

Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

Wydział Lekarski



Rozprawa doktorska

lek. Andrzej Wielgus

***Ocena zależności pomiędzy rekonstrukcją więzadła krzyżowego
przedniego a rozwojem zmian zwyrodnieniowych stawu kolanowego***

Promotor: dr hab. n. med. Szymon Łukasz Dragan

Wrocław 2024

Pragnę serdecznie podziękować wszystkim, którzy mieli swój udział w powstaniu niniejszej pracy.

Pracownikom Kliniki Transplantacji Szpiku, Onkologii i Hematologii Dziecięcej za trud pracy oraz zaangażowanie w ratowanie życia najmłodszych.

Koleżankom i Kolegom z Kliniki Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu, którzy otworzyli przede mną piękny świat chirurgii ortopedycznej i zachęcali do jego zgłębiania, ucząc przy tym zachowania tradycyjnych wartości etycznych.

Panu profesorowi Szymonowi Draganowi, bez którego praca ta nie mogłaby powstać, za ciągłe wsparcie w rozwoju zarówno zawodowym i naukowym.

Calej rodzinie za szczególne zaangażowanie oraz poświęcenie w przejściu przez tę wyboistą drogę.

Pracę dedykuję mojej żonie Jagodzie oraz dzieciom – Łukiemu i Matiemu.

Dziękuję.

Spis treści

| | |
|--|----|
| Wykaz zastosowanych w pracy skrótów i oznaczeń..... | 4 |
| 1. Wstęp | 6 |
| 1.1. Wprowadzenie | 6 |
| 1.2. Anatomia stawu kolanowego | 9 |
| 1.3. Biomechanika stawu kolanowego | 13 |
| 1.4. Epidemiologia uszkodzeń więzadła krzyżowego przedniego | 16 |
| 1.5. Diagnostyka uszkodzeń więzadła krzyżowego przedniego | 18 |
| 1.6. Rys historyczny leczenia uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego | 20 |
| 1.7. Aktualny stan wiedzy o leczeniu uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego..... | 23 |
| 2. Cele i założenia pracy | 26 |
| 3. Materiał i metody | 27 |
| 4. Wyniki | 40 |
| 5. Omówienie wyników i dyskusja | 54 |
| 6. Wnioski | 66 |
| 7. Podsumowanie | 66 |
| Streszczenie | 67 |
| Summary | 70 |
| Bibliografia | 73 |
| Spis tabel, wykresów i rycin | 86 |

Wykaz zastosowanych w pracy skrótów i oznaczeń:

ACL – *anterior cruciate ligament* – więzadło krzyżowe przednie

ACLR – *anterior cruciate ligament reconstruction* – rekonstrukcja więzadła krzyżowego przedniego

ACL-QOL – *anterior cruciate ligament – quality of life* – jakość życia związana z więzadłem krzyżowym przednim

AM – *anteromedial bundle* – pęczek przednio-przyśrodkowy

ALL – *anterolateral ligament* – więzadło przednio-boczne

BMI – *body mass index* – wskaźnik masy ciała

BPTB – *bone-patellar tendon-bone* – kość-więzadło rzepki-kość

BT – *biceps tendon* – ścięgno m. dwugłowego uda

dMCL – *deep medial collateral ligament* – warstwa głęboka więzadła pobocznego przyśrodkowego

G – *gracilis* – ścięgno m. smukłego

IKDC – *International Knee Documentation Committee* – skala międzynarodowego komitetu ds. stawu kolanowego

ITB – *iliotibial band* – pasmo biodrowo-piszczelowe

LCL – *lateral collateral ligament* – więzadło poboczne boczne

LET – *lateral extraarticular tenodesis* – tenodeza zewnątrzstawowa boczna

LFC – *lateral femoral condyle* – kłykieć udowy boczny

LM – *lateral meniscus* – łąkotka boczna

MCL – *medial collateral ligament* – więzadło poboczne przyśrodkowe

MFC – *medial femoral condyle* – kłykieć udowy przyśrodkowy

MM – *medial meniscus* – łąkotka przyśrodkowa

PCL – *posterior cruciate ligament* – więzadło krzyżowe tylne

PL – *posterolateral bundle* – pęczek tylnoboczny

PLC – *posterolateral complex* – kompleks tylnoboczny

PLT – *popliteus tendon* – ścięgno mięśnia podkolanowego

POL – *posterior oblique ligament* – więzadło tylne skośne

PROM – *patient reported outcome measures* – miary wyników zgłaszane przez pacjentów

PT – *patellar tendon* – więzadło rzepki

SH – *Soto-Hall test* – test Soto-Halla

sMCL – *superficial medial collateral ligament* – warstwa powierzchowna więzadła pobocznego przyśrodkowego

ST – *semitendinosus* – ścięgno m. półścięgnistego

StG – *semitendinosus and gracilis* – ścięgno m. półścięgnistego i smukłego

STS – *side-to-side* – strona ipsilateralna do strony kontralateralnej

VAS – *visual analogue scale* – skala wzrokowo-analogowa

1. Wstęp

1.1. Wprowadzenie

Budowa anatomiczna i biomechanika stawu kolanowego są bardzo złożone, a sam staw narażony jest na różnorodne urazy podczas codziennej aktywności. Jako największy staw w ludzkim organizmie przenosi znaczne obciążenia a duże siły, w tym skrętne, na niego oddziałujące wymagają angażowania licznych struktur w zapewnieniu jego prawidłowej funkcji i stabilności. W wyniku urazów dochodzi zarówno do izolowanych jak i mnogich, uszkodzeń poszczególnych struktur. Do najczęściej opisywanych w literaturze uszkodzonych struktur należą: więzadło krzyżowe przednie (ACL), łąkotki oraz więzadło poboczne przyśrodkowe (MCL).¹⁻³ Większość stanowią uszkodzenia złożone i mnogie.

Uszkodzenie więzadła krzyżowego przedniego jest jednym z najczęstszych urazów sportowych i stanowi istotny społecznie czynnik czasowego wykluczenia chorobowego i nierzadko ogranicza możliwości aktywności sportowej. Zgodnie z raportami urazy te występują u 29-38 osób na 100 tysięcy mieszkańców.⁴⁻⁶ Zdecydowanie częściej dotyczą osób młodych. W grupie osób w wieku 15-39 lat do uszkodzeń dochodzi u 91 osób na 100 tysięcy mieszkańców.⁷ W większości są to osoby aktywne zawodowo, często na początkowym etapie kariery, dlatego dłuższa, pourazowa absencja zawodowa stanowi dla nich problem ekonomiczny i psychologiczny. Dla społeczeństwa i systemów powszechnych ubezpieczeń społecznych pourazowe zwolnienia chorobowe wiążą się z nieobecnością w pracy i niosą za sobą istotny koszt socjoekonomiczny, który w Stanach Zjednoczonych jest szacowany na 38 tys. dolarów za obywatela z uszkodzonym ACL poddanego jego rekonstrukcji.⁸

Z tego powodu po urazie skrętnym stawu kolanowego z towarzyszącym uszkodzeniem więzadła krzyżowego przedniego, którego można doznać zarówno podczas uprawiania sportu, jak i podczas aktywności życia codziennego, niezmiernie ważna jest wczesna diagnostyka, odpowiednie postępowanie terapeutyczne i rehabilitacyjne. Właściwa kwalifikacja chorego do odpowiedniej grupy terapeutycznej i wczesne podjęcie leczenia zmniejsza straty finansowe, a przede wszystkim znacznie przyspiesza powrót chorego do normalnej aktywności.

Na przestrzeni lat wypracowano wiele teorii dotyczących leczenia uszkodzeń więzadła krzyżowego przedniego. Częściowe uszkodzenia, z zachowaniem ciągłości więzadła, przez część autorów i lekarzy klinicystów kwalifikowane są do leczenia zachowawczego z zastosowaniem odpowiedniego protokołu rehabilitacyjnego.⁹ Zdecydowana większość istotnych klinicznie uszkodzeń to uszkodzenia masywne, z przerwaniem ciągłości więzadła, powodujące utratę jego funkcji (83%).^{9,10} Pacjenci z takimi rozpoznaniemami kwalifikowani są do leczenia operacyjnego. Jest to konieczne ze względu na odczuwalną niestabilność stawu. Podkreślenia wymaga jednak fakt, że za stabilność stawu kolanowego odpowiada nie tylko więzadło krzyżowe przednie. Za proces stabilizacji odpowiedzialne jest wiele struktur i każda z nich musi być odpowiednio zbadana i zdiagnozowana przed podjęciem leczenia. Pourazowa niestabilność stawu kolanowego często jest wielopłaszczyznowa i wynika z uszkodzenia wielostrukturalnego, które należy leczyć kompleksowo.

Powszechność uszkodzenia sprawia, że zabiegi rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego są, poza endoprotezoplastykami stawów biodrowych i kolanowych, jednymi z najczęściej wykonywanych planowych operacji ortopedycznych na świecie.¹¹

Operacja rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego polega na wykorzystaniu graftu (innej tkanki lub materiału sztucznego) i wszczepieniu go w miejsce natywnego ACL w celu odzyskania prawidłowej stabilności, biomechaniki, a co za tym stoi funkcji stawu.

Początkowo operacje były przeprowadzane z wykorzystaniem klasycznych dostępów, „na otwarty”, wykorzystując artrotomię i uzyskując pełny wgląd do stawu. Wiązało się to jednak z nieadekwatnie rozległym w stosunku do typu zabiegu operacyjnego dostępem operacyjnym oraz przedłużającym się procesem gojenia i rekonwalescencji. Rozwój technologii i medycyny, który nastąpił w ostatnich dziesięcioleciach, umożliwił zastosowanie mniej inwazyjnych technik operacyjnych i obecnie operacje te przeprowadzane są pod kontrolą artroskopu. Na przestrzeni lat opracowano także wiele technik dotyczących wykonywania portali, wykorzystywanych do obrazowania struktur śródstawowych i wiercenia kanałów kostnych pod umieszczenie graftu.

Obecnie wykorzystane jest szerokie spektrum materiałów do tworzenia graftów - tkanki autologiczne, tkanki allogeniczne czy przeszczepy sztuczne. W przypadku graftów autologicznych wykorzystywane są m.in. ścięgna mięśni kulszowo-goleniowych, więzadło rzepki wraz z bloczkami kostnymi czy ścięgno m. czworogłowego uda.

Najczęściej używane tkanki allogeniczne to ścięgna mięśnia piszczelowego przedniego, czy ścięgno Achillesa.

Rozwojowi uległy także techniki mocowania graftu do kości. Stosowane są różnego rodzaju zawieszki, skoble, śruby interferencyjne, guziki czy bloczki kostne fiksowane w technice press-fit.

Pomimo planowego trybu przeprowadzania operacji umożliwiającego optymalne przygotowanie do zabiegu, zarówno pacjenta, jak i chirurga, wstępne obserwacje kliniczne wykazywały różnice zarówno w pooperacyjnym obrazie radiologicznym, jak i wynikach klinicznych oraz zadowoleniu pacjentów. Rezultat taki obserwowany był pomimo stosowania prawidłowej techniki operacyjnej. Rozbieżności w wynikach dotyczyły stopnia pooperacyjnego rozwoju zmian zwyrodnieniowych, zależności wyniku klinicznego od sposobu i kierunku poprowadzenia kanałów kostnych, a przede wszystkim stopnia pooperacyjnej stabilności stawu i powrotu pacjenta do przedoperacyjnego stopnia sprawności ruchowej.

Z tego powodu będąc lekarzem praktykiem i aktywnym artroskopistą podjąłem się wieloaspektowej oceny wpływu stosowanej powszechnie przed laty techniki rekonstrukcji ACL „transtibial” w funkcji czasu.

1.2. Anatomia stawu kolanowego

Staw kolanowy jest stawem zawiasowym zmodyfikowanym, w którym dochodzi do zginania, prostowania i ruchów rotacyjnych. Tworzą go struktury kostne, chrząstka stawowa, łąkotki, więzadła a także otaczająca torebka stawowa.^{12,13}

Do struktur kostnych zalicza się koniec dalszy kości udowej, bliższy kości piszczelowej oraz rzepkę. Elementy kostne części dalszej kości udowej wchodzące w skład stawu kolanowego to kłykcie przyśrodkowy i boczny, dół międzykłykciowy oraz bloczek kości udowej. Struktury części bliższej kości piszczelowej tworzące staw kolanowy to kłykcie przyśrodkowy i boczny oraz wyniosłość międzykłykciowa z dwoma guzkami. Wyróżnia się powierzchnie stawowe na bloczku kości udowej oraz rzepce dla stawu rzepkowo-udowego oraz na kłykciach kości piszczelowej i udowej dla stawu piszczelowo-udowego.^{14,15} Powierzchnie stawowe pokryte są chrząstką szklistą, która umożliwia ruch o niskiej wartości siły tarcia i odpowiada za przenoszenie obciążeń oraz amortyzację drgań. Chrząstka nie posiada własnego ukrwienia i odżywiana jest poprzez dyfuzję z płynu stawowego oraz od strony macierzy kości podchrzęstnej.^{16,17} Chrząstka w obrębie stawu kolanowego jest najgrubsza w całym organizmie i mierzy 1,98-2,14 mm w stawie piszczelowo-udowym i 2,5 mm na rzepce.¹⁸⁻²⁰ Nieprawidłowa jej struktura i grubość, wynikające ze zużycia lub uszkodzeń, prowadzą do wzrostu ciśnienia w obrębie dobrze unerwionej warstwy podchrzęstnej kości i powstawania dolegliwości bólowych.¹⁷ Kłykcie kości piszczelowej swoim kształtem nie są dobrze dopasowane do krzywizn odpowiadających im kłykci kości udowej. Nieco większy kłykieć przyśrodkowy ma płaską powierzchnię, zaś mniejszy boczny powierzchnię wypukłą. Ponadto wykazują one tyłopochylenie plateau o około 10 stopni wobec trzonu kości piszczelowej.^{14,21} Jednak brak kongruencji powierzchni stawowych jest bardziej pozorny niż prawdziwy, ponieważ łąkotki obecne w obu przedziałach stawu zwiększają powierzchnię kontaktu i dopasowania uda z podudziem.²²

Staw otoczony jest torebką stawową, której wewnątrz określone jest jamą stawową. Na podstawie lokalizacji struktury tworzące staw kolanowy możemy podzielić na struktury wewnątrzstawowe oraz zewnątrzstawowe.^{14,15}

Łąkotki są to struktury łącznotkankowe, włóknistochrzęstne, o dużej sprężystości i kształcie przypominającym półksiężyc, a w przekroju poprzecznym trójkąt.²³ Wyróżnia się łąkotkę przyśrodkową oraz łąkotkę boczną. Znajdują się one wewnątrzstawowo pomiędzy kłykciami odpowiednio przyśrodkowymi i bocznymi kości udowej i piszczelowej, tworząc razem z odpowiadającymi kłykciami przedziały stawu kolanowego o analogicznych nazwach. Obie w swojej części obwodowej są grubsze i przyczepiają się do torebki stawowej, zaś od wnętrza stawu posiadają cieńszy brzeg wolny. W obrębie każdej z nich wyróżnia się róg przedni, trzon oraz róg tylny, a także korzenie przedni i tylny, które zapewniają im połączenie z kością.²⁴ Łąkotka przyśrodkowa, patrząc od góry, ma kształt litery C, pokrywa 50-60% odpowiadającej sobie powierzchni stawowej piszczelowej i jest silniej związana z torebką stawową oraz więzadłem pobocznym przyśrodkowym, co powoduje mniejszą jej mobilność i większą podatność na urazy.^{22,25} Łąkotka boczna jest bardziej zaokrąglona, pokrywa większą część powierzchni stawowej bocznej, zaś obwodowy przyczep do torebki stawowej jest w tylnej części przerwany, tworząc rozwór, przez który przechodzi ścięgno mięśnia podkolanowego. Powierzchnie proksymalne łąkotek są wklęsłe, dopasowane do wypukłości kłykci kości udowej, zaś powierzchnie dystalne płaskie i spoczywają na plateau piszczeli.²¹ Łąkotki pełnią szereg funkcji istotnych dla prawidłowego funkcjonowania stawu kolanowego. Są odpowiedzialne za przenoszenie obciążeń oraz ich rozkład na większą powierzchnię plateau kości piszczelowej, poprawiają kongruencję powierzchni stawowych udowych i piszczelowych, pełnią rolę dodatkowych stabilizatorów, biorą udział w przepływie płynu stawowego do powierzchni stawowych oraz zapobiegają wkliniwaniu się tkanek miękkich do przestrzeni stawowej.^{21,23,26-28}

Ich brak, który może być wynikiem całkowitej meniscektomii, powoduje szybki rozwój choroby zwyrodnieniowej stawu kolanowego.²⁸⁻³¹

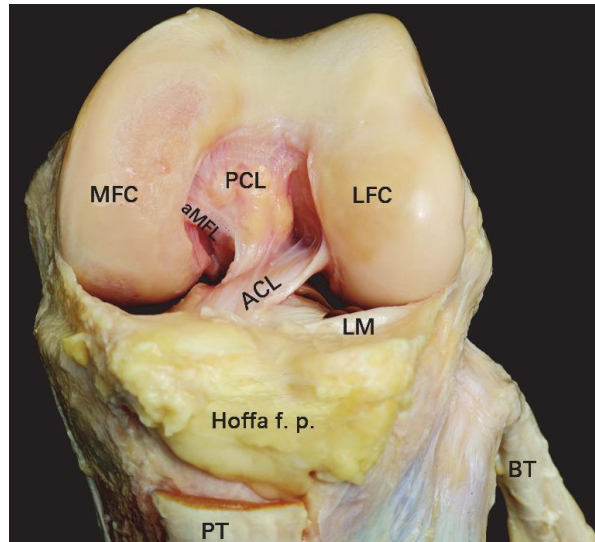
Więzadła są strukturami, które zapewniają prawidłową stabilność stawu w pełnym zakresie ruchu. Do najważniejszych z nich zaliczamy więzadło poboczne strzałkowe (LCL), poboczne piszczelowe (MCL), krzyżowe przednie (ACL) i krzyżowe tylne (PCL) – ryc.1. Ich nazwy pochodzą od miejsca przyczepu dystalnego. Więzadła poboczne proksymalnie mają swoje przyczepy w okolicy nadkłykci kości udowej, strzałkowe boczne, zaś piszczelowe przyśrodkowe. Przyczepy dystalne zlokalizowane są na

odpowiednio szczyt głowy strzałki oraz powierzchni przyśrodkowej części bliższej kości piszczelowej około 4,6 cm poniżej szpary stawu dla warstwy powierzchniowej (sMCL) oraz 2,3 cm dla warstwy głębokiej (dMCL). Więzadło krzyżowe tylne (PCL) ma swój przyczep proksymalny na przyśrodkowym ograniczeniu wcięcia międzykłykciowego kości udowej, które stanowi boczna powierzchnia MFC. W swoim przebiegu kieruje się dystalnie ku tyłowi oraz nieco bocznie, znajdując przyczep dystalny do tyłu od przyczepów rogów tylnych łąkotki przyśrodkowej i bocznej w tylnej części wyniosłości międzykłykciowej kości piszczelowej dochodząc do tylnego brzegu kości piszczelowej.²¹

Ponadto coraz częściej podnoszona jest istota więzadła przednio-bocznego (ALL), które jest zgrubieniem torebki stawowej w przednio-bocznej jej części. Ma ono wpływ na biomechanikę stawu, co zostało opisane w kolejnym rozdziale.

Anatomia ACL

Więzadło krzyżowe przednie rozciąga się od przyśrodkowej powierzchni kłykcia bocznego kości udowej, stanowiącego boczną ścianę wcięcia międzykłykciowego ku przodowi i przyśrodkowi do dołka międzykłykciowego przedniego kości piszczelowej, gdzie znajduje swój przyczep pomiędzy przyczepami rogów przednich łąkotki przyśrodkowej (od przodu) i łąkotki bocznej (od tyłu). Przez wiele lat powszechnie uważano, że składa się ono z dwóch pęczków – przednioprzyśrodkowego oraz tylnobocznego.^{32,33} Ich nazwy związane są z lokalizacją przyczepu piszczelowego w przedniej części plateau. Odkrycie to przyczyniło się do ewolucji technik i teorii rekonstrukcji więzadła. Pojawiały się także doniesienia o większej ilości pęczków, tworzących ACL.³⁴ Śmigieński i wsp. w swoich badaniach kadawerowych, zasugerowali budowę jednopęczkową więzadła o charakterze zawijającej się wstążki (ang. ribbon-like structure).³⁵ Badania kadawerowe oraz obrazowe wykazały znaczną różnorodność budowy więzadła jak i jego przyczepów. Trudno jest przyjąć jeden schemat jako prawdziwy.³⁶ Obecnie coraz częściej podaje się zmienność budowy więzadła w zależności od wieku pacjenta.^{37,38}



Rycina 1 Anatomia stawu kolanowego. MFC - kłykiec udowy przyśrodkowy, LFC - kłykiec udowy boczny, ACL - więzadło krzyżowe przednie, PCL - więzadło krzyżowe tylne, LM - łąkotka boczna, Hoffa f.p. - ciało tłuszczowe Hoffy, PT - więzadło rzepki, BT - ścięgno m. dwugłowego uda (źródło: Śmigiełski R, Zdanowicz U, Drwięga M, Ciszek B, Williams A. The anatomy of the anterior cruciate ligament and its relevance to the technique of reconstruction. *Bone Joint J.* 2016;98-B(8):1020-1026.

Należy przyjąć, że przyczep udowy zlokalizowany jest pomiędzy brzegiem międzykłykciowym bocznym a tylną powierzchnią stawową kłykcia. Ma powierzchnię pomiędzy 60 a 130 mm², z której około połowa przypada na każdy z pęczków.^{35,36,39} Jest w kształcie księżyca, a na podstawie badań histologicznych można sądzić, że w okolicy przyczepu pęczka przednioprzyśrodkowego (proksymalnie oraz do przodu) włókna więzadła są najsilniejsze i powinno się tam umieścić kanat udowy graftu.^{40,41} Przyczep piszczelowy jest nieco większy, pomiędzy 100 a 160 mm², w kształcie litery C, litery J lub eliptyczny.^{36,40,42} Na podstawie pomiarów suwmiarką oraz wynikających z badań obrazowych długość więzadła wynosi pomiędzy 27 a 38 mm a jego szerokość 11 mm.^{21,36,43,44}

1.3. Biomechanika stawu kolanowego

Staw kolanowy posiada 6 stopni swobody, 3 osie obrotu i 3 płaszczyzny translacji. W uproszczeniu ruchy w stawie kolanowym określa się jako zgięcie/wyprost (rotacja względem osi poprzecznej stawu) oraz ruchy rotacyjne (względem osi podłużnej stawu).^{12,13}

Największe ruchy rotacyjne obserwowane są w zakresie zgięcia pomiędzy 30 a 90 stopni.⁴⁵ Zakres ruchu wyprost i zgięcia wynosi od 10 stopni przeprostu do 130-140 stopni zgięcia, w zależności od ograniczenia przez tkanki miękkie tylnej powierzchni uda i podudzia. Badania kadawerowe oraz obrazowe pozwoliły na dokładniejszą analizę i w rzeczywistości ruch zgięcia związany jest także z szeregiem innych „zdarzeń” występujących w stawie kolanowym. Powierzchnia kłykci kości udowej nie jest wycinkiem sfery, jest zaś krzywizną sfer o zmniejszającym się promieniu (najmniejszym w tylnej części kłykcia). Można więc określić, że środek obrotu ruchu zgięcia porusza się po ewolucie.⁴⁶⁻⁴⁸ W wyniku takiej budowy końca dalszego kości udowej podczas zginania dochodzi do przetaczania się kłykci kości udowej po kłykciach piszczelowych, z ang. tzw. „rollback”, i w konsekwencji powoduje translację przednią piszczeli względem uda. Dzięki temu nie dochodzi do konfliktu tylnego brzegu kłykci kości piszczelowej z tylną powierzchnią trzonu kości udowej, jak by to wystąpiło w typowym stawie zawiasowym, umożliwiając głębokie zgięcie sięgające 140-150st.⁴⁷ Ruchy rotacyjne, które występują w zgięciu stawu, nie są możliwe w wyproście kolana, ze względu na jego zablokowanie spowodowane rotacją zewnętrzną piszczeli w ostatniej fazie wyprostowania stawu (tzw. screw-home mechanizm). Jest to ruch bierny, tak jak i pozostałe ruchy rotacyjne.⁴⁷ Wszystkie wynikają z anatomii struktur kostnych oraz lokalizacji fizjologicznych przyczepów struktur stabilizujących staw.¹⁴

Ponadto luźniejsze struktury stabilizujące po stronie bocznej w zgięciu umożliwiają większy zakres przetaczania się kłykcia udowego bocznego względem przyśrodkowego, co skutkuje fizjologiczną rotacją wewnętrzną podczas wykonywania zgięcia w stawie kolanowym.⁴⁹ Złożona biomechanika i kinematyka stawu sprawia, że funkcja poszczególnych stabilizatorów statycznych struktur wewnątrzstawowych (więzadła

krzyżowe oraz łąkotki) oraz stabilizatorów statycznych (więzadła) i dynamicznych (mięśnie) zewnątrzstawowych jest zależna od ustawienia stawu.²¹

Warstwa powierzchowna więzadła pobocznego przyśrodkowego (sMCL) jest najważniejszym stabilizatorem przyśrodkowym stawu, jego część przednia pozostaje luźniejsza w pełnym wyproście, a w miarę postępowania zgięcia, przyczep proksymalny oddala się od dystalnego i włókna napinają się, zaś tylna część więzadła jest wtedy luźna i podczas prostowania dochodzi do jej naprężania. Dodatkową funkcją włókien sMCL jest stabilizacja rotacyjna.⁵⁰ Pozostałymi znaczącymi stabilizatorami przyśrodkowymi (drugorzędowymi) stawu są torebka stawowa, warstwa głęboka MCL (dMCL), więzadło skośne tylne (POL), które pełni funkcję głównie w zgięciu. Ponadto POL stabilizuje staw przed translacją tylną przy uszkodzonym PCL, a także rotacyjnie wewnątrznie.⁵¹

