

UNIwersytet Medyczny
IM. KAROLA MARCINKOWSKIEGO W POZNANIU
WYDZIAŁ NAUK O ZDROWIU

KATEDRA REUMATOLOGII I REHABILITACJI

Katarzyna Galasińska

**Ocena usprawniania pacjentów po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego
stawu kolanowego metodą PNF.**

Rozprawa doktorska

Promotor: Prof. dr hab. n. med. Włodzimierz Samborski

Poznań, 2017

Spis treści

Wykaz stosowanych skrótów i pojęć	3
Wstęp.....	5
I Anatomia i biomechanika stawu kolanowego	6
1.1. Anatomia stawu kolanowego	6
1.1.2. Anatomia i funkcja więzadła krzyżowego przedniego	8
1.2. Biomechanika stawu kolanowego.....	12
1.2.1. Osie stawu kolanowego	12
1.2.2. Ruchy zgięcia i wyprostowania stawu kolanowego	14
1.2.3. Biomechanika więzadeł krzyżowych.....	19
1.2.4. Mechaniczna rola więzadeł krzyżowych stawu kolanowego	23
1.3. Epidemiologia i etiologia urazów więzadła krzyżowego przedniego.....	27
1.4. Patomechanizm urazów więzadła krzyżowego przedniego.....	28
1.5. Objawy uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego.....	31
II Leczenie uszkodzeń więzadła krzyżowego przedniego	33
2.1. Rekonstrukcja więzadła krzyżowego przedniego i zasady rehabilitacji.....	33
2.2. Historia i filozofia PNF	38
2.3. Propriocepcja	41
2.4. Rys historyczny artroskopowej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego	44
2.5. Techniki pracy	45
III Część badawcza.....	53
3.1. Cel pracy	53
3.2. Materiał i metoda	53
3.2.1. Grupa badana	53
3.2.2. Metody pomiarowe	54
3.3. Analiza statystyczna.....	56
IV Wyniki.....	57
4.1. Opis grupy.....	57
4.2. Rozkład zmiennych zależnych.....	57
4.3. Hipotezy	59
4.4 Stan pacjentów przed rehabilitacją	64
4.5. Stan pacjentów po rehabilitacji	64
4.6. Różnice w klasyfikacji	66
4.7. Szczegółowe wyniki uzyskane na platformie balansowej i różnice między nimi.	68

V Dyskusja	76
5.1. Omówienie materiału badań	76
5.2. Profilaktyka urazów stawu kolanowego	76
5.3. Skuteczność terapii po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego metodą PNF	77
5.4. Propriocepcja a funkcja stawu kolanowego	78
5.5. Trening propriocepcji, metoda PNF	78
5.6. Podejście terapeutyczne	81
5.7. Wpływ terapii na jakość życia	82
VI Wnioski	85
VII Streszczenie	86
IX Piśmiennictwo	89
Spis rycin.....	101
Spis tabel	106
ZAŁĄCZNIKI.....	107

Wykaz stosowanych skrótów i pojęć

PNF: Proprioceptywne Nerwowo-Mięśniowe Torowanie

Propriocepcja: dotyczy wszelkiego rodzaju receptorów czuciowych, które zbierają informacje o wykonywanym ruchu oraz ułożenia ciała;

Nerwowo-Mięśniowy: dotyczy układu nerwowego i mięśniowego;

Facilitacja: torowanie, ułatwianie [3, 89];

ACL: więzadło krzyżowe przednie;

PCL: więzadło krzyżowe tylne;

ROM: pełen zakres ruchu

NS: normal standing; stanie obunóż, stopy ustawione równolegle

EO: eyes open; oczy otwarte

EC: eyes closed; oczy zamknięte

M. X: średnia z wychyleń w osi X

M. Y: średnia z wychyleń w osi Y

Md: mediana momentu prędkości

Proc: wyrażenie procentowe

ST: semi tandem

operow.T: operowana kończyna dolna z tyłu

Kokontrakcja: w układzie ruchu nazwą tą określa się jednoczesne napięcie przeciwstawnych grup mięśniowych. W przypadku stawu kolanowego, będzie to oczywiście oznaczało jednoczesne napięcie prostowników i zginaczy kolana.

Praca ekscentryczna: sytuacja, w której mięsień ustępuje sile zewnętrznej, a jego włókna wydłużają się.

Praca koncentryczna: sytuacja, w której mięsień pokonuje opór zewnętrzny, a jego włókna skracają się [17].

Irradiacja (promieniowanie): definiujemy ją jako rozprzestrzenianie się odpowiedzi na stymulację.

Mięśnie agonistyczne: ich skurcz umożliwia wykonanie konkretnego ruchu w danym stawie.

Mięśnie antagonistyczne: wykonują prace przeciwstawną w zakresie określonego ruchu w stawie.

Wstęp

Staw kolanowy jest największym stawem ciała ludzkiego, a jego niezaburzona funkcja jest niezbędna w procesie lokomocji oraz w wielu czynnościach dnia codziennego, takich jak: siadanie, wstawanie, kucanie, pielęgnacja ciała itd. Kolano jest stawem biorącym udział w przenoszeniu ciężaru ciała, więc aspekt dynamicznej stabilizacji jest w tym przypadku szczególnie ważny. Stabilizację stawu kolanowego zapewnia aparat więzadłowy, torebka stawowa, łąkotki oraz mięśnie otaczające staw [89].

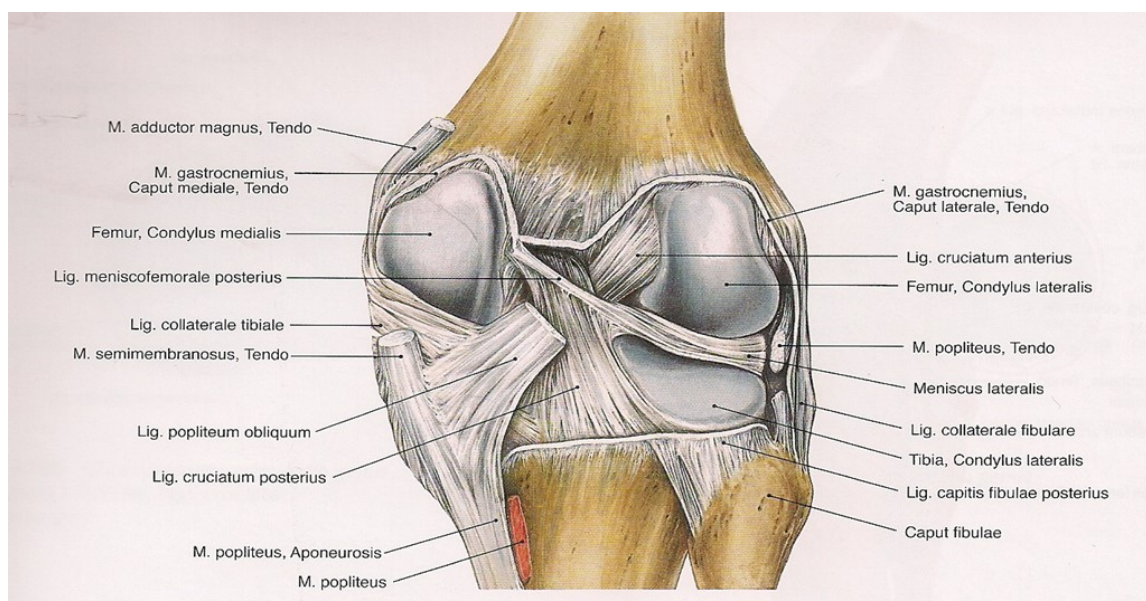
Powszechnie uważa się, iż głównymi, biernymi stabilizatorami stawu kolanowego w płaszczyźnie strzałkowej są więzadła krzyżowe. Ich głównym zadaniem jest wspomaganie zmiany ruchu toczenia na ruch ślizgowy podczas ruchu biernego, natomiast ruch czynny hamuje ślizg w stawie wywołany działaniem mięśni, redukujących tym samym siły ścinające.

Moda na aktywność fizyczną przyczyniła się do wzrostu urazów stawu kolanowego, prowadząc do uszkodzeń więzadeł krzyżowych, głównie więzadła krzyżowego przedniego. Gdy więzadło jest uszkodzone lub zerwane, pojawia się niestabilność stawu kolanowego. Zniszczeniu ulegają mechanoreceptory, które znajdują się w więzadle oraz wolnych zakończeniach nerwowych, co w efekcie prowadzi do zaburzeń koordynacji nerwowo-mięśniowej. W przypadku uszkodzeń bardzo ważne w terapii jest odtworzenie stabilizacji stawu kolanowego poprzez prawidłowo przeprowadzony proces usprawniania. Metoda PNF (prioprioceptywne nerwowo-mięśniowe torowanie) podnosi efektywność podejmowanych działań i skraca czas powrotu pacjenta do zdrowia [128]. Zastosowanie PNF jest właściwym postępowaniem mającym na celu powrót funkcji stawu kolanowego, wpływa na stabilizację stawu i tym samym obniżenie ryzyka występowania urazów [89]. Metodę cechuje praca funkcjonalna, a ruchy wykonywane z pacjentem są podobne do ruchów naturalnych, wykonywanych w czasie codziennych czynności.

I Anatomia i biomechanika stawu kolanowego

1.1. Anatomia stawu kolanowego

Staw kolanowy jest złożonym, zawiasowo-obrotowym stawem, utworzonym z trzech kości (kość udowa, kość piszczelowa i rzepka), tworzących dwa stawy: udowo-piszczelowy i rzepkowo-udowy. Funkcjonalnie jest to staw zawiasowy umożliwiający ruchy zgięcia i prostowania, ale w zgięciu (z wyjątkiem maksymalnego), możliwe są również ruchy rotacyjne. Powierzchnie stawowe kości udowej, leżące na obu kłykciach kierują się zbieżnie ku przodowi i przechodzą w powierzchnię rzepkową. Są one nieco wypukłe w płaszczyźnie czołowej, a silnie lecz nierównomiernie w płaszczyźnie strzałkowej. Części tylne kłykci mają w płaszczyźnie strzałkowej większą krzywiznę niż części przednie. Powierzchnia stawowa górna kości piszczelowej, nachylona ku tyłowi, jest większa i nieco zagłębiona na kłykciu przyśrodkowym, a mniejsza i bardziej płaska na kłykciu bocznym. Powierzchnia stawowa rzepki jest spłaszczona, pokryta grubą warstwą chrząstki szklistej. Jamę stawową dzieli częściowo na piętro dolne i górne dwie łąkotki: boczna i przyśrodkowa, które pogłębiają powierzchnie stawową górną kości piszczelowej. łąkotki, ze względu na wklęsłą powierzchnie, zwiększają stabilność stawu i przyczynia się do poprawy zborności stawowej między plateau kości piszczelowej a kłykciami kości udowej. łąkotki na obu swych końcach zwanymi rogami są silnie złączone z piszczelą za pomocą pasm łącznotkankowych. Podstawa klina łąkotki zwrócona na zewnątrz zrosnięta jest z torebką stawową, powierzchnia dolna jest równa, górna wklęsła, przylega do kłykci kości udowej. łąkotka boczna jest nieco krótsza, silniej zakrzywiona, bardziej pierścieniowata; rozpoczyna się nieznacznie do przodu od guzka międzykłykciowego bocznego; koniec tylny przyczepia się od tyłu do guzka międzykłykciowego bocznego, częściowo do guzka międzykłykciowego przyśrodkowego. łąkotka przyśrodkowa jest dłuższa, szersza, słabiej zakrzywiona, bardziej sierpowata; rozpoczyna się z przodu przed polem międzykłykcowym przednim i kończy się z tyłu w polu międzykłykciowym tylnym. Ukrwienie łąkotek pochodzi z tętnic kolanowych dolnej i górnej, bocznej i środkowej. U dorosłych stopień penetracji naczyń krwionośnych to 10-30% szerokości łąkotki przyśrodkowej, 10-25% szerokości łąkotki bocznej. Z wiekiem następuje zmniejszenie stopnia ukrwienia, co może być powiązane z noszeniem ciężarów. Jeśli chodzi o unerwienie, jest ono u ludzi bogatsze na rogach niż w ich centrum. Zakończenia nerwowe w łąkotkach mają funkcje sensoryczne; mogą więc spełniać funkcje proprioceptywne w zależności od położenia stawu [114, 119].



Rycina 1 Staw kolanowy, articulatio genus; odsłonięte zostały więzadła krzyżowe oraz łąkotki; widok od tyłu [114].

Staw udowo-piszczelowy tworzą dwa wypukłe kłykcie kości udowej, spoczywające na względnie płaskim plateau kości piszczelowej (utworzonym przez kłykcie kości piszczelowej). Taka budowa sprawia, że staw udowo-piszczelowy jest (z natury) niestabilny. Teoretycznie możliwe są w nich ruchy bez ograniczeń w czterech płaszczyznach: zgięcie/wyprost, koślawienie/szpotawienie, rotacja zewnętrzna/wewnętrzna i ślizg do przodu (dobrzuszny) i do tyłu (dogrzbietowy). W praktyce zakres ruchu w stawie kolanowym podlega dużym wahaniom osobniczym, jest jednak ograniczony przez działanie mięśni (dynamicznie) i więzadeł (statycznie) [52, 93].

W stawie kolanowym stabilizują statycznie dwie pary więzadeł głównych (więzadła poboczne: strzałkowe i piszczelowe oraz więzadła krzyżowe: przednie i tylne) oraz wiele mniejszych drugorzędnych więzadeł torebkowych, stabilizujących staw kolanowy. Więzadła poboczne, piszczelowe i strzałkowe leżą w osi podłużnej stawu kolanowego, ich zadaniem jest zapobieganie nadmiernemu koślawieniu i szpotawieniu kości piszczelowej względem kości udowej [52].

Więzadła krzyżowe przednie i tylne leżą wewnątrz-stawowo, lecz pozamaziówkowo w części środkowej stawu kolanowego. Więzadło krzyżowe tylne ma średnicę około 50% większą od więzadła krzyżowego przedniego i spełnia dwie funkcje: łączy powierzchnie tylną warstwy korowej kości udowej i powierzchnię tylną warstwy korowej kości piszczelowej,

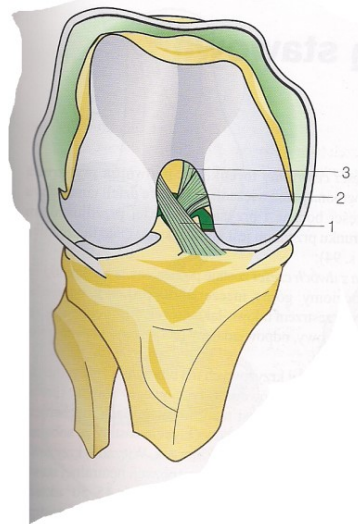
odgrywając tym samym rolę zawiasu stawu, oraz zapobiega tylnemu przesunięciu kości piszczelowej względem kości udowej [24, 52].

O funkcji więzadła krzyżowego przedniego świadczy jego położenie w obrębie stawu. Przebiega od przodu do tyłu oraz od przygrodką do boku stawu, tuż obok wyniosłości międzykłykciowej, i kończy się na tylno-przyśrodkowej części kłykcia bocznego kości udowej [52].

Więzadło krzyżowe przednie „owija się” wokół więzadła krzyżowego tylnego, napręża się wraz z rotacją wewnętrzną kości piszczelowej względem kości udowej, zapobiega nadmiernej rotacji wewnętrznej kości piszczelowej względem kości udowej. Więzadło krzyżowe przednie jest najbardziej narażone na uszkodzenia przy urazach, których mechanizm polega na przemieszczeniu ku przodowi lub rotacji wewnętrznej piszczeli.

1.1.2. Anatomia i funkcja więzadła krzyżowego przedniego

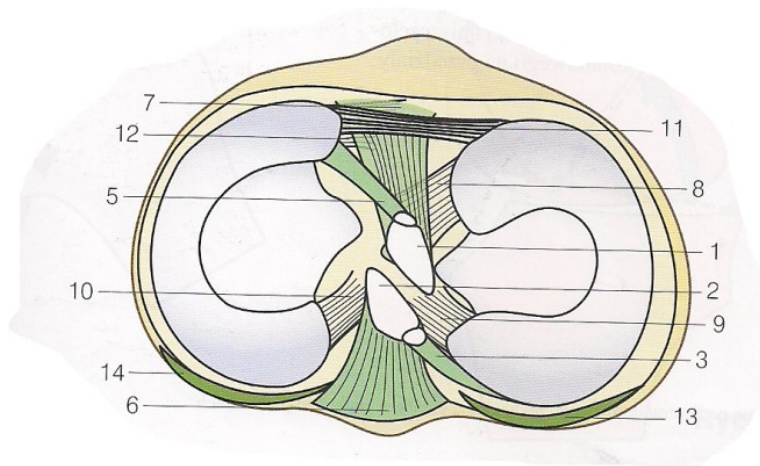
Po otwarciu stawu kolanowego od strony przedniej (za H. Rouvierem) widać wyraźnie, iż więzadła krzyżowe okupują centralną część stawu, niemal całkowicie ukrywając się w bruzdzie międzykłykciowej.



Rycina 2 Więzadło krzyżowe przednie okupuje centralną część stawu (1 – więzadło krzyżowe przednie, 2 – więzadło krzyżowe tylne, więzadło łąkotkowo-udowe) [68].

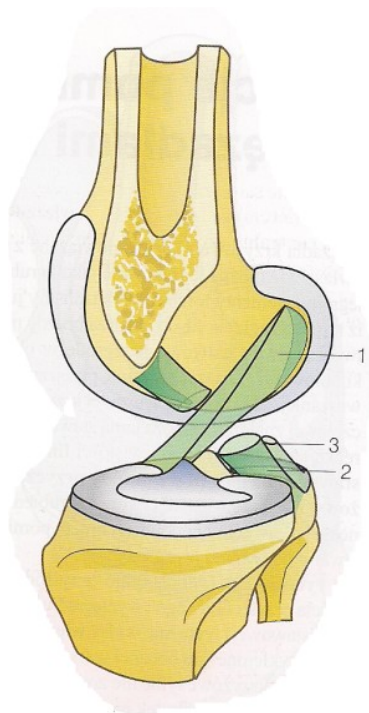
Na pierwszym planie znajduje się więzadło krzyżowe przednie (1), przyczepione w przedniej części piszczelowej przestrzeni międzykłykciowej wzdłuż krawędzi

przyśrodkowej powierzchni stawowej pomiędzy punktem przyczepu rogu przedniego łąkotki przyśrodkowej (7) oraz rogu przedniego łąkotki bocznej (8).



Rycina 3 Więzadła krzyżowe stawu kolanowego [68].

Więzadło krzyżowe przednie przebiega ukośnie w kierunku bocznym i dociera do przyśrodkowej powierzchni bocznego kłykcia kości udowej w jego części tylnej (1), gdzie zaczepia się do kości na wąskiej powierzchni wzdłuż krawędzi chrząstki stawowej. Więzadło wydaje się w całości skręcać wokół własnej osi, ponieważ włókna położone na kości piszczelowej najbardziej ku przodowi docierają do przedniej i dolnej części przyczepu na kości udowej, a włókna położone najbardziej ku tyłowi na piszczeli – do górnej części przyczepu na kości udowej. W rezultacie włókna więzadła nie mają jednakowej długości [18, 68].



Rycina 4 Węzadła krzyżowe stawu kolanowego [68].

Węzadło krzyżowe przednie jest bogato unerwione poprzez receptory, które spełniają rolę czujnika dostarczającego sygnały o pozycji ruchu i sile działającej na kolano. Mechanizm ten, nazwany propriocepcją reguluje napięcie mięśni otaczających cały staw kolanowy, zapewniając prawidłowe funkcjonowanie stawu w czasie codziennych aktywności. W przypadku uszkodzenia więzadła krzyżowego następuje upośledzenie tego mechanizmu. Dopiero prawidłowo przeprowadzony zabieg rekonstrukcji i pomyślnie zakończony program rehabilitacji jest w stanie przywrócić właściwą funkcję proprioceptywną [23].

Węzadło krzyżowe przednie posiada następujące typy zakończeń nerwowych:

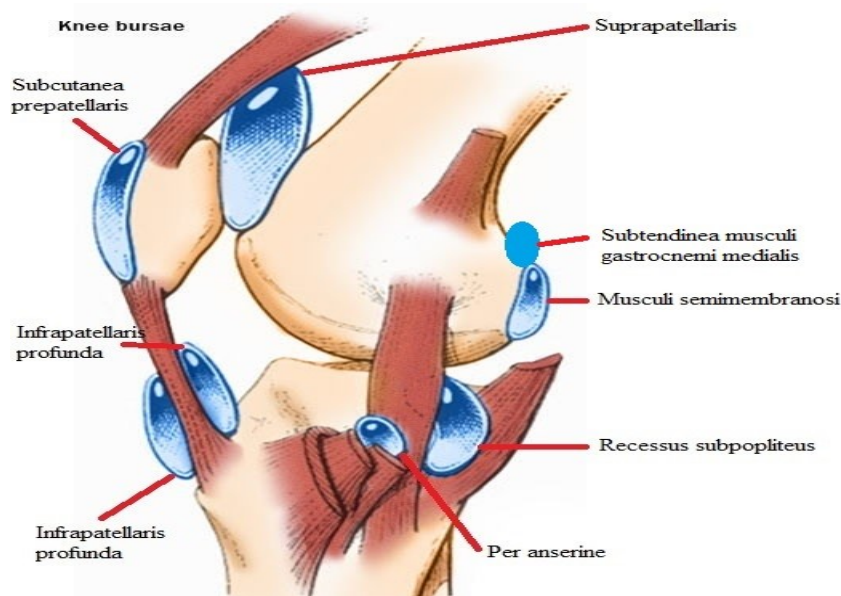
- ciała Ruffiniego (informacja o ustawieniu stawu oraz ruchach kończyn);
- ciała Paciniego (aktywne podczas ruchu o zmiennej prędkości);
- ciała Golgiego (największe mechanoreceptory w stawie kolanowym, uaktywniają się dopiero wówczas, gdy więzadło osiągnie graniczny stan napięcia);
- wolne zakończenia nerwowe (receptory bólowe, uaktywniają się w momencie zadziałania na staw czynników uszkodzających) [49].

Funkcje więzadła krzyżowego przedniego to:

- Ochrona przed przemieszczeniem się do przodu oraz rotacją kości piszczelowej względem kości udowej, a także ograniczenie nadmiernego wyprostu i zgięcia kolana, forsownego szpotawienia i koślawienia w wyproście, zgięciu oraz rotacji zewnętrznej;
- Przekazywanie informacji z receptorów obecnych w więzadle dotyczących położenia stawu oraz ewentualnych dla niego zagrożeń;
- Wspomaganie zmiany ruchu toczenia na ruch ślizgowy podczas ruchu biernego;
- Wpływa na regulację napięcia mięśni agonistów i antagonistów [2, 19, 39, 148].

Innymi ważnymi dodatkowymi elementami stawu kolanowego są kaletki maziowe: podskórne, podpowięziowe, podmięśniowe, podścięgnowe. Kaletki maziowe to rodzaj wytworu błony maziowej, mający postać zbudowanego z tkanki łącznej worka o pęcherzykowatym kształcie, zwykle komunikującą się z jamą stawową i wytwarzającą maź stawową.

Dzięki temu posiadają one gładką i wilgotną powierzchnię. Występują między odcinkami narządu ruchu czyli między kością a ścięgnem lub mięśniem, między torebką stawową, a ścięgnem, między kością, a skórą. Kaletki maziowe zmniejszają tarcie pomiędzy mięśniem, a podłożem w trakcie kurczenia się, ułatwiają ślizganie się narządów, dostarczają maź do stawu, uzupełniają torebkę stawową [48, 52].



Rycina 5 Kaletki stawu kolanowego [65].

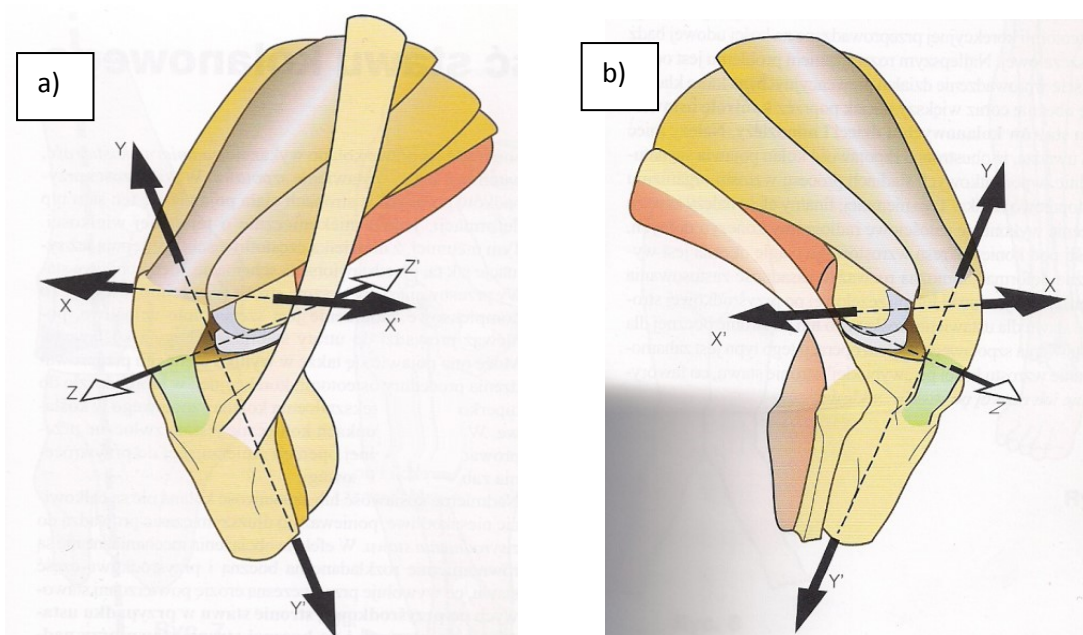
1.2. Biomechanika stawu kolanowego

1.2.1. Osie stawu kolanowego

Staw kolanowy to największy staw człowieka, stanowi on środkowe ogniwo łańcucha biomechanicznego kończyny dolnej. Powinien on mieć pełną stabilność w wyproście, aby przenosić osiowe obciążenia, i jednocześnie dużą ruchomość, konieczną dla płynnej zmiany odległości tułowia od podłoża [1, 2, 111].

Funkcjonalnie jest to staw jednoosiowy o jednym stopniu swobody ruchu zgięcia i wyprostu, posiada on także dodatkowy, drugi stopień swobody ruchu, tj. rotację wokół osi długiej podudzia, jednak tylko wtedy, gdy pozostaje zgięty.

Pierwszy stopień swobody stawu kolanowego jest związany z osią poprzeczną XX wokół której zachodzą ruchy zgięcia i wyprostu w płaszczyźnie strzałkowej. Oś ta należąca do płaszczyzny czołowej, przechodzi przez kłykcie kości udowej. Ponieważ szyjka kości udowej „przesuwa” jej trzon w kierunku bocznym (ryc.7, ogólny widok szkieletu kończyny dolnej), oś podłużna trzonu nie pokrywa się z osią podudzia, lecz tworzy z nią kąt rozwarty o wielkości 170° - 175° , otwarty w kierunku bocznym. Jest to kąt koślawości kolana.

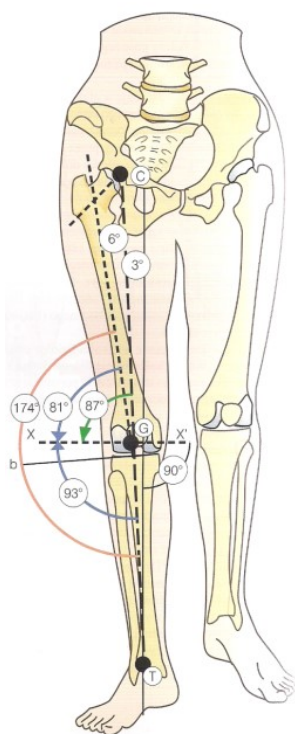


Rycina 6 Widok przednio-przyśrodkowy (a), widok przednio-boczny częściowo zgiętego stawu kolanowego (b) [68].

Centralne punkty trzech stawów, tj. biodrowego (C), kolanowego (G), oraz skokowego (T), są położone na tej samej prostej CGT, stanowiącej mechaniczną oś kończyny dolnej. Poniżej kolana pokrywa się ona z osią podudzia, natomiast wyżej tworzy z osią trzonu kości udowej kąt o wielkości około 6° . Ponadto, ponieważ stawy biodrowe dzieli większy dystans poprzeczny niż stawy skokowe, mechaniczna oś kończyny przebiega nieco skośnie w kierunku odgłowym i dośrodkowym, pochylając się względem pionu pod kątem 3° . Przy szerszej miednicy, jak np., u kobiet, kąt ten zwiększa się. Obserwacja ta wyjaśnia również, dlaczego kąt fizjologicznej koślawości kolana jest bardziej zaznaczony u kobiet niż u mężczyzn. Oś XX' dla ruchów zgięcia-wyprostu jest ustawiona poziomo i nie pokrywa się z linią Gb, dwusieczną kąta koślawości. Kąt pomiędzy osią XX' a osią trzonu kości udowej wynosi 81° , natomiast pomiędzy osią XX' a osią podudzia wynosi 93° . W rezultacie, po wykonaniu pełnego ruchu zgięcia stawu kolanowego oś podudzia nie umiejscawia się dokładnie za osią kości udowej, lecz jest przesunięta w kierunku dośrodkowym tak, że pięta zatrzymuje się bliżej płaszczyzny symetrii ciała. Dlatego też maksymalne zgięcia kolana prowadzi do zetknięcia pięty i pośladka n wysokości guza kulszowego [68].

Drugi stopień swobody ruchu stawu kolanowego związany jest z rotacją wokół osi podłużnej podudzia – YY', którą najłatwiej zdefiniować w ustawieniu zgięciowym. Ze względu na budowę kolana owa rotacja osiowa nie jest możliwa do wykonania w pełnym wyproście stawu. Oś podudzia pokrywa się wtedy z osią mechaniczną kończyny dolnej i rotacja zachodzi nie w stawie kolanowym, lecz biodrowym, wspomagającym w ten sposób kolano [68].

Oś ZZ' ustawiona jest pod kątem prostym w stosunku do dwóch pozostałych. Nie należy sądzić, że sygnalizuje ona istnienie trzeciego stopnia swobody ruchu, jednak ze względu na pewną „grę” stawową związaną z elastycznością więzadeł pobocznych, mogą wokół niej zachodzić niewielkie przemieszczenia w kierunku koślawienia i szpotawienia, prowadząc do bocznych przesunięć stawu skokowego na dalszym końcu podudzia o 1-2 cm. Ruchy te zanikają zupełnie w pełnym wyproście kolana, ponieważ w takiej pozycji więzadła poboczne zostają maksymalnie napięte [68].

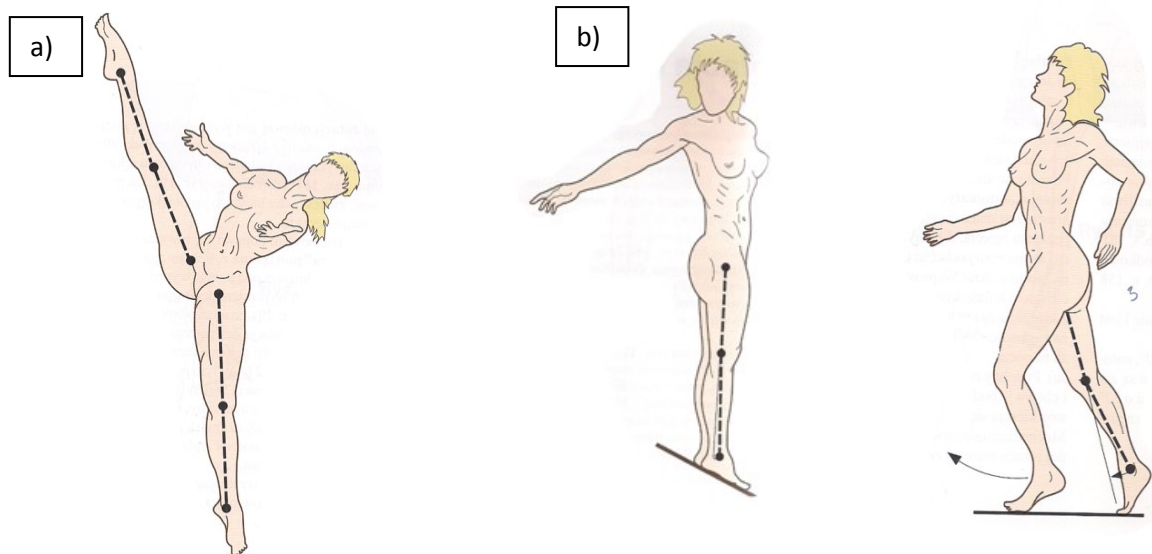


Rycina 7 Ogólny widok szkieletu kończyny dolnej [68].

1.2.2. Ruchy zgięcia i wyprostowania stawu kolanowego

Zgięcie i wyprost to podstawowe ruchy stawu kolanowego. Ich zakres mierzy się w odniesieniu do pozycji neutralnej, w której podłużne osie podudzia ustawione są współliniowo, (ryc.8).

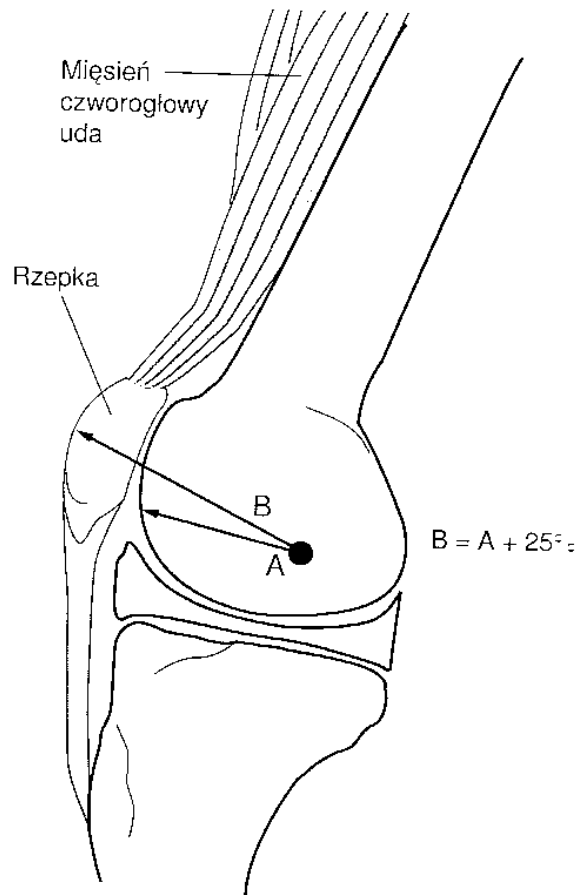
Z profilu oś podłużna kości udowej stanowi przedłużenie osi podudzia. W takim ustawieniu kończyna dolna osiąga największą długość. W trakcie wyprostowania tylna powierzchnia podudzia oddala się od tylnej powierzchni uda. Można stwierdzić, iż nie istnieje rzeczywisty wyprost kolana, ponieważ już w pozycji neutralnej staw zostaje maksymalnie wyprostowany.



Rycina 8 Zgięcie (a) i wyprost (b) stawu kolanowego [68].

Można jednak pozycji neutralnej biernie wykonać wyprost rzędu 5-10°, który bywa błędnie nazwany „nadwyprostem”. U niektórych osób może on osiągać nadmierny zakres, prowadząc do stanu nazwanego przeprostem stawu kolanowego.

Czynny ruch wyprostu jedynie okazjonalnie i w bardzo małym zakresie wykracza poza pozycję neutralną, a występowanie tego zjawiska zależne jest od ustawienia stawu biodrowego. Dodatkowo ruch ten ograniczony jest przez obecność kości rzepki spłaszczonej, trójkątnej kości połączonej z ścięgnem mięśnia czworogłowego uda i leżącej na przedniej części stawu kolanowego [132]. W czasie zgięcia i prostowania rzepka porusza się razem z piszczelą. Przy prostym kolanie rzepka spoczywa na powierzchni rzepkowej kości udowej, trochę powyżej; przy kolanie zgiętym rzepka przesuwa się do przodu i tyłu układając się w rowek między obu kłykcami kości udowej i jest unieruchomiona, co buduje stabilność stawu. Dzięki swojej lokalizacji przesuwa do przodu przyczep ścięgna mięśnia czworogłowego uda, zwiększając tym samym efektywność jego działania o 25% [52], (ryc.9).

