena wyników anatomicznej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego po zastosowaniu własnych modyfikacji techniki przygotowania przeszczepów ze ścięgien zginaczy podudzia.
2. Ocena wpływu odmian budowy ścięgna mięśnia półścięgnistego stosowanego jako przeszczep, na wynik anatomicznej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego.
3. Wyznaczenie sposobu postępowania w przypadku stwierdzenia dostatecznych wymiarów lecz złej jakości ścięgna mięśnia półścięgnistego pobranego na przeszczep..

Materiał i metody:

Badanie wykonano u 102 chorych w wieku od 16 do 56 lat (średnio 29,9 lata) u których wykonano anatomiczną rekonstrukcję więzadła krzyżowego przedniego techniką czterotunelową, w okresie od marca 2004 roku do kwietnia 2006 roku. Wśród nich były 23 kobiety w wieku od 18 do 50 lat (średnio 31,3 lat) oraz 79 mężczyzn w wieku od 16 do 56

lat (średnio 29,7 lat). Wszystkich leczonych podzielono na 3 grupy w zależności od jakości ścięgna ST i sposobu przygotowania przeszczepów:

Grupa R - pacjenci z dobrą jakością i wystarczającymi wymiarami ścięgna ST, z którego wykonano dwa przeszczepy techniką standardową (grupa referencyjna),

Grupa I - pacjenci ze złą jakością lecz wystarczającymi wymiarami ścięgna ST, z którego wykonano dwa przeszczepy techniką standardową,

Grupa II - pacjenci z niewystarczającymi wymiarami ścięgna ST, z którego wykonano dwa przeszczepy techniką modyfikowaną z dodatkowym ścięgnem GR.

Wyniki i wnioski:

Wyniki leczenia niestabilności stawu kolanowego oceniono w 6 i 12 miesiącu po operacji .W badaniu klinicznym stosowano: subiektywną ocenę chorego skalą Lysholma, badanie artrometrem Rolimeter – Aircast, test pivot-shift, pomiar ograniczeń ruchomości biernej oraz badanie obecności wysięku w stawie kolanowym. Wyniki oceny subiektywnej według skali Lysholma i ograniczeń ruchomości biernej były porównywalne między grupami Oceniając stabilność przednią badaniem atrometrycznym oraz rotacyjną testem pivot-shift nie stwierdzono znamienności statystycznej, jednak stwierdzono znamiennie mniejszy odsetek wyników bardzo dobrych wg IKDC2000 w grupie I, w obu okresach badawczych. W grupie II uzyskano znamiennie lepszy wynik stabilności przedniej z porównaniu z grupą referencyjną (R). W grupie I i II stwierdzono znamiennie większy odsetek śladowych wysięków w porównaniu z grupą referencyjną w obu okresach badawczych. Wyniki badań pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Własna modyfikacja sposobu przygotowania przeszczepów z ścięgien zginaczy podudzia w przypadku ich niedostatecznych wymiarów umożliwia uzyskanie porównywalnych wyników klinicznych do uzyskiwanych po anatomicznej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego ze ścięgnem mięśnia półścięgnistego o prawidłowych wymiarach i dobrej jakości.
2. Najczęstszymi powikłaniami po anatomicznej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego u chorych ze złą jakością ścięgna mięśnia półścięgnistego są utrzymujące się śladowe wysięki oraz gorsza stabilność przednia i rotacyjna stawu kolanowego.

3. W przypadku pobrania ścięgna mięśnia półścięgnistego o złej jakości pomimo dostatecznych jego wymiarów, zalecane jest wzmocnienie przeszczepów ścięgnem mięśnia smukłego.

Słowowa kluczowe: Więzadło krzyżowe przednie, Anatomiczna rekonstrukcja ACL, Dwupęczkowa rekonstrukcja ACL, Technika czterotunelowa, Ścięgna zginaczy podudzia, Jakość przeszczepu autogennego.

9. SUMMARY

The meaning of quality and graft preparing manner with hamstring tendons in anterior knee instability treatment with four tunnel technique.

Introduction: The anatomical double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction development is presently observed, a its purpose is to restore proper ACL anatomy and function. The Endobutton® anchoring system used by many surgeons is very demanding, considering that one of the rules is to create two bundles using autogenous semitendinosus tendon only without gracillis tendon harvesting.

The dimensions of the graft have to provide its proper mechanical strength and intratunnel length enough to maintain heeling and ligamentization process in its appropriate.

In many cases it is not possible to obtain satisfactory autogenous tendon in its length and thickness. To maintain acceptable size and quality of the graft in such situations, it is necessary to modify grafts by preparation technique with additional GR tendon harvesting. Some cases are fined with poor tissue quality despite the measurements are accepted.

Purpose:

1. Results evaluation after anatomical ACL reconstruction of the knee with modified graft preparation technique, using hamstring tendons.
2. The influences of ST tendon structural changes used as the graft on anatomical ACL reconstruction results.
3. Assignment of manner procedure in case of poor ST tendon quality despite its acceptable size.

Materials and Methods:

One hundred and two (102) consecutive patients aged from 16 to 56 years (average 29,9 years) who had a four tunnel anatomical ACL reconstruction from March 2004 to April

2006 were followed-up in 6th and 12th month. Among them were twenty-three women aged from 18 to 50 years (average 31,3 years) and seventy-nine men aged from 16 to 56 years (average 29,7 years). All patients were divided into three groups depending on ST tendon quality and grafts preparation technique.

Group R – The patients with high quality and good dimensions for the ST tendon prepared as a two grafts in the standard way (reference group);

Group I– The patients with poor quality but acceptable dimensions for the ST tendon prepared as a two grafts in the standard way;

Group II– The patients with inappropriate ST tendon size, which had modified grafts preparing with additional GR tendon application.

Results of the anterior knee instability treatment were evaluated in 6th and 12th month after surgery by clinical examination with subjective patient estimate by Lysholm score, Arthrometer measurements with Rolimeter-Aircast®, pivot-shift test, passive motion deficit and effusion presence in the knee.

Results and conclusions:

The results of subjective evaluation by Lysholm score and passive motion deficit were comparable among the groups.

Anterior stability evaluated with arthrometer and rotational stability evaluated with pivot-shift test were comparable between groups, meanwhile very good results percentage (A) according to IKDC2000 was significantly less in group I than in group R in both follow-up periods. The anterior stability were significantly better in group II compared with reference group (R).

Concerning effusion presence in the joint, groups I and II had signicantly higher percentage of mild effusion cases in both periods.

The results of the study yielded following conclusions:

1. Own modified technique for grafts prepared with hamstring tendons in cases their inappropriate measurements allows to reach clinical results comparable with anatomical ACL reconstruction using a good quality and satisfactory size ST tendon.

2. The most frequent complications in patients with less ST tendon quality are the presence of mild effusion and less anterior and rotational stability of the knee.
3. In case of poor ST tendon quality despite its well size, it is advised grafts augmentation with GR tendon.

Key Words: Anterior cruciate ligament; Anatomic ACL reconstruction; Double bundle ACL reconstruction; Four tunnel technique; Hamstrings, Autogenous graft quality.