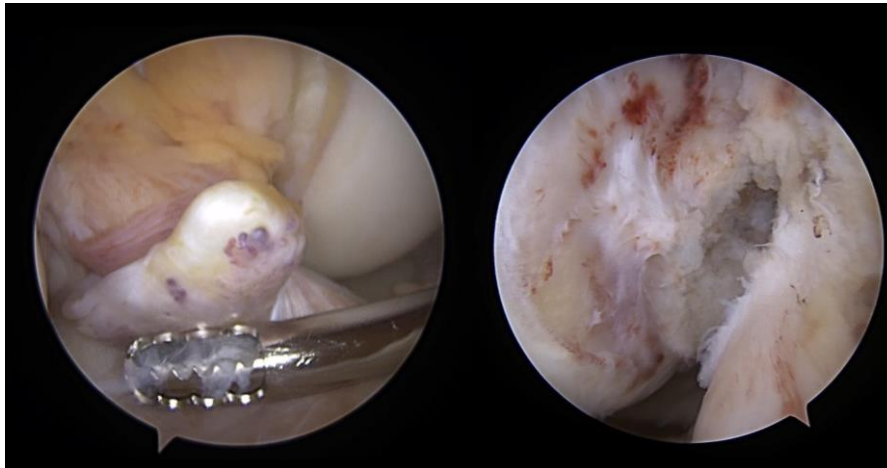
Do stabilizatorów bocznych zaliczamy: pasmo biodrowo-piszczelowe (ITB), które stanowi najważniejszą strukturę w wyproście, ulegające poluzowaniu podczas zgięcia, więzadło poboczne boczne (LCL), zachowujące się podobnie jak ITB, a także ścięgno m. dwugłowego uda wraz z więzadłem strzałkowo-podkolanowym, które po przekroczeniu 30 stopni zgięcia staje się istotnym stabilizatorem oraz mięsień podkolanowy, który „odblokowuje” kolano w wyproście umożliwiając zgięcie. Zarówno ścięgno mięśnia podkolanowego oraz więzadło strzałkowo-podkolanowe działają wspólnie chroniąc staw przed nadmierną rotacją zewnętrzną podudzia w maksymalnym zgięciu kolana. Wraz z LCL są one traktowane jako kompleks tylnoboczny odpowiadający za stabilizację boczną oraz rotacji zewnętrznej.⁵²

Wieżadła krzyżowe przede wszystkim zabezpieczają staw kolanowy przed ruchami w płaszczyźnie strzałkowej. ACL uniemożliwia translację przednią piszczeli względem uda. Jego pęczek przednio-przyśrodkowy (AM) pozostaje luźny w wyproście i funkcjonuje dopiero w zgięciu, zaś grubszy pęczek tylnoboczny (PL) stabilizuje jedynie w wyproście, pozostając luźniejszym w zgięciu. Ponadto zabezpiecza staw przed przeprostem oraz bierze pewien udział w stabilizacji rotacyjnej. Doniesienia naukowe pozostają w sprzeczności, jaki jest faktyczny bezpośredni wpływ ACL na stabilizację rotacyjną stawu.³⁶ Coraz częściej w ostatnim 10-leciu podnoszony jest problem współistniejącego z uszkodzeniem ACL uszkodzenia więzadła przednio-bocznego (ALL), które miałyby odpowiadać właśnie za niestabilność rotacyjną.³⁶ ALL jest zgrubieniem torebki stawowej w przednio-bocznej części i jest możliwy do oceny w badaniach obrazowych rezonansu

magnetycznego.^{53,54} Kontroluje przede wszystkim rotację wewnętrzną podudzia, w szczególności przy zgięciu w przedziale 30-90 stopni.⁵⁵ Wiązadło krzyżowe tylne (PCL) zabezpiecza staw przed translacją tylną piszczeli w zgięciu oraz najprawdopodobniej stabilizuje/chroni przed nadmierną rotacją zewnętrzną. Wraz z kompleksem tylnobocznym przeciwdziała nadmiernemu szpotawieniu, rotacji zewnętrznej oraz tylnej translacji piszczeli.^{52,56,57}

Łąkotki także w pewnym stopniu pełnią funkcję dodatkowych statycznych stabilizatorów stawu. Badania wykazały wpływ łąkotec, a dokładniej ich rogów tylnych na stabilność stawu kolanowego w płaszczyźnie czołowej w przypadku uszkodzonego ACL. Łąkotka przyśrodkowa zapobiega nadmiernej translacji przedniej i podwichaniu się stawu w pozycji neutralnej, zaś łąkotka boczna w przypadku koślawego ustawienia kolana i obciążenia rotacyjnego.^{58,59}

1.4. Epidemiologia uszkodzeń więzadła krzyżowego przedniego



Rycina 2 Śródoperacyjny artroskopowy obraz uszkodzonego ACL – A – kikut piszczelowy „cyklop”, B - objaw "pustej ściany" (materiał własny).

Uszkodzenia ACL (ryc. 2) są jednym z częstszych uszkodzeń w obrębie stawu kolanowego. Według danych statystycznych z rejestrów skandynawskich do jego rekonstrukcji dochodzi w 34-38 przypadkach na 100 tys. mieszkańców.^{7,60,61} Najczęściej dotkniętą grupą są osoby młode – w grupie wiekowej 15-39 lat częstość ta wynosiła aż 91 na 100 tys. osób.⁷ Pomimo, że w odniesieniu do populacji ogólnej rekonstrukcja ACL jest wykonywana nieznacznie częściej (58-60%^{4,7,60}) u mężczyzn, to w odniesieniu do mniejszych grup narażonych na uraz ze względu na wzmożoną aktywność, np. ligowe uprawianie sportu, wykazano kilkakrotnie (2,4 – 9,7-krotnie) większe narażenie pośród kobiet.^{62,63}

Do większości uszkodzeń dochodzi podczas uprawiania sportu.⁶⁴ Zgodnie z rejestrami skandynawskimi najczęściej do uszkodzeń ACL dochodzi podczas uprawiania piłki nożnej w wyniku urazu skrętnego stawu kolanowego. Typowym mechanizmem jest ruch koślawienia i rotacji wewnętrznej podudzia połączonych z translacją przednią.

Spośród uszkodzeń struktur więzadłowych stawu kolanowego izolowane uszkodzenie ACL jest najczęstsze (46%), zaś na trzecim miejscu (13%) plasuje się współistniejące uszkodzenie ACL oraz MCL.⁶⁵ Badania biorące pod uwagę uszkodzenia łątkowe u pacjentów z uszkodzeniem ACL wskazują częste ich współwystępowanie (40%-68%), częściej dotyczące łątki bocznej (LM) niż przyśrodkowej (MM).⁶⁶⁻⁷¹ Uszkodzenia LM występują najczęściej w wyniku pierwotnego urazu, zaś MM jest wtedy często nieuszkodzona. Dopiero w wyniku powtarzających się epizodów niestabilności

wywolanych uszkodzonym ACL dochodzi do uszkodzeń MM.⁷² Dlatego częstość uszkodzeń MM rośnie wraz z czasem od urazu oraz z wiekiem pacjenta, zaś częstość uszkodzeń LM po 2 latach zdaje się stabilizować.⁷³ Ponadto wśród czynników ryzyka uszkodzenia LM wykazano wiek <30 lat, płeć męską oraz uszkodzenie w wyniku urazu kontaktowego.⁷⁴

Ze względu na anatomię stawu kolanowego wykazano wpływ zwiększonego tyłopochylenia plateau piszczeli⁷⁵⁻⁷⁷ oraz wąskiego wcięcia międzykłykciowego na wzrost ryzyka uszkodzenia ACL. Nie ma to związku z rozmiarem samego więzadła.^{78,79} Ponadto odpowiednia konfiguracja (krótsza w wymiarze przednio-tylnym boczna część plateau oraz większa wypukłość kłykcia udowego i piszczelowego) bocznego przedziału stawu kolanowego także zwiększa ryzyko uszkodzenia ACL.^{80,81}

1.5. Diagnostyka uszkodzeń więzadła krzyżowego przedniego

Diagnostyka uszkodzenia ACL polega na badaniu podmiotowym i przedmiotowym uzupełnionym o badania obrazowe. Należy zwrócić uwagę, że badaniem klinicznym nie można jednoznacznie wykazać uszkodzenia ACL lecz niestabilność przednią lub rotacyjną przednio-boczną. Jej ocena w kontekście doboru postępowania terapeutycznego jest jednak bardzo istotna.

W badaniu podmiotowym pacjenci najczęściej podają uraz skrętny stawu kolanowego. W początkowym okresie po urazie występuje ból, blokowanie stawu w zgięciu (brak pełnego wyprostu zarówno czynnego i biernego), obrzęk stawu, rzadziej niestabilność, określana jako „uciekanie” stawu. Częściej występuje ona w przypadku zastarzałych uszkodzeń i może być jedynym późnym objawem.⁸²⁻⁸⁴

Badanie przedmiotowe polega na wywołaniu niestabilności stawu odpowiadającej funkcji więzadła krzyżowego przedniego. Najczęściej wykorzystywane są do tego test szuflady przedniej, test Lachmana, test Lelli, pivot-shift.^{84,85} Ostatni z nich ocenia niestabilność rotacyjną, pozostałe dotyczą niestabilności przedniej.⁸³⁻⁸⁵ Wszystkie z nich są oceniane wyłącznie subiektywnie przez badającego, opierając się przede wszystkim na doświadczeniu. Najwyższą czułość i specyficzność wykazuje test Lachmana (95% i 94%), zaś test pivot-shift wysoką specyficzność (98%) zaś niską czułość (24%) ze względu na trudność wykonania, szczególnie wśród pacjentów w ostrej fazie z silnymi dolegliwościami bólowymi.⁸⁵ Test szuflady przedniej nie jest wskazany w ostrej ocenie pourazowej, gdyż wykazuje niższą czułość i specyficzną względem pacjentów z przewlekłym uszkodzeniem (49% i 58% vs 92% i 91%).⁸⁵ Podobnie badanie przedoperacyjne w znieczuleniu pacjenta wykazuje wyższe rezultaty.⁸⁴ Jedną z form obiektywizacji badania fizykalnego jest zastosowanie Rolimetru®, który mierzy w milimetrach translację przednią podudzia względem uda. Można go wykorzystać podczas testu szuflady przedniej lub testu Lachmana.^{86,87}

Rutynowo po niemal każdym urazie w obrębie stawu kolanowego wykonuje się zdjęcie RTG, jednak służy ono przede wszystkim wykluczeniu uszkodzeń kostnych, takich jak złamania a nie diagnozuje bezpośrednio uszkodzeń więzadłowych. Jedynie stwierdzenie złamania Segonda jest obrazem RTG patognomicznym dla uszkodzenia ACL.⁸³

Spośród badań obrazowych najlepsze obrazowanie przebiegu i ciągłości ACL uzyskuje się w badaniu rezonansu magnetycznego i jest ono obecnie najszerzej wykorzystywane (czułość 87%, specyficzność 93%).⁸⁸ Pomimo trwających badań, wciąż największą wadą MRI pozostaje brak możliwości obrazowania dynamicznego. Obecnie dopiero trwają prace nad opracowaniem powtarzalnej metody.⁸⁹ Badanie dynamiczne możliwe jest podczas, tzw. stresowych RTG, w pozycjach wymuszonych lub z wykorzystaniem urządzeń wykonujących precyzyjne pomiary w okolicy stawu kolanowego. Wykorzystanie urządzenia Telos® umożliwia wykonanie RTG w założonej pozycji z odpowiednią siłą nacisku w określonym kierunku, zaś urządzenia takie jak KT-1000 lub KT-2000 czy GNRB® wykonują pomiar translacji przedniej kości piszczelowej jednocześnie wywołując nacisk jak w Telos®.^{87,90,91} Dzięki temu możliwe jest uzyskanie dynamicznego badania niestabilności, która pośrednio świadczy o uszkodzeniu ACL. Wykazano wysoką czułość i swoistość badania KT-1000, GNRB® oraz Telos®.⁹²⁻⁹⁴ Jednakże w codziennej praktyce klinicznej mało ośrodków wykonuje te badania ze względu na wysoki koszt potrzebnego sprzętu oraz czasochłonność samego badania.

1.6. Rys historyczny leczenia uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego

Pierwsze doniesienia dotyczące więzadła krzyżowego przedniego pochodzą z czasów Starożytnej Grecji. Jako pierwszy Hippokrates z Kos, pomimo nieświadomości obecności samego ACL, podejrzewał powiązanie pourazowej niestabilności kolana jako wynik uszkodzenia więzadeł wewnętrznych.⁹⁵ Galen po raz pierwszy nazwał je więzadłami krzyżowymi (org. *ligamenta genu cruciata*) ze względu na ich krzyżowanie się w swoim przebiegu, jednak nie odnosił się do ich funkcji.⁹⁵⁻⁹⁷ Dopiero blisko 2 tysiąclecie później, bracia Weber w badaniach biomechaniki narządu ruchu uznali ACL za istotne więzadło dla kinematyki stawu kolanowego. Dali podwaliny pod pęczkową budowę ACL, opisując 2 pęczki, z których każdy wykazywał inne napięcie w zależności od ustawienia stawu.⁹⁵⁻⁹⁸ Pierwszy opis przypadku klinicznego uszkodzonego ACL, stwierdzonego podczas badania sekcyjnego, opublikował Robert Adams w 1847 roku. W 1845 Amedeé Bonnet jako pierwszy opisał objawy uszkodzonego ACL. Ponadto sugerował leczenie zachowawcze, a dla pacjentów z utrzymującą się, dzisiaj określaną częściej „przewlekłą” niestabilnością zaprojektował stabilizującą ortezę z zawiasem, zamysłem nieodbiegającą od dzisiejszych szeroko stosowanych rozwiązań. Zdawał sobie bowiem sprawę z negatywnego wpływu unieruchomienia na chrząstkę stawową.⁹⁵⁻⁹⁸

W 1875 roku Georgios Noulis dokonał opisu badania, które dopiero w 1976 roku zostało odkryte na nowo i wprowadzone do użytku przez Josepha Torga jako test Lachmana.⁹⁶⁻⁹⁸

W 1879 roku francuski chirurg Paul Segond dokonał dokładnego opisu objawów klinicznych kolana z uszkodzonym ACL, uwzględniając ruch translacji przedniej podudzia. Opisał także złamanie drobnego fragmentu przedniobocznego brzegu plateau piszczeli, które miało być związane z uszkodzeniem ACL. Obecnie jest ono określane mianem „złamania Segonda” i jest uznawane za objaw patognomiczny.^{83,95,96}

Pierwszy opis leczenia operacyjnego uszkodzenia ACL datowany jest na 1895 rok, kiedy Sir Arthur Mayo-Robson doszył oderwane włókna więzadła do ich przyczepu udowego u 41-letniego górnika.⁹⁹ W późniejszych latach swój istotny wkład w rozwój technik doszywania ACL mieli: Ernest Hey Groves, który oceniał bezpośrednią naprawę uszkodzenia w wielu przypadkach jako niemożliwą, Georg Perthes, wprowadzając doszycie kikuta do przyczepu z wykorzystaniem kanałów kostnych, Erwin Payr,

wykorzystując powieź szeroką jako częściowy przeszczep, Ivar Palmer, kładąc nacisk na naprawę osobno każdego z pęczków, Don O'Donoghue, propagując wczesną interwencję operacyjną jako skuteczną metodę leczenia ostrego uszkodzenia ACL.^{95,97,98}

Niemalże równolegle swój początek miała koncepcja rekonstrukcji ACL z wykorzystaniem przeszczepu. Pierwszą operację uznaną za anatomiczną rekonstrukcję, pomimo że „niezupetną”, przeprowadził Ivan Grekov w 1914, stosując wolny przeszczep z powięzi zamocowany do uda przez wywiercone kanały kostne i dosyty do szczątków urwanego więzadła przy przyczepie piszczelowym u 40-letniego pacjenta, który doznał zwichnięcia kolana w wyniku upadku z 3-ego piętra. Popchnięty doświadczeniem, że w wielu przypadkach uszkodzenia, pozostałości więzadła są niemożliwe do skutecznego zeszywania, Ernest Hey Groves był tym, który jako pierwszy przeprowadził całkowitą rekonstrukcję ACL w 1917 roku. Jako przeszczep zastosował powieź szeroką, którą odciął od przyczepu piszczelowego, następnie przeprowadzając ją przez wywiercony kanał w kości udowej, śródstawowo i przez kanał w kości piszczelowej, ustabilizował ją doszywając do jej okostnej. Zwracał uwagę na konieczność skośnego ustawienia przeszczepu, co znalazło potwierdzenie w badaniach biomechanicznych Loh i wsp. dopiero w 2002 roku.^{96-98,100}

Do roku 1920 technika ta została zmodyfikowana przez Alwyna Smitha, wprowadzając niejako augmentację MCL poprzez doszycie piszczelowego końca przeszczepu do przyśrodkowego nadkłykcia kości udowej oraz przez Ernesta Hey Grovesa, tym razem odcinając powieź szeroką proksymalnie.⁹⁸

Mimo że, w kolejnych dziesięcioleciach kładziono nacisk i poszukiwano sposobu na skuteczne leczenie zachowawcze pacjentów, wielu chirurgów pozostawało nieusatysfakcjonowanych jego wynikami i rozwijało metody leczenia operacyjnego.

W 1917 roku Max zur Verth wykorzystał uszkodzoną łąkotkę boczną z zachowanym przyczepem piszczelowym jako przeszczep ACL. Stosowanie łąkotek jako przeszczepów miało kilku zwolenników, jednak doniesienia o ich istotnym wpływie na przenoszenie obciążeń i stabilność stawu oraz konsekwencjach meniscektomii spowodowały całkowite zarzucenie tej metody. W 1934 Riccardo Galeazzi zapoczątkował stosowanie hamstringów (semitendinosus i gracilis – StG) jako przeszczepu ACL. Zachowywał on przyczep dystalny ścięgna m. półścięgnistego do stopy gęsiej i przeprowadzał przez niemal anatomiczne kanały kostne na kość udową. Technikę stosował Merle d'Aubigné,

raportując dobre i bardzo dobre wyniki. Rozszerzenie tej techniki o zastosowanie razem ścięgien m. półścięgnistego oraz smukłego wprowadził w 1982 roku Brant Lipscomb.^{97,98}

W 1936 roku Willis Campbell wprowadził stosowanie więzadła rzepki jako przeszczepu. Odcinał przyśrodkową 1/3 i przeprowadzał przez kanały kostne zgodnie z techniką Hey Grovesa. Innowacją do tej techniki wprowadził w 1963 Kenneth Jones stosując 1/3 środkową więzadła wraz z bloczkiem kostnym odcięty od rzepki. W 1976 Kurt Franke opisał tą technikę z modyfikacją polegającą na odcięciu także przyczepu dystalnego więzadła wraz z bloczkiem kostnym i zastosowaniem jako przeszczepu wolnego. Określił ją jako „bone – patellar-tendon – bone (B-PT-B)” i tak funkcjonuje do dziś.^{96,98,101}

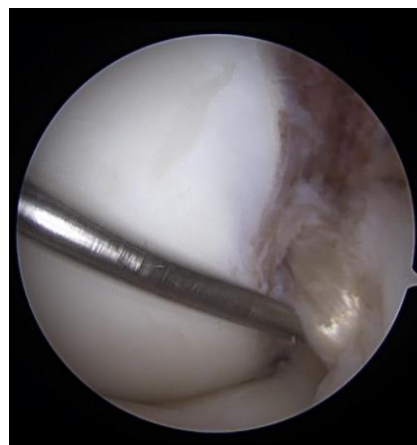
Techniki doszywania ACL były stosowane do lat 80-tych, kiedy to zaczęły pojawiać się doniesienia o miernym odległym wyniku tych procedur. Spowodowało to przeniesienie nacisku na leczenie operacyjne uszkodzenia ACL pod postacią rekonstrukcji. Wprowadzenie artroskopii jako metody leczenia operacyjnego zakończyło rekonstrukcją ACL pod kontrolą artroskopu już w 1980 roku. Przeprowadził ją David Dandy wykorzystując protezę z włókna węglowego. Zaś 8 lat później Marc Friedman, jako przeszczepu użył podwójnie złożone ścięgna StG, i ustanowił w ten sposób standard postępowania na następne 25 lat.^{95,101,102}

Oprócz technik wewnątrzstawowych powstawały także koncepcje leczenia uszkodzenia ACL jedynie pozastawowo. Przywracały one skutecznie stabilność rotacyjną boczną, jednak dla zapewnienia stabilności także przedniej okazywały się niewystarczające.^{95,101} Jedną z najbardziej znanych jest operacja zewnętrznej tenodezy bocznej (LET) przeprowadzona przez Marcela Lemaire w 1960 roku. Wykorzystywał on środkową część pasma biodrowo-piszczelowego z przyczepem dystalnym do guzka Gerdy, którą proksymalnie przeprowadzał pod więzadłem pobocznym bocznym i stabilizował w kanale kostnym nieco do tyłu od nadkłykcia bocznego kości udowej. Pozostały kikut prowadził z powrotem dystalnie i doszywał do guzka Gerdy.^{95,101,103} Ze względu na ujawnienie ALL jako często ulegającego uszkodzeniu wraz z ACL i wynikającą z tego niestabilnością rotacyjną, w ostatnich latach zwiększyło się zainteresowanie technikami pozastawowymi, zapewniającymi stabilność rotacyjną, jako element dodatkowy przy rekonstrukcji ACL.

1.7. Aktualny stan wiedzy o leczeniu uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego

Obecnie uznaje się leczenie operacyjne poprzez rekonstrukcję za złoty standard w leczeniu uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego.^{104,105} Dyskusyjna pozostaje kwestia zastosowania metod alternatywnych takich jak doszywanie uszkodzonego więzadła, jego wzmocnienie lub leczenie zachowawcze. Przyjęte w literaturze stanowisko jest takie iż, skorzystać z nich mogą jedynie starannie wyselekcjonowane grupy pacjentów.¹⁰⁵⁻¹⁰⁸

Rutynowo operację rekonstrukcji więzadła krzyżowego obecnie wykonuje się pod kontrolą artroskopii (ryc. 3).¹⁰⁹ Wielokrotnie w ostatnich latach dyskutowana była kwestia konieczności rekonstrukcji obu pęczków więzadła. Powstawały liczne kombinacje zastosowania jednego lub dwóch kanałów kostnych zarówno na piszczeli jak i na udzie. Zgodnie z koncepcją i badaniami na zwłokach, anatomiczna rekonstrukcja obu pęczków powinna najlepiej odtwarzać stabilność zarówno przednią jak i rotacyjną boczną. Pęczek AM w większym stopniu ma odpowiadać za ruch w płaszczyźnie strzałkowej, zaś PL za rotacyjny.^{36,49,110,111} Z drugiej strony poprowadzenie większej ilości kanałów kostnych powoduje znacznie większą traumatyzację okołostawowych tkanek oraz komplikuje technicznie zabieg, przez co może pogarszać wynik leczenia. Badania kliniczne nie wykazywały dotychczas jednoznacznie przewagi rekonstrukcji anatomicznej dwupęczkowej nad jednopęczkową.^{110,112-114}



Rycina 3 Artroskopowy obraz śródoperacyjny zrekonstruowanego ACL (materiał własny)

Typowo od czasu wprowadzenia artroskopowej rekonstrukcji ACL, do wiercenia kanałów kostnych wykorzystuje się technikę „transtibial”, polegającą na wywierceniu kanału udowego prowadząc wiertło przez kanał piszczelowy, z wykorzystaniem odpowiedniego celownika. Nie umożliwia ona jednak uzyskania anatomicznego kierunku kanału udowego. Wielu autorów zarzuca tej technice często zbyt pionowe jego ustawienie.¹¹⁵⁻¹¹⁸ Zgodnie z biomechanicznymi badaniami kadawerowymi ustawienie takie powinno dawać gorszą stabilizację stawu. Z tego powodu obecnie coraz częściej stosuje się technikę anatomicznego posadowienia kanału udowego, korzystając w tym celu z dodatkowego artroskopowego portalu

przednio-przyśrodkowego. Umożliwia ona ustawienie kanału udowego niezależnie od kanału piszczelowego.^{117–122}

W ostatnich latach zwraca się także uwagę na kwestię często współistniejącego uszkodzenia ALL, które miałyby powodować niestabilność rotacyjną. W celu jej odtworzenia stosuje się procedury rekonstrukcyjne ALL lub w pewien sposób usztywniające przednio-boczną część stawu, takie jak zewnątrzstawowa tenodeza boczna (LET). Istnieje wiele badań oceniających efekty rekonstrukcji ACL, lecz zgodnie z dzisiejszą wiedzą, nie ma wystarczających dowodów wskazujących na jednoznaczną przewagę techniki dwupęczkowej lub stosowania zabiegów w obrębie przednio-bocznych struktur stabilizujących staw.^{108,113,123}

Poza poruszonymi aspektami technicznymi operacji, istotna jest kwestia przeszczepu (ang. graft) wykorzystanego do rekonstrukcji ACL. Najnowsze badania wykazały, że najczęściej na świecie wykorzystuje się ścięgna mięśni półścięgnistego (ST) oraz smukłego (G).^{108,122,124,125} W literaturze dotyczącej rekonstrukcji więzadeł stawu kolanowego są określane jako hamstringi, pomimo że anatomicznie spośród nich tylko mięsień półścięgnisty jest zaliczany do tej grupy. Mięśnie te w odniesieniu do oddziaływania na staw kolanowy stanowią dodatkowe zginacze w końcowym zakresie ruchu, a także pełnią funkcję dodatkowych stabilizatorów.^{126,127} Drugim najczęściej stosowanym przeszczepem jest więzadło rzepki z bloczkami kostnymi (bone–patellar tendon–bone – BPTB), zaś trzecim ścięgno mięśnia czworogłowego (z bloczką kostnym lub bez).^{122,124,125} Wszystkie te stanowią przeszczep autologiczny i rutynowo są pobierane z operowanej kończyny, chociaż istnieją sytuacje, kiedy sięga się po przeszczep z kończyny kontralateralnej. Allografty są przeszczepami obecnie rzadziej stosowanymi.¹²² Zastosowany graft ACL wymaga odpowiedniego zamocowania do kości udowej i piszczelowej w kanałach. Może ono być bezpośrednie, jak z wykorzystaniem śrub interferencyjnych, skobli, śrub z podkładkami lub pośrednie, jak w przypadku implantów wieszakowych czy guzików. Najczęściej stosowana jest kombinacja implantu wieszakowego na kości udowej i śruby interferencyjnej w kości piszczelowej.^{122,124} Pomimo, że wszystkie z nich mają swoje wady i zalety, nie stwierdzono dotychczas jednoznacznej przewagi któregośkolwiek z mocowania.^{108,122,124} Wobec takich wyników badań, nierzadko o rodzaju zastosowanej techniki mocowania decydują preferencje operatora. Śruby interferencyjne obecnie stosowane wykonane są z biomateriałów i

część z nich wykazuje właściwości biowchłaniające. Ich szerokie zastosowanie niemalże wyparło śruby metalowe.¹²⁸

2. Cele i założenia pracy

Wiele problemów dotyczących szczegółowych aspektów zabiegu rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego stawu kolanowego wciąż pozostaje bez jednoznacznych, najlepszych rozwiązań. Technika operacyjna, sprzęt oraz stosowane implanty znacznie się zmieniły i udoskonaliły, a mimo to istnieją doniesienia naukowe wykazujące niezadowalający efekt rekonstrukcji ACL w ocenie odległej. Propagowanie w ostatnich latach anatomicznego kanału udowego wykonanego z dodatkowego portalu artroskopowego, prognozowana poprawa wyników leczenia i podnoszona poprawa biomechaniki przeszczepu, nasunęło autorowi wątpliwości dotyczące skuteczności stosowanej wcześniej techniki „transtibial” wśród pacjentów operowanych w Klinice Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego we Wrocławiu.