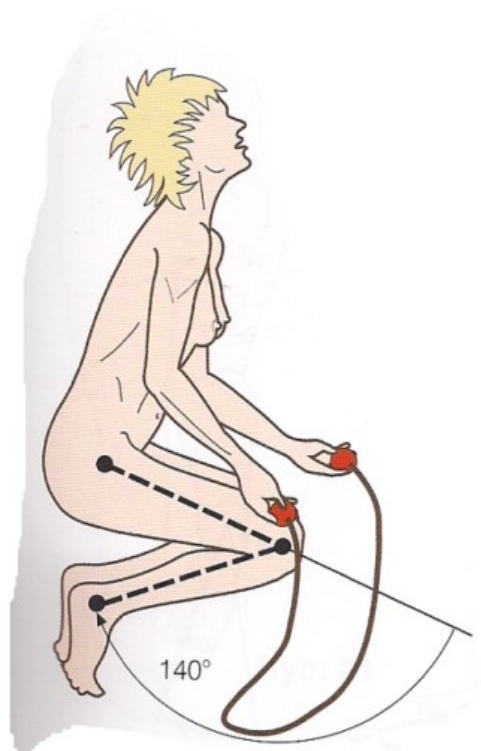


Rycina 9 Funkcją rzepki, trzeczki połączonej z rozciąganiem mięśnia czworogłowego uda, jest przemieszczenia mięśnia czworogłowego ku przodowi [52,136].

W rzeczywistości wydajność mięśnia prostego uda jako prostownika stawu kolanowego wzrasta wraz ze zwiększeniem się zakresu wyprostowania biodra, co wskazuje, iż wyprostne ustawienie ostatniego z wymienionych stawów, stwarza korzystne warunki do wyprostowania kolana. Wyprost względny to ruch, który doprowadza podudzie do pełnego ustawienia wyprostnego z jakiegokolwiek pozycji zgięciowej. Przemieszczenie takie pojawia się w cyklu chodu, kiedy to kończyna niestykająca się z podłożem jest przenoszona ku przodowi.

Zgięcie to ruch, w trakcie którego tylna powierzchnia podudzia zbliża się do tylnej powierzchni uda. Można mówić o zgięciu absolutnym, kiedy rozpoczyna się ono z pozycji neutralnej, lub też o zgięciu względnym, gdy jest inicjowane z jakiegokolwiek ustawienia zgięciowego. Zakres ruchu zgięcia stawu kolanowego zależy od sposobu jego wykonania oraz od ustawienia stawu biodrowego. Czynne zgięcie osiąga 140° , jednak pod warunkiem, iż staw

biodrowy także znajduje się w ustawieniu zgięciowym. Zakres ten zmniejsza się do 120° w połączeniu z wyprostem stawu biodrowego [52,98].

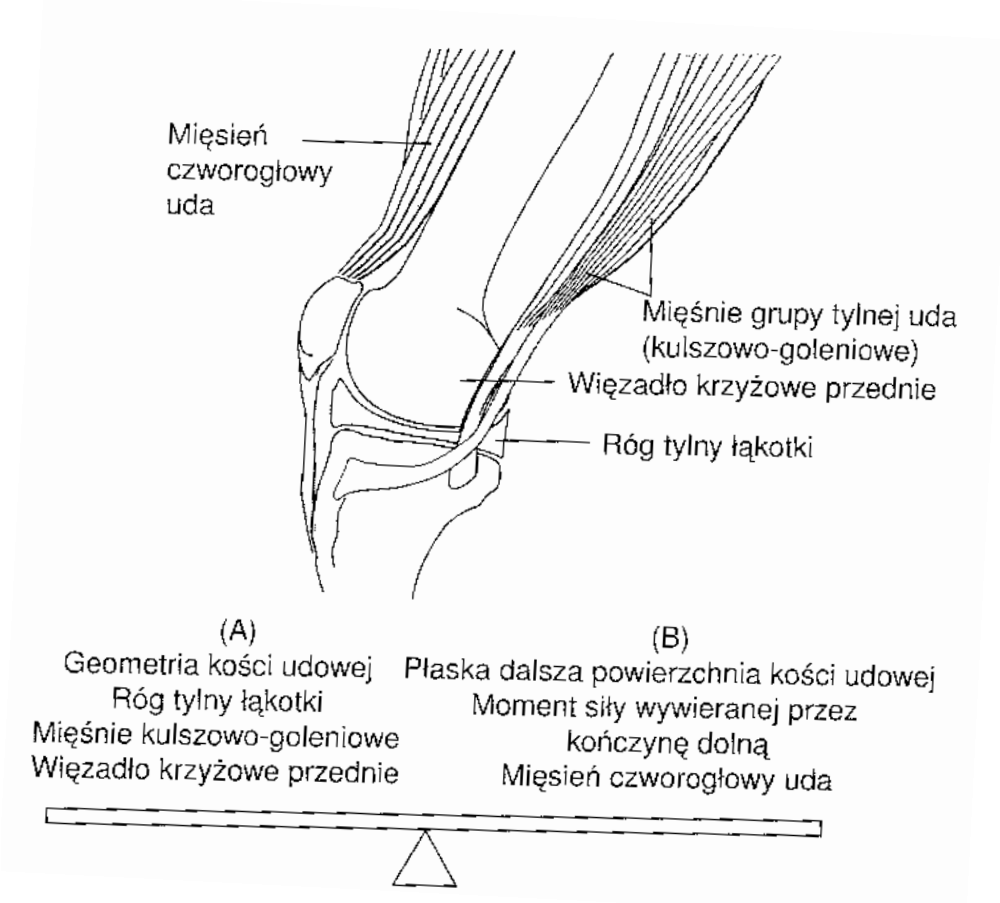


Rycina 10 Czynne zgięcie w stawie kolanowym [68].

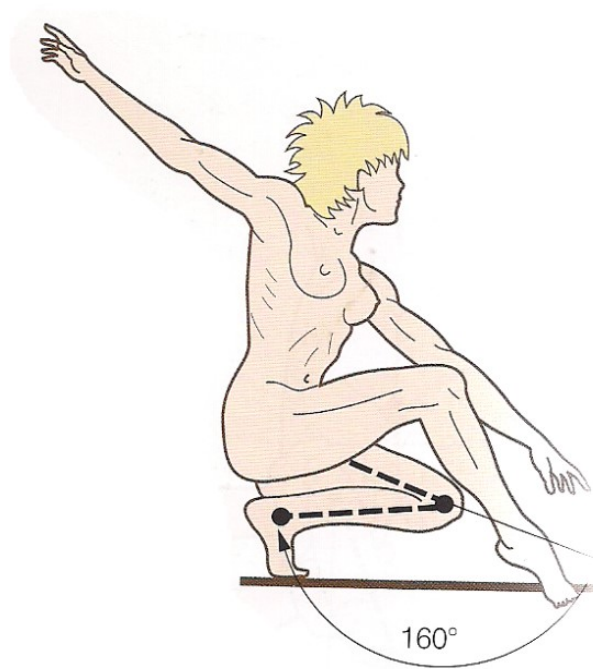
Pojawiająca się tutaj różnica jest związana z częściową utratą wydajności mięśni kulszowo-goleniowych w wyprostnym ustawieniu biodra. Możliwe jest jednak przekroczenie zakresu 120° nawet w połączeniu z wyprostem stawu biodrowego, lecz wymaga to energicznego, balistycznego napięcia mięśni kulszowo-goleniowych. Gdy mięśnie te pracują szybko i z dużą siłą, nadają podudziu znaczne przyspieszenie, a na skutek jego bezwładności do zakresu czynnego dołącza się dodatkowe przemieszczenie „bierne”.

Zgięcie bierne stawu kolanowego osiąga zakres 160° , i pozwala na kontakt pięty z pośladkiem. Ruch ten stanowi podstawę ważnego klinicznego testu umożliwiającego ogólną ocenę ruchomości kolana. Zakres ruchu można oceniać również mierząc odległość pięty od pośladka. W normalnych warunkach jest on ograniczony „miętko” przez mięsień trójgłowy łydki stykający się z mięśniami położonymi na tylnej stronie uda. Patologicznym czynnikiem limitującym zakres ruchu może być skrócenie mięśni prostowników, zwłaszcza czworogłowego uda, lub też zmniejszenie elastyczności torebki stawowej [52].

W obrębie stawu kolanowego występuje stan równowagi sił, pozwalający zachować stabilność w zakresie przedniego przemieszczenia piszczeli względem uda. Równowagę sił destabilizujących staw kolanowy i przeciwdziałających przedniemu przemieszczeniu goleni względem kości udowej (objaw szuflady przedniej) [68].



Rycina 11 Równowaga pomiędzy strukturami, które zapobiegają przedniemu przemieszczeniu goleni względem uda i strukturami i siłami przemieszczającymi piszczel ku przodowi [52].



Rycina 12 Zgięcie bierne stawu kolanowego [68].

1.2.3. Biomechanika więzadeł krzyżowych

Główną funkcją więzadeł krzyżowych jest bierna stabilizacja stawu zarówno w płaszczyźnie strzałkowej, czołowej i poprzecznej. Wraz z ukształtowaniem powierzchni stawowych, działaniem innych więzadeł i pracą mięśni, biorą one udział w zapewnieniu prawidłowej kinematyki stawu [154]. Kontrolując ślizg i rotację przy ruchach, biernych i czynnych, a także translację przy działaniu sił zewnętrznych, więzadła zapewniają płynność ruchu i chronią chrząstkę stawową. Więzadła, dzięki znajdującym się w nich proprioceptorom pełnią także ważną rolę neurosensomotoryczną biorąc udział w regulacji napięcia mięśni agonistycznych i antagonistycznych podczas ruchu stawu. Funkcje kontroli kinematyki i stabilizacji stawu determinowane są przez właściwości biomechaniczne więzadeł, czyli właściwości strukturalne, charakteryzujące kompleks kość-więzadło-kość i właściwości mechaniczne, charakteryzujące samo tworzywo więzadeł [126]. Właściwości strukturalne więzadeł mogą być badane w płaszczyznach funkcjonalnych (w warunkach zbliżonych do naturalnych), kiedy przy badaniu ruchu w stawie nie jest ograniczony do jednego wybranego kierunku, lub w płaszczyznach anatomicznych kiedy siła przykładana podczas pomiaru powoduje ruch w stawie tylko w wybranym kierunku.

Pod wpływem intensywnej aktywności (np. ćwiczeń) więzadła stopniowo wydłużają się co może spowodować zwiększenie wiotkości stawu. Jednakże po pewnym czasie wracają one do swojej pierwotnej długości, a kolano odzyskuje poprzednią „sztywność”. Jest to zależne od lepkoelastycznych właściwości więzadeł w skutek działania stałego obciążania przez określony czas, zmniejszania się obciążenia więzadła wskutek utrzymania stałego rozciągnięcia przez określony czas oraz od stopnia rozproszenia energii przy cyklicznym obciążeniu i odciążeniu więzadła [153]. Właściwości biomechaniczne więzadeł zmieniają się z wiekiem. Węzadło dwudziestolatka wytrzymuje dwa razy większe obciążenie, niż więzadło czterdziestolatka [111].

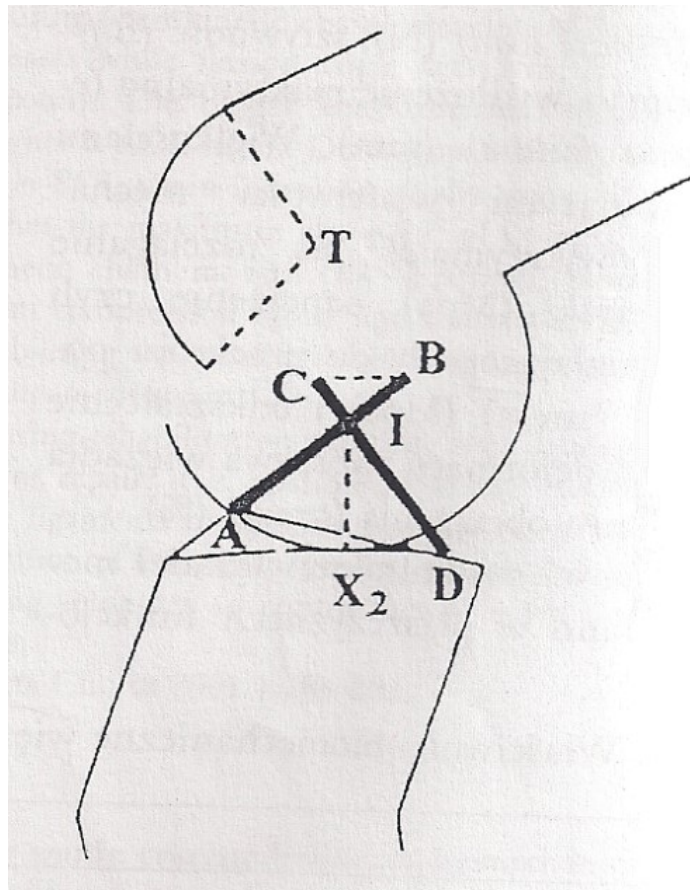
ACL, jest główną strukturą powstrzymującą przednie przemieszczenie się kości piszczelowej oraz wtórnym elementem powstrzymującym rotację kości piszczelowej i naciski w kierunku koślawości i szpotawości. Zdrowe ACL, wytrzymuje siłę 2500N i przeciążenia sięgające 20%, zanim ulegnie uszkodzeniu. Starsze ACL, poddają się przy mniejszych obciążeniach niż młodsze. Siła działająca na zdrowe ACL, waha się od około 100N przy biernym wyproście kolana do około 400N podczas chodu, a 1700N podczas aktywności wyzwalających działanie sił stycznych oraz akceleracji deceleracji. Obciążenia przekraczające wydolność ACL występują tylko w niezwykłych kombinacjach sił działających na staw kolanowy. Przeszczepy z centralnej jednej trzeciej zbudowanej z kości-więzadła rzepkowo-kości, charakteryzują się początkową wytrzymałością do 2977N, zaś siłę kompleksu z mięśnia półścięgnistego-smukłego ocenia się nawet na 400N. Po wszczepieniu wytrzymałość implantu znacznie spada. Według aktualnych poglądów początkowa siła implantu musi być wyższa niż normalnego ACL, by zapewnić właściwą siłę mimo jej spadku w fazie gojenia; silniejszy przeszczep pozwala na bezpieczniejsze prowadzenie rehabilitacji i powrót do aktywności [22, 23].

Zachowanie się więzadeł podczas ruchu biernego

Podczas biernego ruchu stawu kolanowego więzadła krzyżowe wspomagają zmianę ruchu toczenia na ruch ślizgowy.

Wstępne napięcie ACL przy ruchu zgięcia inicjuje napięcie PCL i odwrotnie, siły te równoważą się dopóki nie zadziała zgięciowy czy wyprostny moment zewnętrzny (obciążenie), lub wewnętrzny (praca mięśni). Węzadła krzyżowe zawsze pozostają częściowo napięte w wyniku jednorodnego kształtu i nierównej długości ich włókien [111]. W zgięciu około 40°, siły przenoszone przez więzadła (przy rozluźnionych mięśniach)

są najmniejsze i równoważą się, ponieważ najbardziej obciążone włókna ACL i PCL ułożone są pod takim samym kątem do plateau piszczeli. Wraz ze wzrostem zgięcia bardziej obciążone są przednio-boczne włókna PCL, zaś przy prostowaniu tylne włókna ACL. W granicach 60° zgięcia napięcie więzadeł wzrasta nieznacznie, a kiedy zgięcie przekracza 90° PCL jest proporcjonalnie bardziej rozciągnięte niż ACL, w którym napięte są głównie włókna przednie. Bierny wyprost powoduje największe obciążenie ACL w ostatnich 10° ruchu, w wyproście napięte są tylne włókna ACL i PCL. Więzadła krzyżowe kontrolują rotację голени podczas ruchu zgięcia i wyprost, i wraz z więzadłami pobocznymi zapewniają stabilność rotacyjną w wyproście kolana. Podczas ruchu biernego rotacja zewnętrzna голени znosi napięcie ACL i w niewielkim stopniu obciąża PCL, rotacja wewnętrzna obciąża ACL w całym zakresie ruchu. Obciążenie PCL podczas rotacji zmniejsza się wraz ze wzrostem zgięcia z powodu bardziej pionowej orientacji włókien, (ryc.13).

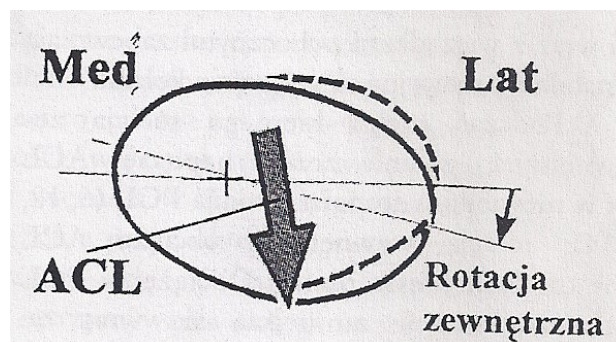


Rycina 13 Komputerowy model kolana. Linie A-B i C-D oznaczają najbardziej obciążone włókna ACL i PCL, X2 miejsce styku powierzchni stawowych uda i piszczeli na które rzutuje oś obrotu stawu [111].

Więzadła podczas ruchu czynnego

W związku z fizjologiczną koślawością kolana, ukształtowaniem powierzchni stawowych i umiejscowieniem osi rotacji w okolicach kłykcia przysrodkowego kości piszczelowej, praca mięśnia czworogłowego podczas aktywnego wyprostowania powoduje rotację wewnętrzną goleni. W trakcie końcowej fazy wyprostowania ACL kontroluje (hamuje) tę rotację i ułatwia „zaryglowanie” stawu wytrzymując wtedy największe obciążenia [111].

Przy czynnym ruchu zginania, praca tylnej grupy mięśniowej uda powoduje ślizg kości piszczelowej w tył po kłykciach kości udowej; przy prostowaniu mięsień czworogłowy wywołuje ślizg w kierunku przednim. Powoduje to powstanie sił ścinających, tylnej i przedniej kontrolowanych i hamowanych głównie przez więzadła krzyżowe. Wielkość tych sił zależy od wartości i kierunku działania momentu zewnętrznego, aktualnej pozycji stawu i kokontrakcji mięśni antagonistycznych, jak również sił kompresji w stawie udowo-piszczelowym [11, 111].



Rycina 14 Hamowanie rotacji wewnętrznej piszczeli przez ACL, w końcowej fazie wyprostowania [111].

Jednocześnie napięcie tylnej grupy mięśni uda i prostowników (kokontrakcja), nie powoduje ruchu stawu kolanowego, jeśli momenty zgięciowy i wyprostny równoważą się. Nie oznacza to jednak, że składowe siły zginającej i prostującej kolano równoległe do plateau piszczeli są takie same; różnice tę niweluje naprężenie (obciążenie) ACL, lub PCL w zależności od kąta zgięcia stawu.

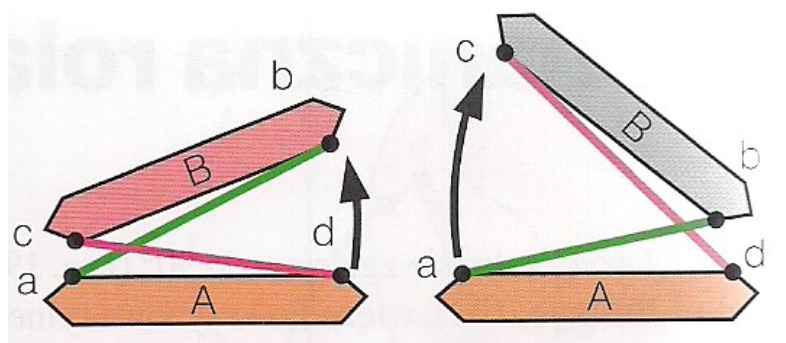
Dla fizjoterapeuty ważnym czynnikiem jest uzyskanie kokontrakcji podczas ćwiczeń, która zabezpiecza więzadło krzyżowe przed siłami ścinającymi i umożliwia wykonanie ćwiczeń bez szkody dla więzadeł [11].

Izometryczna kokontrakcja tylnej grupy mięśni uda i mięśnia czworogłowego powoduje stopniowe zmniejszanie obciążenia ACL i znosi je całkowicie powyżej kąta 50° zgięcia zarówno w otwartych, jak i zamkniętych łańcuchach kinematycznych. Izometryczne napięcie mięśnia czworogłowego w otwartym łańcuchu kinematycznym powoduje stopniowe zwiększenie obciążenia ACL, od około 40° zgięcia do wyprost, powyżej 50° – 60° zgięcia ACL nie jest obciążone. Praca ekscentryczna mięśni bardziej obciąża więzadła niż praca koncentryczna, np. praca ekscentryczna mięśnia czworogłowego hamuje napięcie antagonistów, oraz powoduje większą rotację wewnętrzną goleni zwiększając tym samym obciążenie ACL.

Możemy zmniejszyć siły przenoszone przez więzadło w trakcie ćwiczeń przez kokontrakcję tylnej grupy mięśni uda, utrzymanie prawidłowego toru i zwiększenie prędkości kątowej ruchu [111].

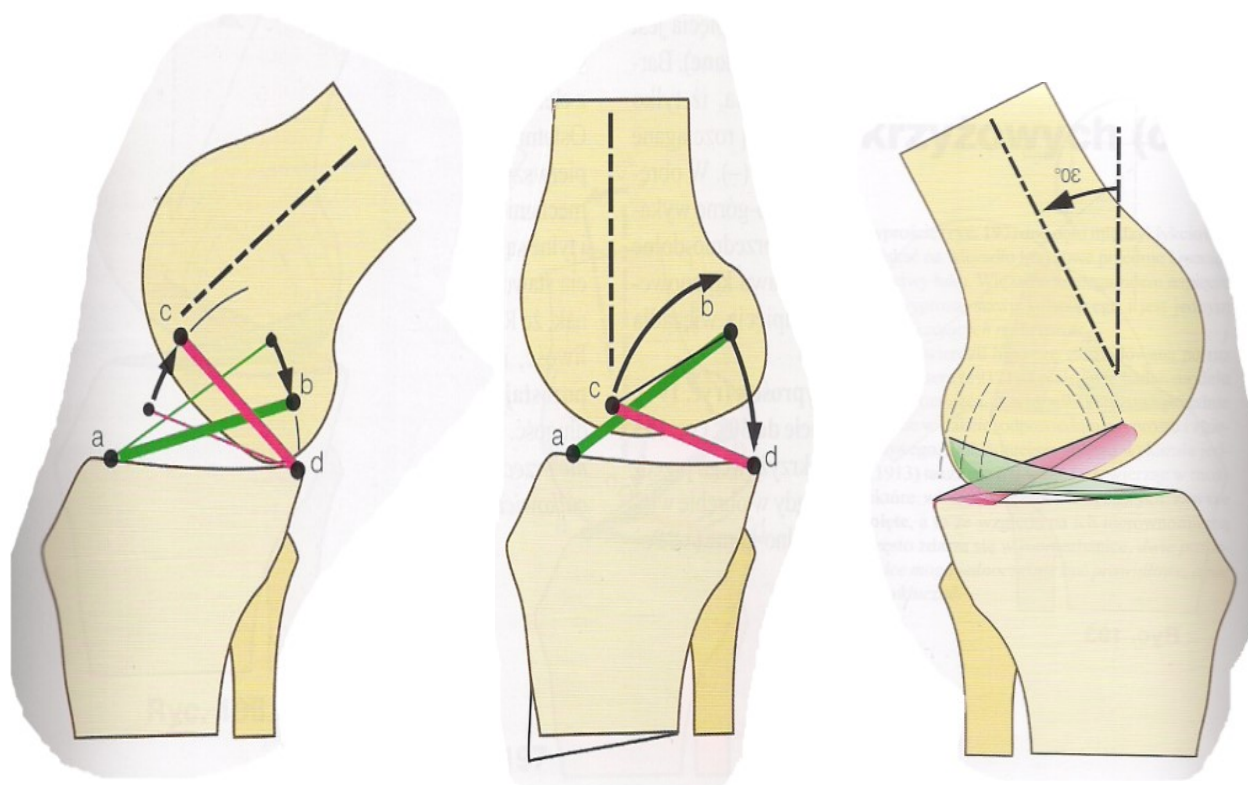
1.2.4. Mechaniczna rola więzadeł krzyżowych stawu kolanowego

Powszechnie utożsamiano więzadła krzyżowe z podłużnymi strunami o punktowych przyczepach [68]. To uproszczenie miało swoje zalety, ponieważ umożliwia ogólne zrozumienie zadań spełnianych przez nie, jednak nie pozwala na ujawnienie subtelnych szczegółów. Dla ich uchwycenia należy zwrócić uwagę na następujące czynniki: grubość więzadła, struktura więzadła, rozmiar i położenie przyczepów. Z ogólnego punktu widzenia więzadła krzyżowe zapewniają przednio-tylną stabilność stawu kolanowego i utrzymując odpowiedni kontakt powierzchni stawowych, pozwalają na wykonywanie ruchów „zawiasowych”. Ich zadania mogą zostać zilustrowane za pomocą łatwego do skonstruowania modelu mechanicznego.



Rycina 15 Stabilność przednio-tylna stawu kolanowego pozwalająca na wykonywanie ruchów zawiasowych [68].

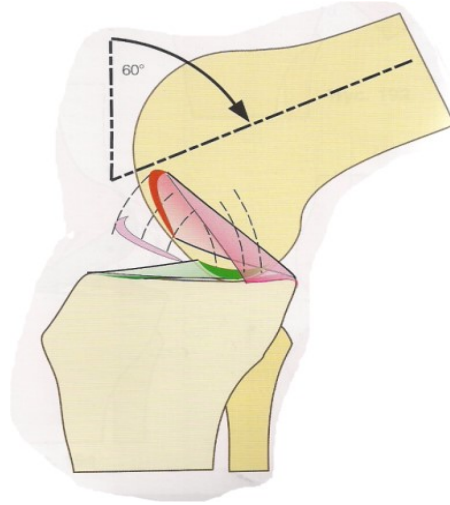
Dwie sztywne struktury A i B zostają zespolone za pomocą dwóch linii ab oraz cd, łącząc ich przeciwstawne końce, tak by mogły wykonywać względem siebie dwa ruchy rotacyjne [67]. Oś obrotu dla pierwszego z ruchów pokrywa się z punktem c, oś dla drugiego – z punktem d. Elementy sztywne nie mogą jednak wykonywać względem siebie ruchów ślizgowych. Zarówno pod względem funkcjonalnym, jak i anatomicznym, więzadła krzyżowe zachowują się podobnie, z tym, że w ich przypadku należałoby wyznaczyć całą serię osi obrotu dla ruchów „zawiasowych” ułożonych wzdłuż profilu kłykci kości udowej. Jednak, tak jak w przypadku modelu, ślizg przednio-tylny jest niemożliwy. W modelu więzadła krzyżowe ACL i PCL są reprezentowane odpowiednio przez linie proste ab i cd, które odnaleźć można także na rycinach 16 i 17. Rycina 18 i 19 ukazują natomiast najbardziej skrajne włókna więzadeł oraz ich przyczepy.



Rycina 16, 17, 18 Skrajne włókna więzadeł oraz ich przyczepy [68].

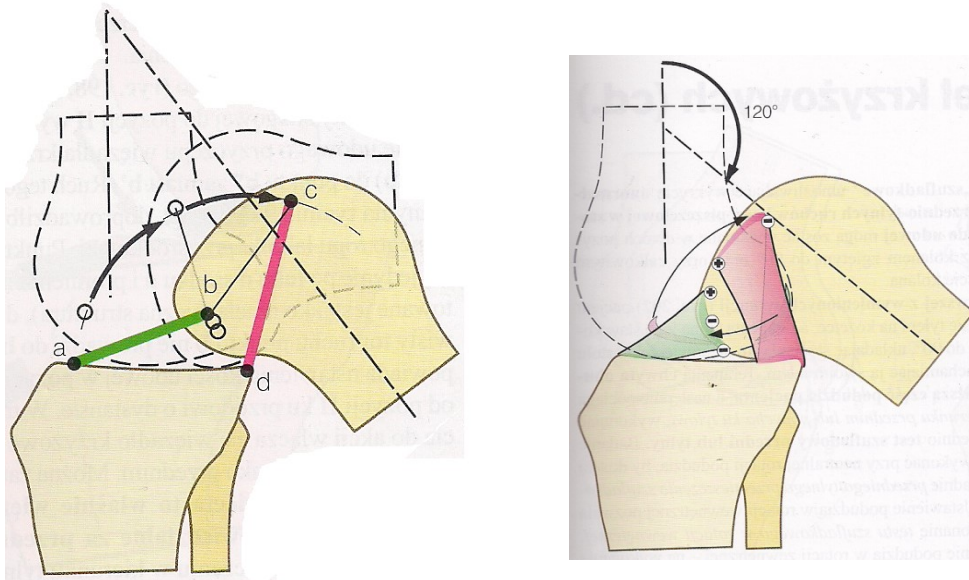
Rozpoczynając z pozycji wyprostnej lub (ryc. 16) z lekkiego zgięcia rzędu 30° (ryc. 18) kiedy to obydwa więzadła krzyżowe są napięte w podobnym stopniu, dalsze zginanie doprowadza do większego nachylenia elementu (c b) „udowego” (ryc. 17), podczas którego

więzadło przednie (c d) ustawia się bardziej pionowo, a tylne (ab) – horyzontalnie. Bardziej szczegółowy schemat (ryc.19 zgięcie do 60°) ukazuje przemieszczenie bliższych przyczepów ACL (czerwone) i PCL (zielone) odpowiednio ku górze oraz ku dołowi.



Rycina 19 Szczegółowy schemat zgięcia bliższych przyczepów ACL (czerwone) i PCL (zielone) odpowiednio ku górze i ku dołowi [68].

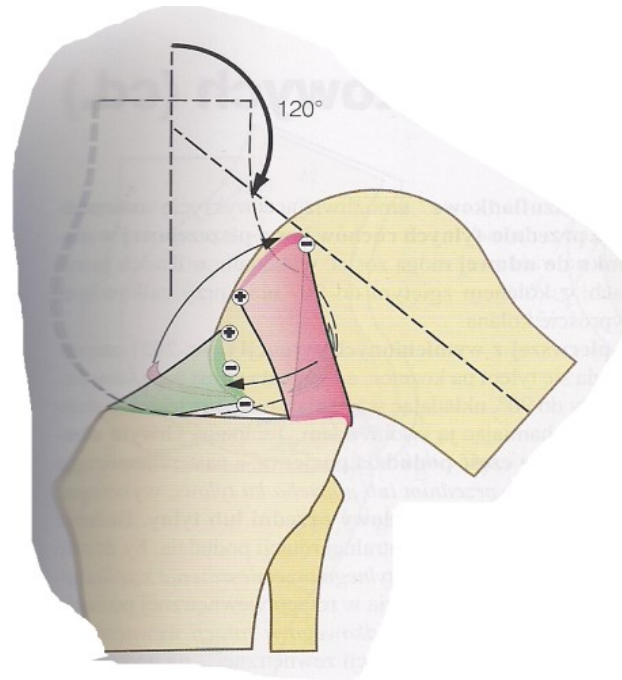
Jeśli jednak przeprowadzi się wnikliwą analizę działania elementarnych włókien w trakcie ruchu, staje się oczywiste, iż zależnie od swej lokalizacji w obrębie danego więzadła, zostają one poddane napięciu w różnym stopniu.



Rycina 20, 21 Więzadła krzyżowe stawu kolanowego [68].

Więzadło krzyżowe tylne (czerwone) [ryc. 20] przyjmuje ustawienie pionowe, a stopień jego napięcia jest większy niż więzadła krzyżowego przedniego (zielone). Bardziej szczegółowy schemat ujawnia, iż tylko przednio-górne włókna więzadła przedniego

są rozciągnięte (+), a włókna dolne i środkowe rozluźniają się (-). W obrębie więzadła krzyżowego tylnego włókna tylno- górne wykazują niewielkie rozluźnienie (-), natomiast przednio-dolne poddawane są napięciu (+) [68].



Rycina 22 Rozluźnienie włókien PCL i napięcie włókien ACL [68].

Ruch zgięcia stawu kolanowego doprowadza zatem do zwiększenia napięcia więzadła krzyżowego tylnego.

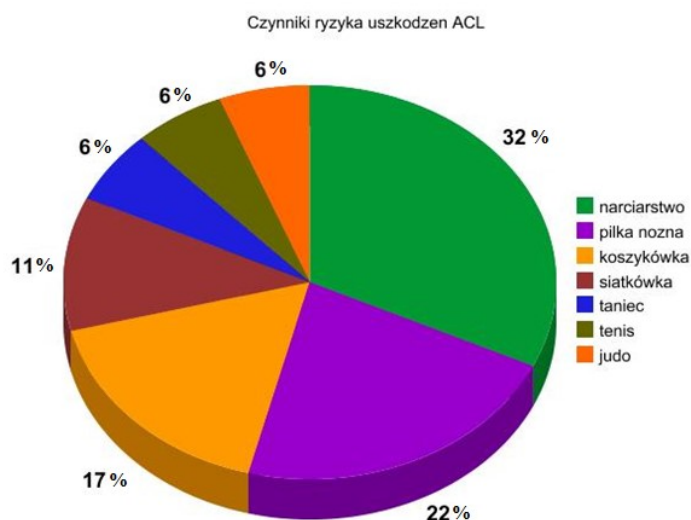
Niemal wszystkie włókna więzadła krzyżowego przedniego poddawane są napięciu (+), podczas gdy w obrębie więzadła krzyżowego tylnego rozciągane są jedynie włókna tylno-górne (+). Ponadto, w nadwyproście dno dołu międzykłykciowego zaczyna naciskać na więzadło krzyżowe przednie i rozciąga je na wzór cięciwy łuku. Węzadło to ulega zatem napięciu w trakcie ruchu wyprostowania stawu kolanowego i jest jednym z elementów ograniczających nadwyprost. Bonnel potwierdził hipotezę sformułowaną po raz pierwszy przez Strassera (1917) na podstawie badań modelu mechanicznego, wskazując, iż więzadło krzyżowe przednie i tylne są rozciągane w trakcie, odpowiednio, wyprostowania i zgięcia stawu kolanowego.

Dokładniejsza analiza wykazała jednak, że Roud (1913) [68] także nie był w błędzie, twierdząc, iż niektóre włókna więzadeł krzyżowych zawsze pozostają napięte, a to ze względu na ich nierównomierną długość. Jak często zdarza się w biomechanice, dwie pozornie przeciwne idee mogą jednocześnie być prawidłowe, a nie całkowicie się wykluczać.

1.3. Epidemiologia i etiologia urazów więzadła krzyżowego przedniego

Analizując literaturę można zauważyć, że urazy stawu kolanowego dotyczą młodszej grupy pacjentów [129]. Urazy ACL, występują dość często wśród dzieci i młodzieży w wieku dojrzewania. U dzieci z czynna chrząstką stawową, ze względu na ryzyko wystąpienia nieprawidłowości w obrębie tkanki kostnej jako skutku ubocznego zabiegu rekonstrukcji na chrząstce stawowej, przeważnie nie zaleca się chirurgicznej rekonstrukcji więzadła [24]. Część badaczy stwierdziło jednak, że zastosowanie tylko leczenia zachowawczego czy opóźnienie zabiegu zwiększa ryzyko urazów łąkotkowych i/lub chrząstki stawowej, co może z kolei wpłynąć na rozwój choroby zwyrodnieniowej we wczesnym okresie życia. Jednakże zabiegowi rekonstrukcji ACL, poddają się pacjenci w każdym wieku. W ostatnich latach można zaobserwować znaczący wzrost liczby wykonywanych operacji ACL. Szacuje się, że rocznie na świecie takich operacji wykonuje się od 200 tys. do 300 tys. W samych Stanach Zjednoczonych przeprowadza się około 100 tys. rekonstrukcji ACL rocznie [24].

Istotnym czynnikiem powodującym wzrost liczby urazów stawu kolanowego jest zjawisko społeczne popularnie określone jako „moda na sport”. Uszkodzenia ACL pojawiają się przede wszystkim u osób uprawiających narciarstwo alpejskie, gry zespołowe takie jak, piłka nożna, siatkówka, koszykówka [11, 24].



Rycina 23 Czynniki ryzyka uszkodzeń ACL [opracowanie własne na podstawie: P. Brukner *Kliniczna medycyna sportowa*, Warszawa 2011].

Duża urazowość ACL jest następstwem poszukiwania silnych wrażeń w czasie uprawiania tzw. sportów ekstremalnych. W epidemiologii uszkodzeń ACL kolana istotne znaczenie odgrywają również indywidualne uwarunkowania anatomiczne [24].

Współczesne badania nad epidemiologią uszkodzeń więzadeł dowodzą, iż stabilność stawu kolanowego u kobiet, nawet uprawiających sport wyczynowy, jest w większym stopniu uzależniona od kompleksu torebkowo-łukotkowo-więzadłowego niż od mięśni. Ryzyko urazów ACL, wśród kobiet trenujących podobne dyscypliny sportowe jest od 2-4 do 9-7 razy większe niż u mężczyzn trenujących te same dyscypliny sportowe [12]. Dotychczas wyróżniono tylko cztery możliwe przyczyny tłumaczące ten fakt: różnice anatomiczne, wpływ hormonów, charakterystykę kontaktu buta z podłożem i kontrolę nerwowo-mięśniową. Uważa się, że istnieje wiele różnic w budowie anatomicznej ciała kobiety i mężczyzn, które warunkują zwiększoną urazowość ACL wśród kobiet: mniejszy rozmiar i odmienny kształt wcięcia międzykłykciowego, szersza miednica i większy kąt Q, zwiększona wiotkość więzadeł [10, 24]. U kobiet, w odróżnieniu od mężczyzn, występują cykliczne zmiany stężenia hormonów, a zwiększony poziom estrogenu zwiększa ryzyko uszkodzenia ACL ze względu na obecność receptorów estrogenowych w więzadle. U kobiet w więzadle krzyżowym przednim stwierdzono obecność receptorów relaksyny, których nie obserwuje się u mężczyzn.

Wśród różnic wynikających z odmiennej charakterystyki kontroli nerwowo- mięśniowej między mężczyznami i kobietami można wymienić zmniejszoną zdolność kobiet do generowania siły mięśniowej, nawet po wprowadzeniu korekty na objętość mięśni. Ogranicza to zdolność do przeciwstawiania się obciążeniom przemieszczającym, wymagającym dynamicznej stabilizacji kolana. Inne różnice dotyczące dynamicznej stabilizacji kolana, które zwiększają zagrożenie uszkodzeniem ACL, u kobiet, obejmują wolniejszą aktywację mięśni i generowanie siły, jak też angażowanie raczej mięśnia czworogłowego uda niż mięśni kulszowo-goleniowych czy brzuchatego łydki [22, 23]. W przypadku mężczyzn podobne obciążenie będzie prowadzić do najpierw do aktywacji mięśni kulszowo-goleniowych, w celu dynamicznej stabilizacji kolana, co zapobiegnie pojawieniu się przemieszczenia kości piszczelowej względem kości udowej [51]. Ta różnica czasu w aktywacji mięśni prowadziła do wzrostu ryzyka urazu ACL wśród kobiet.

1.4. Patomechanizm urazów więzadła krzyżowego przedniego

Wieżadło krzyżowe przednie jest jedną z najważniejszych struktur stawu kolanowego. Jego główna (oprócz stabilizacji) funkcją jest wywołanie ruchu ślizgowego powierzchni stawowych względem siebie. Zadaniem więzadeł krzyżowych jest mechaniczne ograniczenie ruchów kości udowej względem goleni oraz określenie położenia stawu w przestrzeni. Ich

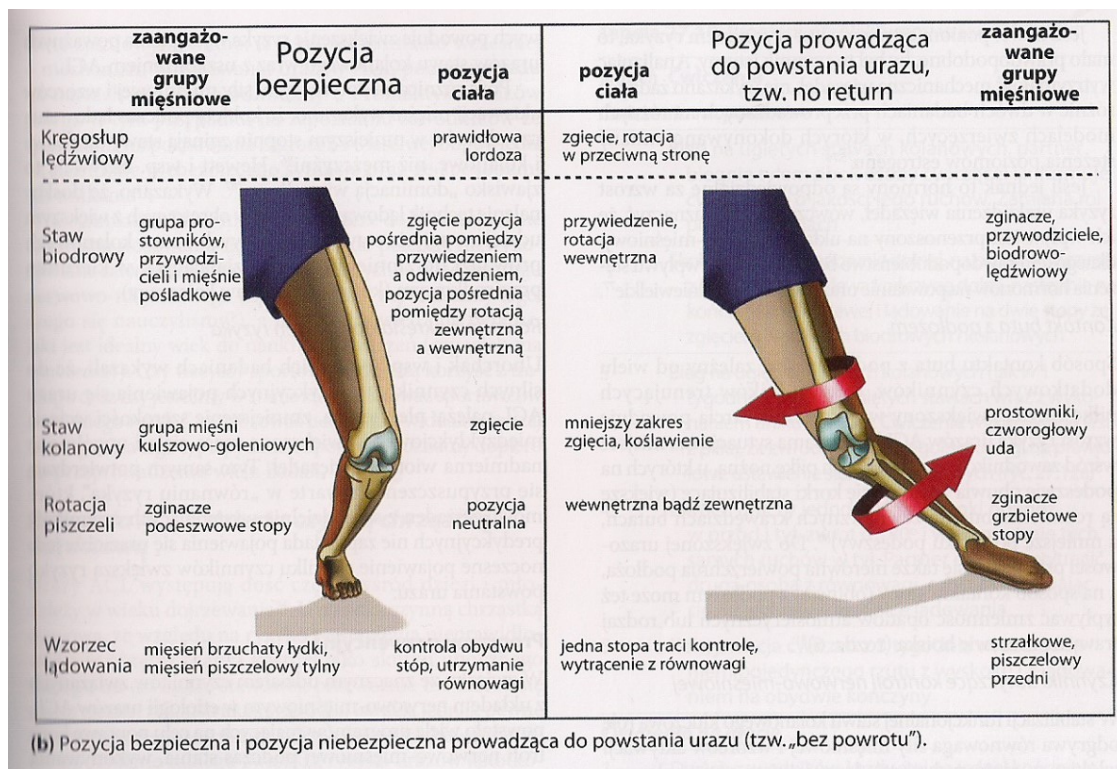
uszkodzenie powoduje destabilizację stawu. Należy jednak pamiętać, że to nie dyscypliny sportowe, lecz określone patomechanizmy powodują uszkodzenia więzadeł jak na przykład nagłe wyhamowanie szybkości biegu, zeskoki, zmiana kierunku biegu [5, 40, 41, 42, 57].

Do uszkodzeń więzadeł krzyżowych w sporcie dochodzi zarówno na skutek kontaktu z przeciwnikiem, jak i bez tego kontaktu, z mechanizmu przeprostnego, względnie z mechanizmu powodującego przemieszczenie przednie piszczeli wobec kości udowej, podczas zgięcia czy koślawienia także z mechanizmów mieszanych. Przyczyną zerwania ACL, jest uraz podczas obrotu do wewnątrz kolana przy ustabilizowanym podudziu. Około połowa przypadków zerwania ACL następuje podczas zmiany kierunku biegu w trakcie gwałtownego skrętu, podczas prostowania kolana ze skrętu lub lądowania po skoku. Druga połowa przypadków związana jest z pewnego rodzaju kontaktem, czy to na boisku, na trasach narciarskich lub w wyniku wypadku komunikacyjnego [23, 49, 50, 106, 134]. Wykonywanie szybkich i gwałtownych ruchów kończynami do boku (np., uników, zwodów) powoduje powstanie sił koślawiająco-szpotawiających oraz rotujących wewnątrz staw kolanowy. ACL jest najbardziej narażone na zerwanie podczas ruchów rotacji wewnętrznej i działających w kierunku szpotawienia stawu kolanowego. Do typowego urazu dochodzi najczęściej, gdy staw kolanowy znajduje się w zgięciu pod kątem 10° - 30° oraz rotacji zewnętrznej, gdy z takiej pozycji koślawego ustawienia stawu kolanowego zawodnik usiłuje wybić się ze stopy, rotując jednocześnie kończynę dolną do wewnątrz i zmieniając gwałtownie kierunek ruchu. Podczas wykonywania uników siły reakcji podłoża działają w kierunku przyśrodkowym w stosunku do stawu kolanowego. Ta dodatkowa siła obciąża już napięte więzadło, co może prowadzić do jego uszkodzenia. Podobna sytuacja ma miejsce podczas urazów powstałych podczas lądowania, gdy staw kolanowy znajduje się w pozycji prawie pełnego wyprostu. Wszystkie dyscypliny szybkościowe, podczas których dochodzi do gwałtownych uników na boki (zwodów) czy lądowania, wymagają ekscentrycznego skurczu mięśnia czworogłowego uda, który przeciwstawia się dalszemu zginaniu stawu kolanowego. Można założyć, że za przerwanie ciągłości ACL są odpowiedzialne właśnie te nagłe, ekscentryczne skurcze mięśnia czworogłowego uda. Co prawda, nie są one zazwyczaj wystarczająco silne, aby zerwać więzadło, jednak w przypadku szpotawego ustawienia stawu lub jego rotacji mogą one doprowadzić do jego przerwania [9, 24, 127].

Czynniki zewnętrzne takie jak utrata równowagi, zawodnik popchnięty lub przytrzymywany przez przeciwnika, mogą spowodować takie ustawienie stopy, które doprowadza do niekorzystnego (nieosiowego) ustawienia całej kończyny dolnej. Jeśli na taką

sytuację nakłada się dodatkowo brak odpowiedniego napięcia mięśniowego oraz niewystarczająca kontrola nerwowo-mięśniowa, to ryzyko urazu znacznie wzrasta. Do powstania urazu może przyczynić się także zmęczenie oraz obniżona koncentracja [24].

Niekorzystne ustawienie ciała i jego ruchy podczas lądowania i obrotów powodują powstanie tak zwanego „funkcjonalnego koślawienia stawu kolanowego” albo „dynamicznego koślawienia stawu kolanowego”. Jest to pozycja, w której staw kolanowy ustawia się i obniża przyśrodkowo w stosunku do stawu biodrowego i do stawów stopy. Pozycja ta często nazwana jest ona pozycją „bez powrotu” (no return), choć powinna raczej być określana mianem „pozycji narażenia na uraz”, ponieważ nie ma wystarczających dowodów na to, że powrót z takiej pozycji jest możliwy (ryc.22) [24].



Rycina 24 Pozycja bezpieczna i pozycja prowadząca do powstania urazu, tzw. no return [24].

Działania mające na celu zapobiegania urazom ACL, bazują na treningu wzorców nerwowo-mięśniowych podczas wykonywania uników (zwodów) lub w czasie lądowania. W przypadku narciarstwa, mechanizm urazu ACL znacznie różni się od tego, jaki występuje podczas skoków, biegu, i dyscyplin z dużą ilością szybkich i gwałtownych ruchów na boki (np. uników i zwodów), których znaczna liczba pojawia się w footballu Amerykańskim czy koszykówce. W narciarstwie dochodzi do rotacji wewnętrznej kości piszczelowej przy stawie

kolanowym zgiętym pod kątem ponad 90°. Jest to pozycja, którą narciarz przyjmuje upadając do tyłu i zahaczając o podłoże wewnętrzną krawędzią końcowego odcinka narty. Profilaktyka tego typu urazu polega na uświadomieniu zawodnikom, w jakich okolicznościach dochodzi do uszkodzenia oraz informowaniu ich o innych strategiach ruchowych (np. sposobów upadania) [24].

Według Komitetu Medycznych Aspektów Sportu Amerykańskiego Towarzystwa Medycznego CMAS of AMA istnieją trzy typy uszkodzenia ACL:

- przerwanie małej liczby włókien bez objawów niestabilności z bolesnością miejscową;
- przy rozerwaniu większej ilości włókien, nieznaczne objawy niestabilności i zaburzenia czynności, występuje miejscowa bolesność samoistna;
- całkowite przerwanie ciągłości więzadła, znaczna niestabilność;

Niestabilność na podłożu uszkodzenia ACL jest szczególnie dokuczliwa, gdy mięsień czworogłowy napina się wobec kolana wyprostnego lub w pozycji do niego zbliżonej – na przykład lądowanie przy zeskoku lub skoku, nagle wyhamowanie szybkości. Jeśli kolano pracuje w zgięciu, tylna grupa mięśni uda (mięśnie kulszowo-goleniowe) dostatecznie stabilizuje staw i przeciwdziała przedniemu przesuwaniu goleni względem uda (narciarstwo, łyżwiarstwo, kolarstwo). Niestety brak ACL, wywołuje nieprawidłową, nadmierną aktywność mięśni kulszowo-goleniowych, co zaburza wzory ruchu z powodu uruchamiania zbędnej kaskady bodźców nerwowych [40], (ryc.26).

1.5. Objawy uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego

Do większości zerwań ACL, dochodzi w sposób bezkontaktowy, np. gdy sportowiec ląduje po skoku, wykonuje obrót lub nagle wyhamowuje po szybkim biegu. Współistniejące urazy łąkotki występują znacznie częściej wtedy, gdy pacjent wykonuje dużą ilość skoków [14, 24].

Wśród typowych dolegliwości zgłaszanych podczas wywiadu wyróżnia się:

- charakterystyczny trzask, pęknięcie oraz uczucie rozpychania wewnątrz stawu [24].

- przy całkowitym zerwaniu ACL, odczuwalny jest znaczny ból, szczególnie w pierwszych kilku minutach po wystąpieniu urazu.
- początkowo nie ma możliwości kontynuowania wysiłku. Czasami ból ogranicza możliwość wykonywania ćwiczeń, co wiąże się z tworzeniem się znacznego krwiaka wewnątrzstawowego. Czasami wysięk może być bardzo mały lub w ogóle nie występować, gdy trenujący postanowi powrócić do wykonywanej aktywności, może odczuwać niestabilność [24].

Do typowych objawów wskazujących na zerwanie ACL, które można rozpoznać podczas badania, zalicza się:

- zmniejszony zakres ruchomości, szczególnie wyprostu;
- rozległą umiarkowaną nadwrażliwość uciskową;
- występujący ból i nadwrażliwość uciskową po bokach stawu spowodowany rozciągnięciem torebki stawowej od strony bocznej;
- nadwrażliwość uciskową w okolicach szpary stawowej po stronie przyśrodkowej związaną ze współistniejącym uszkodzeniem łąkotki przyśrodkowej.

Dodatkowo mogą pojawić się powikłania ze strony stawu udowo-rzepkowego, do którego prowadzić może skrócenie struktury bocznej stawu rzepkowo-udowego, w szczególności troczka bocznego i pasma biodrowo-piszczelowego. Osłabienie mięśnia obszernego przyśrodkowego oraz proksymalnych mięśni pośladkowych może wywołać objawy do których zalicza się zmieniony wzorzec chodu, będący następstwem nadmiernej pronacji w stawie skokowo-piętowym [24].

II Leczenie uszkodzeń więzadła krzyżowego przedniego

2.1. Rekonstrukcja więzadła krzyżowego przedniego i zasady rehabilitacji

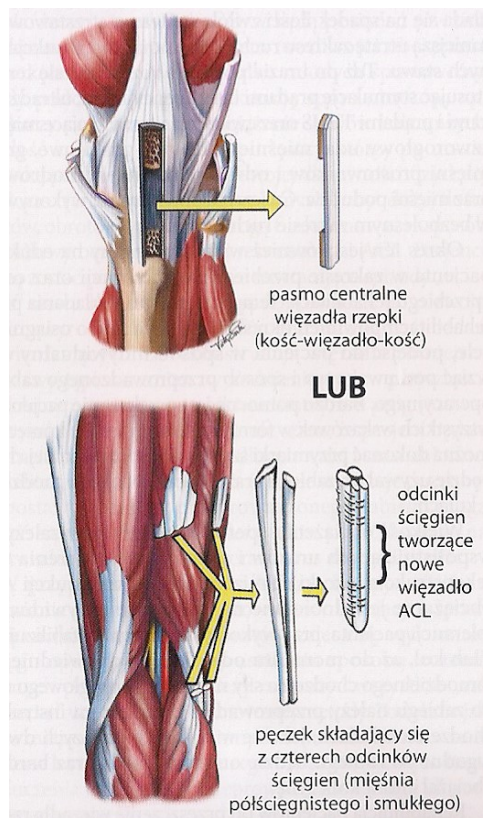
Sposób leczenia urazów ACL budzi wciąż wiele kontrowersji, a przy wyborze metody leczenia bierze się pod uwagę zalety każdej z metod. Wiele pytań budzi również technika wykonania zabiegu oraz sposób przeprowadzenia rehabilitacji.

Gdy diagnoza zostanie już postawiona, należy podjąć decyzję o wyborze rodzaju leczenia zachowawczego czy też operacyjnego. Na podjęcie tej decyzji będzie miało wpływ wiele czynników takich jak:

- Wiek pacjenta;
- Stopień niestabilności stawu;
- Współistniejące uszkodzenia (np. uszkodzenie łąkotki);
- Czy pacjent uprawia dyscyplinę sportową wymagającą częstych skrętów;
- Warunki socjalne, np. koszty leczenia, czas absencji w pracy [21, 22, 23, 24].

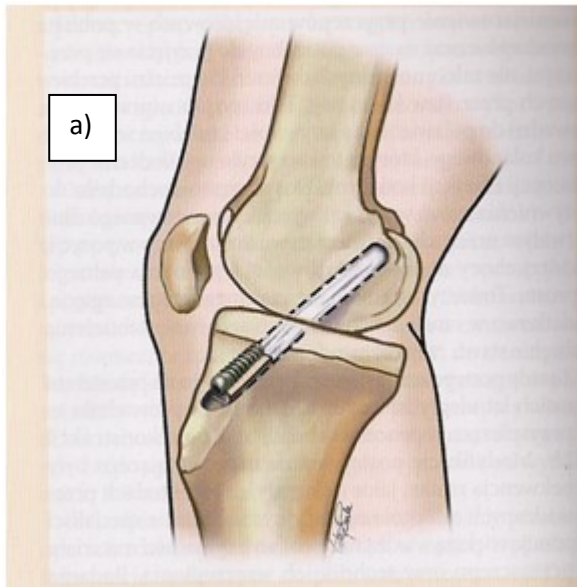
Na decyzję o zabiegu wpływ będą posiadać również oczekiwania pacjenta względem możliwości obciążania stawu kolanowego. W przypadku młodych sportowców, którzy podczas treningu wykonują sporo obrotów, np. u piłkarzy czy koszykarzy obciążanie stawów kolanowych jest dość znaczne. Kolejnym ważnym czynnikiem istotnym w prognozowaniu wyników terapii jest określenie szans, że pacjent będzie systematycznie uczestniczył w długotrwałej i czasochłonnej rehabilitacji po zabiegu. Jeśli pacjent nie wykazuje pozytywnej postawy, rezultaty przeprowadzonego zabiegu mogą okazać się niepomyślne. W przypadku sportowców, którzy chcą powrócić do uprawiania dyscyplin szybkościowych wymagających sporej ilości ruchów skrętnych i obrotów, zaleca się wykonanie zabiegu operacyjnego [15, 20, 24, 40, 79, 155].

Chirurgiczna rekonstrukcja więzadła polega na pobraniu ścięgna (rzepkowego lub z mięśni kulszowo-goleniowych, a poprzez małe nacięcie, a następnie przeciągnięcie pobranego ścięgna przez tunel wywiercony w kości. Decydującym momentem podczas całej operacji jest wprowadzenie ścięgna przez tunel w kości piszczelowej i udowej, a następnie umocowanie przeszczepu [24, 59], (ryc.27).



Rycina 25 Pobieranie tkanki ścięgna rzepki (część górna) lub ścięgna mięśnia półścięgnistego/smukłego (przeszczep mięśni kulszowo-goleniowych [24]).

Przeszczep piszczelowy powinien znajdować się pośrodku poprzedniego przyczepu więzadła krzyżowego (na wysokości brzegu wewnętrznego przedniej części łąkotki bocznej). Przyczep udowy zlokalizowany jest w miejscu tzw. punktu izometrycznego. Znajduje się on na wcięciu międzykłykciowym kości udowej, która to pozycja zapewnia utrzymanie więzadła w stałym napięciu w całym zakresie ruchu stawu kolanowego. Po wyborze miejsc przyczepów i ich przygotowaniu, dochodzi do mocowania przeszczepów według jednego z kilku dostępnych sposobów. Można wyróżnić metodę z użyciem śrub interferencyjnych, klamer oraz metodę założenia szwów wokół wprowadzonego przeszczepu. Im lepiej umocowany jest przeszczep, tym większy postęp i skuteczność rehabilitacji w ciągu pierwszych tygodni po zabiegu. Unowocześnienie metod mocowania przeszczepów przyczyniło się do przyspieszenia procesu usprawniania w pierwszych tygodniach po operacji, ponieważ sposób mocowania przeszczepu stanowi najsłabsze ogniwo całego procesu leczenia w przebiegu pierwszych 6 do 9 miesięcy od rekonstrukcji [24, 67, 78], (ryc.25, ryc.26).



Rycina 26, 27

a) Staw po zabiegu – z uwidocznieniem umocowanego przyczepu czy też „nowego więzadła” [24].

b) Zastąpienie zerwanego więzadła przez tkankę ze ścięgna przyczepionego za pomocą widocznych na rycinie śrub interferencyjnych [24].

Zasady rehabilitacji

Zasady postępowania fizjoterapeutycznego na przestrzeni ostatnich lat uległy istotnym zmianom. Doprowadziło to do przyspieszenia procesu rehabilitacji po rekonstrukcji ACL [11, 12, 25]. Modyfikacje postępowania usprawniającego były konsekwencją zmian, jakie dokonały się w metodach przeprowadzanych zabiegów operacyjnych. Obecnie specjaliści dysponują większą wiedzą na temat wytrzymałości materiału do przeszczepu oraz technik ich wszczepienia. Badania wykazały, że po upływie dwóch lat od wykonania zabiegu nie ma różnic w zakresie wiotkości stawu kolanowego i w ogólnych rezultatach leczenia pomiędzy chorymi, którzy byli poddani przyspieszonemu programowi rehabilitacji a tymi, którzy po zabiegu rekonstrukcji ACL, byli leczeni według modelu tradycyjnego [11, 12, 121]. Zasada całkowitego unieruchomienia stawu została zastąpiona zasadą ograniczonego uruchomienia, co skutkuje znacznym zmniejszeniem sztywności oraz zwiększenia zakresu ruchomości w stawie kolanowym. Ta zmiana podejścia pozwoliła na wcześniejsze rozpoczęcie programu ćwiczeń wzmacniających oraz na szybsze rozpoczęcie ćwiczeń funkcjonalnych [24, 77, 140, 141] Przeciętny czas od rekonstrukcji ACL do powrotu do uprawiania sportu został zredukowany z 12 do 6-9 miesięcy.

Główną zmianą, jaka dokonała się w ciągu ostatnich lat w procesie usprawniania pacjentów po rekonstrukcji ACL, jest włączenie do programu rehabilitacji ćwiczeń stabilizacji

centralnej, ze szczególnym uwzględnieniem ćwiczeń propriocepcji i ćwiczeń równoważnych. Terapia dostosowana indywidualnie do pacjenta, biorąc pod uwagę zakres uszkodzenia stawu kolanowego (łąkotki, chrząstki stawowej). Pacjenci muszą być poinformowani o zasadach monitorowania wszystkich objawów ze strony stawu kolanowego, jakie pojawiają się po każdej sesji ćwiczeniowej.

Proces usprawniania pacjentów po rekonstrukcji ACL obejmuje trzy okresy:

I okres (0-2 tygodni), po operacji, cechuje ochrona miejsc zamocowania przeszczepu, opanowanie stanu zapalnego, uzyskanie pełnego wyprost i zgięcia kolana do 90°, edukacja pacjenta w zakresie postępu rehabilitacji. Zaleca się stosowanie kokontrakcji, ześlizgiwanie się piętą/ześlizgiwanie się po ścianie, uruchamianie rzepki, stretching mięśnia brzuchatego łydki i mięśni kulszowo-goleniowych, SRL we wszystkich płaszczyznach w pełnym wyproście aż do osiągnięcia przez mięsień czworogłowy siły wystarczającej do niedopuszczenia do ubytku wyprost [22, 26, 27]. II okres (2-6tygodni) charakteryzuje się przywróceniem prawidłowego chodu, przywrócenie pełnego ROM, zwiększenie siły, wytrzymałości i propriocepcji jako przygotowanie do aktywności czynnościowej, irradacji, zasad i technik według metody PNF. III okres powyżej 6 tygodnia jest to rekonwalescencja i powrót do aktywności fizycznej. Czas trwania terapii zależy od reakcji pacjenta na stosowane ćwiczenia. Z uwagi na możliwość utrzymywania się obrzęku w operowanym stawie powinno się schładzać staw kolanowy kilka razy dziennie (10-15 minut, co 2,5 godziny).

Dynamiki nabierają ćwiczenia propriocepcji i ćwiczeń wzmacniających mięśnie kończyn dolnych. Stałymi elementami leczenia usprawniającego powinny być ćwiczenia równoważne w staniu obunóż i jednonóż na niestabilnym podłożu (poduszki do czucia sensomotorycznego, trener równowagi, materac). Programem usprawniania powinny być objęte nie tylko mięśnie prostujące i zginające staw kolanowy, ale także inne grupy mięśni kończyn dolnych, włączając techniki zmienne PNF. Przykładem tej koncepcji mogą być przysiady obunóż w zakresie zgięcia stawu kolanowego od 0-90, przysiady jednonóż, wchodzenie i schodzenie przodem i tyłem ze stopni o różnej wysokości, ćwiczenia koncentryczne i ekscentryczne mięśni obręczy biodrowej, uda, podudzia, ćwiczenia na rowerze stacjonarnym z obniżonym siodełkiem i na stepperze, batucie, ćwiczenia wzmacniające mięsień czworogłowy uda i kulszowo-goleniowe [34, 37, 38, 64, 88, 130].

Rehabilitacja powinna zostać rozpoczęta w momencie wystąpienia urazu, a nie od chwili operacji, która może mieć miejsce po upływie kilku dni, tygodni, a nawet miesięcy [44, 45, 124]. Działania przedoperacyjne mają na celu zmniejszenie dolegliwości bólowych, wysięku oraz stanu zapalnego, co przekłada się na spadek ilości zwłóknień wewnątrzstawowych, mniejszą utratę zakresu ruchu oraz możliwości funkcjonalnych stawu. Tuż po urazie powinno rozpocząć się terapię stosując ćwiczenia wzmacniające mięsień czworogłowy uda, mięśnie kulszowo- goleniowe, grupę mięśni prostowników i odwodźcicieli stawu biodrowego oraz mięśni podudzia. Ćwiczenia powinny być wykonywane w bezbolesnym zakresie ruchu [11, 24, 81, 82, 115, 133, 143]. Okres ten jest również wykorzystywany na edukację pacjenta w zakresie przebiegu hospitalizacji oraz celów i przebiegu rehabilitacji. Terapeuta podczas układania planu rehabilitacji powinien określić jasne, realne do osiągnięcia cele, podejść do pacjenta w sposób indywidualny oraz wziąć po uwagę typ i sposób przeprowadzonego zabiegu operacyjnego. Wielkość obciążenia operowanej kończyny zależy od współistniejących urazów i sposobów ich leczenia (np. rekonstrukcja łąkotki). Po izolowanej rekonstrukcji ACL obciążanie jest dobierane na podstawie indywidualnej tolerancji pacjenta, przy wykorzystaniu szyny stabilizującej i/lub kul, aż do momentu odzyskania odpowiedniej do samodzielnego chodzenia siły mięśnia czworogłowego uda. Po zabiegu należy przeprowadzić z pacjentem instruktaż chodzenia o kulach, jako, że w okresie pierwszych dwóch tygodni po zabiegu będzie on stopniowo coraz bardziej obciążał chorą kończynę. Postępowanie terapeutyczne nakierowane jest na odtworzenie pełnego zakresu ruchomości oraz siły mięśniowej. Właściwe korzystanie z ćwiczeń w zamkniętym i w otwartym łańcuchu kinematycznym, lecz unikanie wczesnego podejmowania ćwiczeń w łańcuchu otwartym, które zagrażają naddarciem lub przerwaniem nieprzebudowanego przeszczepu ACL, wszechstronne ćwiczenia rozciągające, wzmacniające mięśnie kończyn dolnych oraz praca nad ich kondycją, trening nerwowo-mięśniowy i proprioceptywny, stopniowe poszerzenie zajęć, zgodne z wytyczonymi celami terapeutycznymi [3, 23, 29, 30, 43, 63, 75, 101, 103, 116, 125, 129, 134, 143]. Trzeba też wdrożyć techniki uruchamiania rzepki, by nie doszło do skrócenia jej więzadła lub do przykurczu troczka, gdyż obydwie te powikłania mogą się skończyć utratą ruchów [23] włączyć krioterapię, SRL, pracę nad blizną, czy masaż funkcyjny, wielu autorów poleca również elektrostymulację mięśnia czworogłowego uda. Najważniejszym celem jest uzyskanie i utrzymanie pełnego wyprostów kolana niemal natychmiast po operacji. Zginanie kolana do 90 powinno się osiągnąć około 7-10 dnia po operacji. Jeśli się to nie udaje, trzeba

bezwłocznie podjąć odpowiednie kroki zaradcze, by zapobiec powstaniu przewlekłych zmian.

2.2. Historia i filozofia PNF

Metoda PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) to filozofia i koncepcja terapeutyczna. PNF od lat 40-tych XX wieku jest jedną z najlepiej rozpoznawanych koncepcji terapeutycznych w obrębie fizjoterapii. PNF jako koncepcja powstała w 1946 r. w Kalifornii dzięki współpracy neurofizjologia – dr Hermana Kabata i fizjoterapeutki – Maggie Knott, którzy rozpoczęli i kontynuowali proces tworzenia i rozwijania technik i procedur terapeutycznych. Początkowo metodą tą usprawniani byli głównie pacjenci ze stwardnieniem rozsianym i zapaleniem rogów przednich rdzenia kręgowego. W miarę nabywania doświadczenia zaczęto zadawać sobie sprawę, że ta metoda postępowania jest efektywna w pracy z pacjentami z różnymi stanami chorobowymi. W chwili obecnej, zgodnie z zasadami tej koncepcji usprawniani są pacjenci z objawami neurologicznymi, urazowymi, jak i ortopedycznymi.

Herman Kabat, stosując prawa Sherringtona oraz wykorzystując własne spostrzeżenia opracował w latach 40–tych XX wieku, teoretyczne zasady metody nazwanej przez siebie początkowo proprioceptywnym ułatwieniem. Henry Kaiser ufundował Instytut Rehabilitacji Neuromięśniowej, w którym dr Kabat zaczął sprawdzać i weryfikować w praktyce swoje założenia teoretyczne. Sposób opracowany przez Hermana Kabata przez pewien czas nazwany jest metodą Kabat-Kaisera, w związku z daleko idącą modyfikacją, obecnie znany jest pod nazwą proprioceptywnego nerwowo-mięśniowego ułatwiania. Pojęcie torowania określa wszelkie działanie mające na celu uruchomienie zachowanych rezerw adaptacyjnych ośrodkowego układu nerwowego [3, 63, 89].

W latach 70-tych Maggie Knott organizuje pierwsze kursy w Europie (Bad-Ragaz w Szwajcarii). W latach 80-tych powstaje IPNFA – międzynarodowa organizacja zrzeszająca instruktorów PNF oraz ludzi zainteresowanych tą koncepcją. W Polsce doskonalenie wiedzy o PNF możliwe jest od 1997 roku, gdzie Aleksander Lizak z Maciejem Krawczykiem, zorganizowali pierwszy kurs PNF z akredytacją IPNFA. Rok później odbył się również w Warszawie, następny kurs podstawowy prowadzony przez IPNFA Senior Instructor Sue Adler. W styczniu 1999 roku odbył się pierwszy kurs udoskonalający, prowadzony przez IPNFA Advanced Instructor Marcela Grzebellusa, zakończony egzaminem i wręczeniem

pierwszych w Polsce, licencjonowanych przez IPNFA, certyfikatów uprawniających do pracy z pacjentami w koncepcji PNF [54].

PNF jest swego rodzaju filozofią, zakładającą zachowanie w każdym przypadku tzw. pozytywnego potencjału i odbudowanie na jego bazie możliwości funkcjonalnych organizmu. Jest to koncepcja leczenia, której filozofia opiera się na założeniu, iż każda istota ludzka, łącznie z osobami niepełnosprawnymi, posiada nienaruszony potencjał życiowy (Kabat 1950). Jest przykładem neurofizjologicznego kompleksowego systemu oddziaływania terapeutycznego opartego na najnowszych osiągnięciach nauk medycznych, którego istotę zawarto w nazwie: proprioceptywne (dotyczące receptorów ciała) nerwowo-mięśniowe torowanie (ułatwianie, facilitowanie) ruchu [3].

Proces uczenia ruchu, rozumiany w PNF jako odtwarzanie utraconej funkcji, wspomagany jest w terapii zarówno wcześniejszymi doświadczeniami, pochodzącymi ze schematów rozwoju ruchowego dziecka (wiele elementów tych oddziaływań zawarto m.in., w programie pracy na materacu) jak i wielozmysłowym bodźcowaniem, polegającym na czasowym przestrzennym sumowaniu się w obrębie synaps pobudzeń różnego rodzaju (bodźce dotykowe, wzrokowe, słuchowe, równoważne, proprioceptywne), które działają na pacjenta ze środowiska zewnętrznego.

Opierając się na budowie anatomicznej człowieka PNF proponuje ruchy naturalne, przebiegające trójpłaszczyznowo, zbliżone do aktywności dnia codziennego. Ruchy te prowadzone są wzdłuż skośnych (diagonalnych) – osi ruchu, które ze względu na swój przebieg stwarzają możliwość zaktywizowania największej ilości mięśni należących do tego samego łańcucha mięśniowego. Zgodnie ze skośnym przebiegiem większości mięśni szkieletowych za najważniejszą komponentę ruchu uważana jest rotacja. Warunkuje ona siłę i koordynację wykonywanego ruchu [63, 89, 118, 132].

Według filozofii PNF, proponowana pacjentowi terapia ma być bezbolesna i funkcjonalna, to znaczy zgodna z potrzebami ruchowymi zgłaszanymi przez chorego i wzorowana na naturalnych ruchach zdrowego człowieka. Ostatnie lata jeszcze silniej zaakcentowały ten aspekt terapii- praca nad funkcją to nie tylko ustalenia poczynione między pacjentem i terapeutą, to przede wszystkim dążenie do uzyskania w terapii sytuacji zadaniowej, w której chory może w bezpieczny sposób podjąć próbę odtworzenia funkcji. Oznacza to analizę ruchu pacjenta w odniesieniu do jego prawidłowego fizjologicznego przebiegu oraz włączenie do procesu usprawniania elementów treningu samoobsługi

z wykorzystaniem przedmiotów codziennego użytku i sytuacji zadaniowych, które pacjent zgłosił jako trudne bądź niemożliwe do wykonania. Zgodnie z koncepcją PNF badanie i terapia stanowią integralną całość i wzajemnie się implikują. Terapeuta poszukuje przyczyn problemów zgłaszanych przez pacjenta, jednak w realizacji celów wyznaczonych w terapii opiera się przede wszystkim na potencjalnie nie uszkodzonych bądź najsprawniejszych jego sfer ruchowych (najsilniejszych, bezbolesnych, o największym zakresie ruchu) i wykorzystuje je do pozyskania aktywności motorycznej w słabszych lub uszkodzonych obszarach narządu ruchu w oparciu o mechanizm iradiacji czyli przeniesienia pobudzenia [3, 89].

PNF wielu uwagi poświęca także kontroli motorycznej pacjenta, czyli interakcjom między stabilnością i mobilnością jego ciała, ze szczególnym uwzględnieniem pracy ekscentrycznej mięśni w warunkach grawitacji. PNF jest przeznaczona dla pacjentów neurologicznych, ortopedycznych, w wadach postawy czy skoliozach.

Szczególne znaczenie w koncepcji PNF przypisuje się oporowi manualnemu. Jego podstawowym zadaniem jest przekazanie pacjentowi ścisłej informacji na temat kierunku, kolejności i szybkości wykonywanego ruchu, który jak wcześniej wspomniano posiada trzy komponenty i biegnie w skośnych płaszczyznach na podobieństwo aktywności ruchowych dnia codziennego (IPNFA) [63, 89].

Uwzględnienie podczas planowania terapii potrzeb ruchowych i problemów zgłaszanych przez chorego przynosi wiele korzyści i czyni z PNF metodę przyjazną dla chorego [3, 128]:

- pozytywne rozpoczęcie terapii buduje w chorym, pomimo świadomości uszkodzenia, wiarę we własne siły i powodzenie ćwiczeń, stymulując do mobilizacji rezerw tkwiących w jego organizmie bez obaw o wystąpieniu bólu,
- jasno określone, osiągalne cele wpływają na pełną świadomość pacjenta podczas zabiegu,
- PNF znajduje funkcjonalne rozwiązania dla problemów ruchowych dnia codziennego,
- uczy zmian pozycji oraz ruchów globalnych (np. poruszania się w obrębie wózka, przesiadania się z wózka na toaletę), jak wszyscy wykonujemy w życiu codziennym,
- ze względu na sumowanie się podczas terapii wielu bodźców odbieranych przez pacjenta stanowi silną stymulację polisensoryczną (w ćwiczeniach aktywizowanych jest wzrok, słuch, receptory dotyku, równowagi, czucia głębokiego).