W związku z tym wysunięto następujący problem badawczy, stanowiący główny cel pracy.

Czy kierunek poprowadzenia kanału udowego podczas rekonstrukcji ACL ma wpływ na subiektywny i obiektywny wynik kliniczny oraz rozwój zmian zwyrodnieniowych stawu kolanowego w ocenie odległej?

Główny cel był realizowany poprzez następujące cele szczegółowe:

1. Ocena wpływu rekonstrukcji ACL na funkcjonowanie pacjentów w ocenie odległej.
2. Ocena wpływu rekonstrukcji ACL i jej wyniku na rozwój zmian zwyrodnieniowych operowanego stawu w ocenie odległej.
3. Ocena wpływu czynników zależnych od pacjenta na kierunek kanału udowego.
4. Ocena wpływu kierunku kanału udowego na wynik rekonstrukcji w ocenie odległej.

3. Materiał i metody

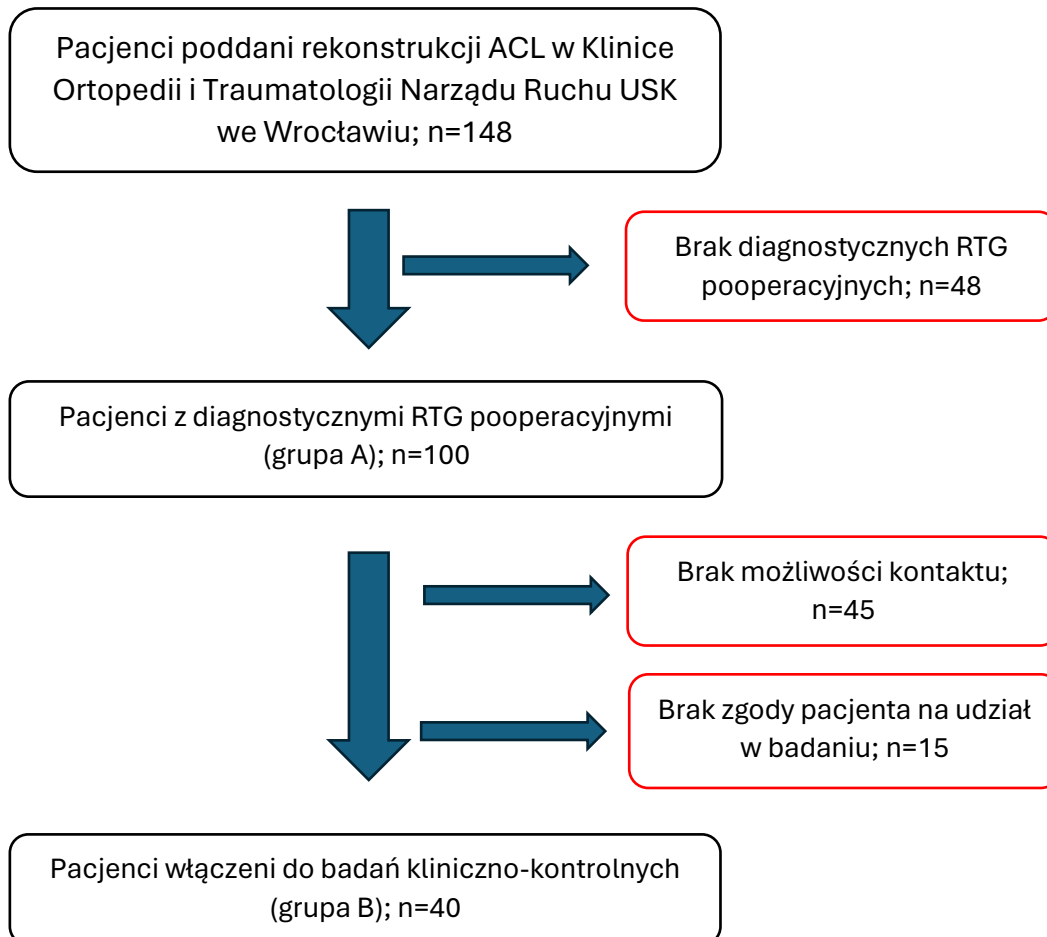
Projekt badawczy uzyskał pozytywną opinię Komisji Bioetycznej nr 41/2020 z dnia 27 stycznia 2020 roku wydany przez Komisję Bioetyczną przy Uniwersytecie Medycznym we Wrocławiu.

W latach 2009-2012 w Klinice Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu USK we Wrocławiu 148 pacjentów zostało poddanych rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego z powodu niestabilności stawu kolanowego. Wszyscy pacjenci kwalifikowani do leczenia operacyjnego nie wykazywali istotnych zmian zwyrodnieniowych operowanego stawu (<2st wg Kellgrena-Lawrence). Rekonstrukcja ACL była wykonywana pod kontrolą artroskopu, z wykorzystaniem autograftu ze ścięgien mięśni półścięgienistego oraz smukłego (hamstringów) pobranych z operowanej kończyny. Kanał udowy wiercony był w technice „transtibial” z wykorzystaniem celownika udowego 65° *Howell guide*. Oczekiwany kierunkiem zgodnym z techniką operacyjną było ustawienie pod kątem 65st +/- 5st do powierzchni stawowej w płaszczyźnie czołowej. Przeszczep mocowany był proksymalnie do kości udowej przy pomocy implantu wieszakowego EZLoc™ (Biomet Inc., Warsaw, Indiana), a dystalnie do kości piszczelowej śrubą WasherLoc™ (Biomet Inc., Warsaw, Indiana).

Badania były prowadzone etapowo. Wśród tych pacjentów u 100. dostępne były diagnostyczne RTG pooperacyjne i stanowią oni grupę A. W pierwszym etapie wszyscy zostali poddani retrospektywnej ocenie radiologicznej. Na podstawie badań radiograficznych z okresu pooperacyjnego określono kierunek poprowadzenia kanałów kostnych dla przeszczepu więzadła w kości udowej i piszczelowej, w projekcji AP oraz bocznej. Oceniono także badania pod kątem występowania choroby zwyrodnieniowej operowanego stawu.

Spośród tych pacjentów, u 40 (grupa B) było możliwe przeprowadzenie badań kontrolnych po 10-13 latach (śr. 140,25±12,00 [120,05-167,05]), stanowiąc drugi etap badań: kliniczno-kontrolnych. Pozostali pacjenci nie zostali włączeni do grupy badanej z powodu braku możliwości kontaktu (n=45) lub braku zgody na badanie kontrolne (n=15).

Ocena obrazu klinicznego polegała na badaniu podmiotowym, przedmiotowym oraz przedmiotowym uinstrumentowanym. Ponadto wykonano badania rentgenodiagnostyczne, które poddano szczegółowej analizie.



Schemat 1 Etapy włączenia pacjentów do badania

3.1. Charakterystyka grupy badanej.

W grupie badanych 13 osób stanowiły kobiety, a 27 mężczyźni (odpowiednio 32,5% i 67,5%). Średni wiek pacjentów podczas przeprowadzania zabiegu operacyjnego wynosił $31,68 \pm 10,45$ lat (min. 18,00 – max. 58,00 lat). Wśród operowanych stawów kolanowych u 22 pacjentów (55,00%) była strona prawa, a u 18 (45,00%) strona lewa.

Średnia wartość BMI przed zabiegiem operacyjnym wynosiła $24,20 \pm 3,33$ (min. 18,9 – max. 37,58). U 97,5% (N=39) wartość BMI mieściła się $\leq 29,99$, zaś u 2,5% (N=1) $\geq 30,00$, co stanowiło otyłość.

| | Wiek (lata) | Płeć | | Strona operowana | | BMI | | |
|---------------------|------------------------|---------------|---------------|------------------|---------------|----------------------------|---------------|-------------|
| | | K | M | P | L | Śr. | ≤ 29,99 | ≥30,00 |
| Grupa badana | 31,68±10,45 [18-58] | 13 (32,5%) | 27 (67,5%) | 22 (55,0%) | 18 (45,0%) | 24,20±3,33 [18,9-37,58] | 39 (97,5%) | 1 (2,5%) |

Tabela 1 Charakterystyka grupy badanej

3.2. Charakterystyka przeprowadzonego zabiegu operacyjnego

Leczenie operacyjne było przeprowadzane jednoetapowo u 2 pacjentów (5,00%), dwuetapowo u 36 pacjentów (90,00%), a trzyetapowo u 2 pacjentów (5,00%).

Od urazu do rozpoczęcia leczenia operacyjnego minęło średnio 32,85 ± 60,76 miesięcy (min. 0,00 – max. 300,00 miesięcy). U 52,5% (N=21) pacjentów czas ten był nie dłuższy niż 6 miesięcy, a u 70% (N=28) nie dłuższy niż 12 miesięcy (średnio 4,92 ± 3,90 miesiąca, min. 0,00 – max. 12,00 miesięcy).

| | Ilość etapów leczenia | | | Czas od urazu do rozpoczęcia leczenia operacyjnego (miesiące) | | |
|---------------------|-----------------------|---------------|----------|---|---------------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | Śr. | ≤ 6 | ≤ 12 |
| Grupa badana | 2 (5,0%) | 36 (90,0%) | 2 (5,0%) | 32,85±60,76 [0,0-300,0] | 21 (52,5%) | 28 (70,0%) |

Tabela 2 Dane dotyczące zabiegu operacyjnego

Pacjenci kwalifikowani do leczenia operacyjnego nie wykazywali znacznych zmian zwyrodnieniowych w operowanym stawie kolanowym – retrospektywna ocena RTG przedoperacyjnego wykazuje < 2st wg Kellgrena-Lawrence’a u wszystkich pacjentów. Rekonstrukcja ACL była wykonywana pod kontrolą artroskopu, z wykorzystaniem autograftu ze ścięgien mięśni półścięgnistej oraz smukłego (hamstringów) pobranych z operowanej kończyny. Kanał udowy wiercony był w technice „transtibial” z wykorzystaniem celownika udowego 65° *Howell* guide. Oczekiwany kierunkiem kanału zgodnym z techniką operacyjną było ustawienie pod kątem 65st +/- 5st do powierzchni stawowej. Przeszczep mocowany był proksymalnie do kości udowej przy pomocy

implantu wieszakowego EZLoc™ (Biomet Inc., Warsaw, Indiana), a dystalnie do kości piszczelowej śrubą WasherLoc™ (Biomet Inc., Warsaw, Indiana).

3.3. Badanie kontrolne

Badanie kontrolne było przeprowadzane po 10-13 latach po leczeniu operacyjnym – śr.140,25±12,00 lat [120,05-167,05]. Pacjentów poddano ocenie klinicznej polegającej na badaniu podmiotowym, przedmiotowym oraz przedmiotowym uinstrumentowanym. Ponadto wykonano badania rentgenodiagnostyczne, które poddano szczegółowej analizie.

W badaniu podmiotowym zebrano dokładny wywiad dotyczący okoliczności urazu, okresu okołoperacyjnego oraz subiektywnej oceny pacjenta dotyczącej aktualnego funkcjonowania stawu w przygotowanych skalach (PROM): autorskiej skali oceniającej obecną aktywność sportową i funkcjonowanie stawu, skali VAS, skali ACL-QOL, skali Lysholm-Tegner, skali aktywności Tegner oraz skali IKDC. Ponadto uzyskano informacje o tym, czy pacjenci byli poddawani kolejnym operacjom pierwotnie operowanego stawu kolanowego oraz o subiektywnym odczuciu pacjenta o niestabilności stawu przedoperacyjnie oraz pooperacyjnie.

Rozkład statystyczny rodzaju aktywności, podczas której doszło do urazu przedstawia tabela 3.

| Rodzaj aktywności | Liczebność n | % grupy |
|--------------------------|---------------------|----------------|
| Piłka nożna | 10 | 25,00 |
| Narciarstwo alpejskie | 12 | 30,00 |
| Koszykówka | 4 | 10,00 |
| Siatkówka | 0 | 0,00 |
| Inny sport | 9 | 22,50 |
| Inna aktywność | 5 | 12,50 |

Tabela 3. Rozkład statystyczny rodzaju aktywności, podczas której doszło do uszkodzenia ACL.

Skale oceny.

3.3.1. Aktywność i funkcjonowanie

Skala „Aktywność i funkcjonowanie” jest autorską skalą oceny pacjenta i jego funkcjonowania w dwóch domenach – aktywności sportowej oraz codziennym funkcjonowaniu. Każda z nich ma cztery opisowe odpowiedzi. Skala została przedstawiona na ryc. 2.

3.3.2. Skala VAS

Visual Analogue Scale (VAS) jest jedną z najszerzej stosowanych skal oceny. Służy do raportowania przewlekłego i ostrego bólu pacjentów. Charakteryzuje się ciągłym, a nie skokowym zakresem odpowiedzi. Polega na zaznaczeniu przez pacjentów nasilenia bólu na narysowanym odcinku, którego jeden koniec oznacza jego brak, a drugi najgorszy/największy możliwy ból. Następnie wyznaczone miejsce przeliczane jest na zakres 0-100. Im większy wynik, tym większe nasilenie bólu. Skala została przedstawiona wraz z „aktywność i funkcjonowanie” na ryc. 2.

Imię i nazwisko:

Aktywność sportowa / Funkcjonowanie:

Aktywność sportowa:

- Osoba uprawiająca sport wyczynowo
- Dobrze wytrenowany/a i często uprawiająca sport
- Czasami uprawiający/a sport
- Nieuprawiający/a sportu

Funkcjonowanie:

- Jestem w stanie wykonać wszystko na co mam ochotę z moim kolanem
- Jestem w stanie wykonać prawie wszystko na co mam ochotę z moim kolanem
- Jestem ograniczony/a i wiele czynności na które mam ochotę są niemożliwe do wykonania z moim kolanem
- Jestem bardzo ograniczony/a i nie jestem w stanie wykonywać prawie żadnych czynności z moim kolanem bez ostrego bólu i utrudnień

Nasilenie bólu (proszę zaznaczyć na linii poniżej):

0 (Brak bólu)

100 (ból nie do zniesienia)

Rycina 4 Skala aktywność i funkcjonowanie oraz skala VAS (pomniejszone w skali)

3.3.3. Skala ACL-QOL

Anterior Cruciate Ligament Quality of Life (ACL-QOL) została wprowadzona i zwalidowana w 1998 roku. Jest to jedyna skala oceny dedykowana pacjentom z uszkodzeniem ACL oraz po jego rekonstrukcji.^{129,130} Bazuje na ocenie bezpośredniego (m.in. objawy) oraz pośredniego (m.in. stan psychiczny, lęki) wpływu stanu stawu kolanowego na jakość życia na podstawie adresowanych do pacjenta 32 pytań, z których każde ma równą wagę. Pacjenci odpowiadają w zakresie 0-100, gdzie 100 jest wynikiem bez jakichkolwiek zaburzeń. Pytania są pogrupowane w 5 domen – objawy (5 pytań), obawy związane z pracą (4 pytania), rekreacyjna aktywność i sport (12 pytań), styl życia (6 pytań) oraz socjalna i emocjonalna (5 pytań). Wynik przedstawiany jest jako średnia arytmetyczna, czyli zawiera się z przedziale 0-100, gdzie 100 oznacza wynik wzorowy, bez jakichkolwiek odchyień. Skala cechuje się wysoką rzetelnością wyników (współczynnik Alfa Cronbacha 0,93-0,98).¹³¹

3.3.4. Skala Lysholm – Tegner

Jedna z najczęściej stosowanych subiektywnych skal oceny funkcjonalnej stawu kolanowego po urazach więzadłowych.¹³² Skala została utworzona przez Lysholma i Gillquista w 1982 roku, później zmodyfikowana przez Lysholma i Tegnera w 1985 roku pozostawiając jedynie subiektywne pytania^{133,134}. Stosowana obecnie składa się z 8 zagadnień: utykanie, stosowanie pomocy, blokowanie stawu, uczucie niestabilności, ból, obrzęki, chodzenie po schodach oraz przysiady. Ból oraz uczucie niestabilności są najwyżej punktowane, maksymalnie po 25 punktów, pozostałe w zależności od istotności po 15, 10 lub 5, tak że sumaryczny maksymalny wynik wynosi 100 punktów. Brak dolegliwości jest oznaczany wyższym wynikiem, więc 100 oznacza pełną sprawność, bez jakichkolwiek dolegliwości. Skala jest wciąż aktualna i adekwatnie ocenia pacjentów zarówno we wczesnym okresie po urazie, ale także w długim okresie obserwacji po interwencji.¹³⁵ Przedstawiona została na ryc. 3.

1. Limp:

- a) None
- b) Slight or periodical
- c) Severe and constant

2. Support:

- a) None
- b) Stick or crutch
- c) Weight-bearing impossible

3. Locking:

- a) No locking and no catching sensations
- b) Catching sensation but no locking
- c) Locking occasionally
- d) Locking frequently
- e) Locked joint on examination

4. Instability:

- a) Never giving way
- b) Rarely during athletics or other severe exertion
- c) Frequently during athletics or other severe exertion (or incapable of participation)
- d) Occasionally in daily activities
- e) Often in daily activities
- f) Every step

5. Pain:

- a) None
- b) Inconstant and slight during severe exertion
- c) Marked during severe exertion
- d) Marked on or after walking more than 2 km
- e) Marked on or after walking less than 2 km
- f) Constant

6. Swelling:

- a) None
- b) On severe exertion
- c) On ordinary exertion
- d) Constant

7. Stair-climbing:

- a) No problems
- b) Slightly impaired
- c) One step at a time
- d) Impossible

8. Squatting:

- a) No problems
- b) Slightly impaired
- c) Not beyond 90°
- d) Impossible

Rycina 5 Skala Lysholm-Tegner

3.3.5. Skala aktywności Tegner – Lysholm

Skala aktywności została wprowadzona przez Tegnera i Lysholma w 1985 roku. Autorzy uznali, że określenie „powrót do sportu”, stosowane w wielu skalach funkcjonalnych jest nieściśle, ponieważ różne sporty stawiają różne wymagania przed stawem kolanowym. Skala zawiera 11 poziomów aktywności życia codziennego, sporty rekreacyjne oraz sporty na poziomie rywalizacji. Im bardziej poziom aktywności jest wymagający dla stawu kolanowego tym wyższy ma wynik w skali, na przykład 10 dla piłki nożnej na poziomie najwyższych lig krajowych a 0 dla niezdolności do pracy lub niepełnosprawności z powodu problemów z kolanem. Pacjent indywidualnie określa poziom aktywności najlepiej jego opisujący w zakresie 0-10. W badaniu określano aktywność przed urazem powodującym uszkodzenie, bezpośrednio po przywróceniu optymalnej

sprawności po operacji i rehabilitacji oraz obecnie, tj. podczas przeprowadzania badania. Skala została przedstawiona na ryc. 4.

| Activity Level Before Injury | Current Activity Level | Activity Level Following Surgery if applicable | |
|------------------------------|------------------------|--|---|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Competitive sports Soccer - national and international elite |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Competitive sports Soccer, lower divisions Ice hockey Wrestling Gymnastics |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Competitive sports Bandy Squash or badminton Athletics (jumping, etc.) Downhill skiing |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Competitive sports Tennis Athletics (running) Motorcross, speedway Handball Basketball Recreational sports Soccer Bandy and ice hockey Squash Athletics (jumping) Cross-country track findings both recreational and competitive |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Recreational sports Tennis and badminton Handball Basketball Downhill skiing Jogging, at least five times per week |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Work Heavy labor (e.g., building, forestry) Competitive sports Cycling Cross-country skiing Recreational sports Jogging on uneven ground at least twice weekly |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Work Moderately heavy labor (e.g., truck driving, heavy domestic work) Recreational sports Cycling Cross-country skiing Jogging on even ground at least twice weekly |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Work Light labor (e.g., nursing) Competitive and recreational sports Swimming Walking in forest possible |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Work Light labor Walking on uneven ground possible but impossible to walk in forest |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Work Sedentary work Walking on even ground possible |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Sick leave or disability pension because of knee problems |

Rycina 6 Skala aktywności Tegner-Lysholm

3.3.6. Skala IKDC

Skala International Knee Documentation Committee jest subiektywną skalą funkcjonalną dedykowaną do schorzeń stawu kolanowego, najczęściej stosowaną w uszkodzeniach więzadłowych, łąkotkowych czy chrząstki stawowej.¹³⁶ Została po raz pierwszy opublikowana w 1993 roku, a ostatnia wersja była opublikowana w The American Journal of Sports

Medicine w 2001 roku.¹³⁷ Składa się z 18 pytań – 9 odnośnie aktywności życia codziennego, 7 dotyczących objawów oraz po jednym dla aktywności sportowej i obecnego stanu kolana. Odpowiedzi na pytania są numerowane w taki sposób, że im bardziej nasilone dolegliwości i gorsze funkcjonowanie stawu, tym niższą wartość otrzymuje. Jedno pytanie jest pytaniem zamkniętym z odpowiedziami tak/nie (punktowane 1 lub 0), 14 zagadnień wykorzystuje 5-stopniową skalę odpowiedzi (zakres 0-4) a 3 pytania wykorzystują 11-stopniową skalę (zakres 0-10).¹³⁶ Iloraz wyniku zsumowanych pytań oraz maksymalnej liczby możliwej do uzyskania jest mnożony przez 100% celem uzyskania procentowego wyniku skali w zakresie 0-100% tak, że 100% oznacza pełne funkcjonowanie stawu bez ograniczeń a 0% oznacza całkowite uniemożliwienie funkcjonowania kolana.

3.4. Badanie przedmiotowe

W badaniu przedmiotowym zmierzono czynny oraz bierny zakres ruchomości stawu, wykonano test Soto-Hala, oceniono objawy łąkotkowe i stabilność stawu w płaszczyźnie czołowej, strzałkowej oraz rotacyjną. Badanie rozszerzono o wykonanie testu Lachmana oraz szuflady przedniej z wykorzystaniem Rolimetru®.

Zakres ruchomości stawu badano z wykorzystaniem goniometru, przyjmując zwyczajowo i powszechnie stosowany zapis określający odchylenie podudzia od prostej poprowadzonej w przedłużeniu osi uda, tj. 0 stopni jako pełny wyprost a 90 stopni jako zgięcie pod kątem prostym pomiędzy udem a podudziem. Za prawidłowy przyjęto zakres wartości od 10 do 0 stopni wyprost (10 stopni przeprostu do pełnego wyprost) do co najmniej 130 stopni zgięcia.

Test Soto-Hala polega na wywołaniu ucisku na rzepkę w kierunku przednio-tylnym przy zaciśniętym zachyłku nadrzepkowym podczas czynnego napięcia m. czworogłowego celem oceny stanu stawu rzepkowo-udowego.

Występowanie dolegliwości bólowych ze strony łąkotek oceniono typowymi testami łąkotkowymi (ucisk na szparę stawu, test McMurreya, test Apleya, test Bragarda) osobno dla każdej z nich – bocznej oraz przyśrodkowej.

Stabilność stawu w płaszczyźnie czołowej zbadano, wykonując test koślawienia oraz szpotawienia w pełnym wyproście oraz w zgięciu 20st.

Stabilność przednia została oceniona w testach szuflady przedniej, Lachmana (kolano ustawione w 20st zgięcia), oceniono obecność tzw. „twardego stopu” w końcowej fazie testu Lachmana, wykonano test Lelli. Do oceny stabilności przedniej i rotacyjnej przednio-bocznej wykonano test „pivot shift”. Stabilność tylną zbadano testem szuflady tylnej. Ponadto stabilność rotacyjną tylnoboczną sprawdzono w teście „dial test”.

Wynik wszystkich dedykowanych testów zapisywany był w 5-cio stopniowej skali („-,, „+/-,, „+”, „++”, „+++”). Oceniano je w taki sposób, że:

- „-,, oznacza absolutny brak danego objawu lub śladu niestabilności,
- „+/-,, oznacza nieznaczne występowanie badanego objawu lub niestabilności, ale nie wykazuje różnicy wobec przeciwległej (zdrowej) strony, i nie jest odczuwane przez pacjenta,
- „+” oznacza patologiczny obraz, bez wyraźnego odczuwania przez pacjenta,
- „++” oznacza zdecydowanie występujący objaw lub niestabilność, która stanowi jeden ze zgłaszanych przez pacjenta problemów,
- „+++” oznacza bardzo wyraźny objaw lub niestabilność.