W terapii PNF, w zależności od potrzeb pacjenta, wykorzystywane są techniki uczące ruchu i koordynacji, stabilizujące, rozluźniające, mobilizujące, a także program ćwiczeń funkcjonalnych na materacu, nauka chodzenia, usprawnianie funkcji wegetatywnych (mięśni twarzy, języka, oraz funkcji oddychania, połykania i artykulacji), a pośrednio dochodzi również do regulacji pracy autonomicznego układu nerwowego, szczególnie podczas terapii oddechowej oraz oddziaływań w obrębie tułowia i klatki piersiowej. W celu uzyskania oczekiwanego efektu terapeutycznego wykorzystuje się zasady główne, takie jak kontakt manualny, kontakt werbalny, kontakt wzrokowy, opór manualny wcześniej omówiony, trakcja, aproksymacja. Ważną składową metody są wzorce ruchowe, czyli ruchy, łopatek, miednicy, kończyn górnych, kończyn dolnych, głowy i szyi oraz tułowia, zachodzące w trzech płaszczyznach, odpowiadające naturalnym ruchom człowieka [128].

Korzyści z pracy w Koncepcji PNF to:

- metoda przyjazna dla pacjenta – oparta na bezbolesnej pracy, wykorzystującej silne odcinki ciała i umiejętności chorego do ułatwiania reedukacji utraconych funkcji
- wysoki poziom bezpieczeństwa terapii
- wysoki poziom edukacji pacjenta, oparty na współuczestnictwie w planowaniu terapii oraz kontynuacji ćwiczeń w formie programu domowego
- duża efektywność prowadzonej terapii
- możliwość pracy z chorym na każdym poziomie dysfunkcji – zabezpieczenie terapią wszelkich funkcji od ruchowych do wegetatywnych
- niewielkie wymagania sprzętowe

2.3. Propriocepcja

Czucie głębokie, czyli czucie proprioceptywne, wraz z towarzyszącymi mechanizmami nerwowo-mięśniowymi sprzężenia zwrotnego, stanowią istotny element funkcjonalnej stabilizacji stawów. Kontrola nerwowo-mięśniowa i stabilizacja stawu jest kierowana pierwotnie przez ośrodkowy układ nerwowy. Receptory odbierające bodźce zewnętrzne tzn. mechanoreceptory oraz receptory znajdujące się w narządzie wzroku i przedsionkowym, przesyłają informację do mózgu i rdzenia przedłużonego, gdzie są przetwarzane. Suma odbiorczych informacji przejawia się w świadomej zdolności rozpoznawania poruszania i położenia stawów, nieświadomej stabilizacji stawów, za którą odpowiadają zabezpieczające odruchy rdzeniowe [43, 100, 101, 103, 109, 112, 113, 129].

Priopriocepcja odgrywa istotną rolę w zachowaniu fizjologicznej czynności stawów. Funkcją czucia głębokiego jest ocena pozycji kończyny oraz mięśni bez kontroli wzrokowej oraz zdolność rozpoznawania ułożenia stawów, czucie wykonywanego ruchu odczuwanie ruchu w stawie, a w nim sił stawianych mu oporów. Trening propriocepcji najkrócej zdefiniować można jako trening zdolności rozpoznawania ruchu w stawie (kinestezja) oraz jako czucie pozycji stawu. Propriocepcja chroni staw przed uszkodzeniami podczas ruchu [70, 108, 117, 118, 123, 125]. Integruje bowiem funkcję statycznych i dynamicznych stabilizatorów stawów. Propriocepcja potrzebna jest więc szczególnie do odczucia pozycji stawowej i kinestezji. Płożenie kinestezji wiąże się z rozpoznawaniem położenia różnych części ciała względem siebie oraz ich ruchu w przestrzeni. Zaburzenia kinestezji obserwowane są w wielu stawach po urazie. Objawiają się zaburzenia dopływu bodźca z danego narządu zanikiem zdolności rozpoznawania stawu. Można to obserwować zarówno u pacjentów po urazie więzadła krzyżowego przedniego, jak u pacjentów z zaawansowanymi zmianami zwyrodnieniowymi, szczególnie w okresie zaostrzeń. Poprawę kinestezji możemy uzyskać dzięki treningowi propriocepcji. Zaburzenia układu sensomotorycznego ćwiczyć można przy pomocy wielu przyrządów i urządzeń [71, 77, 83, 84, 125].

Praca nad priopriocepcją oparta jest także o naukę chodu na twardym i miękkim podłożu oraz gamę ćwiczeń statycznych: stanie obunóż, jednonóż, na początku na stabilnym podłożu, ćwiczeń utrzymania pozycji ciała z kontrolą i bez kontroli wzrokowej, następnie ćwiczenia równoważne dynamiczne na stabilnym a z czasem niestabilnym podłożu. Zawsze wraz z propriocepcją pracujemy nad siłą mięśni, stosując ćwiczenia w łańcuchach zamkniętych. Ćwiczenia te mają za zadanie w szczególności przeciwdziałać kolejnym uszkodzeniom. Warunkiem skutecznego i bezpiecznego treningu propriocepcji jest możliwość uzyskania niebolesnego i fizjologicznego ułożenia obciążonych stawów, ponieważ bolesny i niestabilny staw ustawiony jest w hiperkorekcji i nie stanowi pełnego oparcia dla masy ciała. W przypadku, gdy stanie obunóż wywołuje zaostrzenie badanych wcześniej objawów należy przejść do pozycji niskich z częściowym obciążeniem stawu. Zaletami niskich pozycji stosowanych w treningu priopriocepcji- jest możliwość celowej zmiany punktów stałych danej sekwencji ruchowej, punktów oparcia ciała o podłoże, ze stóp na kolana, biodra, tułów, kończyny górne, głowę, co aktywizuje łańcuchy mięśniowe, związane z daną uszkodzoną strukturą, wzbogacenie stymulacji [3, 76, 82, 83, 88, 102, 107, 109, 117].

Wciąż trwają badania nad znaczeniem ACL, dla propriocepcji kolana. Wiadomo, że zmiana propriocepcji zmniejsza efektywność ochrony kolana przez osobę chorą i być może

predysponuje do sumujących się mikrourazów ACL, co grozi ostatecznym niepowodzeniem. Wykazano, że u pacjentów z uszkodzeniem ACL spada skuteczność aparatu proprioceptywnego, co z kolei ma negatywny wpływ na dynamiczny odruch stabilizacji mięśni kulszowo-goleniowych. Różnice w propriocepcji wykazano zarówno u objawowych, jak i bezobjawowych pacjentów po uszkodzeniu ACL, istnieje zatem związek pomiędzy propriocepcją a sukcesem rekonstrukcji ACL. Mechanizm, dzięki któremu rehabilitacja po rekonstrukcji ACL, ma dobroczynny wpływ na propriocepcję, nie jest dotąd wyjaśniony. Niemniej jednak udowodniono poprawę zarówno u pacjentów po rekonstrukcji ACL, jak i nienaprawianych, pod wpływem programów treningu proprioceptywnego [22, 96, 122, 123, 125, 129, 131, 145, 151, 152].

Lephart i inni (1992 i 1998) opracowali program, który ma wpływ na wszelkie trzy poziomy kontroli nerwowo- mięśniowej. Kontrola ze strony wyższych ośrodków mózgowych rozwija się pod wpływem świadomej powtarzanej aktywności pozycyjnej, co maksymalizuje sygnalizację czuciową, a ta wymaga właściwą aktywność stabilizującą kolano. Kontrolę podświadomą rozwija się wprowadzając do ćwiczeń techniki odwracania uwagi np. dodawanie rzucania lub chwytania piłki podczas wykonywania koniecznych zadań [22, 69, 72, 95, 97]. W celu poprawy kontroli ze strony pnia mózgu wprowadza się zajęcia usprawniające równowagę i utrzymanie właściwej pozycji ciała, rozpoczynając od czynności wizualnych prowadzonych przy otwartych oczach i przechodząc do ćwiczeń z zamkniętymi oczami dla wyłączenia bodźców dośrodkowych. Program rehabilitacji obejmuje też poszerzenie aktywności od ćwiczeń wykonywanych na stabilnym podłożu do podłoża niestabilnego oraz stania na obu nogach do stania na jednej nodze. Do wzmożenia kontroli proprioceptyjnej na poziomie rdzeniowym wykorzystuje się zajęcia polegające na nagłej zmianie ustawienia stawu. Łuk odruchowej stabilizacji dynamicznej poprawia się dzięki ćwiczeniom pliometrycznym, polegającym na wykonywaniu szybkich ruchów na zmieniającym się podłożu [23, 94, 109].

Do wzmożonej kontroli proprioceptywnej na poziomie rdzeniowym wykorzystuje się zajęcia polegające na nagłej zmianie ustawienia stawu. Łuk odruchowej stabilizacji dynamicznej poprawia się dzięki ćwiczeniom pliometrycznym, polegającym na wykonywaniu szybkich ruchów na zmieniającym się podłożu. Niestabilność na podłożu uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego związana jest nie tylko z mechaniczną destabilizacją stawu, lecz również z uszkodzeniem receptorów więzadła odpowiedzialnych za propriocepcję stawu. Wielu autorów uważa, że istnieje związek pomiędzy propriocepcją a sukcesem rekonstrukcji

więzadła krzyżowego przedniego. Rehabilitacja po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego ma dobroczynny wpływ na propriocepcję. Zaobserwowano poprawę kinestezji stawu kolanowego, po włączeniu treningu proprioceptywnego [22, 24, 139, 150, 156].

2.4. Rys historyczny artroskopowej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego

Artroskopia jest procesem, który pozwala na endoskopowe oglądanie wnętrza stawu. Artroskop jako urządzenie, można traktować jak przyrząd zarówno diagnostyczny, jak i operacyjny. Popularnym stało się w obecnych czasach, przeprowadzanie artroskopii zwiadowczej–diagnostycznej. Według wielu autorów, jest to najbardziej obiektywne badanie stawu kolanowego. Warto zauważyć, że w okresie mniej więcej ostatnich 30 lat, do procesu diagnostycznego wprowadzono wiele metod, m.in. tomografię komputerową, rezonans magnetyczny, ultrasonografię. Nie ulega wątpliwości, że technika artroskopowa zrewolucjonizowała obecne postępowanie terapeutyczne [149].

Pierwszą osobą, która przeprowadziła zabieg artroskopii, był Duńczyk Severin Nordentofta. To on za pomocą własnego przyrządu zwanego „trokarendoskop” doniósł o udanych próbach „zaglądania” do wnętrza stawu kolanowego. Jako pierwszy nazwał tę procedurę jako artroskopia genu. Właściwy rozwój tej dziedziny nauki przypisuje się do okresu po II wojnie światowej.

Metod rekonstrukcji w ostatnim stuleciu było wiele. Jedną z najpopularniejszych metod plastyki więzadłowej jest wykorzystanie więzadła właściwego rzepki. Już w latach trzydziestych stosowano jego części do tych celów. W roku 1963 Jones podał nową na ówczesne czasy, metodę plastyki więzadłowej przy użyciu pasma składającego się a 1/3 środkowej części więzadła rzepki, z zewnętrznej części rzepki oraz z części ścięgna mięśnia czworogłowego uda .

Alternatywą dla powyższej metody jest obecnie powszechnie stosowana plastyka więzadła krzyżowego przedniego przy użyciu mięśni „gęsiej stopki”, a zwłaszcza mięśnia smukłego i półścięgniastego.

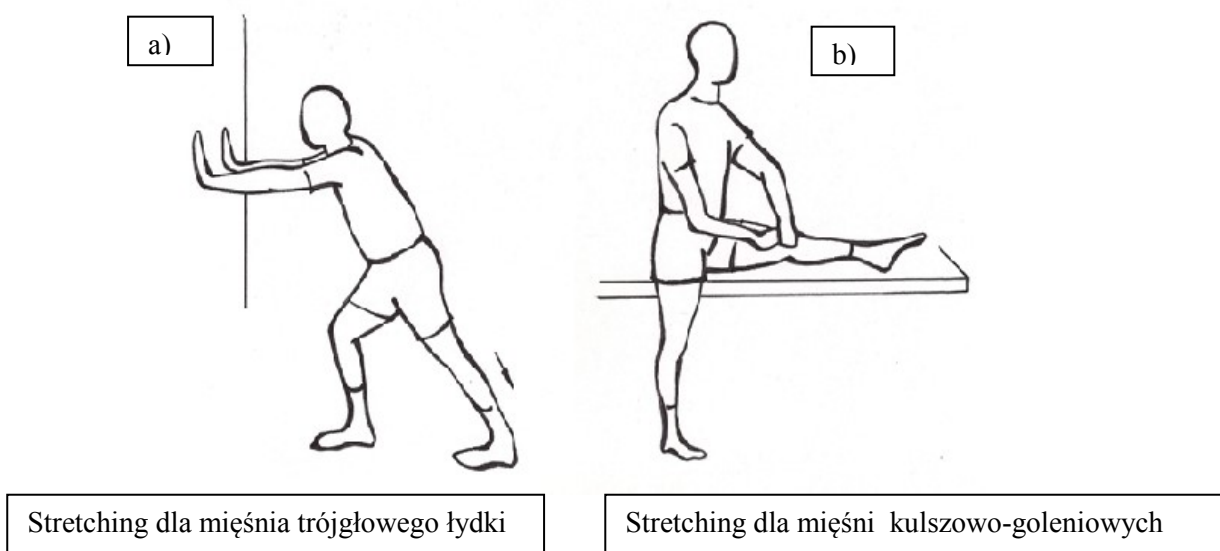
W rekonstrukcji ACL, stosuje się przeszczepy celem stworzenia zastępstwa dla uszkodzonej struktury. Ze względu na rodzaj użytego do rekonstrukcji materiału, możemy wyróżnić przeszczepy:

- Autogeniczne – własne ścięgna pobierane od pacjenta w trakcie rekonstrukcji. Do najpopularniejszych zaliczamy:
 - * ze ścięgna mięśni półścięgnistego (ST) i smukłego (GR)
 - * z więzadła rzepki – 1/3 środkowej części więzadła pobrana z bločkami kostnymi z rzepki i guzowatości kości piszczelowej (BPTB)
 - * z mięśnia czworogłowego – 1/3 środkowej części ścięgna mięśnia z bločkkiem kostnym z rzepki (QTPB)
- Allogeniczne – od dawców z banku tkanek, najczęściej materiałem do przeszczepu jest ścięgno Achillesa
- Syntetyczne – wykonane z tworzyw sztucznych np. metoda Lars
 - * nowatorska operacja Szpitala Urazowego w Piekarach Śląskich – jako pierwsi w Europie lekarze wszczepili młodemu mężczyźnie więzadło krzyżowe przednie stawu kolanowego pochodzącego od świni.

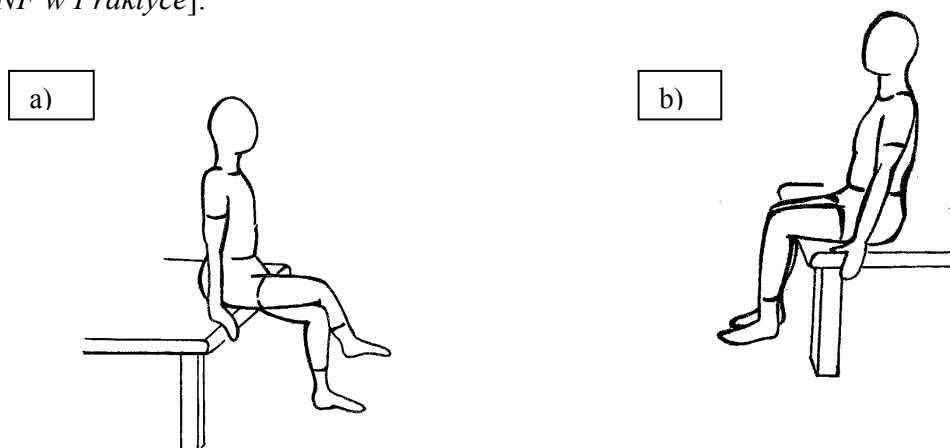
2.5. Techniki pracy

PNF to metoda globalna kompleksowa: każdy zabieg kierowany jest do człowieka jako całość, a nie skupia się tylko na jednostkowym problemie czy pojedynczej części ciała. Podejście terapeutyczne jest zawsze pozytywne, to znaczy wzmacnia i wykorzystuje to co pacjent może zrobić, tak na poziomie fizycznym jak i umysłowym. Terapia prowadzona jest w pozycjach funkcjonalnych, a ruchy wykonywane z pacjentem są podobne do ruchów naturalnych, wykonywanych w czasie codziennych czynnościach. Należy uwzględnić, że wszystko, co człowiek czyni, by wykonać zadanie motoryczne, jest fizjologiczne i funkcjonalne, jeśli na swój sposób prowadzi do osiągnięcia celu. Funkcję można zdefiniować jako kompleksową aktywność całego organizmu, mającą na celu zrealizowanie konkretnego zadania. Ruch jest więc najlepszą możliwą strategią, jaką pacjent wykorzystuje, aby osiągnąć cel sensomotoryczny. W celu uzyskania efektu terapeutycznego PNF wykorzystuje zasady takie jak irrację, kontakt manualny, opór manualny i wzorce ruchowe kończyn dolnych, kończyn górnych, tułowia, głowy w trzech płaszczyznach, odpowiadające naturalnym ruchom człowieka. Celem zastosowania tych zasad jest poprawa mobilności, stabilności, koordynacji, wytrzymałości i zręczności. Metoda PNF obejmuje techniki, wykorzystywane w pracy z pacjentami po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego w celu nauczania ruchu, rozluźnienia napiętych czy bolesnych grup mięśniowych, pobudzenia słabych mięśni. Stosowane po rekonstrukcji techniki PNF to: odtwarzanie ruchu, rytmiczne

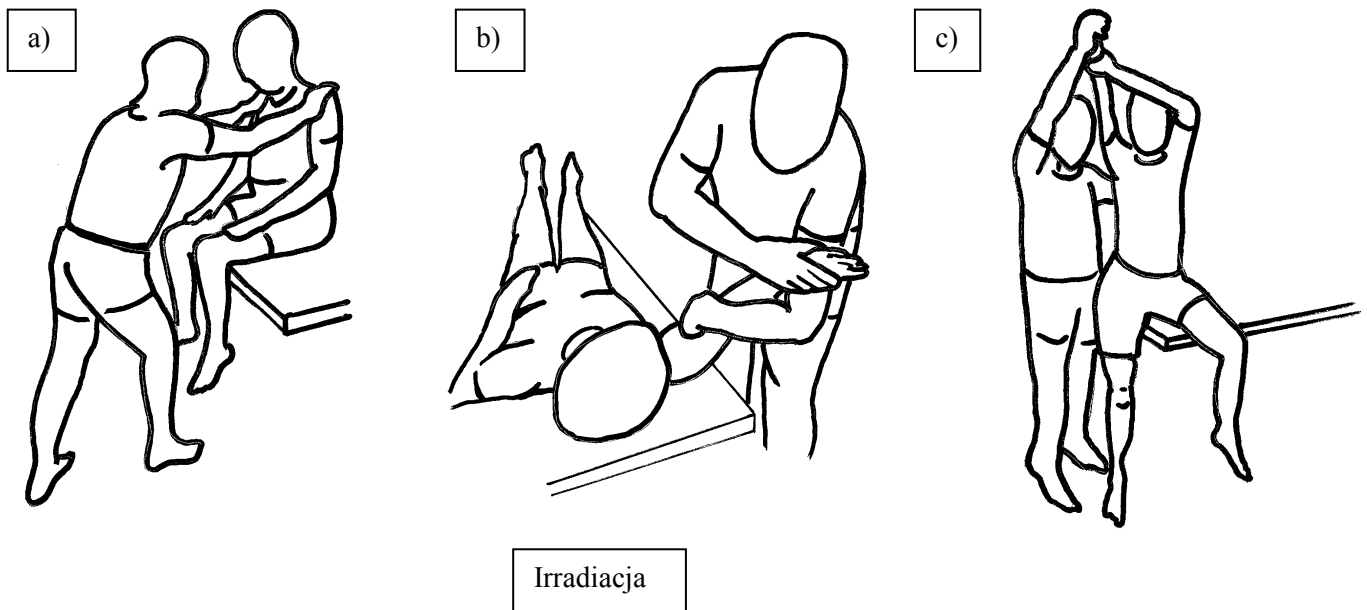
pobudzenie ruchu, kombinacja skurczów izotonicznych, techniki antagonistyczne, opór, irracja, stretch, odtwarzanie ruchu, wzorce ruchowe [3, 89].



Rycina 28 Ćwiczenia rozciągające mięśnie [opracowanie własne na podstawie skryptu PNF, *PNF w Praktyce*].



Rycina 29 Ćwiczenia rozciągające mięśnie oraz sposoby siedzenia mogą powodować rozciąganie przeszczepu [opracowanie własne na podstawie skryptu PNF, *PNF w Praktyce*].



Rycina 30 Ćwiczenia iradiacji

Prawidłowe wykorzystanie oporu wywołuje promieniowanie i wzmocnienie. Jest to rozprzestrzenianie się odpowiedzi na stymulację;

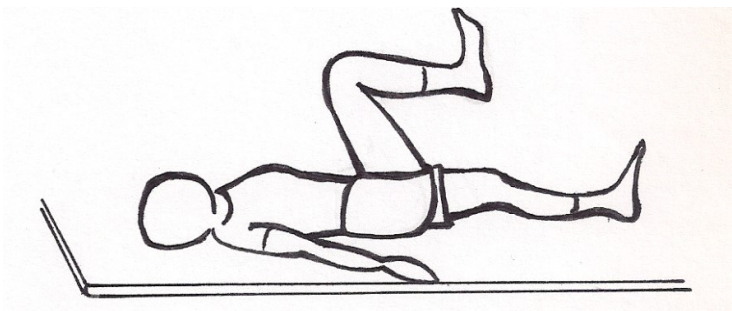
- a) oporowanie skurczu mięśni obręczy barkowej w celu wywołania napięcia w mięśniach operowanej kończyny;
- b) zaoprowanie ruchu zgięcia, odwiedzenia i rotacji zewnętrznej w celu uzyskania ruchu zgięcia stawu kolanowego;
- c) lifting – wzorzec zgięciowy kończyny górnej w celu uzyskania podporu i napięcia operowanej kończyny dolnej;



Ćwiczenia kokontrakcji

Rycina 31 Ćwiczenia kokontrakcji

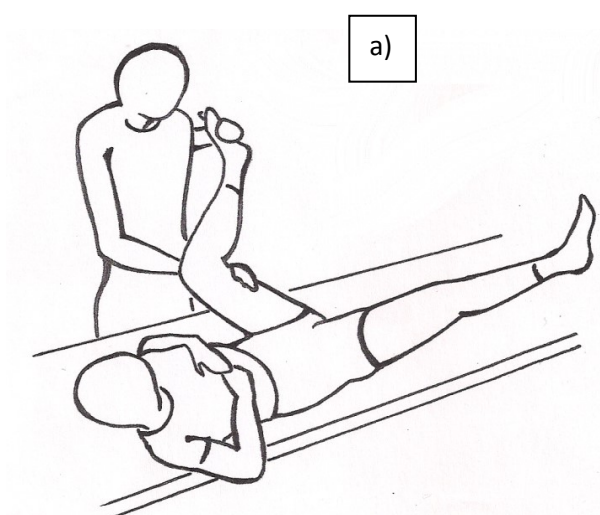
Jednoczesne napięcie przeciwstawnych grup mięśniowych. W przypadku stawu kolanowego, będzie to oznaczało jednoczesne napięcie prostowników i zginaczy kolana.



Technika odtwarzanie ruchu.

Rycina 32 Technika odtwarzanie ruchu.

Toruje motoryczną naukę czynności funkcjonalnych. Nauczenie pacjenta w wyniku danego ruchu lub czynności jest istotne w pracy funkcjonalnej (np. w aktywności sportowej) oraz dla potrzeb samoobsługi.



Zasada – opór manualny.

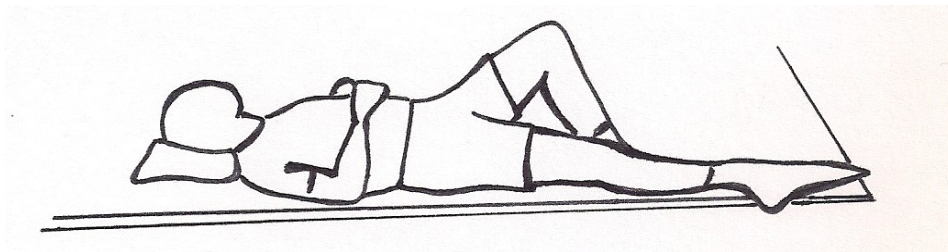


Kontakt wizualny.

Rycina 33 Opór manualny, kontakt wizualny

Celem stosowania zasad jest:

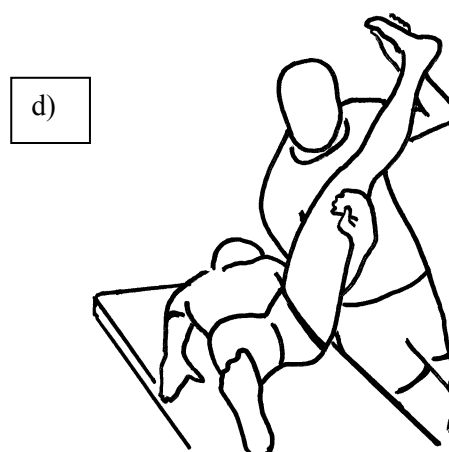
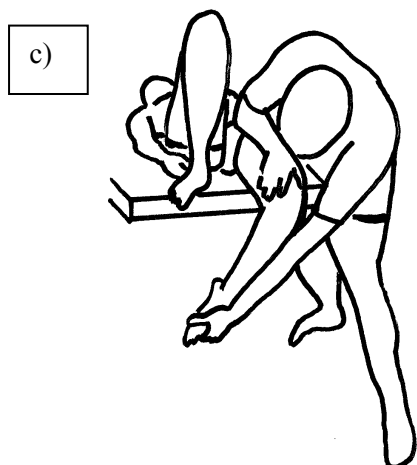
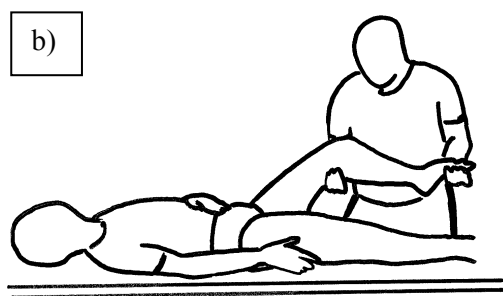
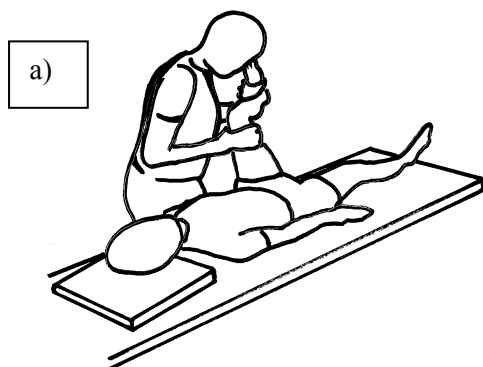
- Poprawa mobilności
- Poprawa stabilności
- Stymulacja mobilności na stabilność (koordynacja)
- Poprawa wytrzymałości i zręczności



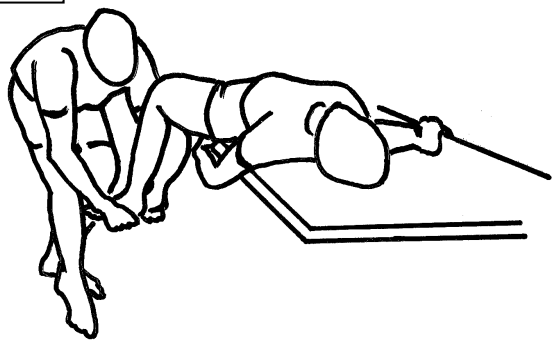
Technika agonistyczna

Rycina 34 Technika agonistyczna

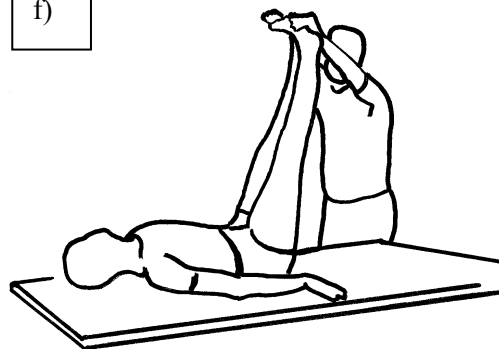
Rytmiczne pobudzanie ruchu w celu regulacji napięcia mięśniowego, zwiększenia zakresu ruchu, naukę i automatyzację ruchu.



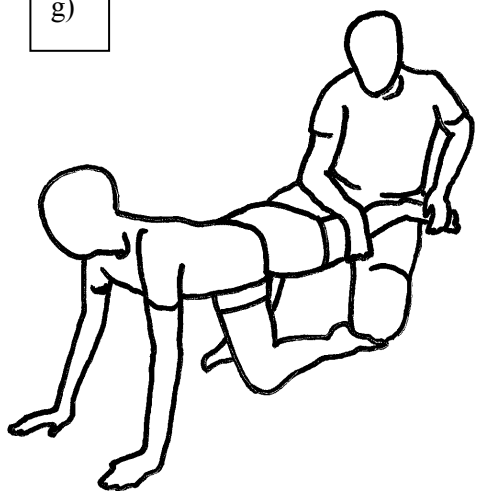
e)



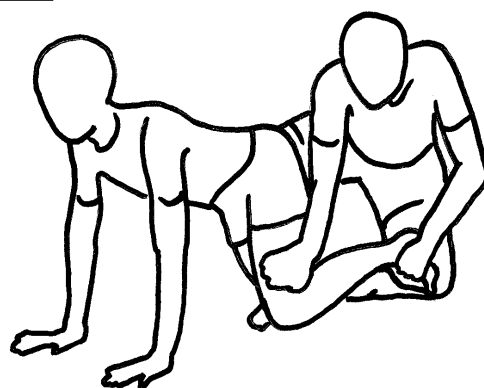
f)



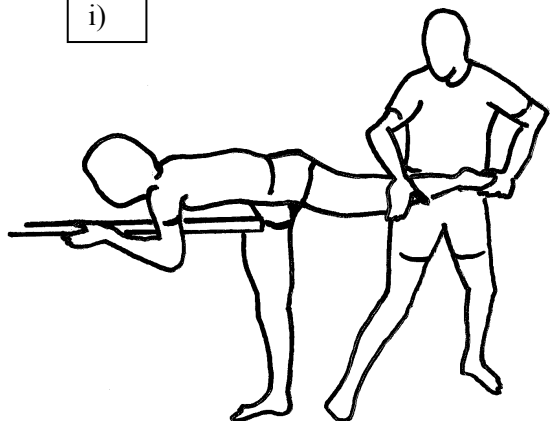
g)



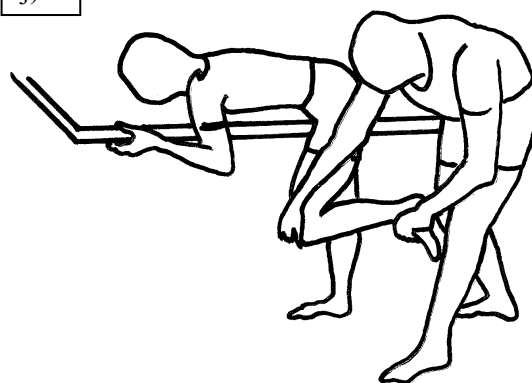
h)



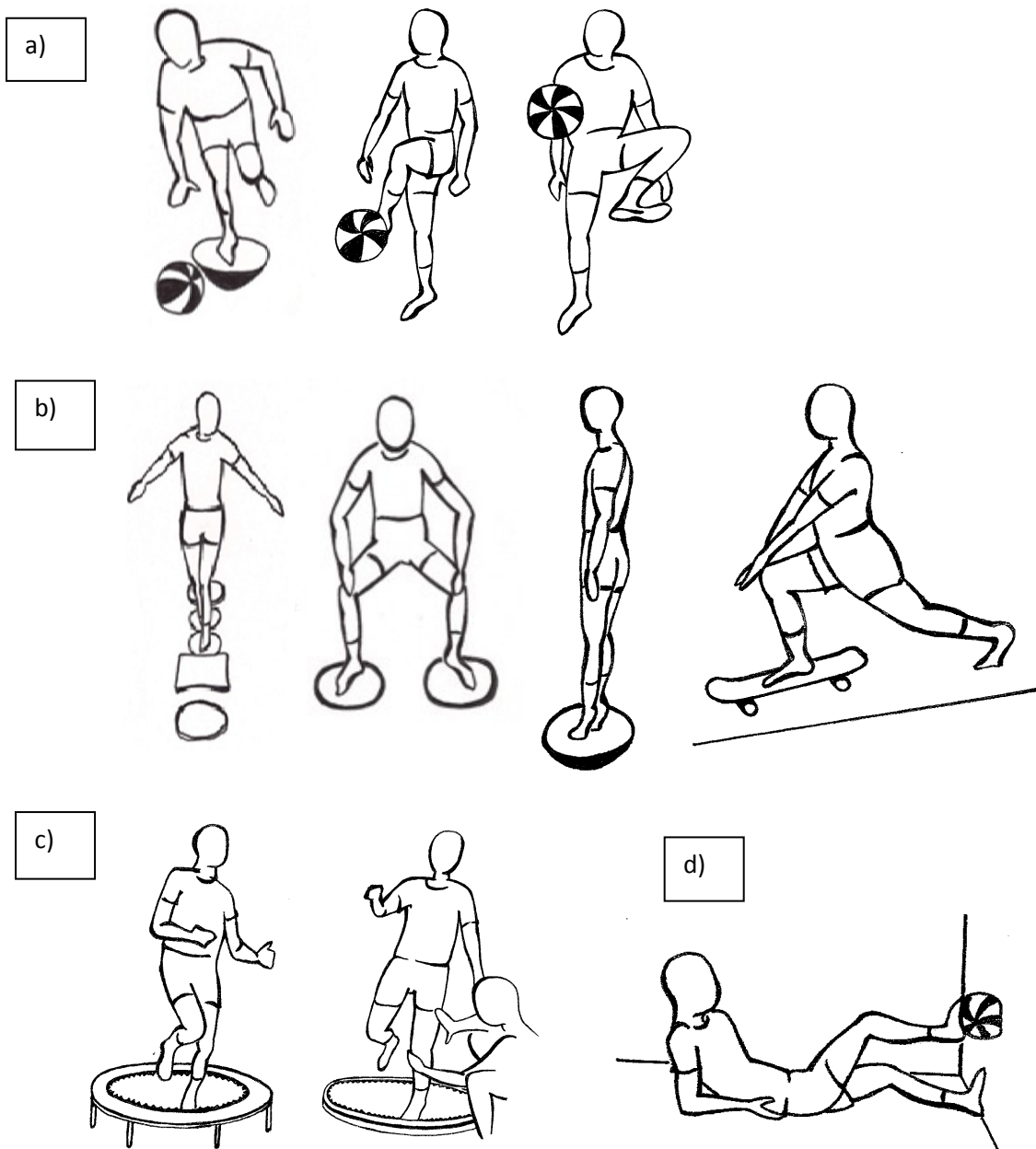
i)



j)



Rycina 35 Techniki antagonistyczne wykonane w różnych pozycjach wyjściowych w celu zwiększenia siły i wytrzymałości trenowanych grup mięśniowych, poprawa stabilności pozycji i równowagi, redukcja bólu, wzmocnienie pracujących grup mięśniowych.



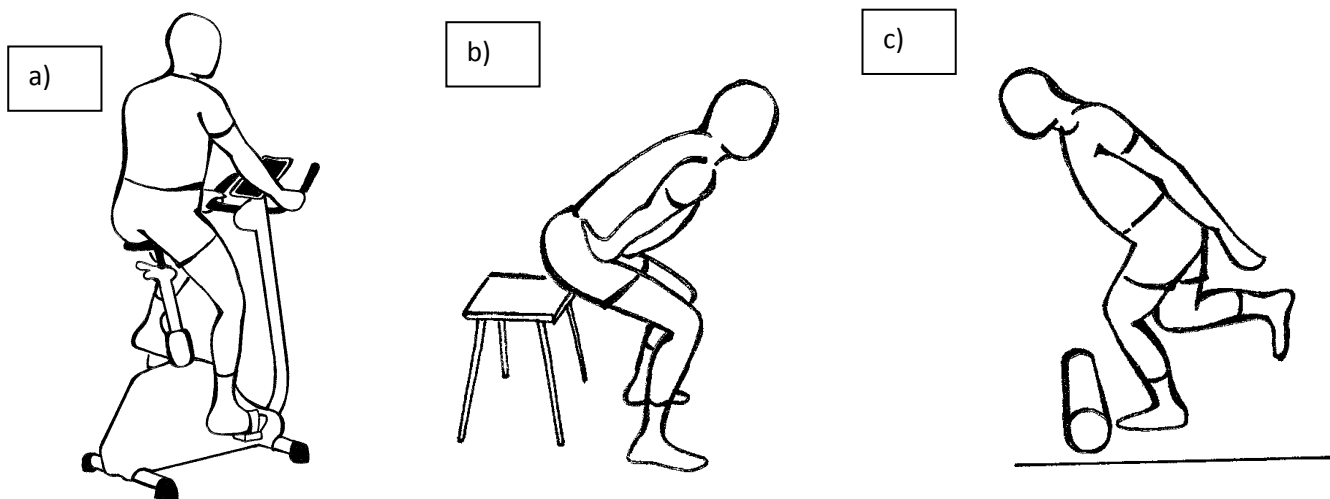
Rycina 36 Ćwiczenia propriocepcji i powrót do aktywności fizycznej

a) powrót do aktywności fizycznej;

b) ćwiczenia równoważne po zmiennym podłożu;

c) ćwiczenia propriocepcji techniką rytmicznej stabilizacji;

d) ćwiczenia propriocepcji w zamkniętym łańcuchu kinematycznym we wczesnej fazie pooperacyjnej;



Rycina 37

- a) jazda na rowerze z wysokim siedziskiem – 3 tydzień po operacji
- b) ćwiczenia izometryczne mięśni kończyn dolnych w zamkniętym łańcuchu kinematycznym
- c) przeskoki przez przeszkodę jako test funkcjonalny

III Część badawcza

3.1. Cel pracy

Celem pracy jest:

1. Ocena wpływu metody PNF na obwody i zakres ruchu operowanej i nieoperowanej kończyny dolnej w stawie kolanowym
2. Ocena sposobu kontroli wzrokowo-proprioceptywnej u pacjentów po rekonstrukcji ACL, w teście statycznym przy wykorzystaniu platformy balansowej
3. Ocena wpływu metody PNF na stan funkcjonalny operowanej kończyny
4. Ocena wpływu metody PNF na sprawność i aktywność w życiu codziennym

3.2. Materiał i metoda

Terapię przeprowadzono na oddziale rehabilitacyjnym Katedry Reumatologii i Rehabilitacji Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu. Do badań zakwalifikowano pacjentów po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego skierowanych na leczenie rehabilitacyjne.

3.2.1. Grupa badana

Grupę badawczą stanowiło 40 osób (6 kobiet i 34 mężczyzn) w wieku od 19 do 54, średnia wieku w badanej grupie $30,7 \pm 8,69$ lat.

Badanych rekrutowano z oddziałów ortopedycznych Szpitala Ortopedyczno-Rehabilitacyjnego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu, Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej w Śremie, NZOZ „Klinika Promienista” w Poznaniu. Kryteria włączenia do grupy stanowiły:

- rekonstrukcja więzadła krzyżowego przedniego
- rekonstrukcja więzadła krzyżowego przedniego z częściowym usunięciem łąkotki bocznej i przyśrodkowej
- wiek pomiędzy 19 a 54 rokiem życia
- dodatni test Lachmana

Projekt badawczy został zatwierdzony przez Komitet Bioetyczny Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu, uchwała nr. 396/12 z dnia 05.04.2012 r.

Rehabilitację rozpoczęto w trzecim tygodniu po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego i prowadzono do szóstego tygodnia, trzy razy w tygodniu. Podczas terapii wykorzystano wybrane zasady i techniki agonistyczne i antagonistyczne metodą PNF. Schemat terapeutyczny został opisany w rozdziale II części teoretycznej.

Aby zapewnić dokładne wyniki badań zdecydowano o utrzymaniu następujących kryteriów:

- Kontrola wzrokowo-proprioceptywna u pacjentów po rekonstrukcji ACL w teście statycznym wykorzystując platformę balansową. Badanie prowadzono dwukrotnie w 3 tygodniu i 6 tygodniu.
- Pomiar obwodów kończyny operowanej i nieoperowanej przeprowadzono w 3 i 6 tygodniu po rekonstrukcji ACL
- Pomiar zakresu ruchu operowanej i nieoperowanej kończyny dolnej w 3 i 6 tygodniu po rekonstrukcji ACL.

3.2.2. Metody pomiarowe

Przed włączeniem do badań każdemu pacjentowi przedstawiono informację na temat sposobu wykonania terapii i poproszono o wyrażenie pisemnej zgody na świadome uczestnictwo w terapii (wzór, załącznik nr 1), a także o wypełnienie kwestionariusza (wzór, załącznik nr 2). Rehabilitację rozpoczęto w trzecim tygodniu po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego, w którym wykonano pomiary obwodów i zakresów ruchu w stawie kolanowym, test Lachmana badanie na platformie balansowej. W szóstym tygodniu badania zostały powtórzone. Terapia prowadzona była trzy razy w tygodniu.

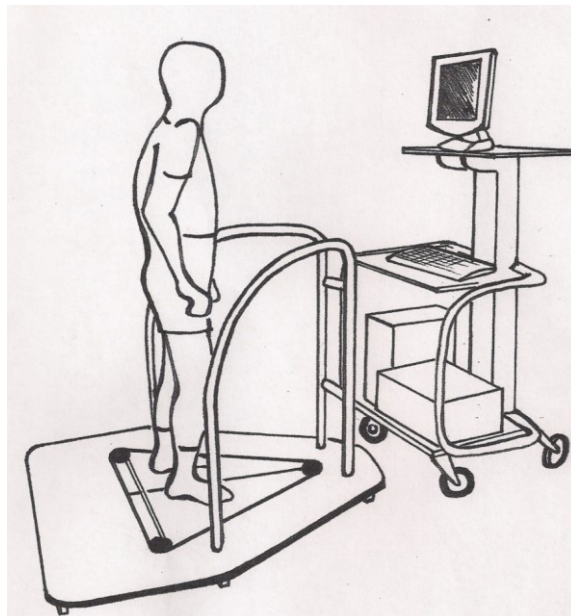
Ocenę sprawności w aktywności dnia codziennego przeprowadzono przy zastosowaniu skali Activitis of Daily Living Scale of the knee Outcome Survey [90] zawierającej informację o dolegliwości stawu kolanowego i ich wpływie na funkcjonowanie pacjenta w życiu codziennym [90]. Skala została przetłumaczona na język polski.

Ocenę sposobu kontroli wzrokowo-proprioceptywnej u pacjentów z uszkodzeniem więzadła krzyżowego przedniego dokonano za pomocą testu statycznego, przy zastosowaniu systemu kontroli postawy i równowagi (GOOD BALANCE) na oddziale dziennego pobytu w Poznaniu.

Przy wykorzystaniu elementów systemu GOOD BALANCE oceniane będą następujące parametry:

- średnie współrzędnych osiowych: odnoszą się do średniej wychyleń tułowia w odniesieniu do pionowej osi ciała. Współrzędne obliczone będą dla osi X - wychylenia boczne i osi Y- wychylenia przednio-tyłne,
- odchylenia od wypadkowej średnich osi,
- średnia prędkości - wyrażona w minimetrach na sekundę,
- moment prędkości - wyrażony w minimetrach na sekundę,
- porównanie średniej prędkości, momentu prędkości do mediany,

Badanie polegało na pomiarze wychyleń ciała z pozycji stojącej obunóż na nieruchomym podłożu przy otwartych i zamkniętych oczach i tzw. tandem L-tył (lewa kończyna dolna wykonuje zakrok), tandem P-tył (prawa kończyna dolna wykonuje zakrok). Test koordynacji wykonywany był dla ruchów w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej. Polecenia, które wykonywał pacjent były komendami słownymi. Każdy badany miał za zadanie utrzymanie pozycji pionowej obunóż, kończyny górny wzdłuż tułowia. Próba wykonania była z zamkniętymi oczami i otwartymi. Pacjenci mogli obciążać operowaną kończynę w granicy tolerancji bólowej, wzrok skierowany był na wprost.



Schemat badań obejmował:

- pomiar obwodów kończyny dolnej – wykonałam dwa pomiary, 6 cm od podstawy rzepki i 22 cm od kolca biodrowego przedniego górnego. Pomiar został dokonany w trzecim i szóstym tygodniu po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego. Do pomiaru wykorzystałam taśmę krawiecką.
- pomiar zakresu ruchu w stawie kolanowym wykonałam za pomocą goniometru, w trzecim i szóstym tygodniu po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego.
- kontrolę wzrokowo-proprioceptywną z wykorzystaniem platformy GOOD-BALANCE wykorzystałam w trzecim i szóstym tygodniu po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego.

3.3. Analiza statystyczna

Dokonano charakterystyki badanej grupy przy pomocy statystyk opisowych, obliczono wartości średnie współrzędnych osiowych, odchylenia od wypadkowej średnich osi, średnią prędkość wyrażoną w minimetrach na sekundę, średni moment prędkości wyrażony w minimetrach na sekundę oraz porównano średnią prędkość momentu prędkości do mediany. Do sprawdzenia różnic między grupami wykorzystano test Wilcoxon, do sprawdzenia normalności rozkładu zastosowano test Shapiro-Wilka. Dla istotnych różnic ($p < 0,05$) badano wielkość efektu d Cohena, do zbadania różnic w rozkładach liczebności. Zależnie od charakteru zmiennych i możliwości rozkładu zastosowano test nieparametryczny χ^2 . Do zbadania różnic w rozkładach liczebności. Obliczeń dokonano w programie Statistica PL.

IV Wyniki

4.1. Opis grupy

W badaniu udział wzięło 34 mężczyzn oraz 6 kobiet. Nie stwierdzono istotnej różnicy ($p = 0,450$) w wieku. W grupie zaobserwowano duży rozrzut wieku – od 19 do 54 lat. Średni wiek kobiet to $33,2 \pm 12,3$ lat, zaś mężczyzn $30,3 \pm 7,9$ lat.

Tabela 1 Operowanych lewych kończyn stwierdzono 22, zaś prawych 18, rozkład wg płci przedstawia tabela poniżej

	Kobiety	Mężczyźni
Lewa	3(50,0%)	19(55,9%)
Prawa	3(50,0%)	15(44,1%)

4.2. Rozkład zmiennych zależnych

Ze względu na małą liczebność grupy licząc zbadano, czy rozkłady wyników zmiennych klinicznych są zbliżone do rozkładu normalnego. Ponieważ dla większości zmiennych zarówno w pierwszym badaniu (t3) jak i w drugim (t6) rozkłady wyników są skośne (tabela poniżej) w dalszych analizach zastosowano testy nieparametryczne.

Tabela 2 Tabela przedstawia istotność testu Shapiro-Wilka badającego normalność rozkładu wyników.

	t3	t6
Zakres ruchów kończyny dolnej operowanej	0,005	0,016
Obwody kończyny dolnej operowanej p1	0,035	0,008
Obwody kończyny dolnej operowanej p2	0,172	0,009
Zakres ruchów kończyny dolnej nieoperowanej	0,001	0,001
Obwody kończyny dolnej nieoperowanej p1	0,013	0,043
Obwody kończyny dolnej nieoperowanej p2	0,020	0,015
subiektywna ocena funkcjonowania	0,042	0,027
NS EO M X	<0,001	<0,001
NS EO M X proc	<0,001	0,004
NS EO Md X	<0,001	<0,001

	t3	t6
NS EO M Y	<0,001	0,003
NS EO M Y proc	<0,001	0,002
NS EO Md Y	<0,001	<0,001
NS EO M moment	<0,001	<0,001
NS EO M moment proc	<0,001	<0,001
NS EO Md moment	<0,001	<0,001
NS EO Md moment proc	0,001	0,006
NS EC M X	<0,001	0,007
NS EC M X proc	<0,001	0,002
NS EC Md X	<0,001	<0,001
NS EC M Y	0,001	0,064
NS EC M Y proc	0,015	0,263
NS EC Md Y	<0,001	<0,001
NS EC M moment	<0,001	0,001
NS EC M moment proc	<0,001	0,004
NS EC Md moment	<0,001	<0,001
NS EC Md moment proc	0,008	0,033
ST operowT M X	0,041	0,757
ST operowT M X proc	0,116	0,054
ST operowT Md X	<0,001	<0,001
ST operowT M Y	<0,001	0,001
ST operowT M Y proc	0,005	0,069
ST operowT Md Y	0,002	<0,001
ST operowT M moment	<0,001	0,003
ST operowT M moment proc	0,001	0,003
ST operowT Md moment	<0,001	0,001
ST operowT Md moment proc	<0,001	<0,001
ST zdrowaT M X	0,081	0,096
ST zdrowaT M X proc	0,341	0,036

	t3	t6
ST zdrowaT Md X	<0,001	<0,001
ST zdrowaT M Y	<0,001	0,078
ST zdrowaT M Y proc	0,040	0,071
ST zdrowaT Md Y	0,002	<0,001
ST zdrowaT M moment	<0,001	<0,001
ST zdrowaT M moment proc	0,010	<0,001
ST zdrowaT Md moment	<0,001	0,001
ST zdrowaT Md moment proc	0,001	<0,001

4.3. Hipotezy

Zmiany wartości zakresu ruchu, obwodów kończyny operowanej i nieoperowanej stawu kolanowego porównanie zmian po rehabilitacji w mierzonych parametrach klinicznych.

Tabela 3 Tabela przedstawia wartość mediany oraz zakres dla poszczególnych zmiennych, istotność różnic [na podstawie testu Wilcoxon'a porównań parami] oraz wielkość efektu [d Cohena]. Skrót T3 oznacza tydzień trzeci, a T6 tydzień szósty.

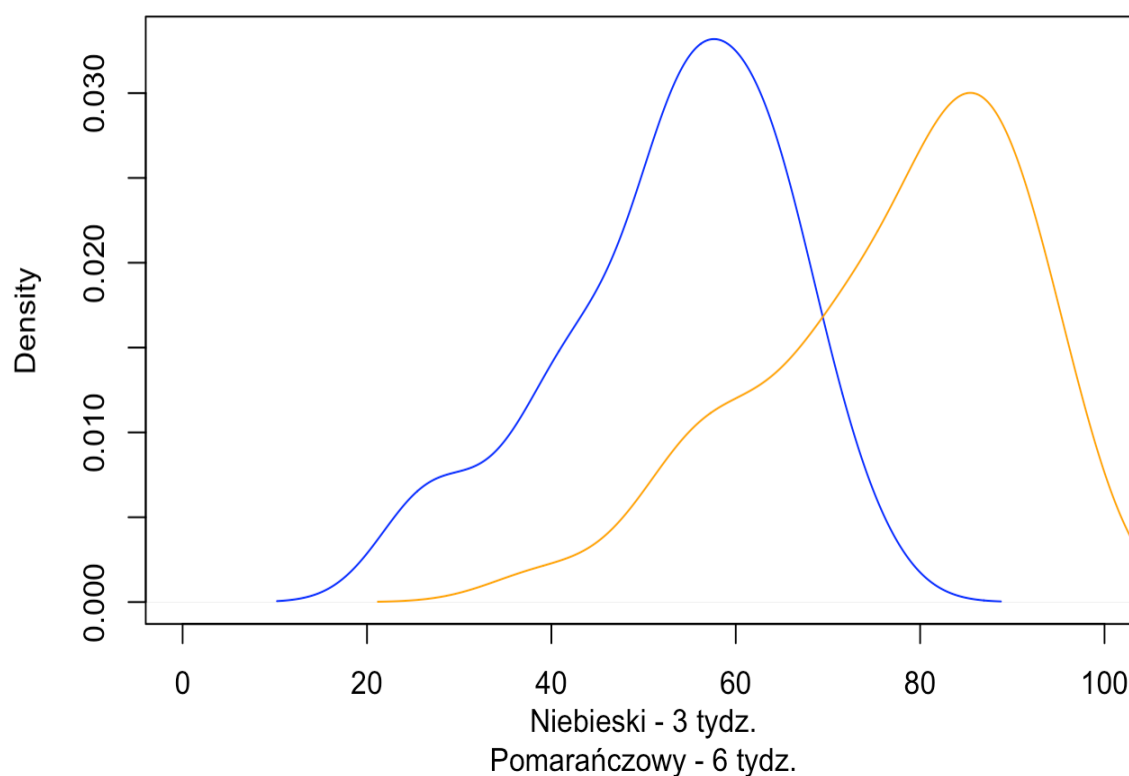
		MIN	MAX	Średnia	P	d
Zakres ruchów kończyny dolnej operowanej	T3	60,0	92,5	90,0	<0,001	1,47
	T6	110,0	125,0	120,0		
Obwody kończyny dolnej operowanej p1	T3	40,0	44,0	41,8	<0,001	0,25
	T6	41,2	44,5	42,8		
Obwody kończyny dolnej operowanej p2	T3	51,2	57,8	54,0	<0,001	0,64
	T6	54,2	59,8	56,2		
Zakres ruchów kończyny dolnej nieoperowanej	T3	120,0	130,0	125,0	<0,001	0,57
	T6	125,0	135,0	132,5		
Obwody kończyny dolnej nieoperowanej p1	T3	42,0	46,0	44,0	<0,001	0,21
	T6	42,5	47,0	44,5		
Obwody kończyny dolnej nieoperowanej p2	T3	56,0	61,8	58,0	<0,001	0,12
	T6	57,0	62,0	59,0		
Subiektywna ocena	T3	42,5	61,5	53,0	<0,001	1,35

funkcjonowania	T6	67,5	86,5	80,5		
----------------	----	------	------	------	--	--

Istotnie poprawiały się wyniki kończyny operowanej i nieoperowanej w zakresie ruchu, przy czym w kończynie operowanej poprawa była prawie 3 razy większa. Istotnie zmienił się obwód P1 i P2 kończyny operowanej. Nastąpiła silna($d=1,35$) istotna poprawa($p<0,001$) subiektywnej oceny funkcjonowania. Zmiany w kończynie nieoperowanej były mniejsze dla P2 ponad 5 razy.

U wszystkich przebadanych chorych, posługując się Skalą aktywności życia codziennego, po zastosowaniu terapii zaobserwowano zbliżony efekt w subiektywnej ocenie jakości życia(ryc37). Na wykresie kolorem niebieskim oznaczono wartości uzyskane przed terapią, kolorem pomarańczowym wartości uzyskane w 6 tygodniu od rekonstrukcji ACL.

Rozkład wyników w 3 i 6 tygodniu



Rycina 38 Rozkład wyników w 3 i 6 tygodniu. Skala aktywności życia codziennego [90].

Tabela 4 Tabela przedstawia przeliczone wg norm wyniki z platformy balansowej wyrażone w %, istotność różnic parami na podstawie testu Wilcozona oraz wielkość efektu [d Cohena] dla istotnych różnic.

		MIN	MAX	Średnia	P	d
NS EO M X proc	T3	94,8	151,4	117,8	0,032	0,40
	T6	75,9	130,0	101,8		
NS EO M Y proc	T3	80,8	130,1	107,2	0,444	-
	T6	78,6	125,2	97,2		
NS EO M moment proc	T3	76,4	149,4	108,0	0,114	-
	T6	69,8	135,2	78,4		
NS EO Md moment proc	T3	22,0	65,5	45,5	0,868	-
	T6	29,5	73,0	50,0		
NS EC M X proc	T3	93,4	163,6	108,3	0,008	0,42
	T6	73,5	133,9	99,2		
NS EC M Y proc	T3	82,1	122,9	100,0	0,078	-
	T6	84,8	116,8	95,3		
NS EC M moment proc	T3	78,6	195,2	106,6	0,300	-
	T6	73,9	153,1	112,2		
NS EC Md moment proc	T3	22,5	67,5	47,0	0,847	-
	T6	30,5	67,5	51,5		
ST operowT M X proc	T3	48,2	77,3	67,7	0,103	-
	T6	37,6	78,6	53,3		
ST operowT M Y proc	T3	54,7	80,1	67,1	0,098	-
	T6	53,9	75,6	61,0		
ST operowT M moment proc	T3	24,3	68,9	44,1	0,321	-
	T6	22,6	65,5	44,3		
ST operowT Md moment proc	T3	75,5	93,0	86,0	0,764	-
	T6	75,5	93,5	87,0		
ST zdrowaT M X proc	T3	41,6	81,2	57,3	0,334	-
	T6	39,9	75,7	53,6		
ST zdrowaT M Y proc	T3	52,2	78,6	65,0	0,049	0,32
	T6	49,2	75,0	58,8		
ST zdrowaT M moment proc	T3	21,6	78,4	47,4	0,137	-
	T6	18,7	58,4	40,6		
ST zdrowaT Md moment proc	T3	66,0	93,0	85,5	0,889	-
	T6	80,5	95,0	87,5		

Tabela 5 Mediana odpowiedzi w 3 i 6 tygodniu i istotność różnic między nimi

pytanie	mediana w 3 tygodniu	mediana w 6 tygodniu	poziom istotności różnicy
1	2,5	4,0	0,001
2	4,0	4,0	0,211
3	2,0	4,0	<0,001
4	3,0	4,0	0,001
5	4,5	5,0	0,129
6	3,0	4,0	0,008
7	2,0	3,0	<0,001
8	3,0	4,0	<0,001
9	3,0	5,0	<0,001
10	3,0	4,0	0,001
11	1,0	4,5	<0,001
12	1,0	4,0	<0,001
13	2,0	5,0	<0,001
14	0,0	1,0	<0,001
15	2,0	3,0	<0,001
16	3,0	5,0	<0,001
17	4,0	5,0	0,001
19	3,0	4,0	<0,001
20	3,0	4,0	<0,001
21	4,0	5,0	<0,001

Odwołanie do książki [90] – Skala aktywności życia codziennego.

Istotność różnicy między medianą wyników w 3 oraz 6 tygodniu określono na podstawie wyniku testu Wilcoxon z korektą na wiązania

Dla pomiaru Semi tandem z nogą operowaną w tyle (ST.operowT) stwierdzono istotną zmianę średniego X wyrażonego w % oraz średniego momentu. Zmiany były umiarkowane.

Dla pomiaru Semi tandem z nogą zdrową w tyle stwierdzono umiarkowaną, istotną zmianę średniego wychylenia w osi X.

Dla pozostałych zmiennych z platformy balansowej nie stwierdzono różnic w wynikach przed i po rehabilitacji.

Tabela 6 Mediany wyników i ich rozrzut dla poszczególnych zmiennych z platformy balansowej. Dla pomiaru badań w 3 i 6 tygodniu oraz istotność różnic między nimi.

N = 40	t3	t6	p	d
NS EO M X	4,0 [3,0;5,1]	3,7 [2,6;4,5]	0,011	0,43
NS EO Md X	3,2 [3,2;3,8]	3,2 [3,2;3,8]	0,500	-
NS EO M Y	5,7 [4,9;7,3]	5,5 [4,7;6,7]	0,361	-
NS EO Md Y	5,9 [4,8;6,2]	5,9 [4,8;6,1]	0,500	-
NS EO M moment	9,1 [6,3;13,5]	7,5 [5,6;10,2]	0,035	0,39
NS EO Md moment	7,7 [7,6;8,4]	7,7 [7,6;8,4]	0,186	-
NS EC M X	4,4 [3,8;6,2]	4,0 [3,1;5,5]	0,010	0,43
NS EC Md X	4,0 [4,0;4,1]	4,0 [4,0;4,1]	1,000	-
NS EC M Y	8,9 [7,1;10,6]	8,4 [7,0;10,1]	0,084	-
NS EC Md Y	9,0 [8,3;9,4]	9,0 [8,3;9,4]	1,000	-
NS EC M moment	11,9 [9,5;21,3]	12,7 [8,0;16,9]	0,298	-
NS EC Md moment	11,3 [11,1;11,3]	11,3 [11,1;11,3]	1,000	-
ST operowT M X	8,2 [6,5;9,6]	8,0 [5,8;9,6]	0,137	-
ST operowT Md X	12,5 [11,9;16,7]	15,9 [12,5;16,7]	0,856	-
ST operowT M Y	7,6 [6,7;9,0]	7,8 [6,4;8,5]	0,186	-
ST operowT Md Y	11,5 [10,4;14,3]	12,8 [11,5;14,3]	0,856	-
ST operowT M moment	17,6 [12,7;25,3]	20,0 [11,4;23,9]	0,324	-
ST operowT Md moment	39,6 [39,6;59,5]	48,8 [39,6;74,9]	0,956	-
ST zdrowaT M X	7,3 [6,5;9,6]	7,5 [5,2;9,8]	0,405	-
ST zdrowaT Md X	12,5 [11,9;16,7]	16,7 [12,5;16,7]	0,901	-
ST zdrowaT M Y	7,5 [6,2;9,1]	7,5 [5,7;8,5]	0,208	-
ST zdrowaT Md Y	11,5 [10,4;14,3]	12,8 [11,5;14,3]	0,990	-
ST zdrowaT M moment	18,9 [10,0;30,6]	17,9 [11,5;24,1]	0,163	-
ST zdrowaT Md moment	39,6 [39,6;59,5]	51,1 [39,6;74,9]	0,964	-

Dla istotnych różnic badano wielkość efektu d Cohena.

4.4 Stan pacjentów przed rehabilitacją

Przed zastosowaniem terapii wyniki różniły się między kończyną operowaną i nieoperowaną

Tabela 7 Porównanie zakresu ruchu i obwodów kończyny operowanej i nieoperowanej w 3 tygodniu po rekonstrukcji

N = 40	operowana	nieoperowana	p	d
Zakres ruchów kończyny dolnej	79,5 ± 21,45	127,1 ± 6,96	<0,001	2,96
Obwody kończyny dolnej p1	42,1 ± 3,98	43,9 ± 3,98	<0,001	0,49
Obwody kończyny dolnej p2	53,4 ± 6,44	59,1 ± 5,67	<0,001	0,94

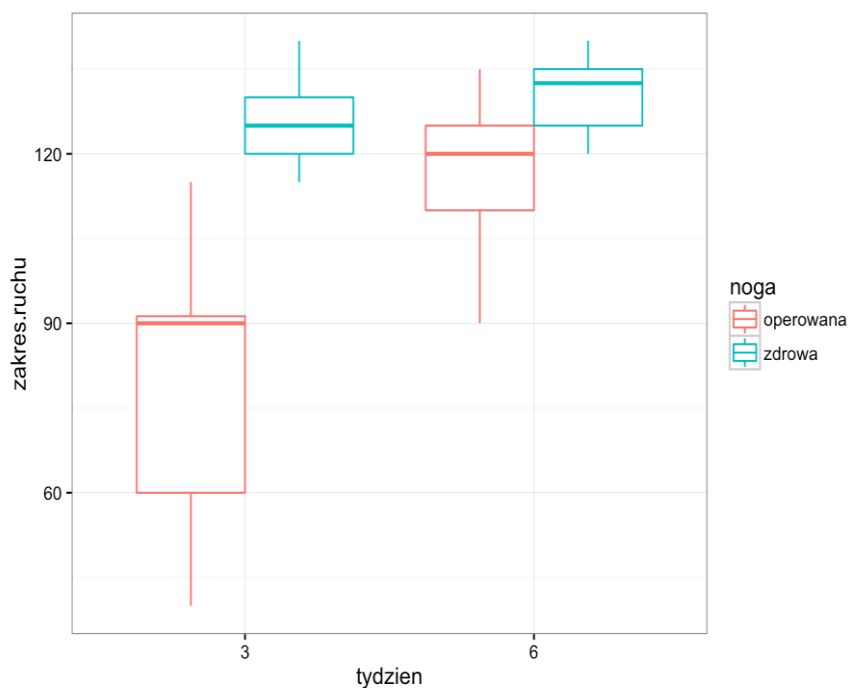
4.5. Stan pacjentów po rehabilitacji

Po zastosowaniu terapii różnica wyników istotnie zmalała, między kończyną operowaną i nieoperowaną. Różnice były mniejsze.

Tabela 8 Stan pacjentów po rehabilitacji porównanie zakresu ruchu i obwodów kończyny operowanej i nieoperowanej w 6 tygodniu po rekonstrukcji.

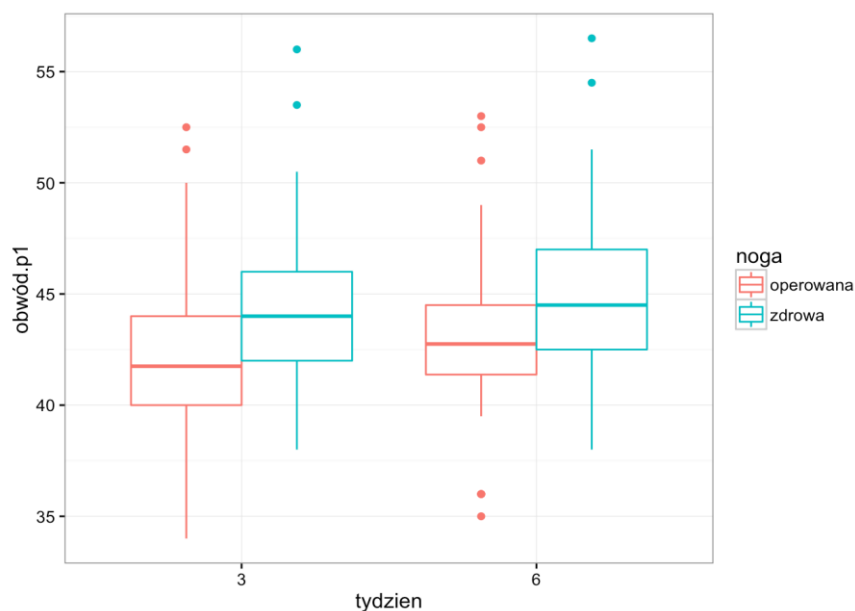
N = 40	operowana	nieoperowana	p	d
Zakres ruchów kończyny dolnej	116,8 ± 11,18	131,1 ± 6,65	<0,001	1,55
Obwody kończyny dolnej p1	43,0 ± 3,88	44,8 ± 3,99	<0,001	0,45
Obwody kończyny dolnej p2	57,3 ± 5,30	59,8 ± 6,47	<0,001	0,45

Wyniki zakresu ruchu w kończynie operowanej i nieoperowanej w 3 tygodniu i w 6 tygodniu na skutek rehabilitacji uległy poprawie. Zakres ruchu kończynie operowanej był zbliżony do kończyny nieoperowanej.



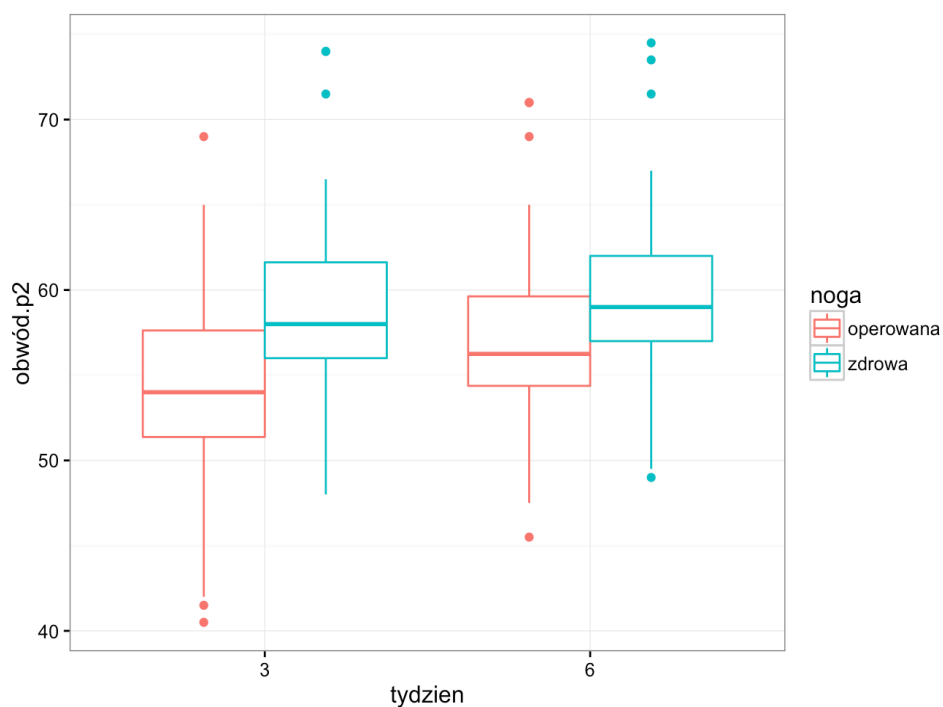
Rycina 39 Ilustracja zmian w zakresie ruchu w nodze operowanej i nieoperowanej w skutek rehabilitacji

Zmiany wartości obwodów w kończynie operowanej i nieoperowanej w 3 tygodniu i w 6 tygodniu. Pomiar P1 dokonano- 6cm od podstawy rzepki.



Rycina 40 Ilustracja zmian w obwodzie nogi w punkcie P1 w nodze operowanej i nieoperowanej w skutek rehabilitacji

Zmiany wartości obwodów w kończynie operowanej i nieoperowanej w 3 tygodniu i w 6 tygodniu. Pomiar P2 dokonano-22cm od kolca biodrowego przedniego.



Rycina 41 Ilustracja zmian w obwodzie w punkcie P2 w nodze operowanej i nieoperowanej w skutek rehabilitacji

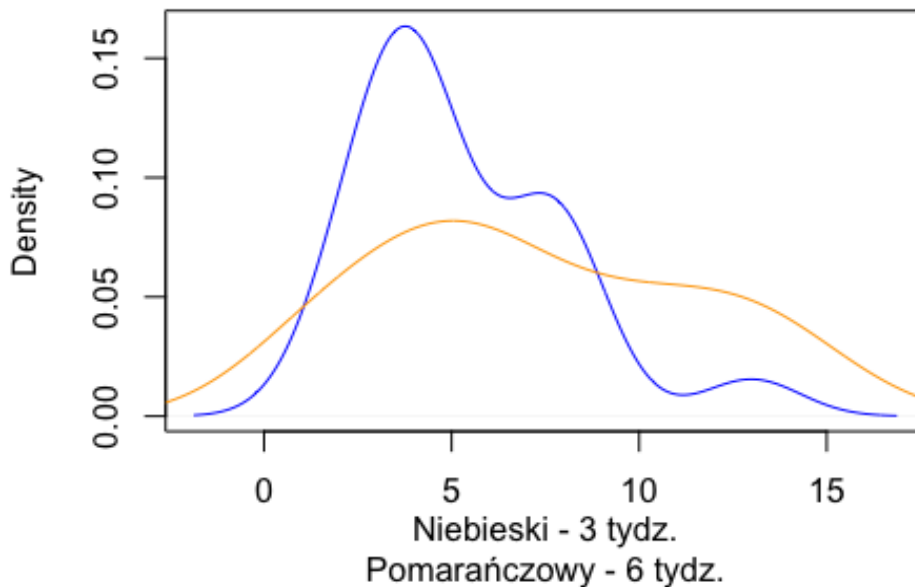
4.6. Różnice w klasyfikacji

Platforma balansowa pozwala zakwalifikować osoby do grup ze względu na rozkład wyników i relacje między średnią a medianą. Przyjęto taki podział osób, gdzie jeśli mediana wyników jest mniejsza od ich średniej jest to predyktor osoby silnej, natomiast sytuacja odwrotna (rozkład lewoskośny, $Md > M$) jest to predyktor osoby osłabionej.

Ponieważ badanie na platformie składało się z 15 podtestów, każda osoba mogła zostać zakwalifikowana jako silna od 0 do 15 razy. Rozkład liczebności przedstawiono poniżej:

ile	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15
razy															
N	4	3	9	6	12	6	10	6	12	3	2	1	4	1	1
%	5%	4%	11%	8%	15%	8%	13%	8%	15%	4%	3%	1%	5%	1%	1%

Rozkład liczebności kategorii "silny" w 3 i 6 tygodniu



Rycina 42 Rozkład liczebności kategorii „silny” w 3 i 6 tygodniu

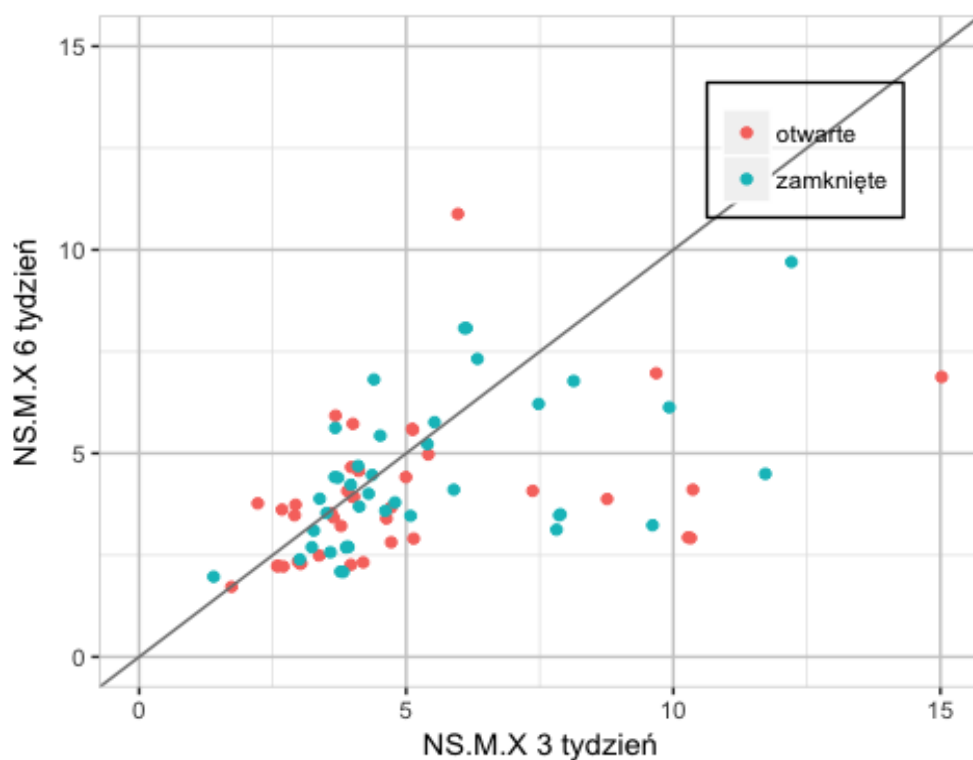
Analizując powyższy wykres można zauważyć zwiększenie liczby klasyfikacji jako osoba silna po rehabilitacji. Porównanie wyników na platformie balansowej między pierwszym a drugim pomiarem. Wyniki istotne zaznaczono pogrubioną czcionką. Wskazują one na te obszary, w których stwierdzono poprawę.