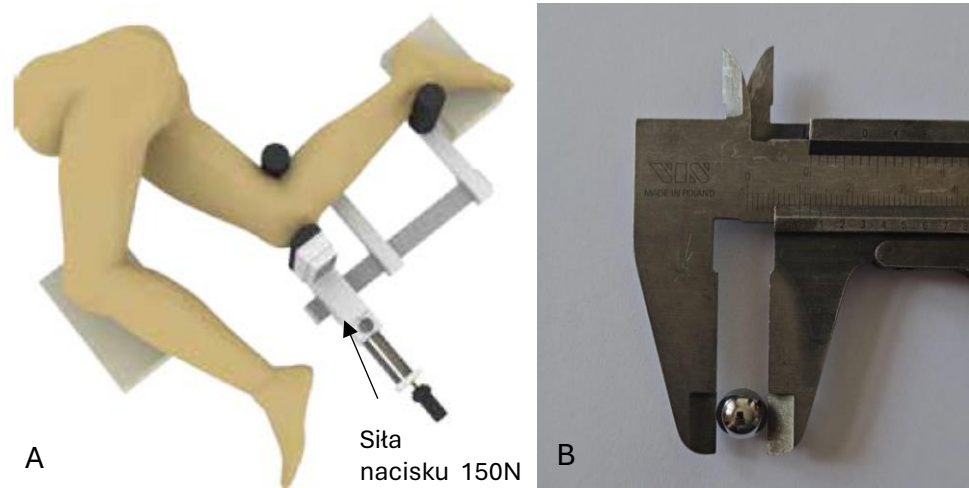
Przyjęto, że wyniki „-,, oraz „+/-,, stanowią obraz prawidłowy, a „+” – „+++” obraz patologiczny.

Pomimo, że badanie fizykalne wraz z testami jest w powszechnie używanym schemacie oceny stanu stawu kolanowego oraz że było wykonywane przez tą samą osobę z doświadczeniem, ich ocena wciąż jest obarczona błędem subiektywności badającego. Z tego powodu badanie fizykalne uinstrumentowiono, wprowadzając badanie testów szuflady przedniej oraz testu Lachmana z wykorzystaniem Rolimetru®. Wykonano pomiar translacji przedniej operowanego kolana, strony przeciwległej oraz obliczono różnicę tych pomiarów (STS – side to side).

3.5. Ocena rentgenograficzna

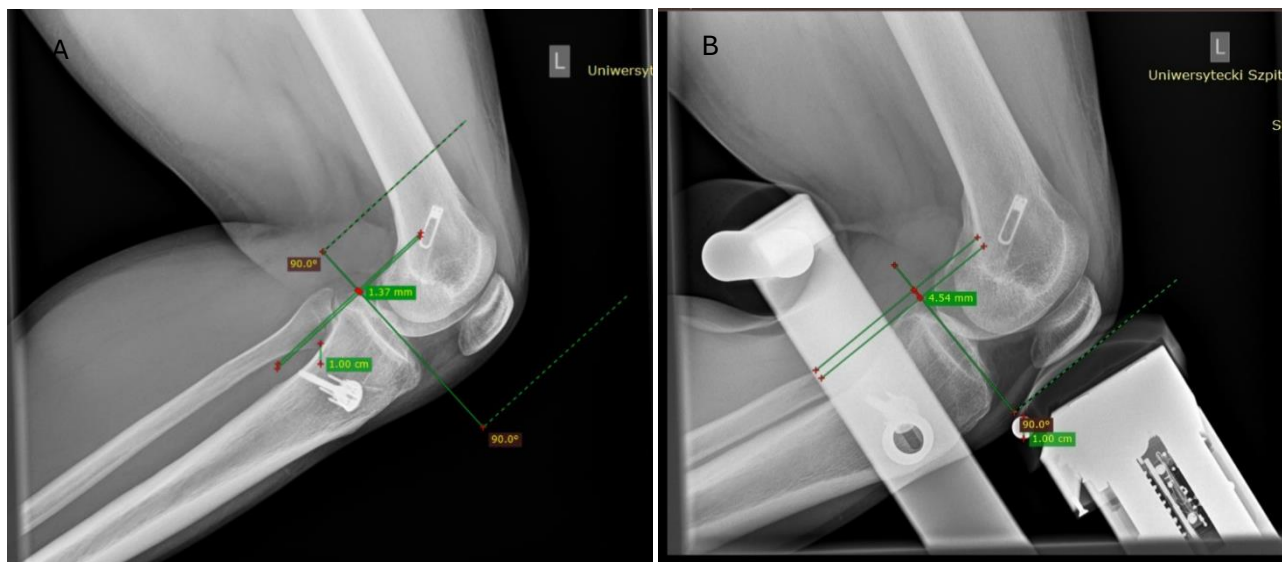
Pacjentom podczas wizyty kontrolnej wykonano klasyczne zdjęcia RTG obu stawów kolanowych w projekcji AP, zdjęcia operowanego stawu kolanowego w projekcji bocznej

w zgięciu 20st oraz w zgięciu 90st a także boczne zdjęcia stresowe operowanego stawu z wykorzystaniem urządzenia Telos® z naciskiem 150N w pozycji testu Lachmana (20st zgięcia) oraz szuflady przedniej (90st zgięcia). Rentgenogramy w projekcjach bocznych zostały skalibrowane z wykorzystaniem kuli o znanej średnicy 1cm, która była umieszczona w tej samej odległości od lampy, co prześwietlana kość (ryc. 4).



Rycina 7 A - schemat badania w pozycji testu szuflady przedniej z wykorzystaniem urządzenia Telos™ (źródło: Telos Operating instructions Stress device GAIII/E z: https://www.telosmedortho.com/library/public/documents/PDFs/2022/Operating-manual-telos-GA3E-EN-Ver-3_5-LQ.pdf, accessed on May 10, 2024 w modyfikacji własnej); B – zdjęcie wykorzystanej do kalibracji obrazów kuli o śr. 1cm (materiał własny)

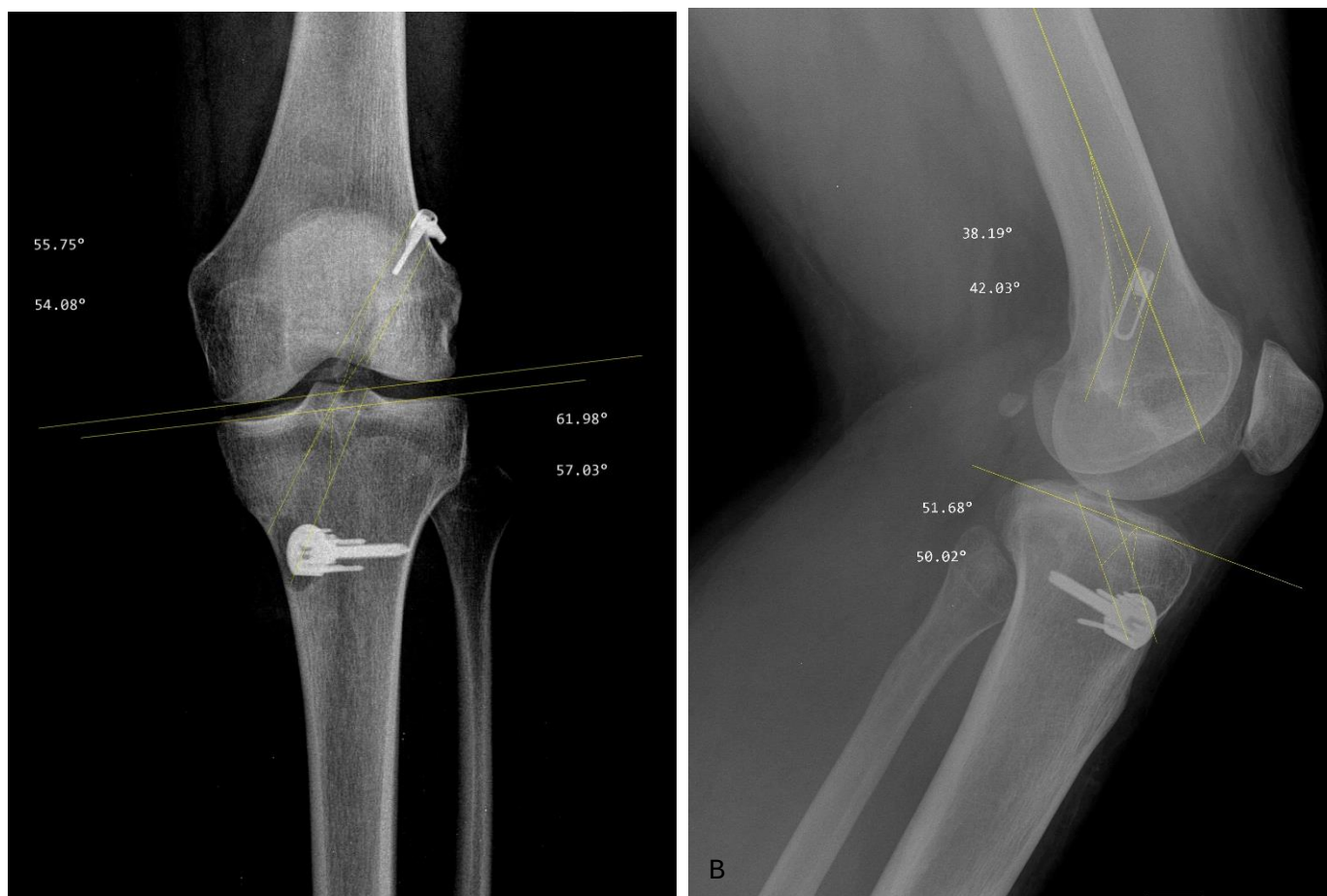
Uzyskane obrazy poddano analizie celem uzyskania odległości translacji przedniej piszczeli względem kości udowej. Z wykorzystaniem oprogramowania RadiAnt DICOM Viewer (Medixant, Poland) wykonano pomiar translacji przedniej przyśrodkowego kłykcia kości piszczelowej pod wpływem przyłożonej siły ze strony urządzenia Telos®. Dystans translacji przedniej uzyskano poprzez pomiar przemieszczenia prostej prostopadłej do powierzchni plateau piszczeli przechodzącej przez najbardziej do tyłu wysuniętą część kłykcia przyśrodkowego piszczeli w odniesieniu do stycznej do tylnej części kłykcia kości udowej (ryc. 6). Wyliczono przemieszczenie przednie na podstawie zdjęć bez nacisku oraz w pozycji stresowej zarówno w pozycji testu Lachmana (20st zgięcia) jak i testu szuflady przedniej (90st zgięcia). Nacisk do zdjęć stresowych wywoływany przez aparat Telos® wynosił 150N. Uzyskane wyniki wyrażone były w milimetrach (ryc. 6).



Rycina 8 Przykładowe rtg stawu kolanowego bez nacisku (A) oraz z naciskiem 150N (B) wraz z pomiarami translacji przedniej podudzia - objaśnienie pomiarów w tekście (materiał własny).

Na standardowych badaniach rentgenograficznych z wizyty kontrolnej oceniono oba stawy pod kątem występowania choroby zwyrodnieniowej w skali Kellgrena Lawrence'a. Jest to pięciostopniowa (0-4) skala nasilenia zmian zwyrodnieniowych stawu kolanowego, w której stopień 0 oznacza całkowity ich brak a 4 znaczne nasilenie.¹³⁸

Retrospektywnie, na podstawie RTG z okresu okołoperacyjnego oceniono także operowany staw w skali Kellgrena-Lawrence'a oraz wykonano pomiary kąta poprowadzonych kanałów kostnych w kości udowej i piszczelowej. Kierunek został określony jako średnia arytmetyczna kątów odchylenia brzegów kanału od linii stawu wyznaczonej przez końce stawowe kości udowej na projekcji AP oraz od osi długiej kości udowej w projekcji bocznej (ryc. 6). Zgodnie z techniką operacyjną oczekiwany zakres kąta w projekcji AP określono jako 60-70st.



Rycina 9 Przykładowe rtg stawu kolanowego z pomiarami kierunku kanału udowego w projekcjach AP (A) oraz bocznej (B) (materiał własny)

3.6. Analiza statystyczna

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem programu STATISTICA 13 (StatSoft, Inc. Tulsa, USA). Dane ilościowe przedstawiono jako średnią z odchyleniem standardowym oraz wartościami minimalną i maksymalną. Do przedstawienia parametrów jakościowych wykorzystano rozkłady procentowe oraz liczby przypadków uzyskane po wykorzystaniu tabel liczości. Do analizy zmiennych ilościowych wykorzystano test U Manna-Whitneya, w przypadku porównywania pomiędzy grupami test ANOVA Kruskalla-Wallisa, zaś do porównań pomiędzy grupami dla danych skategoryzowanych wykorzystano tabele wielozdzielcze. Za istotną statystycznie uznano wyniki o wartości $p \leq 0,05$.

4. Wyniki

4.1. Subiektywne odczucia stabilności.

Na podstawie zadanego pytania o występowanie i odczuwanie niestabilności w stawie uzyskano wynik, iż po zakończeniu leczenia 2 (5,00%) pacjentów odczuwało utrzymujący się brak stabilności. Ponadto 1 (2,5%) pacjent, który po zakończeniu leczenia nie odczuwał niestabilności, 3 lata później doznał urazu skrętnego operowanego stawu kolanowego, od czasu którego niestabilność odczuwa.

4.2. Ponowne operacje.

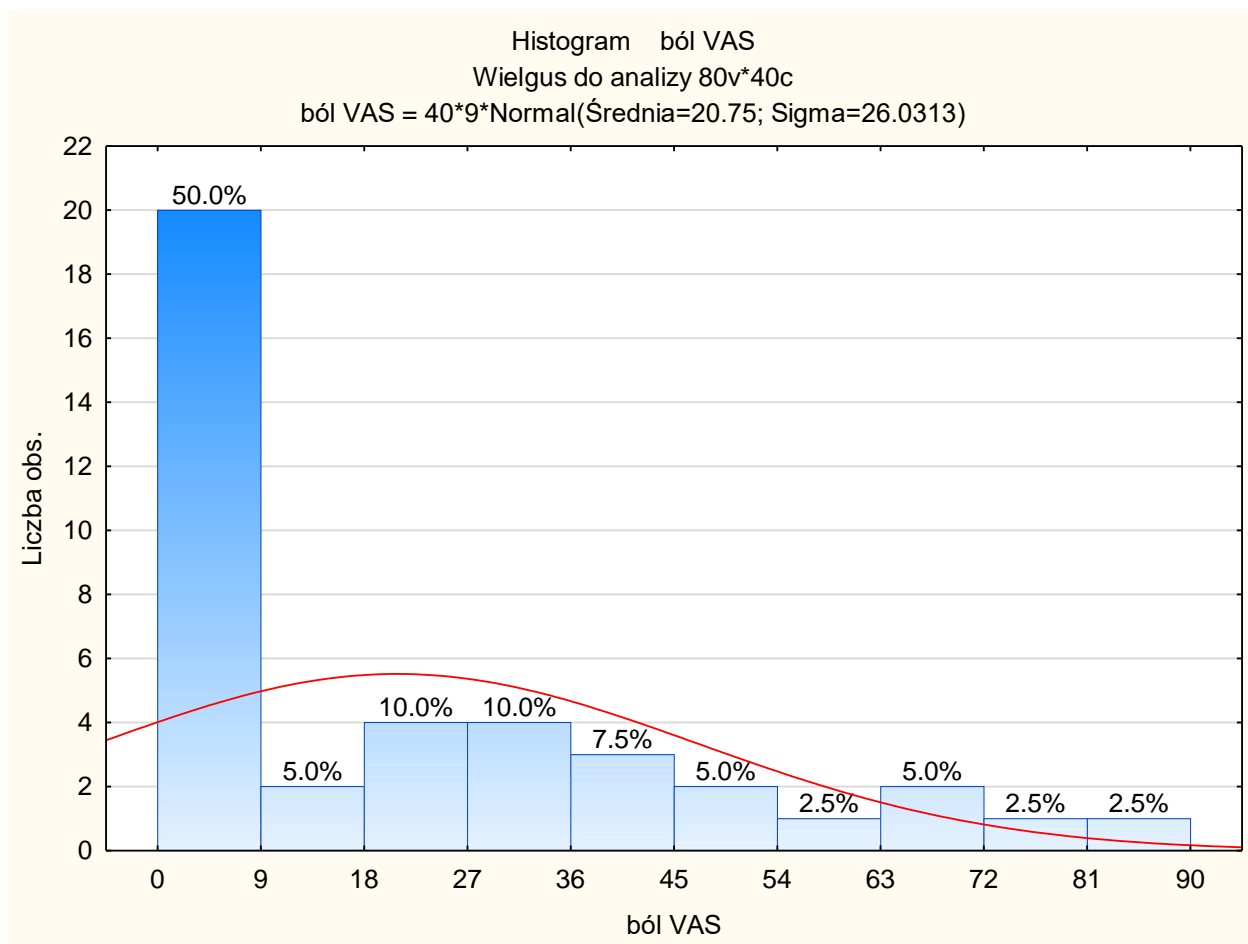
Ponowne operacje zostały przeprowadzone u 6 (15%) pacjentów, pozostali nie byli poddani ponownie leczeniu operacyjnemu badanego stawu. Wyniki przedstawiono w tabeli 4.

| Klasa | Tabela licznosci: ponowne operacje=1;0 (Wielgus do analizy) | | | |
|-------|---|---------------------|----------|----------------------|
| | Liczba | Skumulow. Liczba | Procent | Skumulow. Procent |
| 0 | 34 | 34 | 85.00000 | 85.0000 |
| 1 | 6 | 40 | 15.00000 | 100.0000 |

Tabela 4 Tabela licznosci pacjentów poddanych kolejnym operacjom badanego stawu po rekonstrukcji ACL.

4.3. Ocena bólu w skali VAS.

U 50% (N=20) pacjentów ból nie występował wcale. Wyniki oceny bólu w skali VAS przedstawiono w histogramie 1.



Histogram 1 histogram oceny bólu w skali VAS, podzielony na 10 kategorii.

Analiza statystyczna testem U Manna-Whitneya z poprawką na ciągłość wykazała istotną statystycznie zależność mniejszego nasilenia bólu w skali VAS względem większego zakresu czynnego i biernego wyprostów, ujemnego testu Soto-Hala, ujemnych testów stabilności: szuflady przedniej oraz Lachmana, translacji przedniej badaniem Rollimetrem w zg. 20st (<9mm), wyników skal funkcjonalnych – mniejszy ból był skorelowany z lepszym wynikiem w skalach: aktywność sportowa, funkcjonowanie, ACL-QOL (wszystkie domeny osobno i skala całościowo), Lysholm-Tegner, IKDC oraz aktywności Tegner-Lysholm (zarówno pooperacyjnie jak i obecnie). Ból w skali VAS nie był skorelowany z translacją przednią w rtg stresowych z wykorzystaniem urządzenia Telos, z obecnym wynikiem w skali Kellgrena-Lawrence’a, z subiektywnym odczuciem stabilności, z występowaniem twardego stopu, testem pivot-shift oraz Lelli, z pćcią, z wiekiem, z BMI oraz ze zgięciem kolana czynnym i biernym.

4.4. Zakres ruchu i testy kliniczne

4.4.1. Zakres ruchu

U 4 (10,0%) pacjentów stwierdzono większy zakres zgięcia biernego od czynnego, różnica wynosiła śr. $11,25 \pm 2,17$ (min. 10st – max. 15st), a zakres zgięcia biernego wynosił śr. $128,75 \pm 2,17$ (min. 125st – max. 130st).

Zakres ruchu w badaniu kontrolnym przedstawiono w tabeli 5 poniżej.

| Zmienna | Statystyki opisowe (Wielgus do analizy) | | | | | | | |
|-------------------------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|------------------|--------------|
| | Nważny ch | Średni a | Median a | Minimu m | Maksimu m | Dolny Kwartyl | Górny Kwartyl | Odch.s td |
| ROM zgięcie czynne | 40 | 136,87 50 | 140,00 00 | 120,000 0 | 140,0000 | 135,00 00 | 140,00 00 | 5,02398 1 |
| ROM wyprost czynny | 40 | 9,1250 | 10,000 0 | 0,0000 | 10,0000 | 10,000 0 | 10,000 0 | 2,74737 6 |
| ROM zgięcie bierna | 40 | 138,50 00 | 140,00 00 | 120,000 0 | 140,0000 | 140,00 00 | 140,00 00 | 3,78932 4 |
| ROM wyprost bierny | 40 | 9,1250 | 10,000 0 | 0,0000 | 10,0000 | 10,000 0 | 10,000 0 | 2,74737 6 |

Tabela 5 Statystyki opisowe zbadanego zakresu ruchu

| ponowne operacje=1;0 | Podsumowująca tabela dwudzielcza: częstości obserwowane (Wielgus do analizy) Liczność oznacz. komórek > 10 | | |
|-------------------------|---|-------------------------------|-----------------|
| | ROM wyprost czynny<5;0;1 0 | ROM wyprost czynny<5;0;1 1 | Wiersz Razem |
| 0 | 1 | 33 | 34 |
| %kolumny | 33.33% | 89.19% | |
| %wiersza | 2.94% | 97.06% | |
| % ogółu | 2.50% | 82.50% | 85.00% |
| 1 | 2 | 4 | 6 |
| %kolumny | 66.67% | 10.81% | |
| %wiersza | 33.33% | 66.67% | |
| % ogółu | 5.00% | 10.00% | 15.00% |
| Ogół | 3 | 37 | 40 |
| % ogółu | 7.50% | 92.50% | 100.00% |

Tabela 6 Tabela wielodzielcza - relacja ponownych operacji i ograniczenia czynnego wyprost

W teście Chi² Pearsona uzyskano istotną statystycznie wartość p=0,00917, świadcząca o istotnie częstszym występowaniu braku ograniczenia czynnego wyprost u pacjentów bez powtórnych operacji stawu kolanowego.

ROM zgięcie bierna:

| ponowne operacje=1;0 | Podsumowująca tabela dwudzielcza: częstości obserwowane (Wielgus do analizy) Liczność oznacz. komórek > 10 | | |
|----------------------|---|---------------------------------|--------------|
| | ROM zgięcie bierna<130;0;1 0 | ROM zgięcie bierna<130;0;1 1 | Wiersz Razem |
| 0 | 0 | 34 | 34 |
| %kolumny | 0.00% | 87.18% | |
| %wiersza | 0.00% | 100.00% | |
| % ogółu | 0.00% | 85.00% | 85.00% |
| 1 | 1 | 5 | 6 |
| %kolumny | 100.00% | 12.82% | |
| %wiersza | 16.67% | 83.33% | |
| % ogółu | 2.50% | 12.50% | 15.00% |
| Ogół | 1 | 39 | 40 |
| % ogółu | 2.50% | 97.50% | 100.00% |

Tabela 7 Tabela wielodzielcza - relacja ponownych operacji i ograniczenia biernego zgięcia

Podobnie w odniesieniu do czynnego zgięcia, w teście Chi² Pearsona uzyskano istotną statystycznie wartość p=0,01592, świadcząca o istotnie częstszym występowaniu braku ograniczenia biernego zgięcia u pacjentów bez powtórnych operacji stawu kolanowego.

4.4.2. Testy stabilności stawu

4.4.2.1. Testy w badaniu fizykalnym

W tabelach x-y przedstawiono wyniki testów stabilności stawów kolanowych.

Test szuflady przedniej wykazał niestabilność u 9 osób (22,5%), test Lachmana u 7 osób (17,5%) a brak twardego stopu występował u 4 (10,0%) pacjentów. Test pivot-shift był dodatni u 5 (12,5%) osób, a test Lelli u 2 (5,0%)osób.

Test szuflady tylnej u wszystkich pacjentów (100,0%) był ujemny.

| Klasa | Tabela liczności: szuflada przednia (Wielgus do analizy) | | | | |
|-------|---|---------------------|-----------------|----------------------|-------------------|
| | Liczba | Skumulow. Liczba | Procent | Skumulow. Procent | 100% - Procent |
| 0 | 26 | 26 | 65,00000 | 65,0000 | 100,0000 |
| 1 | 5 | 31 | 12,50000 | 77,5000 | 35,0000 |
| 2 | 5 | 36 | 12,50000 | 90,0000 | 22,5000 |
| 3 | 2 | 38 | 5,00000 | 95,0000 | 10,0000 |
| 4 | 2 | 40 | 5,00000 | 100,0000 | 5,0000 |

Tabela 8 Statystyki opisowe testu szuflady przedniej

| Klasa | Tabela liczności: Lachman (Wielgus do analizy) | | | | |
|-------|---|---------------------|----------|----------------------|-------------------|
| | Liczba | Skumulow. Liczba | Procent | Skumulow. Procent | 100% - Procent |
| 0 | 30 | 30 | 75,00000 | 75,0000 | 100,0000 |
| 1 | 3 | 33 | 7,50000 | 82,5000 | 25,0000 |
| 2 | 4 | 37 | 10,00000 | 92,5000 | 17,5000 |
| 3 | 2 | 39 | 5,00000 | 97,5000 | 7,5000 |
| 4 | 1 | 40 | 2,50000 | 100,0000 | 2,5000 |

Tabela 9 Statystyki opisowe testu Lachmana

| Klasa | Tabela liczności: twardy stop (Wielgus do analizy) | | | | |
|-------|---|---------------------|-----------------|----------------------|-------------------|
| | Liczba | Skumulow. Liczba | Procent | Skumulow. Procent | 100% - Procent |
| 0 | 4 | 4 | 10,00000 | 10,0000 | 100,0000 |
| 1 | 36 | 40 | 90,00000 | 100,0000 | 90,0000 |

Tabela 10 Statystyki opisowe dla twardego stopu

| Klasa | Tabela liczności: Lelli (Wielgus do analizy) | | | | |
|-------|--|---------------------|----------|----------------------|-------------------|
| | Liczba | Skumulow. Liczba | Procent | Skumulow. Procent | 100% - Procent |
| 0 | 35 | 35 | 87,50000 | 87,5000 | 100,0000 |
| 1 | 3 | 38 | 7,50000 | 95,0000 | 12,5000 |
| 2 | 2 | 40 | 5,00000 | 100,0000 | 5,0000 |

Tabela 11 Statystyki opisowe testu Lelli

| Klasa | Tabela liczności: pivot shift (Wielgus do analizy) | | | | |
|-------|---|---------------------|----------|----------------------|-------------------|
| | Liczba | Skumulow. Liczba | Procent | Skumulow. Procent | 100% - Procent |
| 0 | 26 | 26 | 65,00000 | 65,0000 | 100,0000 |
| 1 | 9 | 35 | 22,50000 | 87,5000 | 35,0000 |
| 2 | 5 | 40 | 12,50000 | 100,0000 | 12,5000 |

Tabela 12 Statystyki opisowe testu pivot-shift

4.4.2.2. Testy w badaniu z wykorzystaniem Rollimetru

| Zmienna | Statystyki opisowe (Wielgus do analizy) | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|-------------|-------------|-------------|--------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| | Nważny ch | Średn ia | Media na | Minimu m | Maksim um | Dolny Kwarty l. | Górny Kwarty l. | Odch.s td |
| rollimetr 90st | 40 | 7,700 0 | 8,0000 | 4,0000 | 12,0000 | 6,0000 | 9,0000 | 1,9374 84 |
| rollimetr 90st druga noga | 40 | 6,975 | 8,0000 | 3,0000 | 9,00000 | 6,0000 00 | 8,0000 00 | 1,4933 61 |

Tabela 13 Wyniki opisowe badania Rollimetrem obu kończyn

W analizie statystycznej poprzez użycie testu dokładnego Fischera na danych skategoryzowanych wykazano, iż statystycznie częściej w badaniu stabilności w teście szuflady przedniej z wykorzystaniem Rollimetru występuje translacja przednia $\geq 9\text{mm}$ w kończynach operowanych niż w kończynie zdrowej (27.50% vs. 7.50%; $p=0.018$).