Tabela 9 Analiza statystyczna

Pomiar	p.value	Pomiar	p.value
NS EO M X	0,011	ST operowT M X	0,137
NS EO M X proc	0,032	ST operowT M X proc	0,103
NS EO Md X	0,500	ST operowT Md X	0,856
NS EO M Y	0,361	ST operowT M Y	0,186
NS EO M Y proc	0,444	ST operowT M Y proc	0,098
NS EO Md Y	0,500	ST operowT Md Y	0,856
NS EO M moment	0,035	ST operowT M moment	0,324
NS EO M moment proc	0,114	ST operowT M moment proc	0,321

NS EO Md moment	0,186	ST operowT Md moment	0,956
NS EO Md moment proc	0,868	ST operowT Md moment proc	0,764
NS EC M X	0,010	ST zdrowaT M X	0,405
NS EC M X proc	0,008	ST zdrowaT M X proc	0,334
NS EC Md X	1,000	ST zdrowaT Md X	0,901
NS EC M Y	0,084	ST zdrowaT M Y	0,208
NS EC M Y proc	0,078	ST zdrowaT M Y proc	0,049
NS EC Md Y	1,000	ST zdrowaT Md Y	0,990
NS EC M moment	0,298	ST zdrowaT M moment	0,163
NS EC M moment proc	0,300	ST zdrowaT M moment proc	0,137
NS EC Md moment	1,000	ST zdrowaT Md moment	0,964
NS EC Md moment proc	0,847	ST zdrowaT Md moment proc	0,889

4.7. Szczegółowe wyniki uzyskane na platformie balansowej i różnice między nimi.



Rycina 43 Sprawdzenie różnic między warunkami: oczy otwarte/zamknięte oraz noga nieoperowana/operowana

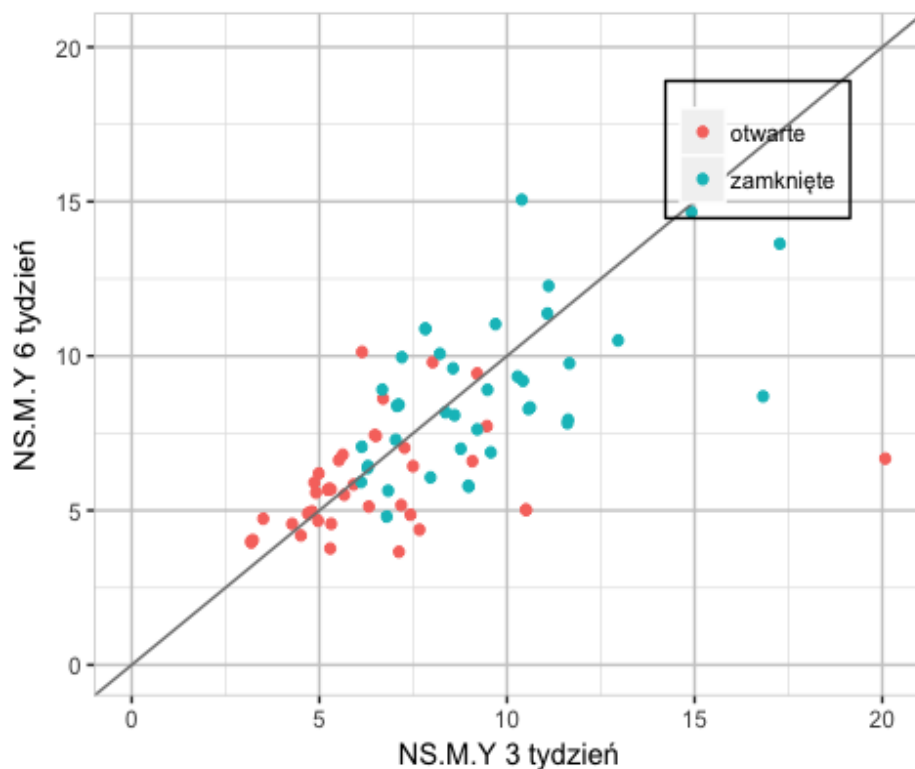
Na osi poziomej przedstawione są wyniki w 3 tygodniu, na osi pionowej w 6 tygodniu danego pomiaru na platformie balansowej. Kolorem zaznaczono pomiar w sytuacji oczu zamkniętych i otwartych - nie stwierdzono różnic ($p = 0,815$).

Dla testu w pozycji NS, pomiaru osi X stwierdzono istotną poprawę na skutek rehabilitacji zarówno podczas pomiaru z EO jak i EC .

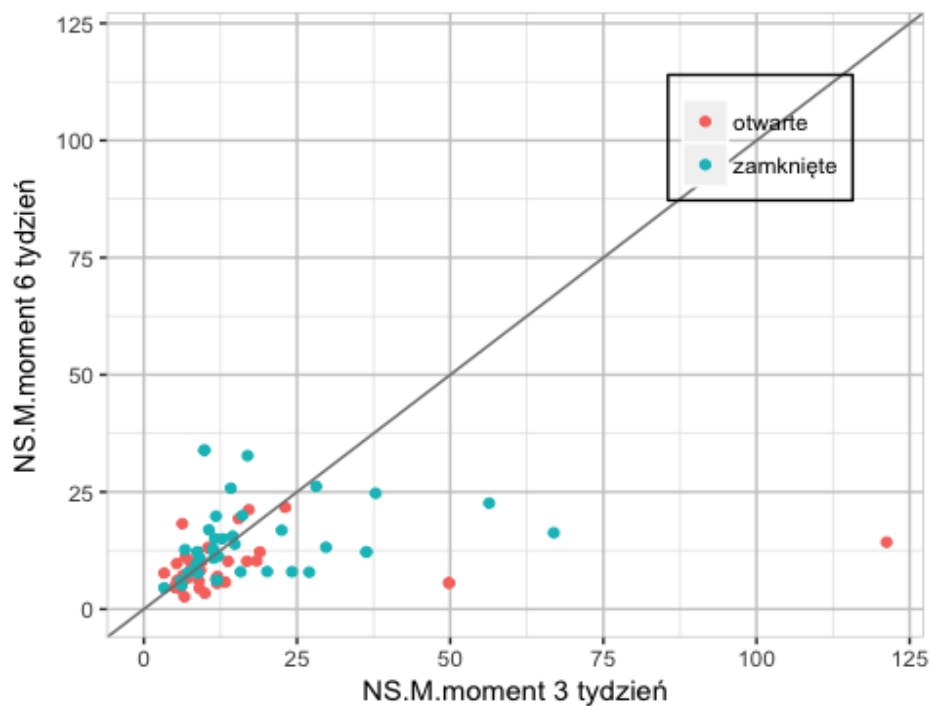
Brak różnic oznaczałoby odkładanie się wyników na przekątnej wykresu - takiej sytuacji nie stwierdzono. Wyniki w 3 tygodniu rozciągające się aż do 15 pkt w 6 tygodniu skracają rozkład do maksymalnie 8 pkt. Ilustruje to poprawę wyników w średnim wyniku dla osi X.

Istnieją jednak także osoby, których wyniki uległy pogorszeniu (powyżej przekątnej) - jest ich mniej oraz zmiany są mniejsze.

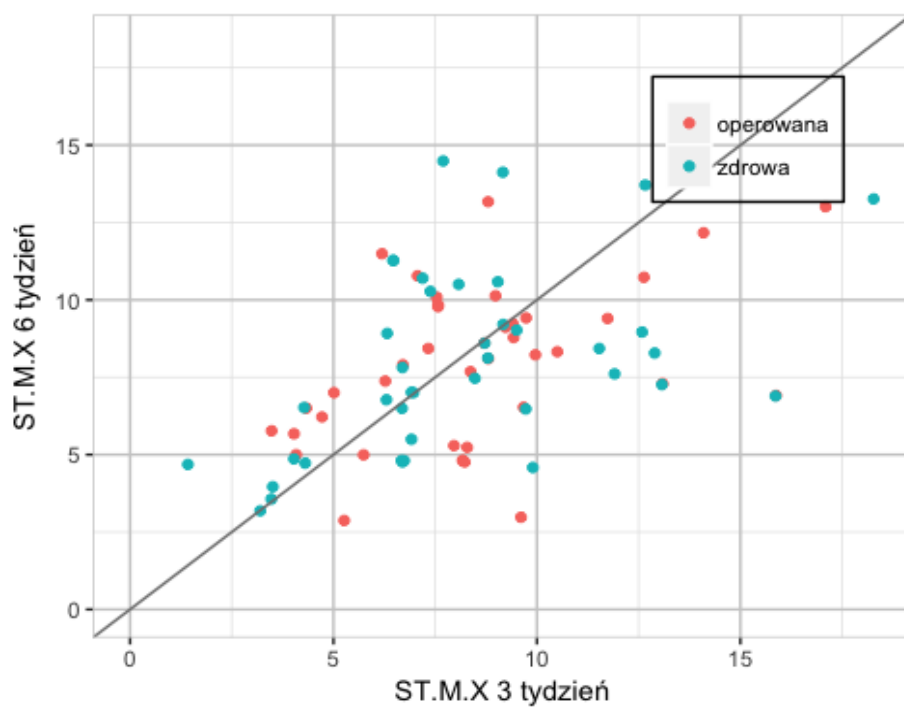
Nie stwierdzono istotnego statystycznie związku pomiędzy wynikami NS i semi tandem kończyny operowanej i nieoperowanej w teście statycznym na platformie balansowej.



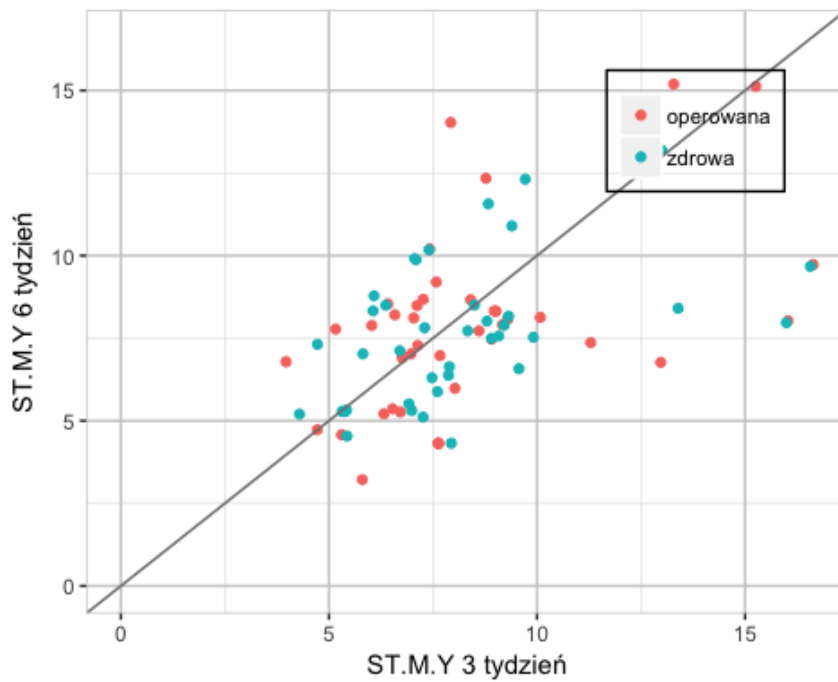
Rycina 44 Brak różnicy w liczbie osób z poprawą spowodowanej testem z oczami zamkniętymi lub otwartymi $\chi^2(1) = 0.80$, $p = 0.371$.



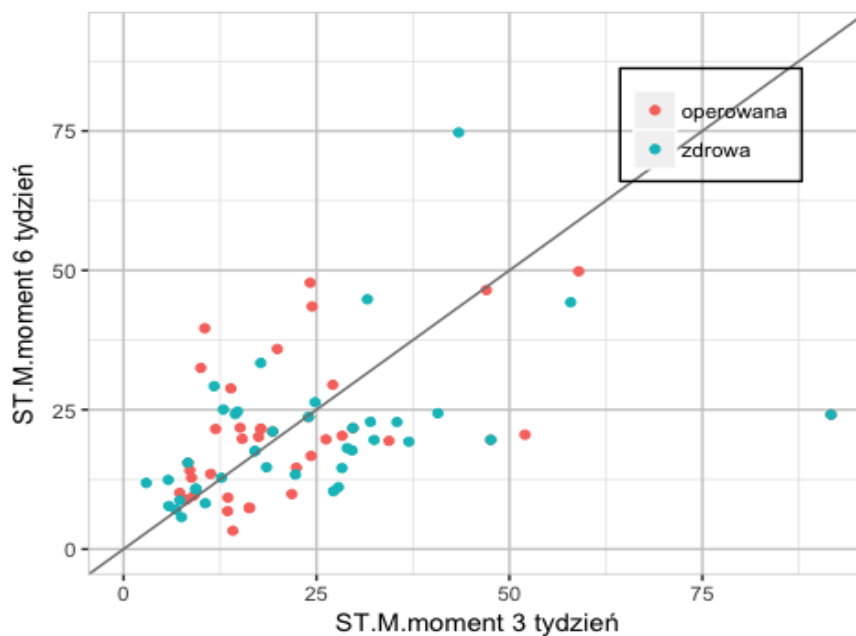
Rycina 45 Brak różnicy w liczbie osób z poprawą spowodowanej testem z oczami zamkniętymi lub otwartymi $\chi^2(1) = 0.80$, $p = 0.371$.



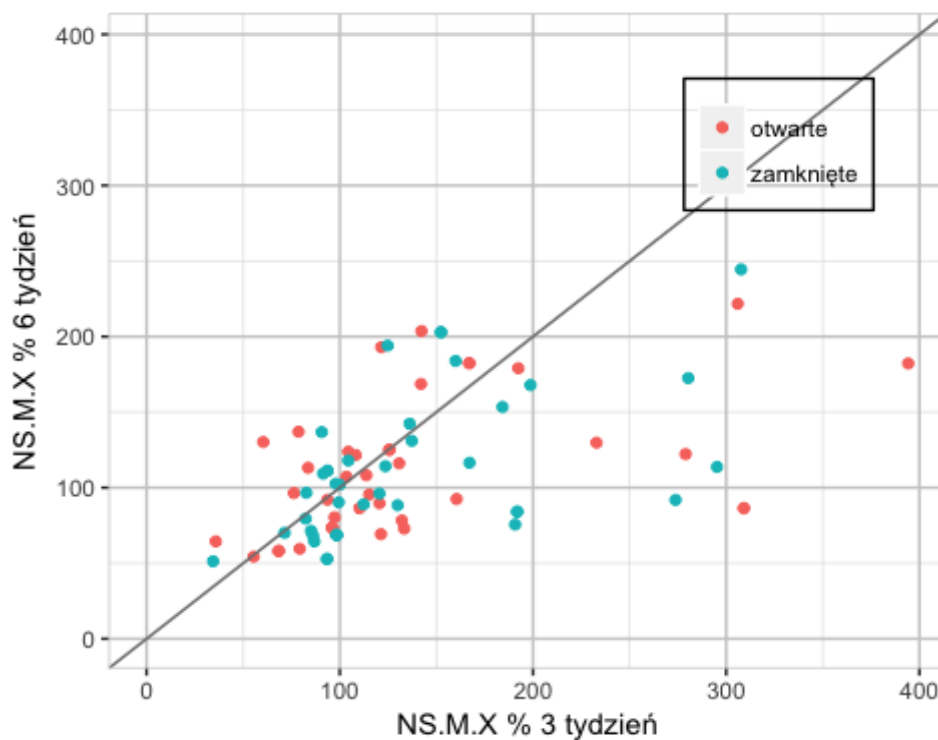
Rycina 46 Brak różnicy w liczbie osób z poprawą między wynikami dla nogi operowanej i nieoperowanej w semi tandem z tyłu $\chi^2(1) = 1,25$, $p = 0,263$.



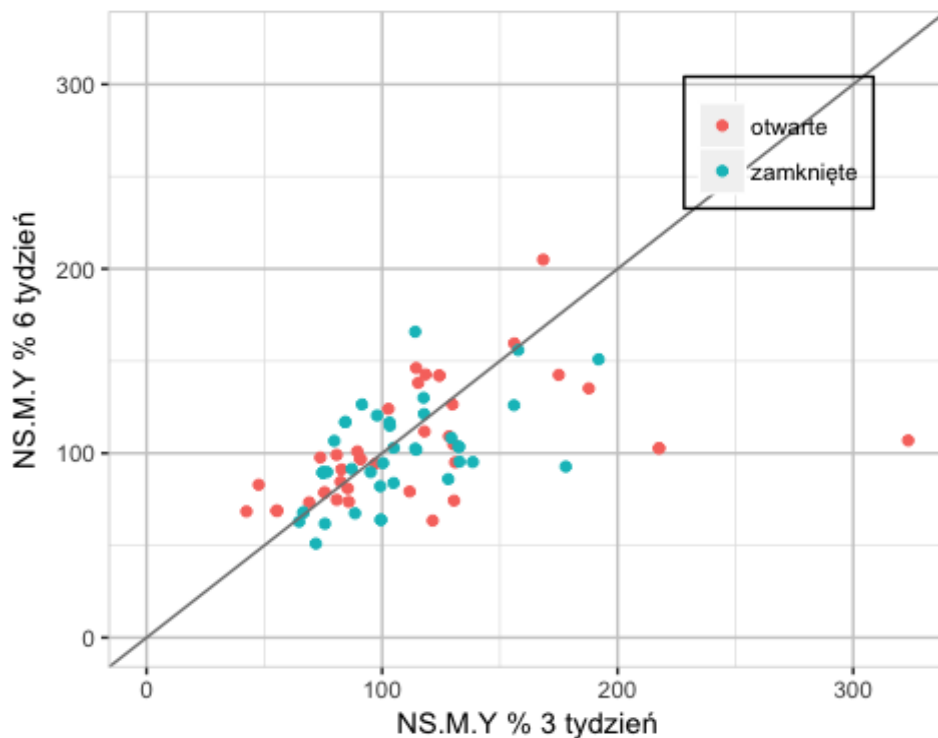
Rycina 47 Brak różnicy w liczbie osób z poprawą między wynikami dla nogi operowanej i nieoperowanej w semi tandem z tyłu $\chi^2(1) = 0$, $p = 1,0$.



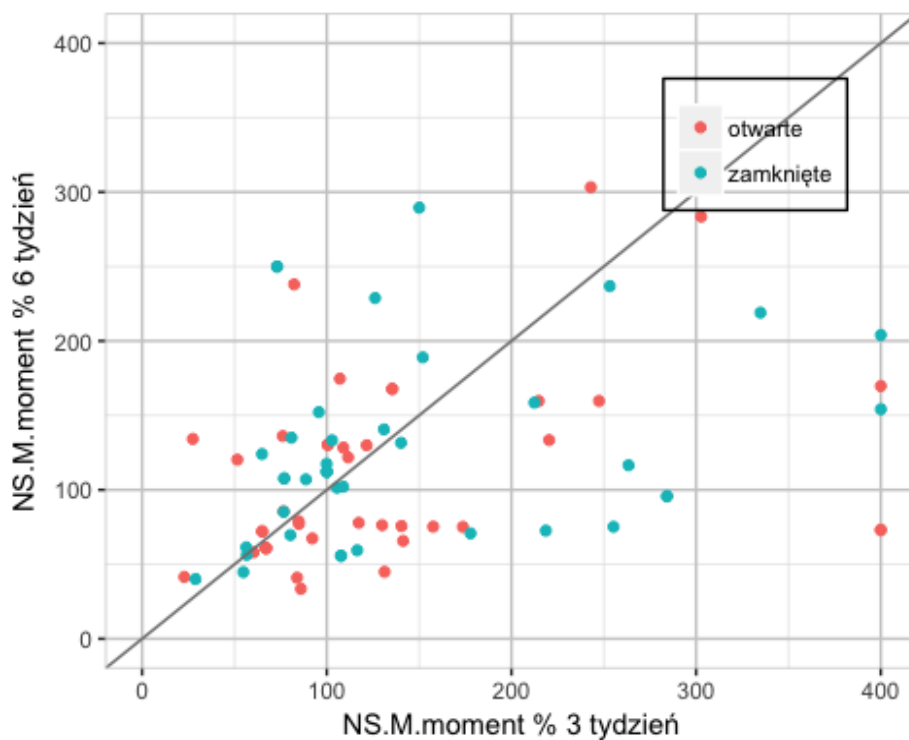
Rycina 48 Brak różnicy w liczbie osób z poprawą między wynikami dla nogi operowanej i nieoperowanej w semi tandem z tyłu $\chi^2(1)=0$, $p =1,0$.



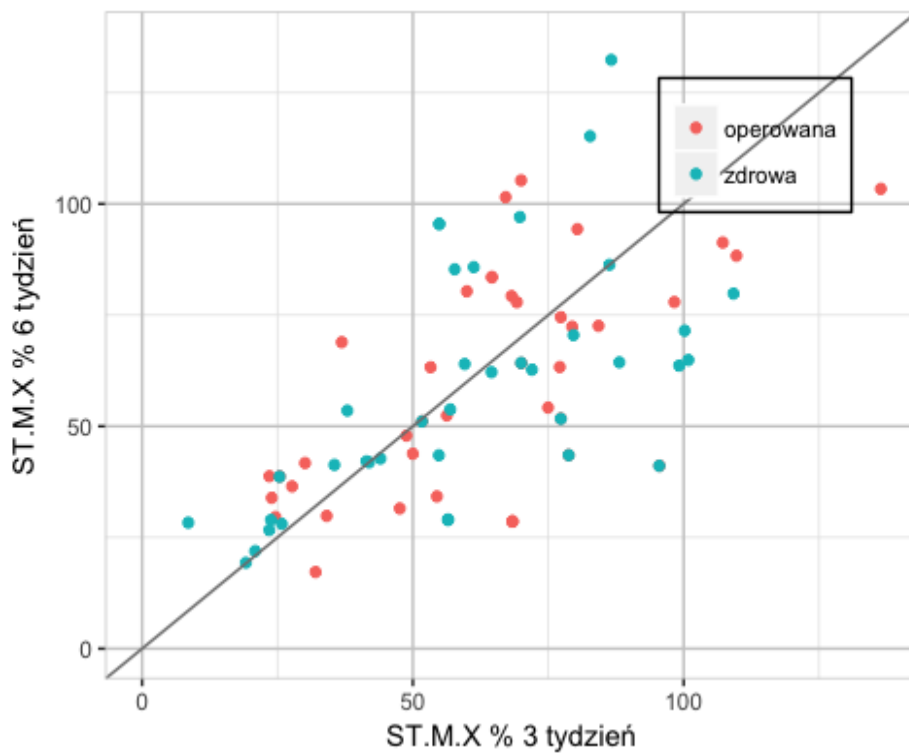
Rycina 49 Brak różnicy w liczbie osób z poprawą spowodowanej testem z oczami zamkniętymi lub otwartymi $\chi^2(1) = 0, p = 1$.



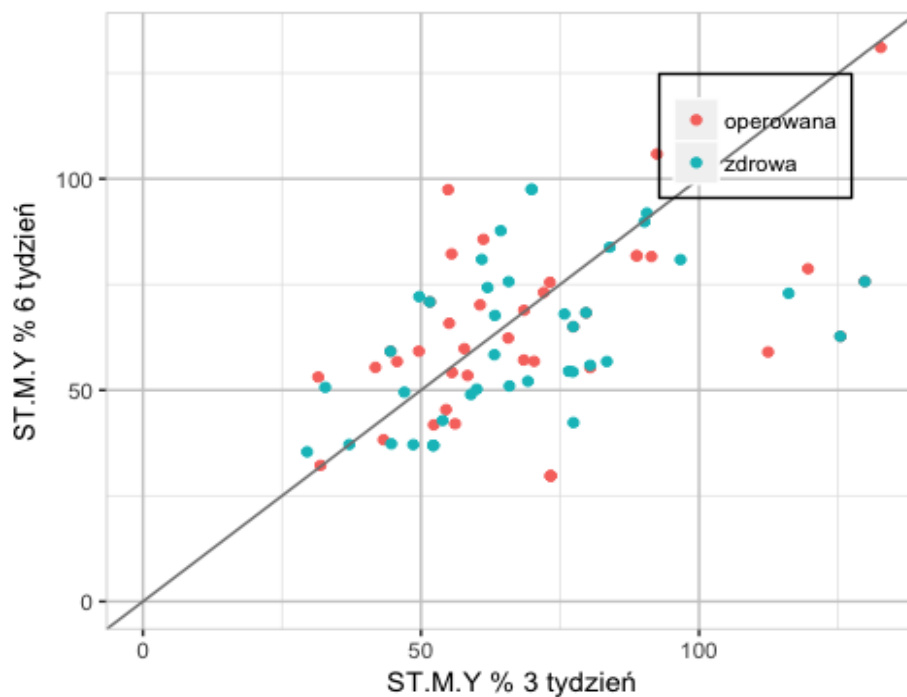
Rycina 50 Brak różnicy w liczbie osób z poprawą spowodowanej testem z oczami zamkniętymi lub otwartymi $\chi^2(1) = 1,25, p = 0.264$.



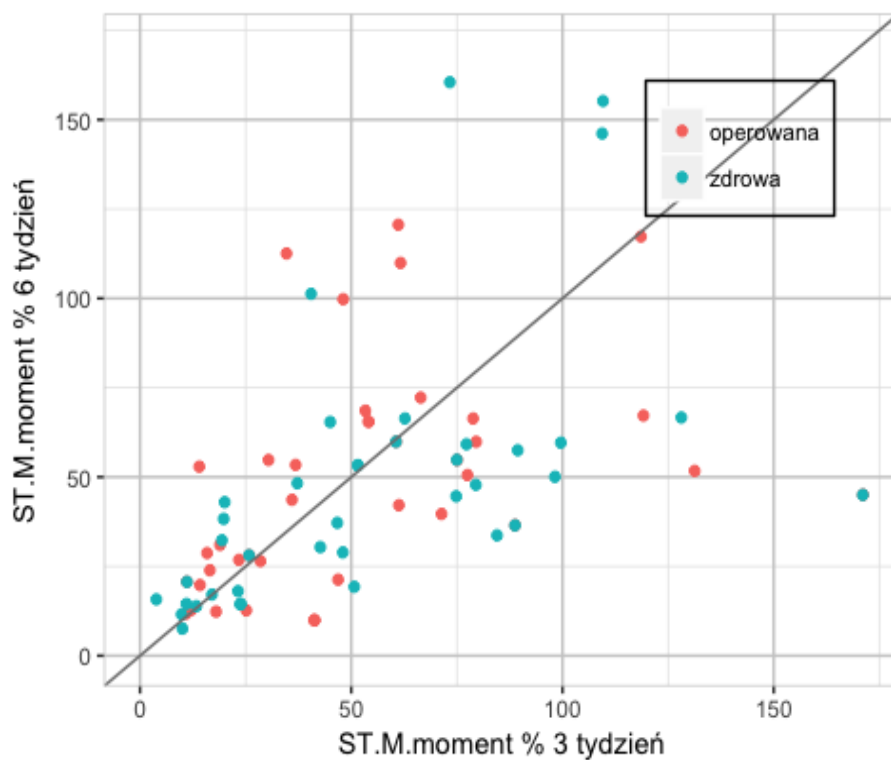
Rycina 51 Brak różnicy w liczbie osób z poprawą spowodowanej testem z oczami zamkniętymi lub otwartymi $\chi^2(1) = 0.20$, $p = 0.654$.



Rycina 52 Brak różnicy w liczbie osób z poprawą między wynikami dla nogi operowanej i nieoperowanej w semi tandem z tyłu $\chi^2(1) = 0,80$, $p = 0,370$.



Rycina 53 Brak różnicy w liczbie osób z poprawą między wynikami dla nogi operowanej i nieoperowanej w semi tandem z tyłu $\chi^2(1) = 0,05$, $p = 0,819$.



Rycina 54 Brak różnicy w liczbie osób z poprawą między wynikami dla nogi operowanej i nieoperowanej w semi tandem z tyłu $\chi^2(1) = 0,05$, $p = 0,823$.

Ocena stawu kolanowego od momentu zapoczątkowania ćwiczeń – oceniano jak:

-bardzo się polepszył (A)

-polepszył się (B)

-nie polepszył się ,ani się nie pogorszył (C)

-pogorszył się (D)

-zdecydowanie się pogorszył (E)

Tabela 10 Ocena stawu kolanowego

		Ankieta 2		Razem
		A	B	
Ankieta 1	A	8	0	8
	B	19	5	24
	C	4	4	8
Razem		31	9	40

Pola w kolorze turkusowym zawierają pacjentów (13 osób, 32,5%), którzy w pierwszej i drugiej ankiecie tak samo ocenili staw kolanowy. Pola oznaczone kolorem żółtym to pacjenci, których ocena stawu w drugiej ankiecie była wyższa niż w pierwszej (27 osób, 67,5%).

V Dyskusja

5.1. Omówienie materiału badań

Zgromadzony materiał mimo niewielkiej liczebności nie odbiega od dostępnych w literaturze doniesień na temat rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego stawu kolanowego [9, 28, 34, 36, 113, 144, 151].

Grupa badanych dotyczyła rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego z wykorzystaniem przeszczepów ze ścięgna mięśni półbłoniastego i smukłego oraz z więzadła rzepki. Towarzyszące uszkodzenia łąkotec (częściowe lub całkowite usunięcie) nie wpłynęły na wynik oceny funkcji stawu kolanowego oraz na ocenę propriocepcji.

5.2. Profilaktyka urazów stawu kolanowego

Dane z literatury wskazują na wysoką efektywność treningu propriocepcji w różnych dyscyplinach sportowych [32, 33, 36, 42, 60, 63, 74, 79, 90, 100, 101, 102, 111]. Badacze wskazują, że trening propriocepcji, obniża częstość urazów stawu kolanowego. Hewett i wsp. opracowali profilaktyczny program treningowy, który jest próbą zmniejszenia ryzyka uszkodzenia stawu kolanowego. Wykazali oni, że prawidłowo przeprowadzony trening propriocepcji prowadzi do zwiększenia siły mięśni kulszowo-goleniowych i mięśnia czworogłowego [62]. Znalazło to potwierdzenie w badanej grupie, gdzie przeprowadzona terapia doprowadziła do znaczącego zwiększenia masy mięśniowej, zmiana widoczna była w obydwu sposobach pomiaru obwodów.

Dostępna wiedza wskazuje, że zmiany propriocepcji zmniejszają efektywność ochrony kolana przez osobę chorą i być może predysponują do sumujących się mikrourazów ACL, co grozi ostatecznym niepowodzeniem [7, 16, 130]. Wskazano, że u pacjentów z uszkodzeniem ACL spada skuteczność aparatu proprioceptywnego [7, 10, 23, 126, 129, 137, 139, 145] zatem istnieje związek pomiędzy propriocepcją a sukcesem rekonstrukcji ACL.

Wielu autorów twierdzi, że wdrożenie właściwych działań profilaktycznych zmniejsza ryzyko urazu stawu kolanowego i skutkuje spadkiem liczby kontuzji. W oparciu o prawidłowo przeprowadzony program usprawniania włączenie ćwiczeń propriocepcji przyczynia się do redukcji urazów. Celem profilaktyki powinno być zmniejszenie prawdopodobieństwa występowania urazu i przeciwdziałanie nawrotom. Nie ulega

wątpliwości fakt, że profilaktyka urazów, zapewnienie fachowej pierwszej pomocy, a następnie odpowiednie leczenie rehabilitacyjne to kwestia najwyższej wagi.

5.3. Skuteczność terapii po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego metodą PNF

Rozwój metod fizjoterapeutycznych spowodował, że dziś istnieje możliwość skutecznej pomocy sportowcom (i nie tylko) podczas rehabilitacji po urazach. Do najbardziej skutecznych i mających szerokie zastosowanie nowoczesnych metod terapeutycznych zaliczyć można metodę PNF [3, 85, 86, 89]. W pracy potwierdzono skuteczność postępów fizjoterapeutycznych w zakresie funkcjonalnej sprawności chorych.

Metoda PNF, okazała się skuteczna w zakresie poprawy mierzonych paramentów, propriocepcji, co zaowocowało zwiększeniem zakresu ruchu i obwodów operowanych stawów kolanowych porównywalnych z nieoperowanymi stawami kolanowymi, przy jednoczesnym zmniejszeniu dolegliwości bólowych. Istotnie poprawiły się wyniki kończyny operowanej i nieoperowanej w zakresie ruchu zgięcia, przy czym w kończynie operowanej poprawa była trzy razy większa. Frańczuk i wsp. wykazali, że pomiędzy czwartym a szóstym tygodniem po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego w wyniku usprawniania można przywrócić wyprost w stawie kolanowym, następnie w 12 tygodniu zakres zginania i obwodów operowanych i nieoperowanych stawów kolanowego, które zostały zbliżone do wyników sprzed operacji [44]. Czamara w swojej pracy uzyskał istotną klinicznie poprawę zakresu ruchu zgięcia i wyprost w operowanym stawie kolanowym, które były porównywalne do kończyny nieoperowanej. Werner potwierdziła w badaniach osiągnięcie przez większość chorych zbliżonych wartości zakresu do kończyny nieoperowanej po 6 tygodniu terapii. Inni autorzy potwierdzili, że w podobnym przedziale można przywrócić normalny chód na bieżni, a także kinematykę chodu na twardym podłożu. W badaniach własnych pomiędzy trzecim a szóstym tygodniem usprawniania chorzy mogli wejść i zejść po schodach, a także odnotowano deficyt wyprost (5°) u jednego chorego. W szóstym tygodniu po rekonstrukcji ACL osiągnięto istotną statystycznie poprawę zakresu ruchu zgięcia i wyprost w stawie kolanowym po rekonstrukcji ($p < 0,0001$). Wartości zakresu ruchu zgięcia i prostowania uzyskane w szóstym tygodniu rehabilitacji były zbliżone do wyników kończyny nieoperowanej. Po rekonstrukcji ACL wśród chorych istotnie zmienił się obwód dla pomiaru P1 i P2 kończyny operowanej. Zmiany w kończynie nieoperowanej były mniejsze dla P2 ponad pięć razy.

W przypadku uszkodzeń bardzo ważne w terapii jest odtworzenie stabilizacji stawu kolanowego, poprzez prawidłowo przeprowadzony proces usprawniania. Zastosowanie metody PNF, jest właściwym postępowaniem mającym na celu powrót funkcji stawu kolanowego. Metoda PNF ma wpływ na stabilizację stawu kolanowego i tym samym obniża ryzyko występowania urazów. Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie przydatności metody w terapii po rekonstrukcji ACL. Potwierdzony naukowo jest fakt, że stosowany trening proprioceptywny, wpływa pozytywnie na przyrost siły mięśniowej, zwiększenie zakresu ruchu, poprawę równowagi. Trening proprioceptywny z powodzeniem stosowany jest w celu profilaktyki urazów wśród wielu dyscyplin sportowych [11, 12, 30, 35, 43, 62, 88].

5.4. Propriocepcja a funkcja stawu kolanowego

W 1906 roku Sherrington wprowadził pojęcie „propriocepcji” definiując je jako przepływ sygnałów powstających z proprioceptorów (receptory struktur stawowych, ścięgien, mięśni i narządu przedsionkowego) i docierających do rdzenia kręgowego, które mogą dać początek reakcjom odruchowym [83].

Pojęcie propriocepcji ma różne znaczenie, koncentrując się głównie na komponencie świadomego czucia pochodzącego z proprioceptorów [10, 22, 24, 53, 83, 84]. Badacze są zgodni, że propriocepcja jest ważnym czynnikiem wpływającym na stabilność stawów, zachowanie równowagi, koordynacji ruchowej i wytrzymałości [10, 23, 24, 29, 53, 61, 62, 83, 84]. Niestabilność stawu kolanowego spowodowana uszkodzeniem więzadła krzyżowego przedniego związana jest z nie tylko z mechanizmem destabilizującym staw, ale również z uszkodzeniem receptorów więzadła odpowiedzialnych za propriocepcję stawu kolanowego [6, 49, 83]. Zagadnienie propriocepcji i funkcjonalnej stabilizacji stawu kolanowego ze względu na przedmiot badania narzuca potrzebę wypracowania metody PNF. Podczas aktywności sportowej zaleca się stopniowanie obciążenia i zwrócenie uwagi na ćwiczenia propriocepcji na różnorodnym podłożu [3, 62, 88, 100, 110, 115, 143].