Podobnie po dokonaniu analizy statystycznej testem dokładnym Fischera, w badaniu stabilności przedniej z wykorzystaniem Rollimetru w zgięciu 20st wykazano istotną statystycznie różnicę iż translacja $\geq 9\text{mm}$ w kończynie operowanej występuje częściej niż w kończynie zdrowej (20.00% vs. 0.00%; $p=0.002$).

Badania stabilności w płaszczyźnie czołowej w wyproście u żadnego z pacjentów nie wykazały istotnej patologii (wyniki – oraz +/-).

4.5. Skale funkcjonalne

4.5.1. Skala Lysholma – Tegnera

| Zmienna | Statystyki opisowe (Wielgus do analizy) | | | | | | | |
|-------------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------|
| | Nważny ch | Średnia | Median a | Minimu m | Maksimu m | Percent yl 10.0000 0 | Percent yl 90.0000 0 | Odch.st d |
| Lysholm Tegner | 40 | 89.1750 0 | 94.0000 0 | 52.0000 0 | 100.0000 | 68.0000 0 | 100.0000 0 | 12.1378 6 |

Tabela 14 Wyniki skali Lysholm-Tegner

4.5.1.1. Ocena stabilności w skali Lysholma-Tegnera

Po ekstrakcji ze skali Lysholma-Tegnera pytania o występowanie niestabilności operowanego stawu uzyskano następujący rozkład przedstawiony w tabeli 15.

| Klasa | Tabela licznosci: stabilność wg TL (Wielgus do analizy) | | | |
|-------|---|---------------------|----------|----------------------|
| | Liczba | Skumulow. Liczba | Procent | Skumulow. Procent |
| 0 | 30 | 30 | 75.00000 | 75.0000 |
| 1 | 6 | 36 | 15.00000 | 90.0000 |
| 2 | 2 | 38 | 5.00000 | 95.0000 |
| 3 | 2 | 40 | 5.00000 | 100.0000 |

Tabela 15 Wyniki pytania o stabilność w skali Lysholm-Tegner

Nie wykazano zależności statystycznej pomiędzy brakiem niestabilności a wiekiem, rodzajem pierwotnego urazu, ilością etapów przeprowadzanego leczenia operacyjnego, czasem od urazu do operacji, raportowaną aktywnością sportową i funkcjonowaniem, bólem w skali VAS ani wynikami translacji przedniej w stresowych rTG z wykorzystaniem aparatu Telos. Nie wykazano wpływu niestabilności na rozwój zmian zwyrodnieniowych stawu w skali Kellgrena-Lawrence'a.

4.5.2. Skala aktywności Tegner-Lysholm

| Zmienna | Statystyki opisowe (Wielgus do analizy) | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|----------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| | Nważny ch | Średni a | Media na | Minimu m | Maksim um | Dolny Kwarty ł. | Górny Kwarty ł. | Odch.s td |
| Tegner aktywność przed urazem | 40 | 6.2500 00 | 6.0000 00 | 4.0000 00 | 9.000000 | 6.0000 00 | 7.0000 00 | 1.0801 23 |
| Tegner aktywność po operacji | 40 | 5.4000 00 | 6.0000 00 | 3.0000 00 | 9.000000 | 4.0000 00 | 6.0000 00 | 1.3737 47 |
| Tegner aktywność obecnie | 40 | 5.1000 00 | 5.0000 00 | 3.0000 00 | 7.000000 | 4.0000 00 | 6.0000 00 | 1.1047 68 |

Tabela 16 Wyniki skali aktywności Tegner-Lysholm

Na podstawie analizy statystycznej testem ANOVA Kruskala-Wallisa, obserwowano istotny spadek aktywności (wg. Skali Tegnera) po zabiegu ($p=0,014$) oraz obecnie ($p=0,0004$) w stosunku do aktywności deklarowanej przed zabiegiem. Natomiast aktywność pacjentów deklarowana po zabiegu pozostała niezmienną przez lata, do okresu follow-up.

4.5.3. Skala ACL-QOL

| Zmienna | Statystyki opisowe (Wielgus do analizy) | | | | | | | |
|---------------------------|---|--------------|--------------|--------------|----------|-------------------------------|-------------------------------|--------------|
| | Nważny h | Średnia | Mediana | Minimum | Maksimum | Percent yl 10.0000 0 | Percent yl 90.0000 0 | Odch.st d |
| ACL-QOL Symptoms | 40 | 0.88500 0 | 0.95000 0 | 0.40000 0 | 1.000000 | 0.63000 0 | 1.00000 0 | 0.15798 4 |
| ACL-QOL Work | 40 | 0.96562 5 | 1.00000 0 | 0.25000 0 | 1.000000 | 0.96250 0 | 1.00000 0 | 0.12425 3 |
| ACL-QOL Activity&Sport | 40 | 0.70193 2 | 0.77727 3 | 0.04545 5 | 1.000000 | 0.22272 7 | 1.00000 0 | 0.28447 6 |
| ACL-QOL Life Style | 40 | 0.86208 3 | 0.93333 3 | 0.05000 0 | 1.000000 | 0.60000 0 | 1.00000 0 | 0.21714 2 |
| ACL-QOL Social | 40 | 0.85150 0 | 0.93000 0 | 0.06000 0 | 1.000000 | 0.69000 0 | 1.00000 0 | 0.21387 2 |
| ACL-QOL Overall | 40 | 0.81887 9 | 0.87580 6 | 0.16250 0 | 1.000000 | 0.55161 3 | 1.00000 0 | 0.19965 6 |

Tabela 17 Wyniki skali ACL-QOL z rozbiem na domeny

4.5.4. Skala IKDC

| Zmienna | Statystyki opisowe (Wielgus do analizy) | | | | | | | |
|-------------|---|-----------------|----------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| | Nważnych | Średnia | Mediana | Minimum | Maksimum | Dolny Kwartyl. | Górny Kwartyl. | Odch.std |
| IKDC | 40 | 0.834518 | 0.856534 | 0.390805 | 1.000000 | 0.770115 | 0.942529 | 0.142323 |

Tabela 18 Wyniki skali IKDC

4.5.5. Funkcjonowanie – brak ograniczeń funkcjonowania vs jakiegokolwiek ograniczenia

| Klasa | Tabela licznosci: funkcjonowanie (Wielgus do analizy) | | | | |
|----------|---|---------------------|-----------------|----------------------|-------------------|
| | Liczba | Skumulow. Liczba | Procent | Skumulow. Procent | 100% - Procent |
| 0 | 21 | 21 | 52.50000 | 52.5000 | 100.0000 |
| 1 | 14 | 35 | 35.00000 | 87.5000 | 47.5000 |
| 2 | 4 | 39 | 10.00000 | 97.5000 | 12.5000 |
| 3 | 1 | 40 | 2.50000 | 100.0000 | 2.5000 |

Tabela 19 Wyniki Funkcjonowania ze skali "aktywność i funkcjonowanie"

4.5.6. Aktywność

| Klasa | Tabela licznosci: aktywność sportowa (Wielgus do analizy) | | | | |
|----------|---|---------------------|-----------------|----------------------|-------------------|
| | Liczba | Skumulow. Liczba | Procent | Skumulow. Procent | 100% - Procent |
| 1 | 19 | 19 | 47.50000 | 47.5000 | 100.0000 |
| 2 | 14 | 33 | 35.00000 | 82.5000 | 52.5000 |
| 3 | 7 | 40 | 17.50000 | 100.0000 | 17.5000 |

Tabela 20 Wyniki Aktywności ze skali "aktywność i funkcjonowanie"

4.6. Ocena pacjentów w skali Kellgrena-Lawrence'a

Uzyskane wyniki zostaną szczegółowo omówione w omówieniu i dyskusji.

| Klasa | Tabela licznosci: KL1 (Wielgus do analizy) | | | |
|----------|---|---------------------|-----------------|----------------------|
| | Liczba | Skumulow. Liczba | Procent | Skumulow. Procent |
| 0 | 18 | 18 | 45.00000 | 45.0000 |
| 1 | 22 | 40 | 55.00000 | 100.0000 |

Tabela 21 Tabela licznosci oceny stawu kolanowego w skali Kellgren-Lawrence w okresie okołoperacyjnym

| Klasa | Tabela liczności: KL2 ; po 10 latach(Wielgus do analizy) | | | |
|----------|--|---------------------|-----------------|----------------------|
| | Liczba | Skumulow. Liczba | Procent | Skumulow. Procent |
| 0 | 8 | 8 | 20.00000 | 20.0000 |
| 1 | 22 | 30 | 55.00000 | 75.0000 |
| 2 | 7 | 37 | 17.50000 | 92.5000 |
| 3 | 3 | 40 | 7.50000 | 100.0000 |

Tabela 22 Tabela liczności operowanego stawu w skali Kellgren-Lawrence w okresie badania kontrolnego

| Klasa | Tabela liczności: KL Δ (Wielgus do analizy) | | | |
|-------|---|---------------------|----------|----------------------|
| | Liczba | Skumulow. Liczba | Procent | Skumulow. Procent |
| 0 | 20 | 20 | 50.00000 | 50.0000 |
| 1 | 17 | 37 | 42.50000 | 92.5000 |
| 2 | 3 | 40 | 7.50000 | 100.0000 |

Tabela 23 Tabela liczności stwierdzonej progresji zwyrodnienia wg skali Kellgren-Lawrence

| Klasa | Tabela liczności: bz=0;1 (Wielgus do analizy) | | | |
|----------|---|---------------------|-----------------|----------------------|
| | Liczba | Skumulow. Liczba | Procent | Skumulow. Procent |
| 0 | 20 | 20 | 50.00000 | 50.0000 |
| 1 | 20 | 40 | 50.00000 | 100.0000 |

Tabela 24 Tabela liczności stawów bez progresji oraz z progresją zwyrodnienia wg skali Kellgren-Lawrence

4.7. Ocena pomiarów poprowadzonych udowego kanału kostnego

4.7.1. W projekcji AP

Pacjentów skategoryzowano w 3 grupach w zależności od kierunku (kąta względem linii stawu) poprowadzenia kanału udowego w projekcji AP: 1. Kąt <60st, 2. 60-70, 3. >70st. Oczekiwana wartość zgodna z techniką operacyjną stanowi grupę 2.

| Klasa | Tabela licznosci: 1< 60 2 60 - 70 3 >70 (Wielgus do analizy) | | | |
|-------|--|------------------|----------|-------------------|
| | Liczba | Skumulow. Liczba | Procent | Skumulow. Procent |
| 1 | 13 | 13 | 32.50000 | 32.5000 |
| 2 | 21 | 34 | 52.50000 | 85.0000 |
| 3 | 6 | 40 | 15.00000 | 100.0000 |

Tabela 25 Rozkład pacjentów do grup w zależności od kierunku kanału udowego

| szuflada przednia>1=1;0 | Podsumowująca tabela dwudzielcza: częstości obserwowane (Wielgus do analizy) Liczność oznacz. komórek > 10 | | | |
|-------------------------|---|----------------------------|----------------------------|--------------|
| | 1< 60 2 60 - 70 3 >70 1 | 1< 60 2 60 - 70 3 >70 2 | 1< 60 2 60 - 70 3 >70 3 | Wiersz Razem |
| 0 | 8 | 19 | 4 | 31 |
| %kolumny | 8 | 90.48% | 66.67% | |
| %wiersza | 25.81% | 61.29% | 12.90% | |
| % ogółu | 20.00% | 47.50% | 10.00% | 77.50% |
| 1 | 5 | 2 | 2 | 9 |
| %kolumny | 38.46% | 9.52% | 33.33% | |
| %wiersza | 55.56% | 22.22% | 22.22% | |
| % ogółu | 12.50% | 5.00% | 5.00% | 22.50% |
| Ogół | 13 | 21 | 6 | 40 |
| % ogółu | 32.50% | 52.50% | 15.00% | 100.00% |

Tabela 26 Tabela wielozdzielcza - test szuflady przedniej a kierunek kanału udowego

| Lachman >1=1;0 | Podsumowująca tabela dwudzielcza: częstości obserwowane (Wielgus do analizy) Liczność oznacz. komórek > 10 | | | |
|----------------|---|----------------------------|----------------------------|--------------|
| | 1< 60 2 60 - 70 3 >70 1 | 1< 60 2 60 - 70 3 >70 2 | 1< 60 2 60 - 70 3 >70 3 | Wiersz Razem |
| 0 | 9 | 20 | 4 | 33 |
| %kolumny | 69.23% | 95.24% | 66.67% | |
| %wiersza | 27.27% | 60.61% | 12.12% | |
| % ogółu | 22.50% | 50.00% | 10.00% | 82.50% |
| 1 | 4 | 1 | 2 | 7 |
| %kolumny | 30.77% | 4.76% | 33.33% | |
| %wiersza | 57.14% | 14.29% | 28.57% | |
| % ogółu | 10.00% | 2.50% | 5.00% | 17.50% |
| Ogół | 13 | 21 | 6 | 40 |
| % ogółu | 32.50% | 52.50% | 15.00% | 100.00% |

Tabela 27 Tabela wielozdzielcza - test Lachmana a kierunek kanału udowego

Przedstawione w tabelach wielozdzielczych zależności testów stabilności przedniej względem kierunku kanału udowego nie wykazały istotności statystycznej, jednak najczęściej były prawidłowe przy prawidłowym kanale udowym.

| Zmienna | Wyniki zagregowane Statystyki opisowe (Wielgus do analizy) | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--|-----------|-------|------------------|--------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| | 1< 60 60 - 70 | 2 60 - 70 | 3 >70 | 1< 60 60 - 70 | 2 60 - 70 | 3 >70 | Nważn ych | Średn ia | Media na | Minim um | Maksi mum | Dolny Kwart yl. | Górny Kwart yl. | Odch. std |
| Lysholm Tegner | | | | 2 | | | 21 | 93.28 571 | 95.00 000 | 52.00 000 | 100.00 00 | 91.00 000 | 100.0 000 | 10.24 765 |
| Lysholm Tegner | | | | 1 | | | 13 | 82.76 923 | 85.00 000 | 66.00 000 | 100.00 00 | 72.00 000 | 91.00 000 | 12.04 266 |
| Lysholm Tegner | | | | 3 | | | 6 | 88.66 667 | 92.00 000 | 62.00 000 | 100.00 00 | 86.00 000 | 100.0 000 | 14.25 015 |

Tabela 28 Tabela wielodzielcza - wynik skali Lysholm-Tegner a kierunek kanału udowego

Analiza tabel wielodzielczych wykazała istotnie lepszy wynik skali Lysholm-Tegner u pacjentów z prawidłowym kanałem względem grupy z bardziej poziomym kanałem ($p=0,0052$).

| stabilność wg TL0=0;1 | Podsumowująca tabela dwudzielcza: częstości obserwowane (Wielgus do analizy) Liczność oznacz. komórek > 10 | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|-----------|--------|------------------|--------------|-------|------------------|--------------|---------|-----------------|
| | 1< 60 60 - 70 | 2 60 - 70 | 3 >70 | 1< 60 60 - 70 | 2 60 - 70 | 3 >70 | 1< 60 60 - 70 | 2 60 - 70 | 3 >70 | Wiersz Razem |
| 0 | | | 5 | | | | | 19 | 6 | 30 |
| %kolumny | | | 38.46% | | | | | 90.48% | 100.00% | |
| %wiersza | | | 16.67% | | | | | 63.33% | 20.00% | |
| % ogółu | | | 12.50% | | | | | 47.50% | 15.00% | 75.00% |
| 1 | | | 8 | | | | 2 | 0 | 0 | 10 |
| %kolumny | | | 61.54% | | | | 9.52% | 0.00% | 0.00% | |
| %wiersza | | | 80.00% | | | | 20.00% | 0.00% | 0.00% | |
| % ogółu | | | 20.00% | | | | 5.00% | 0.00% | 0.00% | 25.00% |
| Ogół | | | 13 | | | | 21 | 6 | 0 | 40 |
| % ogółu | | | 32.50% | | | | 52.50% | 15.00% | 0.00% | 100.00% |

Tabela 29 Tabela wielodzielcza - analiza stabilności względem kierunku kanału udowego

Analiza tabel wielodzielczych wykazała istotnie lepszy wynik odczuwanej stabilności u pacjentów z prawidłowym kanałem względem grupy z bardziej poziomym kanałem ($p=0,00094$).

| 1< 60 2 60 - 70 3 >70 1< 60 2 60 - 70 3 >70 | Podsumowująca tabela dwudzielcza: częstości obserwowane (Wielgus do analizy) Liczność oznacz. komórek > 10 | | |
|--|--|----------------|-----------------|
| | KL bz=0;1 0 | KL bz=0;1 1 | Wiersz Razem |
| 1 | 6 | 7 | 13 |
| %kolumny | 30.00% | 35.00% | |
| %wiersza | 46.15% | 53.85% | |
| % ogółu | 15.00% | 17.50% | 32.50% |
| 2 | 10 | 11 | 21 |
| %kolumny | 50.00% | 55.00% | |
| %wiersza | 47.62% | 52.38% | |
| % ogółu | 25.00% | 27.50% | 52.50% |
| 3 | 4 | 2 | 6 |
| %kolumny | 20.00% | 10.00% | |
| %wiersza | 66.67% | 33.33% | |
| % ogółu | 10.00% | 5.00% | 15.00% |
| Ogół | 20 | 20 | 40 |
| % ogółu | 50.00% | 50.00% | 100.00% |

Tabela 30 Tabela wielodzielcza - postęp zmian zwyrodnieniowych względem kierunku kanału udowego

Nie wykazano statystycznego wpływu kierunku kanału na postęp zmian zwyrodnieniowych ($p=0,067$).

4.8. Pomiary translacji przedniej piszczeli w zdjęcia rtg stresowych z wykorzystaniem aparatu Telos.

| Zmienna | Statystyki opisowe (Wielgus do analizy) | | | | |
|----------------------|---|----------|-----------|----------|----------|
| | Nważnych | Średnia | Minimum | Maksimum | Odch.std |
| Telos delta Lachman | 38 | 6.239211 | -0.055000 | 12.95000 | 3.814473 |
| Telos delta szuflada | 40 | 5.519125 | -0.510000 | 9.51000 | 2.718844 |

Tabela 31 Statystyki opisowe badania rtg stresowych w teście Lachmana oraz szuflady przedniej

5. Omówienie wyników i dyskusja

5.1. Wpływ rekonstrukcji ACL na funkcjonowanie pacjentów w ocenie odległej

Praca miała na celu określenie czy kierunek poprowadzenia kanału udowego podczas rekonstrukcji ACL ma wpływ na subiektywny i obiektywny wynik kliniczny oraz rozwój zmian zwyrodnieniowych stawu kolanowego w ocenie odległej.

5.1.1. VAS

50% (20 osób) pacjentów w ocenie odległej (min. 120m-cy) prezentowała jakikolwiek ból w skali VAS w obrębie operowanego stawu, spośród nich u 35% (7 osób) ból był łagodny, u 45% umiarkowany a u 20% silny. Średnia wartość bólu w całej grupie badanej w skali VAS wynosiła $20,75 \pm 26,03$ [zakres 0-90], zaś wśród osób u których ból występował średnia wynosiła $41,5 \pm 22,01$ [zakres 10-90]. Webster i wsp.¹³⁹ w obserwacji 15-letniej raportowali ból w skali VAS u 27% pacjentów, a wśród nich na poziomie 23 ± 19 [zakres 5-60], zaś Holm i wsp. 29 ± 37 .¹⁴⁰ Wyniki w moim badaniu wskazują na większe występowanie dolegliwości bólowych, pomimo krótszego czasu obserwacji przy zastosowaniu tych samych ścięgien do przeszczepu. Różnica może także wynikać z innego sposobu fiksacji na kości udowej. Pomimo iż połowa pacjentów nie odczuwała dolegliwości bólowych, niepokojący pozostaje fakt, iż w pozostałej grupie u większości pacjentów ból był o charakterze umiarkowanym. Występowanie bólu było istotnie statystycznie skorelowane z gorszym wyprostem – zarówno czynnym i biernym ($p=0,040$, $p=0,040$), silnie skorelowane z gorszymi wynikami skal funkcjonalnych IKDC ($p=0,000014$), Lysholm-Tegner ($p=0,000004$), ACL-QOL ($p=0,000032$) oraz pozytywnymi wynikami testów klinicznych – testu szuflady przedniej ($p=0,0093$), testu Lachmana ($p=0,041$) oraz Rollimetru w zg. 20* w kat. ($p=0,02$). Nie znaleziono zaś istotnej zależności od czynników specyficznych dla pacjenta jak wiek, płeć, waga czy BMI. Co ciekawe nie wykazano także istotnej zależności pomiędzy występowaniem bólu a występowaniem istotnych zmian zwyrodnieniowych w skali Kellgrena-Lawrence'a ($p=0,144$) ani z subiektywnie przedstawianą stabilnością stawu ($p=0,144$).

5.1.2. PROM

75% (30 osób) podawało brak uciekania stawu w pytaniu o stabilność w skali Lysholm-Tegner, 15% (6 osób) podawało uciekanie rzadko przy wysiłonych aktywnościach, a po 5% (2 osoby) podawało okazjonalne na co dzień lub częste uciekanie stawu. Zgodnie z oczekiwaniami, wykazano istotność statystyczną braku uczucia niestabilności z ujemnymi wynikami testów stabilności zarówno przedniej jak i rotacyjnej (ADT, test Lachmana, test Lelli, test pivot-shift), ujemnym wynikiem testów uinstrumentowanych z wykorzystaniem Rollimetru (zarówno w wyproście i w zgięciu 20*). Istotna statystycznie zależność występowała także względem każdej z wykonanych skal PROM (ACL-QOL, Lysholm-Tegner, IKDC). W badaniu nie wykazano zaś istotnego związku odczuwanej przez pacjentów niestabilności z wiekiem, rodzajem pierwotnego urazu, ilością etapów przeprowadzanego leczenia operacyjnego, czasem od urazu do operacji ani z wynikami rtg stresowych.

ACL-QOL $81,89 \pm 20,00$ [16,25-100]. Warto zwrócić uwagę, że biorąc pod uwagę poszczególne domeny w skali najgorszy wynik $70,19 \pm 28,44$ [4,55-100] uzyskano w domenie dotyczącej aktywności i sporty (ACL-QOL Activity&Sport). Może to wynikać z raportowanej u 25% pacjentów niestabilności, która ogranicza ich możliwości aktywności sportowej, jak również z podawanym przez pacjentów urazem psychicznym, skutkującym obawą przed ponownym uszkodzeniem stawu kolanowego. Wynik w mojej grupie badanej jest nieco lepszy niż w literaturze, gdzie Leiter i wsp. podawali $67,4 \pm 24$ w nieco dłuższym 14-letnim okresie obserwacji.¹⁴¹

W skali Lysholm-Tegner uzyskałem wynik śr. $89,18 \pm 12,14$ [52-100], który jest wynikiem dobrym i zgodnym z doniesieniami literaturowymi z zakresu 80,7-92,0.^{140,142-147}

Wynik w skali IKDC wynosił $83,45 \pm 14,23$ [39-100], co również stanowi wynik dobry, porównywalny do przedstawianych w literaturze – 74-92.^{139,142,143,145,146}

Przyjęte w literaturze skale do oceny funkcjonowania w związku z uszkodzeniem ACL wykazały w grupie badanej dobre wyniki w odległej ocenie.

5.1.3. Wpływ rekonstrukcji na poziom aktywności sportowej

Na podstawie wyników w skali aktywności Tegner-Lysholm stwierdzono, że najwyższy poziom deklarowanej wykonywanej aktywności pacjentów po zabiegu operacyjnym ($6,25 \pm 1,08$) spadł w istotny sposób względem okresu przed urazem ($5,4 \pm 1,37$, $p=0,0142$) i pozostał na niezmiennym poziomie do czasu wizyty kontrolnej ($5,1 \pm 1,1$, $p=0,95$). Niemniej jednak warto nadmienić, iż u 57,5% (23 osób) poziom aktywności po operacji się nie obniżył, spośród których u 78% (18 osób) utrzymał się na tym samym poziomie przez okres obserwacji, a obniżenie u części pozostałych wynikało ze zmian życiowych związanych z wiekiem i brakiem możliwości kontynuowania wykonywania sportu na pierwotnym poziomie. Wynik badania pozostaje w zgodzie z dostępną literaturą, w której w 10-letnich obserwacjach Konrads i wsp. raportowali spadek z 6,8 do $5,1^{147}$, a Holm i wsp. do 4,8.¹⁴⁰ Badania oceniające dłuższy okres obserwacji pokazywały jeszcze niższy końcowy wynik aktywności w skali Tegner. Björnsson i wsp.¹⁴² w ocenie 191,9 \pm 15,1 miesięcznej wykazali spadek z $7,9 \pm 1,4$ na $4,0 \pm 1,7$, zaś Grassi i wsp. w metanalizie pokazali średni wynik 4.¹⁴³ W moim materiale, podobnie jak Goodwillie i wsp.¹⁴⁸ uzyskano brak statystycznej istotności wpływu subiektywnie odczuwanej stabilności oraz testów stabilności przedniej na wynik aktywności w skali Tegnera, aczkolwiek wynik ten był istotnie statystycznie powiązany z występowaniem dolegliwości bólowych w skali VAS ($p=0,0002$).

5.1.4. Wpływ konieczności powtórnych operacji na funkcjonowanie

15% pacjentów (6 osób) spośród badanej grupy zostało poddanych ponownie zabiegom operacyjnym (co najmniej jednemu) w obrębie operowanego pierwotnie stawu (pomijając pierwotnie zaplanowane etapy zabiegu rekonstrukcji ACL). Znalezione istotny statystycznie związek powtórnych operacji z zakresem ruchu opisany poniżej zaś wobec pozostałych zebranych danych (skale funkcjonalne, testy kliniczne) nie wykazano istotności statystycznej. Rewizje po rekonstrukcji ACL w technice transtibial raportowane w literaturze występowały u 5,1% pacjentów.¹¹⁵ Wynik w prezentowanym badaniu jest wyższy. Różnica może wynikać z uwzględnienia w mojej grupie badanej wszelkich zabiegów rewizyjnych, a nie tylko zabiegów rewizyjnych z powodu uszkodzenia graftu ACL.

5.1.5. Wpływ rekonstrukcji na wyniki testów klinicznych

Zakres ruchu

W badanej grupie pacjentów ograniczenie wyprostów $>5^\circ$ wystąpiło u 7,5% (3 osób) i dotyczyło w takim samym zakresie zarówno wyprostów czynnych i biernych. Wartość wyprostów (przeprostów) średnio wynosiła $9,125 \pm 2,747$. Wykazano istotny statystycznie związek ograniczonego wyprostów z ilością przeprowadzonych operacji, podawaną niestabilnością, występowaniem bólu oraz testami stabilności przedniej. Można wywnioskować, iż problemy które występują w stawie kolanowym skutkują ograniczeniem wyprostów, niekoniecznie związanym z występowaniem choroby zwyrodnieniowej. Thompson i wsp.¹⁴⁶ podawali rzadsze występowanie ograniczenia wyprostów $>5^\circ$, ponieważ tylko u 2% pacjentów przy podobnych wynikach pozostałych badanych parametrów funkcjonowania stawu.

Zgięcie było zróżnicowane pomiędzy zakresem zgięcia czynnego oraz biernego i wynosiły odpowiednio $136,875 \pm 5,024$ oraz $138,5 \pm 3,789$. Brak ograniczenia zgięcia biernego jest istotny statystycznie względem braku występowania powtórnych operacji, a zgięcia czynnego nie jest, co może wynikać z faktu, iż w grupie osób, które nie miały powtórnych operacji także występowało ograniczenie czynnego zgięcia. Może to świadczyć o tym, że to pierwsza operacja miała największy wpływ na zakres czynnego zgięcia. U 6 osób (15%) był mniejszy niż biernego ($129,167 \pm 2,041$ vs $140,0 \pm 0,0$). Wciąż nie stanowiło to dla tej grupy istotnej dysfunkcji, gdyż u pięciorga z nich czynne zgięcie było ograniczone tylko do 130° . Różnica ta może wynikać z wykorzystania hamstringów jako przeszczepu dla rekonstruowanego więzadła krzyżowego przedniego. Ich funkcja polegająca na zginaniu stawu kolanowego jest istotna w zakresie $>70^\circ$. Doniesienia literaturowe nie są jednoznaczne. Choć nie wykazano wyższości w zastosowaniu tylko ścięgna mięśnia półścięgnistego z pozostawieniem smukłego nad zastosowaniem obu, ani zastosowania innego przeszczepu nad hamstringami, to są doniesienia o osłabieniu siły zgięcia w końcowym zakresie, które jednak nie ma wpływu na wynik kliniczny operacji. Z tego względu warto rozważyć przeszczep inny niż oba ścięgna hamstringów u czynnych sportowców uprawiających sporty, które wymagają generowania dużej siły także w

końcowym zakresie ruchu zgięcia stawu kolanowego. Pojawiają się także doniesienia o regeneracji hamstringów, chociaż ich jakość i funkcja wciąż nie zostały wystarczająco przebadane.^{126,149}

Testy stabilności

Test szuflady przedniej był ujemny u 77,5% (31 osób), test Lachmana u 82,5% (33 osób). W teście Lelli i pivot-shift uzyskano takie same wyniki i były ujemne u 87,5% (35 osób). Testy te wykazały nieco lepszy wynik niż raportowana przez pacjentów odczuwalna stabilność stawu, kiedy 75% raportowało brak jakiegokolwiek uciekania. Aczkolwiek, zgodnie z oczekiwaniami, i tak uzyskano istotną statystycznie korelację występowania subiektywnej niestabilności z niestabilnością ocenianą w badaniu fizykalnym testem Lachmana ($p=0.03$) oraz testem Lelli ($p=0,006$), zaś brak istotności statystycznej względem testu szuflady przedniej ($p=0,126$) oraz testu pivot-shift ($p=0,08$). Należy zaznaczyć, iż także w odniesieniu do tych testów zdecydowanie najczęściej obserwowany był wynik prawidłowej stabilności u pacjentów z brakiem odczuwanej niestabilności. Testy stabilności, podobnie jak subiektywne uczucie niestabilności jest silnie istotnie statystycznie skorelowane ze skalami funkcjonalnymi (IKDC, Lysholm-Tegner i ACL-QOL). Prezentowane w literaturze wyniki są zbieżne z uzyskanymi w badaniu. Björnsson i wsp.¹⁴² raportował ujemny test Lachmana u 77% pacjentów, pivot-shift u 85%, Thompson i wsp.¹⁴⁶ ujemny test Lachmana u 76%, pivot-shift u 90%, Konrads i wsp.¹⁴⁷ ujemny test Lachmana u 91,3%.

Testy uinstrumentowane

W badaniach stabilności przedniej z wykorzystaniem Rolimetru® translacja przednia w operowanej kończynie w 90 stopniach zgięcia wynosiła $7,7\pm 1,94$ mm a w kończynie zdrowej $6,975\pm 1,49$ mm, zaś w ustawieniu w 20 stopniach zgięcia odpowiednio $6,725\pm 2,12$ mm i $6,125\pm 1,77$ mm. Statystycznie wykazano, iż istotnie częściej występuje translacja przednia ≥ 9 mm w kończynie operowanej niż w kończynie zdrowej zarówno w ustawieniu 90° zgięcia (27,50% vs. 7,50%; $p=0,018$), jak i w 20° zgięcia (20,00% vs. 0,00%; $p=0,002$). Ciekawym spostrzeżeniem jest uzyskanie istotnej statystycznie korelacji pomiędzy ujemnymi wynikami testów z wykorzystaniem Rolimetru® w obu pozycjach a ujemnymi wynikami zarówno testów szuflady przedniej oraz Lachmana. Na tej podstawie

uważam, iż do oceny stabilności przedniej w praktyce klinicznej, wskazane jest wykorzystywanie testów zarówno szuflady przedniej i Lachmana, optymalnie z wykorzystaniem Rolimetru®, poza badaniem w ostrej fazie dolegliwości bólowych świeżo po urazie, kiedy są silne dowody na niską czułość badania szuflady przedniej. Za ciekawe należy uznać wykazanie braku istotnego związku pomiędzy niestabilnością w badaniu Rolimetrem® a jakimkolwiek podawanym przez pacjentów ograniczeniem funkcjonowania.

Różnica <3mm pomiędzy translacją przednią pomiędzy kończynami (STS – side-to-side) wystąpiła u 85% (34 osoby) w ustawieniu 90* oraz 90% (36 osób) w 20*. Literatura wskazuje na różnicę STS <3mm u 76%-90%^{139,143,146}, co pozostaje w sprzeczności z doniesieniami Södermana i wsp. u których w bardzo długiej obserwacji (śr. 31 lata; [28-33]) tylko połowa pacjentów prezentowała brak istotnej statystycznie różnicy w niestabilności przedniej w badaniu uinstrumentowanym KT-1000 względem kolana przedniego, zaś badanie MRI wykazało uszkodzenie przeszczepu u połowy pacjentów.¹⁵⁰ W mojej opinii różnica wynika właśnie z czasu obserwacji, który bezpośrednio przełożył się na wiek pacjentów podczas badania kontrolnego i wynosił 57 lat [zakres 46-79]. W populacji ogólnej już w wieku 55 lat dochodzi do dolegliwości bólowych kolana u 25% osób pomimo braku ewidentnego urazu.¹⁵¹ W związku z tym w badaniu Södermana i wsp. na wynik odległy składał się odsetek osób z niestabilnością opisywany w innych badaniach oceniających pacjentów po rekonstrukcji ACL, jak i w dużej mierze początek rozwoju zmian zwyrodnieniowych związanych z wiekiem pacjentów.

Biorąc te wyniki pod uwagę, wykazano istotny statystycznie wpływ zwiększonej translacji przedniej operowanej kończyny w ustawieniu 90* na gorszy wynik w skalach ACL-QOL i Lysholm-Tegner, zaś brak wpływu na VAS i IKDC, zaś w ustawieniu 20* wykazano brak istotnego wpływu na wszystkie z badanych skal funkcjonalnych. Na tej podstawie można uznać, że ocena różnicy STS ma wątpliwe lub nie ma wcale przełożenia na funkcjonowanie pacjentów i należy ją stosować z dużą ostrożnością.

RTG stresowe.

W wykonanych badaniach stresowych RTG z wykorzystaniem aparatu Telos dla ustawienia 20* zgięcia uzyskano wyniki translacji przedniej 6,239±3,814mm a dla

ustawienia 90* zgięcia 5,519±2,719mm. W literaturze brakuje badań odnoszących się jednoznacznie do uzyskanego wyniku translacji przedniej podudzia względem uda w badaniach stresowych stawu kolanowego. Większość badań odnosi się jedynie do różnicy pomiędzy stronami (STS). Ocena taka wymaga wykonania rtg stresowych obu stawów kolanowych bez nacisku oraz pod naciskiem. Sumarycznie daje to dodatkowe dwa zdjęcia rtg, na które zostaje narażony pacjent oraz wydłuża czas badania. W badaniu podjąłem próbę wyznaczenia wartości odcięcia translacji przedniej w celu uzyskania grup o prawidłowej i nieprawidłowej stabilności stawu. Wstępnie przyjąłem wartości odcięcia, które dzieliły grupę badaną na klasy podobnej liczebności jak wyniki testów stabilności. Były to wartości 7mm, 8mm oraz 9mm, które dzieliły grupę badaną odpowiednio: 24 vs 14, 27 vs 11, 29 vs 9 osób. Niestety analiza statystyczna danych skategoryzowanych dla żadnej z przyjętych grup nie wykazała istotnego związku z odczuwaną subiektywną stabilnością ani klinicznymi testami stabilności przedniej.

5.2. Wpływ rekonstrukcji ACL i jej wyniku na rozwój zmian zwyrodnieniowych operowanego stawu w ocenie odległej

5.2.1. Porównanie zmian zwyrodnieniowych w skali Kellgrena-Lawrence'a okołooperacyjnie i obecnie

W okresie okołooperacyjnym żaden z pacjentów nie prezentował w skali Kellgrena-Lawrence'a >1*. W trakcie obserwacji 10-letniej zmiany zwyrodnieniowe, ocenione jako progres w skali Kellgrena-Lawrence'a o przynajmniej 1 stopień, postąpiły u połowy pacjentów (20 osób) i u 25 % (10 pacjentów) występował co najmniej 2 stopień zmian zwyrodnieniowych. Wykazano, iż poprowadzenie kanału udowego z portalu przednio-przyśrodkowego dawało lepsze rezultaty odtworzenia prawidłowej biomechaniki stawu względem techniki transtibial.¹¹⁹ Jednak wyniki uzyskane w badanej grupie prezentują się lepiej niż raportowane w literaturze, której przeglądy wykazały zwyrodnienia u 49-52% pacjentów w przypadku wykorzystania techniki transtibial wiercenia kanału udowego. Moje wyniki są bliższe wynikom 25%, które są podawane dla techniki anatomicznego wiercenia kanału udowego z portalu przednio-przyśrodkowego.¹⁵²

5.2.2. Porównanie zmian zwyrodnieniowych w skali Kellgrena-Lawrence'a operowanego kolana z kontralateralnym

Operowane kolana częściej wykazywały zmiany zwyrodnieniowe niż kolana przeciwległe, jednak różnica ta nie była istotna statystycznie. W kolanie kontralateralnym zmiany zwyrodnieniowe w co najmniej 2* występowały u 10% (4 pacjentów) w porównaniu do 25% (10 pacjentów) w operowanym. Częstsze występowanie zmian zwyrodnieniowych w operowanym kolanie nie wykazało jednak istotności statystycznej ($p=0,256$).

Dokładniejsza ocena uwzględniająca odniesienie do rozwoju zmian zwyrodnieniowych w przeciwległym kolanie nie była możliwa ze względu na brak rtg kontrolnych kontralateralnego stawu z okresu okołoperacyjnego.

5.2.3. Wpływ odczuwanej oraz badanej stabilności stawu na rozwój zmian zwyrodnieniowych

Wykazano brak istotności statystycznej odczuwanej przez pacjenta stabilności z obecnością zmian zwyrodnieniowych w operowanym stawie, wyrażonych w oparciu o skalę Kellgrena-Lawrence'a ($p=0,159$). Biorąc pod uwagę ich postęp od operacji, wyrażony jako zmianę stopnia w skali K-L także takiej zależności nie uzyskano ($p=0,216$). Wśród pacjentów bez odczuwanej niestabilności, zmiany zwyrodnieniowe nie rozwinęły się u 53,33% pacjentów, zaś o nie więcej niż 1* w skali Kellgrena-Lawrence'a u 96,67% pacjentów. Pokazuje to, iż rekonstrukcja ACL z oczekiwanym rezultatem nie ma wpływu na rozwój zmian zwyrodnieniowych operowanego kolana. W odniesieniu do pacjentów z odczuwaną niestabilnością, u 30% pacjentów występowały zaawansowane zmiany zwyrodnieniowe w kolanie przeciwległym a u 50% w operowanym.

Ponadto nie znaleziono istotnej statystycznie zależności pomiędzy rozwojem zmian zwyrodnieniowych a wynikiem testów stabilności przedniej - ADT i Lachmana ani badaniu uinstrumentowanym z wykorzystaniem Rolimetru®. Podobnie Sundemo i wsp. wykazali nieistotnie statystycznie częstsze zmiany zwyrodnieniowe w związku z występowaniem niestabilności przedniej w badaniu klinicznym.¹⁵³

Pozostaje to w sprzeczności z badaniem Struewera i wsp., którzy wykazali istotny związek rozwoju zmian zwyrodnieniowych z niestabilnością przednią kolana. Chociaż odsetek pacjentów z rozwiniętymi zmianami zwyrodnieniowymi i tak wynosił tak jak w moim badaniu 25%.¹⁴⁴

5.2.4. Wpływ kierunku poprowadzonych kanałów na rozwój zmian zwyrodnieniowych

Kierunek poprowadzonego kanału udowego w płaszczyźnie czołowej nie był w ogóle skorelowany z postępem zmian zwyrodnieniowych w operowanym kolanie ($p=0.67$). W dostępnej literaturze nie znalazłem odniesienia się rozwoju zmian zwyrodnieniowych bezpośrednio do kierunku poprowadzonych kanałów kostnych w kości udowej. Ze względu na poddawany pod wątpliwość bezpośredni wpływ stabilności stawu na rozwój zmian zwyrodnieniowych oraz kierunku kanałów na stabilność stawu, trudno jest wyciągnąć jednoznaczne wnioski bez bezpośredniej oceny przedstawionej korelacji.

Dane literaturowe pozostają niespójne, pokazując różne wyniki rozwoju zmian zwyrodnieniowych po rekonstrukcji ACL. Björnsson et al.¹⁴² w ocenie 191,9±15,1 miesięcy po zabiegu opisali, że statystycznie więcej zmian zwyrodnieniowych występowało w kolanach zoperowanych niż przeciwległych, chociaż zastrzegają iż mógł mieć na to wpływ czas od urazu do operacji – 38,1 ± 60,4 m-cy i/lub wiek przy kontroli 42,3 ± 7,8. W prezentowanym badaniu wiek pacjentów w czasie badania kontrolnego nie miał wpływu na wynik. W innych badaniach wykazano zmiany zwyrodnieniowe aż u 42-49% pacjentów.^{154,155} Claes et al. w metaanalizie uwzględniającej ponad 10-letnią obserwację wykazali radiologiczne zmiany zwyrodnieniowe operowanego stawu u 28% pacjentów¹⁵⁶. Sollberger i wsp. także nie uzyskali zmniejszenia zmian zwyrodnieniowych względem zdrowej strony.¹⁵⁷ Przeglądy systematyczne sugerują istotny rozwój zmian zwyrodnieniowych w kontroli dłuższej niż 10 lat, zaś ich brak w krótszych badaniach.^{108,158} Bez wątplenia można uznać, iż rekonstrukcja więzadła krzyżowego nie chroni stawu kolanowego przed wystąpieniem zmian zwyrodnieniowych wcześniej niż w

przeciwnym stawie. Chroni jednak przed dodatkowymi uszkodzeniami struktur wewnętrznych stawu: łąkotek i chrząstki dzięki czemu zabezpiecza przed potencjalnymi innymi operacjami. Tym samym opóźnia wystąpienie zmian zwyrodnieniowych w operowanym stawie względem leczenia zachowawczego stawu kwalifikowanego do rekonstrukcji ACL.^{159,160}

5.3. Wpływ czynników zależnych od pacjenta na kierunek poprowadzonego kanału udowego.

Pomimo odchodzenia obecnie od wiercenia kanału udowego w technice transtibial głównie ze względu na trudności z uzyskaniem odpowiedniego jego punktu wejścia i kierunku, podjąłem się określenia wpływu czynników zależnych od pacjenta takich jak wiek, BMI czy płeć na kierunek wierconego kanału.

5.3.1. Wiek

Wykazano istotną statystycznie korelację, że u pacjentów starszych istotnie częściej kanał był posadowiony bardziej pionowo ($p=0,063$). W grupie pacjentów z kanałem ustawionym pod kątem $>70^{\circ}$, wiek wynosił śr. $43,0 \pm 10,28$ lat.

5.3.2. BMI

Wykazano BMI istotnie wyższe w grupie z kątem kanału udowego w płaszczyźnie czołowej $>70^{\circ}$ ($p=0,0229$). W grupie z prawidłowym kątem wynosiło śr. $23,104 \pm 2,709$, zaś w grupie z kątem $>70^{\circ}$ $25,368 \pm 1,744$. Podsumowując, u pacjentów z nadwagą częściej kanał udowy był poprowadzony nadmiernie pionowo.

5.3.3. Płeć

Nie znaleziono istotnej statystycznie zależności pomiędzy płcią pacjentów a kierunkiem, w jakim został poprowadzony kanał udowy ($p=0,71$).

5.4. Wpływ kierunku kanału udowego na wynik rekonstrukcji ACL w ocenie odległej.

Położenie kanału udowego przy rekonstrukcji ACL jest jednym z kluczowych elementów operacji, który ma wpływ na ostateczny wynik. W ostatnim czasie wiele uwagi zostało poświęconej jego prawidłowemu posadowieniu. Badania wskazują, iż znaczenie kanału udowego jest większe niż piszczelowego.¹⁶¹ W badaniu oceniono bezpośredni wpływ kierunku kanału udowego na poszczególne składowe wyniki leczenia. Pacjenci zostali przydzieleni do 3 grup w zależności od kierunku: 1 – kanał bardziej poziomo od prawidłowego (<60°), 2 – kanał zgodnie z techniką operacyjną (60°-70°), 3- kanał bardziej pionowo od prawidłowego (>70°).

5.4.1. Wpływ kierunku na wynik w skalach PROM

Analiza statystyczna wykazała istotną statystycznie zależność pomiędzy kierunkiem poprowadzonego kanału udowego a wynikiem skali Lysholma-Tegnera ($p=0,0052$). Pacjenci z prawidłowym kierunkiem (60°-70°) mieli lepsze wyniki niż w przypadku kanału poprowadzonego pod kątem <60°, tj. bardziej poziomo ($93,29\pm 10,25$ vs $82,77\pm 12,04$). Wyniki pacjentów z kanałem poprowadzonym bardziej pionowo (>70°) również były gorsze ($88,67\pm 14,25$) od grupy z prawidłowym kanałem, ale różnica ta nie była istotna statystycznie ($p=0,45$).

5.4.2. Wpływ kierunku na subiektywną stabilność stawu

Analogiczna analiza statystyczna wykazała iż brak odczucia niestabilności występował u 90,48% osób z prawidłowym kanałem, u 100% osób z bardziej pionowo poprowadzonym kanałem, zaś tylko 38,46% osób z bardziej poziomym kierunkiem. Różnica ta była istotna statystycznie ($p=0,00094$), tj. kanał udowy poprowadzony bardziej poziomo (<60°) skutkował częstszym występowaniem odczuwanej niestabilności.

5.4.3. Wpływ kierunku na stabilność stawu w testach klinicznych

Ocena stabilności stawu w teście szuflady przedniej oraz teście Lachmana oceniona analogicznymi narzędziami statystycznymi nie wykazała istotnego wpływu kierunku kanałów na wynik testów. Były one częściej ujemne w grupie pacjentów z prawidłowym kanałem (test szuflady przedniej 90,48%, Lachmana 95,24%) niż w innych, ale w sposób nieistotny statystycznie ($p=0,115$ i $p=0,083$). Podobnie w odniesieniu do translacji przedniej w badaniu Rolimetrem® w 20° zgięcia najczęściej w grupie z prawidłowym

kanalem występowała prawidłowa stabilność (90,48%), aczkolwiek nie wykazano istotności statystycznej $p=0,119$).

5.4.4. Wpływ kierunku na ponowne operacje

Ponowne operacje były przeprowadzone u 15,38% pacjentów z kanałem położonym bardziej poziomo ($<60^{\circ}$), u 19,05% z kanałem prawidłowym i u żadnego z pacjentów z bardziej pionowym kanałem ($>70^{\circ}$). Zebrane dane nie wykazały istotnej statystycznie zależności wykonanych ponownych operacji i kierunku poprowadzenia kanału udowego ($p=0,514$).

6. Wnioski

- 6.1. Rekonstrukcja więzadła krzyżowego przedniego z kanałem udowym poprowadzonym metodą „transtibial” i wykorzystaniem hamstringów skutkowało dobrym wynikiem skal funkcjonalnych w ocenie odległej.
- 6.2. Pooperacyjna niestabilność nie miała wpływu na rozwój zmian zwyrodnieniowych.
- 6.3. Kierunek poprowadzonego kanału udowego w płaszczyźnie czołowej nie był skorelowany z postępem zmian zwyrodnieniowych w operowanym kolanie.
- 6.4. W technice transtibial kanał udowy wiercony był zbyt pionowo częściej u pacjentów z nadwagą, co można określić jako czynnik ryzyka zbyt pionowego ustawienia kanału.
- 6.5. Prawidłowy kierunek kanału udowego dawał statystycznie najlepsze wyniki w ocenie odległej. Jego poziome ustawienie skutkowało gorszym wynikiem zarówno stabilności, jak i raportowanego funkcjonowania pacjentów.

7. Podsumowanie

Technika „transtibial” i wykorzystanie przeszczepu z hamstringów w rekonstrukcji ACL skutkowało dobrymi wynikami w ocenie odległej. Daje to powód do optymistycznego postrzegania badanej techniki. Obecne są już jednak doniesienia o wyższości prowadzenia kanału udowego w sposób anatomiczny.

Takie udoskonalenie stosowanej techniki operacyjnej oraz rozwój implantów fiksujących pozwalają patrzeć z optymizmem na wyniki dzisiejszych rekonstrukcji, co oczekujemy odnaleźć w badaniach odległych je oceniających.

Streszczenie

Uszkodzenie więzadła krzyżowego przedniego jest jednym z najczęstszych urazów sportowych i stanowi istotny społecznie czynnik czasowego wykluczenia chorobowego i nierzadko ogranicza możliwości aktywności sportowej. Urazy te dotyczą częściej osób młodych, które są aktywne zawodowo, często na początkowym etapie kariery. Z tego powodu, pourazowa absencja zawodowa stanowi dla nich problem ekonomiczny i psychologiczny, a dla społeczeństwa i systemów powszechnych ubezpieczeń społecznych niesie za sobą istotny koszt socjoekonomiczny.

W związku z tym, po urazie skrętnym stawu kolanowego z towarzyszącym uszkodzeniem więzadła krzyżowego przedniego, ważna jest wczesna diagnostyka, odpowiednie postępowanie terapeutyczne i rehabilitacyjne. Takie postępowanie przyspiesza powrót chorego do normalnej aktywności.

Zdecydowana większość istotnych klinicznie uszkodzeń to uszkodzenia masywne, z przerwaniem ciągłości więzadła, powodujące utratę jego funkcji, co zwykle wymaga leczenia operacyjnego.

Powszechność uszkodzenia sprawia, że zabiegi rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego są, poza endoprotezoplastykami stawów biodrowych i kolanowych, jednymi z najczęściej wykonywanych planowych operacji ortopedycznych na świecie.

Operacja rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego polega na wykorzystaniu graftu (innej tkanki lub materiału sztucznego) i wszczępieniu go w miejsce natywnego ACL w celu odzyskania prawidłowej stabilności, biomechaniki, a co za tym stoi funkcji stawu.

Na przestrzeni lat opracowano różne techniki dotyczące wykonywania portali, wykorzystywanych do obrazowania struktur śródstawowych i wiercenia kanałów kostnych pod umieszczenie graftu. Obecnie wykorzystane jest szerokie spektrum materiałów do tworzenia graftów - tkanki autologiczne, tkanki allogeniczne czy przeszczepy sztuczne.