5.5. Trening propriocepcji, metoda PNF

Czucie głębokie, czyli czucie proprioceptywne, wraz z towarzyszącymi mechanizmami nerwowo-mięśniowego sprzężenia zwrotnego stanowi istotny element funkcjonalnej stabilizacji stawów [129]. Prace wykazują różnice w propriocepcji, wynikające z następstw urazów torebkowo-więzadłowych, sposobu i czasu rekonstrukcji więzadeł oraz podkreślają korzystny wpływ wczesnego, wdrażenia kompleksowych programów rehabilitacyjnych. Jednym z elementów programów rehabilitacyjnych, na który zwrócono uwagę w ostatnich

latach jest rola czucia proprioceptywnego i kontroli nerwowo-mięśniowej. Częściowe odtworzenie kinestezji po rekonstrukcji ACL zostało udowodnione przez Barreta.

Odtworzenie zdolności rozpoznawania pozycji stawów, kontroli nerwowo-mięśniowej powinno być jednym z istotnych elementów protokołów rehabilitacyjnych. Włączenie do tych programów treningu proprioceptywnego wydaje się być uzasadnione [10, 13, 15, 16, 19, 28, 33, 36, 56]. U pacjentów, u których po rekonstrukcji ACL, włączono trening proprioceptywny zaobserwowano częściową poprawę kinestezji stawu kolanowego.

W badanej grupie zaobserwowano jedynie umiarkowaną zmianę średniego wychylenia w osi X wyrażonego w procentach oraz średniego momentu podczas badania na platformie balansowej. Dla pomiaru semi tandem z nogą zdrową w tyle stwierdzono umiarkowaną istotną zmianę średniego wychylenia w osi X. Dla pomiaru semi tandem z nogą operowaną w tyle stwierdzono również umiarkowaną istotną zmianę. Dla testu w pozycji NS pomiaru osi X stwierdzono istotną poprawę na skutek rehabilitacji zarówno podczas pomiaru z E0 i EC. Rozkład liczebności w kategorii „silny” w trzecim tygodniu wyniki rozciągają się aż do piętnastu punktów, a w szóstym tygodniu skracają rozkład do maksymalnie ośmiu punktów. Ilustruje to poprawę wyników w średnim wyniku dla osi X. Istnieją także osoby, których wyniki uległy pogorszeniu, jest ich mniej oraz zmiany są mniejsze.

W literaturze istnieje zgodność co do konieczności wdrażenia w plan treningu proprioceptywnego ćwiczeń zapobiegających kontuzjom sportowym [122]. Nie ma ustalonych procedur ćwiczeń, które są najskuteczniejsze [8, 13, 15, 16, 19]. Królak podkreśla konieczność przygotowania i wdrażenia skutecznych programów treningu proprioceptywnego [4]. Specjalistyczny trening proprioceptywny poprawia stabilizację stawów, oraz kinestezję, zmniejsza liczbę urazów sportowych i jednocześnie pozwala zachować ciągłość treningu [15, 16, 22, 29, 30, 36, 81, 83, 91, 94]. Badania wykazały, że ćwiczenia propriocepcji poprawiają funkcjonalność stawów, a koordynacja nerwowo-mięśniowa uległa poprawie. Autorzy podkreślają edukację w zakresie treningu propriocepcji, która zawiera się między innymi w koncepcji PNF. Funkcję proprioceptywną można poprawić na drodze specjalistycznych ćwiczeń. Wykonujemy je po to by nasz aparat ruchu pracował w sposób bardziej skoordynowany i był gotowy na wykonanie zadań, które stawia przed nami działanie w warunkach naturalnych. Efekty treningu propriocepcji wśród różnych dyscyplin sportowych pozytywnie wpływają na obniżenie częstości występowania urazów [84, 91].

Lisiński i wsp. podkreślają że głównym celem leczenia usprawniającego jest obok uzyskania pełnego zakresu ruchu w stawie kolanowym przywrócenie całkowitej propriocepcji i włączenie treningu propriocepcji. Trening propriocepcji powinien ulec dalszej intensyfikacji dzięki wprowadzeniu ćwiczeń dynamicznych, takich jak przysiady, chód tyłem, podskoki na miękkim i twardym podłożu oraz wypady, ćwiczenia koncentryczne i ekscentryczne mięśni obręczy biodrowej, uda, podudzia, ćwiczenia na rotorze z obniżonym siodełkiem i na steperze. Autorzy stwierdzają, że zabiegi fizjoterapeutyczne i odpowiednio przeprowadzony program usprawniania, umożliwiają choremu powrót do aktywności sportowej [89]. Dadej i wsp. uważają, że ważne jest uzyskanie prawidłowej i bezbolesnej ruchomości w stawie kolanowym, kontroli nerwowo-mięśniowej i propriocepcji. Istotnym elementem jest jednak trening propriocepcji, zdolność czucia głębokiego, które pozwala choremu na rozpoznawanie wykonywanego ruchu oraz oceny położenia stawu w przestrzeni. Zerwane ACL nie dostarcza do mózgu informacji dotyczącej czucia głębokiego, wskutek czego zaburzeniu ulega mechanizm kontroli nerwowo-mięśniowej [36]. Pasierbiński i Jarzabek podkreślają bardzo dobre efekty w usprawnianiu chorych po rekonstrukcji ACL metodą PNF stosując różne techniki. Autorzy twierdzą, że trening propriocepcji jest ważnym elementem profilaktyki powtórnych urazów i powinien być stosowany również po zakończeniu rehabilitacji [110,111].

Lemiesz i Iwańczyk podkreślają rangę treningu propriocepcji w procesie usprawniania chorych po rekonstrukcji ACL. Głównym założeniem programu jest umożliwienie szybkiego powrotu do codziennego funkcjonowania, pracy, aktywności fizycznej ze względu na psychiczne i ekonomiczne korzyści [82]. Waldzińska i wsp. twierdzą, że specjalistyczne treningi proprioceptywne poprawiające stabilizację stawów oraz kinestezję zmniejszają liczbę urazów sportowych i jednocześnie pozwalają zachować ciągłość treningową. Metody oceniające sprawność czucia głębokiego, czyli propriocepcję są nadal mało dokładne, ale potwierdzony naukowo jest fakt, że stosowanie treningu proprioceptywnego wpływa pozytywnie na poprawę kontroli nerwowo-mięśniowej, funkcjonalność stawu oraz zdolność równowagi. Ponadto dowody naukowe wskazują, że trening proprioceptywny może być z powodzeniem stosowany w celu profilaktyki urazów wśród wielu dyscyplin sportowych [145].

Brotzman twierdzi, że wczesne podjęcie treningu mięśni ma kluczowe znaczenie dla zapobieżenia ich zanikowi i osłabieniu. Dynamiczną ochronę ACL wspierają ćwiczenia równowagi mięśniowej, czyli dążenie do uzyskania odpowiedniej relacji pracy mięśni

kulszowo-goleniowych i mięśnia czworogłowego [22,23]. Risberg i wsp. zwracają uwagę na ćwiczenia dynamiczne i stabilizujące staw kolanowy. Trening propriocepcji to ćwiczenia stabilizujące staw kolanowy, koordynujące grupy mięśniowe kończyn dolnych podczas chodu, biegania czy aktywności fizycznej [116]. Tsavo twierdzi, że ćwiczenia powinny włączyć trening propriocepcji, która jest potrzebna w aktywności życia codziennego i sporcie. Kontrola równowagi daje funkcjonalny poziom stabilizacji stawu kolanowego [139].

Trening proprioceptywny według wielu autorów przyczynia się do utrzymania ciągłości procesu treningu i zapewnia przetrwanie we współczesnej rywalizacji sportowej. Biorąc pod uwagę własne doświadczenia można wnioskować, że wczesna rehabilitacja chorych przyspiesza jego powrót do aktywności fizycznej i zmniejsza ryzyko powtórnych urazów. Według koncepcji PNF proponowana terapia ma być bezbolesna, funkcjonalna, wzorowana na naturalnych ruchach zdrowego człowieka. Stosując trening proprioceptywny wykonujemy ćwiczenia równoważne statyczne i dynamiczne w pozycjach stabilnych i niestabilnych z oczami otwartymi i zamkniętymi [3, 4, 46, 88, 101, 105, 115, 118, 122, 123, 126, 132, 137, 144, 151, 156]. Badania własne zgodnie z doniesieniami licznych autorów potwierdzają konieczność włączenia treningu proprioceptywnego dla chorych po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego. Trening proprioceptywny powinien stanowić integralną część treningu sportowego w różnych dyscyplinach sportowych.

5.6. Podejście terapeutyczne

Dobór ćwiczeń i specjalistycznych metod fizjoterapeutycznych po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego nie jest przypadkowa. Skuteczność metodą PNF potwierdzają liczni autorzy [29, 33, 36, 63, 89, 96, 104]. Nie ma idealnego schematu fizjoterapii po rekonstrukcji ACL, są jednak pewne elementy powtarzające się w różnych planach rehabilitacji, jak: indywidualny program terapii, który jest gwarancją na uzyskanie efektów rehabilitacji, przywrócenie prawidłowych wzorców ruchowych oraz poprawa zaburzonej kontroli nerwowo-mięśniowej, która pozwala na pełen powrót do zdrowia.

Indywidualna praca z chorym przynosi wymierne efekty, skraca czas usprawniania, umożliwia stałą kontrolę i pomiar efektów terapeutycznych, podnosi jakość wykonywanej pracy fizjoterapeutycznej. Ważna jest edukacja chorego oraz zaangażowanie w procesie leczenia, ponieważ dopiero wtedy terapia jest najskuteczniejsza. Podjęcie właściwego leczenia w przypadku uszkodzenia ACL jest decyzją złożoną, będącą wypadkową wieku pacjenta, poziomu aktywności fizycznej, oczekiwań i pozostałych uwarunkowań

zdrowotnych. Prawidłowe podejście i kontakt z chorym podczas terapii, przedstawienie efektów ciężkiej rehabilitacji i silne motywowanie chorego powinno być kluczowym elementem pracy każdego terapeuty [13, 16, 36, 60, 63, 74, 89, 96, 118, 144].

Metoda PNF umożliwia pełne wykorzystanie rezerw tkwiących w organizmie, wykorzystując do terapii silne i zdrowe rejony ciała. PNF motywuje do dalszego działania, a co najważniejsze zapewnia bezbolesną pracę, bez traumatycznych, psychicznych i fizycznych doznań. Chory jest pozytywnie nastawiony do współpracy z terapeutą. Uzyskane wyniki kliniczne potwierdzają zasadność stosowania metody PNF.

5.7. Wpływ terapii na jakość życia

Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization - WHO), definiuje jakość życia jako „poczucie jednostki co do jej pozycji życiowej w odniesieniu do jej osiągnięć, oczekiwań, standardów i zainteresowań” [72]. Wielu autorów podkreśla, że podjęcie leczenia operacyjnego prowadzi do poprawy jakości życia chorych, umożliwia im powrót do normalnej aktywności nie tylko w ramach czynnego uprawiania sportu ale również czynności dnia codziennego [6, 7, 39, 47, 58, 65, 90, 91, 92, 103, 104]. Crossman [31] sugeruje, że bardzo ważną rolę w procesie rehabilitacyjnym chorych po rekonstrukcji ACL odgrywa poczucie własnej skuteczności, ściśle związanej z poczuciem własnej wartości i obrazem siebie. Cechy obrazu siebie jak i ocena wpływu choroby na jakość życia, a także aktywność zawodowa i społeczna, mogą mieć znaczenie w procesie zdrowienia oraz rehabilitacji [134, 137].

Wielu autorów podejmuje problematykę dotyczącą psychologicznego wspomaganie chorego, który doznał obrażeń fizycznych w wyniku działalności sportowej. Skupiają się oni na pomocy choremu w dostosowaniu się do nowej sytuacji i dochodzeniu do sprawności pourazowej. Autorzy przechodzą do omówienie holistycznych podejść do urazu, zaakcentowane jest znaczenie psychologii zdrowia w rozumieniu poszczególnych aspektów choroby oraz postawy chorego wobec procesu leczenia i rehabilitacji. Zaburzenia koncentracji, strach przed konsekwencjami, odczucie bólu, depresja mogą hamować proces zdrowienia.

W badanej grupie w skali aktywności życia codziennego odnotowano poziom istotnej różnicy wyrażonej w procentach w trzecim i szóstym tygodniu ($p < 0,001$). Pod względem statystycznym brak różnic może wskazywać zaburzoną kontrolę wzrokowo-proprioceptywną

u chorych po rekonstrukcji ACL, którą można poprawić stosując odpowiedni trening proprioceptywny. Osiągnięty w pracy wynik kliniczny wraz z przywróceniem sprawności fizycznej, pozwoli na rozpoczęcie aktywności fizycznej na poziomie rekreacji i funkcjonowania w życiu codziennym. W licznych badaniach podkreśla się istotność problematyki jakości życia chorych po rekonstrukcji ACL [134, 145], a wiedza uzyskana z przeprowadzonych ankiet wpływa na poprawę jakości życia. W badanej grupie chorzy wysoko oceniali osiągnięcia sprawności stawu kolanowego w czasie terapii oraz po jej ukończeniu. Całkowite funkcjonowanie stawu kolanowego podczas czynności dnia codziennego chorzy oceniali jako normalne lub bliskie normy. Otrzymane wyniki po rehabilitacji w odniesieniu do stanu przed terapią wykazywały w opinii chorych zadawalające zmiany (zmiany dotyczyły poprawy funkcjonowania stawu kolanowego w czasie codziennych czynności życiowych, np.: stanie, możliwość chodzenia, używanie kul, nie używanie kul, wchodzenie po schodach, schodzenie ze schodów, przysiad, klęk, siad ze zgiętymi kolanami, wstawanie z krzesła, jak również oceniali osłabienie lub utratę siły mięśniowej w czynnościach dnia codziennego. Wartości uzyskane w badanej grupie po zakończeniu leczenia pozwalają na uznanie efektów terapii za umożliwiające chorym powrót do sportu i czynności dnia codziennego, co informuje o sukcesie rehabilitacji.

Ćwiczenia według koncepcji PNF należą do kompleksowej metody rehabilitacyjnej, w której każdy zabieg obejmuje człowieka całościowo. Stąd terapia PNF uwzględnia chorego wraz z jego otoczeniem, czynnikami osobistymi, fizycznymi, jak również emocjonalnymi. PNF opiera się na optymistycznym i pozytywnym podejściu. Wykorzystując do ćwiczeń silne i zdrowe regiony ciała fizjoterapeuta aplikuje usprawnianie w taki sposób, aby umożliwić bezbolesną pracę, bez traumatycznych psychicznie i fizycznie doznań. Jest to optymalny sposób na stymulowanie pacjenta i pełne wykorzystanie rezerw tkwiących w jego organizmie, a dzięki temu osiągnięcie najlepszych wyników terapeutycznych. Terapia PNF podporządkowuje się nadrzędnemu celowi, jakim jest pomoc choremu w osiągnięciu możliwie najwyższego poziomu funkcjonalnego. Najwyższy poziom funkcjonalności to uwzględnienie leczenia na poziomie strukturalnym ciała i poziomie aktywności oraz ujęcie potrzeb ruchowych zgłaszanych przez chorego i wzorowanie się na naturalnych ruchach zdrowego człowieka.

Terapia według koncepcji PNF wpłynęła na poprawę jakości życia codziennego. Im bardziej chorzy po rekonstrukcji ACL oceniali, że zwiększył się zakres ruchu w stawie kolanowym, zmniejszył się obrzęk oraz kolano było stabilne, tym większe było zadowolenie.

Otrzymane wyniki informują jak bardzo polepszyła się jakość życia, zwiększyła się kreatywność i optymizm. W badaniach własnych chorzy oceniali poziom sprawności jako dobry i bardzo dobry, parametry w grupie uległy polepszeniu.

Atutem terapii według koncepcji PNF jest holistyczne, czyli całościowe podejście do chorego, globalne spojrzenie na pacjenta, a nie tylko na uszkodzoną strukturę. Terapia polega na optymistycznym podejściu i nastawienie na sukces.

VI Wnioski

1. Zaproponowana terapia metodą PNF doprowadziła do znacznego zwiększenia masy mięśniowej operowanej kończyny (zwiększenie obwodu kończyny), a także miała wpływ na zwiększenie obwodów kończyny nieoperowanej.
2. W badanej grupie po przeprowadzeniu trzytygodniowej terapii zaobserwowano istotne statystycznie zwiększenie ruchomości w stawie kolanowym zarówno w kończynie operowanej, jak i nieoperowanej.
3. Wyniki kontroli wzrokowo-proprioceptywnej u pacjentów po rekonstrukcji ACL w teście statycznym wykazały zmiany umiarkowane zarówno w teście oczu otwarte, jak i oczu zamknięte.
4. U większości badanych zaobserwowano znaczącą poprawę funkcji stawu kolanowego, poprawa była widoczna we wszystkich aspektach ankiety oceniającej aktywności dnia codziennego.
5. Włączenie treningu propriocepcji do terapii pozwoliło na uzyskanie dobrej stabilizacji stawu kolanowego i przyspieszyło powrót do pełnej sprawności po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego.

VII Streszczenie

Wstęp

W dostępnej literaturze dotyczącej terapii po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego wskazuje się na potrzebę kompleksowego usprawniania i treningu propriocepcji, gdyż to pozwala na odtworzenie stabilizacji stawu kolanowego. Zastosowanie metody PNF jest właściwym postępowaniem mającym na celu powrót funkcji stawu kolanowego. Metoda ma wpływ na zwiększenie czynnego zakresu ruchu, zwiększenie siły mięśniowej, wpływa na stabilizację stawu kolanowego, i tym samym obniża ryzyko występowania urazów.

Cel: Celem badania jest ocena wpływu metody PNF na masę mięśniową, zakresy ruchów, sprawność i funkcje stawu kolanowego po rekonstrukcji więzadła krzyżowego-przedniego.

Material i metoda

Grupę badawczą stanowiło 40 osób (6 kobiet i 34 mężczyzn) w wieku od 19 do 54, średnia wieku w badanej grupie $30,7 \pm 8,69$ lat. W badanej grupie dokonano pomiarów obwodów kończyn dolnych z wykorzystaniem taśmy krawieckiej, pomiaru zakresu ruchu w stawie kolanowym przy pomocy goniometru. Kontrolę wzrokowo-proprioceptywną oceniono przy wykorzystaniu platformy GOOD-BALANCE. Ocenę sprawności w aktywności dnia codziennego przeprowadzono przy zastosowaniu skali Activitis of Daily Living Scale of the knee Outcome Survey. Wszystkie testy i ankiety przeprowadzono w trzecim i szóstym tygodniu po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego.

Wyniki

W badanej grupie istotnie poprawiły się zakres ruchu kończyny operowanej (90;120 $p<0,001$) i nieoperowanej (125, 135 $p<0,001$), przy czym w kończynie operowanej poprawa była prawie trzy razy większa. W kończynie operowanej istotnie zmieniły się obwody dla pomiaru 1 i pomiaru 2 kończyny operowanej. Zmiany w kończynie nieoperowanej były mniejsze niż w kończynie operowanej ponad 5 razy.

Wśród badanych zaobserwowano silną ($d=1,35$) istotną poprawę ($p<0,001$) subiektywnej oceny funkcjonalnej. U wszystkich przebadanych chorych zauważono zwiększenie aktywności w czynnościach dnia codziennego ocenionych skalą aktywności życia codziennego.

Wyniki kontroli wzrokowo-proprioceptywnej wykonanej na platformie balansowej wykazały jedynie umiarkowaną poprawę po zastosowanej terapii.

VIII Summary

Introduction

There are many outstanding articles and publications on the reconstruction of the anterior cruciate ligament. The authors are of the opinion that there is a need for a comprehensive rehabilitation and proprioceptive training. In the case of ACL injuries, the therapy should be oriented on the restoration of the stability of the knee joint through a properly conducted improvement process.

Application of PNF is the right procedure designed to restore function of the knee. This method has the effect on increasing the active range of mobility, increases of muscle strength, impacts on the stability of the knee joint, and hence it lowers the risk of injury.

Objective: The aim of the study involves the assessment of the effectiveness of the method of PNF after ACL reconstruction with graft of tendons of semitendinosus and gracilis muscles and the patellar ligament, and the rehabilitation method on the knee joint functions.

Material and methods

The study group consisted of 40 people (6 women and 34 men) aged 19 to 54, the average age in the study group amounted to 30.7 ± 8.69 years. The study patients were recruited from orthopaedic departments of Orthopaedics and Rehabilitation Hospital of K. Marcinkowski in Poznań, Independent Public Health Care Unit in Srem, NZOZ "Klinika Promienista" in Poznań (damage to the partial or complete ACL tear, arthroscopic technique).

Findings

1. The function of the knee joint after reconstruction of the anterior cruciate ligament in the opinion of 67.5% is rated as good or very good.
2. The proposed PNF therapy method restores good stabilization of the knee joint and accelerates the efficiency after the reconstruction of the anterior cruciate ligament.
3. Satisfaction of treatment results depends on improving the range of mobility and perimeters of the knee joint, the greater range of mobility and perimeters, the higher was the subjective evaluation.

4. Results of the balance platform (GOOD BALANCE) found moderate changes as well as a significant improvement as a result of rehabilitation.
5. The inclusion of training of proprioception has a beneficial effect on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction.

Results

Patients commenting on the function of operated knee joints evaluated their performance in questionnaire 1 and 2 as good and very good. I found very good clinical outcomes as for the range of mobility and perimeters of operated knee joints, comparable to non-operated knee joints. Taking into account both the ischiocrural muscles and quadriceps femoris, in almost every measurement, patients achieved clinical improvement, with the exception of one patient in whom the extension deficit was 5°. A wider the range of knee flexion, the better was the subjective evaluation.

In my opinion, the muscles of the entire lower limb are responsible for the functional stabilization of the knee joint after ACL reconstruction. PNF method makes the therapy focused on the patient as the whole. Using the principles and techniques it affects the functional restoration of muscle strength, endurance, improves knee joint proprioception.

Statistical analysis on the balance platform shows the effect of statistically significant improvement as a strong person after rehabilitation. Indeed, the results of the operated limb and unoperated limb improved as for the mobility, wherein the improvement was three times greater in the operated limb. The perimeters for operated limb M1 and M2 significantly changed. There was a strong ($d = 1.35$), significant improvement ($p = 0.001$) of subjective functional assessment. The results of the balance platform expressed in % for measuring Semi tandem showed moderate changes. There are people in which they got worse, however these cases are less frequent and the changes are smaller.

IX Piśmiennictwo

1. Adachi N., Ochi M., Uchio Y., Iwasa J., Kuriwaka M., Ito Y., *Reconstruction of the anterior cruciate ligament. Single – versus double-bundle multistranded hamstring tendons*, The Journal of Bone and Joint Surgery 2004 May; 86(4): 515-20.
2. Adamczyk G., *Kolano bez więzadła krzyżowego przedniego*, Acta Clinica 2002, t. 2, s. 11-16.
3. Adler S. S., Beckers D., Buck M., *PNF w praktyce*, Warszawa 2014, s.120-154.
4. Al-Othman A. A., *Clinical measurement of proprioceptive function after anterior cruciate ligament reconstruction*, Saudi Medical Journal 2004 Feb; 25(2): 195-7.
5. Andrzejewski T., Trytek-Pysiewicz A., *Leczenie uszkodzeń więzadeł krzyżowych stawu kolanowego*, Fizjoterapia Polska, vol. 4, nr 4, 2004, s. 331-336.
6. Arden C. L., Taylor N. F., Feller J. A., Webster K. E., *Return to sport outcomes at 2 to 7 years after anterior cruciate ligament reconstruction surgery*, Journal of Sports Medicine 2012; 40: 41-48.
7. Arden C. L., Taylor N. F., Feller J. A., Webster K. E., *Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play*, British Journal of Sports Medicine 2011; 45: 596-606.
8. Atkinson H. D. E., *Physiotherapy and rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction*, Journal of Orthopaedics and Traumatology 2010; 2(24): 128-183.
9. Barker J., O., U., Draco's M. C., Maak T. G., *Effect of graft selection on incidence of postoperative infection in anterior cruciate ligament reconstruction*, The American Journal of Sports Medicine February 2010; 38(2): 281-286.
10. Barret D. S., *Proprioception and function after ACL reconstruction*, The Journal of Bone & Joint Surgery 1991; 73: 8333-8837.
11. Beynnon B. D., Johnson R. J., Abate J. A., Fleming B. C., Nicholas C. E., *Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part 2*, The American Journal of Sports Medicine 2005 Nov; 33(11): 1751-67.
12. Beynnon B. D., Uh B. S., Johnson R. J., et al, *Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, double-blind comparison of programs administered over 2 different time intervals*, The American Journal of Sports Medicine 2005; 33: 374-59.

13. Biel A., Dudziński K., *Analiza wyników rehabilitacji u pacjentów po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego stawu kolanowego – doniesienia wstępne*, Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja 2005; 7(4): 401-405.
14. Bielecki A., Pasierb J., Jabłoński J., Panek A., *Artroskopowa plastyka więzadła krzyżowego przedniego ścięgnem mięśnia półścięgnistego u sportowców*, Medicina Sportiva 1998, s. 295-300.
15. Biernat R., Wołosewicz M., Tomaszewski W., *Postępowanie rehabilitacyjne po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego metodą wolnego przeszczepu ścięgien mięśni półścięgnistego i smukłego w pierwszym miesiącu po zabiegu – doniesienia wstępne*, Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja 2007, vol. 9, nr 2, s. 178-186.
16. Biernat R., Kuczkowski C., *Poradnik dla pacjentów z rozerwanym więzadłem krzyżowym przednim (ACL)*, Fundacja Zdrowia i Sportu przy OSW, 2006.
17. Bober T., Zawadzki J., *Biomechanika układu ruchu człowieka*, BK, Wrocław 2006, s. 167-192.
18. Bochenek A., Reicher M., *Anatomia człowieka*, t. 1, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
19. Boerboom A. L., Huizinga M. R., Kaan W. A., Stewart R. E., Hof A. L., Bulstra S. K., Diercks R. L., *Validation of a method to measure the proprioception of the knee*, Gait & Posture 2008 Nov; 28(4): 610-614.
20. Bronikowski A., *Nowoczesne metody leczenia stawu kolanowego – chirurgia i rehabilitacja*, Skrypt, Warszawa 2009.
21. Bronikowski A., *Results of treatment of anterior cruciate ligament injuries in the aspect of Evidence Based Medicine*, Arthroscopy and Joint Surgery 2007; 3: 10-5.
22. Brotzman S. B., Wilk K. E., *Handbook of orthopaedic rehabilitation*, 2nd Edition, Mosby Elsevier, 2007.
23. Brotzman S. B., Wilk K. E., pod red. Dziak A., *Rehabilitacja ortopedyczna*, t. 2, Wrocław 2008, s. 399-446.
24. Brukner P., Khan K. z kolegami, *Kliniczna medycyna sportowa*, wyd. III, DB Publishing, Warszawa 2011.
25. Buckup K., pod red. Gaździk T., *Testy kliniczne w badaniu kości, stawów i mięśni*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008, s. 145-202.
26. Chaitow L., *Metody terapii manualnej w leczeniu dysfunkcji powięziowej*, pod red. Saulicz E., Urban & Partner, Wrocław 2015, s. 229-244.

27. Chmielewski T. L., Wilk K. E., Snyder-Mackler L., *Changes in weight – bearing following injury or surgical reconstruction of the ACL: relationship to quadriceps strength and function*, Gait Post 2002; 16: 87-97.
28. Chrzan D., Kusz D., Bołtuć W., Bryła A., Kusz B., Subiektywna ocena procesu rehabilitacji przez pacjentów po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego – doniesienia wstępne, Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja, Medsportpress 2013; 3(6): vol. 15, 215-225.
29. Cooper R. L., Taylor N. F., Feller J. A., *A randomized controlled trial of proprioceptive and balance training after surgical reconstruction of the anterior cruciate ligament*, Research in Sports Medicine 2005 Dec; 13: 217-230.
30. Cooper R. L., Taylor N. F., Feller J. A., *A systematic review of the effect of proprioceptive and balance exercises on people with an injured or reconstructed anterior cruciate ligament*, Research in Sports Medicine 2005; 13(2): 163-178.
31. Crossman J., *Coping with sports injuries: psychological strategies for rehabilitation*, Oxford University Press, New York 2001.
32. Czamara A., *Analiza wyników dwóch pierwszych etapów programu fizjoterapii pacjentów po rekonstrukcjach więzadeł krzyżowych przednich stawów kolanowych*, Medicina Sportiva 2002, nr 6 (Suppl.2), s. 39-50.
33. Czamara A., *Wyznaczniki oceny funkcjonalnej sprawności narządu ruchu u pacjentów po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego stawu kolanowego*, Fizjoterapia Polska 2011; nr 4, vol. 10, s. 247-262.
34. Czamara A., Tomaszewski W., Bober T., Lubarski B., *The effect of physiotherapy on knee joint extensor and flexor muscle strength after anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendon*, Medical Science Monitor 2011 Jan; 17(1): CR35-41.
35. Czechowska D., Mazur O., Woźniacka R., Sosin P., Bac T., Golec J., Golec E., *Ocena wyników rehabilitacji chorych po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego w okresie powrotu funkcji*, Kwartalnik Ortopedyczny 2010; 3: 361-371.
36. Dadej M., Durda A., Pusek D., *Porównanie standardowych metod rehabilitacji u pacjentów po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego (ACL) z metodą PNF*, Zeszyty Naukowe WSSP im. W. Pola 2013; t. 17, nr 2, s. 11-24.
37. Deszczyński J., Stolarczyk A., *Podstawy rehabilitacji po artroskopowej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego*, Polskie Towarzystwo Chirurgii Artroskopowej, Warszawa 2007.

38. De Jong S. N., van Caspel D. R., van Haeff M. J., Saris D. B., *Functional assessment and muscle strength before and after reconstruction of chronic anterior cruciate ligament lesions*, *Arthroscopy* 2007 Jan; 23(1): 21-28.
39. Drake R. L., Vogl A. W., Mitchell A. W. M., *Gray. Anatomia. Podręcznik dla studentów*, pod red. Bruska M., Ciszek B., Kowiański P., Woźniak W., t. 1, Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2010.
40. Dziak A., *Etiopatogeneza uszkodzeń więzadeł krzyżowych kolana*, *Medicina Sportiva* 2002, nr 6 (Suppl. 2), s. 9-17.
41. Dziak A., Tayara S., *Urazy i uszkodzenia w sporcie*, Wydawnictwo Kasper, Kraków 2000, s. 273-279.
42. Dziak A., *Uszkodzenia więzadeł krzyżowych kolana*, *Acta Clinica* 2001, t. 1, nr 4, s. 269-274.
43. Dzierżanowski M., Hagner W., Biliński P. i wsp., *Propriocepcja jako jeden z czynników decydujących o modelu usprawniania rehabilitacyjnego pacjentów po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego*, *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2003; 5(4), s. 534-538.
44. Frańczuk B., Fibiger W., Kukielka R., Jasiak-Tyrkalska B., Trąbka R., *Wczesna rehabilitacja po artroskopowej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego*, *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, vol. 6, nr 4, s. 416-422.
45. Fulkerson J. P., Arendt E. A., *Anterior knee pain in females*, *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2000, vol. 372, s. 69-73.
46. Gallagher-Mundy C., *Ćwiczenia z piłką*, Świat Książki, Warszawa 2007.
47. Gaździk T., *Ortopedia i traumatologia*, t. 1, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
48. Gielecki J., *Atlas anatomii Granta*, wyd. 1, Wrocław 2002.
49. Górecki A., *Uszkodzenie stawu kolanowego*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2002.
50. Greenspan A., *Diagnostyka obrazowa w ortopedii*, Medipage, Warszawa 2007.
51. Griffin L. Y., Angel J., Albohm M. J., Arendt E. A., Dick R. W., Garrett W. E., Garrick J. G., Hewett T. E., Huston L., Ireland M. L., Johnson R. J., Kibler W. B., Lephart S., Lewis J. L., Lindenfeld T. N., Mandelbaum B. R., Marchak P., Teitz C. C., Wojtys E. M., *Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies*, *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 2000, vol. 8, No. 3.

52. Gross J. M., Fetto J., Rosen E., pod red. Kujawa J., *Badanie układu mięśniowo-szkieletowego*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2011, s. 337-378.
53. Grottel K., Celichowski J., *Organizacja mięśnia i sterowanie ruchem*, część 1, Akademia Wychowania Fizycznego im. E. Piaseckiego w Poznaniu 2000.
54. Grzebellus M., *Clinical application of PNF in Orthopaedics*, Germany 2002.
55. Hagner M., Słomko W., Hagner W., *Wartości odnowy biologicznej po urazach stawu kolanowego u sportowców*, Edukacja bez granic – mimo barier: przestrzeń tworzenia, t. 1, Poznań 2008, s. 318-326.
56. Hagner W., *Wpływ rehabilitacji na funkcje stawu kolanowego po rekonstrukcji operacyjnej więzadła krzyżowego przedniego. Rozprawa habilitacyjna*, AM Bydgoszcz 2001.
57. Hagner W., Stec G., *Urazy stawu kolanowego, część 1: Więzadło krzyżowe przednie*, podręcznik dla studentów kierunku fizjoterapia, Wydawnictwo Sckrypt, Bydgoszcz 2004.
58. Heijne A., Axelsson K., Werner S., Biguet G., *Rehabilitation and recovery after anterior cruciate ligament reconstruction: patients' experiences*, *Scandinavian Journal of Medicine and Sciences in Sports* 2008; 18: 325-335.
59. Heijne A., Werner S., *Early versus late start of open kinetic chain quadriceps exercises after ACL reconstruction with patellar tendon or hamstring grafts: a prospective randomized outcome study*, *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2007; 15: 402-414.
60. Henriksson M., Leolin T., Good L., *Postural control after cruciate ligament reconstruction and functional rehabilitation*, *Journal of Sports Medicine* 2001; 29: 359-366.
61. Hewett TE, Ford KR, Myer GD., *Anterior cruciate ligament in female athletes. Part 2 a meta – analysis of neuromuscular interventions aimed at injury prevention*. *Am J Sports Med* 2006; 34(3); 490-8.
62. Hindle K. B., Whitcomb T. J., Briggs W. O., Hong J., *Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF): Its mechanisms and effects on range of motion and muscular function*, *Journal of Human Kinetics* 2012 Mar; 31: 105-13.
63. Horst R., *Trening strategii motorycznych i PNF*, Top School s. c. 2009.
64. <http://slideplayer.com/slide/3787992/>
65. Isberg J., *Kinematics and laxity in the knee, before and after anterior cruciate ligament reconstruction*, *Sahlgrenska Academy at University of Gothenburg*, Sweden 2008; s. 77-85.

66. Johnson D. S., Smith R. B., *Outcome measurement in the ACL deficient knee – what's the score?*, Knee 2001 Mar; 8(1): 51-7.
67. Kaneko F., Onari K., Kawaguchi K., Tsukisaka K., Roy S. H., *Electromechanical delay after ACL reconstruction: an innovative method for investigating central and peripheral contributions*, Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy 2006.
68. Kapandij A. I., *Anatomia funkcjonalna stawów*, pod red. Gnat R., t. 2, Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2013.
69. Katayama M., Higuchi H., Kimura M., Kobayashi A., Katayama K., Terauchi M., Takagishi K., *Proprioception and performance after anterior cruciate ligament rupture*, International Orthopaedics (SICOT) 2004; 28: 278-281.
70. Kilar J. Z., Lizis P., *Leczenie ruchem*, Kraków 1996, s. 39-44.
71. Kocak F. U., Ulkar B., Özkan F., *Effect of proprioceptive rehabilitation on postural control following anterior cruciate ligament reconstruction*, Journal of Physical Therapy Science 2010; 22: 195-202.
72. Kochanowicz K., Waldziński T., *Budowa somatyczna a wynik sportowy tenisistów Uczniowskiego Klubu sportowego „Return” Łomża*, Rocznik Naukowy Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu im. J. Śniadeckiego w Gdańsku, t. 21, 2011.
73. Kochman D., *Jakość życia. Analiza teoretyczna*, Zdrowie Publiczne 2007; 117(2): 242-248.
74. Kondratowicz-Częcdek A., Białkowska J., *Wyniki usprawniania pacjentów po przebytej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego stawu kolanowego*, Polish Annales Of Medicine – Rocznik Medyczny 2008.
75. Kozińska A., *Metody odbudowy pełnego zakresu ruchu stawu kolanowego u pacjentów po rekonstrukcji ACL*, Rehabilitacja w praktyce 2012, nr 6, s. 32-35.
76. Kozłowski R., *Techniki stymulacji sensorycznej stosowane w zaburzeniach kontroli motorycznej. Terapia manualna w modelu holistycznym*, 2002; 3: 57-59.
77. Krames Patient Education, The StayWell Company 2009, *Jak dbać o kolana*, Poradnik dla osób cierpiących na dolegliwości kolan, broszura wydana staraniem firmy Pfizer Polska Sp. z o. o., s. 8.
78. Kruse L. M., Gray B., Wright R. W., *Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review*, The Journal of Bone & Joint Surgery 2012; 94(19): 1737-1748.