Jednak, pomimo planowego trybu przeprowadzania operacji wstępne obserwacje kliniczne wykazywały różnice zarówno w pooperacyjnym obrazie radiologicznym, jak i wynikach klinicznych, i zadowoleniu pacjentów. Rezultat taki obserwowany był pomimo stosowania prawidłowej techniki operacyjnej. Rozbieżności w wynikach dotyczyły stopnia pooperacyjnego rozwoju zmian zwyrodnieniowych, zależności wyniku

klinicznego od sposobu i kierunku poprowadzenia kanałów kostnych a przede wszystkim stopnia pooperacyjnej stabilności stawu i powrotu pacjenta do przedoperacyjnego stopnia sprawności ruchowej.

Celem pracy była wieloaspektowa ocena wpływu stosowanej powszechnie przed laty techniki rekonstrukcji ACL „transtibial” na funkcjonowanie oraz rozwój zmian zwyrodnieniowych stawu kolanowego w funkcji czasu.

Do oceny wykorzystano grupę badaną, którą stanowiły osoby operowane rekonstrukcją ACL w Klinice Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu USK we Wrocławiu w latach 2007-2012 z użyciem autograftu ze ścięgien mięśni półścięgnistej oraz smukłego (tzw. hamstringów) z powodu niestabilności stawu kolanowego. Z grupy 140 osób zoperowanych, u 100 dostępne były diagnostyczne badania obrazowe z okresu okołoperacyjnego, zaś z tej grupy uzyskano kontakt i zgodę na wykonanie badań kontrolnych u 40 osób. Badania wykonano w okresie 10-13 lat po przeprowadzonym zabiegu operacyjnym. Ocena obrazu klinicznego polegała na badaniu podmiotowym, przedmiotowym oraz przedmiotowym uinstrumentowanym z wykorzystaniem Rolimetru®. Ponadto wykonano badania rentgenodiagnostyczne standardowe oraz stresowe z wykorzystaniem urządzenia Telos®, które wraz z wcześniej wykonanymi poddano szczegółowej analizie ze szczególnym uwzględnieniem kierunku poprowadzenia kanałów udowych oraz translacji przedniej pęczki na zdjęciach stresowych.

Na podstawie analizy stwierdzono, iż w badaniu fizykalnym test szuflady przedniej wykazał niestabilność u 22,5% pacjentów, test Lachmana u 17,5%. Ujemne testy kliniczne stabilności były istotnie skorelowane z subiektywnym odczuwaniem stabilności oraz z dobrymi wynikami skal funkcjonalnych. Podobnie uzyskano istotny statystycznie związek ujemnych testów klinicznych z ujemnymi wynikami badania Rolimetrem®. W badaniach rtg stresowych z wykorzystaniem urządzenia Telos® nie otrzymano wyników pozwalających na wyznaczenie odpowiedniego punktu odcięcia pomiędzy prawidłową i nieprawidłową stabilnością stawu w odniesieniu do innych badań. Nie wykazano istotnego statystycznie wpływu badanej fizykalnie oraz z wykorzystaniem Rolimetru® na rozwój zmian zwyrodnieniowych w stawie.

Z uzyskanych wyników wyciągnięto następujące wnioski:

1. Rekonstrukcja ACL z kanałem udowym poprowadzonym metodą „transtibial” i wykorzystaniem hamstringów skutkowało dobrym wynikiem skal funkcjonalnych w ocenie odległej.
2. Pooperacyjna niestabilność nie miała wpływu na rozwój zmian zwyrodnieniowych.
3. Kierunek poprowadzonego kanału udowego w płaszczyźnie czołowej nie był skorelowany z postępem zmian zwyrodnieniowych w operowanym kolanie.
4. W technice transtibial kanał udowy wiercony był zbyt pionowo częściej u pacjentów z nadwagą, co można określić jako czynnik ryzyka zbyt pionowego ustawienia kanału.
5. Prawidłowy kierunek kanału udowego dawał statystycznie najlepsze wyniki w ocenie odległej. Jego poziome ustawienie skutkowało gorszym wynikiem zarówno stabilności, jak i raportowanego funkcjonowania pacjentów.

Podsumowując, technika „transtibial” i wykorzystanie przeszczepu z hamstringów w rekonstrukcji ACL skutkowało dobrymi wynikami w ocenie odległej. Daje to powód do optymistycznego postrzegania badanej techniki. Obecne są już jednak doniesienia o wyższości prowadzenia kanału udowego w sposób anatomiczny.

Takie udoskonalenie stosowanej techniki operacyjnej oraz rozwój implantów fiksujących pozwalają patrzeć z optymizmem na wyniki dzisiejszych rekonstrukcji, co oczekujemy odnaleźć w badaniach odległych je oceniających.

Summary

Anterior cruciate ligament injury is one of the most common sports injuries and is a socially important factor in temporary sick leave and often limits the possibilities of sports activity. These injuries mostly affect young people who are professionally active, often at the initial stage of their career. For this reason, post-traumatic absence is an economic and psychological problem for them, and it carries a significant socioeconomic cost for the society and social security systems.

Therefore, after a twisting injury of the knee joint with ACL rupture, early diagnosis and appropriate therapeutic and rehabilitation procedures are important. Following it speeds up the patient's return to normal activity.

The vast majority of clinically significant injuries are massive, with rupture of the ligament, causing loss of its function, which usually requires surgical treatment. The common nature of the injury makes ACLR procedures, apart from hip and knee arthroplasty, one of the most frequently performed elective orthopedic surgeries in the world.

Anterior cruciate ligament reconstruction surgery involves the use of a graft (another tissue or artificial material) and implanting it in place of the native ACL in order to regain proper stability, biomechanics, and therefore the function of the joint.

Over the years, various techniques have been developed for creating portals used for imaging intra-articular structures and drilling bone canals for graft placement. Currently, a wide range of materials are used to create grafts - autologous tissues, allogeneic tissues and artificial grafts.

However, despite the planned procedure of surgery, initial clinical observations showed differences in the postoperative radiological picture, clinical results, and patient satisfaction. This result was observed despite the use of correct surgical technique. The discrepancies in the results concerned the postoperative arthritis development, the dependence of the clinical outcome on the method and direction of the bone canals, and, above all, the postoperative joint stability and the patient's return to the preoperative level of mobility.

The aim of the study was a multi-aspect assessment of the impact of the "transtibial" ACL reconstruction technique, which was commonly used years ago, on the

functioning and development of degenerative changes in the knee joint as a function of time.

The study group consisted of people who underwent ACL reconstruction at the Department of Orthopedics and Traumatology of the University Hospital in Wrocław (Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu, USK we Wrocławiu) in 2007-2012 using an autograft from the semitendinosus and gracilis tendons (so-called hamstrings) due to knee joint instability. Out of the group of 140 people who underwent surgery, proper diagnostic imaging tests from the perioperative period were available for 100, and from this group, contact and consent to perform follow-up tests were obtained for 40 people. The tests were performed 10-13 years after the surgery. The assessment of the clinical picture consisted of a subjective, objective and physical examination instrumented using the Rolimeter®. In addition, standard and stress X-ray diagnostic tests were performed using the Telos™ device, which, together with those previously performed, were subjected to a detailed analysis, with particular emphasis on the femoral canal direction and the anterior tibia translation on stress X-rays.

Based on the analysis, it was found that the physical examination of the anterior drawer test showed instability in 22.5% of patients, and the Lachman test in 17.5%. Negative clinical stability tests were significantly correlated with the subjective feeling of stability and with good results of functional scales. Similarly, a statistically significant relationship between negative clinical tests and negative Rolimeter® test results was obtained. In stress X-ray examinations using the Telos™ device, no results were obtained that would allow for the determination of an appropriate cut-off point between normal and abnormal joint stability in relation to other examinations. There was no statistically significant impact of physical examination and the use of a Rolimeter® on the development of osteoarthritis in the joint.

The following conclusions were drawn from the results obtained:

1. ACL reconstruction with a transtibial femoral tunnel and the use of hamstrings resulted in good functional scores in the long-term evaluation.
2. Postoperative instability did not influence the osteoarthritis development.
3. The direction of the femoral canal in the frontal plane was not correlated with the progression of osteoarthritis in the operated knee.

4. In the transtibial technique, the femoral canal was drilled too vertically more often in overweight patients, which can be considered a risk factor for too vertical positioning of the canal.

5. The correct direction of the femoral canal statistically provided the best results in the long-term assessment. Its horizontal position resulted in poorer results in both stability and reported functioning of patients.

Summary.

The "transtibial" technique and the use of a hamstring graft in ACL reconstruction resulted in good long-term results. This gives reason for an optimistic perception of the tested technique. However, there are already reports about the superiority of drilling the femoral canal anatomically.

Such improvement of the surgical technique used and the development of fixation implants allow us to be optimistic about the results of today's reconstructions, which we expect to find in long-term studies assessing them.

Bibliografia

1. Maniar N, Verhagen E, Bryant AL, Opar DA. Trends in Australian knee injury rates: An epidemiological analysis of 228,344 knee injuries over 20 years. *Lancet Reg Health West Pac.* 2022;21:100409. doi:10.1016/J.LANWPC.2022.100409
2. Bhan K. Meniscal Tears: Current Understanding, Diagnosis, and Management. *Cureus.* 2020;12(6). doi:10.7759/CUREUS.8590
3. Buhl Nielsen A, Yde J. Epidemiology of acute knee injuries: a prospective hospital investigation. *J Trauma.* 1991;31(12):1644-1648. doi:10.1097/00005373-199112000-00014
4. Granan LP, Forssblad M, Lind M, Engebretsen L. The Scandinavian ACL registries 2004-2007: baseline epidemiology. *Acta Orthop.* 2009;80(5):563-567. doi:10.3109/17453670903350107
5. Gianotti SM, Marshall SW, Hume PA, Bunt L. Incidence of anterior cruciate ligament injury and other knee ligament injuries: a national population-based study. *J Sci Med Sport.* 2009;12(6):622-627. doi:10.1016/J.JSAMS.2008.07.005
6. Lyman S, Koulouvaris P, Sherman S, Do H, Mandl LA, Marx RG. Epidemiology of anterior cruciate ligament reconstruction: trends, readmissions, and subsequent knee surgery. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(10):2321-2328. doi:10.2106/JBJS.H.00539
7. Lind M, Menhert F, Pedersen AB. The first results from the Danish ACL reconstruction registry: Epidemiologic and 2 year follow-up results from 5,818 knee ligament reconstructions. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 2009;17(2):117-124. doi:10.1007/s00167-008-0654-3
8. Mather RC, Koenig L, Kocher MS, et al. Societal and Economic Impact of Anterior Cruciate Ligament Tears. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(19):1751. doi:10.2106/JBJS.L.01705
9. Colombet P, Dejour D, Panisset JC, Siebold R. Current concept of partial anterior cruciate ligament ruptures. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research.* 2010;96(8):S109-S118. doi:10.1016/J.OTSR.2010.09.003
10. Tjoumakaris FP, Donegan DJ, Sekiya JK. Partial tearing of the anterior cruciate ligament: diagnosis and treatment. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo).* 2015;50(1):9. doi:10.1016/J.RBOE.2015.02.003
11. Blom AW, Donovan RL, Beswick AD, Whitehouse MR, Kunutsor SK. Common elective orthopaedic procedures and their clinical effectiveness: umbrella review of level 1 evidence. *BMJ.* 2021;374(1):1511. doi:10.1136/BMJ.N1511
12. Townsend MA, Izak M, Jackson RW. Total motion knee goniometry. *J Biomech.* 1977;10(3):183-193. doi:10.1016/0021-9290(77)90057-4
13. Komdeur P, Pollo FE, Jackson RW. Dynamic knee motion in anterior cruciate impairment: a report and case study. *Proc (Bayl Univ Med Cent).* 2002;15(3):257. doi:10.1080/08998280.2002.11927850

14. Flandry F, Hommel G. Normal anatomy and biomechanics of the knee. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2011;19(2):82-92. doi:10.1097/JSA.0b013e318210c0aa
15. Blackburn TA, Craig E. Knee anatomy: a brief review. *Phys Ther.* 1980;60(12):1556-1560. doi:10.1093/PTJ/60.12.1556
16. Kuettner KE, Aydelotte MB, Thonar EJ. Articular cartilage matrix and structure: a minireview. *J Rheumatol Suppl.* 1991;27:46-48. Accessed April 23, 2024. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2027129/>
17. Gobbi A, Dallo I, Frank RM, Bradsell H, Saenz I, Murrel W. A review of bone marrow lesions in the arthritic knee and description of a technique for treatment. *Journal of Cartilage & Joint Preservation.* 2021;1(3):100021. doi:10.1016/J.JCJP.2021.100021
18. Shepherd DET, Seedhom BB. Thickness of human articular cartilage in joints of the lower limb. *Ann Rheum Dis.* 1999;58(1):27-34. doi:10.1136/ard.58.1.27
19. Iranpour F, Merican AM, Amis AA, Cobb JP. The Width:thickness Ratio of the Patella: An Aid in Knee Arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(5):1198. doi:10.1007/S11999-008-0130-X
20. Guo JR, Yan P, Qin Y, et al. Automated measurement and grading of knee cartilage thickness: a deep learning-based approach. *Front Med (Lausanne).* 2024;11:1337993. doi:10.3389/FMED.2024.1337993/BIBTEX
21. Scott WN. *Insall and Scott Surgery of the Knee - 2 Volume Set, 6th Edition.* Vol 50. 6th ed. Elsevier; 2017:2182-2182. doi:10.1249/01.mss.0000544495.20020.19
22. Fox AJS, Wanivenhaus F, Burge AJ, Warren RF, Rodeo SA. The human meniscus: A review of anatomy, function, injury, and advances in treatment. *Clinical Anatomy.* 2015;28(2):269-287. doi:10.1002/CA.22456
23. Markes AR, Hodax JD, Ma CB. Meniscus Form and Function. *Clin Sports Med.* 2020;39(1):1-12. doi:10.1016/J.CSM.2019.08.007
24. Śmigielski R, Becker R, Zdanowicz U, Cizek B. Medial meniscus anatomy—from basic science to treatment. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 2015;23(1):8-14. doi:10.1007/S00167-014-3476-5/FIGURES/12
25. Fox AJS, Bedi A, Rodeo SA. The Basic Science of Human Knee Menisci: Structure, Composition, and Function. *Sports Health.* 2012;4(4):340. doi:10.1177/1941738111429419
26. Fox AJS, Bedi A, Rodeo SA. The Basic Science of Human Knee Menisci: Structure, Composition, and Function. *Sports Health.* 2012;4(4):340. doi:10.1177/1941738111429419
27. Renström P, Johnson RJ. Anatomy and biomechanics of the menisci. *Clin Sports Med.* 1990;9(3):523-538.
28. Voloshin AS, Wosk J. Shock absorption of meniscectomized and painful knees: a comparative in vivo study. *J Biomed Eng.* 1983;5(2):157-161. doi:10.1016/0141-5425(83)90036-5

29. FAIRBANK TJ. Knee joint changes after meniscectomy. *J Bone Joint Surg Br.* 1948;30B(4):664-670.
30. McDermott ID, Amis AA. The consequences of meniscectomy. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series B.* 2006;88(12):1549-1556. doi:10.1302/0301-620X.88B12.18140/ASSET/IMAGES/LARGE/18140-4.JPEG
31. Jackson JP. Degenerative changes in the knee after meniscectomy. *Br Med J.* 1968;2(5604):525-527. doi:10.1136/BMJ.2.5604.525
32. Irrarrázaval S, Albers M, Chao T, Fu FH. Gross, Arthroscopic, and Radiographic Anatomies of the Anterior Cruciate Ligament: Foundations for Anterior Cruciate Ligament Surgery. *Clin Sports Med.* 2017;36(1):9-23. doi:10.1016/J.CSM.2016.08.002
33. Zantop T, Petersen W, Sekiya JK, Musahl V, Fu FH. Anterior cruciate ligament anatomy and function relating to anatomical reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 2006;14(10):982-992. doi:10.1007/S00167-006-0076-Z/FIGURES/6
34. Amis AA, Dawkins GPC. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73(2):260-267. doi:10.1302/0301-620x.73b2.2005151
35. Śmigielski R, Zdanowicz U, Drwięga M, Ciszek B, Ciszewska-Łysoń B, Siebold R. Ribbon like appearance of the midsubstance fibres of the anterior cruciate ligament close to its femoral insertion site: a cadaveric study including 111 knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(11):3143-3150. doi:10.1007/S00167-014-3146-7
36. Musahl V, Nazzari EM, Lucidi GA, et al. Current trends in the anterior cruciate ligament part 1: biology and biomechanics. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 2022;30(1):20-33. doi:10.1007/S00167-021-06826-Y/TABLES/4
37. Morales-Avalos R, Perelli S, Vilchez-Cavazos F, et al. The morphology of the femoral footprint of the anterior cruciate ligament changes with aging from a large semicircular shape to a small flat ribbon-like shape. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2022;30(10):3402-3413. doi:10.1007/S00167-022-06935-2
38. Morales-Avalos R, Castillo-Escobedo TA, Elizondo-Omaña RE, et al. The morphology of the tibial footprint of the anterior cruciate ligament changes with ageing from oval/elliptical to C-shaped. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 2021;29(3):922-930. doi:10.1007/s00167-020-06049-7
39. Iriuchishima T, Yorifuji H, Aizawa S, Tajika Y, Murakami T, Fu FH. Evaluation of ACL mid-substance cross-sectional area for reconstructed autograft selection. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(1):207-213. doi:10.1007/S00167-012-2356-0
40. Śmigielski R, Zdanowicz U, Drwięga M, Ciszek B, Williams A. The anatomy of the anterior cruciate ligament and its relevance to the technique of reconstruction. *Bone Joint J.* 2016;98-B(8):1020-1026. doi:10.1302/0301-620X.98B8.37117
41. Schillhammer CK, Reid JB, Rister J, et al. Arthroscopy up to date: Anterior cruciate ligament anatomy. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery.* 2016;32(1):209-212. doi:10.1016/j.arthro.2015.10.009

42. Guenther D, Irarrázaval S, Nishizawa Y, et al. Variation in the shape of the tibial insertion site of the anterior cruciate ligament: classification is required. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2017;25(8):2428-2432. doi:10.1007/S00167-015-3891-2/TABLES/1
43. Fujimaki Y, Thorhauer E, Sasaki Y, Smolinski P, Tashman S, Fu FH. Quantitative In Situ Analysis of the Anterior Cruciate Ligament: Length, Midsubstance Cross-sectional Area, and Insertion Site Areas. *Am J Sports Med*. 2016;44(1):118-125. doi:10.1177/0363546515611641
44. Cone SG, Howe D, Fisher MB. Size and Shape of the Human Anterior Cruciate Ligament and the Impact of Sex and Skeletal Growth: A Systematic Review. *JBJS Rev*. 2019;7(6):e8. doi:10.2106/JBJS.RVW.18.00145
45. Zarins B, Rowe CR, Harris BA, Watkins MP. Rotational motion of the knee. *Am J Sports Med*. 1983;11(3):152-156. doi:10.1177/036354658301100308
46. Hollister AM, Jatana S, Singh AK, Sullivan WW, Lupichuk AG. The axes of rotation of the knee. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(290):259-268. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8472457>
47. Neumann DA. *Kinesiology of the Musculoskeletal System*. 3rd ed. Mosby; 2017.
48. Smidt GL. Biomechanical analysis of knee flexion and extension. *J Biomech*. 1973;6(1). doi:10.1016/0021-9290(73)90040-7
49. Hassebrock JD, Gulbrandsen MT, Asprey WL, Makovicka JL, Chhabra A. Knee ligament anatomy and biomechanics. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2020;28(3):80-86. doi:10.1097/JSA.000000000000279
50. Warren LA, Marshall JL, Girgis F. The prime static stabilizer of the medial side of the knee. *Journal of Bone and Joint Surgery American volume*. 1974;56(4):665-674. doi:10.2106/00004623-197456040-00002
51. D'Ambrosi R, Corona K, Guerra G, Rubino M, Di Feo F, Ursino N. Biomechanics of the posterior oblique ligament of the knee. *Clinical Biomechanics*. 2020;80:105205. doi:10.1016/J.CLINBIOMECH.2020.105205
52. Chahla J, Moatshe G, Dean CS, LaPrade RF. Posterolateral Corner of the Knee: Current Concepts. *Archives of Bone and Joint Surgery*. 2016;4(2):97. Accessed May 18, 2024. </pmc/articles/PMC4852053/>
53. Park JG, Han SB, Rhim HC, Jeon OH, Jang KM. Anatomy of the anterolateral ligament of the knee joint. *World J Clin Cases*. 2022;10(21):7215. doi:10.12998/WJCC.V10.I21.7215
54. Claes S, Vereecke E, Maes M, Victor J, Verdonk P, Bellemans J. Anatomy of the anterolateral ligament of the knee. *J Anat*. 2013;223(4):321. doi:10.1111/joa.12087
55. Claes S, Vereecke E, Maes M, Victor J, Verdonk P, Bellemans J. Anatomy of the anterolateral ligament of the knee. *J Anat*. 2013;223(4):321. doi:10.1111/JOA.12087
56. Logterman SL, Wydra FB, Frank RM. Posterior Cruciate Ligament: Anatomy and Biomechanics. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2018;11(3):510. doi:10.1007/S12178-018-9492-1

57. Lynch TB, Chahla J, Nuelle CW. Anatomy and Biomechanics of the Posterior Cruciate Ligament. *J Knee Surg.* 2021;34(5):499-508. doi:10.1055/S-0041-1725007
58. Musahl V, Citak M, O'Loughlin PF, Choi D, Bedi A, Pearle AD. The effect of medial versus lateral meniscectomy on the stability of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med.* 2010;38(8):1591-1597. doi:10.1177/0363546510364402
59. Levy IM, Torzilli PA, Warren RF. The effect of medial meniscectomy on anterior-posterior motion of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1982;64(6):883-888. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6896333>
60. Nordenvall R, Bahmanyar S, Md §||, et al. A Population-Based Nationwide Study of Cruciate Ligament Injury in Sweden, Incidence, Treatment, and Sex Differences. Published online 2001. doi:10.1177/0363546512449306
61. Granan LP, Bahr R, Steindal K, Furnes O, Engebretsen L. Development of a national cruciate ligament surgery registry: the Norwegian National Knee Ligament Registry. *Am J Sports Med.* 2008;36(2):308-315. doi:10.1177/0363546507308939
62. Singh N. International Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Injuries Mini-Review. Published online 2018. doi:10.31031/OPROJ.2018.01.000525
63. Joseph AM, Collins CL, Henke NM, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. A Multisport Epidemiologic Comparison of Anterior Cruciate Ligament Injuries in High School Athletics. *J Athl Train.* 2013;48(6):810. doi:10.4085/1062-6050-48.6.03
64. Gwiazdon P, Racut A, Stozik M, et al. Diagnosis, treatment and statistic of anterior cruciate ligament injuries. *Balt J Health Phys Act.* 2019;11(4):115-125. doi:10.29359/BJHPA.11.4.13
65. Webb J, Corry I. Injuries of the sporting knee. *Br J Sports Med.* 2000;34(3):227-227. doi:10.1136/BJSM.34.3.227
66. Keyhani S, Akbar Esmailiejah A, Sajad Mirhoseini M, Hosseininejad SM, Ghanbari N, Sajad Mirhosseini M. The Prevalence, Zone, and Type of the Meniscus Tear in Patients with Anterior Cruciate Ligament (ACL) Injury; Does Delayed ACL Reconstruction Affects the Meniscal Injury? *Arch Bone Jt Surg.* 2020;8(3):432-438. doi:10.22038/abjs.2019.39084.2076
67. Kilcoyne KG, Dickens JF, Haniuk E, Cameron KL, Owens BD. Epidemiology of meniscal injury associated with ACL tears in young athletes. *Orthopedics.* 2012;35(3):208-212. doi:10.3928/01477447-20120222-07
68. Duncan JB, Hunter R, Purnell M, Freeman J. Meniscal Injuries Associated With Acute Anterior Cruciate Ligament Tears in Alpine Skiers. *Am J Sports Med.* 1995;23(2):170-172. doi:10.1177/036354659502300208
69. Paletta GA, Levine DS, O'Brien SJ, Wickiewicz TL, Warren RF, Johnson R. Patterns of meniscal injury associated with acute anterior cruciate ligament injury in skiers. *American Journal of Sports Medicine.* 1992;20(5):542-547. doi:10.1177/036354659202000510

70. Yoon KH, Yoo JH, Kim K Il. Bone contusion and associated meniscal and medial collateral ligament injury in patients with anterior cruciate ligament rupture. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2011;93(16):1510-1518. doi:10.2106/JBJS.J.01320
71. Nikolić DK. Lateral meniscal tears and their evolution in acute injuries of the anterior cruciate ligament of the knee: Arthroscopic analysis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 1998;6(1):26-30. doi:10.1007/S001670050068/METRICS
72. Cipolla M, Scala A, Gianni E, Puddu G. Different patterns of meniscal tears in acute anterior cruciate ligament (ACL) ruptures and in chronic ACL-deficient knees - Classification, staging and timing of treatment. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 1995;3(3):130-134. doi:10.1007/BF01565470
73. Tandogan RN, Taşer Ö, Kayaalp A, et al. Analysis of meniscal and chondral lesions accompanying anterior cruciate ligament tears: Relationship with age, time from injury, and level of sport. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2004;12(4):262-270. doi:10.1007/s00167-003-0398-z
74. Feucht MJ, Bigdon S, Bode G, et al. Associated tears of the lateral meniscus in anterior cruciate ligament injuries: Risk factors for different tear patterns. *J Orthop Surg Res*. 2015;10(1):1-8. doi:10.1186/S13018-015-0184-X/FIGURES/2
75. Brandon ML, Haynes PT, Bonamo JR, Flynn MII, Barrett GR, Sherman MF. The Association Between Posterior-Inferior Tibial Slope and Anterior Cruciate Ligament Insufficiency. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. 2006;22(8):894-899. doi:10.1016/j.arthro.2006.04.098
76. Todd MS, Lalliss S, Garcia E, DeBerardino TM, Cameron KL. The relationship between posterior tibial slope and anterior cruciate ligament injuries. *American Journal of Sports Medicine*. 2010;38(1):63-67. doi:10.1177/0363546509343198
77. Hashemi J, Chandrashekar N, Gill B, et al. The Geometry of the Tibial Plateau and Its Influence on the Biomechanics of the Tibiofemoral Joint. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90(12):2724. doi:10.2106/JBJS.G.01358
78. Muneta T, Takakuda K, Yamamoto H. Intercondylar notch width and its relation to the configuration and cross-sectional area of the anterior cruciate ligament: A cadaveric knee study. *American Journal of Sports Medicine*. 1997;25(1):69-72. doi:10.1177/036354659702500113
79. Gaillard R, Magnussen R, Batailler C, Neyret P, Lustig S, Servien E. Anatomic risk factor for meniscal lesion in association with ACL rupture. *J Orthop Surg Res*. 2019;14(1):1-10. doi:10.1186/S13018-019-1281-Z/TABLES/5
80. Wahl CJ, Westermann RW, Blaisdell GY, Cizik AM. An association of lateral knee sagittal anatomic factors with non-contact ACL injury: Sex or geometry? *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2012;94(3):217-226. doi:10.2106/JBJS.K.00099
81. Kujala UM, Nelimarkka O, Koskinen SK. Relationship between the pivot shift and the configuration of the lateral tibial plateau. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1992;111(4):228-229. doi:10.1007/BF00571483

82. Paterno M V. Non-operative Care of the Patient with an ACL-Deficient Knee. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2017;10(3):322. doi:10.1007/S12178-017-9431-6
83. Arner JW, Jiang KN, Musahl V, Fu FH. Pain and the unstable knee. *Ann Jt*. 2017;2(12):82-82. doi:10.21037/AOJ.2017.12.02
84. van Eck CF, van den Bekerom MPJ, Fu FH, Poolman RW, Kerkhoffs GMMJ. Methods to diagnose acute anterior cruciate ligament rupture: A meta-analysis of physical examinations with and without anaesthesia. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2013;21(8):1895-1903. doi:10.1007/s00167-012-2250-9
85. Kaeding CC, Léger-St-Jean B, Magnussen RA. Epidemiology and Diagnosis of Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Clin Sports Med*. 2017;36(1):1-8. doi:10.1016/j.csm.2016.08.001
86. Hatcher J, Hatcher A, Arbuthnot J, McNicholas M. An investigation to examine the inter-tester and intra-tester reliability of the Rolimeter® knee tester, and its sensitivity in identifying knee joint laxity. *Journal of Orthopaedic Research*. 2005;23(6):1399-1403. doi:10.1016/J.ORTHRES.2005.06.003
87. Gustafsson T, Östenberg AH, Alricsson M. ACL diagnosis – The correlation between Rolimeter and MRI. *Sports Orthopaedics and Traumatology*. 2020;36(3):278-283. doi:10.1016/J.ORTHTR.2020.07.002
88. Phelan N, Rowland P, Galvin R, O’Byrne JM. A systematic review and meta-analysis of the diagnostic accuracy of MRI for suspected ACL and meniscal tears of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24(5):1525-1539. doi:10.1007/S00167-015-3861-8
89. Klön W, Domzalski M, Malinowski K, Sadlik B. Translation and rotation analysis based on stress MRI for the diagnosis of anterior cruciate ligament tears. *Quant Imaging Med Surg*. 2022;12(1):257-268. doi:10.21037/QIMS-21-153
90. James EW, Williams BT, LaPrade RF. Stress radiography for the diagnosis of knee ligament injuries: A systematic review. *Clin Orthop Relat Res*. 2014;472(9):2644-2657. doi:10.1007/s11999-014-3470-8
91. Rohman EM, Macalena JA. Anterior cruciate ligament assessment using arthrometry and stress imaging. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2016;9(2):130. doi:10.1007/S12178-016-9331-1
92. Van Eck CF, Loopik M, Van Den Bekerom MP, Fu FH, Kerkhoffs GMMJ. Methods to diagnose acute anterior cruciate ligament rupture: A meta-analysis of instrumented knee laxity tests. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2013;21(9):1989-1997. doi:10.1007/s00167-012-2246-5
93. Panisset JC, Ntagiopoulos PG, Saggin PR, Dejour D. A comparison of Telos™ stress radiography versus Rolimeter™ in the diagnosis of different patterns of anterior cruciate ligament tears. *Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research*. 2012;98(7):751-758. doi:10.1016/j.otsr.2012.07.003
94. Lefevre N, Bohu Y, Naouri JF, Klouche S, Herman S. Validity of GNRB® arthrometer compared to Telos™ in the assessment of partial anterior cruciate ligament tears. *Knee*

- Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2014;22(2):285-290. doi:10.1007/s00167-013-2384-4
95. Schindler OS. Surgery for anterior cruciate ligament deficiency: A historical perspective. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2012;20(1):5-47. doi:10.1007/s00167-011-1756-x
 96. Davarinos N, O'Neill BJ, Curtin W. A Brief History of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Advances in Orthopedic Surgery*. 2014;2014:1-6. doi:10.1155/2014/706042
 97. Sciarretta FV. History of anterior cruciate ligament surgery. *Journal of Arthroscopic Surgery and Sports Medicine*. 2020;1(1):90-97. doi:10.25259/jassm_8_2020
 98. Schindler OS. The story of anterior cruciate ligament reconstruction--Part 1. *J Perioper Pract*. 2012;22(5):163-171. doi:10.1177/175045891202200505
 99. Robson AW. VI. Ruptured Crucial Ligaments and their Repair by Operation. *Ann Surg*. 1903;37(5):716-718. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17861289><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC1431029>
 100. Loh JC, Fukuda Y, Tsuda E, Steadman RJ, Fu FH, Woo SLY. Knee stability and graft function following anterior cruciate ligament reconstruction: Comparison between 11 o'clock and 10 o'clock femoral tunnel placement. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. 2003;19(3):297-304. doi:10.1053/jars.2003.50084
 101. Chambat P, Guier C, Sonnery-Cottet B, Fayard JM, Thauinat M. The evolution of ACL reconstruction over the last fifty years. *Int Orthop*. 2013;37(2):181. doi:10.1007/S00264-012-1759-3
 102. Schindler OS. The story of anterior cruciate ligament reconstruction--part 2. *J Perioper Pract*. 2012;22(6):189-196. doi:10.1177/175045891202200602
 103. Lemaire M. [Chronic knee instability. Technics and results of ligament plasty in sports injuries]. *J Chir (Paris)*. 1975;110(4):281-294. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/56338>
 104. Krause M, Frosch KH, Freudenthaler F, Achtnich A, Petersen W, Akoto R. Operative Versus Conservative Treatment of Anterior Cruciate Ligament Rupture: A Systematic Review of Functional Improvement in Adults. *Dtsch Arztebl Int*. 2018;115(51-52):855. doi:10.3238/ARZTEBL.2018.0855
 105. van der List JP, Vermeijden HD, Sierevelt IN, et al. Repair versus reconstruction for proximal anterior cruciate ligament tears: a study protocol for a prospective multicenter randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021;22(1). doi:10.1186/S12891-021-04280-Y
 106. Fox MA, Engler ID, Zsidai BT, Hughes JD, Musahl V. Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: Freddie Fu's paradigm. *Journal of ISAKOS*. 2023;8(1):15-22. doi:10.1016/j.jisako.2022.08.003

107. Hetsroni I, Delos D, Fives G, Boyle BW, Lillemoe K, Marx RG. Nonoperative treatment for anterior cruciate ligament injury in recreational alpine skiers. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2013;21(8):1910-1914. doi:10.1007/s00167-012-2324-8
108. Musahl V, Engler ID, Nazzal EM, et al. Current trends in the anterior cruciate ligament part II: evaluation, surgical technique, prevention, and rehabilitation. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2022;30(1):34-51. doi:10.1007/S00167-021-06825-Z/TABLES/8
109. Szwedowski D, Paczesny Ł, Zabrzyński J, et al. The Comparison of Clinical Result between Primary Repair of the Anterior Cruciate Ligament with Additional Internal Bracing and Anatomic Single Bundle Reconstruction-A Retrospective Study. *J Clin Med*. 2021;10(17). doi:10.3390/JCM10173948
110. Desai N, Björnsson H, Musahl V, et al. Anatomic single- versus double-bundle ACL reconstruction: a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014;22(5):1009-1023. doi:10.1007/s00167-013-2811-6
111. Yasuda K, Van Eck CF, Hoshino Y, Fu FH, Tashman S. Anatomic single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction, part 1: Basic science. *American Journal of Sports Medicine*. 2011;39(8):1789-1799. doi:10.1177/0363546511402659
112. Björnsson H, Desai N, Musahl V, et al. Is double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction superior to single-bundle? A comprehensive systematic review. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2015;23(3):696-739. doi:10.1007/S00167-013-2666-X/TABLES/10
113. Matar HE, Platt SR, Bloch B V, James PJ, Cameron HU. A Systematic Review of Randomized Controlled Trials in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Standard Techniques Are Comparable (299 Trials With 25,816 Patients). *Arthrosc Sports Med Rehabil*. 2021;3(4):e1211-e1226. doi:10.1016/j.asmr.2021.03.017
114. Hussein M, Van Eck CF, Cretnik A, Dinevski D, Fu FH. Individualized anterior cruciate ligament surgery: a prospective study comparing anatomic single- and double-bundle reconstruction. *Am J Sports Med*. 2012;40(8):1781-1788. doi:10.1177/0363546512446928
115. Clatworthy M, Sauer S, Roberts T. Transportal central femoral tunnel placement has a significantly higher revision rate than transtibial AM femoral tunnel placement in hamstring ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2019;27(1):124-129. doi:10.1007/s00167-018-5036-x
116. Markolf KL, Jackson SR, McAllister DR. A Comparison of 11 O'clock versus oblique femoral tunnels in the anterior cruciate ligament-reconstructed knee: Knee kinematics during a simulated pivot Test. *American Journal of Sports Medicine*. 2010;38(5):912-917. doi:10.1177/0363546509358321
117. Gadikota HR, Sim JA, Hosseini A, Gill TJ, Li G. The Relationship Between Femoral Tunnels Created by the Transtibial, Anteromedial Portal, and Outside-In Techniques and the Anterior Cruciate Ligament Footprint. *Am J Sports Med*. 2012;40(4):882. doi:10.1177/0363546511434276

118. Nakamura K, Nakamura T, Horie M, et al. Anatomic femoral tunnel placement is difficult by the transtibial technique: comparison of three different femoral tunnel drilling techniques in double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2020;28(2):584-593. doi:10.1007/s00167-019-05740-8
119. Liu C, Wang Y, Li Z, et al. Tibiofemoral joint contact area and stress after single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with transtibial versus anteromedial portal drilling techniques. *J Orthop Surg Res*. 2018;13(1). doi:10.1186/s13018-018-0956-1
120. Burnham JM, Malempati CS, Carpioux A, Ireland ML, Johnson DL. Anatomic Femoral and Tibial Tunnel Placement During Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Anteromedial Portal All-Inside and Outside-In Techniques. Published online 2017. doi:10.1016/j.eats.2016.09.035
121. Fu FH, van Eck CF, Tashman S, Irrgang JJ, Moreland MS. Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: a changing paradigm. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2015;23(3):640-648. doi:10.1007/S00167-014-3209-9/FIGURES/7
122. Tuca M, Valderrama I, Eriksson K, Tapasvi S. Current trends in anterior cruciate ligament surgery. A worldwide benchmark study. *J ISAKOS*. 2023;8(1):2-10. doi:10.1016/J.JISAKO.2022.08.009
123. Desai N, Björnsson H, Musahl V, et al. Anatomic single- versus double-bundle ACL reconstruction: A meta-analysis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2014;22(5):1009-1023. doi:10.1007/s00167-013-2811-6
124. Runer A, Keeling L, Wagala N, et al. Current trends in graft choice for anterior cruciate ligament reconstruction – part I: anatomy, biomechanics, graft incorporation and fixation. *Journal of Experimental Orthopaedics 2023 10:1*. 2023;10(1):1-10. doi:10.1186/S40634-023-00600-4
125. Runer A, Keeling L, Wagala N, et al. Current trends in graft choice for primary anterior cruciate ligament reconstruction – part II: In-vivo kinematics, patient reported outcomes, re-rupture rates, strength recovery, return to sports and complications. *Journal of Experimental Orthopaedics 2023 10:1*. 2023;10(1):1-10. doi:10.1186/S40634-023-00601-3
126. Ardern CL, Webster KE. Knee flexor strength recovery following hamstring tendon harvest for anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Orthop Rev (Pavia)*. 2009;1(2). doi:10.4081/OR.2009.E12
127. Eriksson E. Does harvesting the hamstrings for ACL reconstruction impair the muscular function of the knee joint? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2008;16(1):1. doi:10.1007/s00167-007-0465-y
128. Xu B, Yin Y, Zhu Y, Yin Y, Fu W. Comparison of Bioabsorbable and Metallic Interference Screws for Graft Fixation During ACL Reconstruction: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Orthop J Sports Med*. 2021;9(8). doi:10.1177/23259671211021577
129. Mohtadi N. The American Journal of Sports Medicine Development and Validation of the Quality Of Life Outcome Measure (Questionnaire) for Chronic Anterior Cruciate

- Ligament. *Sports Medicine*. 1998;26(3):350-359.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9617395>
130. Lafave MR, Hiemstra L, Kerlake S, Heard M, Buchko G. Validity, Reliability, and Responsiveness of the Anterior Cruciate Ligament Quality of Life Measure: A Continuation of Its Overall Validation. *Clin J Sport Med*. 2017;27:57-63. Accessed June 9, 2023. www.cjsportmed.com
 131. Lafave MR, Hiemstra L, Kerlake S, Heard M, Buchko G. Validity, Reliability, and Responsiveness of the Anterior Cruciate Ligament Quality of Life Measure: A Continuation of Its Overall Validation. *Clin J Sport Med*. 2017;27(1):57-63. doi:10.1097/JSM.0000000000000292
 132. Lysholm J, Tegner Y. Knee injury rating scales. *New Pub: Medical Journals Sweden*. 2009;78(4):445-453. doi:10.1080/17453670710014068
 133. Gillquist J, Lysholm J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med*. 1982;10(3):150-154. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6896798/>
 134. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res*. 1985;198(October):43-49. doi:10.1097/00003086-198509000-00007
 135. Zaffagnini S, Lucidi GA, Macchiarella L, et al. The 25-year experience of over-the-top ACL reconstruction plus extra-articular lateral tenodesis with hamstring tendon grafts: the story so far. *J Exp Orthop*. 2023;10(1):1-11. doi:10.1186/S40634-023-00599-8/FIGURES/7
 136. Collins NJ, Misra D, Felson DT, Crossley KM, Roos EM. Measures of Knee Function: International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Evaluation Form, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Physical Function Short Form (KOOS-PS), Knee Ou. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011;63(0 11):S208. doi:10.1002/ACR.20632
 137. Irrgang JJ, Anderson AF, Boland AL, et al. Development and validation of the international knee documentation committee subjective knee form. *Am J Sports Med*. 2001;29(5):600-613. doi:10.1177/03635465010290051301
 138. KELLGREN JH, LAWRENCE JS. Radiological Assessment of Osteo-Arthrosis. *Ann Rheum Dis*. 1957;16(4):494-502. doi:10.1136/ARD.16.4.494
 139. Webster KE, Feller JA, Hartnett N, Leigh WB, Richmond AK. Comparison of Patellar Tendon and Hamstring Tendon Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *American Journal of Sports Medicine*. 2016;44(1):83-90. doi:10.1177/0363546515611886
 140. Holm I, Øiestad BE, Risberg MA, Aune AK. No Difference in Knee Function or Prevalence of Osteoarthritis after Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament with 4-Strand Hamstring Autograft Versus Patellar Tendon-Bone Autograft. *American Journal of Sports Medicine*. 2010;38(3):448-454. doi:10.1177/0363546509350301
 141. Leiter JRS, Gourlay R, McRae S, de Korompay N, MacDonald PB. Long-term follow-up of ACL reconstruction with hamstring autograft. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2014;22(5):1061-1069. doi:10.1007/s00167-013-2466-3

142. Björnsson H, Samuelsson K, Sundemo D, et al. A randomized controlled trial with mean 16-year follow-up comparing hamstring and patellar tendon autografts in anterior cruciate ligament reconstruction. *American Journal of Sports Medicine*. 2016;44(9):2304-2313. doi:10.1177/0363546516646378
143. Grassi A, Pizza N, Al-zu'bi BBH, Fabbro GD, Lucidi GA, Zaffagnini S. Clinical Outcomes and Osteoarthritis at Very Long-term Follow-up After ACL Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthop J Sports Med*. 2022;10(1). doi:10.1177/23259671211062238
144. Struewer J, Ziring E, Frangen TM, et al. Clinical outcome and prevalence of osteoarthritis after isolated anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring graft: Follow-up after two and ten years. *Int Orthop*. 2013;37(2):271-277. doi:10.1007/s00264-012-1653-z
145. Lecoq FA, Parienti JJ, Murison J, et al. Graft Choice and the Incidence of Osteoarthritis After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Causal Analysis From a Cohort of 541 Patients. *Am J Sports Med*. 2018;46(12):2842-2850. doi:10.1177/0363546518795137
146. Thompson SM, Salmon LJ, Waller A, Linklater J, Roe JP, Pinczewski LA. Twenty-Year Outcome of a Longitudinal Prospective Evaluation of Isolated Endoscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Patellar Tendon or Hamstring Autograft. *American Journal of Sports Medicine*. 2016;44(12):3083-3094. doi:10.1177/0363546516658041
147. Konrads C, Reppenhagen S, Plumhoff P, Hoberg M, Rudert M, Barthel T. No significant difference in clinical outcome and knee stability between patellar tendon and semitendinosus tendon in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2016;136(4):521-525. doi:10.1007/s00402-015-2386-4
148. Goodwillie AD, Shah SS, McHugh MP, Nicholas SJ. The Effect of Postoperative KT-1000 Arthrometer Score on Long-Term Outcome After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med*. 2017;45(7):1522-1528. doi:10.1177/0363546517690525
149. Dhillon MS, Rajnish RK, Dhillon S, Kumar P. Is there significant regeneration of the hamstring tendons after harvest for ACL reconstruction? A systematic review of literature. *J Clin Orthop Trauma*. 2021;16:208. doi:10.1016/J.JCOT.2021.02.011
150. Söderman T, Wretling ML, Hänni M, et al. Higher frequency of osteoarthritis in patients with ACL graft rupture than in those with intact ACL grafts 30 years after reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2020;28(7):2139-2146. doi:10.1007/s00167-019-05726-6
151. Heidari B. Knee osteoarthritis prevalence, risk factors, pathogenesis and features: Part I. *Caspian J Intern Med*. 2011;2(2):205. Accessed February 24, 2024. /pmc/articles/PMC3766936/
152. Rothrauff BB, Jorge A, de Sa D, Kay J, Fu FH, Musahl V. Anatomic ACL reconstruction reduces risk of post-traumatic osteoarthritis: a systematic review with minimum 10-year follow-up. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2020;28(4):1072-1084. doi:10.1007/s00167-019-05665-2

153. Sundemo D, Sernert N, Kartus J, et al. Increased Postoperative Manual Knee Laxity at 2 Years Results in Inferior Long-term Subjective Outcome After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med.* 2018;46(11):2632-2645. doi:10.1177/0363546518786476
154. Risberg MA, Oiestad BE, Gunderson R, et al. Changes in Knee Osteoarthritis, Symptoms, and Function after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *American Journal of Sports Medicine.* 2016;44(5):1215-1224. doi:10.1177/0363546515626539
155. Hagemans FJA, Jonkers FJ, van Dam MJJ, von Gerhardt AL, van der List JP. Clinical and Radiographic Outcomes of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Hamstring Tendon Graft and Femoral Cortical Button Fixation at Minimum 20-Year Follow-up. *American Journal of Sports Medicine.* 2020;48(12):2962-2969. doi:10.1177/0363546520951796
156. Claes S, Hermie L, Verdonk R, Bellemans J, Verdonk P. Is osteoarthritis an inevitable consequence of anterior cruciate ligament reconstruction? A meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(9):1967-1976. doi:10.1007/S00167-012-2251-8
157. Sollberger VD, Korthaus A, Barg A, Pagenstert G. Long-term results after anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon versus hamstring tendon autograft with a minimum follow-up of 10 years—a systematic review. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2023;143(7):4277. doi:10.1007/S00402-022-04687-9
158. Smith TO, Postle K, Penny F, Mcnamara I, Mann CJ V. Is reconstruction the best management strategy for anterior cruciate ligament rupture? A systematic review and meta-analysis comparing anterior cruciate ligament reconstruction versus non-operative treatment. *Knee.* 2014;21:462-470. doi:10.1016/j.knee.2013.10.009
159. Cheung EC, DiLallo M, Feeley BT, Lansdown DA. Osteoarthritis and ACL Reconstruction—Myths and Risks. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2020;13(1):115. doi:10.1007/S12178-019-09596-W
160. Ajuied A, Wong F, Smith C, et al. Anterior cruciate ligament injury and radiologic progression of knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Sports Medicine.* 2014;42(9):2242-2252. doi:10.1177/0363546513508376
161. Mhaskar VA, Jain Y, Soni P, Fiske R, Maheshwari J. How Important is the Tunnel Position in Outcomes Post-ACL Reconstruction: A 3D CT-Based Study. *Indian J Orthop.* 2022;56(2):312. doi:10.1007/S43465-021-00485-4

Spis tabel, wykresów i rycin

Spis tabel:

| | |
|---|----|
| Tabela 1 Charakterystyka grupy badanej | 29 |
| Tabela 2 Dane dotyczące zabiegu operacyjnego | 29 |
| Tabela 3. Rozkład statystyczny rodzaju aktywności, podczas której doszło do uszkodzenia ACL..... | 30 |
| Tabela 4 Tabela licznosci pacjentów poddanych kolejnym operacjom badanego stawu po rekonstrukcji ACL. | 40 |
| Tabela 5 Statystyki opisowe zbadanego zakresu ruchu..... | 42 |
| Tabela 6 Tabela wielozdzielcza - relacja ponownych operacji i ograniczenia czynnego wyprostowania | 42 |
| Tabela 7 Tabela wielozdzielcza - relacja ponownych operacji i ograniczenia biernego zgięcia..... | 43 |
| Tabela 8 Statystyki opisowe testu szuflady przedniej | 44 |
| Tabela 9 Statystyki opisowe testu Lachmana | 44 |
| Tabela 10 Statystyki opisowe dla twardego stopu | 44 |
| Tabela 11 Statystyki opisowe testu Lelli | 45 |
| Tabela 12 Statystyki opisowe testu pivot-shift | 45 |
| Tabela 13 Wyniki opisowe badania Rolimetrem obu kończyn..... | 45 |
| Tabela 14 Wyniki skali Lysholm-Tegner | 46 |
| Tabela 15 Wyniki pytania o stabilność w skali Lysholm-Tegner | 46 |
| Tabela 16 Wyniki skali aktywności Tegner-Lysholm..... | 47 |
| Tabela 17 Wyniki skali ACL-QOL z rozbięciem na domeny | 48 |
| Tabela 18 Wyniki skali IKDC | 48 |
| Tabela 19 Wyniki Funkcjonowania ze skali "aktywność i funkcjonowanie" | 49 |
| Tabela 20 Wyniki Aktywności ze skali "aktywność i funkcjonowanie"..... | 49 |
| Tabela 21 Tabela licznosci oceny stawu kolanowego w skali Kellgren-Lawrence w okresie okołoperacyjnym | 49 |
| Tabela 22 Tabela licznosci operowanego stawu w skali Kellgren-Lawrence w okresie badania kontrolnego..... | 50 |
| Tabela 23 Tabela licznosci stwierdzonej progresji zwyrodnienia wg skali Kellgren-Lawrence..... | 50 |

| | |
|--|----|
| Tabela 24 Tabela liczności stawów bez progresji oraz z progresją zwyrodnienia wg skali Kellgren-Lawrence | 50 |
| Tabela 25 Rozkład pacjentów do grup w zależności od kierunku kanału udowego | 51 |
| Tabela 26 Tabela wielodzielcza - test szuflady przedniej a kierunek kanału udowego .. | 51 |
| Tabela 27 Tabela wielodzielcza - test Lachmana a kierunek kanału udowego | 51 |
| Tabela 28 Tabela wielodzielcza - wynik skali Lysholm - Tegner a kierunek kanału udowego..... | 52 |
| Tabela 29 Tabela wielodzielcza - analiza stabilności względem kierunku kanału udowego..... | 52 |
| Tabela 30 Tabela wielodzielcza - postęp zmian zwyrodnieniowych względem kierunku kanału udowego..... | 53 |
| Tabela 31 Statystyki opisowe badania rtg stresowych w teście Lachmana oraz szuflady przedniej | 53 |

Spis wykresów:

| | |
|--|----|
| Histogram 1 histogram oceny bólu w skali VAS, podzielony na 10 kategorii. | 41 |
|--|----|

Spis rycin:

| | |
|--|----|
| Rycina 1 Anatomia stawu kolanowego. | 12 |
| Rycina 2 Śródoperacyjny artroskopowy obraz uszkodzonego ACL – A – kikut pęczelowy „cyklop”, B - objaw "pustej ściany" (materiał własny). | 16 |
| Rycina 3 Artroskopowy obraz śródoperacyjny zrekonstruowanego ACL..... | 23 |
| Rycina 4 Skala aktywność i funkcjonowanie oraz skala VAS (pomniejszone w skali) | 31 |
| Rycina 5 Skala Lysholm-Tegner | 33 |
| Rycina 6 Skala aktywności Tegner-Lysholm..... | 34 |
| Rycina 7 A - schemat badania w pozycji testu szuflady przedniej z wykorzystaniem urządzenia Telos™ B – zdjęcie wykorzystanej do kalibracji obrazów kuli o śr. 1cm (materiał własny)..... | 37 |
| Rycina 8 Przykładowe rtg stawu kolanowego bez nacisku (A) oraz z naciskiem 150N (B) wraz z pomiarami translacji przedniej podudzia - objaśnienie pomiarów w tekście (materiał własny)..... | 38 |
| Rycina 9 Przykładowe rtg stawu kolanowego z pomiarami kierunku kanału udowego w projekcjach AP (A) oraz bocznej (B)..... | 39 |