79. Kurokouchi K., Takahashi S., Jamada T., Yamamoto H., *Methicillin – resistant staphylococcus aureus – induced septic arthritis after anterior cruciate ligament reconstruction*, Arthroscopy 2008 Dec; 24(12): 1435-5.
80. Kwiatkowski K., *Aktualne kierunki w chirurgii więzadła krzyżowego przedniego*, Chirurgia Kolana, Artroskopia, Traumatologia Sportowa 2005, nr 2, str. 21-28.
81. Lemaire R., Horan F., Scott J., Villar R. (eds.), *European instructional course lecture*, British Editorial Society of Bone and Joint Surgery 2003, vol. 6, s. 1-7.
82. Lemiesz G., Iwańczyk K., *Postępowanie rehabilitacyjne po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego*, Forum, 2014.
83. Lemiesz G., Lemiesz E., Wołosewicz M., Aptowicz J., Kuczkowski C., *The effectiveness of rehabilitation procedure after the reconstruction of the anterior cruciate ligament according to the Norwegian protocol*, Polish Annals of Medicine, vol. 18, No. 1, Olsztyn 2011.
84. Lephart S. M., Fu F. H., *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*, Human Kinetics, 2000.
85. Lephart S. M., Pincivero D. M., Rozzi's L., *Proprioception of the ankle and knee*, Sports Medicine 1998; 25(3): 149-155.
86. Lephart S. M., Kocher M. S., Fu F. H., Borsa P. A., Harner C. D., *Proprioception following ACL reconstruction*, Journal of Sport Rehabilitation 1992; 1: 188-196.
87. Lewit K., *Terapia manualna w rehabilitacji chorób narządu ruchu*, Wydawnictwo ZL Natura, Kielce 2001.
88. Lisiński P., Samborski W., *Porównanie skuteczności krioterapii i ciepłolecznictwa w urazach Stawu kolanowego*, Medycyna Sportowa 2006; 2(6): 106-110.
89. Lisiński P., Pawelec A., Samborski W., *Zasady fizjoterapii po leczeniu operacyjnym rozerwanych więzadeł krzyżowych przednich stawu kolanowego*, Fizjoterapia 2009; 17(1): 60-65.
90. Lizak A., *Kurs podstawowy PNF – proprioceptywne nerwowo-mięśniowe torowanie*, Kraków 1997.
91. Magee D. J., *Orthopaedic physical assessment*, USA 2006, s. 661-729.
92. Mandelbaum B. R., Silvers H. J., Watanabe D. S., Knarr J. F., Thomas S. D., Griffin L. Y., Kirkendall D. T., Garrett W. Jr., *Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes*, American Journal of Sports Medicine 2005, 33(7): 1003-1010.

93. Mansson O., Kartus J., Sernert N., *Health – related quality of life after anterior cruciate ligament reconstruction*, *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2011 Mar; 19(3): 479-487.
94. Marciniak W., Szulc A., *Wiktora Degi ortopedia i rehabilitacja*, t. 1-2, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2003.
95. Markovic G., *Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review*, *British Journal of Sports Medicine* 2007; 41: 349-355.
96. Mattacola C. G., *Functional outcome and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction.*, *Journal of Athletic Training* 2002; 3: 262-268.
97. Matuszewska W., Tomczak H., *Fizjoterapia po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego*, *Kwartalnik Balneologia Polska* 2007; 69(3): 178-185.
98. McCullough K. A., Phelps K. D., Spindler K. P., Natava M. J., Dunn W. R., Parker R. D., Reinke E. K., *Return to high school – and college level football after anterior cruciate ligament reconstruction*, *Journal of Sports Medicine* 2012; 40: 2523-2529.
99. McRae R., *Kliniczne badanie ortopedyczne*, pod red. Gaździk T., Wydawnictwo Medyczne, Wrocław 2006, s. 201-243.
100. Morawik A., Grela D., *Ocena wyników postępowania usprawniającego stawu kolanowego po leczeniu artroskopowym*, *Medycyna Sportowa, Medsportpress* 2008; 4(6), vol. 24, s. 258-264.
101. Mosiczuk A., *Program postępowania fizjoterapeutycznego po zerwaniu więzadła krzyżowego przedniego*, *Rehabilitacja w Praktyce* 2012, nr 1, s. 11-17.
102. Mouse-wang Z., Ali G., Yan-ping C., Chang-long Y., Ying-fang A., Hong-shi H., Yan-yan Y., *Factors affecting proprioceptive recovery after anterior cruciate ligament reconstruction*, *Chinese Medical Journal* 2008; 121(22): 2224-2228.
103. Muaidi Q. I., Nicholson L. L., Refshauge K. M., et al, *Effect of anterior cruciate ligament injury and reconstruction on proprioceptive acuity of knee rotation in the transverse plane*, *The American Journal of Sports Medicine* 2009; 37(8): 1618-26.
104. Myer G. D., Paterno M. V., Ford K. R., Quatman C. E., Hewett T. E., *Rehabilitation after cruciate ligament reconstruction: criteria-based progression through the return-to-sport phase*. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2006; 36(6): 385-402.
105. Myer G. D., Paterno M. V., Ford K. R., Hewett T. E., *Neuromuscular training techniques to target deficits before return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction*, *The Journal Strength & Conditioning Research* 2008 May; 22(3): 987-1014.

106. Nelson E. W., LaPrade R. F., *The anterior intermeniscal ligament of the Knee – an anatomic study*, The American Journal of Sports Medicine 2000; 28(1): 74-76.
107. Ozenci A. M., Inanmaz E., Ozcanli H., Soyuncu Y., Samanci N., Dageven T., Balci N., Gur S., *Proprioceptive comparison of allograft and autograft anterior cruciate ligament reconstructions*, Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 2007; 15: 1432-1437.
108. Paessler H. H., *New techniques in knee surgery*, Darmstadt, Germany 2003.
109. Page Ph., *Sensorimotor training: A „global” approach for balance training*, Journal of Bodywork and Movement Therapies 2006; 10: 77-84.
110. Pasierbiński A., Jarzabek A., *Biomechanika więzadeł krzyżowych*, Acta Clinica 2001, t. 1, nr 4, s. 284-293.
111. Pasierbiński A., Jarzabek A., *Rehabilitacja po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego*, Medicina Sportiva 2002, nr 6 (Suppl.2), s. 51-65.
112. Piontek T., Dudziński W., Podwika M., *Ocena propriocepcji po rekonstrukcji ACL u piłkarzy*, XXVI Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Medycyny Sportowej, Medicina Sportiva 2005, vol. 9, No. 2, s. 114-115.
113. Prochwicz P., Berwecki A., Golec J., Klimek K., Hapek Ł., Golec E., *Ocena wyników odległych rehabilitacji chorych po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego stawu kolanowego w oparciu o wybrane wskaźniki proprioceptywne*, Ostry Dyżur 2013, t. 6, nr 2.
114. Putz R., Pabst R., *Atlas anatomii człowieka Sobotta*, pod red. Woźniak W., Jędrzejewski K. J., t. 2, Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2006.
115. Rehabilitation Guide, *Anterior cruciate ligament reconstruction*, UW Health 2015.
116. Risberg M. A., Holm I., Myklebust G., Engebretsen L., *Neuromuscular training versus strength training during first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial*, Journal of Physical Therapy Science 2007 Jun; 87(6): 737-750.
117. Roberts D., Andersson G., Fridén T., *Knee joint proprioception in ACL-deficient knees is related to cartilage injury, laxity and age*, Acta Orthopaedica Scandinavica 2004 Feb; 75(1): 78-83.
118. Rosiński M., *Przygotowanie pacjenta do zabiegu rekonstrukcji ACL po urazie stawu kolanowego*, Praktyczna Fizjoterapia 2011, nr 23, str. 9-14.
119. Schunke M., Schulte E., Schumacher U., Voll M., Wesker K., *Prometeusz – atlas anatomii człowieka*, t. 1., MedPharm, 2013.

120. Sebastianelli W. J., *Anterior cruciate ligament injuries*, Hospital Physician Orthopedic Sports Medicine Board Review Manual 2005, vol. 1, part 2, s. 2-12.
121. Sechriest F., Silver S., *Return to play after musculoskeletal injury*, Journal of Sports Medicine 2009; 3: 97-116.
122. Sekir U., Yildiz Y., Hazneci B., Ors F., Aydin T., *Effect of isokinetic training on strength, functionality and proprioception in athletes with functional ankle instability*, Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 2007; 15(5): 654-664.
123. Sharman M. J., Cresswell A. G., Riek S., *Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: mechanisms and clinical implications*, Journal of Sports Medicine 2006; 36(11): 929-939.
124. Shelbourne K. D., Trumper V. R., *Preventing anterior knee pain after ACL reconstruction*, The American Journal of Sports Medicine 1997; 25(1): 41-47.
125. Słoniak R., Tittinger T., *Taping rehabilitacyjny stawu skokowego*, Rzeszów 2009, s. 13-14.
126. Solomonow M., Krogsgaard M., *Sensorimotor control of knee stability. A review*, Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports 2001; 11(2): 64-80.
127. Starman J. S., Ferretti M., Jarvela T., Buoncristiani A., Fu F. H., *Anatomy and biomechanics of the anterior cruciate ligament*, in: Prodromos CC'd, *The Anterior Cruciate Ligament: Reconstruction and Basic Science*, Philadelphia, Philadelphia Saunders: Elsevier 2008: 3-11.
128. Stępień A., *Koncepcja PNF to nie tylko wzorce ruchowe*, Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja 2011, nr 13, s. 4-7.
129. Stolarczyk A., Śmigielski R., Adamczyk G., *Propriocepcja w aspekcie medycyny sportowej*, Medycyna Sportowa 2000; 16(6), s. 7-12.
130. Stryła W., Pogorzala A. M., *Ćwiczenia propriocepcji w rehabilitacji*, PZWL, Warszawa 2014.
131. Styczyński T., Gasik R., Pyskło B., *Znaczenie kliniczne zaburzeń. Propriocepcja dla narządu ruchu*, Reumatologia 2007; 45(6): 404-406.
132. Sztuce S., *Artroskopowa rekonstrukcja więzadła krzyżowego przedniego*, Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja 2013, nr 40, s. 47-52.
133. Tagesson S., *Dynamic knee stability after anterior cruciate ligament injury. Emphasis on rehabilitation*, Division of Physiotherapy, Department of Medical and Health Sciences, Linköping University Medical Dissertations No. 1036, Sweden 2008, s. 45-47.
134. Taradaj J., Sieroń A., Jarzębski M., *Fizykoterapia w praktyce*, Elamed, Katowice 2010.

135. Tarczyńska M., Potemska E., Dajewski Z., Gawęda K., *Obraz siebie a ocena jakości życia u pacjentów z uszkodzonym stawem kolanowym*, *Current Problems of Psychiatry* 2012; 13(2): 123-127.
136. Tejszerska D., Świtoński E., Gzik M., *Biomechanika narządu ruchu*, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji PIB, Radom 2011.
137. Tejszerska D., Tyrała W., Wolański W. i wsp.: *Projekt urządzeń do rehabilitacji osób z zaburzeniami propriocepcji za Brotzman B. S., Wilk K. E. Rehabilitacja ortopedyczna*, Urban&Partner, Wrocław 2007.
138. Tokarczuk K., Wodzisławski W., Puźniak A., *Ocena wydolności stawu kolanowego po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego u sportowców*, *Medycyna Sportowa* 1996; 63: 19-70.
139. Tsavo N. Y., Change O. F., Yang R. S., *The effect of sensorimotor training on knee proprioception and function for patients with osteoarthritis: a preliminary report*, *Clinical Rehabilitation* 2008; 22: 448-457.
140. Trzaska T., *Zasady leczenia usprawniającego po rekonstrukcji ACL*, *Medicina Sportiva* 2002; nr 6 (Suppl.2), s. 35-38.
141. Trzaska T., *Aktualne metody rekonstrukcji więzadeł krzyżowych kolana*, *Medicina Sportiva* 2002; nr 6, s. 19-22.
142. Urbanowicz Z., *Podstawy anatomii człowieka*, t. 1, Wydawnictwo Czelej, Lublin 2000.
143. Van Grinsven S., van Cingel R. E. H., Holla C. J. M., van Loon C. J. M., *Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2010 Aug; 18: 1128-1144.
144. Walczak M., Manikowski W., Gajewska E., Galasińska K., *Urazy w obrębie stawu kolanowego u sportowców trenujących futbol amerykański*, *Pielęgniarstwo Polskie* 2012; 4(46): 181-186.
145. Waldzińska E., Waldziński T., Kochanowicz B., Hansdorfer-Korzon R., *Trening sensomotoryczny w procesie szkolenia sportowego tenisistów*, *Journal of Education, Health and Sport* 2015; 5(8): 417-433.
146. Weiss M. R., *Psychological aspects of sport-injury rehabilitation: a development perspective*, *Journal of Athletic Training* 2003; 38(2): 172-175.
147. Werner Honorata., *Wpływ pola magnetycznego na proces usprawniania po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego – rozprawa doktorska* Poznań 2011.
148. Widuchowski W., Łukasik P., Faltus R., Kwiatkowski G., Zakrzewski T., Widuchowski J., *Diagnostyka i leczenie uszkodzeń więzadła krzyżowego przedniego*

- stawu kolanowego*, Chirurgia kolana, Artroskopia, Traumatologia Sportowa 2007; 4(2): 27-39.
149. Widuchowski W., Widuchowska M., *Diagnostyka i leczenie uszkodzeń więzadła krzyżowego przedniego*, Sport Wyczynowy 2009, nr 4/532 s. 155-166.
 150. Widuchowski J., Reszka P., Widuchowski W., Kwiatkowski G., *Postępowanie pooperacyjne i leczenie usprawniające po artroskopiach stawu kolanowego – doświadczenia własne*, Medicina Sportiva 2002, nr 6 (Suppl. 2), s.19-22.
 151. Wiechć M., Książek-Czekaj A., Kędziora P., *Postępowanie fizjoterapeutyczne po rekonstrukcji ACL*, Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja 2011, nr 23, s. 18-23.
 152. Wolski W., Wolska M., *Trening propriocepcji stosowany u pacjentów po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego*, Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja 2013, nr 41, s. 44-55.
 153. Woo S., L-Y.: *Basic science and properties of tissue as a function of aging*, ISAKOS congress, May 14-18, Montreux 2001.
 154. Yasuda K., *Biomechanics of knee ligament*, The Panther Sports Medicine Symposium The knee: A new Millennium from robotics to gene therapy; May 4-6, Pittsburg 2000.
 155. Zaffagnini S., Bruni D., Russo A., Takazawa Y., Lo Presti M., Giordano G., Marcacci M., *ST/G ACL reconstruction: double strand plus extra-articular sling vs double bundle, randomized study at 3-year follow-up*, Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports 2008 Feb; 18(5) 573-581.
 156. Zając Z., Wilk M., Poprzęcki S., Bacik B., *Współczesny trening siły mięśniowej*, Katowice 2009, s. 271-307.

Spis rycin

- Rycina 1** Staw kolanowy, articulatio genus; odsłonięte zostały więzadła krzyżowe oraz łąkotki; widok od tyłu [114].
- Rycina 2** Więzadło krzyżowe przednie okupuje centralną część stawu (1 – więzadło krzyżowe przednie, 2 – więzadło krzyżowe tylne, więzadło łąkotkowo-udowe) [68].
- Rycina 3** Więzadło krzyżowe przednie stawu kolanowego [68].
- Rycina 4** Więzadła krzyżowe stawu kolanowego [68].
- Rycina 5** Kaletki stawu kolanowego [65].
- Rycina 6** Widok przednio-przyśrodkowy (a), widok przednio-boczny częściowo zgiętego stawu kolanowego (b) [68].
- Rycina 7** Ogólny widok szkieletu kończyny dolnej [68].
- Rycina 8** Zgięcie (a) i wyprost (b) stawu kolanowego [68].
- Rycina 9** Funkcją rzepki, trzeczki połączonej z rozciągniętym mięśniem czworogłowego uda, jest przemieszczanie mięśnia czworogłowego ku przodowi [52, 136].
- Rycina 10** Czynne zgięcie w stawie kolanowym [68].
- Rycina 11** Równowaga pomiędzy strukturami, które zapobiegają przedniemu przemieszczeniu goleni względem uda i strukturami i siłami przemieszczającymi piszczel ku przodowi [52].
- Rycina 12** Zgięcie bierne stawu kolanowego [68].
- Rycina 13** Komputerowy model kolana. Linie A-B i C-D oznaczają najbardziej obciążone włókna ACL i PCL, X2 miejsce styku powierzchni stawowych uda i piszczeli na które rzutuje oś obrotu stawu [111].
- Rycina 14** Hamowanie rotacji wewnętrznej piszczeli przez ACL, w końcowej fazie wyprostu [111].
- Rycina 15** Stabilność przednio-tylna stawu kolanowego pozwalająca na wykonywanie ruchów zawiasowych [68].

Rycina 16, 17, 18 Skrajne włókna więzadeł oraz ich przyczepy [68].

Rycina 19 Szczegółowy schemat zgięcia bliższych przyczepów ACL (czerwone) i PCL (zielone) odpowiednio ku górze i ku dołowi [68].

Rycina 20, 21 Więzadła krzyżowe stawu kolanowego [68].

Rycina 22 Rozluźnienie włókien PCL i napięcie włókien ACL [68].

Rycina 23 Czynniki ryzyka uszkodzeń ACL [opracowanie własne na podstawie: P. Brukner *Kliniczna medycyna sportowa*, Warszawa 2011].

Rycina 24 Pozycja bezpieczna i pozycja prowadząca do powstania urazu, tzw. no return [24].

Rycina 25 Pobieranie tkanki ścięgna rzepki (część górna) lub ścięgna mięśnia półścięgnistego/smukłego (przeszczep mięśni kulszowo-goleniowych) [24].

Rycina 26 Staw po zabiegu – z uwidocznieniem umocowanego przyczepu czy też „nowego więzadła” [24].

Rycina 27 Zastąpienie zerwanego więzadła przez tkankę ze ścięgna przyczepionego za pomocą widocznych na rycinie śrub interferencyjnych [24].

Rycina 28 Ćwiczenia rozciągające mięśnie [opracowanie własne na podstawie skryptu PNF, *PNF w Praktyce*].

Rycina 29 Ćwiczenia rozciągające mięśnie oraz sposoby siedzenia mogą powodować rozciąganie przeszczepu [opracowanie własne na podstawie skryptu PNF, *PNF w Praktyce*].

Rycina 30 Ćwiczenia irradacji. Prawidłowe wykorzystanie oporu wywołuje promieniowanie i wzmocnienie. Jest to rozprzestrzenianie się odpowiedzi na stymulacje;

a) oporowanie skurczu mięśni obręczy barkowej w celu wywołania napięcia w mięśniach operowanej kończyny

b) zaoprowanie ruchu zgięcia, odwiedzenia i rotacji zewnętrznej w celu uzyskania ruchu zgięcia stawu kolanowego

c) lifting – wzorzec zgięciowy kończyny górnej w celu uzyskania podporu i napięcia operowanej kończyny dolnej.

Rycina 31 Ćwiczenia kokontrakcji. Jednoczesne napięcie przeciwstawnych grup mięśniowych. W przypadku stawu kolanowego, będzie to oznaczało jednoczesne napięcie prostowników i zginaczy kolana.

Rycina 32 Technika odtwarzanie ruchu. Toruje motoryczną naukę czynności funkcjonalnych. Nauczenie pacjenta w wyniku danego ruchu lub czynności jest istotne w pracy funkcjonalnej (np. w aktywności sportowej) oraz dla potrzeb samoobsługi.

Rycina 33 Opór manualny, kontakt wizualny.

Rycina 34 Rytmiczne pobudzanie ruchu w celu regulacji napięcia mięśniowego, zwiększenia zakresu ruchu, naukę i automatyzację ruchu.

Rycina 35 Techniki antagonistyczne wykonane w różnych pozycjach wyjściowych w celu zwiększenia siły i wytrzymałości trenowanych grup mięśniowych, poprawa stabilności pozycji i równowagi, redukcja bólu, wzmocnienie pracujących grup mięśniowych.

Rycina 36 Ćwiczenia propriocepcji i powrót do aktywności fizycznej

- a) powrót do aktywności fizycznej
- b) ćwiczenia równoważne po zmiennym podłożu
- c) ćwiczenia propriocepcji techniką rytmicznej stabilizacji
- d) ćwiczenia propriocepcji w zamkniętym łańcuchu kinematycznym we wczesnej fazie pooperacyjnej [opracowanie własne].

Rycina 37

- a) jazda na rowerze z wysokim siedziskiem – 3 tydzień po operacji
- b) ćwiczenia izometryczne mięśni kończyn dolnych w zamkniętym łańcuchu kinematycznym
- c) przeskoki przez przeszkodę jako test funkcjonalny

Rycina 38 Rozkład wyników w 3 i 6 tygodniu. Skala aktywności życia codziennego [90].

- Rycina 39** Ilustracja zmian w zakresie ruchu w nodze operowanej i nieoperowanej w skutek rehabilitacji
- Rycina 40** Ilustracja zmian w obwodzie nogi w punkcie P1 w nodze operowanej i nieoperowanej w skutek rehabilitacji
- Rycina 41** Ilustracja zmian w obwodzie w punkcie P2 w nodze operowanej i nieoperowanej w skutek rehabilitacji
- Rycina 42** Rozkład liczebności kategorii „silny” w 3 i 6 tygodniu
- Rycina 43** Sprawdzenie różnic między warunkami: oczy otwarte/zamknięte oraz noga zdrowa/operowana
- Rycina 44** Brak różnicy w liczbie osób z poprawą spowodowanej testem z oczami zamkniętymi lub otwartymi $\chi^2(1) = 0.80$, $p = 0.371$.
- Rycina 45** Brak różnicy w liczbie osób z poprawą spowodowanej testem z oczami zamkniętymi lub otwartymi $\chi^2(1) = 0.80$, $p = 0.371$.
- Rycina 46** Brak różnicy w liczbie osób z poprawą między wynikami dla nogi operowanej i nieoperowanej w semi tandem z tyłu $\chi^2(1) = 1,25$, $p = 0,263$.
- Rycina 47** Brak różnicy w liczbie osób z poprawą między wynikami dla nogi operowanej i nieoperowanej w semi tandem z tyłu $\chi^2(1) = 0$, $p = 1,0$.
- Rycina 48** Brak różnicy w liczbie osób z poprawą między wynikami dla nogi operowanej i nieoperowanej w semi tandem z tyłu $\chi^2(1) = 0$, $p = 1,0$.
- Rycina 49** Brak różnicy w liczbie osób z poprawą spowodowanej testem z oczami zamkniętymi lub otwartymi $\chi^2(1) = 0$, $p = 1$.
- Rycina 50** Brak różnicy w liczbie osób z poprawą spowodowanej testem z oczami zamkniętymi lub otwartymi $\chi^2(1) = 1,25$, $p = 0.264$.
- Rycina 51** Brak różnicy w liczbie osób z poprawą spowodowanej testem z oczami zamkniętymi lub otwartymi $\chi^2(1) = 0.20$, $p = 0.654$.
- Rycina 52** Brak różnicy w liczbie osób z poprawą między wynikami dla nogi operowanej i nieoperowanej w semi tandem z tyłu $\chi^2(1) = 0,80$, $p = 0,370$.

Rycina 53 Brak różnicy w liczbie osób z poprawą między wynikami dla nogi operowanej i nieoperowanej w semi tandem z tyłu $\chi^2(1) = 0,05$, $p = 0,819$.

Rycina 54 Brak różnicy w liczbie osób z poprawą między wynikami dla nogi operowanej i nieoperowanej w semi tandem z tyłu $\chi^2(1) = 0.05$, $p = 0.823$.

Spis tabel

- Tabela 1** Operowanych lewych kończyn stwierdzono 22, zaś prawych 18, rozkład wg płci przedstawia tabela poniżej
- Tabela 2** Tabela przedstawia istotność testu Shapiro-Wilka badającego normalność rozkładu wyników
- Tabela 3** Tabela przedstawia wartość mediany oraz zakres dla poszczególnych zmiennych, istotność różnic [na podstawie testu Wilcoxon'a porównań parami] oraz wielkość efektu [d Cohena]
- Tabela 4** Tabela przedstawia przeliczone wg norm wyniki z platformy balansowej wyrażone w %, istotność różnic parami na podstawie testu Wilcoxon'a oraz wielkość efektu [d Cohena] dla istotnych różnic
- Tabela 5** Mediana odpowiedzi w 3 i 6 tygodniu i istotność różnic między nimi
- Tabela 6** Mediany wyników i ich rozrzut dla poszczególnych zmiennych z platformy balansowej. Dla pomiaru badań w 3 i 6 tygodniu oraz istotność różnic między nimi
- Tabela 7** Porównanie zakresu ruchu i obwodów kończyny operowanej i nieoperowanej w 3 tygodniu po rekonstrukcji
- Tabela 8** Stan pacjentów po rehabilitacji porównanie zakresu ruchu i obwodów kończyny operowanej i nieoperowanej w 6 tygodniu po rekonstrukcji
- Tabela 9** Analiza statystyczna
- Tabela 10** Ocena stawu kolanowego

ZAŁĄCZNIKI

Załącznik nr 1

OŚWIADCZENIE BADANEGO – zgoda na udział w badaniach

Nazwisko i imię osoby badanej.....
.....

Lat.....

Adres:.....
.....

Temat badań: „Ocena usprawniania pacjentów po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego stawu kolanowego metodą Proprioceptywnego Nerwowo Mięśniowego Torowania”

Niniejszym oświadczam, że zostałem/am szczegółowo poinformowany/na o sposobie przeprowadzenia badań i rehabilitacji.

Rozumiem, na czym polegają badania i do czego potrzebna jest moja zgoda.

Zostałem poinformowany/na, że mogę odmówić uczestnictwa w badaniach w trakcie trwania realizacji projektu badawczego.

Wyrażam świadomą zgodę na uczestnictwo w badaniach.

..... podpis badacza

podpis badanego, data

SKALA AKTYWNOŚCI ŻYCIA CODZIENNEGO – WYNIKI BADANIA KOLANA

Dzisiejsza data.....

Data urodzenia.....

Imię i nazwisko.....

Poniższy kwestionariusz jest zaprojektowany by określić symptomy i ograniczenia jakich doświadczasz poprzez problem z kolaniem podczas codziennej aktywności życiowej. Proszę, odpowiedz na pytania poprzez zaznaczenie najbliższej prawdziwej odpowiedzi określającej twój stan w ciągu ostatnich dwóch dni. Może być kilka odpowiedzi, które pasują do Ciebie lecz wybierz tylko jedną, która najbardziej oddaje charakter problemu.

1. Do jakiego stopnia ból zaburza w kolanie aktywności życia codziennego?
 - a) nigdy nie mam bólu w kolanie
 - b) mam ból w kolanie, ale nie przeszkadza mi on w czynnościach życia codziennego
 - c) ból zaburza aktywność w niewielkim stopniu
 - d) ból przeszkadza mi umiarkowanie
 - e) ból dokucza mi mocno
 - f) ból w kolanie przeszkadza mi w czynnościach dnia codziennego
2. Do jakiego stopnia chrząstczenie/tarcie występuje w twoim kolanie na poziomie aktywności dnia codziennego?
 - a) nigdy nie odczuwam tego w kolanie
 - b) występuje, ale nie przeszkadza mi on w czynnościach dnia codziennego
 - c) przeszkadza mi delikatnie
 - d) przeszkadza mi umiarkowanie
 - e) dokucza mi mocno
 - f) nie pozwala mi wykonywać wszystkich czynności dnia codziennego
3. Do jakiego stopnia sztywność kolana przeszkadza ci w aktywności życia codziennego?
 - a) nigdy nie odczuwam tego w kolanie
 - b) występuje, ale nie przeszkadza mi on w czynnościach dnia codziennego
 - c) przeszkadza mi delikatnie
 - d) przeszkadza mi umiarkowanie
 - e) dokucza mi mocno
 - f) nie pozwala mi wykonywać czynności dnia codziennego

4. Do jakiego stopnia opuchlizna przeszkadza ci w aktywności życia codziennego?
 - a) nigdy nie odczuwam tego w kolanie
 - b) występuje, ale nie przeszkadza mi ona w czynnościach dnia codziennego
 - c) przeszkadza mi delikatnie
 - d) przeszkadza mi umiarkowanie
 - e) dokucza mi mocno
 - f) nie pozwala mi wykonywać czynności dnia codziennego
5. Do jakiego stopnia suwanie przeszkadza ci w czynnościach dnia codziennego?
 - a) nigdy nie odczuwam tego w kolanie
 - b) występuje, ale nie przeszkadza mi ono w czynnościach dnia codziennego
 - c) przeszkadza mi delikatnie
 - d) przeszkadza mi umiarkowanie
 - e) dokucza mi mocno
 - f) nie pozwala mi wykonywać czynności dnia codziennego
6. Do jakiego stopnia zniekształcenie przeszkadza ci w czynnościach dnia codziennego?
 - a) nigdy nie odczuwam tego w kolanie
 - b) występuje, ale nie przeszkadza mi ono w czynnościach dnia codziennego
 - c) przeszkadza mi delikatnie
 - d) przeszkadza mi umiarkowanie
 - e) dokucza mi mocno
 - f) nie pozwala mi wykonywać czynności dnia codziennego
7. Do jakiego stopnia osłabienie lub utrata siły mięśniowej nogi przeszkadza ci w czynnościach dnia codziennego?
 - a) moja noga nigdy nie jest osłabiona
 - b) moja noga jest osłabiona, ale nie zaburza to czynności dnia codziennego
 - c) odczuwam lekkie osłabienie
 - d) odczuwam umiarkowane osłabienie
 - e) odczuwam silne osłabienie
 - f) osłabienie i utrata siły mięśniowej przeszkadza mi całkowicie w czynnościach dnia codziennego

Niezdolność funkcjonalna w czynnościach życia codziennego

8. Jak bardzo twoje kolano zaburza możliwość chodzenia?
 - a) moje kolano nie zaburza możliwości chodu
 - b) kolano boli mnie podczas chodzenia, ale nie ogranicza to możliwości chodu
 - c) kolano boli mnie podczas chodzenia więcej niż jednej mili
 - d) kolano ogranicza mnie przed chodzeniem więcej niż 2.5 mili
 - e) kolano ogranicza mnie przed chodzeniem powyżej 2,5 mili
 - f) kolano całkowicie ogranicza mi chodzenie
9. Z powodu kolana używasz kul lub laski.
 - a) mogę poruszać się bez kul i laski
 - b) moje kolano sprawia, że muszę poruszać się o jednej kuli lub lasce
 - c) moje kolano sprawia, że muszę poruszać się o dwóch kulach
 - d) z powodu kolana nie mogę chodzić nawet przy użyciu kul
10. Czy twoje kolano sprawia, że utykasz podczas chodzenia?
 - a) chodzę bez utykania
 - b) czasami moje kolano powoduje, że utykam
 - c) przez moje kolano nie mogę iść bez utykania
11. Jak twoje kolano utrudnia ci wchodzenie po schodach?
 - a) nie utrudnia mi możliwości wchodzenia po schodach
 - b) występuje ból w kolanie podczas wchodzenia po schodach, ale nie ogranicza to możliwości chodzenia po schodach
 - c) jestem w stanie iść w górę po schodach normalnie, ale muszę używać poręczy
 - d) jestem w stanie iść w górę po schodach, stopień na jakiś czas, z użyciem poręczy
 - e) muszę używać kul lub laski by wejść na górę
 - f) nie jestem w stanie iść na górę
12. Jak twoje kolano utrudnia ci schodzenie ze schodów?
 - a) nie utrudnia mi schodzenia ze schodów
 - b) występuje ból w kolanie podczas schodzenia ze schodów, ale nie ogranicza to możliwości zejścia
 - c) jestem w stanie zejść w dół po schodach, stopień na jakiś czas, z użyciem poręczy
 - d) jestem w stanie iść w dół po schodach normalnie, ale muszę używać poręczy
 - e) muszę używać kul lub laski by zejść na dół

- f) nie jestem w stanie zejść na dół
13. Czy twoje kolano utrudnia ci stanie?
- a) moje kolano nie utrudnia mi stania, mogę stać nieograniczoną ilość czasu
 - b) występuje ból podczas stania, ale nie ogranicza to zdolności stania
 - c) przez kolano nie mogę stać dłużej niż godzinę
 - d) przez kolano nie mogę stać dłużej niż 30 minut
 - e) przez kolano nie mogę stać dłużej niż 10 minut
 - f) nie jestem w stanie stać przez moje kolano
14. Jak twoje kolano ogranicza klęczenie na przedniej części kolana?
- a) nie utrudnia mi klęczenia, mogę klęczeć nieograniczoną ilość czasu
 - b) występuje ból podczas klęczenia na przedniej powierzchni kolana, ale nie ogranicza to możliwości klęczenia
 - c) nie jestem w stanie klęczeć na przedniej powierzchni kolana przez więcej niż godzinę
 - d) nie jestem w stanie klęczeć na przedniej powierzchni kolana przez więcej niż 30 minut
 - e) nie jestem w stanie klęczeć na przedniej powierzchni kolana przez więcej niż 10 minut
 - f) nie jestem w stanie klęczeć na przedniej powierzchni kolana
15. Jak twoje kolano ogranicza ci możliwość kucania, przysiadu?
- a) nie ogranicza, mogę kucać do samego dołu
 - b) występuje ból przy przysiadzie, ale mimo to jestem w stanie kucnąć do samego dołu
 - c) nie jestem w stanie ukucnąć więcej niż $\frac{3}{4}$ przysiadu
 - d) nie jestem w stanie ukucnąć więcej niż $\frac{1}{2}$ przysiadu
 - e) nie jestem w stanie ukucnąć więcej niż $\frac{1}{4}$ przysiadu
 - f) nie jestem w stanie w ogóle ukucnąć
16. Jak twoje kolano ogranicza tobie siedzenie ze zgiętymi kolanami?
- a) nie ogranicza mi siedzenia ze zgiętymi kolanami, mogę tak siedzieć nieograniczony czas
 - b) występuje ból w kolanie podczas siedzenia ze zgiętymi kolanami, ale nie ogranicza to możliwości siedzenia tak
 - c) nie mogę siedzieć ze zgiętymi kolanami dłużej niż godzinę
 - d) nie mogę siedzieć ze zgiętymi kolanami dłużej niż 30 minut
 - e) nie mogę siedzieć ze zgiętymi kolanami dłużej niż 10 minut
 - f) nie jestem w stanie siedzieć ze zgiętymi kolanami w ogóle

17. Jak twoje kolano ogranicza tobie wstawanie z krzesła?
- a) nie ogranicza
 - b) występuje ból podczas wstawania z pozycji siedzącej, ale nie ogranicza wstania z krzesła
 - c) z uwagi na ból w kolanie jestem w stanie wstać z krzesła tylko z asystą
 - d) z powodu kolana nie jestem w stanie wstać z krzesła
18. Jak oceniasz obecny poziom funkcjonowania kolana w czasie codziennych czynności życiowych używając skali od 0 do 100, gdzie 100 oznacza stan poprzedzający uraz kolana.
19. Jak oceniasz całkowite funkcjonowanie swojego kolana podczas codziennych czynności życiowych?
- a) normalnie
 - b) bliskie normy
 - c) anormalny
 - d) całkowicie nieprawidłowy
20. W rezultacie urazu kolana jak ocenił(a)byś obecne możliwości w aktywności codziennej?
- a) normalnie
 - b) bliski normy
 - c) anormalny
 - d) całkowicie nieprawidłowy
21. Jak oceniasz stan swojego kolana od momentu zapoczątkowania ćwiczeń?
- a) bardzo się polepszył
 - b) polepszył się
 - c) nie polepszył się, ani się nie pogorszył
 - d) pogorszył się
 - e) zdecydowanie się pogorszył

Opublikowane i wystandaryzowane przez:

Dawid J. Magge, Orthopaedic Physical Assessment, s. 661 I 729, USA 2006.

Skala została przetłumaczona na język polski przeze Katarzyna Galasińska.

Karta badania zakresów ruchów i obwodów

Zakres Ruchu	Kończyna operowana		Kończyna nieoperowana	
	3 tydzień	6 tydzień	3 tydzień	6 tydzień
Obwody	Kończyna operowana		Kończyna nieoperowana	
	3 tydzień	6 tydzień	3 tydzień	6 tydzień